



LA LISTE ROUGE des écosystèmes en France

Description des marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen

Rapport descriptif | 2023



Avec le soutien de :



Les auteurs de ce rapport souhaitent remercier les membres du comité technique du chapitre de la Liste rouge des écosystèmes dédié aux marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen français, pour leurs retours à l'occasion de l'atelier de travail du 17 novembre 2022 : ANDRÈS Salomé (PatriNat), ARGAGNON Olivier (CBN méditerranéen de Porquerolles), ARNASSANT Stéphan (PNR Camargue), BARRAS Nathalie (Conservatoire du littoral, antenne Occitanie), DUMOULIN Jérémy (CBN Corse), GAUDILLAT Vincent (PatriNat), GIGOT Guillaume (PatriNat), HALLOSSERIE Agnès (CF UICN), KLESWZEWSKI Mario (CEN Occitanie), MAUCLERT Virginie (Tour du Valat), NOBLE Virgile (CBN méditerranéen de Porquerolles), RONDEAU Clara (ADENA), VANALDERWEIRELDT Lucie (CNRS, LEFE/PatriNat).

- Publié par : Comité français de l'UICN, Montreuil, France
- Produit par : CBN Méditerranéen de Porquerolles
Comité français de l'UICN
- Citation recommandée : Sirvent L., Argagnon O., Sauve A., 2023. Description des marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen. Rapport préliminaire de la Liste rouge des écosystèmes. Comité français de l'UICN, Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles. Montreuil, France, 102 pages.
- Rédaction : SIRVENT Laure (CBN Méditerranéen de Porquerolles, CEFE-CNRS)
SAUVE Alix (Comité français de l'UICN)
- Contributeurs : Le recensement des végétations faisant partie du périmètre écologique de cette étude, ainsi que les correspondances avec différentes typologies d'habitats et de végétations, ont été établis avec l'appui de DUMOULIN Jérémy (CBN de Corse) et NOBLE Virgile (CBN Méditerranéen de Porquerolles).

La liste des espèces végétales exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes a été produite avec l'appui de COTTAZ Cyril (CBN Méditerranéen de Porquerolles, PN de Port-Cros) et PETIT Yohan (CBN de Corse).
- Crédit photographique : SIRVENT Laure, sauf mention contraire
- Photographies de couverture : F. ANDRIEU, CBN Méditerranéen de Porquerolles (1, 6) ; L. SIRVENT, CBN Méditerranéen de Porquerolles (2, 4, 5, 7, 10, 12, 15) ; H. SIGNORET (3) ; Y. MORVANT (8) ; J.C. ARNOUX (9) ; H. MICHAUD, CBN Méditerranéen de Porquerolles (11) ; J. UGO, CBN Méditerranéen de Porquerolles (13) ; M. PIRES, CBN Méditerranéen de Porquerolles (14)
numérotation de gauche à droite, et de haut en bas

Sommaire

I.	INTRODUCTION	6
1.1.	Les zones humides du littoral méditerranéen français : des espaces sous pressions	6
1.2.	Focus sur les marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen français.....	7
2.	DEMARCHE DE L'ETUDE.....	31
2.1.	Périmètre de l'étude	31
2.2.	Choix des écosystèmes à évaluer	31
2.3.	Cartographie préliminaire des écosystèmes	34
3.	DESCRIPTIONS DES ECOSYSTEMES DE MARAIS SALES COTIERS ET ROSELIERES DU LITTORAL MEDITERRANEEN FRANÇAIS.....	36
	Laissez d'étangs saumâtres méditerranéens.....	38
	Marais salés pionniers méditerranéens à <i>Salicornia</i> , <i>Suaeda</i> et <i>Salsola</i>	43
	Marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à <i>Frankenia</i> , <i>Spergula</i> et <i>Parapholis</i>	48
	Gazons subhalophiles amphibies pionniers méditerranéens	52
	Prés salés méditerranéens	57
	Fourrés halophiles méditerranéens	64
	Steppes salées méditerranéennes	70
	Roselières d'eaux saumâtres méditerranéennes.....	74
	Scirpaies halophiles méditerranéennes	80
4.	TABLE DES FIGURES	85
5.	LISTE DES TABLEAUX.....	88
6.	BIBLIOGRAPHIE GENERALE.....	89
7.	ANNEXES.....	95

Avant-propos

La Liste rouge des écosystèmes (LRE) est une méthode d'évaluation du risque d'effondrement des écosystèmes, développée par un comité d'experts de la commission « gestion des écosystèmes » (CEM) de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la Nature) au cours des années 2000, et adoptée par l'union en 2014. En se basant sur des critères scientifiques, cet outil permet d'identifier de façon standardisée les écosystèmes les plus vulnérables et pour lesquels des actions urgentes de conservation voire de restauration sont nécessaires.

En France, cet outil d'évaluation et de transfert de connaissances est mis en œuvre par le Comité français de l'UICN depuis 2012 (lors de sa phase de test), en partenariat avec l'UAR PatriNat (OFB, MNHN, CNRS, IRD). À l'image de la Liste rouge des espèces menacées, telle qu'elle est mise en œuvre sur les territoires français, l'évaluation des écosystèmes français fait l'objet de *chapitres* réunissant les écosystèmes d'un même type dans une zone biogéographique donnée. Outils d'alerte et de transfert de connaissances, ces évaluations se fondent sur un état des connaissances et des données disponibles à la date de leur production, et s'appuient sur l'expertise d'un comité technique constitué pour chaque chapitre de la LRE. Les résultats sont diffusés sur l'INPN (Inventaire national du patrimoine naturel), ainsi que sous le format d'une brochure synthétique à destination de tous. Un rapport technique, mémoire de la mise en œuvre de chaque exercice d'évaluation et synthèse des ressources mobilisées, accompagne ces modes de diffusion.

Au regard de leur appartenance à un *hotspot* de biodiversité, les écosystèmes du littoral méditerranéen français ont fait l'objet d'une attention particulière dans le développement de la LRE en France. Lancé en 2015, cet exercice d'évaluation a abouti à la publication de deux volumes, dédiés aux rivages sableux (2020) et aux rivages rocheux (2022). L'évaluation des écosystèmes observés sur un substrat humide – les marais salés côtiers et les roselières du littoral – constituent le 3^e et dernier volume de ce chapitre dédié aux littoraux méditerranéens français.

C'est dans ce contexte que le Comité français de l'UICN a fait appel à l'expertise du Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles pour élaborer la liste des écosystèmes susceptible d'être évalués dans ce cadre, produire une description détaillée de ces écosystèmes, ainsi qu'un bilan des pressions et menaces auxquels ils sont exposés. Le présent document, qui constitue la première partie du rapport technique du 3^e volume de la LRE dédiée aux littoraux méditerranéens français, présente ce travail, fondamental à l'élaboration de toute évaluation selon les critères de la LRE de l'UICN.

Face à la diversité de typologies d'habitats pouvant être mobilisée dans l'exercice d'élaboration d'une liste d'écosystèmes à évaluer et aux abondantes discussions qui accompagne la définition du périmètre d'une évaluation, il convient de souligner que la liste des écosystèmes à évaluer est susceptible de varier entre ce document et la publication finale. En d'autres termes, cette étude, qui constitue un préalable à l'évaluation, fournit une base de travail non figée – elle fait une proposition à un instant t – à la poursuite du travail d'évaluation.

Acronymes

Acronyme	Définition
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CAR/ASP	Centre d'activités régionales pour les aires spécialement protégées <i>Specially Protected Areas/Regional Activity Centre (SPA/RAC)</i> en anglais
CBN	Conservatoire botanique national
Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CORINE	COordination et Recherche de l'INformation en Environnement
DCE	Directive cadre sur l'eau
DHFF	Directive Habitats-Faune-Flore
EEE	Espèce exotique envahissante
EUNIS	<i>EUropean Nature Information System</i> Système européen d'information sur la nature, en français
EVEE	Espèce végétale exotique envahissante
EVEpotE	Espèces végétales exotiques potentiellement envahissantes
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i> , en anglais
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
INPN	Inventaire national du patrimoine naturel
LRE	Liste rouge des écosystèmes
MNHN	Muséum national d'histoire naturelle
NGF	Nivellement général de la France
OFB	Office français pour la biodiversité
Opie	Office pour la protection des Insectes et de leur environnement
OZHM	Observatoire des zones humides méditerranéennes
PCB	Polychlorobiphényle
PEE	Plante exotique envahissante
PN	Parc national
PNUE/PAM	Plan d'action pour la Méditerranée du programme des Nations Unies pour l'environnement
RCP	<i>Representative Concentration Pathway</i> Trajectoires représentatives de concentration, en français
SYMBO	Syndicat mixte du bassin de l'Or
UAR	Unité d'appui et de recherche
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature

I. Introduction

I.1. Les zones humides du littoral méditerranéen français : des espaces sous pressions

Depuis plus de deux siècles, l'augmentation de la population humaine s'est accompagnée d'une surexploitation des ressources naturelles et d'une transformation des écosystèmes. Ces changements ont abouti à un déclin sans précédent de la biodiversité. Les zones humides sont probablement le type d'écosystème le plus sévèrement affecté par la perte et la dégradation des écosystèmes et par cette chute de la biodiversité (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). À l'échelle mondiale, les études démontrent que les zones humides subissent un déclin continu dans leur qualité et leur superficie, qui aurait diminué de 64% à 71 % depuis 1900 (Beltrame *et al.* 2015).

Caractérisées par la présence d'eau, de façon temporaire ou permanente, et variable au cours de l'année, les zones humides abritent d'innombrables espèces de plantes et d'animaux. Figurant parmi les écosystèmes les plus divers et les plus productifs, les zones humides fournissent des **services écosystémiques essentiels** : de l'apport d'eau douce à l'alimentation et aux matériaux de construction en passant par la biodiversité, la maîtrise des crues, la recharge des nappes souterraines et l'atténuation des changements climatiques. Le Congrès mondial de la nature de l'UICN en 2021 a mis en lumière leur importance pour la survie de l'humanité, les menaces colossales qui pèsent sur elles, tout en montrant paradoxalement la faible visibilité et prise en compte de ces sujets dans les agendas politiques¹.

En Europe, la **Convention sur les zones humides, entrée en vigueur en 1975**, est le plus ancien de tous les accords modernes mondiaux et intergouvernementaux sur l'environnement. Maintenant appelée **convention de Ramsar**, elle a pour mission « la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier ». Cette convention a adopté une **large définition des zones humides comprenant tous les lacs et cours d'eau, les aquifères souterrains, les marécages et marais, les prairies humides, les tourbières, les oasis, les estuaires, les deltas et étendues intertidales, les mangroves et autres zones côtières, les récifs coralliens et tous les sites artificiels tels que les étangs de pisciculture, les rizières, les retenues et les marais salés**.

Dans ce panorama européen, **le bassin méditerranéen est un hotspot de biodiversité**, unique en raison de son climat particulier et de sa longue histoire humaine et culturelle. Les zones humides s'étendaient autrefois sur de vastes étendues du bassin, mais pendant des siècles, elles ont été considérées comme des terres à drainer, remblayer, défricher et à rendre « productives ». Ce processus s'est fortement accéléré au XX^e siècle avec le développement fulgurant de sa population (Off Your Map 2020). Fondée en 1991, l'initiative pour les zones humides méditerranéennes (MedWet) a pour mission de soutenir la protection effective des fonctions et valeurs des zones humides et l'utilisation durable de leurs ressources et services. L'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM) travaille, depuis 2009, à fournir des informations actualisées sur ces écosystèmes. Les zones humides de la région méditerranéenne couvrent 18,5 millions d'hectares (Off Your Map 2020), soit 1 à 2 % des zones humides mondiales. La Méditerranée reçoit en moyenne seulement 3 % des ressources mondiales en eau (PNUE/PAM 2009). Malgré la surface et les ressources en eau restreintes, les zones humides méditerranéennes sont de véritables réservoirs de vie. **Environ 2 500 espèces de vertébrés y sont recensées et jusqu'à 10 % des espèces de plantes vasculaires du monde**. Un quart des espèces recensées dépendent de ces milieux pour leur survie.

En France, la préservation des milieux naturels est une préoccupation croissante au sein de la société et l'État s'est engagé à conserver les écosystèmes et les services qu'ils fournissent, en particulier à travers la **Stratégie nationale pour les aires protégées 2030**. Le **code de l'environnement définit les zones humides comme des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année**. Les critères retenus pour les délimiter sont basés sur la morphologie des sols, liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle (cotes de crue, de marée ou de niveau phréatique) et sur la présence éventuelle de plantes hygrophiles ("Article R211-108 - Code de l'environnement - Légifrance" 2022). La protection des zones humides est un enjeu central de la politique nationale de protection de la biodiversité et des ressources en eau, notamment au travers du **plan national zones humides 2022-2026**. Ces milieux ont déjà très largement disparu en France et sont victimes de nombreuses dégradations, entraînant la modification

¹ Notamment via les résolutions suivantes : WCC-2020-Res-017-FR « [Protection des débits d'eau naturels pour la conservation des zones humides](#) » ; WCC-2020-Res-030-FR « [Renforcer la résilience des zones côtières face au changement climatique, à la crise de la biodiversité et au développement côtier rapide](#) » ; WCC-2020-Res-078-FR « [Conservation, restauration et gestion durable des écosystèmes de mangroves](#) ».

des écosystèmes et de leur fonctionnement, la perte ou détérioration de la ressource en eau, des habitats, des espèces qui en dépendent et aussi des pertes économiques et d'agrément pour les usages anthropiques (Ministère de la transition écologique 2022). A quelques rares exceptions près, les régimes d'inondation de ces zones sont maintenant gérés artificiellement (Off Your Map 2020).

Les zones humides méditerranéennes françaises considérées comme littorales sont situées dans une **bande côtière de 100 km de largeur** (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2014). À l'interface terre-mer, elles sont soumises à l'influence du sel et sont principalement saumâtres. Les deltas de fleuves, les lagunes ou étangs littoraux côtiers en font partie, tout comme les marais salés attenants. Ces marais salés côtiers qui sont régulièrement ou sporadiquement immergés, sont en contact avec à la fois de l'eau douce et de l'eau salée, via le bassin versant ou un delta, ou via les lagunes et les graus qui sont reliés à la mer. La France possède la deuxième plus grande zone de lagunes et de marais salés de la Méditerranée : le delta du Rhône en Camargue. On retrouve aussi ces écosystèmes sur les côtes sableuses du Languedoc-Roussillon et de la Corse. **Les marais salés côtiers sont des écosystèmes complexes et diversifiés en matière de faune, de flore et d'habitats naturels, car ils subissent de fortes contraintes écologiques.** La flore de ces écosystèmes a développé des caractéristiques lui permettant de s'adapter à deux contraintes majeures qui sont : la présence de sel et les épisodes de submersion. Les roselières salines littorales sont par exemple immergées pendant plus de 6 mois. Ces écosystèmes de marais salés côtiers et de roselières constituent non seulement des sites de reproduction et d'hivernage pour des millions d'oiseaux, mais ils jouent également le rôle d'étape pour ceux qui s'y nourrissent et s'y reposent lors de leurs migrations annuelles.

Bien que de nombreux travaux scientifiques aient été récemment lancés sur ces écosystèmes, à l'échelle européenne, de nombreux éléments concernant leur gestion, leur restauration, leur résilience, voire leur fonctionnement biogéochimique et hydrologique, restent peu connus (Garbutt *et al.* 2017). **Ces connaissances acquises récemment nécessitent encore d'être renforcées et rendues disponibles afin d'apporter les moyens nécessaires à leur protection.**

Le Comité français de l'UICN porte une attention particulière aux enjeux de la biodiversité au sein de la zone biogéographique méditerranéenne et s'est fixé comme objectif de mobiliser les membres et les experts français sur les enjeux liés à la Méditerranée via la Liste rouge des écosystèmes. **La méthodologie de la Liste rouge des écosystèmes élaborée par l'UICN permet de mobiliser la meilleure connaissance disponible pour informer la société sur le risque d'effondrement de ces écosystèmes, mais également d'accompagner les décideurs vers un aménagement durable du littoral méditerranéen.** Cette méthodologie a précédemment été appliquée aux écosystèmes littoraux méditerranéens de dunes côtières et rivages sableux, ainsi qu'aux côtes rocheuses, rivages de galets et graviers.

Ce 3^e volume de la Liste rouge des écosystèmes en France dédié aux littoraux méditerranéens concerne les écosystèmes de marais salés côtiers et roselières. La section qui suit porte successivement sur la distribution des écosystèmes de marais salés côtiers et roselières en région méditerranéenne française, le contexte environnemental, les espèces caractéristiques, les menaces qui pèsent sur ces écosystèmes, ainsi que les descriptions détaillées de chaque écosystème évalué.

I.2. Focus sur les marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen français

I.2.1. Répartition spatiale

Plusieurs cartographies des zones humides ont été réalisées à grande échelle : citons par exemple, l'inventaire des zones importantes pour la conservation des oiseaux de BirdLife International ou la délimitation des zones humides d'importance internationale dans le cadre de la convention Ramsar (Beltrame *et al.* 2015). Cependant, il n'existe pas à l'heure actuelle d'inventaire complet concernant les zones humides du littoral méditerranéen français, ni des végétations halophiles associées qui sont évaluées dans ce volume. **D'ici fin 2024, l'ensemble des zones humides françaises devraient avoir été cartographiées dans le cadre du Plan National milieux humides**, ainsi que les habitats naturels, semi-naturels et anthropiques concernés, afin de pouvoir évaluer leur état préservé, altéré ou détruit (Ministère de la transition écologique 2022). Il est donc nécessaire actuellement de combiner plusieurs sources d'informations de type hydrologique (inventaires existants au niveau régional ou local), topographique, géologique (substrat : sédiments fins sableux, vaseux) et biologique (cartographie de végétations de France, des sites Natura 2000) afin d'identifier au mieux la distribution de ces écosystèmes. **La délimitation du caractère côtier et halophile reste difficile à réaliser.** Pour l'instant, la cartographie des milieux potentiellement humides de la France métropolitaine (Thiry *et al.* 2014), donne une première base d'information de localisation de ces écosystèmes, bien qu'elle surestime leur surface (Figure 1). Une mise à jour (2021-2022) de cette cartographie nationale des milieux humides est en cours, avec le concours de l'université de Rennes 2, de l'UAR PatriNat (OFB-MNH-CNRS-IRD), de l'Institut Agro, d'INRAE et de la Tour du Valat.

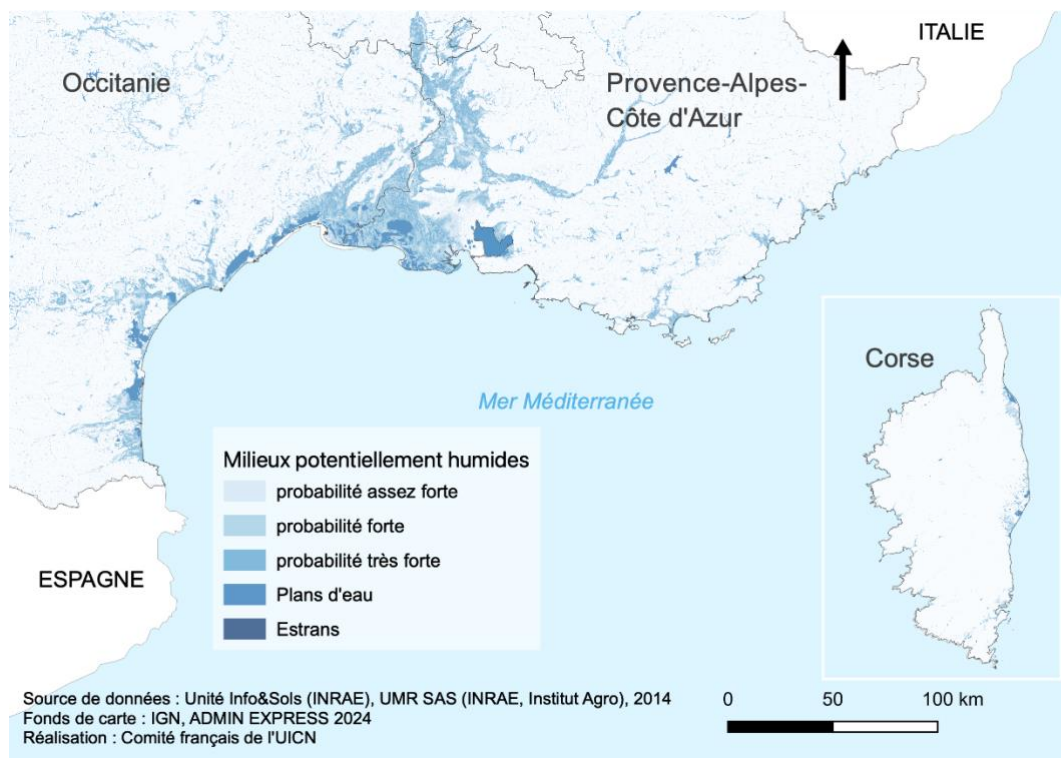


Figure 1. Localisation des zones humides potentielles du littoral méditerranéen (Thiry *et al.* 2014).

Les marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen se situent essentiellement en retrait des côtes méditerranéennes sableuses, qui représentent **environ 20 % du linéaire côtier méditerranéen en France** (Sauve *et al.* 2022). Les départements de l'Aude, de l'Hérault, des Bouches-du-Rhône et le sud du Gard sont les plus concernés. Ces écosystèmes sont localisés tout autour des étangs saumâtres languedociens : citons par exemple, le complexe lagunaire de Salses-Leucate, l'étang de Bages au sein du Parc naturel régional de la narbonnaise, les étangs Palavasiens et l'étang de l'Or. Les zones humides du littoral de l'Occitanie représenteraient 11 275 ha (ADENA 2020). En allant plus à l'est, on trouve ces écosystèmes, sur de vastes étendues, en Camargue, au sein du delta du Rhône. C'est la plus grande zone humide littorale de France, avec près de 150 000 ha (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Le delta s'étend sur près de 80 km de rivage sableux en connexion avec la mer. Il est bordé par la Camargue gardoise à l'ouest du petit Rhône, et la zone du Plan du Bourg à l'est du Grand Rhône. Un peu plus à l'est, on retrouve ces écosystèmes sur le pourtour de l'étang de Berre et très ponctuellement au sein du littoral rocheux de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. La côte orientale de la Corse abrite aussi ces écosystèmes, au niveau par exemple de l'étang de Biguglia, de Diane ou d'Urbino.

1.2.2. Fonctionnement

Le fonctionnement écologique d'un écosystème dépend de celui des différents compartiments biotiques et abiotiques qui le composent, ainsi que des liens existants entre eux. Garbutt et son équipe (Garbutt *et al.* 2017) ont mis en évidence, dans leur synthèse, les composantes essentielles du fonctionnement des marais salés du nord de l'Europe (Figure 2). Les marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen sont aussi soumis à de forts gradients environnementaux (à l'exception de l'effet plus important de la marée en atlantique) et présentent les mêmes grands types de compartiments (Figure 2).

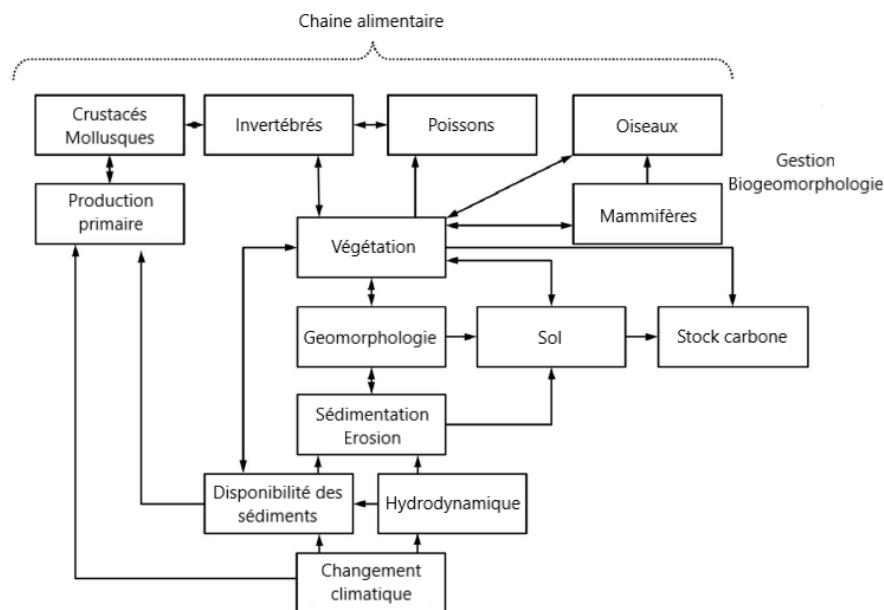


Figure 2. Vue schématique des composantes de l'écosystème de marais salés, des liens existants et des thématiques traitées actuellement par la recherche (Garbutt *et al.* 2017).

La convention Ramsar sur les zones humides (Convention Ramsar sur les zones humides 2018) a mis en évidence et hiérarchisé de nombreux services écosystémiques fournis par les zones humides côtières et marines. Les services principaux fournis spécifiquement par les marais salés sont les suivants : **l'approvisionnement en aliments, la régulation du climat, la lutte contre la pollution et la réduction des risques naturels**. Dans une moindre mesure, les autres services identifiés sont : la régulation des régimes hydrologiques, la protection contre l'érosion, les services culturels et esthétiques, le rôle dans le maintien de la biodiversité, dans la formation du sol et dans le cycle des nutriments. Les zones humides littorales côtières jouent un rôle majeur dans le cycle de l'eau (stockage de l'eau, recharge des nappes phréatiques, évaporation, épuration, zones tampons lors des inondations), dans le cycle de nombreux nutriments notamment du carbone, de l'azote ou du phosphore et dans le cycle de vie de nombreuses espèces (fonctions de nurserie, alimentation, reproduction et refuge) (Beltrame *et al.* 2015; OFB 2022).

1.2.3. Contexte environnemental des marais salés côtiers et roselières de la méditerranée française

Nous renvoyons le lecteur vers le premier volume de ce chapitre de la LRE dédié aux littoraux méditerranéens français pour une description générale du contexte environnemental du littoral méditerranéen, notamment en ce qui concerne le bioclimat méditerranéen, le régime des précipitations et des vents (Comité français de l'UICN 2020).

Les parties suivantes détaillent les composantes du compartiment abiotique (dynamique hydrologique et sédimentaire), ainsi que celles du compartiment biotique (végétations et faune) des marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen, en mettant en évidence les liens qui peuvent exister entre ces compartiments. Cette approche permettra par la suite de différencier plusieurs écosystèmes en leur sein.

Dynamique hydrologique

Les marais salés et roselières sont présents sur les **zones temporairement submergées autour des lagunes et en périphérie des deltas**. Leurs sols atteignent des côtes basses comprises entre 0 et - 0,50 m NGF² (Heurteaux 1970). La Figure 3. schématise simplement les différentes entités composant les complexes lagunaires, dont font partie les marais salés et roselières (zones d'habitats terrestres submergées une partie de l'année).

² Nivellement Général de la France (NGF), réseau de repères altimétriques disséminés sur le territoire français métropolitain continental.

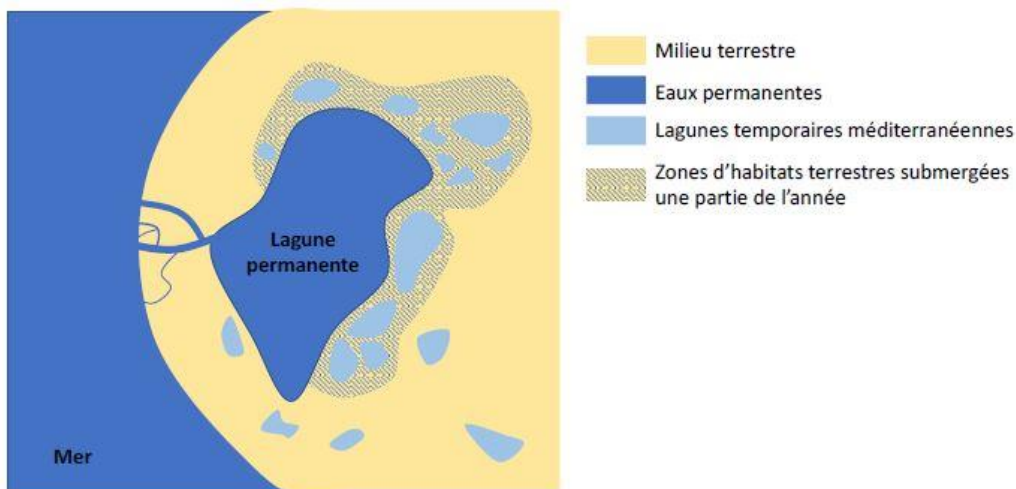


Figure 3. Schéma d'un complexe lagunaire (Latron *et al.* 2021).

Leur fonctionnement hydrologique est totalement dépendant de celui des lagunes permanentes et temporaires, ainsi que des deltas comme celui du Rhône. Étant donné que ces écosystèmes sont **localisés à l'interface entre la terre et la mer, on peut identifier différents types d'apports hydriques dont la salinité est variable.**

La majorité des apports d'eau douce de ces écosystèmes sont issus **des précipitations directes sur la zone, du ruissellement de surface ou des crues provenant du bassin versant via les fleuves et divers canaux** (SYMBO 2019; Acreman 2000), mais aussi des rejets de stations d'épuration. Par exemple, le bassin versant de l'étang de l'Or, dans l'Hérault, compte une dizaine de cours d'eau principaux et une dizaine de cours d'eau secondaires, qui se jettent dans la lagune principale. D'une longueur d'environ 285 km, le chevelu hydrographique est assez dense et se compose d'une part de l'ensemble des émissaires naturels et d'autre part des canaux et fossés. Sur la partie aval du bassin versant, les pentes sont faibles à nulles, entraînant des dépôts et envasement à l'exutoire des cours d'eau, ainsi qu'une expansion naturelle des crues (SAFEGE 2011). D'autres apports d'eau douce via des **eaux souterraines** peuvent provenir de formations géologiques d'arrière-pays comme les **karsts**. Les échanges hydrologiques entre les marais salés, les roselières, le milieu marin et les karsts sont complexes et font l'objet de modélisations, notamment autour de l'étang de Thau (Pinaut *et al.* 2004). Les systèmes karstiques méditerranéens sont en général caractérisés par l'existence de sources sous-marines en profondeur ou de résurgences au sein des marais salés. Ces sources constituent des sorties d'eau douce, mais également des points d'entrée d'eau salée (Dörfliger 2013).

Les apports d'eau salée proviennent des **embouchures des fleuves ou des graus qui traversent les systèmes dunaires et relient la mer aux lagunes intérieures en contact avec les marais salés**. Ils sont d'autant plus importants en cas d'événements climatiques forts, comme les coups de mer. Ils proviennent aussi de remontées d'eau salée depuis la nappe par le **phénomène de biseau salé et d'intrusions salines**. L'eau salée est plus dense que l'eau douce. L'eau douce se retrouve donc au-dessus des eaux marines souterraines salées, qui sont susceptibles de pénétrer vers l'intérieur des terres en profondeur, formant une interface oblique (Bailly-Comte *et al.* 2019). C'est cette zone de transition plus ou moins franche entre l'eau douce souterraine et l'eau salée marine qui est appelée le biseau salé (Figure 4).

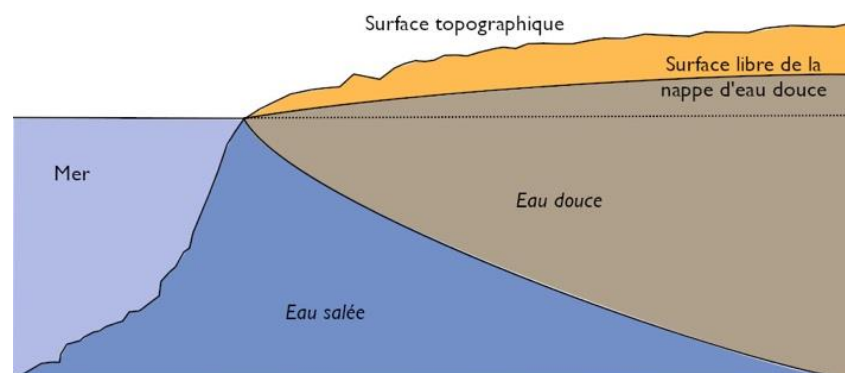


Figure 4. Coupe schématique perpendiculaire au littoral selon Ghyben-Herzberg. Ce schéma est une reproduction de celui présenté dans BRGM 2021a, extrait de Frissant *et al.* 2005. Il permet de visualiser le biseau salé en bleu foncé sous la nappe d'eau douce.

Les marais salés, généralement protégés de l'influence directe de la mer par les systèmes dunaires, sont au même niveau voire plus bas en altitude que la mer : la nappe d'eau salée, provenant de la mer ou des étangs adjacents, est donc proche de la surface des sols et le biseau peut s'étendre vers l'intérieur des terres. Si les apports du bassin versant sont relativement bien évalués, les estimations concernant la nappe et les échanges avec la mer sont grossières (SAFEGE 2011). Les pertes/sorties d'eau des zones humides se font essentiellement par évapotranspiration via la végétation, par des ruissellements et des prélèvements pour l'irrigation (Acreman 2000). Les différents flux hydriques existants au sein de ces écosystèmes sont résumés dans la Figure 5.

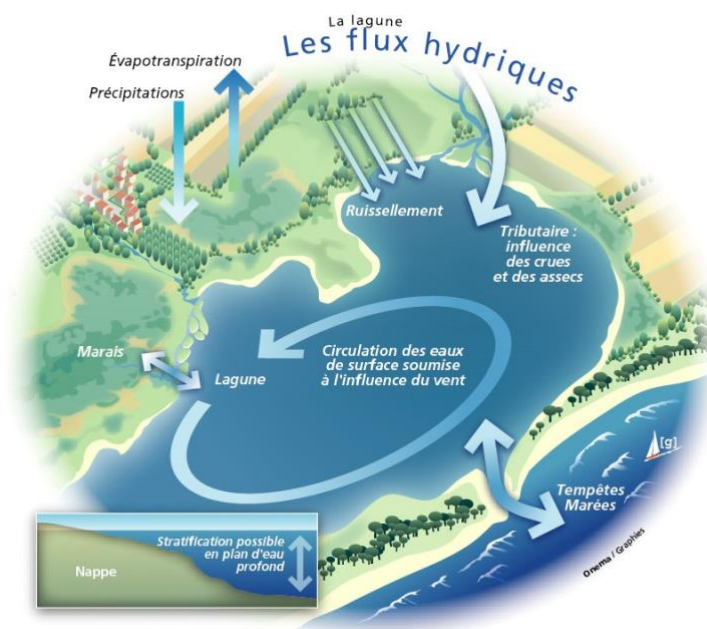


Figure 5. Schéma des flux hydriques au niveau des lagunes côtières et des marais salés (Eau France Service Public 2015).

Du fait des caractéristiques propres au climat méditerranéen, **deux périodes hydrologiques alternent** dans les marais salés côtiers et roselières. De l'automne à la fin du printemps, les températures relativement basses s'accompagnent d'une diminution de l'évapotranspiration ; les pluies tombant sur les bassins versants inondent les lagunes et les marais adjacents d'eau douce continentale, favorisant la percolation et le lessivage, ce qui abaisse la salinité et provoque l'évacuation en mer des eaux en surplus. Il y a une **tendance générale au dessalement superficiel des sols jusqu'au printemps où commencent la germination des graines et la croissance des plantes**. À l'inverse, dès la fin du printemps et au cours de l'été, sous l'effet conjugué de la sécheresse et de la canicule, les apports continentaux d'eau douce sont peu importants. L'évaporation est forte, provoquant ainsi un assèchement qui accentue la remontée d'eau saumâtre depuis la nappe et qui favorise la pénétration de l'eau de mer via les graus et les canaux dans les lagunes, dont la salinité s'élève. **Il en résulte une tendance générale à la concentration du sel dans la tranche superficielle du sol** (Acreman 2000; Heurteaux 1970; Lorenzoni & Paradis 1996).

