



Conception d'une typologie locale des habitats d'intérêt communautaire du site Natura 2000 "Complexe Lagunaire de Salses-Leucate"

Mémoire de fin d'études
- Master Biologie Végétale, Écologie Végétale et Environnement -

Clara GRITTI

Stage réalisé de février à août 2019 à Leucate

Encadré par Julien ROBERT,
Syndicat Mixte RIVAGE

et co-encadré par Olivier ARGAGNON,
Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles



Tuteur pédagogique:
Arnaud ELGER

Examineur:
Éric TABACCHI



TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX	0
REMERCIEMENTS	1
INTRODUCTION	2
MATÉRIEL	5
Présentation du site d'études: Le Complexe Lagunaire de Salses-Leucate	5
Les ouvrages de référence	6
La flore	6
Les habitats naturels	6
Les outils de stockage des données	6
Les données flore et habitats disponibles à l'initiation du projet	7
La cartographie complète des habitats naturels du site	7
La cartographie de l'occupation du sol sur la zone Sud-Ouest du site d'études	7
Les relevés phytosociologiques extraits de la base de données du CBN Med	8
MÉTHODE	8
Une consultation des experts locaux	8
Habitats connus et habitats présumés	9
Établissement de la stratégie d'échantillonnage	10
Prospections ciblées	10
Prospections aléatoires	10
Prospections opportunistes	11
Choix des périodes de prospections pour chaque habitat	11
Technique de relevés phytosociologiques	12
L'aire de relevé	12
Les informations recueillies	13
Analyses des données	13
Rattachement des relevés phytosociologiques réalisés à l'HIC correspondant	14
Comment reconnaître et différencier des HIC	14
L'identification des espèces indicatrices	14
L'utilisation de critères absolus d'interprétation	16
Rédaction d'une typologie locale des HIC	17
RÉSULTATS	18
Les relevés phytosociologiques réalisés	18
Les HIC identifiés sur le site d'étude	19
L'interprétation des habitats	21
Les espèces indicatrices des HIC sur le site d'études	22
Les critères absolus d'interprétation des HIC sur le site d'études	22
Les étapes de conception d'une fiche habitat : l'exemple du 6220*	23
DISCUSSION	25
Une approche "à dire d'expert"	25
Un jeu de données peu adapté aux analyses statistiques	26

L'identification des espèces indicatrices des habitats	27
La détermination de critères absolus	28
Une relation complexe entre sciences de la conservation et politique Natura 2000	28
CONCLUSION - PERSPECTIVES	30
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	31
ANNEXES	34
Annexe n°1 - Glossaire	34
Annexe n°2 - Présentation des structures d'accueil	35
Le syndicat mixte RIVAGE	35
Le Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles	35
Annexe n°3 - Cartes de localisation des relevés phytosociologiques détaillées selon le type de prospections	36
Annexe n°4 - Table des espèces indicatrices identifiées pour chaque habitat faisant l'objet d'une fiche habitat, tous faciès confondus	39
Annexe n°5 - Table des espèces indicatrices identifiées pour l'habitat 6220* en distinguant les deux faciès	44
Annexe n°6 - Typologie locale des habitats d'intérêt communautaire du Complexe Lagunaire de Salses-Leucate	45
RÉSUMÉ	46
ABSTRACT	46

TABLE DES FIGURES ET TABLEAUX

Fig. 1: Carte des contours du site Natura 2000 du Complexe Lagunaire de Salses-Leucate et sa localisation régionale	5
Tab. 1: Récapitulatif du nombre de visites de terrain prévues initialement selon le type de prospections	11
Tab. 2: Exemples de classification de 3 habitats selon la phénologie de leurs espèces indicatrices	12
Tab. 3: Aires de relevés recommandées dans la bibliographie et aires de relevés effectives en fonction de la physionomie de la végétation	13
Tab. 4: Informations recueillies au cours d'un relevé phytosociologique	13
Tab. 5: Expressions ayant permis de calculer les fréquences relatives des espèces par rapport aux habitats	15
Fig. 2: Application d'une règle au jeu de données initial	16
Tab. 6: Informations présentées dans chaque fiche habitat	18
Tab. 7: Récapitulatif du nombre de visites de terrain prévues initialement et effectivement réalisées selon le type de prospections	19
Fig. 3: Carte des localisations des 468 relevés phytosociologiques constituant le jeu de données réalisés entre 2014 et 2019 au sein du site du CLSL	19
Tab. 8: Récapitulatif de la présence ou de l'absence des HIC sur le site d'études	20
Fig. 4: Nombre d'espèces végétales recensées et de relevés phytosociologiques réalisés entre 2014 et 2019 par habitat présent sur le site d'études	21
Tab. 9: Récapitulatif des critères absolus d'identification des 13 habitats faisant l'objet d'une fiche et leurs pourcentages de relevés vérifiés et faux-positifs associés	22
Fig. 5: Photographie de l'habitat 6220* - faciès A, prise à Leucate (Courbatière) le 25 avril 2019 © Clara GRITTI	24
Fig. 6: Résultats de l'application d'une règle permettant de distinguer les relevés rattachés à l'habitat 6220*	25

REMERCIEMENTS

Ce projet n'aurait pas été rendu possible sans l'initiative de Julien ROBERT que je remercie vivement de m'avoir ouvert aux méthodes de gestion en écologie et au fonctionnement du réseau Natura 2000. Merci aussi de m'avoir donné l'opportunité de m'intégrer dans un réseau de professionnels et d'échanger avec les acteurs de la conservation. Ses connaissances infaillibles sur le site du Complexe Lagunaire de Salses-Leucate ont été essentielles au bon déroulement des prospections de terrain.

Je tiens aussi à remercier toute l'équipe du Syndicat Mixte RIVAGE pour leur accueil et leur bonne humeur qui ont rendu ces six mois de stage très agréables. Plus particulièrement, je remercie Jean-Alexis NOËL pour son enthousiasme à m'accompagner sur le terrain, surtout dans les zones les plus difficiles d'accès.

Ensuite, je souhaite remercier tout particulièrement Olivier ARGAGNON pour toutes les connaissances qu'il m'a partagé avec une grande honnêteté, que ce soit en botanique ou plus largement sur le monde des sciences végétales. Merci aussi pour m'avoir initié à une discipline à part entière, la phytosociologie. Et sans oublier, un grand merci pour sa disponibilité tout au long de ce projet, notamment pour les journées passées sur le terrain dans la bonne humeur. Toutes les discussions que nous avons eu m'ont beaucoup apporté, que ce soit d'un point de vue scientifique ou humain.

Je tiens aussi à remercier Laure SIRVENT, pour m'avoir accompagné sur le terrain à plusieurs reprises et m'avoir partagé ses connaissances en botanique. L'identification des Characées n'aurait pas été si aisée sans son expertise.

Je remercie aussi James MOLINA, pour sa disponibilité et son aide à l'identification des espèces végétales qui a été primordiale pour le bon déroulement de ce projet.

Un grand merci aussi à Guilhem DEBARROS pour sa réactivité et son appui technique tout au long du stage.

Plus largement, je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères à toute l'équipe du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles pour avoir partagé sans parcimonie leurs connaissances en botanique et phytosociologie. Merci de m'avoir donné l'opportunité de passer une semaine de botanique intense, où j'ai pu approcher la flore alpine dans un esprit de convivialité.

Par ailleurs, j'aimerais adresser des remerciements particuliers à Valentin LHUILLERY, sans qui je n'en serai pas arrivée là. Ces deux années de Master auraient été beaucoup plus difficiles sans toi. Merci infiniment pour ton soutien sans failles qui me donne la force d'avancer chaque jour et qui me rend meilleure.

Enfin, je souhaite remercier mes parents et mes frères, Antonin et Gaëtan, qui ont toujours cru en moi. Pour avoir été à mes côtés dans les moments les plus beaux mais aussi dans les moments les plus difficiles, un immense merci.

À toutes ces personnes, soyez certains que ces six mois représenteront toujours un moment clef de ma vie.

INTRODUCTION

À la fin du XXe siècle, la crise de la biodiversité, causée essentiellement par les activités humaines (Primack et al. 2012), alarme les grandes institutions européennes. En 1992, le Conseil des Communautés Européennes adopte le texte de la Directive "Habitats-Faune-Flore" (*Directive 92/43/CEE du Conseil 1992*), visant à impliquer les états membres de l'Union Européenne dans la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvages. La création de cette Directive vient compléter celle de la Directive "Oiseaux" (*Directive 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil 2009*), concernant la protection des oiseaux migrateurs. Ces deux Directives constituent alors la base de la création du réseau Natura 2000. Aujourd'hui, comprenant plus de 27 000 sites naturels classés et couvrant près de 20% de la surface de l'Union Européenne, Natura 2000 est le plus large réseau d'espaces naturels protégés au monde (Evans 2012).

Les annexes I et II de la Directive "Habitats-Faune-Flore" définissent respectivement des types d'habitats naturels et des espèces animales et végétales, hormis les oiseaux, dits "d'intérêt communautaire". Les différents habitats naturels sont désignés "d'intérêt communautaire" sur deux principaux critères: (1) leur aire de répartition est réduite et/ou en régression; (2) ils sont caractéristiques de l'une, au moins, des neuf régions biogéographiques européennes (*Directive 92/43/CEE du Conseil 1992*).

Sur la base de ces définitions, chaque état membre de l'Union Européenne peut proposer la désignation d'espaces naturels sous l'égide du réseau Natura 2000. Lorsque les espaces ainsi créés sont intégrés au réseau au titre de la Directive "Oiseaux", ils sont appelés Zones de Protection Spéciale (ZPS), alors que s'ils le sont au titre de la Directive "Habitats-Faune-Flore" ils sont appelés Zones Spéciales de Conservation (ZSC). Ces ZSC ont pour but de maintenir durablement dans un état favorable, des habitats naturels d'intérêt communautaire, propice à la préservation des écosystèmes et des espèces qui les composent.

Les habitats et les espèces d'intérêt communautaire portent des enjeux forts pour le maintien d'une diversité écologique résiliente à l'échelle européenne. Concernant les habitats d'intérêt communautaire (HIC), leurs définitions, au sens de la Directive "Habitats-Faune-Flore", sont transcrites dans le Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne, version EUR 28, aussi nommé typologie des habitats EUR 28 (DG Environnement 2013). Plusieurs états membres de l'Union Européenne ont pu s'approprier les définitions établies par la typologie EUR 28 à l'échelle nationale. C'est le cas en France, où un vaste projet de synthèse des connaissances de tous les HIC recensés sur le territoire a rendu possible la rédaction des "Cahiers d'habitats" Natura 2000 (Bensettiti et al. 2001; Bensettiti et al. 2002; Bensettiti et al. 2004; Bensettiti et al. 2005). Ces documents, à destination des acteurs de la conservation, ont pour but de faciliter l'identification des HIC et leur gestion.

En France, les sites naturels inclus dans le réseau Natura 2000 font l'objet d'une gestion assidue, réalisée par les acteurs locaux de la conservation. La désignation, puis la gestion, d'un site Natura 2000 donné est basée sur la rédaction d'un Document d'Objectifs (DOCOB), lui-même supervisé par un comité de pilotage. Outre les actions de conservation prévues sur le site, le DOCOB comprend un diagnostic initial des milieux naturels recensés et est accompagné d'une cartographie complète de tous les habitats naturels, qu'ils soient d'intérêt communautaire ou non. La cartographie ainsi créée constitue une source d'informations capitale sur la présence des HIC et leur répartition sur le site, indispensable à leur gestion.

La politique de gestion menée par le réseau Natura 2000 en France impose que cette cartographie soit régulièrement renouvelée, mettant ainsi en évidence l'évolution des écosystèmes au cours du temps. En effet, la gestion efficace d'un site Natura 2000 nécessite les informations les plus récentes possibles, permettant la mise en place d'actions pertinentes de gestion.

La réalisation d'une cartographie complète des habitats naturels d'un site Natura 2000 est, en général, un travail de grande ampleur et très coûteux. L'une des principales exigences étant de reconnaître, en milieu naturel, les différents types d'habitats présents, au sens de la Directive "Habitats-Faune-Flore". De manière usuelle, le rattachement entre les habitats naturels observés et leur définition au sens de la Directive est soumis à l'interprétation des prestataires impliqués dans la cartographie (Ichter et al. 2014). De ce fait, chaque renouvellement cartographique, réalisé par des prestataires différents, peut être synonyme d'une interprétation différente des habitats. Or, la reproductibilité et la traçabilité de la démarche sont des points clefs pour disposer d'une vision globale de la dynamique des écosystèmes du site (Ichter et al. 2014). Autrement dit, la comparaison entre deux cartographies successives dans le temps est essentielle pour appréhender non seulement l'évolution des habitats naturels, mais aussi les conséquences des actions de gestion menées jusqu'alors. De ce constat, il apparaît que l'interprétation des HIC d'un site Natura 2000 donné devrait être invariable.

En France, les acteurs de la conservation éprouvent le besoin d'outils clairs d'interprétation des HIC recensés, prenant en compte les spécificités des habitats naturels observés sur les sites Natura 2000. Dans le Nord-Ouest, par exemple, le Conservatoire botanique national de Brest porte, depuis 2000, un projet de création d'un référentiel des grands types de végétation et des habitats naturels recensés sur les régions Bretagne, Basse-Normandie et Pays-de-la-Loire (Delassus & Hardegen 2010). Le référentiel ainsi produit, appelé RNVO, caractérise tous les habitats naturels de ces trois régions en y associant les définitions des habitats établies par les différentes typologies disponibles, dont EUR 28. Le RNVO est, à l'heure actuelle, très utilisé par les gestionnaires et cartographes locaux (Com. pers., Delassus L., CBN Brest, 2019).

En région méditerranéenne, il n'existe actuellement aucun outil permettant l'interprétation des HIC prenant en compte les spécificités de cette zone biogéographique. Les animateurs de sites Natura 2000 méditerranéens peuvent néanmoins se baser sur les typologies d'habitats en vigueur, à savoir la typologie EUR 28 et les "Cahiers d'habitats" Natura 2000. Ces documents ont l'avantage d'être directement en lien avec la Directive "Habitats-Faune-Flore" mais les descriptions des habitats naturels y sont peu précises et peuvent parfois porter à confusion. Par ailleurs, une grande majorité des HIC sont définis sur la base des communautés végétales qui les composent (Evans 2010; Rodwell et al. 2018). C'est pourquoi des documents relatifs à ces communautés végétales, comme par exemple, le Prodrôme des Végétations de France versions 1 et 2 (Bardat et al. 2004; Bioret et al. 2013) peuvent être utilisés en parallèle. Toutefois ils présentent deux inconvénients majeurs, à savoir de ne pas être centrés sur les principes du réseau Natura 2000 et, surtout, d'être peu accessibles pour les personnes non initiées.

Pour toutes ces raisons, le besoin de créer un outil permettant d'identifier sans aucune ambiguïté les HIC d'un site Natura 2000 donné se dégage. Cet outil ferait le lien entre une description simple des types de végétation et les définitions des habitats au sens de la Directive. Un tel document offrirait une base solide d'interprétation des HIC pour toutes les futures cartographies d'habitats naturels d'un site Natura 2000 donné, dans un souci de reproductibilité. Il serait partagé et utilisé par les experts locaux engagés dans la gestion du site.

La création de ce document fait l'objet du présent projet de fin d'études, s'appuyant sur la ZSC du Complexe Lagunaire de Salses-Leucate (CLSL). Ce projet est porté par le Syndicat Mixte RIVAGE et bénéficie d'un appui technique du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles (CBN Med) (Annexe n°2).

Le projet de création d'une typologie locale des HIC du site Natura 2000 du Complexe Lagunaire de Salses-Leucate répond à deux objectifs principaux. En premier lieu, un objectif de connaissance, avec la caractérisation des HIC déjà répertoriés sur le site et la recherche d'HIC qui n'auraient pas encore été recensés. La première étape est d'obtenir une définition claire de ces habitats, basée sur l'étude de leur végétation. Puis ces informations sont synthétisées dans un outil à destination des gestionnaires et cartographes du site, à savoir la typologie locale des HIC. En second lieu, anticiper la mise à jour de la cartographie des habitats naturels du site, en se servant des prospections de terrain effectuées comme "vérités terrain" et en apportant une base solide d'interprétation des HIC pour toutes les futures cartographies du site.

MATÉRIEL

Présentation du site d'études: Le Complexe Lagunaire de Salses-Leucate

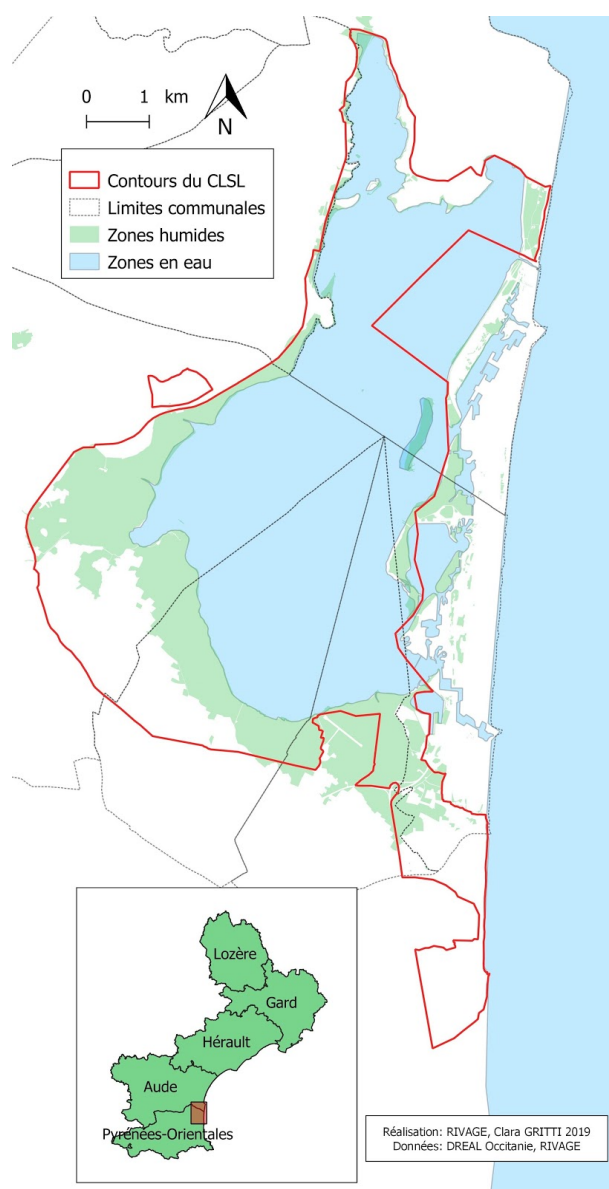


Fig. 1: Carte des contours du site Natura 2000 du Complexe Lagunaire de Salses-Leucate (CLSL) et sa localisation régionale.