Le fonctionnement hydrologique des marais salés côtiers et roselières est d'autant plus complexe que les variations hydrologiques ne sont pas dues uniquement aux variations climatiques, mais aussi à la **gestion anthropique de la ressource en eau** : par exemple pour l'agriculture ou pour conserver des niveaux d'eau suffisants qui assurent la reproduction de l'avifaune.

Dynamique sédimentaire et minérale

La dynamique des sédiments et des minéraux au sein des marais salés côtiers est peu étudiée en elle-même. Cependant, le fonctionnement de ces écosystèmes est **totalemt dépendant de celui des lagunes et des deltas adjacents, bien plus étudié**. L'évolution sédimentaire des milieux lagunaires est un phénomène complexe faisant intervenir à la fois des processus intenses et ponctuels comme les crues et tempêtes, et des processus plus lents et s'exprimant sur le long terme comme les variations du niveau marin moyen ou les changements climatiques (Castaings 2012). Les mécanismes généraux de ces phénomènes sont bien connus, mais leur variabilité spatiale et temporelle les rend difficiles à évaluer localement et de nombreux travaux font appel de nos jours aux modélisations.

Dynamique sédimentaire

Le développement des marais salés côtiers et roselières sur le littoral méditerranéen varie en fonction de la nature des formations géomorphologiques dont elles dépendent, qu'il s'agisse de **lagunes** ou de **deltas**. Les deltas, comme celui du Rhône en Camargue, sont formés des sédiments arrachés par l'érosion en amont, charriés par le fleuve et déposés quand l'énergie fluviale chute à l'embouchure. Leur forme caractéristique provient de la divagation des fleuves sur leurs dépôts. L'édification d'un delta consiste en un gain progressif de la terre sur la mer au fur et à mesure que les sédiments s'accumulent à l'embouchure. Les lagunes se forment le plus souvent lorsque les cordons littoraux sableux parallèles à la côte empêchent un courant d'eau douce d'atteindre la mer : l'eau s'accumule alors, côté terre, jusqu'à ce que le niveau soit suffisant pour qu'une sortie à la mer soit trouvée (graus, points bas dans les dunes) (Acreman 2000).

Dans les deux cas, les marais salés côtiers et roselières se développent sur les sédiments arrachés par les fleuves. **Différents types de sédiments sont présents** : silts, sables, limons/alluvions provenant des fleuves et rivières, particules fines, argiles coquillères, débris de fossiles d'origine biologique (Aloisi & Gadel 1992). Ces écosystèmes sont qualifiés de vaseux : la **vase** étant un sédiment fin (sablonneux, silto-argileux), gorgé d'eau, d'hydroxydes et sulfures de fer, de particules organiques en décomposition dispersées dans l'eau sous forme de molécules agglomérées, qui se forme au fond des eaux stagnantes ou à cours lent (BRGM n.d.). En plus des sédiments, on y trouve des **matières en suspension** (de taille inférieure 0,45 µm) qui regroupent les matières dissoutes qui peuvent être d'origine fluviale ou marine, issues du ruissellement des sols ou de la production biologique au sein des deltas (OFB 2022). Les sédiments et matières en suspension qui se déposent dans les marais salés côtiers et roselières peuvent provenir à la fois du **bassin versant** via les fleuves et rivières, et de la **mer** via les graus ou directement via le delta. En Camargue par exemple, les sols sont caractérisés par la prédominance des éléments fins (les fractions les plus grossières sont constituées de débris de coquilles d'un mollusque bivalve marin *Cerastoderma glaucum*), sont riches en calcaire (24 à 54 %) et pauvres en matière organique (inférieure à 1 %) (Heurteaux 1970). Ils sont soumis de façon plus ou moins marquée aux influences salées. À la Tour du Valat, les atterrissements de l'ancien Rhône sont, en surface, formés de limons déposés pendant la phase de colmatage du chenal ou lors d'inondations, mais l'épaisseur de la couche limoneuse peut varier d'un point à un autre. Les marais salés côtiers et roselières se trouvent sur les terrains les plus bas, sur des sols sableux et limoneux. Les sols situés au fond des marais et des roubines comptent parmi les plus aptes à retenir l'eau du fait de leur texture fine, leur compacité et aussi leur richesse relative en matière organique peu décomposée dans les premiers centimètres (Heurteaux 1970).

Les écosystèmes lagunaires du Golfe du Lion tendent vers un **colmatage** complet des plans d'eau et il en va de même pour les marais salés côtiers adjacents. L'existence d'émissaires en bordure (canaux), la continuité du cordon sableux littoral, le nombre et l'importance des graus, conditionnent la rapidité du comblement, mais surtout les apports sédimentaires provenant du bassin versant. La vitesse de comblement globale est très variable en fonction des complexes lagunaires. L'évolution bathymétrique de l'étang de l'Or, entre 1996 et 2004, a pu mettre en évidence les zones soumises à l'érosion (surtout au niveau des graus et des zones en continuité avec la mer) et les zones soumises à comblement (à proximité des fleuves, surtout à l'est) (SAFEGE 2011). Le comblement du système lagunaire des étangs Palavasiens, de l'étang de l'Or et du canal du Rhône à Sète a pu être estimé à la vitesse moyenne d'1,3 mm/an, sur les deux derniers siècles (Castaings 2012). Concernant l'étang de Vendres, à cheval sur le département de l'Aude et de l'Hérault, l'accumulation de la matière organique, de composés soufrés et de matériel fin limoneux se fait surtout sur le secteur central soumis à des conditions plus calmes et éloigné des apports directs du fleuve Aude. Cinq mètres de sédiments y auraient été déposés en deux siècles, ce qui correspondrait à une vitesse moyenne de sédimentation de 25 mm/an (Aloisi & Gadel 1992). La lagune de Biguglia, en Haute Corse, a montré une accélération récente de la sédimentation au niveau de l'affluent principal de la lagune. Plus de sept mètres de sédiments se seraient accumulés au sein de la lagune. Avec un taux de sédimentation moyen de 0,3 mm/an, la lagune aurait autour de 20 000 ans. Ce taux semble avoir été multiplié par 10 depuis 1950, soit 3 mm/an, du fait de la production algale autochtone, et des apports allochtones du bassin versant (Cavelan *et al.* 2016).

Dynamique minérale : sel, phosphore, azote

Les marais salés côtiers se situent à l'interface terre-mer où la rencontre des eaux fluviales et marines entraîne un mélange d'eau douce et d'eau salée. La rencontre de ces eaux de densités différentes entraîne la formation de **gradients de salinité**, plus ou moins prononcés. L'eau de mer contient en moyenne 35 grammes de sel par litre d'eau et appartient donc à la catégorie de milieux dits **euhalins** (30 à 40 g/L). Les marais salés côtiers sont des écosystèmes dont la salinité est inférieure à celle de la mer. Ils sont généralement qualifiés de **milieux polyhalins** (18 à 30 g/L) pour les écosystèmes de vases salées de bas niveau topographique, de milieux **mésahalins** (5 à 18 g/L), voire plus rarement de milieux **oligohalins** (0,5 à 5 g/L) pour les écosystèmes de plus haut niveau topographique, pouvant être soumis à des apports d'eau douce conséquents et récurrents, ou localisés vers l'intérieur des terres.

La salinité des écosystèmes de marais salés côtiers **varie dans l'espace, mais aussi au cours du temps**. Les causes de ces variations sont nombreuses, et leur étude est essentielle à la compréhension du fonctionnement écologique de ces écosystèmes. Les sols de ces écosystèmes subissent généralement deux types de phénomènes au cours de l'année. Le **phénomène de dessalure** a lieu lorsque la salinité des eaux qui inondent les marais salés devient inférieure à celle de l'eau de mer du fait d'un mélange entre l'eau marine et l'eau continentale ou la pluie. C'est le cas lors des pluies d'automne et

d'hiver. Le **phénomène de sursalure** intervient en été en période de sécheresse où une portion de l'eau des marais salés s'évapore et provoque une augmentation de la salinité de l'eau encore présente dans les nappes ou dans le sol (Cabane 2012).

Les phénomènes de variations locales de salinisation des eaux et des terres peuvent être liés à des transports par les **vents** des sels sous forme d'embruns ou de poussières salées. Toutefois, ils proviennent majoritairement des mouvements des solutions salines depuis la **nappe phréatique**. La profondeur de la nappe varie au cours des saisons et conditionne fortement la salinité en surface. Pour une profondeur donnée des eaux souterraines, un sol aura d'autant plus de chances d'être plus salé en surface que la salinité de la nappe sera élevée (Heurteaux 1970). La salinité des masses d'eau qui immergent temporairement ces écosystèmes est aussi déterminante. La diminution des apports en eau douce favorise, par exemple, la remontée du biseau d'eau salée vers les terres. Les zones concernées par des apports moindres en eau sont plus sensibles à l'assèchement, ce qui accentue aussi, en période estivale, la salinisation du substrat. **Les pluies assurent la percolation des sels** au travers des différents horizons des sols. Elles peuvent aussi, au niveau des régions côtières, jouer un rôle dans l'apport des sels en mettant en solution les particules salées (embruns, poussières) qui se déplacent dans l'atmosphère. Les phénomènes de salinisation varient aussi en fonction des **conditions géomorphologiques et topographiques** (Corre 1976). Certains substrats sont plus favorables que d'autres à l'accumulation des sels, en servant de bassin de réception ou en favorisant la remontée d'eaux salées existant en profondeur. Au moment du dépôt, les sédiments peuvent être imprégnés de sels, soit parce qu'ils se sont mis en place en milieu marin ou lagunaire, soit parce qu'ils proviennent de couches géologiques salifères (Corre 1976). Ils peuvent également être parcourus, postérieurement au dépôt, par des eaux salées. La quantité de sels retenue dépend beaucoup de la **texture et de la porosité des sédiments** : ceux ayant une texture fine retiennent plus facilement les sels. Plus la porosité est élevée, plus les sels seront emportés par les pluies en profondeur (phénomène de lessivage) (Corre 1976). Les solutions salines qui circulent dans le sol subissent, en plus, des **transformations chimiques** suite à des réactions avec les matières organiques et minérales. L'adsorption du sodium, en particulier, peut avoir une grande importance sur la végétation, en modifiant certaines caractéristiques du substrat comme la porosité et le pH (Corre 1976). Ces réactions peuvent aboutir à des précipitations par formation de sels insolubles, qui sont à l'origine d'**encroûtements** de quelques centimètres d'épaisseur, aussi appelés efflorescences, visibles en été.

La **Camargue** doit en grande partie son originalité aux vastes étendues de sols salins qui, trop ingrats pour être mis en culture, ont échappé au défrichement. L'importance de l'imprégnation de ces sols par les sels est très variable d'un endroit à l'autre (Heurteaux 1970). L'action du sel est forte, par exemple, en Moyenne et Basse Camargue, où la nappe salée présente à de faibles profondeurs, a engendré, en terrains bas, des sols halomorphes. Les **sols nus, salins, blancs**, appelés **solontchaks ou salants**, sont les plus répandus. Pour une teneur en sel très élevée dans la tranche superficielle du sol, toute vie végétale devient impossible. Le domaine de la **sansouïre** commence lorsque la teneur en sel permet le développement de quelques maigres touffes d'Arthrocnème à gros épis (*Arthrocaulon macrostachyum*) sur un sol couvert d'efflorescences salines (teneur en Cl de la terre sèche supérieure à 20 %). Les sols salins noirs, résultant du lessivage de sols salés préexistants par les eaux douces, sont plus rares (Heurteaux 1970).

Les marais salés et roselières fonctionnent comme des **filtres** pour de nombreux éléments tels que la **matière organique, les nutriments minéraux, les sédiments ou les polluants**. Ce sont des écosystèmes capables à la fois de stocker, de produire et de rendre disponible la matière organique du fait de la production primaire, de la dégradation et de la transformation des éléments issus du domaine fluvial, maritime, des estuaires et des lagunes adjacentes (Boorman 1999; OFB 2022). Les zones humides comptent parmi les **puits de carbone** le plus performant du monde. Des estimations montrent qu'elles **stockent actuellement jusqu'à 40 % du carbone mondial** (Off Your Map 2020). La production primaire reflète la quantité de carbone fixé lors de la photosynthèse par les plantes et les algues mesurée via la production de matière organique : elle est de l'ordre de 130 à 3 700 g.m⁻².an⁻¹ de matière sèche nette pour les marais salants (Convention Ramsar sur les zones humides 2018). C'est une source d'énergie indispensable pour tous les animaux qui vivent dans ces écosystèmes. L'évolution de la production primaire est étroitement liée à celle de la qualité de l'eau, notamment à sa teneur en nutriments, laquelle varie, en fonction par exemple du ruissellement en provenance des terres agricoles. Au sein des complexes lagunaires et des marais salés adjacents, les bilans d'**azote** et de **phosphore** sont fortement impactés par la modification des apports par les bassins versants. Ces écosystèmes ont tendance à stocker ces éléments en fonction des volumes d'eau douce apportés. Selon des modélisations, l'étang de l'Or, par exemple, stockerait environ 135 t/an d'azote et 1,1 t/an de phosphore (SYMBO 2019). Les marais salés et roselières jouent aussi un rôle dans le **stockage des polluants**, au sein de la vase et au travers de la flore, permettant ainsi l'épuration des eaux qui y circulent.

La Figure 6 synthétise les principaux flux sédimentaires et minéraux existants entre la mer et les lagunes côtières.



Figure 6. Schéma des principaux flux sédimentaires et minéraux existants au niveau des lagunes côtières (Eau France Service Public 2015).

1.2.4. Espèces caractéristiques des marais salés côtiers de la méditerranée française

Végétations

De nombreux paramètres influençant le développement et la structure des végétations ont été mis en évidence, notamment par Corre et Heurteaux (Aloisi & Gadel 1992; Corre 1977, 1978, 1979; Heurteaux 1970) :

- **Le climat** : les changements brusques du régime saisonnier des pluies, fréquents en région méditerranéenne, comme le passage des années sèches aux années humides et vice versa, perturbent l'équilibre qui s'établit au sein de biocénoses.
- **Les sédiments** : leur granulométrie, leur répartition géographique, leur teneur en matière organique influent sur la capacité de stockage de l'eau du sol mais aussi sur la vitesse de drainage, ainsi que sur les populations végétales (Aloisi & Gadel 1992).
- **L'humidité du sol** : la profondeur des eaux souterraines détermine l'intensité de l'évaporation en été, mais aussi la salinité des sols et la teneur en eau du milieu au cours de l'année. Différentes végétations s'expriment en fonction, par exemple, de la durée d'engorgement du sol, de l'intensité de l'évaporation en surface et donc du niveau d'assèchement du sol en été.
- **La submersion** : les épisodes de submersion des zones humides côtières, en automne et en hiver, du fait du climat, influencent le développement des végétations par leur durée, la hauteur de submersion, ainsi que par le rythme des mises en eau au fil des années.
- **La salinité** : la salinité structure les habitats des espèces végétales et animales, selon leur seuil de tolérance à la salinité et à sa variation. L'analyse des conditions de salinité de la nappe phréatique montre que le taux de sel, ainsi que ses variations, ont un rôle dans l'expression des végétations. La salinité du sol varie en fonction de la profondeur, mais aussi des apports en eau douce ou en eau salée, en automne et en hiver. Les sels présents au niveau de la rhizosphère limitent le développement de végétations peu halophiles. Les variations des conditions climatiques, si elles s'opèrent à suffisamment long terme, peuvent intervenir aussi sur la salinité des nappes et modifier à terme certains équilibres au sein de ces écosystèmes.
- **La topographie** : une dénivellation de quelques centimètres suffit souvent à modifier du tout au tout l'aspect du paysage des marais salés, conditionnant à la fois la salinité, mais aussi l'humidité du sol, via le phénomène de submersion.

L'ensemble de ces facteurs influencent, à la fois le recouvrement et la composition en espèces végétales, mais aussi la structure des végétations et leur phénologie. Heurteaux (1970) synthétise dans son schéma (Figure 7) les différentes interactions qui existent entre ces variables.

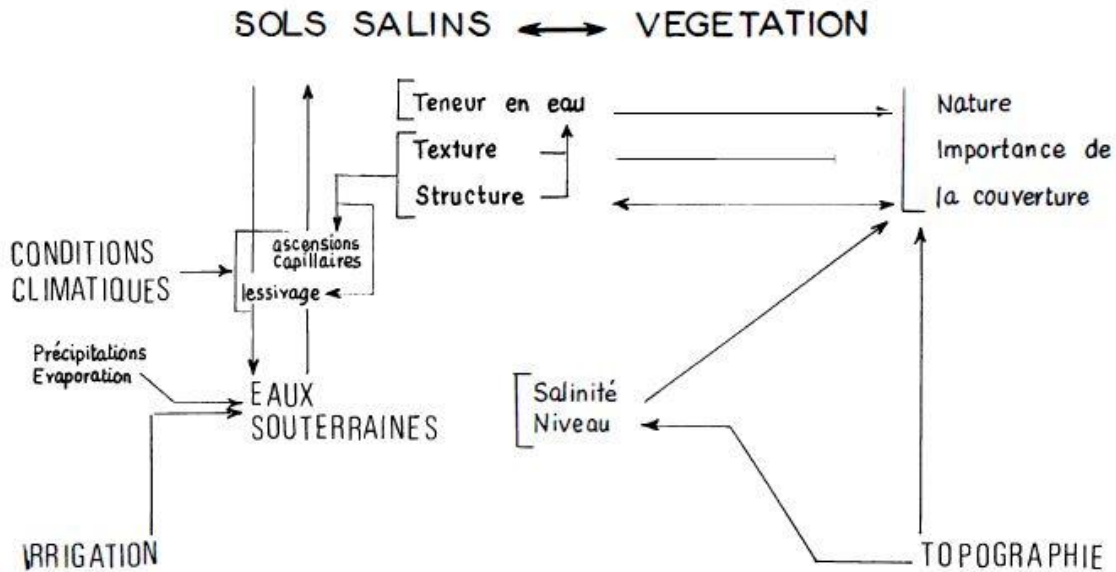


Figure 7. Schéma des interactions des différents facteurs influençant la salinité et les végétations (Heurteaux 1970).

La submersion et la salinité sont deux facteurs très contraignants pour la flore et les végétations des marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen.

Réponse de la flore à la submersion

Au sein des marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen, les espèces végétales doivent survivre à une période de submersion plus ou moins longue, entre l'automne et l'hiver. Les **types biologiques**, décrits par Raunkiaer (1934), permettent d'identifier les caractéristiques morphologiques et structurales qui permettent la survie des plantes lors d'une période défavorable et qui sont sélectionnées au cours de l'évolution en fonction des contraintes climatiques et environnementales. Ces caractéristiques concernent notamment la position des bourgeons reproducteurs qui survivent à cette période défavorable (Figure 8).

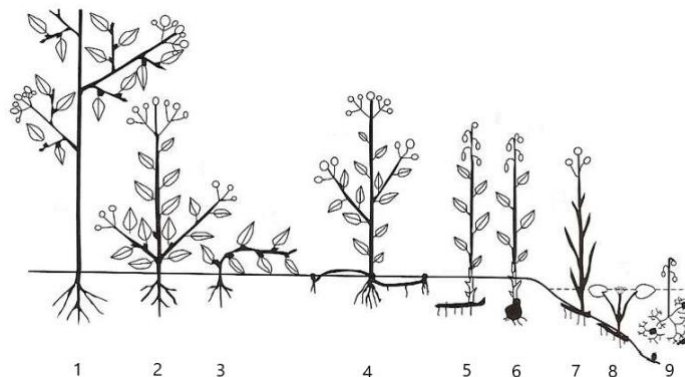


Figure 8. Représentation schématique des différents types biologiques (Raunkiaer 1934). 1 : phanéophytes ; 2-3 : chaméphytes ; 4 : hémicryptophytes ; 5-6 : géophytes, 7 : héliophytes et 8-9 : hydrophytes. Les axes persistants lors de la saison défavorable et qui portent les bourgeons de survie sont représentés en noir/gras. En gris sont représentées les parties de la plante qui meurent durant la saison défavorable. Les thérophytes (ou annuelles) ne sont pas représentées.

Dans le cas des marais salés côtiers et des roselières, c'est la fréquence, la durée, la périodicité de la submersion, ainsi que la hauteur d'eau qui sélectionnent préférentiellement l'expression de certains types biologiques. **Quatre types biologiques dominant (Figure 8) et impriment leur physionomie aux végétations des marais salés côtiers et roselières.** Certaines végétations sont principalement dominées par des **thérophytes**. Ce sont des plantes herbacées qui bouclent leur cycle de vie

en quelques semaines durant la période favorable et passent la période de submersion en dormance uniquement sous forme de graines ; elles sont dites « annuelles ». D'autres végétations sont principalement dominées par des **hélrophytes**. Ce sont des plantes enracinées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent sont submergés constamment dans l'eau ou la vase. Leur stratégie de vie est adaptée à la submersion continue. Elles possèdent des tissus de soutien efficaces, qui permettent le développement de bourgeons végétatifs, de bourgeons floraux et de feuilles hors de l'eau. Un troisième type biologique peut dominer au sein des végétations de marais salés côtiers : les **hémicryptophytes**. Ce sont des plantes herbacées, pérennes, dont les bourgeons végétatifs qui survivent se situent au ras du sol : 0-5 cm. Les parties aériennes meurent durant la période de submersion. Enfin, les **chaméphytes** sont des plantes pérennes, plus ou moins lignifiées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent à la submersion sont voisins de la surface du sol : 5-50 cm (Sirvent 2020). Les bourgeons floraux peuvent eux s'élever plus haut.

Neuf écosystèmes ont été distingués dans ce rapport, en grande partie sur la base de l'étude de la végétation, à partir de la dominance des types biologiques, mais aussi de variables abiotiques comme le type de substrat, la nitrophilie ou la salinité. D'autres critères comme la phénologie ou le fonctionnement particulier d'une végétation ont aussi permis d'identifier certains écosystèmes. L'écosystème qui comprend des végétations dominées par les hémicryptophytes, principalement des Joncs (Jonc maritime, Jonc aigu, Jonc de Gérard), est appelé **prés salés méditerranéens**. Deux écosystèmes comprennent des végétations dominées par les chaméphytes : des salicornes vivaces pour les **foutrés halophiles méditerranéens** et des limoniums pour les **steppes salées méditerranéennes**. Les foutrés halophiles s'expriment toute l'année, sur de grandes surfaces et ont un fort taux de recouvrement. Ils subissent une période de submersion plus importante que les steppes salées qui se trouvent sur des niveaux topographiques légèrement plus élevés et qui s'expriment sur de plus petites surfaces. En été, seules les plantes vivaces conservent quelque activité, grâce à leur adaptation à la sécheresse et à leur appareil racinaire profond qui emprunte l'eau à la nappe aquifère (Heurteaux 1970). Quatre écosystèmes comprennent des végétations dominées par les thérophytes : les **laisses d'étangs saumâtres méditerranéens**, inféodées aux berges d'étangs permanents ; les **marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à *Frankenia*, *Spergula* et *Parapholis*** qui s'expriment au printemps et en été au sein des prés salés ou des foutrés halophiles ; les **marais salés pionniers méditerranéens à *Salicornia*, *Suaeda* et *Salsola*** qui s'exondent et s'expriment tardivement sur des zones salées ; et enfin les **gazons subhalophiles amphibies pionniers méditerranéens** qui s'expriment aussi en fin d'été, voire en automne, sur des zones peu salées. Ces **végétations sont qualifiées de pionnières** car elles colonisent en premier le substrat nu après exondation et peuvent ensuite être remplacées par d'autres végétations en cas d'évolution dynamique. La forte concentration en sel du sol explique pourquoi ces espèces annuelles occupent pour la plupart les micromilieus les moins salés (Heurteaux 1970). Deux autres écosystèmes comprennent des végétations dominées par les hélrophytes : les formations végétales du bord des eaux saumâtres, composées de grands hélrophytes telles que le roseau commun, appelées **roselières d'eaux saumâtres méditerranéennes** ; et les formations de petits hélrophytes (appelées « parvoroselières ») composées de scirpes et bolbochoins, appelées ici **scirpales halophiles méditerranéennes**.

Réponse de la flore à la salinité

Les sels solubles entraînent deux types d'effets sur les plantes : des **effets osmotiques** qui engendrent notamment une forte pression au niveau des cellules ; et des **effets chimiques** tels que la compétition entre les ions nécessaires au fonctionnement de la plante ou la modification de son métabolisme. Des impacts sur l'activité enzymatique, hormonale, photosynthétique et respiratoire, ainsi que sur le métabolisme azoté peuvent avoir lieu (Corre 1975, 1976). Pour désigner les végétaux qui vivent dans des milieux salés, on emploie les termes d'**halophyte** ou de **plante ou de végétation halophile** (Corre 1975). En fonction des termes utilisés et des auteurs, il est fait référence soit à une notion de tolérance au sel, soit à une notion d'affinité pour les sels. Corre définit un halophyte comme une plante pouvant croître de façon satisfaisante en milieu salé, entrer en compétition avec d'autres espèces sur le même habitat et y boucler son cycle de vie (Corre 1975). Les halophytes possèdent la faculté de tolérer de fortes teneurs en éléments minéraux dans leurs tissus, représentés essentiellement par les sels présents dans le milieu et plus précisément les ions sodium (Na⁺) et chlorure (Cl⁻).

Les espèces qui se développent dans les marais salés présentent un certain nombre de caractères morphologiques, phénologiques ou de mécanismes physiologiques qui leur permettent de résister à la pénétration des sels, de contrôler la répartition de ces derniers dans l'organisme, d'en assurer éventuellement l'élimination tout en limitant les pertes d'eau (Grouzis 1974). Ces adaptations sont souvent sous le contrôle du métabolisme et exigent des dépenses d'énergie. Deux grands types de réponses à la salinité ont été mises en place par les halophytes (Aslam *et al.* 2011) : la régulation de la concentration en sels qui se traduit par leur **excrétion**, et l'**accumulation des sels** au sein de la plante.

Les halophytes qui excrètent le surplus de sels présents dans leur organisme possèdent des cellules glandulaires spécialisées, aussi appelées **glandes à sel**. Le sel est excrété sous forme de cristaux, visibles à l'œil nu, au niveau de la surface des feuilles. Ces organes spécialisés sont très communs dans certaines familles dont les *Plumbaginaceae* où l'on trouve les limoniums, et les *Frankeniaceae*.

L'accumulation des sels en grande concentration provoque, par effet de **pression osmotique**, une absorption concomitante d'eau en grande quantité, au sein des cellules, permettant de dissoudre une grande partie de ces sels et de limiter ainsi leur toxicité pour la plante. Bien que tous les sels absorbés ne soient pas dissous, ce phénomène permet de maintenir

l'hypertonie des cellules et d'assurer leur alimentation hydrique (Grouzis 1974). La morphologie de ces halophytes en est modifiée : les organes des parties supérieures sont charnus, gonflés par l'eau qu'ils contiennent. Ces halophytes sont qualifiés de **succulents** ou de **crassulacées** du fait de leurs caractéristiques morphologiques et de leur ressemblance avec les plantes grasses (famille des *Crassulaceae*). Les sels absorbés par les plantes ne se répartissent pas uniformément dans tous les organes. L'accumulation de ces sels dans les parties âgées de la plante, par exemple, permet de protéger les organes essentiels liés à la croissance ou à la reproduction, tels que les bourgeons végétatifs ou l'inflorescence. À l'inverse, chez certaines soudes, les cotylédons et les premières feuilles se gorgent de sodium avant de tomber (De Foucault & Guitton 2021).

En plus de stocker ou d'excréter les sels, les halophytes ont développé des mécanismes de **contrôle de l'absorption des sels**, qui peuvent se faire à la fois au niveau des parties aériennes, mais aussi des parties souterraines. La fonction principale du système racinaire étant d'assurer la nutrition minérale de la plante, les barrières pour contrôler l'absorption des sels sont donc plus restreintes que sur les autres parties de la plante. Des mécanismes d'absorption spécifiques des ions potassium permettent par exemple de **garantir une alimentation minérale minimale** même en cas de compétition avec les ions sodium des sels (Corre 1975). **La végétation agit comme un obstacle face aux vents transportant les particules salées** (Corre 1976). Pour éviter que les embruns lèsent les tissus des parties aériennes, on peut observer aussi chez les halophytes un **renforcement de l'épiderme et de la cuticule et/ou des revêtements de poils** sur les parties aériennes, comme chez les Armoises (*Artemisia* spp.) ou l'Halimione faux pourpier (*Halimione portulacoides*).

D'autres adaptations morphologiques sont visibles chez les halophytes. Le système racinaire permet d'assurer l'approvisionnement des parties aériennes de la plante, en nutriments et minéraux, mais aussi en eau. La salinité de la couche superficielle du sol et la hauteur de la nappe phréatique sont deux paramètres cruciaux pour la survie des halophytes vis-à-vis de l'approvisionnement en eau et de sa salinité. Chez la plupart des halophytes, le **système racinaire** est formé d'un **chevelu dense et fin superficiel**, se situant dans les 15 à 18 premiers centimètres. Celui-ci permet de capter des eaux douces de surface apportées par les pluies. Toutefois, le système racinaire des halophytes pérennes peut atteindre plus de deux mètres de profondeur : c'est le cas de l'Halimione faux pourpier par exemple (*Halimione portulacoides*). Cela lui permet de survivre en été à la sécheresse et à l'augmentation de la salinité de la surface du sol, qui rend inutile le réseau de racines superficielles, en puisant directement dans la nappe phréatique (Heurteaux 1970). Les adaptations à la salinité qui ont été sélectionnées au cours de l'évolution permettent, non seulement la survie de l'individu, mais surtout de l'espèce. Des mécanismes particuliers sont aussi observables à l'échelle des graines et de leur germination. La vitesse et le **taux de germination** diminue généralement lorsque la salinité augmente. La plupart des halophytes profitent d'une immersion temporaire en eau douce pour germer. Cependant, certaines espèces, comme le Troscart maritime (*Triglochin maritima*), que l'on trouve dans les prés salés, ont des semences dormantes, capables de germer aussi dans de l'eau salée, par l'action combinée d'un froid humide et de la lumière (Corre 1975).

Différents types de végétations se répartissent le long du gradient de salinité. Dans les 15 premiers centimètres du domaine du « salant », la teneur en chlore est comprise entre 5 et 10 ‰ : elle peut même dépasser 20 ‰ dans les premiers centimètres. La forte teneur en sels et la compacité des sols limitent les possibilités d'implantation des végétaux qui n'assurent qu'un faible recouvrement et laissent à nu d'importantes surfaces. Seules quelques touffes d'arthrocème à gros épis peuvent s'y développer : la limite de résistance au sel des végétaux supérieurs y est atteinte. Les parties basses, non totalement stérilisées par le sel, sont le domaine des salicornes, de la famille des *Amaranthaceae*. L'influence saline est plus atténuée sur les zones les plus hautes (voisines de 1 m NGF), qui ont le plus souvent une perméabilité relativement bonne et où les sols sont assez meubles. Ces facteurs sont favorables à l'installation de pelouses, avec un fort taux de recouvrement, contenant une flore abondante. En plus des espèces halophiles, on peut y trouver notamment des plantes résistantes au sel, mais aussi de nombreuses glycophytes, qui ne peuvent se développer que dans un sol pauvre en sel, comme les graminées et légumineuses. Celles-ci apportent la preuve du dessalement temporaire du milieu au printemps, pendant la période d'intense activité biologique. **La couverture végétale importante protège le sol en évitant son échauffement exagéré en été et en améliorant sa structure par apport d'humus** (Heurteaux 1970).

Dynamique de la végétation

Lorsque les conditions écologiques sont fortement contraignantes, comme au sein des marais salés et roselières du littoral méditerranéen, la dynamique des végétations est souvent bloquée. Il est alors difficile de différencier, dans ces écosystèmes, les végétations issues d'un réel **processus d'évolution dynamique**, de celles uniquement en contact. Les végétations dites **permanentes** ne présentent pas de dynamique particulière : elles sont appelées des **végétations de contact** lorsqu'elles se trouvent à proximité géographique l'une de l'autre. C'est le cas des écosystèmes de laisses d'étangs saumâtres, des prés salés, de fourrés halophiles et de steppes salées méditerranéennes qui ne présentent pas de dynamique d'évolution particulière (Figure 9). Les dynamiques observées sont en fait des **dynamiques de colonisation** dues à des modifications des conditions abiotiques du milieu comme les gradients de salinité, de submersion, d'humidité du sol ou de topographie. Le plus souvent, il n'y a pas de cloisonnement rigoureux entre les diverses végétations, mais un passage graduel de l'une à l'autre, au fur et à mesure que se modifient les conditions du milieu. Il se forme ainsi des zones où les espèces de différentes végétations cohabitent (Heurteaux 1970). Dans le cas des prés salés, on peut observer une dynamique de colonisation des fourrés halophiles vers les niveaux supérieurs et en l'absence de pâturage (Bensettiti *et al.* 2004). Les prés salés méditerranéens sont en contact avec les végétations de salicornes annuelles ou plus rarement avec les steppes salées. Les

fourrés halophiles méditerranéens sont en contact aux niveaux topographiques inférieurs avec les prés salés méditerranéens, aux niveaux supérieurs avec les steppes salées et les fourrés de *Tamaris* (Bensettiti *et al.* 2004), qui ne sont pas évalués dans ce volume. Les steppes salées méditerranéennes peuvent aussi être en contact aux niveaux topographiques supérieurs avec les dunes mobiles embryonnaires (Bensettiti *et al.* 2004), qui ont été précédemment évaluées dans le volume 1 du chapitre sur les littoraux méditerranéens (Comité français de l'UICN 2020). Les laisses d'étangs saumâtres méditerranéens sont un autre exemple de végétations où la perturbation du substrat, la submersion et les fortes variations de salinité, en continu, rendent impossible toute dynamique, entraînant un blocage de la végétation au stade pionnier. Les végétations annuelles halonitrophiles pionnières présentent un cortège d'espèces en commun avec les prés salés et les fourrés halophiles avec lesquels elles sont en mosaïque. **Elles présentent une dynamique d'évolution (et non de colonisation) liée à la fréquence des microperturbations (naturelles ou par le pâturage) au sein des végétations vivaces** (Bensettiti *et al.* 2004).



Figure 9. Zonation de la végétation au bord de l'étang de Palavas (Braun-Blanquet *et al.* 1952)

1 – Laisses d'étangs saumâtres ; 2 – Végétations pionnières de vases salées à salicornes annuelles ; 3-4 – Deux types de fourrés halophiles méditerranéens.

Les études de Molinier (Molinier *et al.* 1964) ont mis en évidence que l'un des critères conditionnant l'expression des prés salés ou des fourrés halophiles, est la **variation d'humidité du sol en surface**. Elle augmente en automne et en hiver, et diminue au printemps et en été pour les deux écosystèmes. Cependant, les fourrés halophiles subissent un assèchement total du sol en fin d'été, alors que les prés salés subissent un assèchement seulement partiel et bien plus tôt dans la saison (printemps). L'humidité du sol étant globalement plus élevée tout au long de l'année au sein des prés salés qu'au sein des fourrés halophiles (Figure 10).

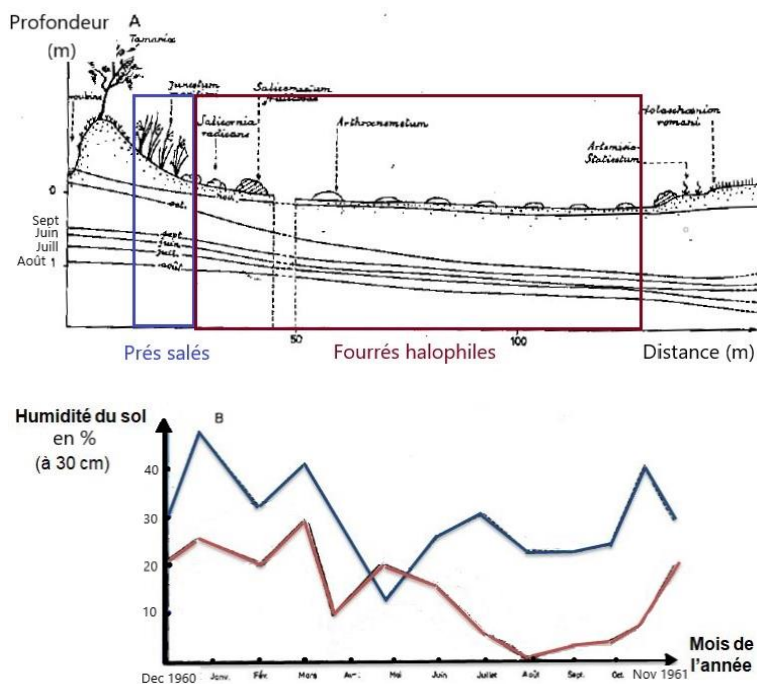


Figure 10. L'expression des végétations caractéristiques des prés salés ou des fourrés halophiles dépend des variations d'humidité du sol au cours de l'année

A) Schéma de succession des végétations de marais salés au Plan du Bourg en Camargue et de la profondeur de la nappe phréatique.