Le Complexe Lagunaire de Salses-Leucate (CLSL) (Fig. 1) est un espace naturel inscrit dans le réseau Natura 2000 depuis la validation du DOCOB en 2011. Ce site s'étend sur 7797 hectares classés comme ZSC selon la Directive "Habitats-Faune-Flore", superposés avec une ZPS au titre de la Directive "Oiseaux" de 7707 ha. Il est situé à cheval entre les départements de l'Aude (25%) et des Pyrénées-Orientales (75%). Huit communes sont intégrées au périmètre de ce site Natura 2000, à savoir Sainte-Marie-la-Mer, Torreilles, Saint-Laurent-de-la-Salanque, Saint-Hippolyte, Salses-le-Château, Fitou, Leucate et Le Barcarès.

Le site d'études comprend une lagune méditerranéenne de 5400 hectares, aussi appelée Étang de Salses-Leucate, entourée d'environ 2400 hectares de milieux naturels périphériques variés. Selon la classification bioclimatique de Rivas-Martínez (2004), le climat y est méditerranéen eu-océanique atténué, avec 3 mois de sécheresse au minimum

pendant la période la plus chaude de l'année. La végétation est caractéristique de l'étage bio-climatique méso-méditerranéen inférieur sec atténué (Rivas-Martínez 2004). La lagune est alimentée en eau salée par trois ouvertures sur la mer, le grau des conchyliculteurs à Leucate, celui de Port-Leucate et celui de Saint Ange au Barcarès, et en eau douce, principalement par deux résurgences, Font Estramer et Font Dame. Les apports en eau salée et douce sont variables en fonction des conditions climatiques. La salinité de l'eau de la lagune est donc elle-même très variable et sera qualifiée de saumâtre. Cette eau saumâtre circule jusque dans les zones humides qui entourent l'étang, ce qui peut engendrer une certaine salinisation de ces milieux.

Les activités socio-économiques présentes sur le site sont variées. On peut citer par exemple la conchyliculture, la chasse, l'agriculture ou les activités nautiques et de loisirs. Ces activités jouent un rôle dans le fonctionnement écologique des milieux lagunaire et périphériques et conditionnent largement leur état de conservation. Par exemple, le tourisme estival engendre une forte pression anthropique sur les habitats dunaires, situés sur le lido, c'est à dire la bande sableuse séparant la lagune de la mer.

Les ouvrages de référence

La flore

Afin de déterminer les espèces végétales observées sur le site d'études, plusieurs ouvrages de référence ont été utilisés:

- Flore de la France méditerranéenne continentale (Tison et al. 2014)
- Flora gallica: Flore de France (Tison & de Foucault 2014)
- Flora dels Països Catalans (Bolòs & Vigo 1984)
- Guide des Characées de France méditerranéenne (Mouronval et al. 2015)
- Monographie des *Leguminosae* de France (Coulot & Rabaute 2013)

Les habitats naturels

Dans le but d'identifier les types d'habitats naturels observés sur le site d'études, plusieurs ouvrages, liant les types de végétations et leurs habitats, ont été utilisés:

- Prodrome des Végétations de France, version 2 (Publication à venir)
- Cahiers d'habitats Natura 2000 (Bensettiti et al. 2001; Bensettiti et al. 2002; Bensettiti et al. 2004; Bensettiti et al. 2005)
- Typologie des habitats EUR 28 (DG Environnement 2013)

Les outils de stockage des données

Une étape préalable de préparation de la phase de prospections de terrain a été réalisée sous forme cartographique à l'aide d'un logiciel de Système d'Information Géographique (SIG), le logiciel Quantum GIS (QGIS) version 3.4.5.

Lors de toutes les prospections de terrain, une tablette Samsung Galaxy Tab Active2 SM-T390, système d'exploitation Android v. 8.1.0, a été utilisée, permettant une portativité constante des données nécessaires au bon déroulement des prospections. Ainsi, la carte des prospections, établie lors de la phase préparatoire a pu être embarquée grâce à l'application QField, v. 1.0.4. Lors des visites de terrain, la tablette, pourvue de la géolocalisation en direct via les coordonnées GPS, réglées sur le système géodésique mondial WGS 84, a permis de vérifier à chaque instant la position de l'observateur. Cela a été particulièrement utile pour se rendre sur les points à prospecter.

De plus, toutes les informations issues des relevés phytosociologiques réalisés ont pu être renseignées au sein d'un formulaire créé à cet effet, inclus dans l'application ODK Collect, v. 1.21.2. Chaque relevé réalisé a été géoréférencé avec les coordonnées GPS enregistrées par la tablette. Une fois remplis, les formulaires ont été directement transférés dans la base de données du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles.

Les données flore et habitats disponibles à l'initiation du projet

La cartographie complète des habitats naturels du site

Comme indiqué précédemment, lors de la rédaction des diagnostics écologiques du DOCOB d'un site Natura 2000, la première phase comprend toujours une cartographie complète de ses habitats naturels. Concernant le DOCOB du CLSL, cette cartographie initiale avait été réalisée par le bureau d'études BIOTOPE en 2008, à l'échelle 1/2500^{ème} (Syndicat Mixte RIVAGE 2011). Elle avait été restituée non seulement sous la forme d'un atlas papier, mais aussi au format numérique (SHAPE), utilisable sur un logiciel de SIG. À l'initiation du projet, la zone de répartition de chaque habitat naturel, d'intérêt communautaire ou non, était donc disponible pour l'année 2008. Le bureau d'études avait alors distingué 20 HIC sur le site d'études. De plus, la réalisation de cette cartographie ayant été accompagnée de relevés phytosociologiques de terrain, ceux-ci ont été renseignés dans la base de données SILENE afin d'alimenter le stock de données sur la flore du site. Ces relevés phytosociologiques, associés aux habitats cartographiés, ont aussi permis d'avoir un aperçu de l'interprétation des habitats par le bureau d'études.

Le bureau d'études BIOTOPE avait tracé les contours de tous les habitats naturels rencontrés et avait décliné les habitats dominants et secondaires, ainsi que leur état de conservation. Il a été décidé de n'utiliser que les données relatives aux habitats dominants. En effet, les habitats secondaires ajoutaient un niveau de complexité peu adapté pour répondre à la problématique étudiée. Quant à l'état de conservation des différents habitats en 2008, ces données ont été considérées comme obsolètes aujourd'hui, compte tenu des 11 années d'intervalle séparant les deux études.

La cartographie de l'occupation du sol sur la zone Sud-Ouest du site d'études

Plus récemment, durant le printemps 2019, les étudiants de la Licence Professionnelle GADER de l'IUT de Perpignan ont pris part à un projet de cartographie de l'occupation du sol sur une zone restreinte du site Natura 2000, située au Sud-Ouest de l'étang de Salses-Leucate. Celle-ci est surtout caractérisée par un grand nombre de parcelles cultivées, que ce soit en viticulture ou arboriculture. En 2008, BIOTOPE n'avait recensé aucun HIC dans

cette zone. Cependant, il est apparu pertinent de réévaluer la présence potentielle d'HIC sur ce secteur en 2019.

Les étudiants ont réalisé une cartographie au format numérique SHAPE, utilisable sur un logiciel de SIG, et ont renseigné différentes informations. Ils ont classé l'occupation du sol selon différentes catégories, dont les habitats les moins anthropisés possible ont été extraits. Il s'agissait des prairies, friches, pinèdes, roselières et sansouïres. Les parcelles ainsi isolées ont été incluses dans le plan d'échantillonnage.

Les relevés phytosociologiques extraits de la base de données du CBN Med

Le Complexe Lagunaire de Salses-Leucate est un site bien connu des naturalistes locaux, notamment des botanistes et phytosociologues. En effet, de nombreuses expertises floristiques ont été menées, du XX^{ème} siècle jusqu'à nos jours. Toutes ces données ont été intégrées dans la base de données du CBN Med et ont pu être consultées et extraites. Ainsi, lors de l'initiation du projet, 647 relevés phytosociologiques étaient déjà répertoriés dans le périmètre du site Natura 2000. Divers contributeurs y ont participé.

Deux types d'habitats naturels ont été largement prospectés récemment lors de deux études de cas sur l'évaluation de leur état de conservation, dans le cadre de stages encadrés par le CBN Med. En 2016, Tanguy LANCRENON a réalisé 150 relevés phytosociologiques sur les prés salés (Lancrenon 2016). En 2018, Violette TREIL a réalisé 172 relevés phytosociologiques sur les milieux dunaires du site. Le nombre de données floristiques récentes en rapport avec ces deux types d'habitats étant assez conséquent, il a été décidé de les utiliser dans le cadre de cette étude et de ne pas prospecter à nouveau ces deux types d'habitats. Les prés salés et les habitats dunaires ont donc été volontairement écartés du plan d'échantillonnage pour cette étude, au profit des autres HIC présents sur le site.

MÉTHODE

Bien qu'un grand nombre de données aient été disponibles à l'initiation du projet, il est apparu nécessaire de les compléter par l'acquisition de connaissances les plus récentes possibles sur la flore et les habitats du site d'études. C'est pourquoi une phase de prospections de terrain a été organisée. L'une des principales contraintes de cette phase étant d'obtenir un maximum de données dans un temps restreint.

Une consultation des experts locaux

La préparation de la phase de prospections de terrain a été grandement facilitée par l'aide des experts locaux, dont les connaissances naturalistes sur le site d'études sont avérées. Quatre experts ont été consultés dans le but d'identifier les secteurs les plus

intéressants floristiquement, au sens de la Directive "Habitats-Faune-Flore". De plus, il leur a été demandé s'ils avaient des données supplémentaires à fournir sur la flore et les habitats du site Natura 2000. Ces 4 personnes sont les suivantes:

- M. Julien ROBERT, chargé de mission Natura 2000, Syndicat Mixte RIVAGE
- M. Jean-Alexis NOEL, chargé de mission Zones Humides, Syndicat Mixte RIVAGE
- M. Olivier ARGAGNON, chargé de mission flore et habitats, Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles
- M. Romain BOUTELOUP, chargé de projets botaniste, Conservatoire d'Espaces Naturels Languedoc-Roussillon

D'une part, les informations ainsi acquises ont permis d'identifier des zones à prioriser pour les prospections de terrain. D'autre part l'existence potentielle d'HIC qui n'avaient jamais été répertoriés sur le site a été mise en avant. Ces HIC ont alors été présumés présents sur le site, et ont été pris en compte dans le plan d'échantillonnage.

Habitats connus et habitats présumés

Le premier objectif de cette étude étant l'acquisition de connaissances sur tous les habitats naturels recensés sur le site, il a tout d'abord fallu déterminer quels types d'habitats naturels allaient être examinés. Deux catégories d'habitats en sont ressorties.

En premier lieu, les HIC ayant déjà été recensés sur le site d'études, qui seront appelés par la suite habitats "connus". Cette catégorie rassemble tous les HIC pour lesquels des informations étaient disponibles dans le DOCOB du site Natura 2000. La répartition de la majorité d'entre eux a pu être appréciée grâce à la cartographie réalisée par le bureau d'études BIOTOPE en 2008. Toutefois, à la même époque, quelques HIC avaient été uniquement mentionnés mais non localisés pour deux raisons: (1) soit leur superficie était trop faible par rapport à l'échelle de cartographie utilisée; (2) soit ils ne s'expriment pas tous les ans et sont alors qualifiés d'éphémères.

Or, dans le cadre de cette étude, les habitats non localisés devaient être caractérisés au même titre que les autres. Dans ce but, les espèces végétales indicatrices de chacun de ces habitats ont été identifiées, d'après les définitions des HIC issues de la typologie des habitats EUR 28. Pour chaque taxon, les pointages géoréférencés provenant de la base de données du CBN Med ont été recueillis. A partir de ces localisations, il a été possible de tracer sur une carte les contours approximatifs de zones propices à la présence de ces HIC particuliers. Par ailleurs, la consultation des experts a aussi été utile à cette fin. Par exemple, l'HIC 3140 - "Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à *Chara* spp." était connu sur le site mais non localisé. Les pointages géoréférencés des espèces du genre *Chara* sp., extraits de la base de données, ont permis de repérer des secteurs où l'HIC 3140 pouvait être présent.

La seconde catégorie est celle des HIC pouvant hypothétiquement être présents sur le site d'études mais n'ayant jamais encore été recensés. Ils seront appelés par la suite habitats "présupposés". Six HIC présupposés ont été identifiés grâce à la consultation des experts locaux qui ont participé au détourage cartographique de secteurs propices à la présence de ces habitats. En complément, de la même manière, les pointages géoréférencés des espèces indicatrices de ces habitats ont permis de visualiser des zones à prospector prioritairement. La recherche de ces habitats présupposés a été en partie axée sur les données géographiques ainsi recueillies.

Établissement de la stratégie d'échantillonnage

Prospections ciblées

Tous les éléments permettant d'apprécier la répartition des habitats connus et présupposés ont été rassemblés sur une carte. Les pointages correspondants aux prospections de terrain ont été cartographiés pour localiser les relevés phytosociologiques à effectuer.

Dans le but de caractériser au mieux chacun des habitats présents sur le site d'études, il était nécessaire d'évaluer un maximum de leurs diversité et spécificités. Pour cela, un échantillon représentatif de chaque habitat devait être prospecté, tout en respectant les délais de temps impartis à la phase de terrain. Par conséquent, il a été décidé que 15 points de prospections par HIC connu soit prévus (Tab. 1). Concernant les HIC présupposés, ces 15 points de prospections n'auraient été visités que si la présence de l'habitat en question avait été confirmée par une vérification préalable en milieu naturel. Quinze points de prospections par habitat ont donc été placés manuellement sur la carte de répartition établie auparavant. La localisation de ces points a été déterminée de manière à pouvoir couvrir un maximum de zones du site d'études, en prenant en compte toute leur variabilité en termes d'écologie, de géologie et de pédologie. Ces prospections sont qualifiées de "ciblées".

Prospections aléatoires

La recherche d'habitats n'ayant encore jamais été répertoriés sur le site Natura 2000, qu'ils soient présupposés ou non, a été mise en œuvre en complément de la phase de prospections ciblées. En effet, les pointages ciblés visant des habitats particuliers, ils n'auraient pas permis la découverte de nouveaux HIC sur le site. C'est pourquoi il a été décidé de placer des points aléatoirement, offrant ainsi de plus grandes probabilités de découvrir un nouvel HIC. Pour ce faire, toutes les données géographiques disponibles sur les habitats ont été rassemblées sur une carte. Puis, un algorithme de placement aléatoire de points, inhérent au logiciel QGIS, a été lancé sur l'emprise de ces données. Cent points de prospections aléatoires ont été placés de cette façon (Tab. 1).

Prospections opportunistes

Parallèlement aux prospections ciblées et aléatoires, l'opportunité de choisir l'emplacement de certains points a été laissée libre. Lors des visites de terrain, il arrive parfois de rencontrer un habitat qui peut s'avérer intéressant, alors même qu'aucun point n'avait été prévu sur la zone. Or, toujours en ayant l'objectif de connaissance des habitats du site, l'acquisition de données sur un tel milieu peut se révéler fructueuse. Partant de ce constat, quelques prospections, qualifiées d'opportunistes, ont été réalisées. La décision de réaliser un pointage opportuniste a été prise directement sur le terrain, lorsque l'occasion s'est présentée. Aussi, aucun nombre précis de prospections n'avait été prévu (Tab. 1).

Les pointages opportunistes étaient particulièrement pertinents pour visiter les habitats les moins connus et les plus rares. La probabilité de tomber sur de tels habitats avec les pointages ciblés et aléatoires était très faible. L'ajout de pointages opportunistes élargissait ainsi le champ des possibles, surtout pour avoir des données représentatives de la diversité de ces habitats.

Ce type de prospections s'est révélé d'autant plus avantageux pour respecter les délais de la phase de terrain. En effet, un certain nombre de points de prospection ciblés se trouvaient finalement difficilement accessibles, et il aurait fallu dépasser les délais planifiés pour visiter ces points. Des points opportunistes ont alors été réalisés dans des milieux semblables à ceux visés par les points ciblés, tout en étant facilement accessibles. Cette compensation a permis d'obtenir un maximum de données en se conformant à la contrainte de temps.

Tab. 1: Récapitulatif du nombre de visites de terrain prévues initialement selon le type de prospections.

	Prospections ciblées	Prospections aléatoires	Prospections opportunistes	Total
Nombre de prospections prévues	15/HIC = 240	100	Inconnu	> 340

Choix des périodes de prospections pour chaque habitat

Les habitats connus et présumés à prospecter présentaient des types de végétation variés. Chaque type de végétation présente un optimum de développement plus ou moins tardif dans l'année, ce qui rend l'identification d'un habitat plus ou moins aisée au cours de l'année. C'est pourquoi il a fallu choisir des périodes de prospections pour chaque habitat, adaptées à la phénologie des espèces végétales qui les caractérisent.

La phase de terrain ayant été réalisée de fin avril à mi-juillet, autrement dit en 3 mois, les prospections relatives à chacun de ces habitat ont dû être échelonnées dans ce laps de temps. Ainsi, lors de la préparation de la phase de terrain, la phénologie des espèces

indicatrices des types d'habitats a été évaluée. Cela a permis de classer les habitats en 3 catégories: "Précoce" (floraison avril-mai), "Medium" (floraison mai-juin), "Tardif" (floraison à partir de juillet). Ces catégories traduisant la priorité dans le temps pour prospecter chaque habitat. Outre le stade de développement de la végétation, des contraintes liées aux activités anthropiques ont aussi été prises en compte pour déterminer les dates de prospections (Tab. 2).

Tab. 2: Exemples de classification de 3 habitats selon la phénologie de leurs espèces indicatrices. La période effective de prospections est dépendante de la phénologie mais aussi des contraintes anthropiques.

Nom de l'habitat d'intérêt communautaire	Code EUR 28	Catégorie phénologique	Contrainte(s)	Période effective de prospections
Parcours substeppiques de graminées et annuelles des <i>Thero-Brachypodietea</i>	6220	Précoce	Aucune	Fin avril - début mai
Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes de <i>Molinio-Holoschoenion</i>	6420	Medium	Fauchage à partir de fin juin	Début juin
Végétations pionnières à <i>Salicornia</i> et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	1310	Tardif	Aucune	Juillet

Technique de relevés phytosociologiques

La phytosociologie est l'étude des communautés végétales, dont l'unité fondamentale est l'association végétale. Une association végétale est définie comme un cortège d'espèces végétales s'associant en fonction des caractéristiques abiotiques (climat, sol) et biotiques du milieu. La communauté végétale ainsi identifiée est inféodée à un type d'habitat donné et peut servir à le définir. Ce principe est largement utilisé par les typologies d'habitats, notamment la typologie EUR 28 (Rodwell et al. 2018). C'est pourquoi, dans le but de créer une typologie locale des HIC, il est apparu pertinent d'utiliser la phytosociologie.

L'aire de relevé

En phytosociologie, la zone de relevé doit être représentative de toutes les propriétés d'une communauté végétale, ni plus, ni moins. C'est là qu'intervient la notion d'aire minimale de relevés. Par définition, "il s'agit de l'aire au delà de laquelle le nombre d'espèces végétales n'augmente plus de manière significative" (Royer 2009). La notion d'aire de relevé est importante, non seulement pour obtenir toutes les informations inhérentes à une communauté végétale, mais aussi pour pouvoir comparer des relevés phytosociologiques réalisés par une multitude d'observateurs. En effet, des aires de relevés variables impliquent que les informations recueillies soient variables. Une comparaison de plusieurs relevés devrait donc impliquer des aires de relevé similaires (Chytrý & Otýpková 2003; Royer 2009). A partir de ce constat, une standardisation européenne des aires minimales de relevés phytosociologiques a été proposée, se basant sur la physionomie de la végétation (Chytrý & Otýpková 2003) (Tab. 3). Dans le cadre de cette étude, les relevés réalisés devaient pouvoir être comparés aux autres relevés réalisés dans la région méditerranéenne.

Aussi, le choix des aires de relevés est le fruit d'un compromis entre les aires minimales recommandées dans la bibliographie et les aires couramment utilisées par les phytosociologues locaux (Tab. 3).

Tab. 3: Aires de relevés recommandées dans la bibliographie (Chytrý & Otýpková 2003) et aires de relevés effectives en fonction de la physionomie de la végétation.

Physionomie de la végétation	Aire minimale recommandée dans la bibliographie (m²)	Aire de relevé réalisée (m²)
Arborée	200	250
Arbustive	50	50
Herbacée	16	25
Aquatique	4	16

Les informations recueillies

Une fois que l'aire du relevé phytosociologique a été définie, plusieurs informations relatives à l'ensemble de la végétation sont recueillies. Puis, un relevé exhaustif des espèces végétales est réalisé, chaque espèce étant accompagnée d'une notation de son abondance et de sa sociabilité (Tab. 4).

Tab. 4: Informations recueillies au cours d'un relevé phytosociologique.

	Informations recueillies	
Caractéristiques globales du relevé et de la végétation	Date	jj/mm/aaaa
	Producteur des données	Nom de la structure, nom du programme associé
	Code libre	Code libre du relevé
	Observateur(s)	Nom(s) et prénom(s)
	Localisation approximative	Commune, Lieu-Dit
	Géoréférencement précis	Longitude, latitude (WGS 84 et Lambert 93)
	Aire de relevé	Mètres carrés (m²)
	Recouvrement général de la végétation	Pourcentage (%)
	Hauteur moyenne de végétation	Mètre (m)
	Commentaire	Texte libre de description floristico-écologique
	Photographies	Identifiant (N° du relevé, lieu-dit, date)
Caractéristiques espèces-centrées	Abondance	+ (<10%); 1 (10 à 20%); 2 (20 à 40%); 3 (40 à 60%); 4 (60 à 80%); 5 (80 à 100%)
	Sociabilité	1 (Individus isolés); 2 (groupes diffus d'individus); 3 (Ilôts d'individus); 4 (Réseau d'individus); 5 (Peuplement dense)

Toutes les informations recueillies lors des relevés phytosociologiques de terrain ont été transférées directement sur la base de données du CBN Med.

Analyses des données

Les données initialement disponibles et obtenues au cours de la phase de terrain ont toutes été centralisées dans la base de données du CBN Med. Elles ont ensuite été extraites, puis analysées à l'aide du logiciel R (R Core Team 2019). Le jeu de données utilisé comportait 468 relevés phytosociologiques réalisés dans le périmètre du site d'étude entre 2014 et 2019.

En effet, afin d'avoir les données les plus représentatives de la flore sur le site, il a été choisi de n'utiliser que les données contemporaines, c'est à dire datant de moins de 5 ans.

Les analyses décrites ci-dessous visent d'une part à faire ressortir des caractéristiques communes entre les données phytosociologiques disponibles, permettant d'identifier un HIC, et d'autre part à identifier des caractéristiques distinctives permettant de discriminer les HIC les uns par rapport aux autres.

Rattachement des relevés phytosociologiques réalisés à l'HIC correspondant

Les 468 relevés phytosociologiques ont été visualisés individuellement. La végétation qui les compose a été mise en lien avec les définitions officielles des habitats selon la typologie EUR 28 et les Cahiers d'habitats. Ainsi, le rattachement des relevés phytosociologiques à l'HIC correspondant a été réalisé à dire d'expert. Ces rattachements ont été validés par M. Olivier ARGAGNON, expert flore et habitats engagé dans le projet. Cet expert possède une vision globale des habitats du littoral méditerranéen, appuyée par 15 ans d'expérience dans le domaine. Les rattachements ont été considérés exacts et ont servi de base aux analyses de données suivantes.

Comment reconnaître et différencier des HIC

L'identification des espèces indicatrices

L'identification d'un habitat donné repose majoritairement sur la présence d'espèces végétales indicatrices de cet habitat. En effet, la présence d'une ou plusieurs espèces indicatrices permet de faire le rattachement d'un relevé phytosociologique à un HIC. En général, les espèces indicatrices d'un habitat donné sont connues des experts de manière empirique. Dans la typologie des habitats EUR 28, chaque description d'habitat est accompagnée d'une liste d'espèces pouvant être indicatrices à l'échelle européenne. Dans le cadre de la création d'une typologie locale des HIC, il est apparu nécessaire d'identifier les espèces indicatrices des habitats strictement inféodées au site d'études. Cela a été réalisé à partir du jeu de données initial.

Ici, il a été considéré qu'une espèce indicatrice est un taxon élémentaire différentiel. Selon Gillet et al. (1991), un taxon élémentaire différentiel permet de différencier par sa présence (positif), ou son absence (négatif), un groupe de relevés phytosociologiques d'un autre. Dans la présente étude, il est considéré qu'un groupe de relevés phytosociologiques correspond à un habitat.

Ici, l'approche utilisée pour identifier les taxons différentiels, proposée par Bergmeier et al. (1990), est dite "intuitive". Cette approche est basée sur l'estimation de la fidélité mutuelle qui peut exister entre une espèce et un habitat (Peinado et al. 2013). Globalement, la fidélité correspond à la préférence d'un taxon pour un type de végétation donné (Chytrý et al.

2002; Tsiripidis et al. 2009). Cette mesure est basée sur la fréquence relative d'un taxon dans et hors d'un type de végétation donné, c'est à dire la proportion de relevés dans lesquels le taxon est recensé par rapport au nombre total de relevés (Gillet et al. 1991). La fidélité est donc exprimée en fréquences et il est généralement admis que 5 classes de fidélité peuvent être distinguées, une classe correspondant à une amplitude de fréquence de 0,2 (Peinado et al. 2013).

Dans le but de déterminer la fidélité des espèces à un habitat donné, les fréquences relatives des espèces par rapport aux habitats ont été calculées. Les habitats en question ayant été préalablement rattachés à dire d'expert. Ces calculs sont résumés dans le Tab. 5.

Tab. 5: Expressions ayant permis de calculer les fréquences relatives des espèces par rapport aux habitats. Un relevé appartient à un habitat *B* donné selon le rattachement à dire d'expert préalablement effectué.

	Expression appliquée au jeu de données
Fréquence relative d'un taxon donné <i>dans</i> un habitat donné	$\frac{\text{Occurrence de l'espèce } A \text{ dans l'habitat } B}{\text{Nombre de relevés dans l'habitat } B}$
Fréquence relative d'un taxon donné <i>hors</i> d'un habitat donné	$\frac{\text{Occurrence de l'espèce } A \text{ hors de l'habitat } B}{\text{Nombre de relevés hors de l'habitat } B}$
Fréquence relative d'un habitat donné par rapport à un taxon donné	$\frac{\text{Occurrence de l'espèce } A \text{ dans l'habitat } B}{\text{Occurrence totale de l'espèce } A}$
Fréquence relative d'un habitat par rapport aux autres taxons recensés	$\frac{\text{Occurrence de l'espèce } A \text{ hors de l'habitat } B}{\text{Occurrence totale de l'espèce } A}$

À partir de ces fréquences relatives, il a été possible de déterminer quels sont les taxons différentiels pour chaque habitat. Les taxons différentiels positifs sont définis comme étant ceux dont la fidélité à un type de végétation donné est élevée. Cette fidélité est élevée quand la fréquence du taxon dans un type de végétation donné, ici un habitat, est deux fois supérieure à sa fréquence dans d'autres types de végétation et une classe de fidélité supérieur. Les taxons différentiels négatifs sont ceux dont la fréquence d'un taxon est deux fois inférieure à sa fréquence dans d'autres types de végétation et une demi classe de fidélité inférieur (Chytrý et al. 2002; Tsiripidis et al. 2009).

Mathématiquement, cela se traduit par les expressions suivantes: on considère X , la fréquence relative d'un taxon donné dans un habitat donné, et Y la fréquence relative d'un taxon donné hors d'un habitat donné. L'expression permettant d'identifier un taxon différentiel positif est: $X \leq 2 \times Y + 0,2$. L'expression permettant d'identifier un taxon différentiel négatif est: $X \leq Y \div 2 - 0,1$ (Tsiripidis et al. 2009). Ces expressions ont été appliquées au jeu de données initial et ont permis l'identification des espèces les plus fidèles

à chaque habitat, et donc des taxons différentiels, et, par conséquent, des espèces indicatrices de chaque habitat.

L'utilisation de critères absolus d'interprétation

La création d'une typologie locale des habitats permettant une interprétation invariable de ceux-ci nécessite impérativement un critère de détermination absolu. À l'aide des espèces indicatrices de chaque habitat identifiées précédemment, des critères de détermination ont été créés. Ceux-ci ont été conçus sur la base de la présence et l'abondance d'une espèce indicatrice donnée dans les relevés rattachés à habitat donné.

Plus précisément, le jeu de données initial a été soumis, pour chaque habitat, à des tests basés sur une règle. Pour savoir si la règle appliquée pouvait être considérée comme un critère absolu, il a été nécessaire de connaître:

- (1) La proportion de relevés rattachés à l'habitat visé et répondant à la règle, par rapport à tous les relevés rattachés à ce même habitat.
- (2) La proportion de relevés rattachés à un autre habitat que celui visé et répondant tout de même à la règle, par rapport à tous les relevés répondant à la règle.

Pour être retenue comme critère absolu, la règle appliquée devait donner une proportion (1) élevée ($> 80\%$) et une proportion (2) faible ($< 30\%$). Les relevés rattachés à l'habitat visé et répondant à la règle seront appelés par la suite relevés "vérifiés". Les relevés rattachés à un autre habitat que celui visé et répondant à la règle seront appelés par la suite relevés "faux-positifs" (Fig. 2).

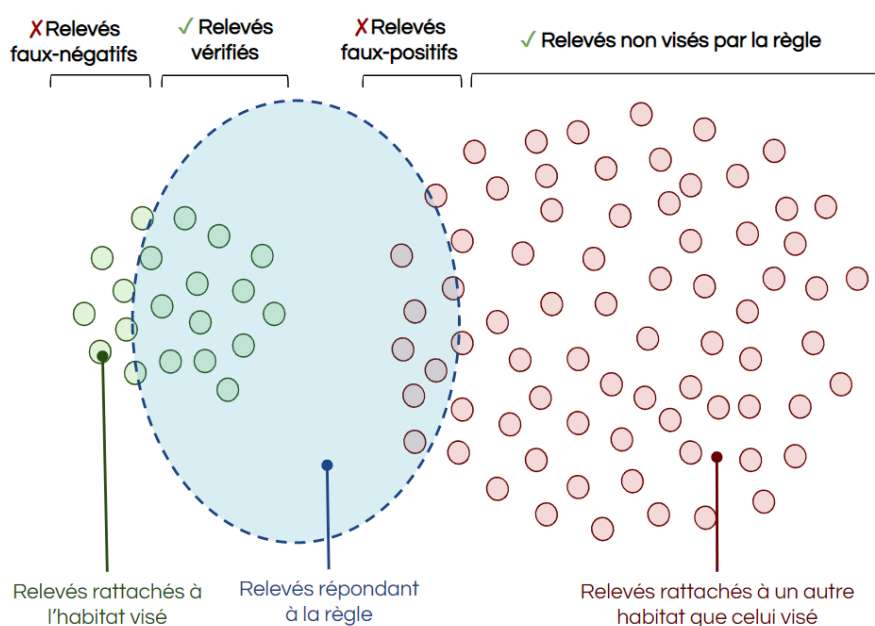


Fig. 2: Application d'une règle au jeu de données initial (composé d'un pool de relevés rattachés à un habitat visé et d'un pool de relevés rattachés à un autre habitat). Parmi les relevés répondant à la règle, ceux qui sont rattachés à l'habitat visé sont "vérifiés" et ceux rattachés à un autre habitat sont des faux-positifs. Le scénario idéal est celui pour lequel le nombre de relevés vérifiés est élevé et le nombre de relevés faux-positifs est faible.

L'établissement d'une règle a reposé sur les espèces indicatrices des habitats, préalablement identifiées, et leurs abondances. Les espèces indicatrices sont celles qui sont les plus fidèles, c'est à dire très fréquemment recensées dans l'habitat, et très rarement recensées hors de cet habitat. Lorsqu'une règle a pu être construite sur la simple présence d'une espèce indicatrice, son abondance n'a pas été prise en compte. Toutefois, certains habitats comportent des cortèges d'espèces très similaires. De ce fait, il est difficile de les distinguer sur la seule base des taxons présents. Ainsi, l'abondance des taxons similaires a parfois été prise en compte et a permis de distinguer deux habitats de ce type. Par exemple, les HIC 1410-"Prés salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*)" et 1420-"Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (*Sarcocornietea fruticosi*)" ont pu être discriminés grâce à une règle fondée sur l'abondance de *Sarcocornia fruticosa*. La règle a établi qu'une abondance < 3 correspondait à l'habitat 1410, et une abondance ≥ 3 correspondait à l'habitat 1420.

Pour chaque habitat, plusieurs règles ont été ainsi testées jusqu'à trouver celle pour laquelle la proportion (1) était la plus élevée possible et la proportion (2) la plus faible possible. En somme, une règle qui vise un habitat particulier permettant de discriminer au maximum cet habitat par rapport aux autres habitats est retenue comme critère absolu. Les critères ainsi retenus ont été pris en compte dans la rédaction de la typologie des habitats.

Rédaction d'une typologie locale des HIC

La typologie des HIC a été créée sous forme d'un catalogue de fiches habitats (Annexe n°6). Une fiche a été créée pour tous les habitats dont la définition repose sur la végétation. Les fiches habitats sont compartimentées en plusieurs parties. Chaque partie est un condensé d'informations permettant d'identifier l'habitat sans aucune ambiguïté. En effet, le but était de présenter un maximum d'informations sur chaque habitat qui soient (1) utiles à leur interprétation au sens de la Directive; (2) sans ambiguïté; (3) facilement compréhensibles par tous les professionnels travaillant sur le site d'études. Chaque fiche habitat a été conçue dans le but d'identifier un habitat à l'échelle d'un relevé phytosociologique, toutes les informations inscrites doivent donc être comprises au sens d'un seul relevé.