B) Évolution du pourcentage d'humidité du sol à 30 centimètres de profondeur au fil des mois au sein des végétations de prés salés et de fourrés halophiles du Plan du Bourg (schéma modifié de Molinier *et al.* 1964) ; la courbe décrivant l'humidité du sol au cours du temps est représentée en bleu pour les prés salés et en rouge pour les fourrés halophiles.

La croissance des végétaux varie aussi dans le temps en fonction de la saison et de la salinité. Par exemple, la biomasse capable de photosynthèse de la Salicorne ligneuse (*Salicornia fruticosa*) est pratiquement nulle en hiver. Sa croissance s'effectue généralement à partir du printemps. La biomasse capable de photosynthèse atteint son maximum dans le courant du mois de juillet. A cette période, un freinage de croissance intervient généralement, de façon plus importante dans les zones fortement salées du fait de la sécheresse et des remontées salines ; tandis que la croissance peut se poursuivre normalement dans les zones modérément salées (Berger *et al.* 1978).

Une dénivellation de quelques centimètres suffit souvent pour modifier complètement l'aspect du paysage et les végétations qui s'y développent. L'effet de la topographie, dont l'importance apparaît très facilement à l'observateur, résulte en fait de l'action simultanée, parfois de l'interaction, de différents facteurs qui déterminent la teneur en sels des sols et la nature de la végétation qu'ils portent (Heurteaux 1970). Il est possible d'observer des steppes salées en position topographique haute ou basse, par rapport aux prés salés, en fonction de la direction du gradient de salinité (Figure 11). C'est ce que Molinier a appelé les **inversions des végétations halophiles**, vis-à-vis de leur position topographique (Molinier *et al.* 1964). Les steppes salées se trouveront en revanche toujours sur des zones plus salées que les prés salés.

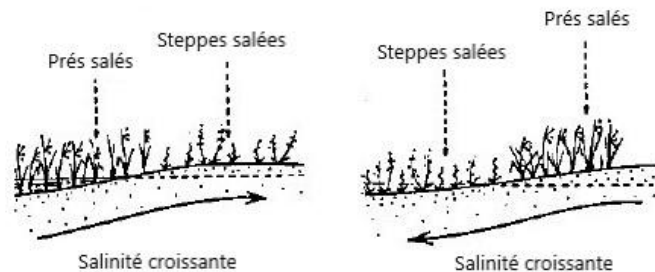


Figure 11. Cas des inversions des végétations halophiles de prés salés et de steppes salées en fonction de la topographie (schéma modifié de Molinier *et al.* 1964).

La topographie est aussi modifiée localement par les plantes, ce qui peut entraîner une dynamique de végétation très localisée. L'été, les sédiments et autres matériaux superficiels (limons, sels, sables, débris coquilliers fins) sont transportés par le vent qui les dépose par exemple au pied des touffes rases d'Arthrocnème à gros épis (*Arthrocaulon macrostachyum*). Ils s'y accumulent au fur et à mesure, par dépôts successifs, portant ainsi la plante au-dessus du niveau des inondations hivernales. Il se crée alors des micro-reliefs autour des touffes, couvrant rarement plus de 0,3 m² de sol, et d'une hauteur de l'ordre du décimètre. Des végétations annuelles peuvent par la suite se développer sur ces micro-reliefs, alors que les touffes d'Arthrocnème à gros épis s'accroissent en périphérie, et dépérissent, voire meurent, au centre de la butte du fait d'une inondation insuffisante (Heurteaux 1970).

Faune

Cette section offre un aperçu général de la faune que l'on peut rencontrer dans les écosystèmes littoraux méditerranéens, en s'appuyant sur les connaissances et les données actuellement disponibles. Elle met principalement en lumière les espèces présentant un intérêt particulier, qu'il soit patrimonial, écologique, ou lié à leur statut de conservation. En raison de la finesse de l'échelle des écosystèmes détaillés dans cette étude, l'identification précise des espèces présentes n'est pas toujours possible. Lorsque des données plus détaillées existent pour un écosystème spécifique, elles sont présentées dans les sections dédiées. Il ne s'agit toutefois pas de listes exhaustives, mais d'exemples d'espèces décrites dans la littérature ou dans des sources disponibles au moment de la rédaction de ce document.

Trois unités EUNIS³ 2012 correspondant à des complexes d'habitats englobent tout ou partie de l'ensemble des unités évaluées dans le cadre de ce volume : X01 « Estuaires », X02 « Lagunes littorales salées » et X03 « Lagunes littorales saumâtres ». Un travail de mise en relation des espèces présentes dans le domaine méditerranéen et pouvant être trouvées dans ces habitats a été réalisé via les référentiels HABREF v7.0 (2023)⁴ et TAXREF v18 (2025)⁵ (Annexe 1). Il convient de noter que la liste d'espèces présentée en Annexe 1 n'est pas exhaustive : elle correspond aux espèces potentiellement présentes dans le périmètre traité dans ce volume. Cependant, à l'échelle fine des écosystèmes étudiés, certaines espèces listées peuvent être absentes localement, tandis que d'autres, non mentionnées, peuvent être observées ponctuellement. Pour pallier ces limites et compléter l'analyse, des sources bibliographiques complémentaires ont été mobilisées, dont quelques exemples sont présentés ci-dessous.

Les zones humides du littoral méditerranéen constituent des espaces privilégiés pour la reproduction et l'alimentation d'une **riche avifaune, et notamment d'espèces inscrites à l'annexe 1 de la directive 2009/147/CE (dite « Oiseaux »)**. Citons, à titre d'exemple : des rapaces comme le Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*) qui s'y nourrit - et faisant actuellement l'objet

³ EUNIS (European Nature Information System) est un système hiérarchisé de classification des habitats européens : <https://eunis.eea.europa.eu/>

⁴ HABREF [Eds] 2023. HABREF v7.0, référentiel des typologies d'habitats et de végétation pour la France. PatriNat (OFB-CNRS-MNHN-IRD), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Archive téléchargeable via la page temporaire de remplacement : <https://www.patrinat.fr/fr/page-temporaire-de-telechargement-des-referentiels-de-donnees-lies-linpn-7353> (consultée le 28 août 2025).

⁵ TAXREF [Eds] 2025. TAXREF v18.0, référentiel taxonomique pour la France. PatriNat (OFB-CNRS-MNHN-IRD), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Archive de téléchargement contenant 8 fichiers générés le 9 janvier 2025. <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentielEspece/taxref/18.0/menu>

d'un plan national d'actions -, ou encore le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) qui s'y reproduit. Parmi les oiseaux aquatiques se nourrissant d'invertébrés ou de petits animaux, on peut observer la Glaréole à collier (*Glareola pratincola*), ou des Laridae comme la Mouette mélanocéphale (*Ichthyaetus melanocephalus*), le Goéland railleur (*Chroicocephalus genei*), la Sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*), la Sterne caugek (*Thalasseus sandwicensis*), la Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*), ou encore la Sterne naine (*Sternula albifrons*). Les limicoles, qui consomment notamment des invertébrés enfouis dans les substrats meubles (vase, sable), sont également bien représentés, avec par exemple, l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) et l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*). Ces écosystèmes constituent également l'habitat de passereaux insectivores tels que le Gorgebleue à miroir (*Luscinia svecica*), ou la Lusciniole à moustaches (*Acrocephalus melanopogon*), une espèce dont la présence en France est quasi exclusivement limitée au littoral méditerranéen.

Si, pour la plupart, ces espèces ne sont pas menacées à l'échelle globale ou européenne (dernières évaluations produites selon les critères de la Liste rouge des espèces menacées), les évaluations nationales et régionales révèlent parfois des risques d'extinction notables. C'est notamment le cas de la Rousserole turdoïde (*Acrocephalus arundinaceus*), classée « vulnérable » (VU) en France métropolitaine, Corse et région PACA, ou encore la Fauvette à lunettes (*Sylvia conspicillata*), classée « en danger » (EN) en France métropolitaine et région PACA. A l'échelle régionale, certaines espèces sont également menacées ; comme l'Huîtrier pie (*Haematopus ostralegus*) classé « en danger critique » (CR) en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), le Petit gravelot (*Charadrius dubius*) classé « en danger » (EN) en Corse et vulnérable (VU) en région PACA, la Panure à moustaches (*Panurus biarmicus*) classée « vulnérable » (VU) en région PACA.

L'étang de l'Or, zone humide emblématique du littoral languedocien, est une étape migratoire importante et un lieu de reproduction et d'alimentation pour de **nombreuses espèces d'oiseaux, laro-limicoles, échassiers, rapaces, ou encore oiseaux des roselières**. Ainsi, on y trouve entre autres le Flamant rose (*Phoenicopterus roseus*), la Sterne caspienne (*Hydroprogne caspia*), le Butor étoilé (*Botaurus stellaris*), le Râle d'eau (*Rallus aquaticus*), la Grèbe à cou noir (*Podiceps nigricollis*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*). Les prés salés abritent notamment l'Œdicnème criard (*Burhinus oedicnemus*), le Rollier d'Europe (*Coracias garrulus*), le Pipit rousseline (*Anthus campestris*), ou encore la Sterne hansel (*Gelochelidon nilotica*). Dans les roselières, des zones humides contrastant avec les milieux secs et hypersalins voisins, on peut observer le Blongios nain (*Ixobrychus minutus*), le Héron pourpré (*Ardea purpurea*), le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), ou bien la Lusciniole à moustache (*Acrocephalus melanopogon*). La diversité écologique de ces milieux se manifeste aussi par la présence d'environ cinquante espèces de poissons, qu'ils soient migrateurs ou sédentaires, ainsi que de nombreux amphibiens et reptiles (SAFEGE 2011).

Les ripisylves et grands cours d'eau accueillent également leur lot d'espèces remarquables, notamment parmi les **chauves-souris** : les Grand et Petit rhinolophes (*Rhinolophus ferrumequinum* et *R. hipposideros*), le Murin de capaccini (*Myotis capaccinii*), présent uniquement en région méditerranéenne en France, le Murin de daubenton (*Myotis daubentonii*), ou encore la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), espèce déterminante ZNIEFF (Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique) en Languedoc-Roussillon et en Corse, faisant également l'objet d'un plan national d'actions (PNA) (BRL Ingénierie 2014). On peut également trouver la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), concernée par un PNA en cours, ainsi que le Vespertilion bicolore (*Vespertilio murinus*), espèce déterminante ZNIEFF en région PACA.

Ce sont les vertébrés, et plus particulièrement les oiseaux, qui concentrent la majorité des données disponibles, ce qui se reflète par une proportion élevée d'espèces identifiées, alors que **les invertébrés, qui constituent pourtant l'essentiel de la biodiversité des zones humides, demeurent globalement peu étudiés**. Dans le contexte méditerranéen, seuls trois groupes taxonomiques d'invertébrés ont récemment fait l'objet d'études sur leur état de conservation : les **odonates** (libellules), les **décapodes d'eau douce** (crabes et écrevisses) et les **mollusques** (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012).

Les prairies humides abritent également une **entomofaune** patrimoniale remarquable, à commencer par deux papillons protégés : le Damier de la Succise (*Euphydryas aurinia*) et la Diane (*Zerynthia polyxena*). Plusieurs espèces de libellules protégées y sont également présentes, telles que La Cordulie splendide (*Macromia splendens*), la Cordulie à corps fin (*Oxygastra curtisii*), l'Agrion de mercure (*Coenagrion mercuriale*) et le Gomphe de Graslin (*Gomphus graslinii*) (BRL Ingénierie, 2014). Deux espèces de lépidoptères nocturnes, la Noctuelle argentée (*Cucullia argentea*) et la Phalène consacrée (*Casilda conseraria*), sont considérées comme déterminantes ZNIEFF en Languedoc-Roussillon. Le Leste à grands ptérostigmas (*Lestes macrostigma*), quant à lui, présente un statut préoccupant : classé « vulnérable » (VU) en région PACA, « quasi menacé » (NT) en Corse, et « en danger » (EN) à l'échelle nationale. Il s'agit d'une espèce déterminante ZNIEFF en PACA et en Languedoc-Roussillon, également concernée par un plan national d'actions en cours.

On peut noter également la présence de **mollusques rares**, tels que le Vertigo de Des Moulins (*Vertigo moulinsiana*) et le Vertigo étroit (*Vertigo angustior*) (BRL Ingénierie 2014), dans les zones humides et en particulier les marais.

Le cortège de mares ainsi que les landes humides arrière-dunaires abritent l'essentiel des populations d'**amphibiens**, parmi lesquelles le Pélobate cultripède (*Pelobates cultripes*), classé « vulnérable » (VU) sur la Liste rouge des amphibiens de France métropolitaine. D'autres espèces présentent des dynamiques régressives, telles que l'Alyte accoucheur (*Alytes obstetricans*), le Péloodyte ponctué (*Pelodytes punctatus*), le Crapaud calamite (*Epidalea calamita*) ou encore le Crapaud commun (*Bufo bufo*) (BRL Ingénierie, 2014). La Grenouille de Pérez (*Pelophylax perezii*) est également présente dans ces milieux. À cela

s'ajoute la présence de **poissons rares**, localisés ou en déclin, tels que le Chabot du Lez (*Cottus petiti*) (BRL Ingénierie, 2014).

Enfin, la **Cistude d'Europe** (*Emys orbicularis*) est plutôt une espèce d'eau douce mais elle tolère les milieux saumâtres (Morand 2001), elle est donc observable dans certains écosystèmes du périmètre de cette étude, comme les roselières et jonchaies. Certains noyaux de population sont notamment identifiés en Corse, en Camargue et dans les marais adjacents. Cette espèce patrimoniale est carnivore, se nourrissant principalement d'insectes, de mollusques aquatiques, de crustacés et d'œufs et larves divers (Bensettiti & Gaudillat, 2002). Il s'agit d'une espèce protégée, déterminante ZNIEFF, et dont l'état de conservation dans la région méditerranéenne est « défavorable-inadéquat » (pour un paramètre, ou globalement) d'après la Directive Habitat (2013-2018).

1.2.5. Pressions et menaces sur les marais salés côtiers et roselières de la méditerranée française

Au XX^e siècle, avec l'avènement de l'industrialisation, l'agriculture intensive, l'urbanisation, les pressions démographiques et les considérations de santé devenant prioritaires, le rapport entre l'homme et les zones humides a été rompu. Les zones humides étaient perçues autrefois comme des endroits qui devaient être « désinfectés » car dangereux et remplis d'insectes porteurs de maladies. Elles ont aussi été considérées comme des terres sans importance, en jachère, dont le seul intérêt était de les convertir pour d'autres utilisations grâce au drainage. De nombreuses zones humides ont ainsi été détruites (Benessaïah *et al.* 1998).

Les marais salés sont maintenant largement reconnus comme jouant un rôle majeur dans la protection du littoral et de sa biodiversité face au changement climatique, mais aussi comme jouant un rôle clé dans les cycles de matières minérales ou organiques importants pour un grand nombre de communautés marines (Boorman 1999). Une dynamique en faveur de la protection des zones humides est désormais observée depuis plusieurs années. En dépit de la prise de conscience de la valeur de ces milieux et de la mobilisation pour leur protection, des phénomènes de destruction et de dégradation des zones humides perdurent encore aujourd'hui (Eau France Service Public 2015). La dernière campagne d'évaluation nationale des sites humides emblématiques portée par le Service des Données et des Études Scientifiques et l'Office Français pour la Biodiversité a mis en évidence, que 41 % des sites emblématiques présentent des milieux qui se sont dégradés entre 2010 et 2020. Le renforcement des mesures de protection et de gestion, dans le cadre du réseau européen Natura 2000, apporte aussi des éléments cruciaux sur l'état de ces écosystèmes. En effet, certaines végétations des marais salés côtiers et roselières, évaluées dans ce volume, font partie du grand type « habitats côtiers et végétations halophytiques d'intérêt communautaire ». Ces habitats font l'objet d'une évaluation de leur état de conservation tous les 6 ans. À l'échelle européenne, ils enregistrent la plus faible proportion d'états qualifiés de « favorables ». Plus de la moitié des évaluations des habitats côtiers montrent des tendances de l'état de conservation qualifié de « défavorable stable » ou en « dégradation » (Commission européenne 2020). En France, les états de conservation des « habitats côtiers et des végétations halophytiques » sont, dans leur quasi-totalité, qualifiés de « défavorable » (en majorité « défavorable inadéquat », sinon « mauvais »). Seul un très faible pourcentage est en état qualifié de « favorable » ou reste « inconnu » (UMS Patrinat 2019a, b) (Figure 12).

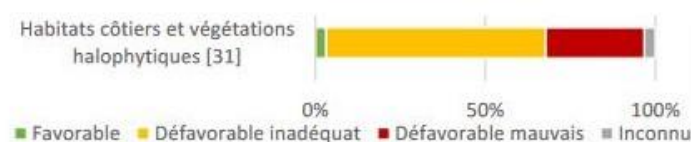


Figure 12. État de conservation des habitats côtiers et végétations halophytiques pour la période 2013-2018 (UMS Patrinat 2019a, b). Le nombre entre crochets indique le nombre d'évaluations réalisées.

Les lagunes littorales et les zones humides attenantes que sont les marais salés et roselières sont de véritables spécificités de la géographie du littoral méditerranéen français et de haute valeur en matière de biodiversité. Ces territoires sont très convoités pour divers usages humains : agriculture, urbanisation, navigation, pêche et pêche professionnelle, mise en culture, aquaculture, tourisme, extraction de matériaux ; et ainsi menacés par diverses pressions : pollutions telluriques et maritimes, invasions biologiques, etc. (PNUE/PAM 2009). **Aujourd'hui, leur gestion est envisagée non seulement vis-à-vis de la qualité de l'eau ou de la protection de la biodiversité, mais aussi par rapport à la lutte contre les inondations, l'érosion du trait de côte et l'élévation prévue du niveau marin** (Ghiotti 2019) **en réponse au changement climatique**. Il y a dans les zones humides littorales méditerranéennes une convergence d'enjeux écologiques, sociaux et économiques (Beltrame *et al.* 2015) à l'origine de nombreuses menaces. Celles-ci touchent les espèces, mais aussi l'intégrité et le fonctionnement des écosystèmes (SAFEGE 2011). En effet, 36 % des espèces méditerranéennes inféodées aux zones humides sont désormais menacées d'extinction. Leur abondance s'est réduite de moitié depuis 1990 et elles continuent de décliner (Tour du Valat 2018). Le Tableau 1 compile les menaces qui pèsent sur les zones humides, identifiées au sein de huit sources bibliographiques, allant de l'échelle européenne à l'échelle locale.

Tableau 1. Inventaire bibliographique des menaces qui pèsent sur les zones humides méditerranéennes.

*Les modifications du régime hydrique peuvent aussi bien correspondre à une modification du régime « naturel » qu'à une évolution de la gestion, pouvant aboutir à un retour vers une dynamique qualifiée de naturelle, ou du moins spontanée.

Menace identifiée	Périmètre géographique	Référence bibliographique
Agriculture	Europe	Commission européenne 2020
	Méditerranée	Aliaume <i>et al.</i> 2007 ; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012a, b, c, d ; Beltrame <i>et al.</i> 2015
Aquaculture	Méditerranée	Aliaume <i>et al.</i> 2007
	Étang de Salses-Leucate	RIVAGE 2012
Artificialisation	Europe	Commission européenne 2020
	Méditerranée	CAR/ASP 2003 ; Aliaume <i>et al.</i> 2007 ; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012a, b, c, d ; Beltrame <i>et al.</i> 2015
	Languedoc-Roussillon	Rufroy <i>et al.</i> 2007
	Étang de Salses-Leucate	RIVAGE 2012
Changement climatique	Europe	Commission européenne 2020
	Méditerranée	CAR/ASP 2003 ; Aliaume <i>et al.</i> 2007 ; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012a, b, c, d ; Trombetti <i>et al.</i> 2022
	Languedoc-Roussillon	Rufroy <i>et al.</i> 2007
Développement d'infrastructures de transport	Europe	Commission européenne 2020
	Étang de Salses-Leucate	RIVAGE 2012
Érosion	Méditerranée	CAR/ASP 2003 ; Aliaume <i>et al.</i> 2007 ; Beltrame <i>et al.</i> 2015
	Languedoc-Roussillon	Rufroy <i>et al.</i> 2007
Espèces exotiques envahissantes	Europe	Commission européenne 2020
	Méditerranée	Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012a, b, c, d ; Trombetti <i>et al.</i> 2022
	Languedoc-Roussillon	Rufroy <i>et al.</i> 2007
Exploitation des espèces	Europe	Commission européenne 2020
	Méditerranée	Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012a, b, c, d
Extraction de ressources	Europe	Commission européenne 2020
	Méditerranée	CAR/ASP 2003 ; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012a, b, c, d
	Étang de Salses-Leucate	RIVAGE 2012
Modification du régime hydrique*	Europe	Commission européenne 2020
	Méditerranée	CAR/ASP 2003 ; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012a, b, c, d ; Trombetti <i>et al.</i> 2022
	Étang de Salses-Leucate	RIVAGE 2012
Pollution des eaux et/ou des sols	Europe	Commission européenne 2020
	Méditerranée	CAR/ASP 2003 ; Aliaume <i>et al.</i> 2007 ; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012a, b, c, d ; Beltrame <i>et al.</i> 2015 ; Trombetti <i>et al.</i> 2022
	Languedoc-Roussillon	Rufroy <i>et al.</i> 2007
	Étang de Salses-Leucate	RIVAGE 2012
Tourisme	Méditerranée	Aliaume <i>et al.</i> 2007 ; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012a, b, c, d
	Languedoc-Roussillon	Rufroy <i>et al.</i> 2007

À partir de cette analyse bibliographique, **huit grandes menaces ont été considérées dans cette évaluation : modification des occupations du sol, modification du fonctionnement hydrologique, changement climatique, espèces exotiques envahissantes, surexploitation des ressources, pollution, modification du transport sédimentaire, surfréquentation.** Elles sont décrites plus en détail dans le paragraphe suivant.

Modification des occupations du sol

La conversion des écosystèmes humides **en zones urbaines (24 %) ou agricoles (14 %)** contribuent à la perte et la dégradation de l'habitat de milliers d'espèces animales et végétales (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Selon une étude de l'évolution de l'occupation du sol de plusieurs zones humides littorales du bassin méditerranéen de 1975 à 2005, leur superficie a diminuée de 10 % en 30 ans, soit une perte de 1 329 km² (Beltrame *et al.* 2015). **En France, un constat encore plus alarmant a mis en évidence la disparition de 50 % de la surface des zones humides entre 1960 et 1990.** Un ralentissement de la tendance de régression des zones humides a été observé depuis les années 1990 à partir d'un échantillon représentatif à l'échelle nationale de zones humides, comme la Camargue (Eau France Service Public 2015). Alors que les zones humides naturelles subissent un déclin, la superficie des zones humides artificielles (comme les réservoirs et étangs de pêche) a fortement augmenté, souvent en remplacement de zones humides naturelles mais pas

systématiquement (Convention Ramsar sur les zones humides. 2018) : une augmentation de 105 %, c'est-à-dire un gain de 854 km² a été évalué dans le cas de l'étude des zones humides littorales méditerranéennes (Beltrame *et al.* 2015).

La frange littorale méditerranéenne est devenue le point névralgique de convergence de multiples enjeux démographiques, économiques et écologiques forts (Beltrame *et al.* 2015). Le développement socio-économique a ravagé une grande partie du patrimoine naturel de la méditerranée. Les zones humides ont été les premières victimes des nouvelles utilisations des terres, en particulier dans les régions côtières (Tour du Valat 2018). Plusieurs causes et pressions sont à l'origine de ces modifications des modes d'occupations du sol : **l'augmentation de la population, le tourisme, l'urbanisation qui en découle, l'agriculture, et l'industrie.**

Les zones côtières méditerranéennes sont soumises à une **forte pression démographique**. Elles doivent faire face à une pression croissante sur toutes les ressources, et notamment l'espace (CAR/ASP 2003). La part des territoires artificialisés des communes littorales est importante et croissante, plus l'on se rapproche du rivage. En 2009, 40 % du linéaire côtier méditerranéen était artificialisé (PNUE/PAM 2009). Une étude réalisée sur les occupations du sol (CORINE Land Cover) a montré, qu'en 2014, la surface totale urbanisée du schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE Lez-Mosson-Étangs Palavasiens) était de 13 700 ha sur une surface totale de 74 600 ha : soit 18 % de surfaces urbanisées. Cela représentait une augmentation de la surface urbanisée de 2,5 % entre 1990 et 2006, soit environ 120 hectares par an (BRL Ingénierie 2014). Depuis 1990, la population a augmenté de 42 % sur le littoral méditerranéen (Tour du Valat 2018). À l'augmentation de la population s'ajoute une nouvelle répartition dans l'occupation du territoire avec un fort exode rural conduisant à une proportion croissante de la population à s'installer dans les grandes villes, souvent situées le long du littoral. En conséquence, la conversion des milieux naturels en zones urbaines et agricoles continue même autour des principales zones humides (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). En plus de l'urbanisation, un phénomène de cabanisation s'est développé. Les cabanes, utilisées à l'origine pour des pratiques traditionnelles ou sociales, en milieu naturel ou agricole, se sont multipliées sur les pourtours des lagunes littorales. Indifférentes à toute règle d'urbanisme, elles échappent aussi à la maîtrise des responsables locaux (BRL Ingénierie 2014).

La pression démographique est également exacerbée par le **tourisme de masse**. La région méditerranéenne est la première destination touristique mondiale, avec 30 % des arrivées touristiques internationales (PNUE/PAM 2009). Le nombre total de visiteurs est estimé à environ 150 millions, dépassant donc le nombre de la population locale et représentant plus que le tiers de la totalité du tourisme mondial (CAR/ASP 2003). Ce tourisme, en majorité côtier et balnéaire, a conduit depuis les années 1960 au développement de nombreuses **infrastructures** sur le littoral, notamment via la mission interministérielle d'aménagement touristique du littoral du Languedoc-Roussillon : stations balnéaires, campings, aires récréatives (Beltrame *et al.* 2015). D'autres pressions liées à l'urbanisation, comme les **activités sportives ou de loisirs**, touchent particulièrement les écosystèmes marins et côtiers (Commission européenne 2020). Parallèlement, des **infrastructures lourdes, industrielles, commerciales et de transport**, se sont aussi développées sur le littoral : pétrochimie, sidérurgie, ports de commerce, aéroports, voies ferrées, routes, etc. (Beltrame *et al.* 2015). Leur mise en place, corrélée aux évolutions démographiques et à la progression du secteur du tourisme, a conduit à **l'imperméabilisation et l'artificialisation des sols, la chenalisation des cours d'eau, les comblements, remblaiements**, voire transformations de certaines zones humides en **décharges**. Historiquement, le **drainage** des marais salés et zones humides effectué jusqu'à la fin du XIX^e siècle avait surtout un but sanitaire afin d'éviter les épidémies de paludisme qui étaient fréquentes dans toute la région méditerranéenne (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Depuis, d'autres moyens ont été trouvés pour lutter contre les invasions de moustiques, mais les drainages à des fins agricoles ou d'urbanisation ont encore lieu. Les pratiques agricoles ont aussi été modifiées au cours des dernières décennies. Avec le passage à une **agriculture** mondialisée et plus productive, la surface en zone agricole s'est stabilisée en région méditerranéenne depuis 1961, voire a diminué localement, conduisant au phénomène de déprise agricole sur les terres les moins productives pour la culture ou le pâturage.

Les écosystèmes de marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen les plus impactés par ces modifications d'occupation des sols sont principalement ceux situés le plus à l'intérieur des terres, sur les plus hauts niveaux topographiques, les moins halophiles et les moins inondés. Ils sont plus favorables à l'expansion de l'urbanisme, moins soumis à l'action du sel, ils sont plus productifs pour les cultures ou nourrissants pour le pâturage et plus accessibles pour les loisirs. Cela concerne notamment l'écosystème de prés salés qui s'étend sur de nombreux niveaux topographiques dont les plus hauts. Différents types d'impacts ont pu être identifiés sur ces écosystèmes de marais salés côtiers et roselières. Les zones rapidement converties de l'état naturel à un état urbanisé (imperméabilisation, artificialisation, comblements, etc.) ont conduit à la **destruction totale de ces écosystèmes** (CAR/ASP 2003). En parallèle, l'urbanisation réduit les zones naturelles de replis des écosystèmes face au changement climatique et à la montée du niveau de la mer, diminuant ainsi par un impact indirect les chances d'évolution et de survie de ces écosystèmes. La modification des pratiques agricoles et l'augmentation des activités récréatives conduit à la **fragmentation, à l'altération du couvert végétal, à la modification des caractéristiques des sols** (compacité, salinité) **et de sa topographie** – paramètres essentiels au maintien de ces écosystèmes.

Pollution

Selon la commission européenne, la pollution fait peser une pression importante sur de nombreux habitats et espèces, et les activités agricoles (rejets de fertilisants, de pesticides et d'autres substances chimiques) sont responsables de près de la

moitié (48 %) des pollutions, suivies par la pollution de sources mixtes (Commission européenne 2020). Deux catégories principales de pollution affectent les zones humides et leurs espèces : les **déchets solides** et les **substances solubles dans l'eau** (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). La pollution des zones côtières et de leurs zones humides provenant des rejets urbains et industriels (chimique et pétrochimique autour des villes côtières) est, selon la plupart des États méditerranéens, un problème majeur face au manque de moyens de traitement appropriés (CAR/ASP 2003). Au-delà de leur **impact physique** (déchets solides, peu ou pas dégradables) sur les milieux naturels, les déchets déposés dans les zones humides provoquent des problèmes de **contamination, tant du sol que des eaux superficielles et souterraines** (substances solubles). La qualité de l'eau s'est considérablement dégradée dans les années 1950-1960 en Europe, comme dans tous les pays développés. Elle est très largement influencée par les **rejets d'origine agricole** (nitrates et pesticides), **domestique** (eaux usées source de phosphates) et **industrielle** (métaux lourds, hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP, polychlorobiphényle ou PCB). Cette pollution serait la pression affectant le plus grand nombre d'espèces (43 %) dans les zones humides méditerranéennes (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012).

En France, le réseau institutionnel de la directive cadre sur l'eau (DCE) a mis en place deux types de contrôles de la qualité des eaux des cours d'eau (SAFEGE 2011) : les contrôles de surveillance qui permettent de connaître l'état général des eaux au travers des éléments physicochimiques (micropolluants), biologiques (faune/flore) et hydro-morphologiques ; et les contrôles opérationnels qui permettent de surveiller les paramètres qui posent problème. Les analyses physico-chimiques visent les **micro-polluants** : matières organiques et oxydables (oxygène, ammonium et azote) qui sont révélatrices de la présence ou non de pollution organique, de matières azotées, matières phosphorées et nitrates. Il existe peu de données sur les micro-polluants car la mise en place de mesures est récente. Sur le bassin versant de l'étang de l'Or dans l'Hérault, ces contrôles ont permis de mettre en évidence que la qualité globale de l'eau des cours d'eau qui alimentent les lagunes, les marais salés et roselières, est moyenne à mauvaise, et se maintient, voire se dégrade. L'ensemble des cours d'eau ayant fait l'objet d'analyses des **pesticides** se trouve impacté par la présence de plusieurs molécules (45 détectées) dont l'AMPA, un métabolite du glyphosate, qui est la substance la plus représentée dans des concentrations élevées (SAFEGE 2011). Les pesticides présents en fortes concentrations dans les cours d'eau éliminent les espèces sensibles, comme certaines espèces d'insectes. Les marais salés côtiers sont l'exutoire de nombreux cours d'eau et jouent un rôle de filtre. Ils accumulent une partie de ces molécules au sein des vases, mais aussi des organismes qui y vivent. C'est le cas d'insecticides ou du PCB, retrouvés à des taux de concentration importants dans les sédiments des prés salés du Portugal (Boorman 1999). D'autres composés toxiques comme le tributylétain peuvent être rapidement dégradés pendant la phase aquatique au sein de la colonne d'eau, mais peuvent persister longtemps au sein des sédiments en conditions anaérobies (Boorman 1999). L'accumulation des pesticides au sein des organismes animaux ou végétaux, jusqu'à des taux sub-léthaux, affectent leur condition et leur succès reproducteur et contaminent, par conséquent, l'ensemble de la chaîne alimentaire, par prédation ou pâturage (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). En Corse (Cavelan *et al.* 2016), l'anthropisation de la plaine de la Marana est illustrée par la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et autres produits de combustion, ainsi que de marqueurs fécaux reflétant les activités pastorales autour de la lagune.

L'**eutrophisation** est un phénomène naturel dépendant de facteurs physiques, il n'en reste pas moins influencé et amplifié par les activités anthropiques (Trinquier 2009). Même après traitement, les eaux des stations d'épuration contiennent des matières nutritives comme l'azote et le phosphore et sont directement rejetées dans les lagunes ou les cours d'eau qui rejoignent les plans d'eau et les marais adjacents. Les apports excessifs de ces éléments, issus de l'agriculture et des eaux domestiques, entraînent un enrichissement des eaux de surface. Cette eutrophisation se traduit au sein des milieux aquatiques par une augmentation de la production des végétaux aquatiques, notamment des algues (SAFEGE 2011; Trinquier 2009). Les lagunes méditerranéennes et les zones immergées adjacentes des marais salés ne sont pas épargnées par ces épisodes hypertrophiques. Le développement conséquent de ces algues est connu pour ralentir la croissance d'espèces pionnières de marais salés, comme les salicornes (Boorman 1999). En se décomposant, ces algues entraînent un épuisement du stock d'oxygène dissout dans l'eau, à l'origine de fortes conditions anoxiques, entraînant une dégradation des herbiers aquatiques nécessaires à l'expression de végétations de lasses d'étangs par exemple (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2014).

Les complexes portuaires, entre autres, sont à l'origine de rejets d'hydrocarbures, de produits de carénage et d'entretien, et de produits de dragages contenant des **métaux lourds**. Au Portugal par exemple, il a été montré que l'*Halimione portulacoides*, aussi très présente dans les prés salés méditerranéens, est capable de stocker le cadmium (métal lourd) dans ses feuilles, à un fort taux de concentration, menaçant ainsi la santé des animaux qui la consomment (Boorman 1999). Les **micro-impuretés** telles que les substances hormonales actives, biocides et substances actives de médicaments sont probablement en augmentation dans la plupart des zones humides méditerranéennes. Ces polluants font l'objet de suivis insuffisants, et leurs effets sur la biodiversité possiblement graves restent trop peu étudiés (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Les effets combinés des substances solubles sur la santé des citoyens ou sur certaines espèces végétales et animales sont peu étudiés.

Les effets des divers polluants sont surtout étudiés pour leurs impacts sur les êtres humains, la qualité de l'eau et quelques espèces sensibles, comme les insectes ou les communautés aquatiques, notamment au sein des lagunes côtières. Le lien entre ces pollutions et les impacts sur les communautés végétales et animales des marais salés côtiers et roselières est quant à lui plutôt lacunaire.