Chaque fiche habitat contient les mêmes parties, présentées dans le Tab. 6. Diverses sources d'informations ont servi à concevoir ces fiches, à savoir:

- Les analyses des données de terrain
- Le DOCUMENT d'OBJECTIFS du Complexe Lagunaire de Salses-Leucate (Syndicat Mixte RIVAGE 2011)
- Le Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne version EUR 28 (DG Environnement 2013)

- Les Cahiers d'habitats Natura 2000 (Bensettiti et al. 2001; Bensettiti et al. 2002; Bensettiti et al. 2004; Bensettiti et al. 2005)
- Le bilan synthétique d'actualisation des interprétations des Cahiers d'habitats du Groupe de travail national sur l'interprétation des habitats d'intérêt communautaire (GT interprétation) (Gaudillat et al. 2018)
- Les typologies des habitats CORINE Biotopes et EUNIS (Bissardon et al. 1997; Louvel et al. 2013)
- Le tableau des correspondances entre les classifications d'habitats CORINE Biotopes et EUNIS (Louvel-Glaser & Gaudillat 2015)

La typologie locale (Annexe n°6) commence par une courte description du contexte et un mode d'emploi des fiches habitats.

Tab. 6: Informations présentées dans chaque fiche habitat.

Informations générales	Nom officiel; Code EUR 28; Correspondances typologies CORINE et EUNIS
	Enjeux (à l'échelle de l'Union Européenne et à l'échelle du site)
	Menaces pesant sur l'habitat
Identification de l'habitat	Caractéristiques du milieu : Humidité ; Salinité; Substrat; Habitats en contact; Remarques diverses.
	Caractéristiques de la végétation : Physionomie ; Hauteur moyenne ; Recouvrement général; Ordre de grandeur sur la richesse spécifique; Aire de relevé recommandée; Remarques diverses.
	Espèces indicatrices et autres espèces fréquemment rencontrées
Repères spatio-temporels	Carte des points des relevés phytosociologiques réalisés sur le site
	Dynamique de la végétation
	Phénologie (période de reconnaissance de l'habitat et/ou période de floraison des espèces indicatrices)
Points de vigilance	Risques de confusion avec habitats d'IC ou non IC
	Précautions à prendre sur la définition de l'habitat au sens EUR 28

RÉSULTATS

Les relevés phytosociologiques réalisés

La stratégie d'échantillonnage préalablement établie a été mise en œuvre au cours des 3 mois de terrain. Compte tenu des contraintes de temps et d'accessibilité sur les points de relevés prévus, il n'a pas été possible d'atteindre l'objectif initialement fixé (Tab. 7). Néanmoins, 174 relevés ont été réalisés au total, ce qui offre une vision plutôt satisfaisante de l'état de la végétation en 2019.

Tab. 7: Récapitulatif du nombre de visites de terrain prévues initialement et effectivement réalisées selon le type de prospections.

	Prospections ciblées	Prospections aléatoires	Prospections opportunistes	Total
Nombre de prospections prévues	15/HIC = 240	100	Inconnu	> 340
Nombre de prospections réalisées	115	41	18	174

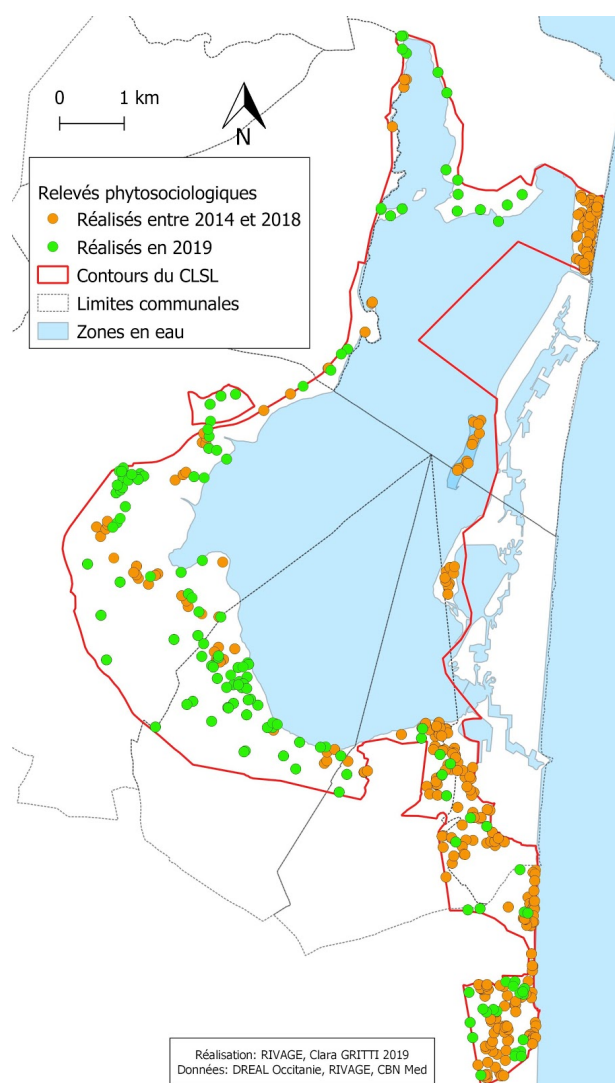


Fig. 3: Carte des localisations des 468 relevés phytosociologiques constituant le jeu de données, réalisés entre 2014 et 2019 au sein du site du CLSL.

Les 174 relevés réalisés en 2019, ajoutés aux relevés réalisés entre 2014 et 2018, ont fourni un jeu de données de 468 relevés au total. Ces relevés sont répartis sur toute l'emprise du site d'études (Fig. 3). Une grande majorité de la diversité floristique a pu être appréhendée. Les cartes de localisations précises des relevés réalisés en 2019 selon le type de prospections sont consultables en Annexe n°3.

Les HIC identifiés sur le site d'étude

La phase de rattachement des 468 relevés à un habitat a permis de confirmer ou d'infirmer la présence des habitats connus ou présumés sur le site. Par rapport à ce qui était connu sur le site à l'initiation du projet, deux habitats n'ont pas été spécifiquement prospectés (1150; 1130) car considérés comme relevant du milieu marin et ne faisant pas l'objet de ce projet. Cependant 5 relevés phytosociologiques

réalisés en milieu aquatique ont tout de même été rattachés à l'habitat 1150. Trois habitats initialement répertoriés dans le DOCOB n'ont pas été retrouvés sur le site (2220; 2230; 3140). Deux habitats initialement répertoriés dans le DOCOB ont été retrouvés sur le site mais leur rattachement a été modifié (1210; 2240). Enfin, un habitat présumé a été ajouté à la liste d'habitats présents sur le site (3260) (Tab. 8). Sur un total de 25 habitats connus ou présumés, la présence effective de 15 habitats a été confirmée. Un récapitulatif des HIC identifiés est présenté dans le Tab. 8.

Tab. 8: Récapitulatif de la présence ou de l'absence des HIC sur le site d'études.

Nom de l'habitat d'intérêt communautaire	Code EUR 28	Habitat connu ou présumé	Présence confirmée	Justification de non prise en compte dans la stratégie d'échantillonnage ou d'absence de l'habitat
Estuaires	1130	connu	oui	Habitat non défini sur la base de sa végétation
Végétation annuelle des laisses de mer	1210	connu	oui	Rattachement à l'habitat 2110 - faciès B
Végétations pionnières à <i>Salicornia</i> et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	1310	connu	oui	X
Prés salés méditerranéens (<i>Juncetalia maritimi</i>)	1410	connu	oui	X
Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (<i>Sarcocornietea fruticosi</i>)	1420	connu	oui	X
Dunes mobiles embryonnaires	2110	connu	oui	X
Dunes mobiles du cordon littoral à <i>Ammophila arenaria</i> (dunes blanches)	2120	connu	oui	X
Dépressions humides intradunales	2190	connu	oui	X
Dunes fixées du littoral du <i>Crucianellion maritimae</i>	2210	connu	oui	X
Dunes à <i>Euphorbia terracina</i>	2220	connu	non	La végétation ne concorde pas avec la définition de l'habitat
Pelouses dunales des <i>Malcolmietalia</i>	2230	connu	non	La végétation ne concorde pas avec la définition de l'habitat
Dunes avec pelouses du <i>Brachypodietalia</i> et des plantes annuelles	2240	connu	non	Rattachement à l'habitat 6220 - faciès B
Dunes à végétation sclérophylle des <i>Cisto-Lavanduletalia</i>	2260	présupposé	non	La végétation ne concorde pas avec la définition de l'habitat
Eaux oligo-mésotrophes calcaires avec végétation benthique à <i>Chara</i> spp.	3140	connu	non	Tapis de <i>Chara</i> sp. trouvés sur le site mais le biotope ne concorde pas avec la définition de l'habitat (mares)
Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du <i>Ranunculion fluitantis</i> et du <i>Callitrichio-Batrachion</i>	3260	présupposé	oui	X
Rivières intermittentes méditerranéennes du <i>Paspalo-Agrostidion</i>	3290	présupposé	non	La végétation ne concorde pas avec la définition de l'habitat
Parcours substeppiques de graminées et annuelles des <i>Thero-Brachypodietea</i>	6220	connu	oui	X
Prairies humides méditerranéennes à grandes herbes de <i>Molinio-Holoschoenion</i>	6420	connu	oui	X
Pelouses maigres de fauche de basse altitude (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	6510	présupposé	non	La végétation ne concorde pas avec la définition de l'habitat
Lagunes côtières	1150	connu	oui	Habitat non défini sur la base de sa végétation
Dunes avec forêts à <i>Pinus pinea</i> et/ou <i>Pinus pinaster</i>	2270	présupposé	non	La végétation ne concorde pas avec la définition de l'habitat
Mares temporaires méditerranéennes	3170	présupposé	non	La végétation et le biotope ne concordent pas avec la définition de l'habitat
Marais calcaires à <i>Cladium mariscus</i> et espèces du <i>Caricion davallianae</i>	7210	connu	oui	X
Forêts galeries à <i>Salix alba</i> et <i>Populus alba</i>	92A0	connu	oui	X
Galeries et fourrés riverains méridionaux (<i>Nerio-Tamaricetea</i> et <i>Securinegion tinctoriae</i>)	92D0	connu	oui	X

Le rattachement des relevés à dire d'expert a aussi permis d'estimer le nombre de relevés et le nombre d'espèces végétales recensées par habitat (Fig. 4). En 2019, un maximum de relevés par HIC a été réalisé mais l'objectif initial de 15 relevés par HIC n'a pas été atteint. Le nombre de relevés par HIC est extrêmement variable, avec un maximum de 85 relevés pour l'habitat 1410 et un minimum de 1 relevé pour l'habitat 2120. De même, le nombre d'espèces végétales recensées par habitat est très variable. Par ailleurs, plus de 100 relevés phytosociologiques ne correspondaient à aucun HIC au sens de la Directive. Ces

relevés appartiennent donc à la catégorie “non IC”, abbréviation de “non d’intérêt communautaire”. Ils correspondent à des relevés réalisés dans les friches, les roselières, les végétations aquatiques non IC, ou tout autre milieu naturel ou semi-naturel non IC. Les relevés appartenant à cette catégorie ont été inclus dans les analyses de données mais n’ont pas fait l’objet d’une fiche habitat. Enfin, les relevés traduisant des HIC en mélange ont été rassemblés dans la catégorie “mélange”. Les limites entre les communautés végétales recensées dans ces relevés pouvaient en effet être difficilement repérables sur le terrain. C’est pourquoi certains relevés comprennent des cortèges d’espèces pouvant être rattachés à plusieurs habitats. Aussi, il était impossible de rattacher ces relevés à un seul habitat. Dans le but de réduire les biais, la catégorie “mélange” a été exclue de l’analyse des données et n’a, bien sûr, pas fait l’objet d’une fiche habitat. Lors de l’analyse des données, le jeu de données comportait donc non pas 468 mais 419 relevés.

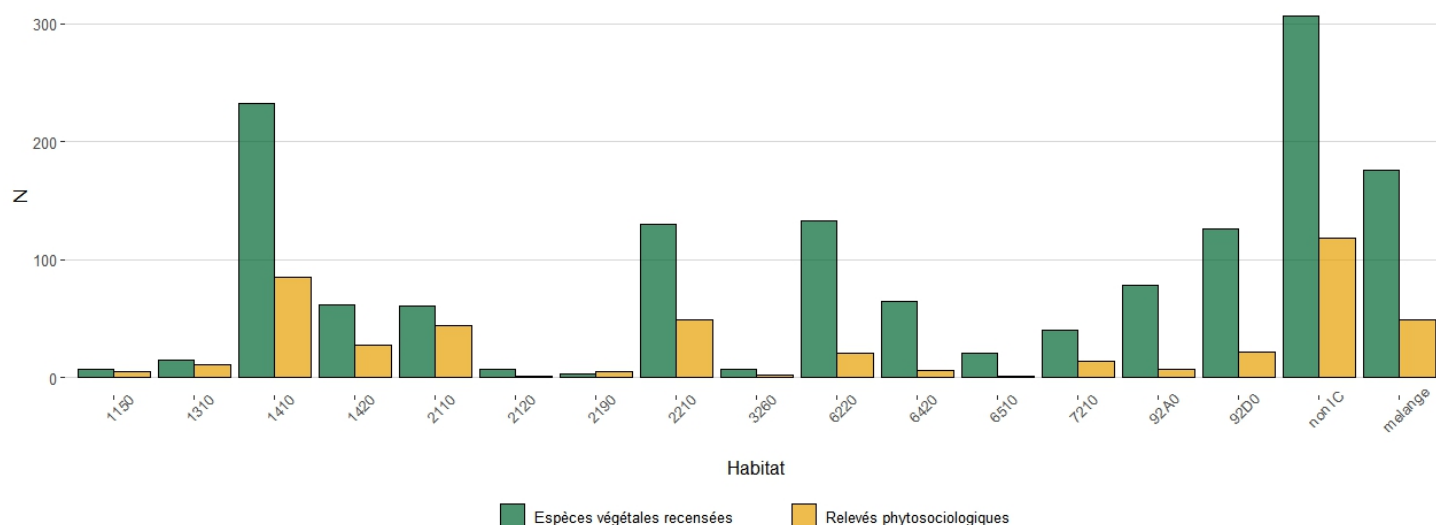


Fig. 4: Nombre d’espèces végétales recensées et de relevés phytosociologiques réalisés entre 2014 et 2019 par habitat présent sur le site d’études.

L’interprétation des habitats

La typologie locale des HIC du CLSL a été construite sur une succession d’étapes amenant à une interprétation unanime des habitats. Au total, les relevés phytosociologiques relatifs à 13 habitats ont fait l’objet d’analyses. Malgré le rattachement de 5 relevés à l’habitat 1150*, qui occupe la majorité de la surface du site d’études, celui-ci étant relatifs aux milieux marins, aucune fiche habitat n’a été créée le concernant. Il est actuellement au centre d’autres projets amenant à sa caractérisation. Il en est de même pour l’habitat 1130, pour lequel aucun relevé floristique n’était disponible. La typologie locale des habitats comprend donc les fiches de 13 habitats.

Pour les habitats présentant une variabilité bien marquée, des sous-catégories, ou “faciès”, ont pu être déclinées. Ces déclinaisons ont été réalisées uniquement dans les cas où

les connaissances disponibles permettaient de définir avec certitude chaque faciès. Les faciès décrits dans la typologie locale ne correspondent pas forcément aux faciès déclinés dans les Cahiers d'habitats et EUR 28. Aussi, pour éviter tout risque de confusion avec les faciès décrits dans les typologies officielles, les faciès ne sont pas nommés par des chiffres mais par des lettres.

Les espèces indicatrices des HIC sur le site d'études

L'estimation de la fidélité des espèces aux habitats a été mise en œuvre grâce à la méthode précédemment décrite. Les taxons différentiels positifs ont été identifiés pour les 13 habitats inclus dans la typologie. Ils ont été considérés comme les espèces indicatrices des habitats et ont donc été inscrits comme tels dans les fiches habitats. Les résultats obtenus étant trop volumineux pour être inclus ici, ils sont consultables en Annexe n°4.

Par ailleurs, la méthode n'a fait ressortir aucun taxon différentiel négatif. C'est à dire qu'apparemment aucune espèce recensée ne permet de distinguer des habitats par son absence.

Les critères absolus d'interprétation des HIC sur le site d'études

Les critères absolus d'identification retenus pour les 13 habitats faisant l'objet d'une fiche sont résumés dans le Tab. 9. La pertinence des critères retenus peut être estimée grâce aux pourcentages de relevés vérifiés et de relevés faux-positifs obtenus après application du critère au jeu de données. Ces critères ont été intégrés aux fiches habitats dans la mesure où ils permettaient d'éviter certains risques de confusion.

Tab. 9: Récapitulatif des critères absolus d'identification des 13 habitats faisant l'objet d'une fiche et leurs pourcentages de relevés vérifiés et faux-positifs associés.