Modification du fonctionnement hydrologique

Le **climat méditerranéen, et ses modifications sous l'effet du changement climatique**, impose des contraintes sur le fonctionnement hydrologique naturel des zones humides littorales. En Méditerranée, les débits de crues sont élevés car les bassins versants sont généralement courts, montrent une pente forte à l'amont et sont associés à des pluies fortes en automne. Du fait de la sécheresse estivale et des fortes pluies automnales, les étiages sont très sévères et accentués par le caractère karstique du sol (SAFEGE 2011). À ces paramètres climatiques qui conditionnent le fonctionnement hydrologique des écosystèmes des zones humides littorales s'ajoutent les **paramètres anthropiques**. La modification des systèmes hydrologiques naturels apparaît comme une pression majeure (34 %) sur les zones humides méditerranéennes (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Plusieurs types de modifications du fonctionnement hydrologique des marais salés et roselières du littoral méditerranéen ont pu être identifiés dans cette évaluation : ils concernent l'équilibre entre les apports et les prélèvements d'eau douce et d'eau salée. La plupart des modifications ont lieu en amont des zones humides côtières, au sein du bassin versant (rivières, barrages, etc.) et touchent à la fois les eaux de surface et les eaux souterraines. Mais ils impactent aussi de façon durable le fonctionnement hydrologique naturel des écosystèmes situés en aval, les marais salés et roselières du littoral inclus.

La **croissance démographique** des populations du littoral méditerranéen, associée à l'afflux touristique conséquent en période estivale, sont à l'origine d'une demande croissante d'eau douce (CAR/ASP 2003). La plupart des cours d'eau méditerranéens ont subi une réduction significative de leur débit d'environ 25 à 70 % entre 1960 et 2000 : conséquence de prélèvements d'eau excessifs dans les bassins versants, combinés à une faible efficacité de l'utilisation de l'eau (Tour du Valat 2018). Une grande partie des prélèvements d'eau destinés à l'**agriculture** est perdue du fait de techniques d'irrigation inefficaces, alors que c'est le principal consommateur d'eau dans la région méditerranéenne, utilisant 64 % de l'eau douce prélevée (PNUE/PAM 2009; Tour du Valat 2018). Elle est suivie par l'**industrie** (22 %) et le secteur **domestique** (14 %) qui inclut les besoins des communautés locales et des complexes touristiques (PNUE/PAM 2009). Actuellement, près de la moitié des ressources en eau renouvelables et exploitables sont utilisées dans le bassin méditerranéen. Afin d'étendre les zones agricoles et les protéger contre les crues, une grande partie des fleuves, rivières et ruisseaux a été canalisée ou endiguée ; ce qui s'est traduit par une réduction de la longueur de ces cours d'eau, de la largeur de leur lit et par la disparition ou l'assèchement des zones humides riveraines (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Les rivières méditerranéennes sont également les plus fragmentées du monde, par la construction de barrages et retenues, conduisant à la perturbation des débits fluviaux, l'eutrophisation des eaux, et la retenue des sédiments nécessaires aux marais salés côtiers en aval. Au sein même des marais côtiers et roselières, les ressources en eau sont presque totalement gérées **artificiellement** du côté amont, mais aussi côté mer au niveau des graus. D'après une étude sur l'étang de l'Or (SAFEGE 2011), les terres situées au nord de l'étang ont subi, depuis plusieurs années, des modifications du réseau hydrologique avec le creusement de réseaux de **drainage** afin de pouvoir exploiter les terres basses. Beaucoup de schémas de drainage effectués à l'époque ont conduit à des problèmes majeurs, notamment lorsqu'ils étaient mêlés à l'intensification de l'agriculture : comme la perte dans l'approvisionnement en eau, le dépôt d'eau, les inondations, la chute des aquifères ou la salinisation. Bien que le drainage à des fins agricoles soit quasiment abandonné de nos jours, les zones humides continuent encore à être drainées pour rendre disponible, gratuitement, l'espace nécessaire à l'expansion des centres urbains et infrastructures touristiques, comme les routes et les aéroports (CAR/ASP 2003). Aujourd'hui, le réseau hydraulique de l'étang de l'Or, dense et complexe, est constitué de roubines et fossés munis d'**ouvrages** (buses, clapets anti-retour, martellières) qui permettent les échanges avec les milieux adjacents : marais salés, cours d'eau, lagunes, etc. Le mode de gestion des niveaux d'eau des marais sont très variables suivant les propriétaires et les usages pratiqués : terres agricoles, manades⁶, chasses, etc. (SAFEGE 2011). En Camargue, depuis l'endiguement total du Rhône à partir de 1869, le fonctionnement hydraulique du delta a été profondément modifié par les activités humaines, notamment pour les besoins de la riziculture et la saliculture. Que ce soit sur l'étang de l'Or ou en Camargue, les marais salés et autres zones humides côtières semblent communiquer en surface, par des chenaux ou des dépressions topographiques (appelées « baisses »), sous l'effet de la gravité ou du vent. Cependant, il n'y a pas ou peu d'échanges transversaux entre ces différentes zones (Molina *et al.* 1996; SAFEGE 2011). En sous-sol, du fait de l'imperméabilité des sédiments, les communications se font par pression interposée. Le prélèvement excessif d'eau douce peut ainsi faire remonter la nappe d'eau salée vers la surface. La surexploitation des nappes d'eau souterraines entraîne l'assèchement des zones humides situées en surface et peut aussi se traduire par la remontée du biseau salé vers les terres et des intrusions d'eau salée. Pour donner un exemple, ce sont 8 432 000 m³ d'eaux souterraines qui ont été prélevées en 2009 par les collectivités du bassin versant de l'étang de l'Or (SAFEGE 2011). Les plans d'eau de surface, quant à eux, exercent sur la nappe salée une forte pression qui se répercute latéralement et fait remonter la nappe salée dans les secteurs hors d'eau. Ainsi, en Haute-Camargue, le poids de l'eau d'irrigation des rizières fait affleurer la nappe salée dans des terres auparavant exemptes de sel (Molina *et al.* 1996).

La modification du régime hydrologique des marais salés côtiers, liée aux activités anthropiques, impacte les paramètres essentiels au bon fonctionnement de ces écosystèmes, tels que l'humidité des sols, la durée d'immersion, la salinité, les périodes d'assec, etc. Elle impacte aussi la surface des terres soumise au sel. Dans ce contexte, la conservation et l'utilisation

⁶ Terme provençal désignant les troupeaux libres de bovidés ou de chevaux conduits par un gardian.

judicieuse des zones humides ne peuvent être dissociées de la **gestion intégrée des ressources en eau**, au niveau du bassin hydrologique (CAR/ASP 2003).

Changement climatique

Le bassin méditerranéen est actuellement confronté à la crise écologique et climatique la plus grave de sa longue histoire (Off Your Map 2020). Le changement climatique est aujourd'hui l'une des principales menaces pour la biodiversité des écosystèmes aquatiques méditerranéens (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Il entraîne des **événements climatiques extrêmes, de plus en plus fréquents et sévères**, déjà observables localement. Les scénarios pour l'avenir confirment l'accentuation de ces phénomènes et prévoient qu'ils auront des conséquences dramatiques sur la flore et la faune, se traduisant par une accélération de l'appauvrissement de la biodiversité sur terre comme sous l'eau, et par la désertification de nombreuses régions (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012; Off Your Map 2020). Des analyses prospectives ont montré qu'au-delà d'une augmentation de 2 à 5 °C des températures d'ici 2080, le bassin méditerranéen sera touché par une **baisse des précipitations** et une plus grande fréquence des événements extrêmes comme les **sécheresses et les épisodes de fortes pluies** (Commission européenne 2020; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Les risques liés à l'élévation du niveau de la mer devraient augmenter de façon significative, d'ici 2100, tout le long des zones côtières peu élevées (IPCC 2019). En plus de la hausse du niveau de la mer, d'autres phénomènes sont attendus : une **augmentation des inondations** le long des côtes basses par des submersions marines (en particulier dans les deltas, les lagunes et les estrans), une **accélération de l'érosion côtière** et une **augmentation de la salinité dans les estuaires** (PNUE/PAM 2009). Très peu de travaux ont été réalisés sur les impacts du changement climatique et de l'élévation du niveau de la mer sur les zones humides côtières, surtout en ce qui concerne les espèces (flore et faune) en provenance de climats plus chauds qui commencent à envahir la Méditerranée et à se mêler aux problèmes causés par les **espèces invasives** (CAR/ASP 2003). Le changement climatique et la hausse des **températures menacent 36 % des espèces des zones humides méditerranéennes**, alors que les espèces invasives représenteraient une menace pour 19 % d'entre elles (Trombetti *et al.* 2022).

Les divers aléas littoraux, en lien avec le changement climatique, qui ont été identifiés en région méditerranéenne, sont décrits ci-après avec leurs impacts potentiels sur les écosystèmes évalués : élévation du niveau de la mer, érosion, recul du trait de côte, submersion marine et salinisation des terres.

Aléas littoraux : Submersion marine - Érosion - Élévation du niveau de la mer

La submersion marine désigne une inondation temporaire par la mer de la zone côtière, dans des conditions météorologiques extrêmes, pouvant cumuler dépression atmosphérique, vent violent de mer, forte houle et phénomènes marégraphiques. Cet épisode peut durer de quelques heures à quelques jours. Trois modes de submersion marine ont été distingués : la **submersion par débordement**, lorsque le niveau marin est supérieur à la côte des terrains adjacents ; la **submersion par franchissements de paquets de mer**, liée aux vagues qui dépassent la côte des terrains adjacents après le déferlement de la houle ; la **submersion par rupture de système de protection** lors de la défaillance ou le mauvais entretien d'un ouvrage, la formation d'une brèche dans le cordon naturel du fait de la houle, d'une érosion intensive etc. (CEREMA 2020; SAFEGE 2011).

Le littoral d'Occitanie est particulièrement sensible à la submersion marine du fait de la combinaison de cinq caractéristiques (CEREMA 2020; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2014) :

- Son contexte géomorphologique : les lidos sableux et de cordons dunaires fragilisés, voire absents, devant les zones humides côtières comme les lagunes, les marais salés ou les deltas montrent de fait peu de résistance aux aléas maritimes ; l'**augmentation du niveau de la mer** menace d'autant plus ces zones à très faible pente et d'altitude faible voire sous le niveau de la mer.
- La tendance à l'**érosion des côtes** : essentiellement sableuses, basses et en déficit sédimentaire, sont plus facilement sujettes à la submersion marine. De même, plus la distance entre le trait de côte et les enjeux (habitats, commerces, routes) est faible, moins les vagues ont de l'espace pour dissiper leur énergie et donc participent à l'érosion.
- L'**urbanisation** des côtes fragilise les cordons dunaires qui sont des remparts naturels contre les submersions marines et qui protègent par endroits les marais salés côtiers et roselières situés en arrière.
- Les **forçages naturels** comme le vent (force et direction), la houle (période, houle significative, orientation) et la dépression atmosphérique peuvent provoquer une élévation temporaire du niveau des plans d'eau et une submersion des marais salés adjacents.
- Les épisodes climatiques extrêmes comme les épisodes cévenols

Le sixième rapport d'étude de l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) estime, avec un indice de confiance « moyen », une augmentation du niveau marin mondial moyen entre 43 cm (0,29–0,59 m ; scénario RCP2.6) et 84 cm (0,61–1,10 m, scénario RCP8.5) à l'horizon 2100 (IPCC 2019). La combinaison des facteurs d'érosion côtière, de recul du trait de côte, de l'élévation du niveau de la mer, ainsi que de l'augmentation des événements de submersion marine peuvent avoir

des impacts importants sur les écosystèmes de marais salés côtiers et roselières et leur fonctionnement. La modification de la salinité, de la fréquence et de la durée des périodes d'immersion contraint fortement l'expression des végétations. Les impacts attendus de la montée du niveau de la mer sur les écosystèmes au cours du siècle incluent la perte de fonctionnalité et de biodiversité, des migrations latérales ou vers l'intérieur de terres et la diminution de leur surface d'expression (IPCC 2019, 2022). **Ces impacts seront encore plus importants en cas d'occupation et d'utilisation des terres empêchant la migration des marais salés et limitant la disponibilité et les échanges sédimentaires** (IPCC 2019, 2022).

Quatre types d'évolution des marais salés ont pu être identifiés : **la stabilité, la perte significative de maturité, la perte significative de surfaces et dans certains cas la recolonisation partielle** (Inácio *et al.* 2022). Les végétations de marais salés côtiers peuvent coloniser des niveaux topographiques plus hauts sur leurs zones de présence actuelles, ou coloniser des zones vers l'intérieur des terres (Carreno *et al.* 2008; De Wit 2011). C'était déjà le cas des marais salés des îles Britanniques en 1999, qui se sont étendus vers l'intérieur des terres. En présence des zones artificialisées, leur progression a été stoppée et a entraîné une perte de la surface occupée par ces écosystèmes (Boorman 1999). Les végétations de lasses d'étangs seraient sûrement aussi capables de migrer dans les terres en suivant l'augmentation du niveau d'eau car les graines de ces espèces sont transportées par les eaux et les courants. Les écosystèmes déjà longuement inondés au cours de l'année pourraient disparaître du fait d'une immersion permanente, tout comme les végétations supportant de faibles durées d'immersion et dont les graines sont dispersées par le vent, qui pourraient être directement impactées par la montée du niveau de la mer. Les marais salés côtiers pourraient encore se maintenir sur certaines zones avec des modifications au niveau de l'expression des végétations (Carreno *et al.* 2008). L'élévation du niveau de la mer transforme actuellement le delta du Rhône en Camargue. La montée des eaux marines permet de remettre en eau plus régulièrement ces écosystèmes, qui souffrent d'un prélèvement excessif d'eau dans le bassin versant et de sécheresses récurrentes. Cependant, cette remise en eau se fait avec des eaux salées. Certains habitats humides utilisés pour la production de sel sont devenus trop chers à protéger contre les incursions marines et sont en voie de renaturation progressive, grâce aux incursions marines lors des tempêtes d'hiver ou de restauration grâce à des plans de gestion spécifiques garantissant un apport en eau douce depuis les habitats humides artificiels avoisinants (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2014; Tour du Valat 2018). Quatre paramètres sont importants pour estimer l'évolution des marais salés au cours du siècle grâce aux modélisations : **la montée du niveau de la mer, le taux d'accrétion sédimentaire, la morphologie des marais salés** (taille et maturité), ainsi que **la disponibilité de zones terrestres favorables et colonisables** (Inácio *et al.* 2022). La majorité des scénarios tendent vers une évolution des marais salés et non vers leur conservation. Ces scénarios diffèrent davantage sur la vitesse de ces évolutions.

Faune

Dans les zones humides méditerranéennes, une part importante de la faune est aujourd'hui confrontée à un risque élevé de disparition. Les espèces menacées appartiennent souvent à des groupes peu connus ou peu médiatisés, comme les **mollusques, les poissons d'eau douce** ou encore certains **amphibiens**, ce qui contribue à un manque d'attention et de mesures ciblées pour enrayer leur déclin. Au-delà de ces espèces patrimoniales, la faune dite « ordinaire » subit elle aussi une érosion progressive, notamment les espèces spécialistes des habitats temporaires ou de faible superficie, particulièrement vulnérables face aux pressions multiples qui affectent les milieux humides (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2014).

Le changement climatique entraîne une transformation progressive des écosystèmes, modifiant les conditions de survie de nombreuses espèces. Celles qui ne peuvent s'adapter localement sont contraintes de déplacer leur aire de répartition pour suivre l'évolution des milieux. Ces dynamiques sont particulièrement visibles chez les groupes à forte capacité de dispersion, comme les **oiseaux des zones humides**. On observe ainsi un déplacement général vers le nord des aires de répartition : certaines espèces typiquement méditerranéennes, telles que la Bouscarle de Cetti (*Cettia cetti*) ou l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*), se reproduisent désormais jusqu'au Royaume-Uni. Dans le même temps, plusieurs oiseaux migrateurs au long cours, tels que le Blongios nain (*Ixobrychus minutus*), le Petit Gravelot (*Charadrius dubius*) ou l'Hirondelle de rivage (*Riparia riparia*), tendent à hiverner en région méditerranéenne, profitant d'hivers devenus plus cléments. Ce phénomène s'observe également chez d'autres groupes faunistiques, comme les **libellules** : plusieurs espèces méditerranéennes, notamment le Crocothémis écarlate (*Crocothemis erythraea*) et le Sympétrum méridional (*Sympetrum meridionale*), colonisent aujourd'hui des zones humides plus septentrionales, notamment en Suisse. À l'inverse, les espèces situées en limite sud de leur aire d'hivernage, en particulier certains limicoles, régressent dans la région méditerranéenne ; leur distribution hivernale s'est déplacée vers le nord d'environ 20 km par an entre 1977 et 2009 (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012).

Une étude menée à l'échelle européenne (Olsen *et al.*, 2022) montre que les déplacements d'aires de répartition des odonates vers le nord sont fortement liés à la largeur de niche écologique des espèces. Les espèces généralistes, notamment celles associées aux milieux temporaires, présentent des aires de répartition plus étendues et ont montré des décalages latitudinaux plus marqués au cours des dernières décennies (1988–2010). À l'inverse, les espèces spécialistes, inféodées aux eaux courantes permanentes, disposent de niches plus étroites et semblent moins capables de suivre les évolutions climatiques. Ces résultats suggèrent un risque accru de régression pour les espèces spécialisées, accentuant les processus d'homogénéisation biotique au sein des communautés d'odonates.

La **faune patrimoniale** des marais méditerranéens, notamment composée de laro-limicoles et d'échassiers rares, est étroitement inféodée à la mosaïque d'habitats littoraux que forment prés salés, roselières et zones de vasières. Ces milieux jouent un rôle essentiel pour la reproduction, l'alimentation ou le repos d'espèces sensibles comme l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), le Héron pourpré (*Ardea purpurea*), le Butor étoilé (*Botaurus stellaris*) ou le Blongios nain (*Ixobrychus minutus*). Or, cette avifaune spécialisée est particulièrement vulnérable aux pressions liées à la montée du niveau de la mer, qui entraînent inondations, salinisation ou disparition progressive des habitats, notamment des roselières. La transformation ou la perte de ces milieux menace directement la présence et le maintien de ces espèces dans les marais littoraux (Carreno *et al.* 2008).

Modification de la salinité des eaux et des terres

De nombreuses variations de salinité ont lieu au sein des écosystèmes de marais salés côtiers et roselières, mais le phénomène d'intrusions salines se fait de plus en plus présent. Différents **types d'intrusions salines et d'origines** de la salinité ont été établies (Aunay *et al.* 2006; BRGM 2021b) :

- **la salinité héritée** : elle provient de la présence d'un important stock de sel sur le secteur (ancien salin par exemple) ;
- **l'alimentation par une eau saumâtre** ;
- **l'intrusion directe d'eau saumâtre ou salée** de la lagune ou de l'eau de mer par le réseau de surface ;
- **l'échange avec l'aquifère saumâtre** : remontée de sel en provenance de l'aquifère sous-jacent par capillarité en lien avec le biseau salé.

La salinisation des sols, via l'alimentation par une eau saumâtre et les intrusions directes (coups de mer), peut être limitée par la gestion des graus et les barrages anti-sels positionnés sur les cours d'eau débouchant dans les lagunes et les marais salés (SAFEGE 2011). Les remontées de sel par capillarité en lien avec le biseau salé sont surtout la conséquence des **prélèvements excessifs d'eau douce** et non des apports supplémentaires en eau salée. C'est la dépression créée par les volumes d'eau prélevés, surtout en période estivale, qui provoque l'avancée du biseau salé dans les terres et la contamination des nappes d'eau douce par de l'eau salée. Ce phénomène rend l'eau impropre à tout usage, de façon irréversible à l'échelle d'une vie humaine. Dans les Pyrénées-Orientales, des contaminations ponctuelles par les chlorures ont déjà été mises en évidence au sein des nappes datant du Pliocène. Pour le moment, la contamination (qui ne s'est pas généralisée) ne s'étend pas au-delà de 30 m de profondeur (Syndicat Mixte pour la protection et la gestion des nappes de la plaine du Roussillon 2022). Ce phénomène de salinisation des terres, sera accentué à terme par l'élévation du niveau marin, le recul du trait de côte et l'érosion, qui feront d'autant plus remonter le biseau salé vers les terres. De plus en plus d'études comme celle de Petelet-Giraud (Petelet-Giraud *et al.* 2016), sur le bassin sédimentaire du Roussillon, tentent d'évaluer les risques d'intrusions salines, face au changement global et d'identifier des stratégies de gestion de la ressource en eau, afin de la préserver qualitativement et quantitativement. Les **principes de précaution et de surveillance** doivent prévaloir pour éviter de compromettre définitivement l'usage des nappes littorales.

La **salinisation** est un paramètre crucial, déterminant l'expression des végétations des marais salés côtiers et roselières, mais influant également sur les communautés animales et l'organisation des écosystèmes côtiers. Les écosystèmes impactés en premier sont ceux constitués de végétations qui supportent le moins des salinités élevées ; c'est le cas des végétations pionnières subhalophiles amphibies par exemple. Les roselières sont elles aussi particulièrement menacées par l'augmentation de la salinité sur certaines zones. Leur perturbation, fragmentation, voire leur disparition mettrait également en péril la reproduction de certaines espèces d'oiseaux inféodés à ces milieux, tel que le héron pourpré, le butor étoilé ou le blongios nain (Carreno *et al.* 2008).

En théorie, si l'on ne considère que le paramètre de salinité, la salinisation de nouvelles terres tendrait à créer des zones favorables au développement des végétations halophiles de marais salés côtiers. Or, bien d'autres paramètres sont essentiels à leur existence (submersion, topographie, etc.). La salinisation favoriserait par exemple le développement des végétations les plus halophiles comme les fourrés halophiles, sur les nouvelles zones salinisées, si les autres conditions biotiques et abiotiques nécessaires étaient réunies. L'accentuation de la salinité des zones actuelles de marais salés côtiers et roselières modifie déjà l'expression des végétations, et pourrait conduire à terme, à la réorganisation des écosystèmes concernés. Le déplacement de ces écosystèmes vers l'intérieur des terres, en suivant le front de salinisation, reste une hypothèse et serait conditionné notamment à l'existence de **zones dites de « repli »**, propices à leur développement, sachant qu'ils sont généralement contraints, côté terre, par les zones urbanisées (Carreno *et al.* 2008). La vitesse, tout comme les modalités de colonisations de ces nouvelles zones salinisées restent inconnues.

Espèces exotiques envahissantes

Les espèces exotiques envahissantes (EEE) représentent une menace majeure pour la flore et la faune indigène européenne (Commission européenne 2020). Conséquence directe de la mondialisation du commerce et d'une mobilité accrue des biens, des matières et des personnes, des espèces animales et végétales sont de plus en plus introduites, volontairement ou accidentellement, dans des régions où elles ne sont pas présentes naturellement (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Leur influence s'est considérablement accrue entre 2013 et 2018 (Commission européenne 2020).

Une espèce végétale exotique envahissante (EVEE) ou plante exotique envahissante (PEE) est une espèce floristique introduite en dehors de son territoire d'origine, qui a une dynamique de colonisation rapide dans son territoire d'introduction du fait d'une reproduction efficace. Elle a de fait la capacité de se propager rapidement sur un large territoire. Elle n'exprime pas systématiquement une dynamique envahissante dans tous les milieux sur l'ensemble d'un territoire, et peut être envahissante uniquement dans certains écosystèmes (Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles *et al.* 2023). Plusieurs statuts d'EVEE ont été définis par Cottaz *et al.* (2018) dont les deux principaux sont les espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) et les espèces végétales exotiques potentiellement envahissantes (EVEpotE) (Annexe 2). Lorsque ces espèces parviennent à s'implanter et à proliférer, elles auraient un impact plus important sur les écosystèmes que sur les espèces indigènes (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Elles peuvent localement entrer **en compétition avec les espèces indigènes**, notamment pour les ressources alimentaires. Cela peut conduire, par exemple pour les espèces végétales, à une banalisation de la flore et à l'uniformisation des habitats naturels. Mais, lors de l'introduction d'une plante exotique envahissante dans une communauté végétale, **de nombreuses interactions peuvent être réorganisées, modifiant ainsi la structure, le fonctionnement de l'écosystème et la composition des communautés végétales envahies**. L'introduction de ces espèces peut aussi impacter les **cycles biogéochimiques** (par allélopathie, fixation d'azote, etc.) ; induire une **pollution génétique des populations indigènes**, en s'hybridant avec une espèce indigène génétiquement proche et pouvant aller jusqu'à causer sa **disparition** ; ou provoquer **des perturbations diverses** du fait de leurs caractéristiques intrinsèques, par exemple augmenter les risques et les impacts des incendies pour des espèces hautement inflammables comme l'Herbe de la pampa (*Cortaderia selloana*).

Les marais salés côtiers et roselières sont des écosystèmes globalement peu soumis à des envahissements d'espèces exotiques du fait des fortes contraintes écologiques qui y règnent. Certaines de ces espèces y sont présentes, sans pour autant provoquer un remplacement total de végétations. Quelques espèces cependant posent des problèmes importants dans ces écosystèmes (Annexe 2). C'est notamment le cas pour :

- l'**Herbe de la pampa** (*Cortaderia selloana*) qui est une espèce plutôt ubiquiste mais qui se développe dans les prés salés ;
- du **Seneçon en arbre** (*Baccharis halimifolia*) dans les roselières d'arrière-dune ;
- de la **Cotule à feuilles de sénebière** (*Cotula coronopifolia*) surtout en Corse dans les scirpaies et les prés salés ;
- de la **Phyla blanchâtre** (*Phyla nodiflora* var. *minor*) dans les prés salés ;
- de la **Spartine bigarrée** (*Spartina patens*), surtout en Corse, dans les steppes salées, les prés salés halopsammophiles voire les fourrés halophiles ;
- et de l'**Halime** (*Atriplex halimus*) en bordure des fourrés halophiles, de chemins et de roubines à tamaris.

Bien que ce phénomène soit moins médiatisé, des espèces indigènes peuvent devenir envahissantes et perturber le reste de la communauté écologique. Ces changements peuvent être induits par une modification de l'écosystème originel suite à son eutrophisation, par exemple. Dans ce cas, des espèces nitrophiles généralistes comme l'Inule visqueuse (*Dittrichia viscosa*) prolifèrent et prennent le dessus sur des espèces spécialistes, au sein de zones humides pauvres en nutriments (Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles *et al.* 2023; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012).

Surexploitation des ressources biologiques

L'exploitation des espèces à des fins alimentaires, médicinales, commerciales ou ludiques (collectionneurs par exemple) affecte l'ensemble des groupes taxonomiques (CAR/ASP 2003; Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Toutefois, assez peu d'espèces de plantes et d'invertébrés sont gravement menacées par cette pression. Autrefois première cause de raréfaction des espèces, **la surexploitation des ressources biologiques menace aujourd'hui environ le quart des espèces** (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Au sein des écosystèmes de marais salés côtiers et roselières, plusieurs ressources biologiques sont exploitées.

Les **chaumes du Roseau commun** (*Phragmites australis*) ont été récoltés en Camargue, de tout temps, vert ou sec, à des fins domestiques, agricoles ou artisanales pour la couverture des toits des cabanes traditionnelles, les palissades, la fabrication de textile et de papier. Avant la mécanisation, sa récolte n'avait jamais dépassé le stade de la simple cueillette. Essentiellement pratiquée l'hiver, la coupe manuelle reste toujours une activité traditionnelle d'appoint (Molina *et al.* 1996). Depuis les années 1950, la coupe ou « sagne » est effectuée mécaniquement en hiver et permet, lorsqu'elle est réalisée dans de bonnes conditions, un maintien à long terme de la roselière en la rajeunissant. Les conditions de réalisation de ces coupes influent sur le maintien et le bon fonctionnement de l'écosystème de roselières. Une coupe pendant la saison de végétation, suivie d'une inondation ou réalisée en dessous du niveau d'eau, bloque l'alimentation de la plante en oxygène, provoque la fermentation des réserves en conditions anaérobies et épuise les réserves des rhizomes qui sont mal reconstituées pour l'hiver suivant. Les pratiques de coupe inadaptées et la surexploitation diminuent la vigueur de la roselière et peuvent favoriser son remplacement par des espèces des scirpaies moins sensibles (Sinnassamy & Mauchamp 2001). Certaines espèces fleuries comme **les limoniums** attirent l'œil des promeneurs et font l'objet de cueillette qui n'est réglementée que sur certains sites du littoral.

La surexploitation des ressources biologiques induit des impacts directs sur le nombre d'individus et sur le maintien des populations qui peut conduire, dans certains cas, à leur effondrement. C'est la plus grande pression exercée sur les oiseaux hivernants et de passage. Selon de récentes recherches menées dans 26 pays européens, les prises de chasse annuelles s'élèvent à au moins 52 millions d'oiseaux (Commission européenne 2020). Bien que les prélèvements de l'avifaune fassent l'objet de réglementations dans le cadre de la chasse, les tirs et abattages illégaux ou accidentels sont toujours d'actualité.

Modification du transport sédimentaire

Les marais salés côtiers et roselières, toujours connectés aux lagunes, sont des écosystèmes qui **jouent un grand rôle dans le stockage des sédiments fluviaux et marins**. Le processus clé du développement et de la survie à long terme des marais salés réside dans la capacité des végétations à piéger et à stabiliser les vases lorsqu'elles atteignent un niveau topographique suffisant (Boorman 1999). Les écosystèmes lagunaires du Golfe du Lion présentent chacun leur spécificité. Toutefois leur évolution générale tend toujours vers un colmatage complet du plan d'eau et des écosystèmes adjacents. L'existence d'émissaires en bordure, la continuité du cordon littoral, le nombre et l'importance des graus, ainsi que les végétations conditionnent la rapidité du comblement (Aloisi & Gadel 1992; Boorman 1999). Les végétations réduisent les courants en période de submersion, favorisant ainsi l'accrétion. Leur système racinaire permet aussi de stabiliser les sédiments déposés. Une modification du transport sédimentaire influe donc sur la survie à long terme des marais salés côtiers. Le transport sédimentaire au sein des marais salés est complexe et bien moins étudié que celui des lagunes qui fait la plupart du temps l'objet de modélisations afin d'analyser le fonctionnement et les potentielles évolutions (Aliaume *et al.* 2007; Castaings 2012; Pannozzo *et al.* 2022). Il est donc difficile d'identifier précisément et localement les modifications du transport sédimentaire au sein des écosystèmes de marais salés côtiers et de roselières, ainsi que d'évaluer leurs impacts. Deux phénomènes sont cependant bien connus : **l'érosion des plages et des isthmes sablonneux** des côtes méditerranéennes qui diminue les apports sédimentaires marins (CAR/ASP 2003) ; ainsi que **l'artificialisation, l'endiguement des fleuves et la mise en place de retenues au niveau des bassins versants** qui diminue les apports sédimentaires fluviaux par rapport à un fonctionnement naturel. Ces deux processus concernant les principales sources d'apports de sédiments des marais salés côtiers et roselières, il est donc fort probable que celui du comblement des lagunes et des écosystèmes adjacents ait tendance à ralentir. Cette tendance à la diminution de l'accumulation de sédiments pourrait modifier à terme la topographie des marais salés, et par conséquent la durée d'immersion et la salinité de certaines zones ; modifiant ainsi l'expression des végétations des écosystèmes des marais salés côtiers et roselières.

Surfréquentation

Le littoral méditerranéen étant un haut lieu touristique en été, la fréquentation y est forte sur les plages et cordons dunaires mais elle impacte aussi les zones adjacentes comme les marais salés côtiers et roselières. Bien que ces zones soient moins attractives de prime abord, elles sont le lieu d'activités récréatives de plus en plus diversifiées et nombreuses : véhicules tout-terrain, randonnée pédestre et équestre, vélos, etc. Selon l'observatoire des zones humides méditerranéennes, la surfréquentation de certains sites à des fins récréatives a un impact négatif pour 17 % des espèces évaluées (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012). Bien que la plupart de ces activités aient lieu sur des pistes dédiées (sentier du littoral, voie verte, etc.), de plus en plus se font hors sentiers en période d'assec. Les écosystèmes les plus touchés sont ceux à proximité des sentiers, car bien plus accessibles et praticables, s'exondant tôt et donc exposés plus longtemps au piétinement au cours de la saison touristique ; et où la végétation est basse et clairsemée. La surfréquentation de ces espaces a plusieurs impacts à la fois sur le compartiment faune : par destruction directe de la microfaune et de ses micro-habitats, dérangement de l'avifaune en période de reproduction et de nidification, etc. Mais aussi sur le compartiment flore : modification des cortèges floristiques par destruction directe des individus piétinés (les espèces annuelles par exemple) et sélection des espèces résistantes, diminution du recouvrement végétal qui préserve de l'érosion et de l'évaporation, compactage du sol, etc. La surfréquentation au cours de la période de végétation peut avoir un impact plus important sur les végétations annuelles ou celles qui s'expriment sur des surfaces très restreintes. Par exemple, les steppes salées de Frontignan, présentant un fort enjeu patrimonial, ont fait l'objet de la mise en place d'un dispositif de canalisation du public. Les passerelles surélevées permettent ainsi de limiter le piétinement d'espèces protégées par le public.

2. Démarche de l'étude

2.1. Périmètre de l'étude

La présente étude constitue une contribution à l'élaboration du 3^e volume de la Liste rouge des écosystèmes du littoral méditerranéen français. À ce titre, elle s'inscrit donc dans le même périmètre écologique et géographique que les deux premiers volumes de cet exercice d'évaluation : le littoral méditerranéen français. Malgré la simplicité de cet énoncé, l'exercice de délimitation de ce qui relève ou non du littoral se heurte au caractère transitoire de ces espaces, tant d'un point de vue géographique qu'écologique.

Le périmètre écologique des deux premiers volumes de ce chapitre de la LRE en France s'est d'abord construit sur celui proposé dans EUNIS 2012 (Gayet *et al.* 2018) pour les habitats côtiers (B), à savoir la zone « (...) au-dessus de la limite des marées de vives eaux d'équinoxe (ou ceux au-dessus du niveau moyen des eaux s'il y a absence de marée) occupant les différentes parties de la côte et caractérisés par leur proximité avec la mer (...) ». Alors que cet exercice d'évaluation visait une représentativité des écosystèmes observés sur le littoral, la définition du périmètre écologique a évolué au cours des réflexions fondatrices de ce chapitre de la LRE pour inclure :

- des végétations s'exprimant principalement sur le littoral méditerranéen français, bien que l'influence de la mer ne constitue pas leur principal déterminisme (cf. le volume dédié aux rivages rocheux) (Sauve *et al.* 2022) ;
- des végétations caractérisant les espaces soumis aux marées et aux inondations périodiques par une eau salée ou saumâtre (le 3^e volume prévu), formellement rattachées aux habitats marins (A) dans EUNIS 2012.

Dans le cadre de cette étude, ce sont les végétations du littoral soumises aux marées, aux inondations périodiques par une eau salée ou saumâtre qui permettent de délimiter dans l'espace les écosystèmes à évaluer. Ainsi, le périmètre géographique est identifié à partir de la distribution d'une végétation hydrophile et halotolérante à halophile : **les marais salés et roselières du littoral méditerranéen français**.

Étant donné le focus « terrestre » de l'ensemble du chapitre (i.e., l'ensemble des 3 volumes), les masses d'eau en contact avec ces végétations hydrophile et halotolérante à halophile (lagunes, étangs, deltas, estuaires) ne sont pas à proprement parler incluses dans le périmètre de l'évaluation malgré leur forte relation fonctionnelle avec les végétations couvertes par cette évaluation. Elles sont donc indirectement examinées dans ce cadre, bien qu'elles ne fassent pas l'objet d'une catégorie de menace spécifique à l'issue de l'exercice d'évaluation.

2.2. Choix des écosystèmes à évaluer

Cette section présente une proposition élaborée à partir de la demande du Comité français de l'UICN, formulée en 2022. Elle s'appuie sur les réflexions menées autour du périmètre géographique et écologique du chapitre de la LRE dédié au littoral méditerranéen, et produites dans le cadre d'ateliers de travail réunissant des experts du littoral méditerranéen. La proposition contribue donc à l'avancement de ces réflexions, et constitue une étape dans l'élaboration de ce travail. Il convient toutefois de noter que la liste proposée des écosystèmes à évaluer dans cette section est susceptible d'évoluer et pourra donc différer de celle qui sera publiée à terme dans les résultats de l'évaluation.