Habitat	Critère absolu d'identification de l'habitat	Pourcentage de relevés vérifiés	Pourcentage de relevés faux-positifs
1310	Présence de <i>Salicornia europaea</i> gpe. ou <i>Salicornia procumbens</i> ou <i>Spirobassia hirsuta</i>	81,82%	18,18%
1410	Présence de <i>Limonium narbonense</i> ou <i>Gaudinia fragilis</i> avec abondance ≥ 1 ou <i>Sarcocornia fruticosa</i> avec abondance < 2 ou <i>Plantago crassifolia</i> ou <i>Carex divisa</i> ou <i>Juncus maritimus</i> avec abondance > 2 ou <i>Lotus maritimus</i> ou <i>Halimione portulacoides</i> avec abondance > 3	94,12%	31,62%
1420	Présence de <i>Sarcocornia fruticosa</i> avec abondance ≥ 3 ou <i>Sueda vera</i> avec abondance ≥ 4	78,57%	12,00%
2110	Présence de <i>Elytrigia juncea</i> subsp. <i>juncea</i> ou <i>Medicago marina</i>	90,91%	31,03%
2120	Présence de <i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>australis</i> avec abondance ≥ 1	100,00%	0,00%
2190	Critère basé sur le biotope et non sur la végétation: Roselières arrières-dunaires	Non testé	
2210	Présence de <i>Ephedra distachya</i> ou <i>Lobularia maritima</i>	93,88%	42,50%
3260	Présence de <i>Myriophyllum spicatum</i> avec abondance ≥ 1 ou <i>Potamogeton coloratus</i> avec abondance = 1	100,00%	0,00%
6220	Présence de <i>Brachypodium retusum</i> ou <i>Campanula erinus</i>	95,24%	33,33%
6420	Présence de <i>Medicago lupulina</i> ou <i>Trifolium pratense</i> var. <i>pratense</i> ou <i>Scirpoides holoschoenus</i> avec abondance ≥ 2 ou <i>Vicia segetalis</i>	100,00%	62,50%
7210	Présence de <i>Cladium mariscus</i>	100,00%	0,00%
92A0	Présence de <i>Hedera helix</i> ou <i>Laurus nobilis</i>	100,00%	46,15%
92D0	Présence de <i>Tamarix gallica</i> avec abondance ≥ 3	95,45%	4,55%

Ici, dans un souci de concision, l'exemple de l'interprétation d'un seul habitat est présenté : l'habitat 6220* - “*Parcours substeppiques de graminées et annuelles des *Thero-Brachypodietea*”.

Les étapes de conception d'une fiche habitat : l'exemple du 6220*

L'habitat 6220* - “*Parcours substeppiques de graminées et annuelles des *Thero-Brachypodietea*” porte des enjeux prioritaires à l'échelle européenne, ce qui signifie qu'il est sujet à une attention plus stricte que les HIC non prioritaires (Evans 2006). La définition de cet habitat au sens de la Directive repose essentiellement sur la végétation. Selon le Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne EUR 28, il s'agit en effet de pelouses xérophiles méditerranéennes, pouvant être composées de communautés végétales annuelles ou pérennes, sur sols oligotrophes calcaires en général.

A l'échelle nationale, les Cahiers d'habitats Natura 2000 ont décliné 6 faciès de l'habitat 6220* (Bensettiti et al. 2005). Sur le site de Salses-Leucate, 2 faciès de cet habitat ont été déclinés, en fonction de la végétation et du substrat.

Le premier faciès (A) est facilement reconnaissable (Fig. 5). Il comprend les pelouses xériques à herbacées majoritairement vivaces. Le fond de pelouse est représenté par *Brachypodium retusum*. Ces pelouses sont, en général, basses et ouvertes avec un recouvrement peu élevé, laissant apparaître des patches de sol nu par endroit. Ce milieu accueille de nombreuses espèces végétales adaptées à la sécheresse, aux vents forts et aux incendies. Leur floraison a lieu au printemps, avant la période de sécheresse annuelle, l'habitat a donc été catégorisé de “Précoce” dans la présente étude. Le substrat est rocheux et calcaire, comportant peu de matière organique. Ces pelouses constituent le stade de succession initial de ce type de végétation. La colonisation progressive des arbustes tels que *Pistacia lentiscus* ou *Thymus vulgaris* peut amener à la formation d'une garrigue, qui ne correspond alors plus à la définition de l'habitat 6220*. Aussi, les pelouses relatives au 6220* sont souvent retrouvées en mosaïque avec les formations de garrigues.

L'identification du second faciès (B) est plus subtile. Il s'agit de pelouses rases sur sables fixés. Le cortège végétal apparenté est composé d'herbacées majoritairement annuelles et xérophiles. Sur le site d'études, des espèces de milieux dunaires sont retrouvées, à l'image d'*Alkanna matthioli*. À première vue, ces formations auraient pu concorder avec la définition de l'habitat 2240 - “Dunes avec pelouses du *Brachypodietalia* et des plantes annuelles”. Cependant, d'après le GT interprétation (Gaudillat et al. 2018), l'habitat 2240 est considéré présent uniquement sur les formations de dunes littorales au sens strict, ce qui n'est pas le cas ici puisqu'il s'agit de sables fixés à la topographie plate. Aussi, il est recommandé au niveau national de rattacher ces pelouses à l'habitat 6220*. Sur le site de Salses-Leucate, elles font l'objet du faciès B de l'habitat 6220*.



Fig. 5: Photographie de l'habitat 6220* - faciès A, prise à Leucate (Courbatière) le 25 avril 2019 © Clara GRITTI.

Le rattachement à dire d'expert des relevés phytosociologiques a mis en évidence 21 relevés appartenant à l'habitat 6220*, dont 15 relevés appartenant au faciès A et 6 relevés appartenant au faciès B.

Les espèces indicatrices de ces deux groupes de relevés ont été identifiées (Annexe n°5). Concernant le faciès A, les deux espèces les plus fidèles sont *Brachypodium retusum* et *Asparagus acutifolius*. Parmi les espèces les plus fidèles au faciès B, *Limonium echioides* et *Campanula erinus* sont ressorties.

A partir de ces informations, un critère absolu d'identification de l'habitat sur le site d'études a été créé. Ce critère impose la présence de *Brachypodium retusum* (pour le faciès A) ou de *Campanula erinus* (pour le faciès B). L'application de ce critère aux 419 relevés du jeu de données donne 95% de relevés vérifiés sur 21 relevés rattachés au 6220* et 33% de relevés faux-positifs sur tous les relevés répondant à la règle (Fig. 6).

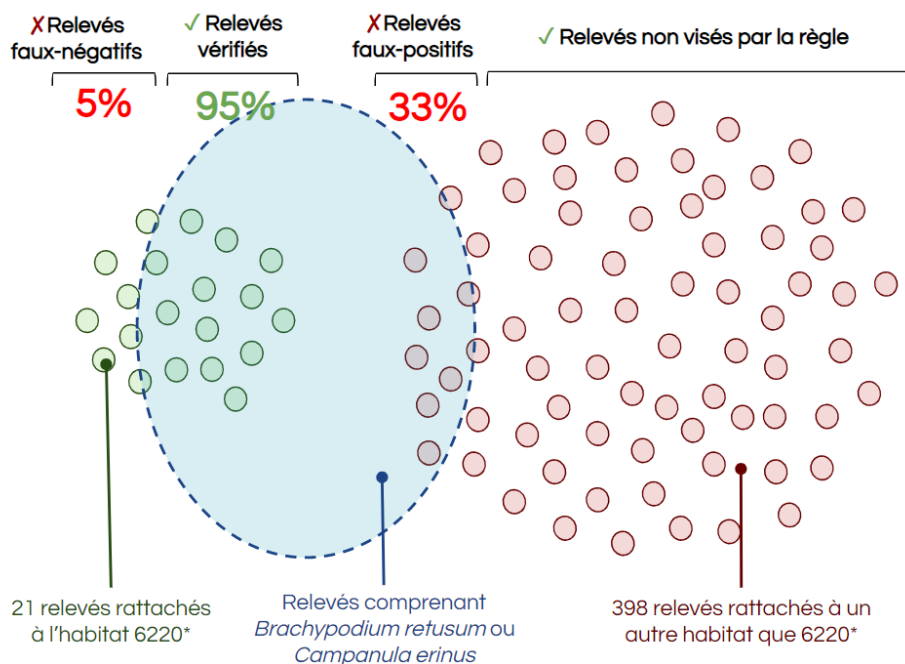


Fig. 6: Résultats de l'application d'une règle permettant de distinguer les relevés rattachés à l'habitat 6220*

La fiche typologique de l'habitat 6220* (Annexe n°6) rassemble toutes les informations disponibles en distinguant les deux faciès présentés. Le critère de détermination absolu étant celui énoncé précédemment. Toutefois, l'identification de cet habitat ne peut se résumer à ce seul critère. Aussi, les autres espèces indicatrices de chaque faciès figurent dans les fiches correspondantes. De plus, les risques de confusion entre le faciès A et les garrigues (non IC) pouvant être élevés, il a fallu estimer un seuil à partir duquel le rattachement d'un relevé serait certain. En concertation avec le CBN Med, il a été établi que le recouvrement d'arbustes doit être impérativement inférieur à 30% pour que le relevé soit rattaché à l'habitat 6220*-A. Sinon l'habitat s'apparentera à une garrigue, non d'intérêt communautaire sur le site d'études. Quant au faciès B, des précisions sur le rattachement de l'habitat en France sont évoquées dans la partie "Précautions à prendre sur la définition de l'habitat".

DISCUSSION

Une approche "à dire d'expert"

En écologie de la conservation, il est courant de faire appel à des experts naturalistes (Burgman et al. 2011; McBride & Burgman 2012; Martin et al. 2012). Le manque de données et les enjeux élevés qui traduisent l'urgence de la situation justifient le fait de recourir aux connaissances des experts. Dans le cadre de ce projet, plusieurs experts locaux, forts de nombreuses années d'expérience, ont été consultés. Leurs connaissances combinées de la flore du site et de la politique Natura 2000 ont été d'une aide considérable.

La méthode de rattachement à dire d'expert des relevés phytosociologiques à la typologie EUR 28 a permis d'obtenir rapidement des résultats jugés exacts. Cette méthode

de rattachement est la plus couramment utilisée par les acteurs de la conservation (Com. pers., Argagnon O., CBN Med, 2019).

Un jeu de données peu adapté aux analyses statistiques

Malgré les efforts d'échantillonnage, le nombre de relevés phytosociologiques par HIC est très variable. En 2019, l'objectif de 15 relevés par HIC n'a pas été atteint. Cela implique de ne pas avoir une vision totalement représentative de la diversité floristique des habitats sur le site d'études. De plus, une inégalité si marquée du nombre de relevés par habitat engendre un déséquilibre du jeu de données utilisé. La petite taille du jeu de données de 468 relevés phytosociologiques souligne encore ce déséquilibre.

Les sources de ce déséquilibre sont multiples. Elles peuvent être intrinsèques aux habitats prospectés. C'est à dire que les habitats les plus restreints, rares ou inaccessibles ne permettent naturellement pas de réaliser un grand nombre de relevés. Elles peuvent aussi être extrinsèques, notamment en ce qui concerne la stratégie d'échantillonnage. En effet, lors des prospections de terrain ciblées, il est souvent arrivé que l'habitat rencontré ne corresponde pas à ce qui était attendu. Cela explique en partie que le nombre de relevés prévu par habitat n'ait pas été atteint. La cartographie réalisée par BIOTOPE en 2008 ayant été réalisée en partie par photointerprétation, des erreurs ont pu être commises. D'autre part, les 11 années séparant la cartographie des habitats et le projet de typologie actuel peuvent justifier ces changements de végétation et donc d'habitat. L'importance du renouvellement de la cartographie est ainsi soulignée. Par ailleurs, les contraintes de temps et de moyens ont limité l'effort d'échantillonnage. D'une part, un plus grand nombre de relevés par habitat aurait dû être réalisé. D'autre part, compte tenu des différences d'expression de la végétation au cours du temps, plusieurs saisons de prospections auraient été souhaitables. Cela aurait permis, non seulement, d'avoir une vision plus complète de la végétation, mais aussi de détecter d'éventuels habitats dits "éphémères".

D'un point de vue statistique, l'échantillonnage non aléatoire de la végétation, à l'image des prospections ciblées réalisées, ne permet pas l'application de tests statistiques à ces données (Diekmann et al. 2007; Lájér 2007). Aussi, pour toutes les raisons énoncées, il est évident que le jeu de données utilisé n'est pas adapté à des méthodes statistiques d'analyses. Des méthodes traditionnelles plus intuitives ont donc été mises en œuvre.

Toutefois, étant donné qu'un seul relevé par habitat permet de confirmer sa présence sur le site, l'objectif de connaissance initialement fixé a été atteint. Une mise à jour de la liste des HIC présents sur le site d'études ne pourra qu'être bénéfique à sa gestion.

L'identification des espèces indicatrices des habitats

La notion d'espèce indicatrice est essentielle pour identifier un habitat. Cette notion se rapproche des concepts de taxons élémentaires caractéristiques et différentiels en phytosociologie. Alors qu'un taxon caractéristique permet de déterminer une communauté végétale donnée, un taxon différentiel permet de faire la distinction entre plusieurs communautés végétales (Gillet et al. 1991; Lahondère 1997; Chytrý et al. 2002). Dans le cadre de ce projet, la question était de caractériser des habitats, comprenant potentiellement plusieurs communautés végétales, et de trouver des moyens clairs et objectifs pour les distinguer entre eux. C'est pourquoi les taxons différentiels semblaient les plus appropriés pour être les espèces indicatrices des habitats.

En phytosociologie, l'identification des taxons élémentaires différentiels est basée sur leur fidélité. Celle-ci peut être estimée de différentes manières, selon l'objectif de la démarche et le type de données disponible (Willner et al. 2009). La méthode utilisée ici a l'avantage d'être facilement comprise et mise en œuvre. Cependant, elle comporte un inconvénient majeur: celui d'être très sensible au nombre de relevés par habitat et à la taille du jeu de données. En effet, plus le nombre de relevés dans un habitat donné est faible, plus la fréquence d'une espèce recensée une seule fois dans cet habitat est élevée (Annexe n°4). Cette fréquence étant à la base du calcul de fidélité, un biais important peut être créé. Concernant les habitats pour lesquels un faible nombre de relevés étaient disponibles, la fidélité des espèces a donc pu être surestimée. Il y a une probabilité que l'identification des espèces indicatrices de ces habitats soit erronée. Par exemple, *Phragmites australis* est ressortie comme espèce indicatrice de l'habitat 3260, pour lequel seulement 2 relevés étaient disponibles (Annexe n°4). Or, *P. australis* est l'espèce la plus recensée sur le site d'études (163 observations) et est présente dans pratiquement tous les habitats. Elle ne peut donc être considérée comme espèce indicatrice. Cela a été pris en compte dans la rédaction des fiches habitat où l'espèce n'a pas été notée comme indicatrice mais plutôt comme espèce fréquemment rencontrée dans l'habitat.

Plusieurs autres méthodes auraient pu être utilisées pour estimer la fidélité des espèces (Chytrý et al. 2002; Willner et al. 2009; Peinado et al. 2013). L'une d'entre elles, développée par Chytrý et al. (2002), présente l'avantage considérable d'être totalement indépendante du nombre de relevés par unité de végétation, ici par habitat, et de la taille du jeu de données (Chytrý et al. 2002; Renaux & Gégout 2010; Peinado et al. 2013). Par contre, elle est plus difficile à appréhender que la méthode intuitive utilisée. La forte contrainte de temps pour la réalisation de la typologie n'a pas permis de mettre en place une méthode fine d'identification des espèces indicatrices. Néanmoins, celles-ci ont été passées en revue et validées par le CBN Med. Les biais énoncés précédemment ne semblent donc pas avoir provoqué de résultats aberrants.

Toutes les méthodes de détermination des espèces indicatrices présentent des avantages et des inconvénients. Le facteur le plus important à prendre en compte dans le choix de la méthode est l'objectif que l'on souhaite atteindre (Willner et al. 2009). Ici, il s'agissait de pouvoir identifier un habitat grâce à des espèces indicatrices. L'échelle d'application était donc assez large pour se permettre d'utiliser une méthode plus approximative. Néanmoins, les usagers de la typologie sont invités à rester vigilants vis à vis des fiches habitats conçues sur 5 relevés phytosociologiques ou moins.

La détermination de critères absolus

La typologie locale a pour but d'identifier sans aucune ambiguïté les HIC du site d'études. Il a donc fallu écarter tous les risques de confusion possible entre habitats, d'intérêt communautaire ou non.

Concernant les HIC uniquement, ces risques ont pu être éliminés en partie par la création des critères absolus d'identification des habitats. Les résultats montrent que la méthode appliquée a permis de réduire au maximum la proportion de relevés faux-positifs. En effet, les taux de relevés vérifiés par habitat atteignent tous des pourcentages satisfaisants (Tab. 9). Cependant, la proportion de relevés faux-négatifs est très variable. Pour 6 habitats sur 13, elle atteint plus de 30 % (Tab. 9). Cela traduit des risques assez conséquents de rattachement incorrect d'un relevé. Un nombre trop faible de relevés et/ou une fidélité trop faible des espèces utilisées dans les critères peuvent expliquer une telle proportion. Une attention particulière devra être portée sur ce point par les usagers de la typologie locale des HIC. Les critères absolus auraient pu être améliorés en y ajoutant l'absence d'une espèce donnée. Toujours est-il qu'aucun taxon différentiel négatif n'avait été identifié.

Concernant les risques de confusion entre habitats IC et non IC, d'autres critères de discrimination ont dû être définis sur la base des observations réalisées sur le terrain et des informations disponibles dans les Cahiers d'habitats. Cela a déjà été évoqué au sujet de la confusion entre l'habitat 6220*-A et les garrigues (Annexe n°6). Ces critères ont évidemment été inscrits dans les fiches habitats.

Une relation complexe entre sciences de la conservation et politique Natura 2000

La référence européenne en matière d'HIC est la typologie EUR 28. Cette typologie propose de courtes descriptions de tous les HIC présents sur le territoire européen. Ces descriptions sont le plus souvent basées sur la phytosociologie, mais peuvent aussi reposer sur la physionomie de la végétation ou sur les caractéristiques abiotiques du milieu (Evans 2010). Cette diversité de critères d'identification des habitats peut rendre difficile l'application de la typologie (Evans 2010). Dans le cas du CLSL, la typologie locale a été conçue de

manière homogène pour tous les habitats. Elle propose donc les mêmes types d'informations, ce qui permettra aux futurs usagers d'éviter certaines hésitations.