2.2.1. Système de classification et échelle d'évaluation

En principe, la définition des écosystèmes à évaluer dans le cadre de la Liste rouge des écosystèmes en France s'appuie sur la classification des habitats EUNIS (Bajjouk *et al.* 2015; Davies *et al.* 2004; Gayet *et al.* 2018; Louvel *et al.* 2013). Ce système de classification hiérarchisé d'habitats naturels et semi-naturels constitue en effet un référentiel commun à tous les pays d'Europe continentale, pour l'ensemble des milieux naturels terrestres, aquatiques et marins. Utiliser ce système de classification permet ainsi des comparaisons de résultats et une complémentarité hiérarchique des différentes initiatives d'évaluation y faisant référence, que celles-ci soient régionales (Rodwell *et al.* 2016; Tsiripidis *et al.* 2016), nationales (cf. ce

projet co-porté par le Comité français de l'UICN et PatriNat) ou infranationales (cf. les Listes rouges de végétations⁷ produites par des CBN).

Comme présenté dans la partie 2.1, la mise en œuvre de la LRE s'est écartée de ce principe pour tenter de proposer une liste plus représentative de ce qui constitue le littoral méditerranéen français. Malgré son intitulé qui semble correspondre à notre objet d'étude, le chapitre B « Habitats côtiers » ne comporte que les habitats de dunes, rivages sableux et galets, ainsi que les falaises, corniches et rivages rocheux. Ces habitats ont été traités dans les volumes 1 et 2 de la Liste rouge des écosystèmes en France dédiée aux littoraux méditerranéens (Comité français de l'UICN 2020; Sauve *et al.* 2022). Au sein de la classification EUNIS, on retrouve principalement les marais salés et roselières du littoral méditerranéen dans le chapitre dédié aux « **Habitats marins** » (unité A) défini comme suit :

Les habitats marins sont directement liés à l'océan mondial, c'est-à-dire à la masse d'eau qui couvre la plus grande partie de la surface de la Terre et qui entoure ses terres émergées. Les eaux marines peuvent être salines, saumâtres ou pratiquement douces. Les habitats marins sont situés en dessous de la limite de marée haute de vive-eau (ou en dessous du niveau moyen s'il y a absence de marée), ou encore dans les eaux côtières fermées salines ou saumâtres, qui communiquent en surface avec la mer de manière intermittente plutôt que permanente, ou qui communiquent avec la mer sous la surface (comme dans les lagunes). Les cuvettes du supralittoral sont considérées comme des enclaves du milieu marin. Les habitats marins comprennent aussi : les habitats marins littoraux susceptibles d'être tantôt immergés, tantôt exondés suivant le cycle de marée, y compris les marais salés ; les habitats marins littoraux normalement immergés qui peuvent être exposés par intermittence en fonction des vents ou des changements de pression atmosphérique ; les laisses de mer récentes caractérisées par des invertébrés marins ; les marais salés littoraux saturés d'eau et les cuvettes salines ou saumâtres associées, situés au-dessus du niveau moyen de l'eau s'il y a absence de marée ou au-dessus de la limite de marée haute de vive-eau en mer à marées ; les habitats marins salins construits en dessous des niveaux d'eau définis plus haut (par exemple dans les marinas, les ports, etc.) et dont la biocénose semi-naturelle est à la fois végétale et animale. La colonne d'eau comprend les formations de glace.

Cependant, ce chapitre d'EUNIS n'est pas exhaustif en ce qui concerne les marais salés et roselières du littoral méditerranéen que l'on retrouve dans 3 autres chapitres d'EUNIS :

- C « **Eaux de surface continentales** » où l'on retrouve essentiellement les roselières et végétations halophiles similaires ;
- E « **Prairies ; terrains dominés par des herbacées non graminoides, des mousses ou des lichens** » où se trouvent les habitats de steppes salées ;
- X « **Complexes d'habitats** » qui incluent les espaces où s'expriment les marais côtiers et roselières du littoral méditerranéen (estuaires et lagunes).

Ci-dessous (Tableau 2), nous listons les unités EUNIS, des niveaux 2 à 6, correspondants au périmètre de ce volume de la Liste rouge des écosystèmes en France. C'est à partir de ce recensement qu'une liste d'unités à évaluer selon les critères de la Liste rouge de écosystèmes de l'UICN peut être élaborée.

Tableau 2. Liste unités EUNIS de niveaux 2 à 6 correspondant aux habitats de marais salés côtiers et roselières (Bajjouk *et al.* 2015; Davies *et al.* 2004; Gayet *et al.* 2018; Louvel *et al.* 2013).

Niveau	Code	Libellé
2	A2	Sédiment intertidal
3	A2.5	Marais salés côtiers et roselières salines
4	A2.51	Laisses des marais salés
5	A2.513	Laisses de marais salés méditerranéens
4	A2.52	Partie supérieure des marais salés
5	A2.522	Marais salés méditerranéens à <i>Juncus maritimus</i> et <i>Juncus acutus</i>
5	A2.523	Prés salés ras méditerranéens à <i>Juncus</i> , <i>Carex</i> , <i>Hordeum</i> et <i>Trifolium</i>
5	A2.524	Peuplements d' <i>Elymus</i> ou <i>Artemisia</i> méditerranéens
5	A2.525	Jonchaies méditerranéennes à <i>Juncus subulatus</i>
5	A2.526	Fourrés des marais salés méditerranéens
4	A2.53	Roselières, jonchaies et cariçaias salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés
5	A2.532	Prés méditerranéens halo-psammophiles
5	A2.53C	Roselières marines salines de <i>Phragmites australis</i>

⁷ Ces « Listes rouges », produites à l'échelle de régions administratives françaises, reprennent des concepts clés de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN mais leurs résultats reposent sur une méthode d'évaluation parfois sensiblement différentes de celle décrite dans les lignes directrices de l'UICN. Des correspondances peuvent être établies entre les unités évaluées à l'échelle nationale et l'échelle infranationale à partir des tableaux de correspondance centralisées sur l'INPN.

Niveau	Code	Libellé
4	A2.54	Partie inférieure à moyenne des marais salés
5	A2.543	Gazons des marais salés côtiers méditerranéens
4	A2.55	Marais salés pionniers
5	A2.551	Marais salés pionniers à <i>Salicornia</i> , <i>Suaeda</i> et <i>Salsola</i>
5	A2.552	Communautés halo-nitrophiles pionnières du littoral méditerranéen
5	A2.558	Marais salés pionniers à <i>Sarcocornia perennis</i> ssp. <i>perennis</i> parfois avec <i>Halimione</i> , <i>Puccinellia</i> et <i>Suaeda</i>
2	A5	Sédiment subtidal
3	A5.5	Sédiment subtidal dominé par des macrophytes
4	A5.54	Biocénoses d'angiospermes en milieu à salinité réduite
5	A5.541	Végétation d'eaux saumâtres dominées par <i>Phragmites australis</i>
5	A5.544	Végétation d'eaux saumâtres dominée par <i>Scirpus lacustris</i> ou <i>Scirpus tabernaemontani</i>
2	C3	Zones littorales des eaux de surface continentales
3	C3.2	Roselières et formations de bordure à grands héliophytes autres que les roseaux
4	C3.21	Phragmitaies à <i>Phragmites australis</i>
5	C3.211	Phragmitaies inondées
6	C3.2112	Phragmitaies continentales des eaux salées
4	C3.27	Formations halophiles à <i>Scirpus</i> , <i>Bolboschoenus</i> et <i>Schoenoplectus</i>
3	C3.4	Végétations à croissance lente, pauvres en espèces, du bord des eaux ou amphibies
4	C3.42	Communautés amphibies méditerranéo-atlantiques
5	C3.423	Gazons méditerranéens amphibies à <i>Crypsis</i>
2	E6	Steppes salées continentales
3	E6.1	Steppes salées méditerranéennes continentales
4	E6.11	Steppes salées méditerranéennes à <i>Limonium</i>
5	E6.111	Steppes salées ibéro-Thyrréniennes à lavande de mer
4	E6.13	Communautés pionnières méditerranéennes continentales halonitrophiles
2	X01	Estuaires
2	X02	Lagunes littorales salées
2	X03	Lagunes littorales saumâtres

Le Tableau 2 liste un nombre relativement élevé d'unités EUNIS appartenant au périmètre de l'évaluation prévue. Cette diversité tient à :

- **Un périmètre d'étude qui est centré sur l'interface terre-mer** : les espaces concernés sont caractérisés par des mosaïques de végétations, présentent une forte interdépendance du fait du réseau hydrographique de surface et du sous-sol, et des régimes de perturbations variés (par exemple, immersion occasionnelle à saisonnière).
- **La classification EUNIS 2012** qui ne permet généralement pas de distinguer les habitats méditerranéens des habitats des autres façades maritimes au-dessus du niveau 5.

Dans ce qui suit, le niveau EUNIS 2012 le plus précis est donc conservé pour établir la liste des écosystèmes à évaluer, selon les critères de la LRE. Ainsi, les écosystèmes de marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen correspondent à des unités EUNIS 2012 de niveaux hétérogènes : à deux unités EUNIS 2012 de niveau 4, seize unités EUNIS 2012 de niveau 5 et une unité EUNIS 2012 de niveau 6 (cf. Tableau 3 dans la partie 2.2.2).

Dans le reste du document, lorsque les unités concernées traitent de différentes façades maritimes ou à la fois de zones littorales et continentales, le code EUNIS 2012 retenu pour l'évaluation est alors annoté d'un p.p. (pour *pro parte*) car seules les végétations de la façade littorale méditerranéenne sont visées ici.

Certaines unités EUNIS 2012 ont cependant été exclues de ce recensement :

- L'unité EUNIS F9.3131 « Fourrés ouest-méditerranéens de *Tamaris* » inclut les tamariciaies des vases salées. Ces formations sont omniprésentes dans les zones concernées par le périmètre de cette évaluation et peuvent constituer le stade final de la succession végétale observée sur les marais salés. Cependant, cette unité EUNIS a déjà été évaluée dans le chapitre de la LRE en France dédié aux forêts méditerranéennes (Comité Français de l'UICN 2018, 2020), elle n'est donc pas traitée à nouveau dans le cadre de cette évaluation.
- Des cladiaies (formations à *Cladium mariscus*) peuvent être rencontrées à proximité des marais salés littoraux, en bordure de canaux d'eaux douces, en contact avec les écosystèmes traités dans cette évaluation. Leur fonctionnement dépend essentiellement d'apports en eau douce, même si elles peuvent temporairement résister à la salinité. Dans le domaine méditerranéen, la distribution des cladiaies s'étend bien au-delà de la zone d'influence de la mer. L'unité EUNIS C3.28 « Formations riveraines à *Cladium mariscus* » comprend des formations pauvres en espèces à *Cladium mariscus* des bords des lacs et cours d'eau paléarctiques, avec un cortège de *Phragmites*, surtout caractéristiques des régions méditerranéennes, y compris d'Afrique du Nord, où elles sont cependant rares.

Cette unité est la seule dans la typologie EUNIS relevant des cladaïes. Au vu de la répartition des végétations décrites dans cette unité, celle-ci n'a pas été conservée dans cette évaluation et sera traitée dans le cadre d'un prochain exercice d'évaluation.

2.2.2. Proposition de liste d'écosystèmes à évaluer

À partir du recensement des unités EUNIS 2012 présenté dans le Tableau 2, une liste d'écosystèmes à évaluer selon les critères de la LRE de l'UICN est proposée dans le Tableau 3. Pour chacun des écosystèmes, les correspondances avec d'autres typologies d'habitats sont détaillées. Le cas échéant, ces correspondances sont également commentées dans la fiche descriptive correspondante (cf. partie 3 et en particulier la page 36 pour la liste des typologies mises en correspondance).

Tableau 3. Liste des écosystèmes de marais salés côtiers et roselières à évaluer sur le littoral français méditerranéen, selon les critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.

Non IC pour « non d'intérêt communautaire » ; p.p. pour *pro parte*.

Intitulé de l'écosystème	EUNIS	Manuel d'interprétation EUR28 Cahiers d'habitats	CORINE biotopes
Laisses d'étangs saumâtres méditerranéens	A2.513	1310-3 p.p.	15.56
Marais salés pionniers méditerranéens à <i>Salicornia</i> , <i>Suaeda</i> et <i>Salsola</i>	A2.551 p.p.	1310-3 p.p., non IC	15.11, 15.56, 15.61
Marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à <i>Frankenia</i> , <i>Spergula</i> et <i>Parapholis</i>	A2.552 p.p.	1310-4 p.p.	15.12
Gazons subhalophiles amphibies pionniers méditerranéens	C3.423	1310-4, 3170-3 p.p., 3120 p.p., non IC	15.12, 15.56, 22.34
Prés salés méditerranéens	A2.522, A2.523, A2.524 p.p., A2.532, A2.543	1410-1, 1410-2, 1420-2 p.p.	15.51, 15.52, 15.53, 15.55, 15.57
Fourrés halophiles méditerranéens	A2.526, A2.528, A2.558	1420-2	15.61, 15.63
Steppes salées méditerranéennes	E6.111	1510-1	15.81
Roselières d'eaux saumâtres méditerranéennes	A2.53C p.p., A5.541 p.p., C3.2112 p.p.	Non IC	53.11
Scirpaies halophiles méditerranéennes	A2.525, A5.544 p.p., C3.27 p.p.	Non IC	53.17, 15.58

L'élaboration de cette liste correspond au regroupement d'unités EUNIS 2012 (listés dans le Tableau 2) sur la base de la physionomie de la végétation et des similarités de végétations (témoins des caractéristiques abiotiques du milieu). Cette dernière étape est facilitée par les nombreux travaux de descriptions des communautés végétales et d'analyse de leurs similarités (synthétisé dans le catalogue national des végétations de France métropolitaine : Lafon *et al.* 2024).

Quelques unités EUNIS 2012 listées dans le Tableau 2 n'ont cependant pas été retenues :

- Le code EUNIS E6.13 « Communautés pionnières méditerranéennes continentales halonitrophiles » n'est pas utilisé dans ce travail pour définir un écosystème ; il est traité uniquement en correspondance *pro parte* car sa description est, à quelques mots près, la même que le code A2.552 « Communautés halo-nitrophiles pionnières du littoral méditerranéen ». De plus, il concerne aussi des communautés végétales citées dans la description du code A2.551 « Marais salés pionniers à *Salicornia*, *Suaeda* et *Salsola* ».
- Le code EUNIS X03 « Lagunes littorales saumâtres » fait référence à un complexe d'habitats à la fois aquatique et terrestre. Au vu de sa description, il est à noter qu'il peut être mis en correspondance avec la majorité des codes EUNIS traités dans ce volume. Précisons que dans cette évaluation, nous ne retenons pas les végétations halophiles strictement aquatiques (herbiers de lagunes) qui feront l'objet d'une évaluation ultérieure au sein d'un chapitre dédié aux écosystèmes marins.

2.3. Cartographie préliminaire des écosystèmes

Afin de décrire la répartition spatiale des écosystèmes identifiés pour le périmètre écologique et géographique de cet exercice d'évaluation, une cartographie préliminaire est proposée. Cette cartographie est ici qualifiée de « préliminaire » car elle est susceptible d'évoluer dans le futur : i) à l'échelle de l'exercice d'évaluation en intégrant d'autres sources de données ; ii) au long terme, notamment dans le cadre des programmes nationaux de cartographie des habitats naturels (cf. cartographie

nationale des milieux humides et cartographie des habitats naturels pilotés par PatriNat) ou dans le cadre des inventaires de zones humides entreprises à une échelle infranationale (ex. bassins ou régions hydrographiques).

Les cartes de répartition des écosystèmes présentées dans ce rapport sont élaborées à partir des données d'occurrences de végétations ou d'espèces caractéristiques issues de la base de données SIMETHIS, outil métier du CBN méditerranéen, et en particulier sur la base d'une extraction datant de 2022. Les taxons et syntaxons retenus pour cartographier la répartition spatiale des écosystèmes ciblés par ce rapport sont listés en Annexe 3, à l'exception des roselières du littoral.

Travailler à partir de données d'occurrences de végétations ou d'espèces caractéristiques (au sens phytosociologique du terme, c'est-à-dire, les espèces les plus fréquentes dans les relevés de végétations caractéristiques de ces écosystèmes) s'accompagne d'un certain nombre de limites :

- **Ces cartes ne permettent pas de produire d'estimations de surfaces.** Autrement dit, si des estimations chiffrées sont proposées en descriptions, elles ne sont pas le produit de cette cartographie.
- **Ces cartes sont potentiellement parcellaires,** car elles font la synthèse de données qui n'ont pas été produites dans un objectif d'inventaire de ces écosystèmes, et parce que leur couverture géographique est limitée sur le littoral corse. Elles donnent néanmoins une bonne idée de la répartition spatiale de ces écosystèmes sur le littoral continental où se situent l'essentiel des surfaces de ces écosystèmes.
- **Ces cartes décrivent une présence potentielle correspondant à la date d'extraction des données mobilisées (2022).** Certaines zones de présence peuvent être omises faute d'observations recensées dans SIMETHIS lors de la date d'extraction des données. Au contraire, certaines occurrences recensées ne sont potentiellement plus valides à la date de la publication de ce rapport car relevées dans des zones humides disparues. Enfin, les occurrences de taxons caractéristiques ne sont pas équivalentes à celle de syntaxons caractéristiques, car il ne peut être exclu qu'ils soient également observés dans d'autres végétations.

Enfin, à l'image des cartes réalisées dans le cadre des évaluations selon les critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN pour le territoire français, ces cartes ne peuvent se substituer à celles établies à une échelle locale (ex. celle d'une commune ou d'un site).

3. Descriptions des écosystèmes de marais salés côtiers et roselières du littoral méditerranéen français

La description de l'écosystème évalué est un préalable fondamental à une évaluation de son risque d'effondrement selon les critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN. Cette troisième partie regroupe les fiches descriptives des écosystèmes de marais salés côtiers et de roselières du littoral méditerranéen français (une par écosystème). Chaque fiche descriptive est structurée selon le même format, avec quatre parties :

Présentation et répartition géographique

L'écosystème est brièvement présenté en quelques lignes avec une description de sa répartition géographique selon les données du CBN Méditerranéen de Porquerolles.

Classification

Cette section liste les correspondances entre l'écosystème selon différentes typologies d'habitats (cf. partie 2.2) :

- **EUNIS 2012** (Bajjouk et al. 2015; Davies et al. 2004; Gayet et al. 2018; Louvel et al. 2013) qui est la **typologie source** à partir de laquelle chaque écosystème est défini (cf. partie 2.2.2) ;
- **CORINE biotopes** (Bissardon et al. 1997a) ;
- **La liste des habitats d'intérêt communautaire selon l'Annexe I de la directive de l'Union européenne 92/43/CEE** du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels, ainsi que des espèces de la faune et de la flore sauvages, directive couramment désignée « directive habitats-faune-flore » (DHFF) (Bensettiti et al. 2002, 2004; European commission 2013; Gaudillat et al. 2018) ;
- **Le prodrome des végétations de France** (Bardat et al. 2004; Reymann et al. 2017) et plus récemment le **catalogue des végétations de France** (Lafon et al. 2024) ;
- **La typologie globale des écosystèmes de l'UICN** (Keith et al. 2020b).

Pour chaque association phytosociologique, la répartition géographique est précisée selon les codes chorologiques suivants :

- Co pour *Corsica* : Ce syntaxon est présent en Corse ;
- Ga pour *Gallia* : Ce syntaxon est présent en France continentale ;
- Co, Ga pour *Corsica, Gallia* : Le syntaxon est présent en France continentale et en Corse.

Description

Cette section décline la description selon les deux compartiments constitutifs d'un écosystème et les processus et interactions qui animent l'ensemble :

- **Le biote indigène caractéristique, aussi désigné « compartiment biologique » de l'écosystème :**

La description de ce compartiment inclut celle des espèces dominantes et structurantes, leurs abondances relatives, ainsi que leur rôle écologique. La variabilité spatiale et temporelle de ce biote (et notamment la végétation) est également décrite. Les noms scientifiques des espèces correspondent aux noms validés dans le référentiel taxonomique TAXREF version 15 (Gargominy et al. 2021), accessible sur le site de l'INPN. Par souci de lisibilité du texte, le nom de l'auteur n'est pas indiqué, mais il peut être retrouvé dans TAXREF.

- **Le milieu physique :**

La description du milieu physique couvre l'ensemble des états et valeurs de variables abiotiques permettant de caractériser l'écosystème, et en particulier les paramètres physiques déterminant l'expression du biote caractéristique.

- **Processus et interactions clés :**

La description des processus et interactions clés couvre aussi bien les interactions au sein du compartiment biologique qu'entre ce même compartiment et son milieu. Cette troisième composante de l'écosystème contribue au développement des modèles conceptuels qui appuient le processus d'évaluation.

Facteurs de vulnérabilité

Parce que de nombreux facteurs de vulnérabilité sont communs aux écosystèmes couverts par le périmètre de ce volume de la Liste rouge des écosystèmes en France, les pressions s'exerçant sur chaque écosystème sont ici simplement listées. Des

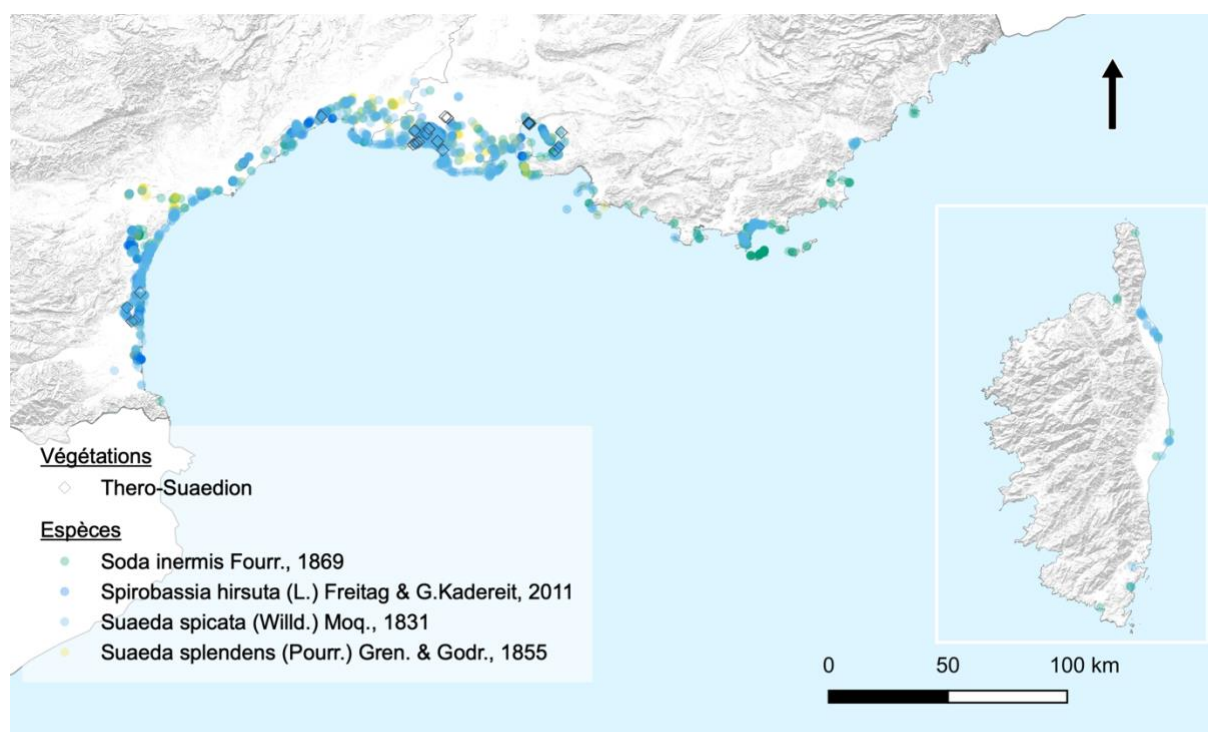
précisions sur les symptômes de ces pressions sont éventuellement développées selon les écosystèmes. En revanche, **cette liste ne correspond pas formellement à une hiérarchisation des pressions**. Pour une description générale des mécanismes de dégradation et des éventuelles interactions entre les pressions pour l'ensemble des écosystèmes listés dans cet exercice d'évaluation, le lecteur est renvoyé à la partie 1.2.5 du document.

Laisses d'étangs saumâtres méditerranéens

Présentation et distribution géographique

Cet écosystème se retrouve sur le pourtour des étangs et lagunes salées et saumâtres, généralement permanents, à l'interface entre les végétations aquatiques des lagunes (non traitées dans ce volume) et les végétations terrestres vivaces (fourrés halophiles). Il est formé par un bourrelet sablo-vaseux, surmonté de laisses d'étangs et d'une ceinture de végétation terrestre. Ces laisses sont constituées de débris végétaux ou d'autres matériaux organiques ou non (débris d'herbiers aquatiques, débris coquillers, etc.), qui sont déposés sur les berges par le vent et les courants. Les communautés végétales, caractéristiques de cet écosystème, se développent chaque année, grâce à la décomposition des laisses. Elles forment des végétations basses, qui s'expriment de façon linéaire et saisonnière.

Cet écosystème est présent sur les côtes françaises de Méditerranée, notamment en Camargue et autour des étangs languedociens, ainsi que sur la côte orientale de la Corse (Michez *et al.* 2021) (Figure 13). Il n'existe actuellement aucune donnée fiable relative à la superficie couverte réellement par cet écosystème.



Source de données : CBN Méditerranéen de Porquerolles, CBN de Corse (1928-2022)

Fonds de carte : IGN, ADMIN EXPRESS 2024, Estompage BD ALTI®

Réalisation : Comité français de l'UICN

Figure 13. Répartition spatiale des points de présence de la Bassia hirsute (*Spirobassia hirsuta*) ainsi que des relevés du *Thero-Suaedion*.

NB : Le *Thero-Suaedion* est également présent en Corse bien que cette carte de répartition ne le montre pas faute d'un recensement des occurrences connues dans la base de données SIMETHIS.

Classification

EUNIS / CORINE biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « laisses d'étangs saumâtres méditerranéens » l'unité A2.513, présentée dans le Tableau 4.

Tableau 4. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème laisses d'étangs saumâtres méditerranéens (Bajjouk *et al.* 2015; Louvel *et al.* 2013).

Code	Intitulé	Description
A2.5	Marais salés côtiers et roselières salines	Formations végétales dominées par des Angiospermes, constituées sur le niveau le plus élevé des côtes protégées et périodiquement recouvertes par les marées hautes. La végétation se développe sur des substrats variés, sableux et vaseux, qui peuvent être mélangés à des matériaux plus grossiers. Les caractéristiques des communautés des marais salés varient en fonction de leur altitude sur la côte ; il en résulte des zones distinctes liées au degré ou à la fréquence de l'immersion dans l'eau salée.
A2.51	Laisses des marais salés	Partie supérieure de marais salés, non couverte par toutes les marées. Les espèces vigoureuses <i>Atriplex</i> spp., <i>Beta vulgaris</i> , <i>Elymus</i> spp. et <i>Tripleurospermum maritimum</i> (anciennement <i>Matricaria maritima</i>) peuvent être fertilisées par la décomposition du matériel de laisse.
A2.513	Laisses de marais salés méditerranéens	Communautés d'espèces annuelles se constituant sur des accumulations de débris organiques dans les marais salés et les dépressions salifères. Elles sont composées d'<i>Atriplex prostrata</i> (anciennement <i>Atriplex hastata</i>), <i>Suaeda splendens</i>, <i>Suaeda maritima</i>, <i>Spirobassia hirsuta</i> (anciennement <i>Bassia hirsuta</i>), <i>Salsola soda</i>, <i>Rumex pulcher</i>.

L'unité EUNIS A2.513 correspond à l'unité 15.56 de CORINE biotopes (Bissardon *et al.* 1997b) : « formations à annuelles sur laisses (*Thero-Suaedion*) ».

Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.* 2002, 2004; European commission 2013; Gaudillat *et al.* 2018)

Les végétations de laisses d'étangs saumâtres méditerranéens étaient traitées, par le passé, dans les habitats 1310 ou 1210 avec les laisses de mer. D'après Gaudillat *et al.* (2018), ces végétations (*Thero-Suaedetea splendidis*) se trouvant en bords de lagunes et d'étangs saumâtres, voire de bassins saumâtres, doivent être prises en compte uniquement au titre de l'habitat générique 1310 « Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses ». L'habitat élémentaire correspondant est le 1310-3 : « Salicorniaies des prés salés méditerranéens ». Il est à noter que l'habitat 1310 ne contient pas uniquement les végétations de laisses d'étang.

Classification phytosociologique (Bardat *et al.* 2004; Lafon *et al.* 2024; Reyman *et al.* 2017)

Les laisses d'étangs saumâtres méditerranéens hébergent plusieurs communautés végétales telles que :

- **Classe** : *Thero-Suaedetea splendidis* Rivas Martínez 1972
 - **Ordre** : *Thero-Suaedetalia splendidis* Braun-Blanq. et O. Bolòs 1958
 - **Alliance** : *Thero-Suaedion splendidis* Braun-Blanquet in Braun-Blanquet *et al.* 1952
 - Association :
 - Suaedo maritimae-Bassietum hirsutae* Braun-Blanq. 1928 (Co) / *Suaedo maritimae-Kochietum hirsutae* Braun-Blanq. 1928 (Ga) (synonymes)
 - Suaedo splendidis-Salsoletum sodae* Braun-Blanq. 1933 (Co ; Ga)

IUCN *Global Ecosystem Typology* 2.0

Dans la typologie globale des écosystèmes de l'IUCN (Keith *et al.* 2020a), cet écosystème appartient à l'unité MFT1.3 *Coastal saltmarshes and reedbeds*.

- **Realm**: *Transitional Terrestrial-Freshwater-Marine* (Royaume : transition marine-eau douce-terrestre)
 - **Biome**: MFT1 *Brackish tidal systems* (Biome : Systèmes d'eaux saumâtres soumis aux marées)
 - MFT1.3 *Coastal saltmarshes and reedbeds* (Marais salés côtiers et roselières)

Description

Les laisses d'étangs saumâtres méditerranéens forment un écosystème linéaire, discontinu et temporaire sur le haut des berges des étangs. Elles hébergent une ceinture de végétation terrestre annuelle et halonitrophile. Les submersions périodiques, la salinité et la richesse en azote du milieu (du fait des laisses) ne permettent la croissance et la survie que d'un faible nombre d'espèces. Celles-ci forment des communautés végétales au sein desquelles la compétition est faible. Ces mêmes contraintes environnementales sont déterminantes pour les communautés animales de cet écosystème qui dépendent fortement de la présence des laisses d'étang (Bensettiti *et al.* 2004).

Végétation

L'écosystème de laisses d'étangs saumâtres méditerranéens est dominé par des thérophytes. Ce sont des plantes herbacées qui bouclent leur cycle de vie en quelques semaines durant la période favorable et passent la période de submersion en dormance uniquement sous forme de graines – elles sont dites annuelles. Les végétations qui se développent au sein de cet

écosystème sont herbacées, basses (<50 cm), halonitrophiles et dominées par des espèces crassuléscentes, de la famille des *Amaranthaceae*, dont le recouvrement est variable selon les saisons (60-80 %). Elles s'expriment de façon linéaire et étroite, souvent discontinue, sur le pourtour des étangs (Braun-Blanquet *et al.* 1952; Bensettiti *et al.* 2004; Reymann *et al.* 2017; Noble & Baret 2019; Figure 14A).

L'expression des végétations de cet écosystème est marquée par une forte saisonnalité (Bensettiti *et al.* 2004; Bissardon *et al.* 1997b; Michez *et al.* 2021) :

- La quantité de laisses, l'étendue des dépôts sur le pourtour des étangs, ainsi que le transport des graines, varient en fonction des saisons et de l'agitation des eaux par les vents dominants et autres événements météorologiques. Ces facteurs conditionnent la distribution et la surface occupée chaque année par les végétations de cet écosystème.
- Les espèces végétales se développent pendant la période estivale, à la fin de laquelle elles présentent leur optimum ; elles peuvent être observables jusqu'en automne. L'assèchement des berges, en été, permet la décomposition des laisses d'étangs par les micro-organismes détritviores, rendant disponible la matière organique nécessaire au développement de la végétation.

D'après les descriptions existantes, la composition des végétations de cet écosystème dépend du type de substrat :

- Sur substrats grossiers humides, tels que les amas coquillers, riches en dépôts de matière organique : la végétation présente en Corse et sur le continent, est dominée par la Bassia hirsute (*Spirobassia hirsuta*, Figure 14B) et accompagnée de la Soude en épi (*Suaeda spicata*).
- Sur substrats fins (limons) et humides, riches en dépôts organiques : la végétation, présente uniquement sur le continent, est dominée par la Soude commune (*Soda inermis*), l'Arroche prostrée (*Atriplex prostrata*), voire la Soude brillante (*Suaeda splendens*, Figure 14C).



Figure 14. Quelques espèces végétales caractéristiques des laisses d'étangs saumâtres méditerranéens

A) Végétation de laisses d'étangs saumâtres méditerranéens, Villeneuve-lès-Maguelone, Hérault (2020)

B) *Bassia hirsute* (*Spirobassia hirsuta*), Saintes-Marie-de-la-mer, Bouches-du-Rhône (2018)

© J. Ugo, CBN Méditerranéen de Porquerolles

C) Soude brillante (*Suaeda splendens*), Saint-Laurent-d'Aigouze, Gard (2007)

© F. Andrieu, CBN Méditerranéen de Porquerolles

Faune

Les espèces faunistiques présentes dans cet écosystème sont notamment des espèces de l'annexe I de la directive « Oiseaux » (Bensettiti *et al.* 2004) :

- Des laro-limicoles nicheurs : Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), Sterne naine (*Sternula albifrons*), Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) ;
- des nicheurs-migrateurs : Pipit rousseline (*Anthus campestris*), sterne nainelandrelle (*Calandrella brachydactyla*), Fauvette à lunettes (*Sylvia conspicillata*) ;

- des migrateurs : Chevalier gambette (*Tringa totanus*), Chevalier aboyeur (*Tringa nebularia*), Chevalier arlequin (*Tringa erythropus*), Bécassines des marais (*Gallinago gallinago*) et sourde (*Limnocryptes minutus*), Glaréole à collier (*Glareola pratincola*) ;
- et une hivernante : Fauvette pitchou (*Sylvia undata*).

On peut également y observer des mollusques gastéropodes comme L'Ellobie blanche (*Leucophytia bidentata*) et la Truncatelle de l'estran (*Truncatella subcylindrica*), des crustacés amphipodes du genre *Orchestia*, des isopodes tels que *Halophiloscia couchii* et *Tylos ponticus* (Michez *et al.* 2021), et des coquilles de *Politiitapes aureus* et de *Cerastoderma glaucum* sont également présentes sur le sol (Corre 1977).

Milieu physique

L'écosystème de laisses d'étangs saumâtres méditerranéens correspond aux berges des marais salés littoraux (lagunes et étangs) et des bassins salifères. Ces sols polyhalins (à teneur élevée en sels) subissent d'importantes variations de salinité au cours de l'année. La nappe d'eau reste proche de la surface du sol (moins de 40 cm), même lors de l'assèchement estival, ce qui provoque une très forte évaporation et qui concentre les eaux en sel (Corre 1977). Le substrat vaseux à sablo-vaseux (argilo-limoneux à limono-sableux) est halo-eutrophe, et mêlé de laisses d'étang. Les laisses sont des dépôts naturels constitués de débris végétaux provenant des herbiers aquatiques des lagunes (comme les zostères) ou d'autres matériaux organiques ou non (comme les débris coquilliers). Par accumulation, ces débris peuvent former ce que l'on appelle des banquettes (accumulation de phanérogames ou d'algues) ou des bourrelets coquilliers, pouvant atteindre plusieurs décimètres de hauteur (Bensettiti *et al.* 2004; Michez *et al.* 2021) (Bensettiti *et al.* 2004). La granulométrie du substrat (grossier ou fin) conduit à l'expression de communautés végétales différentes.