D'autre part, la politique européenne Natura 2000 n'a pas été fondée uniquement sur des enjeux environnementaux, mais aussi sur des enjeux socio-économiques et politiques (Alphandery & Fortier 2001; Evans 2012). Sa mise en œuvre a été fastidieuse, notamment en France (Alphandery & Fortier 2001; Evans 2012), si bien qu'un décalage semble s'être créé entre les institutions européennes et les acteurs de la politique Natura 2000 (Kati et al. 2015; Jeanmougin et al. 2017). Aujourd'hui, la typologie EUR 28 semble administrativement figée, face aux sciences de la conservation en constante évolution (Evans 2010; Kati et al. 2015). De ce fait, les définitions EUR 28 des HIC sont souvent éloignées des observations effectuées sur le terrain. Cela engendre de multiples difficultés de rattachements des HIC (Evans 2006; Evans 2010; Sarmati et al. 2019). Ces difficultés de rattachement sont telles qu'elles ont amené, en France, à la création en 2014 du Groupe de travail national d'interprétation des HIC (GT interprétation), composé d'experts scientifiques reconnus dans le domaine. Les décisions prises sur l'interprétation des HIC par le GT interprétation font référence à l'échelle nationale (Gaudillat et al. 2018).

Dans le cadre de ce projet, les difficultés de rattachements rencontrées peuvent être parfaitement illustrées avec l'exemple des HIC agropastoraux 6420 et 6510 qui peuvent aisément être confondus. Dans le jeu de données utilisé, un relevé avait été tout d'abord rattaché à l'habitat 6510, alors qu'il s'apparentait fortement à l'habitat 6420. Néanmoins, après analyses, il était très difficile de confirmer avec certitude ce rattachement. Finalement, la décision a été prise d'ignorer ce relevé et de ne pas inclure l'habitat dans la typologie. En effet, les communautés végétales caractéristiques des prairies méditerranéennes sont encore mal connues et, par conséquent, les limites entre certains HIC sont floues (Com. pers., Argagnon O., CBN Med, 2019). Les connaissances sur ces types d'habitats devraient être approfondies, puis l'interprétation des habitats agropastoraux méditerranéens mériterait d'être précisée.

Quoi qu'il en soit, la typologie locale des HIC créée au cours de ce projet n'est pas figée, contrairement à la typologie EUR 28. Toute nouvelle information pertinente permettant d'améliorer l'interprétation des HIC pourra y être ajoutée ultérieurement.

CONCLUSION - PERSPECTIVES

Bien que les méthodes appliquées comprennent quelques point faibles, la création de la typologie locale des HIC offre des perspectives prometteuses.

L'objectif de connaissance des habitats a été atteint. En effet, une mise à jour des HIC présents sur le site d'études a été réalisée. Compte tenu des modifications effectuées par rapport à ce qui était connu auparavant, cette mise à jour contribue largement à la connaissance globale de la biodiversité du site. De plus, les relevés phytosociologiques réalisés apportent des informations précieuses sur l'état actuel de la flore sur le site. Enfin, la typologie créée prend en considération les spécificités locales des HIC, ce qui offre une vision fine de ces habitats à l'échelle du CLSL. Toutes ces informations peuvent bénéficier, non seulement à la gestion des habitats naturels et semi-naturels du site, mais aussi à tous les travaux de cartographie futurs. Les connaissances acquises sur le site du CLSL pourront aussi profiter éventuellement à d'autres travaux portant sur la végétation méditerranéenne dans son ensemble.

L'objectif d'anticipation du renouvellement de la cartographie a aussi été atteint. D'ordinaire, l'interprétation des HIC d'un site donné se fait directement en parallèle de la cartographie (Ichter et al. 2014). Ici, la création de la typologie a permis de prendre du recul sur l'interprétation des habitats, ce qui ne sera plus à faire lors des renouvellements cartographiques. La typologie locale des HIC représente un complément pertinent aux typologies officielles. En outre, les relevés phytosociologiques réalisés pourront probablement servir de "vérités terrain" dans le cadre de la mise à jour cartographique. Toutefois, la stratégie d'échantillonnage n'a pas été pensée pour répondre aux exigences d'une cartographie d'habitats. Aussi, les questions d'échelle cartographique, d'état de conservation ou de mosaïques d'habitats n'ont pas été prises en compte.

Finalement, le projet de conception de la typologie locale des HIC du CLSL a permis non seulement de répondre aux besoins locaux, mais aussi de soulever des points qui mériteraient d'être approfondis.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alphandery, P., & Fortier, A. 2001. Can a Territorial Policy be Based on Science Alone? The System for Creating the Natura 2000 Network in France. *Sociologia Ruralis* 41: 311–328.
- Bardat, J., Bioret, F., Botineau, M., Boulet, V., Delpech, R., Géhu, J.-M., Haury, J., Lacoste, J.-P., Rameau, J.-M., Royer, J.-M., Roux, G., & Touffet, J. 2004. *Prodrome des végétations de France Version 1*. Publications scientifiques du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Bensettiti, F., Bioret, F., Roland, J., & Lacoste, J.-P. 2004. «Cahiers d'habitats» Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 - Habitats côtiers*. MEDD/MAAPAR/MNHN., Paris.
- Bensettiti, F., Boulet, V., Chavaudret-Laborie, C., & Deniaud, J. 2005. «Cahiers d'habitats» Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 (vol. 2) - Habitats agropastoraux*. MEDD/MAAPAR/MNHN, Paris.
- Bensettiti, F., Gaudillat, V., & Haury, J. 2002. «Cahiers d'habitats» Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides*. MATE/MAP/ MNHN, Paris.
- Bensettiti, F., Rameau, J.-C., & Chevallier, H. 2001. «Cahiers d'habitats» Natura 2000. *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers*. MATE/MAP/MNHN., Paris.
- Bergmeier, E., Härdtle, W., Mierwald, U., Nowak, B., & Peppler, C. 1990. Vorschläge zur syntaxonomischen Arbeitsweise in der Pflanzensoziologie. 20: 92–110.
- Bioret, F., Gaudillat, V., & Royer, J.-M. 2013. The Prodrome of French vegetation: a national synsystem for phytosociological knowledge and management issues. *Plant Sociology* 50: 17–21.
- Bissardon, M., Guibal, L., & Rameau, J.-C. 1997. *CORINE biotopes. Types d'habitats français, ENGREF, MNHN*.
- Bolòs, O.D., & Vigo, J. 1984. *Flora dels Països Catalans*. Barcelona.
- Burgman, M.A., McBride, M., Ashton, R., Speirs-Bridge, A., Flander, L., Wintle, B., Fidler, F., Rumpff, L., & Twardy, C. 2011. Expert Status and Performance (A. Szolnoki, Ed.). *PLoS ONE* 6: e22998.
- Chytrý, M., & Otýpková, Z. 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science* 14: 563–570.
- Chytrý, M., Tichý, L., Holt, J., & Botta-Dukát, Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science* 13: 79–90.
- Coulot, P., & Rabaut, P. 2013. *Monographie des Leguminosae de France*.
- Delassus, L., & Hardegen, M. 2010. Un référentiel typologique des habitats pour les régions Bretagne, Basse-Normandie et Pays-de-la-Loire. *Revue Forestière Française*.
- DG Environnement. 2013. *Interpretation manual of European Union habitats version EUR 28*.

- Diekmann, M., Kühne, A., & Isermann, M. 2007. Random VS non-random sampling: effects on patterns of species abundance, species richness and vegetation-environment relationships. *Folia Geobotanica* 42: 179–190.
- Directive 92/43/CEE du Conseil. 1992.
- Directive 2009/147/CE du Parlement européen et du Conseil. 2009.
- Evans, D. 2012. Building the European Union's Natura 2000 network. *Nature Conservation*
- Evans, D. 2010. Interpreting the habitats of Annex I: past, present and future. . doi: 10.1080/12538078.2010.10516241
- Evans, D. 2006. The Habitats of the European Union Habitats Directive. *Biology & Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* 106: 167–173.
- Gaudillat, V., Argagnon, O., Bensettiti, F., Bioret, F., Boulet, V., Causse, G., Choynet, G., Coignon, B., Foucault, B.D., Delassus, L., Duhamel, F., Fernez, T., Herard, K., Lafon, P., Foulér, A.L., Pandiotis, C., Poncet, R., Prud'homme, F., Rouveyrol, P., & Jean-Charles Villaret. 2018. Habitats d'intérêt communautaire: actualisation des interprétations des Cahiers d'habitats. . doi: 10.13140/rg.2.2.33771.85282
- Gillet, F., de Foucault, B., & Julve, P. 1991. La phytosociologie synusiale intégrée: Objets et concepts. *Candollea* 46:.
- Ichter, J., Evans, D., Richard, D., Poncet, L., Spyropoulou, R., Pereira Martins, I., European Environment Agency, & Museum national d'Histoire naturelle (MNHN). 2014. *Cartographie des habitats terrestres en Europe: une vue d'ensemble*. MNHN, Paris.
- Jeanmougin, M., Dehais, C., & Meinard, Y. 2017. Mismatch between Habitat Science and Habitat Directive: Lessons from the French (Counter) Example: Evaluating the European habitat policy. *Conservation Letters* 10: 634–644.
- Kati, V., Hovardas, T., Dieterich, M., Ibisch, P.L., Mihok, B., & Selva, N. 2015. The challenge of implementing the European network of protected areas Natura 2000: Implementing Natura 2000. *Conservation Biology* 29: 260–270.
- Lahondère, C. 1997. *Initiation à la phytosociologie sigmatiste*. Société Botanique du Centre-Ouest.
- Lájer, K. 2007. Statistical tests as inappropriate tools for data analysis performed on non-random samples of plant communities. *Folia Geobotanica* 42: 115–122.
- Lancrenon, T. 2016. *Evaluation de l'état de conservation de l'habitat d'intérêt communautaire 1410 "Prés salés méditerranéens (Juncetalia maritimi)"*. CBN Med, Université de Montpellier.
- Louvel, J., Gaudillat, V., & Poncet, L. 2013. *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce*. Paris.
- Louvel-Glaser, J., & Gaudillat, V. 2015. *Correspondances entre les classifications d'habitats CORINE Biotores et EUNIS*. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris.
- Martin, T.G., Burgman, M.A., Fidler, F., Kuhnert, P.M., Low-Choy, S., McBride, M., & Mengersen, K. 2012. Eliciting Expert Knowledge in Conservation Science: *Elicitation of Expert*

- McBride, M.F., & Burgman, M.A. 2012. What Is Expert Knowledge, How Is Such Knowledge Gathered, and How Do We Use It to Address Questions in Landscape Ecology? In Perera, A.H., Drew, C.A., & Johnson, C.J. (eds.), *Expert Knowledge and Its Application in Landscape Ecology*, pp. 11–38. Springer New York, New York, NY.
- Mouronval, J.B., Baudouin, S., Borel, N., Soulié-Märsche, I., Kleszczewski, M., & Grillas, P. 2015. *Guide des Characées de France méditerranéenne*. Paris.
- Peinado, M., Díaz, G., Ocaña-Peinado, F.M., Aguirre, J.L., Macías, M.Á., Delgadillo, J., & Aparicio, A. 2013. Statistical measures of fidelity applied to diagnostic species in plant sociology. *Modern Applied Science* 7: p106.
- Primack, R.B., Lecomte, J., & Sarrazin, F. 2012. *Biologie de la conservation*. Dunod.
- R Core Team. 2019. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Renaux, B., & Gégout, J.-C. 2010. Les habitats forestiers de la France tempérée: typologie et caractérisation phytoécologique. *Revue Forestière Française*.
- Rivas-Martínez, S. 2004. Global Bioclimatics (Clasificación Bioclimática de la Tierra) Versión 27-08-04.
- Rodwell, J.S., Evans, D., & Schaminée, J.H.J. 2018. Phytosociological relationships in European Union policy-related habitat classifications. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali* 29: 237–249.
- Royer, J.-M. 2009. *Petit précis de phytosociologie sigmatiste*. Société Botanique du Centre-Ouest.
- Sarmati, S., Bonari, G., & Angiolini, C. 2019. Conservation status of Mediterranean coastal dune habitats: anthropogenic disturbance may hamper habitat assignment. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*. doi: 10.1007/s12210-019-00823-7
- Syndicat Mixte RIVAGE. 2011. Document d'objectifs Natura 2000 des sites «Complexe lagunaire de Salses-Leucate», 4 Tomes.
- Tison, J.M., & de Foucault, B. 2014. *Flora gallica: Flore de France*.
- Tison, J.M., Jauzein, P., & Michaud, H. 2014. *Flore de la France méditerranéenne continentale*.
- Tsiripidis, I., Bergmeier, E., Fotiadis, G., & Dimopoulos, P. 2009. A new algorithm for the determination of differential taxa. *Journal of Vegetation Science* 20: 233–240.
- Willner, W., Tichý, L., & Chytrý, M. 2009. Effects of different fidelity measures and contexts on the determination of diagnostic species. *Journal of Vegetation Science* 20: 130–137.

ANNEXES

Annexe n°1 - Glossaire

Abbreviations utilisées

- CBN Med = Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles
- CLSL = Complexe Lagunaire de Salses-Leucate
- EUR 28 = Typologie des habitats EUR 28
- HIC = Habitat d'Intérêt Communautaire
- IC = Intérêt Communautaire
- RNVO = Référentiel des Noms de la Végétation et des habitats de l'Ouest de la France
- ZPS = Zone de Protection Spéciale
- ZSC = Zone Spéciale de Conservation

Annexe n°2 - Présentation des structures d'accueil

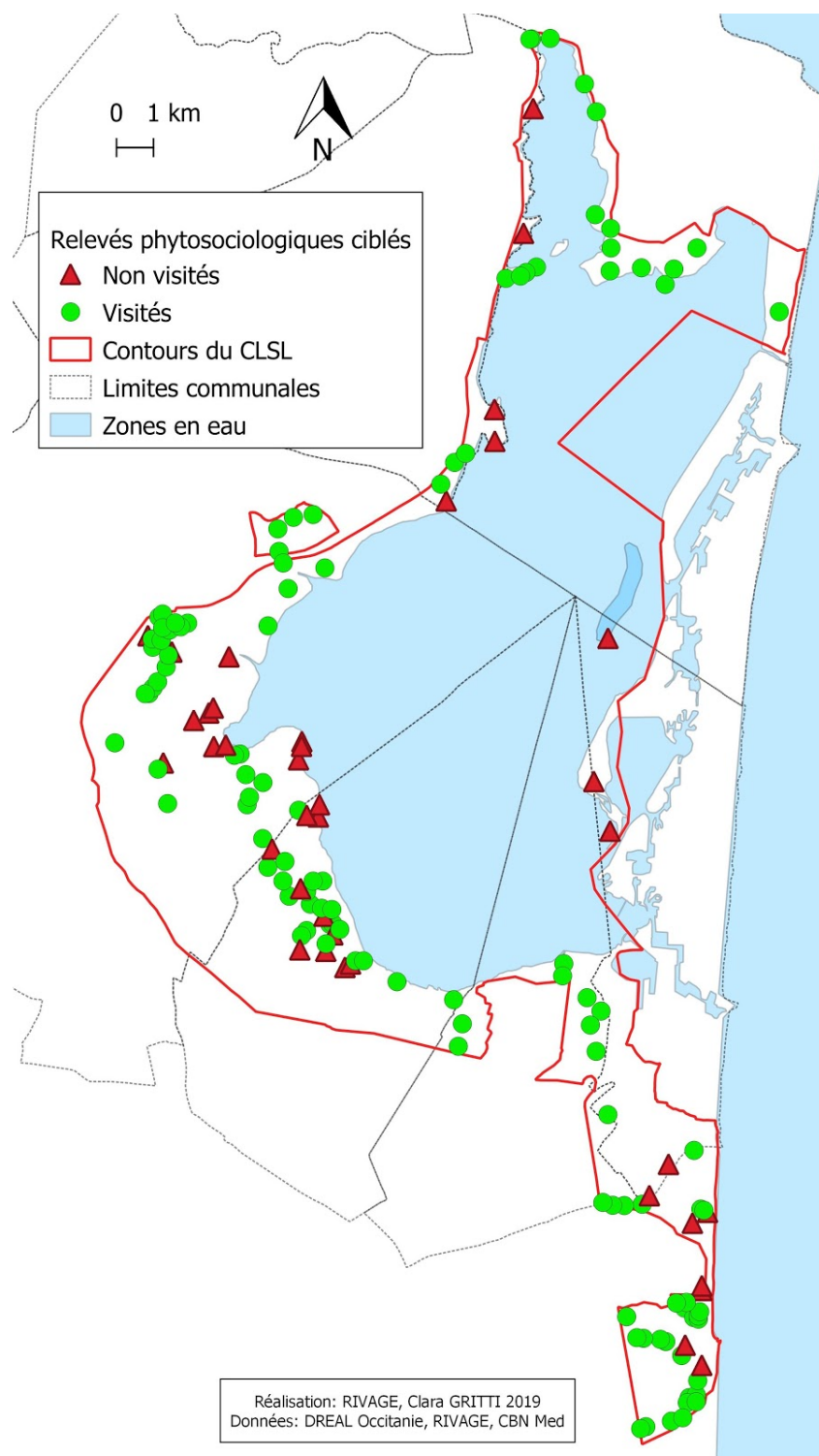
Le syndicat mixte RIVAGE

- Syndicat intercommunal RIVAGE (Regroupement Intercommunal de Valorisation d'Aménagement et de Gestion de l'Étang de Salses-Leucate)
- Créé en 2004
- Basé à Leucate et opère sur neufs communes: Caves, Fitou, Leucate, Opoul-Périllos, Salses-le-château, Treilles, Le Barcarès, Saint-Hippolyte, Saint-Laurent-de-la-Salanque.
Le périmètre d'action du syndicat correspond au périmètre du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.A.G.E.) de l'Étang de Salses-Leucate.
- Mission principale: Gestion et aménagement de l'étang de Salses-Leucate et des zones humides périphériques
- Missions secondaires:
 - Coordination et animation du S.A.G.E et du contrat d'étang de l'étang de Salses-Leucate
 - Gestion et aménagement des zones humides
 - Organisation des concertations relatives aux activités humaines se déroulant dans le périmètre d'action
 - Opérateur et animateur des DOCUMENT d'OBJECTIFS (DOCOB) des sites Natura 2000 du Complexe Lagunaire de Salses-Leucate et de la Forteresse de Salses

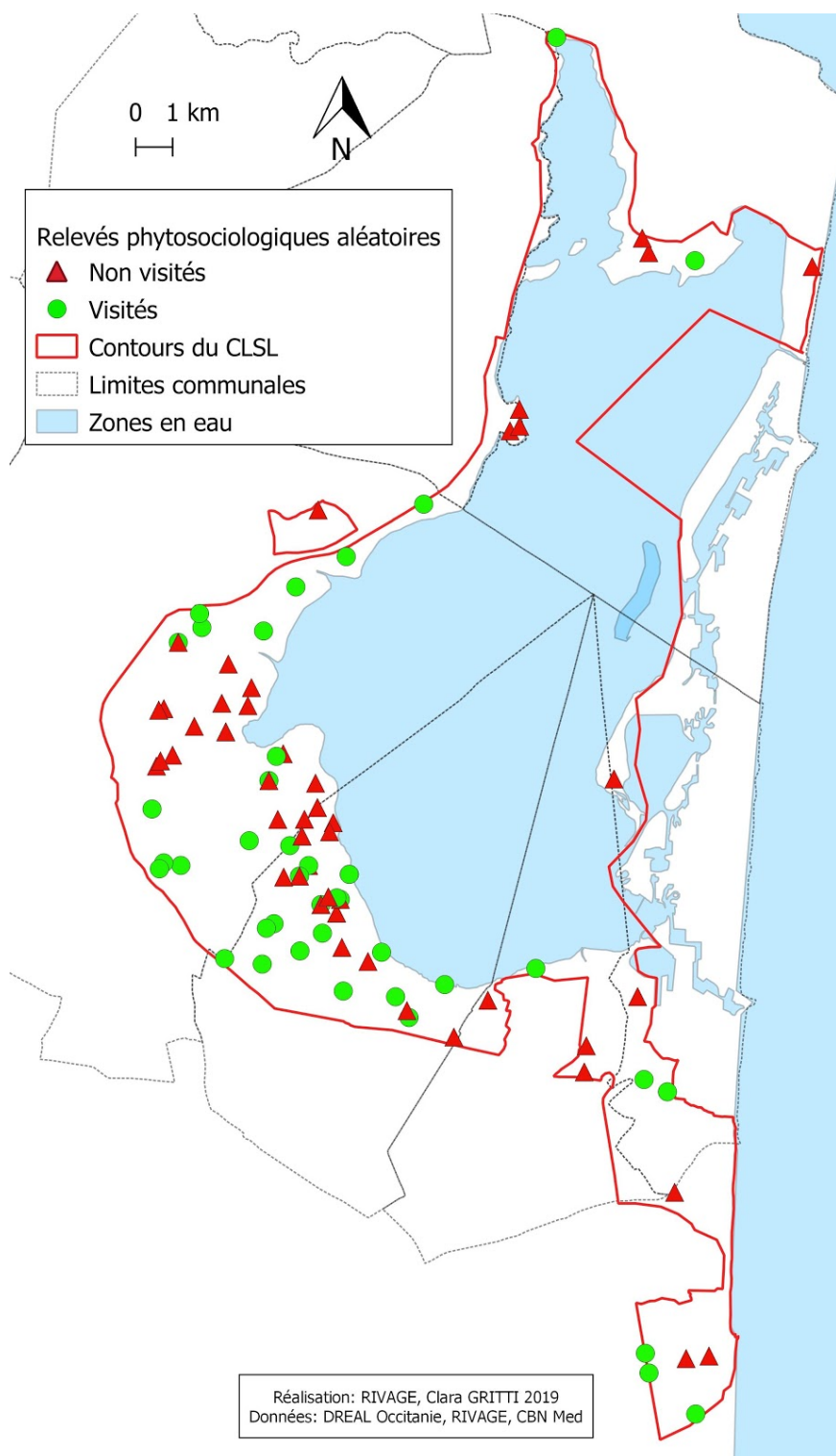
Le Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles

- Membre de la fédération des Conservatoires botaniques nationaux français
- Créé en 1979 et agréé par le Ministère de l'Environnement en 1990
- Dépend du Parc National de Port-Cros pour sa gestion administrative, juridique et financière
- Territoire d'agrément composé de neuf départements: Alpes-maritimes (Antenne à Antibes), Var (Siège à Hyères), Bouches du Rhône, Vaucluse, Gard, Lozère, Hérault (Antenne à Montferrier-sur-Lez), Aude et Pyrénées-Orientales.
- Missions:
 - Connaissance de la flore et des habitats naturels et semi-naturels, de leur état de conservation et de leur évolution sur toute l'emprise du territoire d'agrément
 - Actions de conservation *in situ* et *ex situ* sur les espèces végétales menacées
 - Expertises et conseils auprès des collectivités et des gestionnaires d'espaces naturels
 - Sensibilisation du public sur la connaissance et la conservation de la flore sauvage

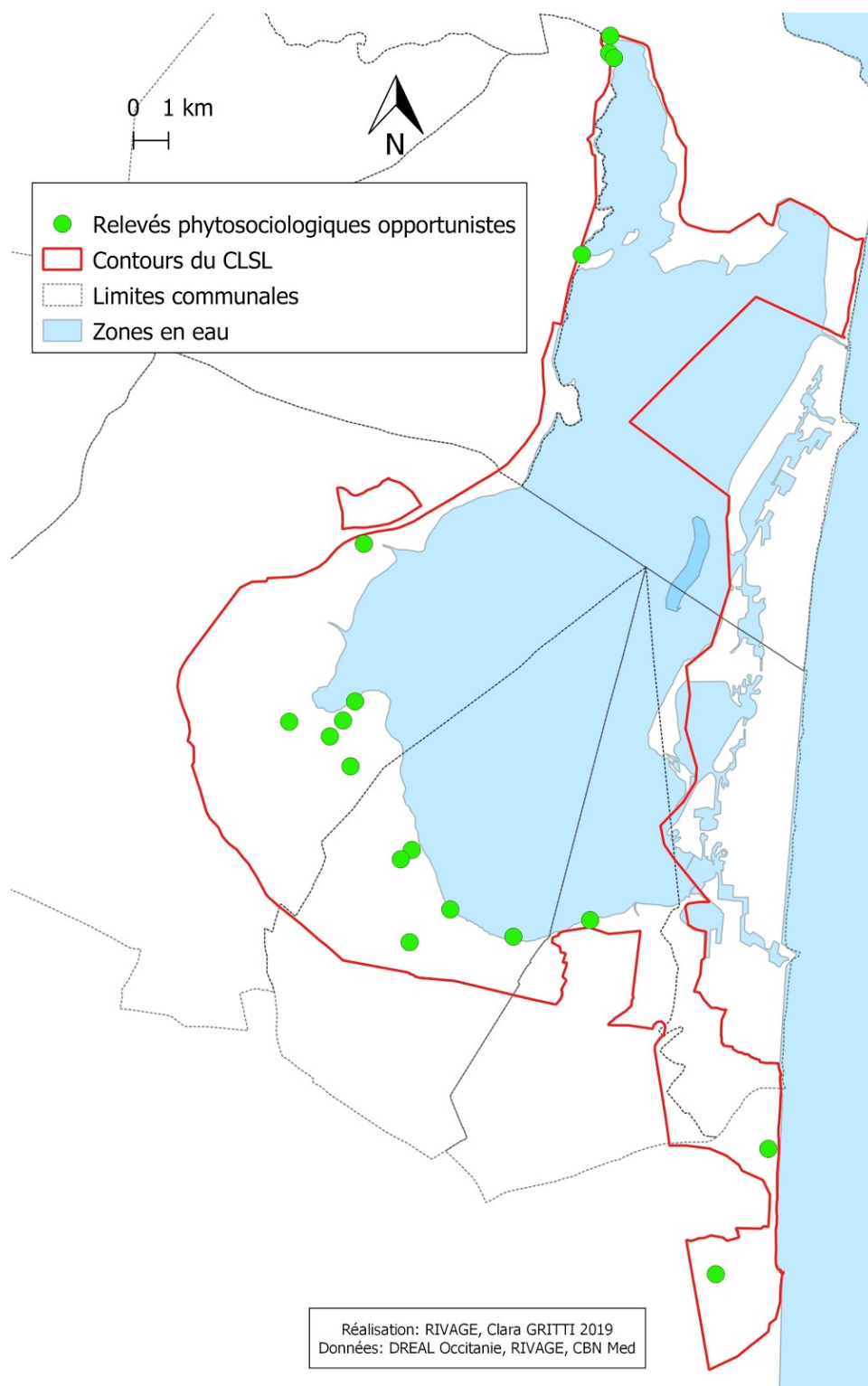
Annexe n°3 - Cartes de localisation des relevés phytosociologiques détaillées selon le type de prospections



Carte de la localisation des relevés phytosociologiques ciblés réalisés en 2019. Les relevés prévus dans la stratégie d'échantillonnage mais n'ayant pas été réalisés (non visités) sont indiqués par des triangles rouges, ceux effectivement réalisés (visités) sont indiqués par des cercles verts.



Carte de la localisation des relevés phytosociologiques aléatoires réalisés en 2019. Les relevés prévus dans la stratégie d'échantillonnage mais n'ayant pas été réalisés (non visités) sont indiqués par des triangles rouges, ceux effectivement réalisés (visités) sont indiqués par des cercles verts.



Carte de la localisation des relevés phytosociologiques opportunistes réalisés en 2019.

Annexe n°4 - Table des espèces indicatrices identifiées pour chaque habitat faisant l'objet d'une fiche habitat, tous faciès confondus

Espèce indicatrice (TaxREF v.11)	Habitat - Code EUR 28	Occurrence de l'espèce dans l'habitat	Occurrence de l'espèce hors de l'habitat	Occurrence totale de l'espèce	Nombre de relevés dans l'habitat	Nombre de relevés hors de l'habitat	Fréquence relative de l'espèce dans l'habitat	Fréquence relative de l'espèce hors de l'habitat	Fréquence de l'habitat quand l'espèce est présente	Fréquence de l'habitat quand l'espèce est absente	Classe de fidélité
<i>Salicornia europaea</i> gpe	1310	5	1	6	11	408	0,45	0,00	0,83	0,17	III
<i>Spirabassia hirsuta</i> (L.) Freitag & G.Kadereit, 2011	1310	3	1	4	11	408	0,27	0,00	0,75	0,25	II
<i>Salsola soda</i> L., 1753	1310	3	6	9	11	408	0,27	0,01	0,33	0,67	II
<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC., 1805	1310	5	19	24	11	408	0,45	0,05	0,21	0,79	III
<i>Carex divisa</i> Huds., 1762	1410	24	1	25	85	334	0,28	0,00	0,96	0,04	II
<i>Veronica arvensis</i> L., 1753	1410	18	1	19	85	334	0,21	0,00	0,95	0,05	II
<i>Gaulthia fragilis</i> (L.) P.Beauv., 1812	1410	27	6	33	85	334	0,32	0,02	0,82	0,18	II
<i>Dorycnium pentaphyllum</i> subsp. <i>gracile</i> (Jord.) Rouy, 1899	1410	28	13	41	85	334	0,33	0,04	0,68	0,32	II
<i>Halimione portulacoides</i> (L.) Aellen, 1938	1410	29	15	44	85	334	0,34	0,04	0,66	0,34	II
<i>Limonium narbonne</i> Mill., 1768	1410	55	17	72	85	334	0,65	0,05	0,76	0,24	IV
<i>Elythigia campestris</i> subsp. <i>campestris</i> (Godr. & Gren.) Kergul	1410	32	22	54	85	334	0,38	0,07	0,59	0,41	II
<i>Sarcocornia fruticosa</i> (L.) A.J.Scott, 1978	1420	27	26	53	28	391	0,96	0,07	0,51	0,49	V
<i>Halimione portulacoides</i> (L.) Aellen, 1938	1420	16	28	44	28	391	0,57	0,07	0,36	0,64	III
<i>Eryngium maritimum</i> L., 1753	2110	23	1	24	44	375	0,52	0,00	0,96	0,04	III
<i>Cakile maritima</i> subsp. <i>maritima</i> Scop., 1772	2110	21	2	23	44	375	0,48	0,01	0,91	0,09	III
<i>Euphorbia paralias</i> L., 1753	2110	14	2	16	44	375	0,32	0,01	0,88	0,13	II
<i>Anthemis maritima</i> L., 1753	2110	25	3	28	44	375	0,57	0,01	0,89	0,11	III
<i>Polygonum maritimum</i> L., 1753	2110	21	3	24	44	375	0,48	0,01	0,88	0,13	III
<i>Kali fragus</i> (L.) Scop., 1771	2110	20	3	23	44	375	0,45	0,01	0,87	0,13	III
<i>Silene nicaeensis</i> All., 1773	2110	17	4	21	44	375	0,39	0,01	0,81	0,19	II
<i>Echinophora spinosa</i> L., 1753	2110	30	6	36	44	375	0,68	0,02	0,83	0,17	IV
<i>Medicago marina</i> L., 1753	2110	34	7	41	44	375	0,77	0,02	0,83	0,17	IV
<i>Sporobolus pungens</i> (Schreb.) Kunth, 1829	2110	12	10	22	44	375	0,27	0,03	0,55	0,45	II
<i>Elythigia juncea</i> subsp. <i>juncea</i> (L.) Nevski, 1936	2110	35	16	51	44	375	0,80	0,04	0,69	0,31	IV
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>arundinacea</i> (Husn.) H.Lindb., 19	2120	1	1	2	1	418	1,00	0,00	0,50	0,50	V
<i>Convolvulus soldanella</i> L., 1753	2120	1	8	9	1	418	1,00	0,02	0,11	0,89	V
<i>Cakile maritima</i> subsp. <i>maritima</i> Scop., 1772	2120	1	22	23	1	418	1,00	0,05	0,04	0,96	V
<i>Polygonum maritimum</i> L., 1753	2120	1	23	24	1	418	1,00	0,06	0,04	0,96	V
<i>Echinophora spinosa</i> L., 1753	2120	1	35	36	1	418	1,00	0,08	0,03	0,97	V
<i>Medicago marina</i> L., 1753	2120	1	40	41	1	418	1,00	0,10	0,02	0,98	V
<i>Elythigia juncea</i> subsp. <i>juncea</i> (L.) Nevski, 1936	2120	1	50	51	1	418	1,00	0,12	0,02	0,98	V
<i>Atriplex prostrata</i> Boucher ex DC., 1805	2190	3	21	24	5	414	0,60	0,05	0,13	0,88	III
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., 1840	2190	5	158	163	5	414	1,00	0,38	0,03	0,97	V
<i>Bassia prostrata</i> (L.) Beck, 1909	2210	12	0	12	49	370	0,24	0,00	1,00	0,00	II
<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P.Beauv., 1812	2210	15	4	19	49	370	0,31	0,01	0,79	0,21	II
<i>Dactylis glomerata</i> var. <i>capitellata</i> (Link) Domin, 1943	2210	16	6	22	49	370	0,33	0,02	0,73	0,27	II
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L., 1759	2210	15	7	22	49	370	0,31	0,02	0,68	0,32	II
<i>Paronychia argentea</i> Lam., 1779	2210	23	9	32	49	370	0,47	0,02	0,72	0,28	III
<i>Ephedra distachya</i> L., 1753	2210	31	15	46	49	370	0,63	0,04	0,67	0,33	IV