Processus et interactions clés

Cet écosystème subit de nombreuses perturbations tout au long de l'année (Figure 15). Le remaniement constant des berges des lagunes et des étangs, en fonction du vent, des courants, des tempêtes hivernales, associé à de fortes variations de salinité, d'humidité et d'apports de matière organique, contraint fortement le développement des végétations dans l'espace, ainsi que dans une période restreinte de l'année. L'humectation et la salure du substrat résultent principalement de la combinaison entre les crues consécutives aux pluies et la remontée des sels en période de sécheresse. Les laisses, nutriments et sédiments sont apportés par les vents et les courants, mais peuvent aussi être enfouis ou emportés par les tempêtes. La simple présence de végétations et de laisses, sur les bords d'étangs, favorise l'accumulation de sédiments et modifie de ce fait aussi le milieu. Ces contraintes écologiques empêchent toute évolution dynamique de la végétation, qui est bloquée au stade pionnier : seules les espèces capables de coloniser un milieu instable, aux conditions édaphiques et climatiques difficiles s'y développent. Ce sont généralement des espèces annuelles, halophytes et nitrophiles. La composition floristique des végétations de cet écosystème et leur répartition géographique dépendent étroitement du mode de dispersion des graines, qui s'effectue majoritairement par l'eau (hydrochorie). Au printemps ou à la fin de l'hiver, les graines flottées se déposent sur les berges en même temps qu'une grande quantité de laisses. Elles germent sur place formant souvent des alignements qui soulignent les diverses phases du retrait des eaux. L'extension de la végétation est donc liée aux variations cycliques du niveau de l'étang, mais aussi aux courants. Si les eaux sont hautes pendant trop longtemps, la levée des semences ne se produit pas et la végétation disparaît dans l'attente d'un cycle favorable (Corre 1977). La germination et la croissance des végétaux est possible grâce à la microfaune détritivore qui joue un rôle essentiel dans la transformation des laisses d'étangs en matière organique mobilisable, mais aussi grâce aux dépôts coquilliers qui favorisent la minéralisation de la matière organique et sont source d'azote nitrique (Corre 1979). L'élévation du bourrelet et la texture filtrante du sable coquillier favorisent un dessalement du sol en surface par les pluies. Il reste cependant relatif car l'action des vagues et des embruns salés est plus forte que celle des pluies (Molina *et al.* 1996).

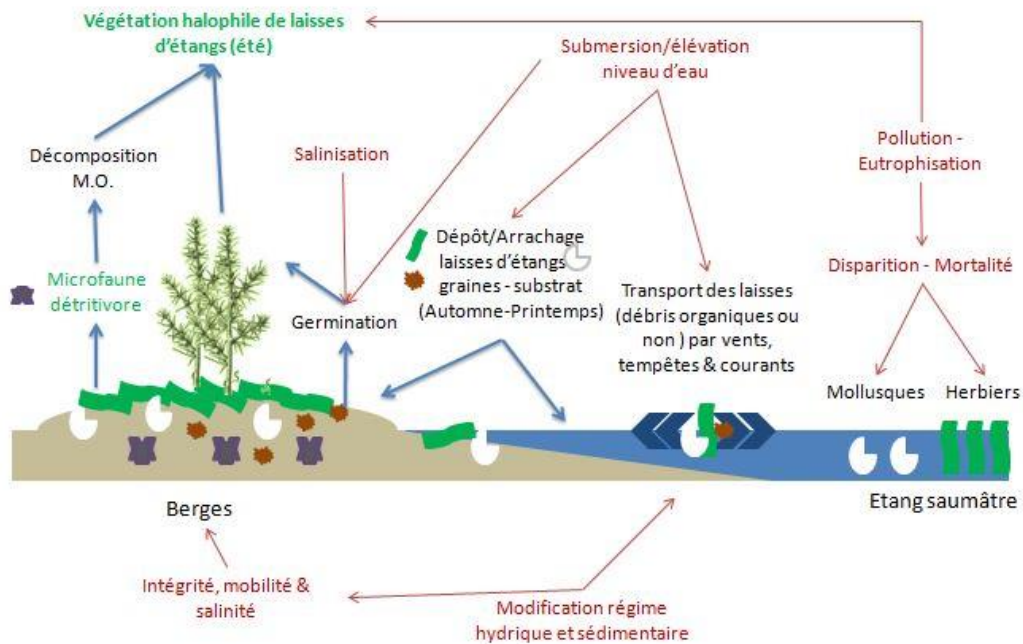


Figure 15. Schéma théorique du fonctionnement de l'écosystème de laisses d'étangs saumâtres méditerranéens et les menaces associées.

Les pressions sont représentées en rouge, et les flèches indiquent les compartiments ou les processus potentiellement impactés. Les flèches bleues décrivent les flux de matière au sein de l'écosystème. L'abréviation « M.O. » correspond à « matière organique ».

Facteurs de vulnérabilité

Les facteurs de vulnérabilité identifiés pour cet écosystème sont :

- **La pollution et l'eutrophisation des eaux** qui peuvent conduire à la disparition des herbiers (Pergent *et al.* 2012) et de la faune aquatique des lagunes, composantes essentielles des laisses d'étangs (matière organique et inorganique) ;
- **La modification à long terme des régimes hydrique et sédimentaire naturel** (changement climatique : montée du niveau de la mer ; submersions) essentiels au maintien des berges et à la reconstitution de la banque de graines ;
- **La salinisation** diminue généralement la capacité de germination des graines ;
- **La modification des apports sédimentaires** pour maintenir l'intégrité des berges ;
- **Les aléas climatiques** tels que la submersion et l'élévation du niveau de la mer et des étangs.

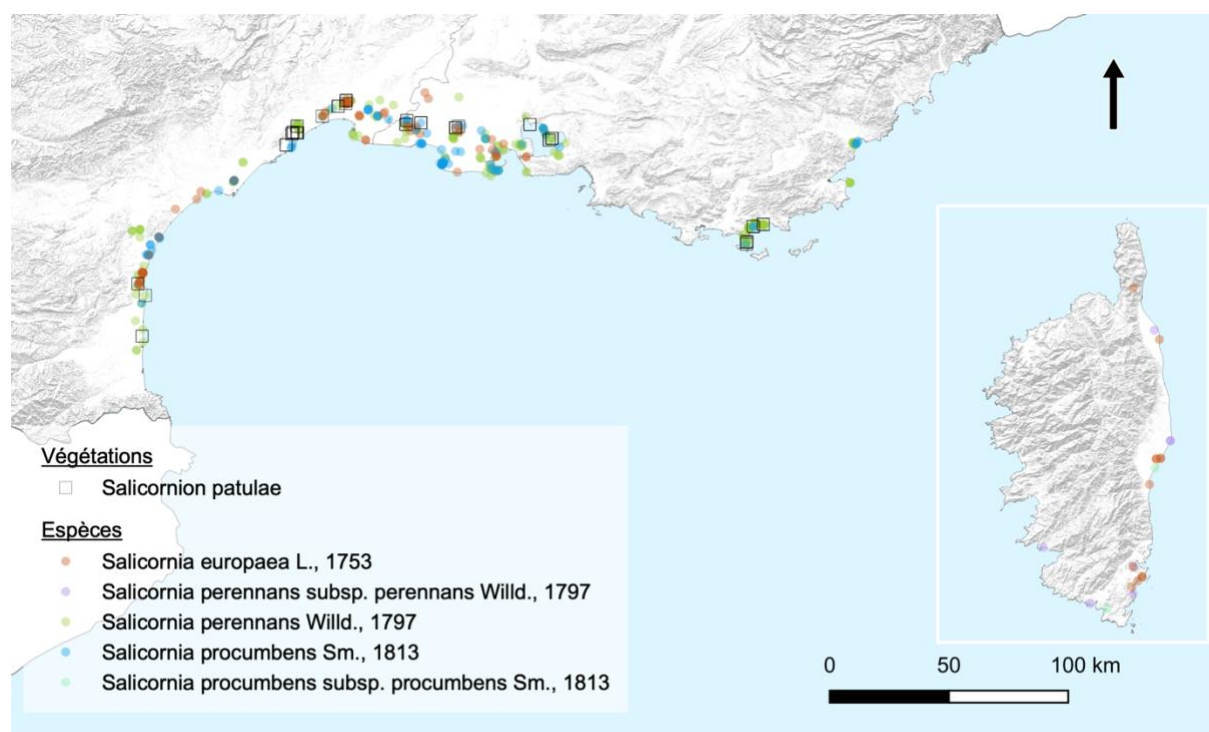
Marais salés pionniers méditerranéens à *Salicornia*, *Suaeda* et *Salsola*

Présentation et distribution géographique

L'écosystème de marais salés pionniers méditerranéens à *Salicornia*, *Suaeda* et *Salsola* se trouve sur les plus bas niveaux de vases salées autour des lagunes et des étangs littoraux méditerranéens, soumis à des inondations temporaires et s'exondant rapidement l'été. Le substrat sablo-limoneux, peu enrichi en matière organique, abrite des végétations pionnières qui se développent à la fin de l'été, voire en automne. Les vases desséchées sont colonisées par des végétations herbacées, basses, fréquemment monospécifiques, dominées par les salicornes annuelles. Ces végétations, dont le recouvrement et la surface occupée sont variables, sont en contact avec les végétations aquatiques des lagunes (non traitées dans ce volume), les roselières et scirpaies, les prés salés ou les fourrés halophiles de bas niveaux topographiques.

Cet écosystème est présent sur l'ensemble du littoral méditerranéen, Corse comprise (Figure 16). La France présente une responsabilité concernant cet écosystème au niveau méditerranéen car certaines associations végétales, notamment celle à Salicorne d'Émeric, présentent une répartition limitée aux littoraux du Languedoc, de Camargue et de Corse (Bensettiti *et al.* 2004). Il n'existe actuellement aucune donnée fiable relative à la superficie réellement couverte par cet écosystème.

L'écosystème de marais salés pionniers méditerranéens à *Salicornia*, *Suaeda* et *Salsola* est inclus dans l'habitat générique inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) 1310 « Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses » qui présente une définition plus large. Selon les résultats du dernier rapportage (2018), cet habitat d'intérêt communautaire serait potentiellement présent sur 66 mailles (10x10 km²) sur le littoral méditerranéen français (MNHN & OFB 2023).



Source de données : CBN Méditerranéen de Porquerolles, CBN de Corse (1989-2021)

Fonds de carte : IGN, ADMIN EXPRESS 2024, Estompage BD ALTI®

Réalisation : Comité français de l'UICN

Figure 16. Répartition spatiale des points de présence de trois espèces de salicornes annuelles, ainsi que des relevés du *Salicornion patulae*.

Classification

EUNIS / CORINE biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « marais salés pionniers méditerranéens à *Salicornia*, *Suaeda* et *Salsola* », une unité EUNIS : A2.551 *pro parte*, présentée dans le Tableau 5.

Tableau 5. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème marais salés pionniers méditerranéens à *Salicornia*, *Suaeda* et *Salsola* (Bajjouk *et al.* 2015; Louvel *et al.* 2013).

Code	Intitulé	Description
A2.5	Marais salés côtiers et roselières salines	Formations végétales dominées par des Angiospermes, constituées sur le niveau le plus élevé des côtes protégées et périodiquement recouvertes par les marées hautes. La végétation se développe sur des substrats variés, sableux et vaseux, qui peuvent être mélangés à des matériaux plus grossiers. Les caractéristiques des communautés des marais salés varient en fonction de leur altitude sur la côte ; il en résulte des zones distinctes liées au degré ou à la fréquence de l'immersion dans l'eau salée.
A2.55	Marais salés pionniers	Marais salés au niveau le plus bas des Angiospermes non aquatiques ; végétation ouverte et très pauvre en espèces, typiquement à <i>Salicornia</i> spp. ou <i>Spartina</i> spp., moins souvent à <i>Arthrocnemum</i> spp., <i>Tripolium pannonicum</i> (anciennement <i>Aster tripolium</i>), <i>Sagina maritima</i> , <i>Kali soda</i> (anciennement <i>Salsola kali</i>) ou <i>Suaeda</i> spp.
A2.551 <i>p.p.</i>	Marais salés pionniers à <i>Salicornia</i> , <i>Suaeda</i> et <i>Salsola</i>	Formations annuelles à <i>Salicornes</i> (<i>Salicornia</i> spp., <i>Microcnemum coralloides</i>), <i>Soueds</i> (<i>Suaeda</i> spp.), ou parfois <i>Salsola</i> spp., colonisant des vases périodiquement inondés des marais salés côtiers et des bassins salifères continentaux du domaine paléarctique.

L'unité EUNIS A2.551 *pro parte* correspond à l'unité 15.11 « Gazon à Salicorne et *Suaeda* », 15.56 « Formations à annuelles sur laisses », 15.61 « Fourrés des marais salés méditerranéens » de CORINE biotopes (Bissardon *et al.* 1997b).

Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.* 2002, 2004; European commission 2013; Gaudillat *et al.* 2018)

Une partie des végétations de marais salés pionniers méditerranéens à *Salicornia*, *Suaeda* et *Salsola* correspondent à l'habitat générique inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) : 1310 « Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses » et à l'habitat élémentaire 1310-3 « *Salicornia*ies des prés salés méditerranéens ». Certaines végétations de cet écosystème ne sont pas d'intérêt communautaire⁸.

Classification phytosociologique (Bardat *et al.* 2004; Reymann *et al.* 2017)

Cet écosystème héberge plusieurs communautés végétales telles que :

- **Classe:** *Thero-Suaedetea splendentis* Rivas Martínez 1972
 - **Ordre :** *Thero-Suaedetalia splendentis* Braun-Blanquet et O. Bolòs 1958
 - **Alliance :** *Thero-Suaedion splendentis* Braun-Blanquet *in* Braun-Blanquet *et al.* 1952
 - **Association :**
Cresso creticae-Salicornietum patulae Paradis et C. Lorenzoni 1999 (Co)
 - **Ordre :** *Thero-Salicornietalia dolichostachyae* Tüxen *ex* Boulet et Géhu *in* Bardat *et al.* 2004
 - **Alliance :** *Salicornion patulae* Géhu et Géhu-Franck *ex* Martínez 1990
 - **Association :**
Salicornietum emerici O. Bolòs *ex* Brullo & Furnari 1976 (Ga) ; *Arthrocnemo glauci-Salicornietum emereci* (O. Bolòs 1962) Géhu & Géhu-Franck 1978 (Co)⁹
Suaedo maritimae-Salicornietum patulae (Brullo & Furnari 1976) Géhu et Géhu-Franck 1984 (Ga ; Co)
Arthrocnemo glauci-Salicornietum ramosissimae (Brullo et Furnari 1976) Géhu et Géhu-Franck 1978 (Co)

⁸ Informations sujettes à caution en l'absence de validation locale (Corse).

⁹ Synonymie non vérifiée en Corse.

IUCN Global Ecosystem Typology 2.0

Dans la typologie globale des écosystèmes de l'IUCN (Keith *et al.* 2020a) cet écosystème appartient à l'unité MFT1.3 *Coastal saltmarshes and reedbeds*.

- **Realm:** *Transitional Terrestrial-Freshwater-Marine* (Royaume : transition marine-eau douce-terrestre)
 - **Biome:** *MFT1 Brackish tidal systems* (Biome : Systèmes d'eaux saumâtres soumis aux marées)
 - **MFT1.3 Coastal saltmarshes and reedbeds** (Marais salés côtiers et roselières)

Description

Biote indigène caractéristique

L'écosystème de marais salés pionniers méditerranéens à *Salicornia*, *Suaeda* et *Salsola* est dominé par des thérophytes. Ce sont des plantes herbacées qui bouclent leur cycle de vie en quelques semaines durant la période favorable et passent la période de submersion en dormance uniquement sous forme de graines ; elles sont dites annuelles. Elles forment des végétations herbacées basses (20 à 30 cm), dominées par des espèces crassulescentes, de la famille des *Amaranthaceae*, dont le recouvrement est variable, mais généralement important. Ces communautés végétales sont pionnières et halonitrophiles, très pauvres floristiquement, souvent même monospécifiques (Figure 17).



Figure 17. Communautés halophiles pionnières méditerranéennes à *Salicornia* spp., Etangs Palavasiens, Hérault (2020).

Elles sont dominées par les salicornes, telles que la Salicorne étalée (*Salicornia perennans*, Figure 18A) qui présente un port dressé, étalé et très ramifié ; la Salicorne d'Emeric (*Salicornia procumbens*) qui présente un port dressé en candélabre, non étalé ; mais aussi la Salicorne d'Europe (*Salicornia europaea*, Figure 18B), pouvant être couchée à la base, puis redressée ensuite, à port buissonnant et peu ramifiée (Lahondère 2004). Les Salicornes annuelles peuvent être accompagnées d'espèces annuelles de Soudes (*Soda inermis* ; *Suaeda spicata* ; *Suaeda splendens*).



Figure 18. De gauche à droite :
B) Salicorne étalée (*Salicornia perennans*), Port-Saint-Louis-du-Rhône (Bouches-du-Rhône), 2008.
© H. Michaud, CBNMed
C) Salicorne d'Europe (*Salicornia europaea*), Port-Saint-Louis-du-Rhône (Bouches-du-Rhône), 2017.
© B. Huynh Tan, CBNMed

L'expression des végétations de cet écosystème est marquée par une forte saisonnalité. La germination des salicornes a lieu au printemps ; la floraison et la fructification de la fin de l'été au début de l'automne où elles prennent une teinte rouge très caractéristique. Ces végétations s'expriment généralement sur de petites surfaces, plus ou moins fragmentées, sur les plus bas niveaux topographiques des pourtours d'étangs. Les salicornes annuelles peuvent se rencontrer en peuplements purs, mais aussi en mosaïque avec des groupements vivaces, tels les roselières, les scirpales, les prés salés et dans les trouées des fourrés halophiles (Rufay *et al.* 2007).

Certaines végétations sont présentes uniquement en Corse, mais les deux végétations que l'on retrouve principalement sont aussi présentes sur le continent. Les végétations à salicornes d'Emeric sont généralement ouvertes mais parfois très denses et rares. L'espèce préfère les vases salées des cuvettes longtemps inondées et restant fraîches l'été. Les végétations à salicorne étalée sont un peu plus tardives et plus répandues. On les trouve préférentiellement sur des vases et sédiments moins humides mais plus salés, dans des zones où le sol est décapé et susceptible d'un réel assèchement en été, accompagnée de la soude inerte (Bensettiti *et al.* 2004; Géhu & Biondi 1994; Noble & Baret 2019; Reymann *et al.* 2017).

Faune

Dans l'écosystème de marais salés pionniers méditerranéens à *Salicornia*, *Suaeda* et *Salsola*, concernant l'avifaune, on peut retrouver les mêmes espèces que dans l'écosystème de laisse d'étangs saumâtres méditerranéens :

- Des laro-limicoles nicheurs : Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), Sterne naine (*Sterna albifrons*), Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) ;
- des nicheurs-migrateurs : Pipit rousseline (*Anthus campestris*), Alouette calandrelle (*Calandrella brachydactyla*), Fauvette à lunettes (*Sylvia conspicillata*) ;
- des migrateurs : Chevalier gambette (*Tringa totanus*), Chevalier aboyeur (*Tringa nebularia*), Chevalier arlequin (*Tringa erythropus*), Bécassines des marais (*Gallinago gallinago*) et sourde (*Lymnocyptes minutus*), Glaréole à collier (*Glaucoloba pratincola*) ;
- et une hivernante : Fauvette pitchou (*Sylvia undata*) (Bensettiti *et al.* 2004).

Deux autres espèces patrimoniales peuvent également y être observées, l'Alouette calandrelle (*Calandrella brachydactyla*) et le Pipit rousseline (*Anthus campestris*) (Rufay *et al.* 2007).

Les sansouires à *Salicornia* et *Suaeda* hébergent un cortège spécialisé de coléoptères, majoritairement halohygrophiles, dont plusieurs espèces rares ou strictement inféodées à ces milieux littoraux salés. Les genres *Dicheirotichus*, *Pogonus*, *Pogonistes*, *Tachys*, ainsi que certains *Tenebrionidae* spécialisés, tels que *Phtora crenata* ou *Blaps gigas*, y sont particulièrement représentés. Cette composition faunistique se retrouve de façon constante sur l'ensemble du littoral méditerranéen français, en particulier dans les sansouires et les salins, où elle constitue un indicateur fiable des habitats halophiles.

Parmi ces espèces de coléoptères, *Daptus vittatus* (Figure 19), fortement halophile, est rare et localisée en France (moins de 10 localités connues). Elle fréquente les plages des étangs salés, souvent en bordure de canaux déversant des eaux saumâtres, où elle creuse des galeries sous les pierres ou au pied des plantes halophiles. *Dicheirotichus obsoletus*, plus commun, est abondant dans les sansouires et les vasières nues, ou les gazons à *Salicornia* et *Suaeda*, et présente toute l'année sur l'ensemble du littoral méditerranéen. *Platytyrus faminii* est une espèce très rare et localisée, inféodée aux terrains argilo-sableux plus ou moins salés, tandis que *Pogonistes gracilis*, strictement halophile comme l'ensemble de son genre, occupe les zones vaseuses humides sous les pierres ou au pied des salicornes.



Figure 19 :
Daptus vittatus
©B. Louboutin (Opie)

Enfin, *Asproparthenis crotchi* (Curculionidae), espèce liée au couvert végétal halophile, notamment *Salicornia* et *Suaeda*, se rencontre ponctuellement au sol dans les sansouires du littoral méditerranéen et de Corse. Certaines espèces plus ubiquistes, comme *Lagria hirta*, qui apprécie les touffes de salicornes, peuvent aussi être observées dans ces habitats (Soldati *et al.* 2016). Ces espèces peuvent également être trouvées dans les écosystèmes de lasses d'étangs saumâtres méditerranéens et de fourrés halophiles méditerranéens tels que décrits dans le cadre de ce volume.

Milieu physique

Cet écosystème peut être cantonné aux substrats décapés ou perturbés par le bétail, ou aux vases submergées de façon prolongée (jusqu'à 9 mois de l'année), des mares et fossés. Il se trouve sur substrat vaseux à vasosableux, voire argilo-limoneux, riche en éléments nutritifs, halo-eutrophe. Ces zones de sol nu, asséchées tard en été, où le sol devient trop salé pour que des espèces s'installent durablement sont appelées baisses. La salure de la nappe peut y être très forte (au-dessus de 70 g/L) (Géhu & Biondi 1994; Grouzis 1974; Molina *et al.* 1996; Noble & Baret 2019; Reymann *et al.* 2017; Rufay *et al.* 2007).

Processus et interactions clés

Cet écosystème est soumis à de fortes variations de niveaux d'eau, ainsi qu'à une période de submersion longue. Les zones asséchées tard en été, sont colonisées par les salicornes annuelles, qui bouclent leur cycle biologique en un laps de temps très court avant la remontée des eaux (Molina *et al.* 1996). Le facteur de submersion influe de façon importante sur la teneur en sels minéraux du sol, mais aussi sur la morphologie et le métabolisme des plantes qui s'y développent. La pollinisation

s'effectue par le vent et conduit à la formation d'une graine par fleur. La plante se dessèche ensuite. Certains mécanismes de dormance empêchent les graines de germer avant d'avoir passé un séjour au froid humide qui correspond à l'hiver. Une fois les graines disséminées, leur vitesse et leur capacité de germination s'améliorent à basses températures, avec une immersion en eau salée. Plus le milieu est salé, plus le temps de latence avant la germination augmente (Grouzis 1974). Chez la Salicorne d'Emeric, aussi appelée Salicorne couchée (*Salicornia procumbens* Sm., 1813), les graines ne germent qu'au printemps. Certaines plantules apparaissent dès fin décembre et ne se développent qu'aux premières chaleurs printanières. C'est le cas de la Salicorne étalée (*Salicornia perennans*) ; une partie de ses graines germent en automne, tandis que l'autre est dormante et ne germe qu'au printemps suivant ; cela permet de garantir la perpétuation de l'espèce en fonction des conditions climatiques (Molina *et al.* 1996). Cet écosystème est à la fois une zone d'accumulation sédimentaire, du fait de la présence des buissons de soude et de salicorne qui font obstacle aux sédiments, de dénitrification et de minéralisation de la matière organique (Rufay *et al.* 2007).

Facteurs de vulnérabilité

Les facteurs de vulnérabilité identifiés pour cet écosystème sont les suivants :

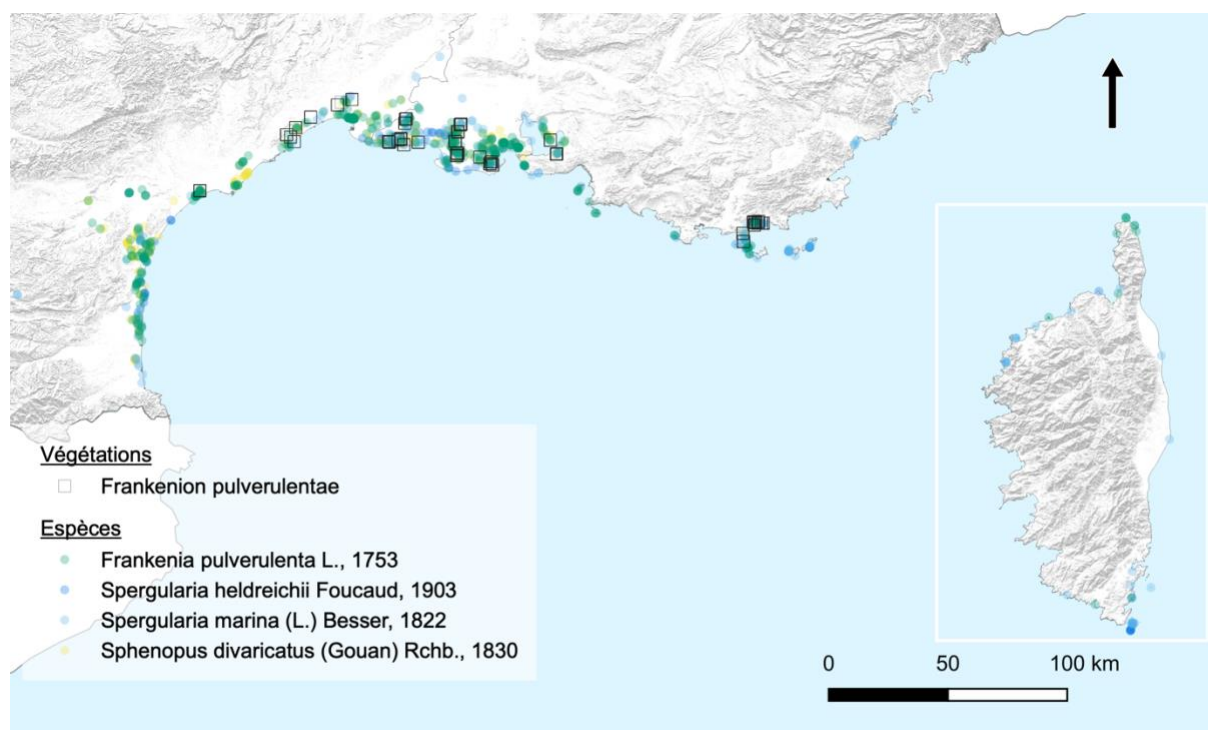
- **Modification du fonctionnement hydrologique** (apports d'eau douce) ;
- **Modification de la salinité des terres** (désalinisation par apports d'eau douce) ;
- **Exploitation des ressources** (cueillette des salicornes pour confiserie au vinaigre) ;
- **Élévation du niveau de la mer/submersion** (période d'assèchement raccourcie ou nulle) ;
- **Modification du transport sédimentaire** ;
- **Pollutions.**

Marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à *Frankenia*, *Spergula* et *Parapholis*

Présentation et distribution géographique

L'écosystème de marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à *Frankenia*, *Spergula* et *Parapholis* se trouve sur les replats et micro-cuvettes des niveaux supérieurs des vases salées, soumis à des inondations temporaires en hiver et à d'extrêmes dessiccations en été. Le substrat sablo-argilo-limoneux, saturé d'eau douce en hiver et desséché et salé en été, abrite des végétations pionnières nitrophiles. À la fin du printemps, voire en été, des pelouses rases herbacées, à petites annuelles, se développent au sein de trouées de prés salés ou de fourrés halophiles, favorisées par le pâturage ou le piétinement. Ces végétations s'expriment de façon très ponctuelle, sur de petites surfaces (parfois quelques mètres carrés) et ont un recouvrement généralement peu important. Elles sont composées d'espèces telles que les frankénies, les spergulaires, les sagines, les sphénopes et les leptures.

Cet écosystème est présent sur les côtes continentales françaises de Méditerranée, souvent cité en Camargue, mais aussi présent autour des étangs languedociens¹⁰ (Figure 20). Il n'existe actuellement aucune donnée fiable relative à la superficie réellement couverte par cet écosystème. L'écosystème de marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à *Frankenia*, *Spergula* et *Parapholis* est inclus dans l'habitat générique inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) 1310 « Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses », qui présente une définition plus large. Selon les résultats du dernier rapportage, cet habitat d'intérêt communautaire serait potentiellement présent sur 66 mailles (10×10 km²) sur le littoral méditerranéen français (MNHN & OFB 2023).



Source de données : CBN Méditerranéen de Porquerolles, CBN de Corse (1958-2022)

Fonds de carte : IGN, ADMIN EXPRESS 2024, Estompage BD ALTI®

Réalisation : Comité français de l'UICN

Figure 20. Répartition spatiale des points de présence du Sphénope divariqué (*Sphenopus divaricatus*), de la Frankénie pulvérulente (*Frankenia pulverulenta*), de la Spergulaire marine (*Spergularia marina*) et de la Spergulaire de Heldreich (*Spergularia heldreichii*), ainsi que des relevés du *Frankenion pulverulentae*.

¹⁰ Présence à vérifier en Corse.

Classification

EUNIS / CORINE biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à *Frankenia*, *Spergula* et *Parapholis* », l'unité A2.552, présentée dans le Tableau 6.

Tableau 6. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à *Frankenia*, *Spergula* et *Parapholis* (Bajjouk et al. 2015; Louvel et al. 2013).

Code	Intitulé	Description
A2.5	Marais salés côtiers et roselières salines	Formations végétales dominées par des Angiospermes, constituées sur le niveau le plus élevé des côtes protégées et périodiquement recouvertes par les marées hautes. La végétation se développe sur des substrats variés, sableux et vaseux, qui peuvent être mélangés à des matériaux plus grossiers. Les caractéristiques des communautés des marais salés varient en fonction de leur altitude sur la côte ; il en résulte des zones distinctes liées au degré ou à la fréquence de l'immersion dans l'eau salée.
A2.55	Marais salés pionniers	Marais salés au niveau le plus bas des Angiospermes non aquatiques ; végétation ouverte et très pauvre en espèces, typiquement à <i>Salicornia</i> spp. ou <i>Spartina</i> spp., moins souvent à <i>Arthrocnemum</i> spp., <i>Tripolium pannonicum</i> (anciennement <i>Aster tripolium</i>), <i>Sagina maritima</i> , <i>Kali soda</i> (anciennement <i>Salsola kali</i>) ou <i>Suaeda</i> spp.
A2.552 p.p.	Communautés halo-nitrophiles pionnières du littoral méditerranéen	Formations d'espèces annuelles halonitrophiles (<i>Frankenia pulverulenta</i> , <i>Suaeda splendens</i> , <i>Salsola soda</i> , <i>Cressa cretica</i> , <i>Parapholis incurva</i> , <i>Parapholis strigosa</i> , <i>Hordeum marinum</i> , <i>Sphenopus divaricatus</i> , <i>Polypogon maritimus</i> , <i>Spergularia</i> spp., <i>Carrichtera annua</i> (anciennement <i>Vella annua</i>)), colonisant les vasières salines du littoral méditerranéen et thermo-atlantique. Ces formations sont soumises à des inondations temporaires et à des assèchements extrêmes. Elles sont plus riches en espèces ou en espèces autres que les <i>Amaranthaceae</i> (anciennement <i>Chenopodiaceae</i>) que les communautés de l'unité A2.551. Ce sont des formations particulièrement développées dans la péninsule Ibérique, secondairement dans les grandes îles de la Méditerranée, dans les régions littorales et les bassins endoréiques d'Afrique du Nord, dans le sud de l'Italie et la Méditerranée française. Des irradiations sont présentes sur les côtes thermo-atlantiques, notamment sur la façade atlantique française.

L'unité A2.552 « Communautés halo-nitrophiles pionnières méditerranéennes » correspond à l'unité 15.12 « Groupements halonitrophiles à *Frankenia* » de CORINE biotopes (Bissardon et al. 1997b).

Types d'habitats d'intérêt communautaire

Ces communautés halo-nitrophiles pionnières méditerranéennes correspondent à un habitat générique inscrit à l'Annexe 1 de la Directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) : 1310 « Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses » dont l'habitat élémentaire concerné est le 1310-4 « Pelouses rases à petites annuelles subhalophiles ».

Classification phytosociologique

Les communautés halo-nitrophiles pionnières méditerranéennes hébergent plusieurs communautés végétales telles que :

- **Classe** : *Saginetea maritimae* V. Westhoff et al. 1962
 - **Ordre** : *Frankenietalia pulverulentae* Rivas Martínez ex Castroviejo et J. Porta 1976
 - **Alliance** : *Frankenion pulverulentae* Rivas Martínez ex Castroviejo et J. Porta 1976
 - **Association** :
 - Parapholidetum filiformis* Brullo et al. 1994 (Ga)
 - Spergularietum heldreichii* Molinier et Tallon 1969 (Ga)
 - Spergularietum marinae* Molinier et Tallon 1970 (Ga)

IUCN Global Ecosystem Typology 2.0

Dans la typologie globale des écosystèmes de l'IUCN (Keith et al. 2020a) cet écosystème appartient à l'unité MFT1.3 *Coastal saltmarshes and reedbeds*.

- **Realm**: *Transitional Terrestrial-Freshwater-Marine* (Royaume : transition marine-eau douce-terrestre)
 - **Biome**: *MFT1 Brackish tidal systems* (Biome : Systèmes d'eaux saumâtres soumis aux marées)
 - **MFT1.3 Coastal saltmarshes and reedbeds** (Marais salés côtiers et roselières)

Description

Biote indigène caractéristique

Cet écosystème est dominé par des thérophytes. Ce sont des plantes herbacées qui bouclent leur cycle de vie en quelques semaines durant la période favorable et passent la période de submersion en dormance uniquement sous forme de graines ; elles sont dites annuelles. Elles constituent des végétations pionnières, identifiées comme nitrophiles, qui s'expriment à la fin du printemps, voire en été, sous forme de pelouses rases herbacées, peu diversifiées, plus ou moins clairsemées, de petites annuelles. Elles recouvrent des replats et cuvettes, généralement de petites surfaces (parfois quelques mètres carrés), au sein de trouées récentes au cœur ou en bordure des prés salés et des fourrés halophiles, sur les berges des partènements au sein des salines ou sur de petites buttes sablonneuses (Géhu & Biondi 1994; Noble & Baret 2019).

Quelques végétations ont été identifiées sur le continent. Celles où les spergulaires dominent comme la Spergulaire de Heldreich (*Spergularia heldreichii*) ou la Spergulaire marine (*Spergularia marina*, Figure 210A) sont souvent retrouvées sur des sables et graviers piétinés aux abords des lagunes. Il est possible d'observer une alternance entre les espèces dominantes suivant la saison : le Sphénope divariqué (*Sphenopus divaricatus*, « quasi-menacée » selon la Liste rouge régionale de PACA, Figure 21B) peut dominer au printemps et la spergulaire marine en été. Cette particularité explique les difficultés de description et d'identification de ces végétations éphémères. Les Leptures, comme le Lepture courbé (*Parapholis incurva*) ou le Lepture filiforme (*Parapholis filiformis*) dominent plutôt sur les zones pâturées ou piétinées. Les Frankénies se trouvent, quant à elles, préférentiellement sur des sables salés et des sols non organiques. Enfin, l'Orge maritime (*Hordeum marinum*) et le Polypogon maritime (*Polypogon maritimus*) forment des tonsures subhalophiles sur un substrat limono-sableux mésotrophe, peu inondable. Toutes ces espèces font partie de façon plus ponctuelle et en moindre abondance du cortège d'espèces de fourrés halophiles.