Espèce indicatrice (TaxREF v.11)	Habitat - Code EUR 28	Occurrence de l'espèce dans l'habitat	Occurrence de l'espèce hors de l'habitat	Occurrence totale de l'espèce	Nombre de relevés dans l'habitat	Nombre de relevés hors de l'habitat	Fréquence relative de l'espèce dans l'habitat	Fréquence relative de l'espèce hors de l'habitat	Fréquence de l'habitat quand l'espèce est présente	Fréquence de l'habitat quand l'espèce est absente	Classe de fidélité
<i>Rumex crispus</i> L., 1753	6420	2	14	16	6	413	0,33	0,03	0,13	0,88	II
<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf., 1799	6420	3	18	21	6	413	0,50	0,04	0,14	0,86	III
<i>Asparagus officinalis</i> subsp. <i>officinalis</i> L., 1753	6420	2	19	21	6	413	0,33	0,05	0,10	0,90	II
<i>Convolvulus sepium</i> L., 1753	6420	2	20	22	6	413	0,33	0,05	0,09	0,91	II
<i>Ervum gracile</i> (Loisel.) DC., 1813	6420	3	21	24	6	413	0,50	0,05	0,13	0,88	III
<i>Daucus carota</i> L., 1753	6420	4	26	30	6	413	0,67	0,06	0,13	0,87	IV
<i>Diffuria viscosa</i> (L.) Greuter, 1973	6420	6	78	84	6	413	1,00	0,19	0,07	0,93	V
<i>Cladium mariscus</i> (L.) Pohl, 1809	7210	14	0	14	14	405	1,00	0,00	1,00	0,00	V
<i>Galium elongatum</i> C.Presl, 1822	7210	5	0	5	14	405	0,36	0,00	1,00	0,00	II
<i>Lythrum salicaria</i> L., 1753	7210	6	3	9	14	405	0,43	0,01	0,67	0,33	III
<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753	7210	4	5	9	14	405	0,29	0,01	0,44	0,56	II
<i>Baccharis halimifolia</i> L., 1753	7210	5	10	15	14	405	0,36	0,02	0,33	0,67	II
<i>Althaea officinalis</i> L., 1753	7210	4	11	15	14	405	0,29	0,03	0,27	0,73	II
<i>Convolvulus sepium</i> L., 1753	7210	7	15	22	14	405	0,50	0,04	0,32	0,68	III
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq., 1775	92A0	4	0	4	7	412	0,57	0,00	1,00	0,00	III
<i>Orebanche hederæ</i> Voucher ex Duby, 1828	92A0	3	0	3	7	412	0,43	0,00	1,00	0,00	III
<i>Rubus caesius</i> L., 1753	92A0	3	0	3	7	412	0,43	0,00	1,00	0,00	III
<i>Salix atrocinerea</i> Broth., 1804	92A0	3	0	3	7	412	0,43	0,00	1,00	0,00	III
<i>Phytosporum tabira</i> (Thunb.) W.T.Aiton, 1811	92A0	2	0	2	7	412	0,29	0,00	1,00	0,00	II
<i>Equisetum arvense</i> L., 1753	92A0	2	0	2	7	412	0,29	0,00	1,00	0,00	II
<i>Laurus nobilis</i> L., 1753	92A0	6	1	7	7	412	0,86	0,00	0,86	0,14	V
<i>Ophioglossum vulgatum</i> L., 1753	92A0	2	1	3	7	412	0,29	0,00	0,67	0,33	II
<i>Cornus sanguinea</i> L., 1753	92A0	3	3	6	7	412	0,43	0,01	0,50	0,50	III
<i>Ficus carica</i> L., 1753	92A0	3	3	6	7	412	0,43	0,01	0,50	0,50	III
<i>Carex otrubæ</i> Podp., 1922	92A0	2	3	5	7	412	0,29	0,01	0,40	0,60	II
<i>Parietaria judaica</i> L., 1756	92A0	2	4	6	7	412	0,29	0,01	0,33	0,67	II
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl, 1804	92A0	4	5	9	7	412	0,57	0,01	0,44	0,56	III
<i>Hedera helix</i> L., 1753	92A0	7	6	13	7	412	1,00	0,01	0,54	0,46	V
<i>Iris pseudacorus</i> L., 1753	92A0	2	7	9	7	412	0,29	0,02	0,22	0,78	II
<i>Potentilla reptans</i> L., 1753	92A0	3	8	11	7	412	0,43	0,02	0,27	0,73	III
<i>Rubia peregrina</i> subsp. <i>peregrina</i> L., 1753	92A0	3	8	11	7	412	0,43	0,02	0,27	0,73	III
<i>Sonchus oleraceus</i> L., 1753	92A0	2	8	10	7	412	0,29	0,02	0,20	0,80	II
<i>Symphytichum squamatum</i> (Spreng.) G.L.Nesom, 1995	92A0	2	8	10	7	412	0,29	0,02	0,20	0,80	II
<i>Lonicera japonica</i> Thunb., 1784	92A0	6	11	17	7	412	0,86	0,03	0,35	0,65	V
<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf., 1799	92A0	5	16	21	7	412	0,71	0,04	0,24	0,76	IV
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott, 1818	92A0	3	16	19	7	412	0,43	0,04	0,16	0,84	III
<i>Rubia hircorum</i> L., 1753	92D0	5	1	6	22	397	0,23	0,00	0,83	0,17	II
<i>Bryonia cretica</i> subsp. <i>dioca</i> (Jacq.) Tutin, 1968	92D0	11	3	14	22	397	0,50	0,01	0,79	0,21	III
<i>Geranium rotundifolium</i> L., 1753	92D0	9	19	28	22	397	0,41	0,05	0,32	0,68	III

Espece indicatrice (TaxREF.v.11)	Habitat - Code EUR 28	Occurrence de l'espece dans l'habitat	Occurrence de l'espece hors de l'habitat	Occurrence totale de l'espece	Nombre de relevés dans l'habitat	Nombre de relevés hors de l'habitat	Fréquence relative de l'espece dans l'habitat	Fréquence relative de l'espece hors de l'habitat	Fréquence de l'habitat quand l'espece est présente	Fréquence de l'habitat quand l'espece est absente	Classe de fidélité
<i>Alkanna matthioli</i> Tausch, 1824	2210	24	17	41	49	370	0,49	0,05	0,59	0,41	III
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv., 1815	2210	34	26	60	49	370	0,69	0,07	0,57	0,43	IV
<i>Potamogeton nodosus</i> Poë, 1816	3260	1	0	1	2	417	0,50	0,00	1,00	0,00	III
<i>Myriophyllum spicatum</i> L., 1753	3260	1	1	2	2	417	0,50	0,00	0,50	0,50	III
<i>Potamogeton coloratus</i> Hornem., 1813	3260	1	2	3	2	417	0,50	0,00	0,33	0,67	III
<i>Ludwigia peploides</i> subsp. <i>montevidensis</i> (Spreng.) P.H. Rave	3260	1	2	3	2	417	0,50	0,00	0,33	0,67	III
<i>Helosciadium nodiflorum</i> (L.) W.D.J. Koch, 1824	3260	1	8	9	2	417	0,50	0,02	0,11	0,89	III
<i>Samolus valerandi</i> L., 1753	3260	1	8	9	2	417	0,50	0,02	0,11	0,89	III
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud., 1840	3260	2	161	163	2	417	1,00	0,39	0,01	0,99	V
<i>Ononis minutissima</i> L., 1753	6220	9	0	9	21	398	0,43	0,00	1,00	0,00	III
<i>Cheirum tricoctan</i> L., 1753	6220	9	0	9	21	398	0,43	0,00	1,00	0,00	III
<i>Allium roseum</i> L., 1753	6220	6	0	6	21	398	0,29	0,00	1,00	0,00	II
<i>Ruta angustifolia</i> Pers., 1805	6220	5	0	5	21	398	0,24	0,00	1,00	0,00	II
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) P. Beauv., 1812	6220	15	1	16	21	398	0,71	0,00	0,94	0,06	IV
<i>Asparagus acutifolius</i> L., 1753	6220	14	1	15	21	398	0,67	0,00	0,93	0,07	IV
<i>Thymus vulgaris</i> L., 1753	6220	6	1	7	21	398	0,29	0,00	0,86	0,14	II
<i>Olea europaea</i> L., 1753	6220	8	3	11	21	398	0,38	0,01	0,73	0,27	II
<i>Euphorbia exigua</i> subsp. <i>exigua</i> L., 1753	6220	6	3	9	21	398	0,29	0,01	0,67	0,33	II
<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nyman, 1882	6220	11	6	17	21	398	0,52	0,02	0,65	0,35	III
<i>Foeniculum vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i> Mill., 1768	6220	7	7	14	21	398	0,33	0,02	0,50	0,50	II
<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. ex F.W. Schmidt, 1795	6220	8	8	16	21	398	0,38	0,02	0,50	0,50	II
<i>Sonchus bulbosus</i> (L.) N. Killian & Greuter, 2003	6220	8	11	19	21	398	0,38	0,03	0,42	0,58	II
<i>Pistacia lentiscus</i> L., 1753	6220	8	14	22	21	398	0,38	0,04	0,36	0,64	II
<i>Euphorbia segetalis</i> subsp. <i>segetalis</i> L., 1753	6220	7	23	30	21	398	0,33	0,06	0,23	0,77	II
<i>Eryngium campestre</i> L., 1753	6220	10	25	35	21	398	0,48	0,06	0,29	0,71	III
<i>Sonchus tenerimus</i> L., 1753	6220	11	32	43	21	398	0,52	0,08	0,26	0,74	III
<i>Medicago lupulina</i> L., 1753	6420	2	1	3	6	413	0,33	0,00	0,67	0,33	II
<i>Trifolium pratense</i> var. <i>pratense</i>	6420	2	1	3	6	413	0,33	0,00	0,67	0,33	II
<i>Holcus lanatus</i> L., 1753	6420	2	2	4	6	413	0,33	0,00	0,50	0,50	II
<i>Cirsium monspessulanum</i> (L.) Hill, 1768	6420	2	2	4	6	413	0,33	0,00	0,50	0,50	II
<i>Scirpoides holoschoenus</i> subsp. <i>holoschoenus</i> (L.) Solik, 197	6420	2	3	5	6	413	0,33	0,01	0,40	0,60	II
<i>Schedonorus arundinaceus</i> (Schreb.) Dumort., 1824	6420	2	3	5	6	413	0,33	0,01	0,40	0,60	II
<i>Blackstonia perfoliata</i> subsp. <i>perfoliata</i> (L.) Huds., 1762	6420	2	6	8	6	413	0,33	0,01	0,25	0,75	II
<i>Picris hieracioides</i> subsp. <i>hieracioides</i> L., 1753	6420	3	8	11	6	413	0,50	0,02	0,27	0,73	III
<i>Vicia segetalis</i> Thuill., 1799	6420	3	9	12	6	413	0,50	0,02	0,25	0,75	III
<i>Lotus maritimus</i> L., 1753	6420	2	10	12	6	413	0,33	0,02	0,17	0,83	II
<i>Carex distans</i> L., 1759	6420	4	11	15	6	413	0,67	0,03	0,27	0,73	IV
<i>Schedonorus arundinaceus</i> subsp. <i>mediterraneus</i> (Hack.) H.	6420	3	12	15	6	413	0,50	0,03	0,20	0,80	III
<i>Hypochoeris radicata</i> L., 1753	6420	2	14	16	6	413	0,33	0,03	0,13	0,88	II

Espèce indicatrice (TaxREF v.11)	Habitat - Code EUR 28	Occurrence de l'espèce dans l'habitat	Occurrence de l'espèce hors de l'habitat	Occurrence totale de l'espèce	Nombre de relevés dans l'habitat	Nombre de relevés hors de l'habitat	Fréquence relative de l'espèce dans l'habitat	Fréquence relative de l'espèce hors de l'habitat	Fréquence de l'habitat quand l'espèce est présente	Fréquence de l'habitat quand l'espèce est absente	Classe de fidélité
<i>Limonium echinoides</i> (L.) Mill., 1768	92D0	7	23	30	22	397	0,32	0,06	0,23	0,77	II
<i>Tamarix gallica</i> L., 1753	92D0	22	24	46	22	397	1,00	0,06	0,48	0,52	V
<i>Senecio inaequidens</i> DC., 1838	92D0	10	32	42	22	397	0,45	0,08	0,24	0,76	III

Annexe n°5 - Table des espèces indicatrices identifiées pour l'habitat 6220* en distinguant les deux faciès

Faciès de l'habitat 6220*	Nom scientifique de l'espèce (TaxREF v. 11)	Occurrence de l'espèce dans l'habitat 6220*	Occurrence hors de l'habitat 6220*	Occurrence totale de l'espèce	Nombre de relevés dans l'habitat 6220*	Nombre de relevés hors de l'habitat 6220*	Fréquence relative de l'espèce dans l'habitat 6220*	Fréquence relative de l'espèce hors de l'habitat 6220*	Fréquence relative de l'habitat 6220* par rapport à l'espèce	Fréquence relative de l'habitat par rapport aux autres taxons recensés	Classe de fidélité de l'espèce
A	<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) P.Beauv., 1812	15	1	16	15	404	1,00	0,00	0,94	0,06	V
	<i>Asparagus acutifolius</i> L., 1753	14	1	15	15	404	0,93	0,00	0,93	0,07	V
	<i>Sonchus tenerimus</i> L., 1753	11	32	43	15	404	0,73	0,08	0,26	0,74	IV
	<i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> (Roth) Nymann, 1882	11	6	17	15	404	0,73	0,01	0,65	0,35	IV
	<i>Eryngium campestre</i> L., 1753	10	25	35	15	404	0,67	0,06	0,29	0,71	IV
	<i>Ononis minutissima</i> L., 1753	9	0	9	15	404	0,60	0,00	1,00	0,00	III
	<i>Cheorum tricoctan</i> L., 1753	9	0	9	15	404	0,60	0,00	1,00	0,00	III
	<i>Olea europaea</i> L., 1753	8	3	11	15	404	0,53	0,01	0,73	0,27	III
	<i>Pistacia lentiscus</i> L., 1753	8	14	22	15	404	0,53	0,03	0,36	0,64	III
	<i>Sonchus bulbosus</i> (L.) N.Kilian & Greuter, 2003	8	11	19	15	404	0,53	0,03	0,42	0,58	III
	<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. ex F.W.Schmidt, 1795	7	9	16	15	404	0,47	0,02	0,44	0,56	III
	<i>Foeniculum vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i> Mill., 1768	7	7	14	15	404	0,47	0,02	0,50	0,50	III
	<i>Thymus vulgaris</i> L., 1753	6	1	7	15	404	0,40	0,00	0,86	0,14	II
	<i>Euphorbia exigua</i> subsp. <i>exigua</i> L., 1753	6	3	9	15	404	0,40	0,01	0,67	0,33	II
	<i>Euphorbia segetalis</i> subsp. <i>segetalis</i> L., 1753	6	24	30	15	404	0,40	0,06	0,20	0,80	II
	<i>Allium roseum</i> L., 1753	6	0	6	15	404	0,40	0,00	1,00	0,00	II
	<i>Ruta angustifolia</i> Pers., 1805	5	0	5	15	404	0,33	0,00	1,00	0,00	II
	<i>Galium murale</i> (L.) All., 1785	5	17	22	15	404	0,33	0,04	0,23	0,77	II
	<i>Iris lutescens</i> Lam., 1789	4	0	4	15	404	0,27	0,00	1,00	0,00	II
	<i>Phlomis lychnitis</i> L., 1753	4	0	4	15	404	0,27	0,00	1,00	0,00	II
	<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau, 1909	4	8	12	15	404	0,27	0,02	0,33	0,67	II
	<i>Valantia muralis</i> L., 1753	4	8	12	15	404	0,27	0,02	0,33	0,67	II
	<i>Rubia perigrina</i> subsp. <i>peregrina</i> L., 1753	4	7	11	15	404	0,27	0,02	0,36	0,64	II
	<i>Asphodelus cerasiferus</i> J.Gay, 1857	4	0	4	15	404	0,27	0,00	1,00	0,00	II
B	<i>Alkanna matthioli</i> Tausch, 1824	6	35	41	6	413	1,00	0,08	0,15	0,85	V
	<i>Limonium echinoides</i> (L.) Mill., 1768	5	25	30	6	413	0,83	0,06	0,17	0,83	V
	<i>Campanula erinus</i> L., 1753	5	9	14	6	413	0,83	0,02	0,36	0,64	V
	<i>Filago pyramidalata</i> L., 1753	5	22	27	6	413	0,83	0,05	0,19	0,81	V
	<i>Vulpia ciliata</i> subsp. <i>ciliata</i> Dumort., 1824	4	15	19	6	413	0,67	0,04	0,21	0,79	IV
	<i>Lysimachia arvensis</i> (L.) U.Manns & Anderb., 2009	4	42	46	6	413	0,67	0,10	0,09	0,91	IV
	<i>Phleum arenarium</i> L., 1753	2	3	5	6	413	0,33	0,01	0,40	0,60	II
	<i>Vulpia fasciculata</i> (Forsk.) Fritsch, 1909	2	8	10	6	413	0,33	0,02	0,20	0,80	II
	<i>Corynephorus canescens</i> (L.) P.Beauv., 1812	2	17	19	6	413	0,33	0,04	0,11	0,89	II

Annexe n°6 - Typologie locale des habitats d'intérêt communautaire du Complexe Lagunaire de Salses-Leucate

Le lecteur est invité à se référer au document complémentaire joint au rapport.

Référence du document complémentaire :

Gritti, C. 2019. Typologie locale des habitats d'intérêt communautaire du site Natura 2000 du Complexe Lagunaire de Salses-Leucate.

RÉSUMÉ

L'interprétation des habitats d'intérêt communautaire recensés dans les sites naturels inscrits dans le réseau Natura 2000 est essentielle à leur gestion. Cette interprétation est notamment primordiale lors de la cartographie des habitats d'un site donné qui doit être régulièrement renouvelée. Or, les rattachements entre les observations de terrain et les définitions des habitats d'intérêt communautaire sont variables en fonction des observateurs. De ce fait, la comparaison de deux cartographies successives dans le temps paraît peu fiable. Aussi, dans un souci de reproductibilité et de traçabilité, le projet de conception d'une typologie locale des habitats d'intérêt communautaire a émergé pour le site Natura 2000 du "Complexe Lagunaire de Salses-Leucate". L'étude de données phytosociologiques a permis d'identifier des espèces indicatrices et des critères absolus d'interprétation, spécifiquement liés à ce site Natura 2000. Un catalogue de fiches habitats a été conçu, comprenant entre autres des informations sur les habitats et leur végétation associée, ainsi que sur les difficultés de rattachements. La typologie ainsi créée a pour but de pouvoir identifier et distinguer les habitats recensés sur le site, sans aucune ambiguïté. Elle pourra profiter non seulement à tous les travaux de cartographie futurs, mais aussi aux actions de gestion menées sur le site.

ABSTRACT

The interpretation of habitats of community interest of Natura 2000 natural sites is essential for their management. This interpretation is also fundamental for habitats mapping, which must be update regularly. Yet, assignments of field observations to definitions of habitats of community interest are subjective. Consequently, the comparison between two successive habitats maps is unreliable. For the purpose of replicability and traceability, the conception of a local typology of habitats emerged in the Natura 2000 site "Complexe Lagunaire de Salses-Leucate". The survey of phytosociological data allowed to identify diagnostic species and absolute criteria of interpretation, specifically linked to this Natura 2000 site. A catalogue of habitat sheets was created, including informations about habitats and their associated vegetation and also about assignment problems. The created typology aims to identify and differentiate habitats in the Natura 2000 site, unambiguously. It may benefit to all future works of habitats mapping and management.