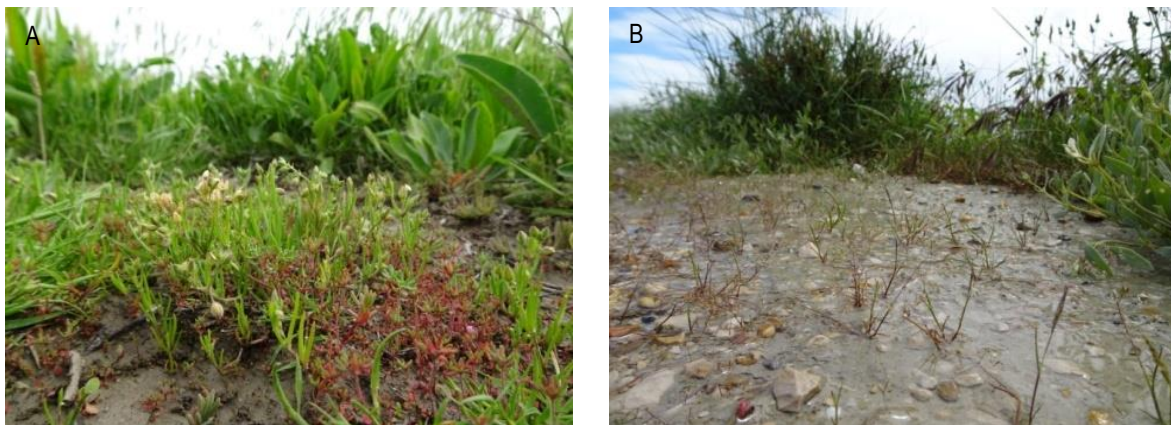


Figure 21. Communautés halo-nitrophiles pionnières

A) À Spergulaire marine (*Spergularia marina*) et B) à Sphénope divariqué (*Sphenopus divaricatus*), Saintes-Marie-de-la-mer, Bouches-du-Rhône (2018). © M. Pires, CBN Méditerranéen de Porquerolles

Faune

Les espèces d'intérêt patrimonial présentes au sein de l'écosystème de marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à *Frankenia*, *Spergula* et *Parapholis*, comprennent l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), la Glaréole à collier (*Glaucoloba pratincola*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), la Sterne naine (*Sternula albifrons*), la Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*), le Pipit rousseline (*Anthus campestris*) et l'Alouette calandrelle (*Calandrella brachydactyla*), toutes inscrites comme espèces déterminantes ZNIEFF au niveau régional et protégées au niveau national (Rufroy *et al.* 2007).

La végétation étant temporaire, peu d'insectes pourront s'abriter dans ces écosystèmes et donc les prédateurs qui en dépendent, notamment les araignées, auront tendance à exploiter les milieux environnants. Il est donc difficile de dégager un biote animal caractéristique de ces végétations¹¹.

Milieu physique

D'après la bibliographie, cet écosystème se trouve sur des substrats assez divers. Ils sont qualifiés de vaseux à vaso-sableux, mais aussi de sablo-argilo-limoneux, halo-mésotrophes, voire riches en éléments nutritifs, parfois mêlés de débris coquilliers

¹¹ Bounias-Delacour, A., AsFrA. Communication personnelle, 2023.

ou de dépôts organiques (Rufroy *et al.* 2007). En termes d'humidité, le substrat est régulièrement inondé par l'eau des pluies d'hiver et la salinité, réduite au printemps, augmente avec l'assèchement en été.

Processus et interactions clés

Le fonctionnement de cet écosystème et les conditions écologiques de ses végétations ont été peu étudiés et sont peu connus. L'expression des végétations semble être liée à un régime de perturbation régulier (cycle exondation/inondation) et à la fréquence des micro-perturbations de type pâturage ou piétinement (pression qui ne fait pas consensus), qui créent des trouées au sein des végétations vivaces. On peut aussi les trouver, par exemple, au milieu des pistes de véhicules motorisés. Les espèces annuelles présentes dans les végétations adjacentes profiteraient de la nouvelle niche créée par les perturbations pour s'exprimer de façon plus importante, formant ainsi une végétation identifiable à proprement parler, que l'on retrouve au fil des années. Le dessalement superficiel du substrat lors de la saison humide permet le développement, dans les trouées, de ces espèces annuelles qui disparaissent dès les premières sécheresses. Ces végétations s'exprimeraient donc à des endroits différents selon les années et de façon fugace, en fonction de la salinité et de la création de nouvelles zones ou du maintien des perturbations sur les anciennes zones. Le pâturage extensif des fourrés halophiles et prés salés pourrait contribuer à maintenir des ouvertures dans le tapis végétal et donc l'expression de ces végétations. En absence de perturbation, ces végétations annuelles laissent place aux fourrés halophiles ou aux prés salés adjacents par fermeture du milieu. Ces végétations se développeraient sur des zones d'accumulation sédimentaire, conduisant à la minéralisation de la matière organique et à la dénitrification des sols (Bensettiti *et al.* 2004; Heurteaux 1970; Noble & Baret 2019; Rufroy *et al.* 2007).

Facteurs de vulnérabilité

Les facteurs de vulnérabilité identifiés pour cet écosystème sont les suivants :

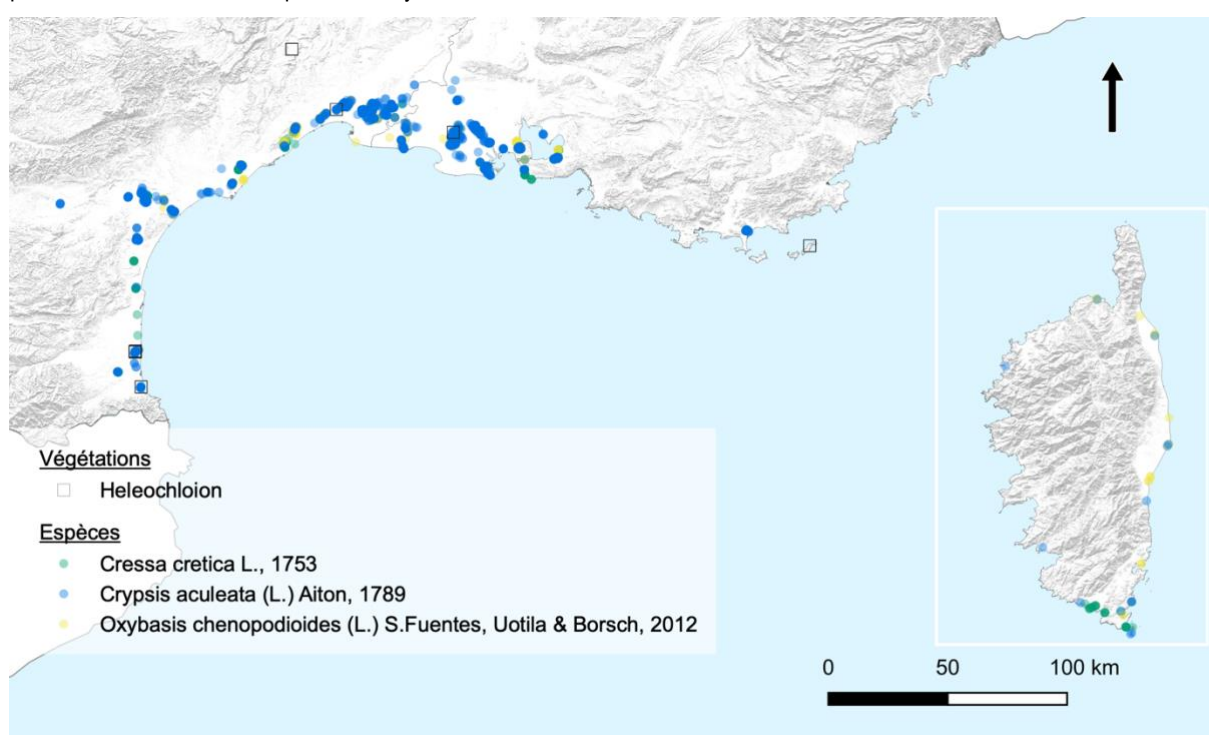
- **Modification du fonctionnement hydrologique** (apports d'eau douce) ;
- **Modification des occupations du sol** (impermeabilisation, absence de pâturage ou surpâturage) ;
- **Aléas climatiques** : élévation du niveau de la mer/submersion ;
- **Modification de la salinité des terres** (augmentation de la salinité) ;
- **Pollution** (eutrophisation).

Gazons subhalophiles amphibies pionniers méditerranéens

Présentation et distribution géographique

Cet écosystème se trouve dans des dépressions et cuvettes peu profondes, sur des vases peu salées et des sols compacts limoneux-argileux profonds, plats, temporairement inondés, surtout par de l'eau douce en hiver, et pouvant subir des dessiccations extrêmes en surface en été. Les végétations associées colonisent les vases dénudées à la fin de l'été et en automne, dans des clairières au sein des roselières et scirpales, à proximité de haies de *Tamaris* ou de prés salés. Elles sont amphibies, subnitrophiles et se développent souvent dans des zones compactées et ouvertes par le pâturage. Elles forment un tapis ras d'annuelles, souvent monospécifique, dominé par des crypsides, des héliotropes, des chénopodes ou de la cresse.

Cet écosystème est présent sur les côtes continentales françaises de Méditerranée, notamment en Camargue et autour des étangs languedociens, ainsi que sur la côte Corse (Figure 22). Il n'existe actuellement aucune donnée fiable relative à la superficie réellement couverte par cet écosystème.



Source de données : CBN Méditerranéen de Porquerolles, CBN de Corse (1928-2022)
Fonds de carte : IGN, ADMIN EXPRESS 2024, Estompage BD ALTI®
Réalisation : Comité français de l'UICN

Figure 22. Répartition spatiale des points de présence de la Cresse de Crète (*Cressa cretica*), du Crypside piquant (*Crypsis aculeata*) et de l'Oxybaside faux chénopode (*Oxybasis chenopodioides*) ainsi que des végétations relevant de l'*Heleochoion*.

Classification

EUNIS / CORINE biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « gazons subhalophiles amphibies pionniers méditerranéens », les unités C3.423 et E6.13 *pro parte*, présentées dans le Tableau 7.

Tableau 7. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème gazons subhalophiles amphibies pionniers méditerranéens (Bajjouk *et al.* 2015; Louvel *et al.* 2013).

Code	Intitulé	Description
C3.4	Végétations à croissance lente, pauvres en espèces, du bord des eaux ou amphibies	Cette unité comprend les isoétides des rives de lacs oligotrophes, <i>Nasturtium aquaticum</i> au niveau des ruisseaux, les gazons de <i>Scirpus</i> nains méditerranéens et d'autres types de végétation pauvres en espèces mais dissemblables.
C3.42	Communautés amphibies méditerranéo-atlantiques	Communautés vivaces ou annuelles des berges des cours d'eau, des étangs temporaires et des bordures de sources méditerranéens, thermo-atlantiques et macaronésiens. La végétation appartient principalement à la classe des <i>Isoeto-Nanojuncetea</i> .
C3.423	Gazons méditerranéens amphibies à <i>Crypsis</i>	Végétation post-estivale légèrement halophile et nitrophile des terrains temporairement inondés, avec <i>Crypsis schoenoides</i>, <i>Crypsis aculeata</i>, <i>Crypsis alopecuroides</i> et <i>Centaurium spicatum</i>.
E6.1	Steppes salées intérieures méditerranéennes	Terrains salés à végétation des régions côtières méditerranéennes et des bords des bassins salés semi-arides dépourvus de drainage vers la mer, souvent dominés par des espèces pérennes en rosettes du genre <i>Limonium</i> ou par le Sparte <i>Lygeum spartum</i> . Les sols sont temporairement imprégnés (mais pas inondés) d'eau salée et soumis à une dessiccation estivale extrême, avec formation d'efflorescences salées.
E6.13 P.P.	Communautés pionnières méditerranéennes continentales halonitrophiles	Formations d'espèces annuelles halonitrophiles (<i>Frankenia pulverulenta</i>, <i>Suaeda splendens</i>, <i>Salsola soda</i>, <i>Cressa cretica</i>, <i>Parapholis incurva</i>, <i>Parapholis strigosa</i>, <i>Hordeum marinum</i>, <i>Sphenopus divaricatus</i>, <i>Polypogon maritimus</i>, <i>Spergularia</i> spp., <i>Vella annua</i>) colonisant les vases salées des régions côtières méditerranéennes et thermo-atlantiques, des bassins endoréiques ibériques et nord-africains. Ces formations sont sujettes à des inondations temporaires et à des sécheresses extrêmes. Végétation du <i>Frankenion pulverulentae</i> par exemple. Plus riches en espèces ou en non-Chenopodiaceae que les communautés de l'unité A2.551. Elles sont particulièrement développées dans la péninsule Ibérique, secondairement dans les grandes îles de la Méditerranée, dans les régions côtières et les bassins endoréiques d'Afrique du Nord, en Italie du sud et dans les régions méditerranéennes de la France, avec des irradiations sur les côtes thermo-atlantiques, notamment sur le littoral atlantique français. Des communautés quelque peu similaires sont présentes dans les zones steppiques d'Eurasie et leurs régions d'influence, ainsi que dans les steppes saharo-méditerranéennes d'Afrique du Nord ; elles font partie de l'unité E6.23.

L'écosystème « Gazons subhalophiles pionniers méditerranéens amphibies » correspond aux unités 15.12 *pro parte* « Groupements halonitrophiles à *Frankenia* », 15.56 « Formations à annuelles sur laisses » et 22.34 « Groupements amphibies méridionaux » (cf. Corse) de CORINE biotopes (Bissardon *et al.* 1997b).

Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.* 2002, 2004; European commission 2013; Gaudillat *et al.* 2018)

La plupart des végétations de l'écosystème « gazons subhalophiles pionniers méditerranéens amphibies » ne sont pas d'intérêt communautaire. Cependant, certaines végétations dans des conditions écologiques précises peuvent correspondre à trois habitats génériques inscrits à l'Annexe 1 de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) :

- 1310 « Végétations pionnières à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses » dont l'habitat élémentaire est le 1310-4 « Pelouses rases à petites annuelles subhalophiles »¹² ;
- 3120 *pro parte* « Eaux oligotrophes très peu minéralisées sur sols généralement sableux de l'ouest méditerranéen à *Isoetes* spp. ». Aucun habitat élémentaire ne correspond à cette végétation ; ils ont été décrits antérieurement et le rattachement à l'habitat 3120 est récent¹³ ;
- 3170 *pro parte* « Mares temporaires méditerranéennes » dont l'habitat élémentaire est le 3170-3 « Gazons méditerranéens amphibies halonitrophiles (*Heleochoilon*) ».

Classification phytosociologique

Les gazons subhalophiles amphibies pionniers méditerranéens hébergent plusieurs communautés végétales telles que :

- **Classe** : *Juncetea bufonii* B. Foucault 1988
 - **Ordre** : *Elatino triandrae-Cyperetalia fusci* B. Foucault 1988
 - **Alliance** : *Heleochoilon schoenoidis* Braun-Blanquet ex Rivas Goday 1956
 - **Association** :
 - Cressa creticae-Pulicarietum siculae* Paradis et C. Lorenzoni 1999 (Co)
 - Crypsio schoenoidis-Cyperetum micheliani* Martínez Parras *et al.* 1988 (Co)

¹² Informations non vérifiées localement (Corse).

¹³ Données valides à la date de rédaction, susceptibles d'avoir évolué depuis.

Echinochloo cruris-galli-Crypsietum schoenoidis Paradis et C. Lorenzoni 1994 (Co)

Chenopodio chenopodioidis-Crypsietum aculeatae Paradis et C. Lorenzoni 1994 (Ga ; Co)

Heliotropio supini-Heleochloetum schoenoidis Rivas Goday 1956 (Ga; Co)

- **Classe:** *Thero-Suaedetea splendentis* Rivas Martínez 1972
 - **Ordre :** *Crypsietalia aculeatae* Vicherek 1973
 - **Alliance:** *Cypero-Spergularion salinae* Slavnič 1948
 - **Association :**
 - Atriplici prostratae-Crypsietum aculeatae* Paradis et C. Lorenzoni 1994 (Co)
 - Cresso creticae-Atriplicetum prostratae* Paradis et C. Lorenzoni 1999 (Co)
 - Cresso creticae-Crypsidetum aculeatae* Géhu et al. 1990 (Co)
 - Cresso creticae-Hordeetum marini* Géhu et al. 1989 (Co)
 - Polygono monspeliensis-Crypsietum aculeatae* Paradis et C. Lorenzoni 1994 (Co)
 - Salicornio patulae-Crypsidetum aculeatae* Paradis et C. Lorenzoni 1994 (Co)
 - **Ordre :** *Thero-Suaedetalia splendentis* Braun-Blanquet et O. Bolòs 1958
 - **Alliance :** *Thero-Suaedion splendentis* Braun-Blanquet in Braun-Blanquet et al. 1952
 - **Association :**
 - Cressetum creticae* Brullo et Furnari 1976 (Co; Ga)

Beaucoup de végétations de cet écosystème ont été décrites en Corse. Seules deux associations ont été mentionnées de façon sûre sur le continent.

IUCN Global Ecosystem Typology 2.0

Dans la typologie globale des écosystèmes de l'IUCN (Keith et al. 2020a) cet écosystème appartient à l'unité MFT1.3 *Coastal saltmarshes and reedbeds*.

- **Realm:** *Transitional Terrestrial-Freshwater-Marine* (Royaume : transition marine-eau douce-terrestre)
 - **Biome:** *MFT1 Brackish tidal systems* (Biome : Systèmes d'eaux saumâtres soumis aux marées)
 - **MFT1.3 Coastal saltmarshes and reedbeds** (Marais salés côtiers et roselières)

Description

Biote indigène caractéristique

Cet écosystème est dominé par des thérophytes. Ce sont des plantes herbacées qui bouclent leur cycle de vie en quelques semaines durant la période favorable et passent la période de submersion en dormance uniquement sous forme de graines ; elles sont dites annuelles. Elles forment des végétations pionnières, amphibies, légèrement nitrophiles et subhalophiles (essentiellement par remontées salines). Cet écosystème se trouve à l'extrémité du gradient de salinité ; il contient les végétations les moins halophiles des marais salés côtiers. Celles-ci colonisent les vases dénudées des dépressions humides de faible salinité, fortement asséchées en surface en été. Leur recouvrement est variable : plutôt moyen à fort. Elles s'expriment à la fin de l'été et en automne, sur de grandes étendues plates, souvent compactées et ouvertes par le pâturage, ou dans des fonds de roubines à proximité de haies de Tamaris, dans des clairières au sein des roselières, scirpaies et prés salés. Elles ne s'expriment pas forcément tous les ans, si les conditions écologiques ne sont pas favorables. Il existe une douzaine de végétations dont la majorité est présente uniquement en Corse. Elles forment généralement un tapis ras (15-20 cm ; Figure 23) d'espèces héliophiles, souvent monospécifique, dominé soit par des crypsides, des chénopodes ou de la cresse (Bensettiti et al. 2004; Noble & Baret 2019; Paradis 1992; Paradis & Lorenzoni 1994; Reymann et al. 2017). Certaines végétations sont plus ou moins nitrophiles, halophiles ou favorisées par le pâturage. Les végétations à chénopodes, par exemple, se trouvent préférentiellement sur des sols plus riches en azote et matière organique, plus humides en été, mais aussi plus limoneux qu'argileux.



Figure 23. Végétations et espèces caractéristiques des gazons subhalophiles pionniers méditerranéens amphibies

A) Gazons subhalophiles pionniers à crypsides en septembre, étang de Manguio (Hérault), 2019.

B) Gazons subhalophiles pionniers à Héliotrope couché (*Heliotropium supinum*), étang du Maire, Manguio (Hérault), 2019.

© F. Andrieu, CBNMed

On retrouve plusieurs espèces végétales protégées au niveau régional au sein de cet écosystème (Figure 24) : le Crypside piquant (*Crypsis aculeata* ; Figure 24A) protégé en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, l'Héliotrope couché (*Heliotropium supinum*) protégé dans l'ancienne région Languedoc-Roussillon, et la Cresse de Crète (*Cressa cretica* ; Figure 24B) protégée dans les deux. D'autres espèces protégées peuvent être rencontrées, notamment en Camargue, mais aussi dans d'autres écosystèmes non saumâtres : c'est le cas de la Pulicaria de Sicile (*Pulicaria sicula*), de la Damasonie à nombreuses graines (*Damasonium polyspermum*), du Crypside faux schoin (*Crypsis schoenoides*) et de la Salicaire à trois bractées (*Lythrum tribracteatum*).



Figure 24. Espèces caractéristiques des gazons subhalophiles pionniers méditerranéens amphibies

A) Crypside piquant (*Crypsis aculeata*), étang de Berre (Bouches-du-Rhône), 2013.

© J. Ugo, CBNMed

B) Cresse de Crète (*Cressa cretica*), étang de Manguio (Hérault), 2019.

© F. Andrieu, CBNMed

Faune

L'écosystème « gazons subhalophiles amphibies pionniers méditerranéens » a un intérêt pour l'avifaune, et plus particulièrement les canards, car il leur sert de sites d'alimentation (herbiers d'hydrophytes), notamment en hiver (Bensettiti *et al.* 2002).

Concernant les araignées, elles sont peu présentes dans les milieux pâturés car elles sont sensibles aux vibrations, surtout lorsque la pression de pâturage est élevée. Par ailleurs, une végétation rase réduit à la fois l'espace refuge nécessaire pour s'abriter des prédateurs (notamment les oiseaux) et la zone de chasse où elles peuvent capturer leurs proies, principalement des insectes¹⁴. De plus, les sols pouvant atteindre des températures très élevées en été, ce milieu est défavorable aux insectes. Les quelques espèces présentes se concentrent principalement au collet des plantes, et peuvent chercher refuge dans les fissures du sol. La majeure partie des insectes observables dans ces écosystèmes est donc crépusculaire voire nocturne, ce qui lui permet d'éviter les fortes chaleurs diurnes¹⁵.

Milieu physique

Cet écosystème se trouve sur des sols dénudés, parfois sableux, mais généralement limoneux-argileux, profonds, longuement inondés, se desséchant partiellement ou totalement en été. Ils prennent alors une apparence typique de sols craquelés. Ces sols sont faiblement salés la plupart de l'année, mais peuvent être fortement salés par remontée de sels en été. Certaines végétations de cet écosystème préfèrent des substrats un peu plus riches en matière organique, restant un minimum humides en fin d'été. En dehors des fonds de roubines et autres cuvettes, les végétations colonisent de grandes surfaces planes dont le sol est généralement compacté par le pâturage.

Processus et interactions clés

Les processus et le fonctionnement de cet écosystème sont peu connus. Les espèces annuelles qui s'y développent bouclent leur cycle de reproduction durant la courte période d'exondation des vases. Elles fleurissent à la fin de l'été, voire au début de l'automne. Leurs graines transportées par le vent, l'eau ou les oiseaux, semblent conserver leur capacité de germination

¹⁴ Bounias-Delacour, A., AsFrA. Communication personnelle, 2023.

¹⁵ Jaulin, S., Opie. Communication personnelle, 2023.

pendant de nombreuses années. Ces espèces végétales croissent principalement dans les endroits plus ou moins dénudés par le pacage des animaux (bovins, chevaux, voire chèvres). Le pâturage d'intensité moyenne à faible semble important pour le maintien de ces végétations sur plusieurs aspects : le compactage du sol et le maintien de l'ouverture des milieux par sélection des espèces. Il contribue à diminuer la compétition entre les espèces de cet écosystème et celles des scirpaies : où, par exemple, le bolbochoin maritime (*Bolboschoenus maritimus*) laisse place au crypside piquant (*Crypsis aculeata*). La salinisation de ces zones pourrait conduire au développement de végétations à salicornes annuelles.

Facteurs de vulnérabilité

Les facteurs de vulnérabilité identifiés pour cet écosystème sont les suivants :

- **Modification des occupations du sol** (arrêt de pâturage, drainage) ;
- **Modification du fonctionnement hydrologique** (mise en eau permanente) ;
- **Modification de la salinité des terres** (salinisation) ;
- **Aléas littoraux** : élévation du niveau de la mer/submersion ;
- **Espèces exotiques envahissantes** : on retrouve dans cet écosystème le Paspale à deux épis (*Paspalum distichum*), espèce végétale exotique envahissante, et l'Héliotrope de Curaçao (*Heliotropium curassavicum*, Figure 25), espèce végétale exotique potentiellement envahissante. On peut aussi retrouver de façon plus anecdotique, à proximité de canaux d'eau douce, la forme terrestre de la Jussie rampante (*Ludwigia peploides*, EVEC) ou l'Aster écailleux (*Symphotrichum squamatum*, EVEC) qui colonisent des milieux très divers (Bensettiti *et al.* 2004; European Commission 2013; Noble & Baret 2019).



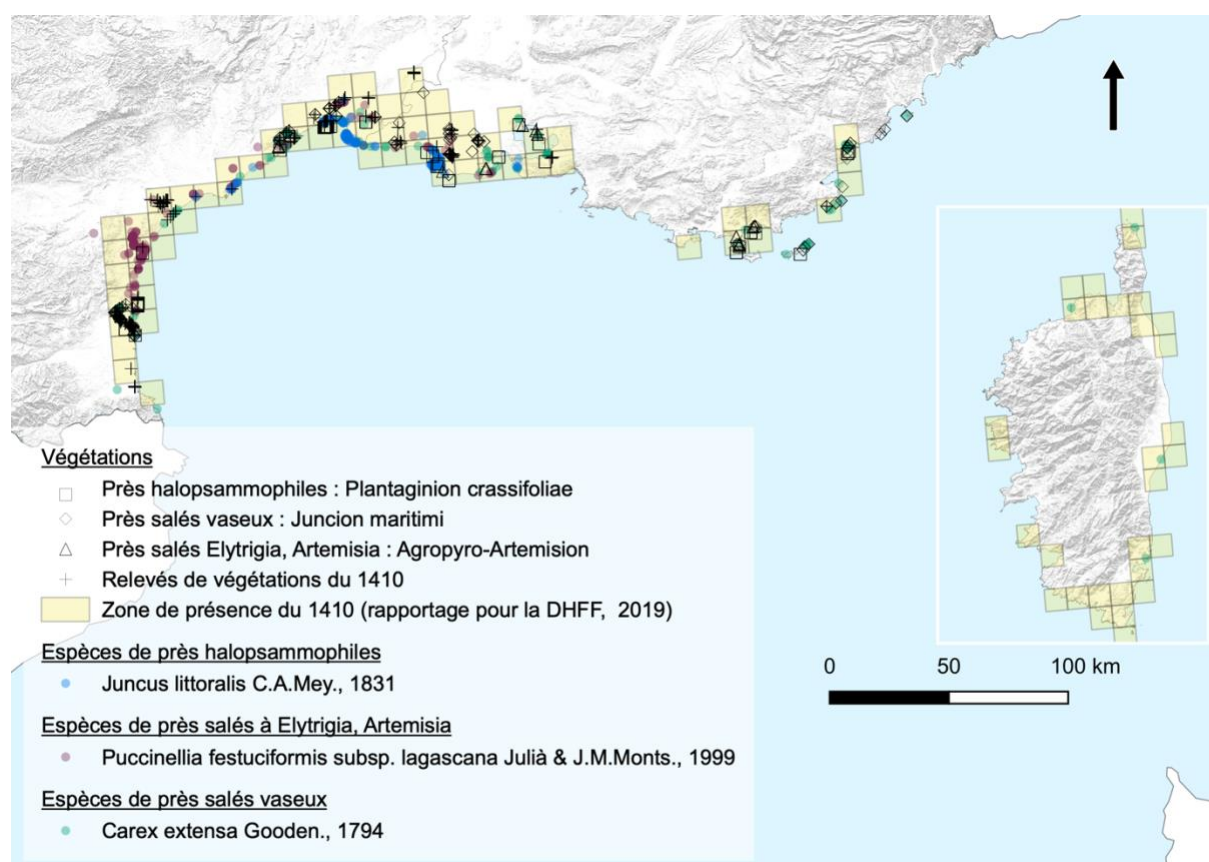
Figure 25. Héliotrope de Curaçao (*Heliotropium curassavicum*), Ramatuelle, Var (2007)
© D. Guivarch

Prés salés méditerranéens

Présentation et distribution géographique

Cet écosystème se trouve généralement dans des dépressions humides, peu profondes, en arrière des étangs et lagunes saumâtres, entre les végétations de bord des eaux (comme les laisses d'étangs, les roselières et les scirpaies salines) et les végétations vivaces de fourrés halophiles. On le rencontre sur un substrat vaseux, limoneux-vaseux, voir sableux. Il se répartit selon un gradient de salinité et de durée d'inondation : il peut être inondé longuement, ou occasionnellement. Il est généralement peu salé en hiver, mais son assèchement en été est très variable. Les végétations qui s'y développent sont de fait très diverses. Elles sont pérennes, herbacées et denses, dominées pour la plupart par des joncs. Leur physionomie varie en fonction de l'espèce dominante et peut présenter une ou deux strates : jonchaies basses, jonchaies hautes, prairies herbeuses humides peu saumâtres, etc. Les végétations concernées peuvent se développer sur différents niveaux topographiques et leur expression est aussi conditionnée par la localisation et la forme de la dépression humide : presque linéaire, en patches ponctuels, en mosaïque ou sur des surfaces homogènes plus étendues.

Cet écosystème est présent sur les côtes continentales françaises de Méditerranée, ainsi que sur la côte corse (Figure 26). Il n'existe actuellement aucune donnée fiable relative à la superficie réellement couverte par cet écosystème. L'écosystème de prés salés méditerranéens correspond à l'habitat générique inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) 1410 « Prés salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*) ». Selon les résultats du dernier rapportage, cet habitat d'intérêt communautaire serait potentiellement présent sur 97 mailles (10x10 km²) sur le littoral méditerranéen français (MNHN & OFB 2023).



Source de données : CBN Méditerranéen de Porquerolles, CBN de Corse (1928-2022)

Fonds de carte : IGN, ADMIN EXPRESS 2024, Estompage BD ALTI®

Réalisation : Comité français de l'UICN

Figure 26. Points de présence de six espèces végétales de prés salés, ainsi que des relevés phytosociologiques du *Juncion maritimi*, de l'*Agropyro-Artemision*, du *Plantaginion crassifoliae* et de l'habitat d'intérêt communautaire 1410, et des mailles de présence de l'habitat d'intérêt communautaire 1410.

Classification

EUNIS / CORINE biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « prés salés méditerranéens » les unités A2.522, A2.523, A2.524 *pro parte*, A2.532 et A2.543, présentées dans le Tableau 8.

Tableau 8. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème prés salés méditerranéens (Bajjouk *et al.* 2015; Louvel *et al.* 2013)

Code	Intitulé	Description
A2.5	Marais salés côtiers et roselières salines	Formations végétales dominées par des Angiospermes, constituées sur le niveau le plus élevé des côtes protégées et périodiquement recouvertes par les marées hautes. La végétation se développe sur des substrats variés, sableux et vaseux, qui peuvent être mélangés à des matériaux plus grossiers. Les caractéristiques des communautés des marais salés varient en fonction de leur altitude sur la côte ; il en résulte des zones distinctes liées au degré ou à la fréquence de l'immersion dans l'eau salée.
A2.52	Partie supérieure des marais salés	Fourrés halophiles à <i>Arthrocnemum</i> , <i>Halocnemum</i> , <i>Suaeda</i> . Stations, parfois assez ouvertes, de <i>Juncus acutus</i> , <i>Juncus maritimus</i> . Ces communautés comprennent nombre d'autres espèces tolérantes au sel, certaines ayant une richesse spécifique assez forte.
A2.522	Marais salés méditerranéens à <i>Juncus maritimus</i> et <i>Juncus acutus</i>	Jonchaies hautes à <i>Juncus maritimus</i>, <i>Juncus rigidus</i> (<i>Juncus maritimus</i> var. <i>arabicus</i>, <i>Juncus arabicus</i>) ou <i>Juncus acutus</i> des substrats salins du littoral méditerranéen et thermo-atlantique et des bassins endoréiques des régions méditerranéennes de la péninsule Ibérique et d'Afrique du Nord. Ces communautés sont constituées en particulier dans des dépressions périodiquement inondées, où elles peuvent être en association avec <i>Carex extensa</i>, <i>Iris spuria</i>, <i>Gladiolus communis</i>, <i>Tripolium pannonicum</i> (anciennement <i>Aster tripolium</i>), <i>Sonchus maritimus</i>, <i>Sonchus crassifolius</i> ou avec d'autres éléments des unités A2.523 et D6.23.
A2.523	Prés salés ras méditerranéens à <i>Juncus</i> , <i>Carex</i> , <i>Hordeum</i> et <i>Trifolium</i>	Prés humides à végétation basse dominés par <i>Juncus gerardi</i> , <i>Carex divisa</i> , <i>Carex extensa</i> , <i>Schoenus nigricans</i> , <i>Triglochin maritimum</i> , <i>Hordeum marinum</i> ou des espèces des genres <i>Trifolium</i> et <i>Lotus</i> . Ce sont des prés humides des bords de lagunes saumâtres du littoral méditerranéen et thermo-atlantique d'Europe, d'Asie occidentale et d'Afrique du Nord.
A2.524 p.p.	Peuplements d' <i>Elymus</i> ou <i>Artemisia</i> méditerranéens	Peuplements d' <i>Elymus</i> ou d' <i>Artemisia</i> bordant les zones humides salifères méditerranéennes et continentales de la péninsule Ibérique.
A2.53	Roselières, jonchaies et cariçaias salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés	Prairies fermées des marais salés, plus riches en espèces que la partie moyenne à inférieure des marais salés, dominées par les graminoides <i>Blysmus rufus</i> , <i>Carex extensa</i> , <i>Festuca rubra</i> , <i>Juncus gerardi</i> , <i>Puccinellia</i> spp. ; <i>Armeria maritima</i> , <i>Artemisia maritima</i> , <i>Frankenia laevis</i> sont aussi représentées. Milieux marins salins ou saumâtres à <i>Hippuris tetraphylla</i> , <i>Juncus maritimus</i> , <i>Phragmites australis</i> .
A2.532	Prés méditerranéens halopsammophiles	Formations plus sèches, denses, des sols sableux au pied des dunes, ou entre les dunes et les lagunes des côtes méditerranéennes et thermo-atlantiques d'Europe et d'Afrique du Nord. Ces formations se retrouvent également dans les bassins intérieurs endoréiques des régions méditerranéennes de la péninsule Ibérique. Les espèces présentes sont <i>Plantago crassifolia</i> , <i>Schoenus nigricans</i> , <i>Juncus littoralis</i> , <i>Spartina patens</i> (anciennement <i>Spartina versicolor</i> et <i>Spartina juncea</i>), <i>Elytrigia elongata</i> (anciennement <i>Elymus elongatus</i>), <i>Limbarda crithmoides</i> (anciennement <i>Inula crithmoides</i>). Chacune de ces espèces peut dominer et former des faciès physiologiquement distincts, parfois presque monospécifiques.
A2.54	Partie inférieure à moyenne des marais salés	Marais salés à végétation d'Angiospermes plus ou moins fermée. Cette unité comprend les prés salés herbeux dominés par <i>Puccinellia festuciformis</i> ou <i>Aeluropus littoralis</i> en Méditerranée et par <i>Puccinellia maritima</i> en Europe septentrionale. <i>Lysimachia maritima</i> (anciennement <i>Glaux maritima</i>), <i>Halimone portulacoides</i> , <i>Limonium vulgare</i> , <i>Plantago maritima</i> sont aussi des espèces caractéristiques.
A2.543	Gazons des marais salés côtiers méditerranéens	Formations denses d'herbacées halophiles vivaces, en particulier les espèces <i>Puccinellia festuciformis</i> (anciennement <i>Puccinellia palustris</i>) ou <i>Aeluropus littoralis</i> , des côtes méditerranéennes et de leurs lagunes littorales.

L'unité EUNIS A2.522 correspond à l'unité 15.51 de CORINE biotopes (Bissardon *et al.* 1997b) : Prés salés méditerranéens à *Juncus maritimus* et *Juncus acutus*. De même, l'unité EUNIS A2.523 correspond à l'unité 15.52 : Prés salés à *Juncus gerardii* et *Carex divisa*. L'unité EUNIS A2.524 est considérée comme *pro parte* car elle n'est pas uniquement présente en zone méditerranéenne. Elle correspond à l'unité 15.57 (Bissardon *et al.* 1997b) : Prés salés à chiendent et armoise. L'unité EUNIS A2.532 correspond à l'unité 15.53 : Prés méditerranéens halo-psammophiles. L'unité EUNIS A2.543 correspond à l'unité 15.55 : Prés salés méditerranéens à *Puccinellia*.

Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.* 2002, 2004; European commission 2013; Gaudillat *et al.* 2018)

La quasi-totalité des végétations de l'écosystème de prés salés méditerranéens correspond à l'habitat générique 1410 « Prés salés méditerranéens (*Juncetalia maritimi*) » inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) et à deux habitats élémentaires :

- Habitat 1410-1 : « Prés salés méditerranéens des bas niveaux » ;
- Habitat 1410-2 : « Prés salés méditerranéens des hauts niveaux ».

Une seule végétation serait rattachée à l'habitat générique 1420 « Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (*Sarcocornietea fruticosi*) » et à l'habitat élémentaire 1420-2 *pro parte* : « Fourrés halophiles méditerranéens » de fait de son appartenance à une alliance phytosociologique différente de celle des *Juncetea maritimi*.

Classification phytosociologique

Les prés salés méditerranéens hébergent plusieurs communautés végétales telles que :

- **Classe** : *Juncetea maritimi* Braun-Blanquet *in* Braun-Blanquet *et al.* 1952
 - **Ordre** : *Juncetalia maritimi* Braun-Blanquet *ex* Horvatić 1934
 - **Alliance** : *Juncion maritimi* Braun-Blanquet *ex* Horvatić 1934
 - **Association** :
Junco gerardii-Triglochinietum maritimae Braun-Blanquet *in* Braun-Blanquet *et al.* 1952 (Ga)
Limonio narbonensis-Caricetum extensae Géhu *et* Biondi 1994 (Co)
Limonio narbonensis-Juncetum gerardii Géhu *et* Biondi 1994 (Co)
Puccinellio festuciformis-Aeluropodetum littoralis (F. Corbetta 1968) Géhu *et* M.J. Costa *in* Géhu *et al.* 1984 (Ga)
Puccinellio festuciformis-Juncetum maritimi (Pignatti 1953) Géhu *in* Géhu *et al.* 1984 (Ga ; Co)
Spartino versicolori-Juncetum maritimi O. Bolòs 1962 (Ga à vérifier ; Co)
 - **Alliance** : *Plantaginion crassifoliae* Braun-Blanquet *in* Braun-Blanquet *et al.* 1952
 - **Association** :
Schoeno nigricantis-Plantaginetum crassifoliae Braun-Blanquet *ex* Braun-Blanquet *et al.* 1952 (Ga ; Co)
Juncetum acuti Molinier *et* Tallon 1969 (Ga ; Co)
Limonio virgati-Plantaginetum crassifoliae Mercadal 2020 (Ga)
Junco acuti-Schoenetum nigricantis Géhu *et al.* 1987 (Co)
 - **Ordre** : *Agropyretalia pungentis* Géhu 1968
 - **Alliance** : *Elytrigio-Artemision coerulescentis* Pignatti 1953
 - **Association** :
Agropyro-Inuletum crithmoidis Braun-Blanquet *in* Braun-Blanquet *et al.* 1952 (Ga)
Limonio narbonensis-Artemisietum caerulescentis (Pignatti 1953) Géhu *et* Scoppola 1984 (Co)
Limonio narbonensis-Puccinielletum festuciformis (Pignatti 1966) Géhu *et* Scoppola 1984 *in* Géhu *et al.* 1984 (Co)
 - **Alliance** : *Agropyrion pungentis* Géhu 1968
 - **Association** :
Elymo atherici-Juncetum acuti Géhu *et* C. Zambettakis 2009 (Co)

- **Classe** : *Agrostietea stoloniferae* Oberdorfer 1983
 - **Ordre** : *Potentillo anserinae-Polygonetalia avicularis* Tüxen 1947
 - **Alliance** : *Trifolion maritimi* Braun-Blanquet ex Braun-Blanquet et al. 1952
 - **Association** :
 - Dorycnio gracilis-Festucetum arundinaceae* (Molinier et Devaux 1978) B. Foucault in B. Foucault et Catteau 2012 (Ga)
 - Lino biennis-Festucetum arundinaceae* Dubuis et Simonneau ex B. Foucault in B. Foucault et Catteau 2012 (Ga)
 - Orchido palustris-Festucetum arundinaceae* Mercadal 2020 (Ga)
 - Junco maritimi-Iridetum spuriae* Molinier et Tallon 1970 (Ga)

Il est à noter que les végétations halo-psammophiles strictement présentes sur les dunes ont été traitées dans le volume 1 du chapitre de la liste rouge des écosystèmes consacré aux littoraux méditerranéens (Comité français de l'UICN 2020) : sont concernées ici uniquement les végétations halo-psammophiles que l'on peut retrouver en arrière des étangs littoraux, hors contexte dunaire.

IUCN Global Ecosystem Typology 2.0

Dans la typologie globale des écosystèmes de l'UICN (Keith et al. 2020a) cet écosystème appartient à l'unité MFT1.3 *Coastal saltmarshes and reedbeds*.

- **Realm**: *Transitional Terrestrial-Freshwater-Marine* (Royaume : transition marine-eau douce-terrestre)
 - **Biome**: *MFT1 Brackish tidal systems* (Biome : Systèmes d'eaux saumâtres soumis aux marées)
 - **MFT1.3 Coastal saltmarshes and reedbeds** (Marais salés côtiers et roselières)

Description

Biote indigène caractéristique

L'écosystème de prés salés méditerranéens est composé de plusieurs formations végétales, en touffes ou en tapis, généralement denses (90 à 100 % de recouvrement). Elles sont dominées par des hémicryptophytes qui sont des plantes pérennes, herbacées, dont les bourgeons végétatifs, persistants lors de la période de submersion, se situent au ras du sol : de 0 à 5 cm (Sirvent 2020). C'est le cas des différentes espèces dominantes de joncs : le Jonc aigu (*Juncus acutus* L., 1753) est un Jonc cespiteux formant à sa base une touffe compacte de tiges par resserrement des bourgeons ; le Jonc maritime (*Juncus maritimus* Lam., 1794) ou le Jonc de Gérard (*Juncus gerardi* Loisel., 1809) forment plutôt des colonies étendues sans touffe nette, mais de hauteurs différentes.

Les végétations qui se développent dans cet écosystème se répartissent en fonction du gradient de salinité, mais aussi du gradient d'humidité dépendant à la fois du niveau topographique et du niveau d'assèchement l'été. Au vu du nombre de facteurs écologiques déterminants et de leurs variations, une vingtaine de végétations de prés salés méditerranéens ont été décrites. Citons par exemple ici cinq grands types de prés salés à physiologies différentes :

- Les **jonchaies basses à Joncs de Gérard** (*Juncus gerardi*), Laïche divisée (*Carex divisa*) et Troscart maritime (*Triglochin maritima*), de bas niveaux topographiques, se trouvent en bordure de lagunes ou de canaux saumâtres. Elles présentent une seule strate de végétation basse et se développent sur des sols longuement inondés, souvent humides en été.
- Les **jonchaies hautes à Joncs maritime** (Figure 27A), des dépressions périodiquement inondées, sont souvent monospécifiques, ou accompagnées par exemple de la Laïche étirée (*Carex extensa*), du Tripolium de Pannonie (*Tripolium pannonicum*) ou du Laiteron maritime (*Sonchus maritimus*).
- Les **prés salés à Schoin noir** (*Schoenus nigricans*) se développent sur substrat sableux, dont le drainage naturel est plus rapide que les vases salées en été. Ils sont pérennes, herbacés, denses, mésophiles à méso-xérophiles. Ils présentent généralement des touffes hautes de Jonc littoral (*Juncus littoralis*) ou de Schoin noir, des tapis ras d'hémicryptophytes comme le Plantain à feuilles grasses (*Plantago crassifolia*) et le Limonium en baguette (*Limonium virgatum*), ainsi que des trouées hébergeant des espèces annuelles psammophiles (Figure 27B).
- Les **prairies humides** moins saumâtres sont situées en arrière des jonchaies, sur un niveau topographique plus haut et sur des sols s'asséchant plus en été. Elles sont hautes et denses, riches en hémicryptophytes mais aussi en thérophytes. Composées de légumineuses comme le Lotier de Jordan (*Lotus jordanii*), le Lotier ténu (*Lotus glaber*), et les trèfles, de joncs, de carex et de graminées telles que la Puccinelle en forme de fétuque (*Puccinellia festuciformis*) et la Fétuque faux-roseaux (*Schedonorus arundinaceus*). Elles sont généralement pâturées et fauchées.

- Les **prés salés à chiendent** (*Elytrigia* sp.) représentent la ceinture externe des marais salés, à la limite de la zone salée vers l'intérieur des terres, à des niveaux topographiques hauts, qui ne s'inondent que rarement et de façon courte (Figure 27C). Ils se trouvent sur des sols plats et compacts, constitués de limons argileux, où les eaux de pluie provoquent un dessalement superficiel. Ils sont souvent exploités pour le pâturage et la fauche, et se trouvent en mélange avec les prairies à Brachypode de Phénécie (*Brachypodium phoenicoides*), plus sèches et non salées (non traitées dans ce volume). En Corse, on trouve plutôt des végétations à armoises, plus rases et plus ouvertes.



Figure 27. Végétations de prés salés méditerranéens

A) Prés salés méditerranéens à Joncs maritimes (*Juncus maritimus*), étang de Mauguio & étangs Palavasiens, Hérault (2021).

B) Prés salés psammophiles à Schoin noir (*Schoenus nigricans*), étang de Mauguio, Hérault (2021).

C) Prés salés à *Elytrigia* sp., Lansargues, Hérault (2020).

Les végétations de prés salés méditerranéens présentent une variation en termes de diversité en espèces : depuis des formations quasi-monospécifiques à joncs, à des formations prairiales riches en espèces. Elles s'expriment sur des surfaces très variables, dépendant de la localisation et de la forme de la dépression humide : par exemple de façon linéaire en bordure de canaux, sous forme de patchs ponctuels, voire en mosaïque au sein de fourrés halophiles ou bien de façon homogène sur de relativement grandes surfaces.

Plusieurs espèces végétales protégées sont présentes dans cet écosystème, comme la Nivéole d'été (*Leucojum aestivum*) - que l'on retrouve aussi en bordure de roselières – la Scorsonère à petites fleurs (*Scorzonera parviflora*, Figure 28A), l'Iris d'Espagne (*Iris xiphium*, Figure 28B), l'Orchis à odeur de vanille (*Anacamptis fragrans*), qui sont protégées au niveau national ; mais aussi l'Anacamptide à fleurs lâches (*Anacamptis laxiflora*), l'Anacamptide des marais (*Anacamptis palustris*), le Chiendent allongé (*Elytrigia elongata*), le Mélilot de Messine (*Melilotus messanensis*), l'Asperge maritime (*Asparagus maritimus*) et la Scammonée aiguë (*Cynanchum acutum*), protégées en région PACA et le Plantain de Cornut (*Plantago cornutii*) protégé dans l'ancienne région Languedoc-Roussillon.

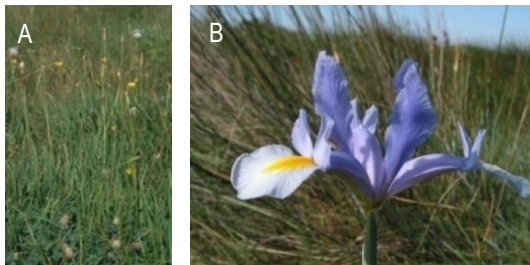


Figure 28. Exemples d'espèces protégées observées dans les prés salés méditerranéens

A) Scorsonère à petites fleurs (*Scorzonera parviflora*), Marignane, Bouches-du-Rhône (1998).

© H. Michaud, CBNMed

B) Iris d'Espagne (*Iris xiphium*), Portiragnes, Hérault (2010).

© H. Signoret

Faune

Les prés salés méditerranéens constituent un habitat privilégié pour une faune patrimoniale diversifiée. Parmi les oiseaux d'intérêt, on y trouve notamment l'Ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*), l'Outarde canepetière (*Tetrax tetrax*), l'Oedicnème criard (*Burhinus oedicnemus*), l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), la Glaréole à collier (*Glaucoloba pratensis*), le Pipit rousseline (*Anthus campestris*) et l'Alouette calandrelle (*Calandrella brachydactyla*).

La richesse faunistique s'étend également aux amphibiens, avec la présence du Pélobate cultripède (*Pelobates cultripedes*) et du Discoglosse peint (*Discoglossus pictus*).

Enfin, certains insectes, comme le Leste à grands ptérostigmas (*Lestes macrostigma*), complètent ce cortège d'espèces patrimoniales caractéristiques des prés salés méditerranéens (Rufay et al. 2007). On peut également trouver deux coléoptères dans les prés salés méditerranéens à *Juncus* : *Crypticus quisquilius* et *Tentyria mucronata* (Soldati et al. 2016).

Milieu physique

L'écosystème prés salés méditerranéens se trouve sur différents types de substrats : vaseux à limoneux-vaseux (jonchaies), sableux (prés salés à schoin), voire plutôt argileux (prés salés à chiendent). Les sols sont riches en carbonates et en chlorures (0,5 à 4 %). Cet écosystème couvre un gradient d'inondation important : il peut être longuement inondé (depuis l'automne jusqu'au printemps) sur les bas niveaux topographiques, ou seulement occasionnellement sur les plus hauts niveaux. On peut le qualifier de marécage saumâtre, plus que d'écosystème de sol vraiment salé. Le niveau d'engorgement du sol et la salinité du substrat peuvent varier fortement selon la position topographique et le niveau d'assèchement estival. Cet écosystème est peu salé en hiver du fait des eaux de pluies, mais reste sous l'influence de la nappe d'eau salée en hiver comme en été où son niveau reste élevé. La salinité est accentuée ponctuellement l'été : mais l'assèchement n'est jamais complet sur les plus bas niveaux topographiques, même à la surface du sol.

Processus et interactions clés

Le fonctionnement de cet écosystème dépend essentiellement des variables de submersion, de salinité et de topographie. La submersion longue par les eaux douces des pluies d'hiver, associée au fait que la nappe reste haute même en été, permet d'éviter un assèchement complet de la surface du sol et de limiter la salinité. L'assèchement n'est que partiel au niveau de la surface du sol et a lieu plutôt au printemps. Les végétations qui s'y développent sont vivaces et plus productives que les fourrés halophiles, avec une strate herbacée abondante, source de litière. Au milieu de l'été, la sécheresse relative et les remontées salines du sous-sol ralentissent la croissance de la végétation. Les prés salés de haut niveau topographique se développent sur des zones où le sol superficiel est totalement dessalé. Les plantes de ces milieux, libérées la plupart du temps de la contrainte de salinité, subissent en revanche une sécheresse estivale plus intense. Elles ont développé deux stratégies : soit résister, qui consiste à supporter la sécheresse grâce à des adaptations morphologiques comme des feuilles enroulées, coriaces, vernissées permettant d'économiser l'eau ; soit esquiver, qui revient à se développer lorsque les conditions climatiques sont clémentes et à disparaître en été – ce que font les plantes à bulbes ou les plantes annuelles (Bensettiti *et al.* 2004; Molina *et al.* 1996; Molinier & Tallon 1970; Ruffray *et al.* 2007).

En raison des fortes contraintes écologiques, cet écosystème regroupe des végétations permanentes qui ne présentent pas de dynamique évolutive particulière. En cas d'augmentation de la salinité et d'assèchement plus poussé en été, les fourrés halophiles (hauts niveaux) ou les salicornes annuelles (bas niveaux) pourraient coloniser les zones de prés salés. Cette transition vers les fourrés halophiles peut aussi être favorisée par l'arrêt du pâturage. En cas d'apport d'eau douce plus important sur des zones inondées de façon prolongées, ce sont les scirpales qui pourraient remplacer les végétations de prés salés de plus bas niveaux topographiques. Étant donné leur intérêt agronomique, les prés salés méditerranéens sont fauchés pour la litière, incendiés ou pâturés par les taureaux et les chevaux de façon ancestrale (surtout ceux de hauts niveaux topographiques). Ils jouent un rôle dans l'épuration des eaux, l'épanchement des crues, mais aussi dans le stockage du carbone, la dénitrification des sols et l'accrétion de sols par la rétention de sédiments et de nutriments.

Facteurs de vulnérabilité

Les facteurs de vulnérabilité identifiés pour cet écosystème sont les suivants :

- **Modification des occupations du sol** (artificialisation, surpâturage, drainage, labour, comblement) ;
- **Modification du fonctionnement hydrologique** (sécheresse, mise en eau permanente pour la gestion) ;
- **Aléas littoraux** (élévation du niveau de la mer, submersion) ;
- **Modification de la salinité des terres** ;
- **Espèces exotiques envahissantes** :
 - L'Herbe de la pampa (*Cortaderia selloana*, Figure 29A) a un statut d'EVEE majeure sur tout le territoire concerné par ce volume. L'herbe de la pampa est une plante hautement compétitive qui colonise rapidement les milieux ouverts des marais arrière-littoraux et les pelouses dunaires. Elle s'étend, par exemple, dans les salins de Frontignan (Hérault), mais aussi sur d'autres types de milieux non halophiles (Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles 2021). Elle pose de nombreux problèmes sur le continent et en Corse.
 - La Phyla blanchâtre (*Phyla nodiflora* var. *minor*, Figure 29B) a un statut d'EVEE émergente en région Occitanie et PACA méditerranéenne. Elle pose des problèmes sur le continent et en Corse. Elle se développe, surtout dans les prés salés, par exemple, au niveau de l'étang de Vendres (Aude).
 - Le Paspale dilaté (*Paspalum dilatatum*) a un statut d'EVEE majeure sur tout le territoire concerné par ce volume. Il se développe aussi au niveau des berges et ripisylves, dans les milieux agricoles et anthropiques. De façon anecdotique, on peut y trouver aussi l'Aster écaillé (*Symphotrichum squamatum*), la Jussie à grandes fleurs (*Ludwigia grandiflora*).
 - La Cotule à feuilles de sénebière (*Cotula coronopifolia*) pose surtout des problèmes en Corse.

- La Spartine bigarrée (*Spartina patens*) qui a un statut d'EVEE émergente en région PACA et Occitanie méditerranéenne. Elle se développe surtout dans les prés salés d'arrières-dunes et pose des problèmes en Corse.



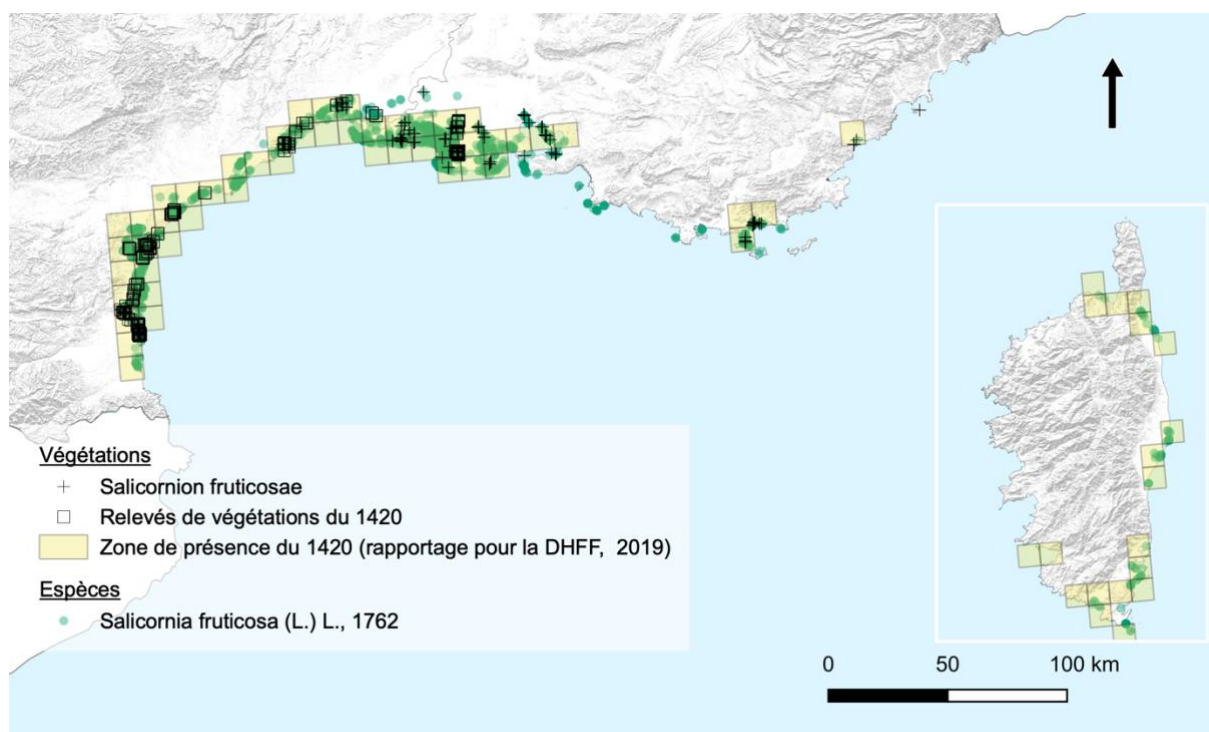
Figure 29. Exemples d'espèces exotiques à caractère envahissant dans les prés salés
A) Herbe de la pampa (*Cortaderia selloana*), Hyères, Var (2008). © B. Huynh-Tan, CBNMed
B) Phyla blanchâtre (*Phyla nodiflora* var. *minor*), Cannes, Var (2011). © M. Bottin

Fourrés halophiles méditerranéens

Présentation et distribution géographique

Cet écosystème se trouve autour des étangs littoraux salés et saumâtres méditerranéens, sur des sols limoneux ou sablo-limoneux salés, inondés de façon temporaire depuis l'hiver jusqu'au début du printemps. Ces sols peuvent s'assécher considérablement l'été, montrant une forte concentration saline à la surface. Les végétations qui s'y développent sont vivaces, surtout composées de sous-arbrisseaux ligneux et crassulescents. La hauteur (basse à moyenne) et le recouvrement (fermé à sub-ouvert) de ces végétations sont variables en fonction de l'espèce dominante de salicornes. En fonction du rythme de submersion et de la salinité, une espèce dominera préférentiellement. Les niveaux topographiques les plus bas de cet écosystème sont colonisés par la Salicorne vivace (*Salicornia perennis*) ou l'Arthrocnème à gros épis (*Arthrocaulon macrostachyum*), qui forment des patches ou des ceintures d'étendue modeste. Des végétations à Halimione faux-pourpier (*Halimione portulacoides*) et à Soude vraie (*Suaeda vera*) se développent plutôt sur les niveaux topographiques les plus hauts et nitrophiles, sous forme linéaire, en bordure de canaux saumâtres. Entre les deux, le fourré halophile méditerranéen le plus fréquent, à Salicorne ligneuse (*Salicornia fruticosa*), recouvre généralement de grandes surfaces, de façon homogène. Ces végétations peuvent être en contact avec de nombreux autres écosystèmes, les prés salés étant le plus fréquent.

Cet écosystème est largement répandu sur les vases salées du littoral méditerranéen continental et de Corse (Figure 30). Certaines végétations présentent une distribution nettement plus limitée géographiquement. Il n'existe actuellement aucune donnée fiable relative à la superficie réellement couverte par cet écosystème. L'écosystème de fourrés halophiles méditerranéens correspond à l'habitat générique inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) 1420 « Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (*Sarcocornietea fruticosi*) ». Selon les résultats du dernier rapportage, cet habitat d'intérêt communautaire serait potentiellement présent dans 69 mailles (10x10 km²) sur le littoral méditerranéen français (MNHN & OFB 2023).



Source de données : CBN Méditerranéen de Porquerolles, CBN de Corse (1928-2022)
Fonds de carte : IGN, ADMIN EXPRESS 2024, Estompage BD ALTI®
Réalisation : Comité français de l'UICN

Figure 30. Répartition spatiale des points de présence de la Salicorne ligneuse (*Salicornia fruticosa*), ainsi que les relevés phytosociologiques du *Salicornion fruticosae* et de l'habitat d'intérêt communautaire 1420.

Classification

EUNIS / CORINE biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « fourrés halophiles méditerranéens » les trois unités EUNIS A2.526, A2.528 et A2.558 présentées dans le Tableau 9.

Tableau 9. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème fourrés halophiles méditerranéens (Bajjouk *et al.* 2015; Louvel *et al.* 2013).

Code	Intitulé	Description
A2.5	Marais salés côtiers et roselières salines	Formations végétales dominées par des Angiospermes, constituées sur le niveau le plus élevé des côtes protégées et périodiquement recouvertes par les marées hautes. La végétation se développe sur des substrats variés, sableux et vaseux, qui peuvent être mélangés à des matériaux plus grossiers. Les caractéristiques des communautés des marais salés varient en fonction de leur altitude sur la côte ; il en résulte des zones distinctes liées au degré ou à la fréquence de l'immersion dans l'eau salée.
A2.52	Partie supérieure des marais salés	Fourrés halophiles à <i>Arthrocnemum</i> , <i>Halocnemum</i> , <i>Suaeda</i> . Stations, parfois assez ouvertes, de <i>Juncus acutus</i> , <i>Juncus maritimus</i> . Ces communautés comprennent nombre d'autres espèces tolérantes au sel, certaines ayant une richesse spécifique assez forte.
A2.526	Fourrés des marais salés méditerranéens	Étendues basses, broussailleuses, de Salicornes, Soudes, Obiones faux-pourpiers ou <i>Halocnemum</i> ligneuses. Elles sont caractéristiques des marais salés temporairement inondés des côtes méditerranéennes, des côtes atlantiques du sud-ouest de la péninsule Ibérique et du nord-ouest de l'Afrique, et des bassins intérieurs de la péninsule Ibérique. Elles peuvent être davantage subdivisées selon les espèces dominantes, généralement liées aux rythmes d'inondation. <i>Cistanche phelypaea</i> ssp. <i>lutea</i> caractérise un grand nombre de formations méridionales.
A2.528	Fourrés méditerranéens à <i>Limoniastrum</i>	Formations d'arbustes souvent grands, vert argenté, de <i>Limoniastrum monopetalum</i> , à fleurs d'un rose criard à la fin du printemps. Ces formations occupent les secteurs plus secs des marais salés méditerranéens et ibériques. Elles ont une répartition locale en Afrique du Nord, dans la péninsule Ibérique, dans le sud de la péninsule italienne, dans l'ouest de la Sicile, à Lampedusa, en Sardaigne et en Crète.
A2.55	Marais salés pionniers	Marais salés au niveau le plus bas des Angiospermes non aquatiques ; végétation ouverte et très pauvre en espèces, typiquement à <i>Salicornia</i> spp. ou <i>Spartina</i> spp., moins souvent à <i>Arthrocnemum</i> spp., <i>Tripolium pannonicum</i> (anciennement <i>Aster tripolium</i>), <i>Sagina maritima</i> , <i>Kali soda</i> (anciennement <i>Salsola kali</i>) ou <i>Suaeda</i> spp.
A2.558	Marais salés pionniers à <i>Sarcocornia perennis</i> ssp. <i>perennis</i> (anciennement <i>Arthrocnemum perenne</i>) parfois avec <i>Halimione</i> , <i>Puccinellia</i> et <i>Suaeda</i> .	Pas de description disponible

Les unités EUNIS A2.526 et A2.528 correspondent à l'unité 15.61 de CORINE biotopes (Bissardon *et al.* 1997b) : « Fourrés halophiles méditerranéens ». L'unité EUNIS A2.528 est considérée correspond à l'unité 15.63 de CORINE biotopes : « Fourrés à *Limoniastrum* ».

Types d'habitats d'intérêt communautaire (Bensettiti *et al.* 2002, 2004; European commission 2013; Gaudillat *et al.* 2018)

Les fourrés halophiles méditerranéens correspondent à l'habitat générique inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) : 1420 « Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (*Sarcocornietea fruticosi*) » qui correspond à l'habitat élémentaire 1420-2 « Fourrés halophiles méditerranéens ».

Classification phytosociologique

Les fourrés halophiles méditerranéens hébergent plusieurs communautés végétales telles que :

- **Classe** : *Salicornietea fruticosae* Braun-Blanquet et Tüxen ex A. Bolòs et O. Bolòs in A. Bolòs 1950
 - **Ordre** : *Salicornietalia fruticosae* Braun-Blanquet 1933
 - **Alliance** : *Salicornion fruticosae* Braun-Blanquet 1933
 - **Association** :
 - Elytrigio elongatae-Limbardetum crithmoidis* Braun-Blanquet (1931) 1952 (Co)
 - Puccinellio convolutae-Arthrocnemetum macrostachyi* (Braun-Blanquet 1928)
 - Géhu ex Géhu *et al.* 1984 (Co)
 - Puccinellio festuciformis-Halimionetum portulacoides* Géhu *et al.* 1981 (Ga ; Co)

- Puccinellio festuciformis-Sarcocornietum fruticosae* (Braun-Blanquet 1928) Géhu 1976 (Co)
- Sarcocornietum alpini* Braun-Blanquet 1933 (Ga)
- Sarcocornietum deflexae* (Braun-Blanquet 1931) Lahondère *et al.* 1992 (Co)
- Sarcocornietum fruticosae* (Braun-Blanquet 1931) Géhu 1976 (Co)
- Sarcocornio fruticosae-Juncetum maritimi* Paradis *et al.* 2013 (Co)
- Senecio transientis-Halimionetum portulacoidis* Paradis *et al.* 2006 (Co)
- Sphenopodo divaricati-Arthrocnemetum glauci* Braun-Blanquet 1933 (Ga)
- Statico bellidifoliae-Salicornietum fruticosae* Braun-Blanquet 1933 (Ga)
- **Alliance** : *Suaedion verae* (Rivas Martínez *et al.* 1990) Rivas Martínez *et al.* 1999
 - **Association** :
 - Halimiono portulacoidis-Suaedetum verae* (Braun-Blanquet 1952) Molinier et Tallon 1969 (Ga ; Co)
 - Suaedetum fruticosae* Braun-Blanquet ex O. Bolòs et Molinier 1958 (Ga)
- **Ordre** : *Limonietalia* Braun-Blanquet et O. Bolòs 1958
 - **Alliance** : *Limonion confusi* (Braun-Blanquet 1933) Rivas Martínez et M.J. Costa 1984
 - **Association** :
 - Limoniasstro monopetali-Staticetum lychnidifoliae* Braun-Blanquet 1933 (Ga)

IUCN Global Ecosystem Typology 2.0

Dans la typologie globale des écosystèmes de l'IUCN (Keith *et al.* 2020a) cet écosystème appartient à l'unité MFT1.3 *Coastal saltmarshes and reedbeds*.

- **Realm**: *Transitional Terrestrial-Freshwater-Marine* (Royaume : transition marine-eau douce-terrestre)
 - **Biome**: *MFT1 Brackish tidal systems* (Biome : Systèmes d'eaux saumâtres soumis aux marées)
 - **MFT1.3 Coastal saltmarshes and reedbeds** (Marais salés côtiers et roselières)

Description

Biote indigène caractéristique

L'écosystème de fourrés halophiles méditerranéen est dominé par des chaméphytes. Ce sont des plantes pérennes, plus ou moins lignifiées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent à la submersion sont voisins de la surface du sol : 5-50 cm (Sirvent 2020). Les bourgeons floraux peuvent eux s'élever plus haut. Les végétations qui se développent au sein de cet écosystème sont vivaces, composées des sous-arbrisseaux crassulescents et ligneux, appartenant à la famille des *Amaranthaceae*. L'écosystème de fourrés halophiles peut être appelé couramment « sansouires » étant donné que ce terme fait référence à un milieu limoneux stérile couvert d'efflorescence saline, inondable, pouvant être recouvert de salicornes, de soudes et de limoniums. Le terme provençal « engane » est plus approprié pour décrire la végétation qui s'y développe. Il désigne la végétation dominée par les salicornes (au sens strict les *Salicornia*, *Suaeda*, *Salsola*, *Kochia*) et le paysage associé (Molinier & Tallon 1965). La hauteur et le recouvrement de ces végétations sont variables en fonction de l'espèce dominante de salicornes ligneuses. Les fourrés peuvent être bas (20 cm) pour les espèces prostrées qui subissent une longue période de submersion, à hauts pour les espèces buissonnantes dressées (un peu plus d'1 m) qui restent submergées moins longtemps. Ils peuvent être clairsemés sur les plus bas niveaux topographiques, mais présentent généralement un fort recouvrement (80-90 %) sur les plus hauts niveaux. Le paysage est composé de touffes de salicornes ligneuses mais aussi de clairières occupées par des espèces annuelles. Les fourrés halophiles sont en contact avec les végétations de prés salés et de steppes salées, mais aussi de salicornes annuelles ou des scirpales en position topographique basse. Une quinzaine de végétations de fourrés halophiles ont été décrites. En fonction du rythme de submersion, du gradient de salinité et de la topographie, une espèce de salicorne vivace domine préférentiellement. La Figure 31 montre un exemple de zonation de différentes végétations de fourrés halophiles en Camargue.

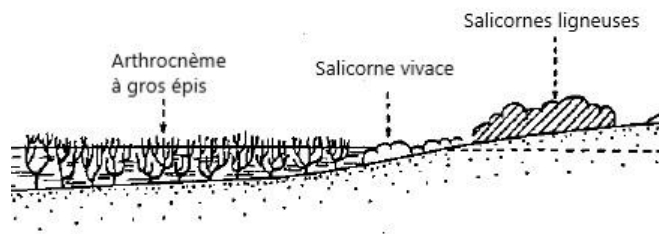


Figure 31. Schéma d'un exemple de zonation de végétations de fourrés halophiles du Plan du Bourg en Camargue (Molinier & Tallon 1965).

Les niveaux topographiques les plus bas de cet écosystème sont colonisés principalement par deux espèces. La Salicorne vivace (*Salicornia perennis* ; Figure 32A) se développe dans les zones les plus longuement immergées, sous forme de patches. D'étendue souvent modeste, cette végétation peut former une ceinture quasi-monospécifique, en bordure des lagunes, visible en automne du fait de la baisse du niveau d'eau et de la couleur rouge vineux caractéristique de l'espèce. L'Arthrocnème à gros épis (*Arthrocaulon macrostachyum*, Figure 32D) préfère les zones inondées moins longtemps et se trouve sur les zones les plus fortement salées. Cette végétation quasi-monospécifique est constituée de petits fourrés compacts bas, plutôt espacés, sur de grandes étendues (Corre 1977; Noble & Baret 2019; Reymann *et al.* 2017).

Les niveaux topographiques moyens sont colonisés par la Salicorne ligneuse (*Salicornia fruticosa*, Figure 32B) qui recouvre généralement de grandes surfaces, de façon homogène : c'est le fourré halophile typique méditerranéen, le plus fréquent. Il est constitué de fourrés compacts, pouvant atteindre plus d'un mètre de hauteur, assez denses (>80 %). Bien qu'elle soit plutôt pauvre en espèces, c'est la végétation de fourrés halophiles la plus diversifiée.

Les niveaux topographiques les plus hauts de cet écosystème, en bordure de sansouires, sont colonisés principalement par l'Halimione faux-pourpier (*Halimione portulacoides*) et la Soude vraie (*Suaeda vera*), qui peuvent être accompagnées de la Puccinellie en forme de fétuque (*Puccinellia festuciformis*). On trouve ces deux principales espèces dans les fourrés halophiles à salicorne ligneuses, mais elles dominent au sein de végétations à part entière sur des zones soumises exceptionnellement à la submersion, plus nitrophiles, plus riches en matière organique, parfois légèrement perturbées (Gritti 2021; Noble & Baret 2019; Reymann *et al.* 2017). Elles forment souvent des végétations linéaires, de buissons denses, localisées en bordure de canaux saumâtres par exemple.

Enfin, sur des bourrelets et petites montilles sablo-limoneuses, à la jonction entre les sansouires et les végétations dunaires, se développe une végétation à Grand statice (*Limoniastrum monopetalum*, Figure 32D), accompagné d'autres Limoniums comme celui à feuilles d'oreille-d'ours (*Limonium auriculae-ursifolium*). Cette végétation est très localisée, restreinte essentiellement à la côte du département de l'Aude. Elle forme de fourrés denses, souvent grands, glauques et argentés, sur des surfaces assez étendues, qui fleurissent rose à la fin du printemps (Bensettiti *et al.* 2004; Bissardon *et al.* 1997b, b; Braun-Blanquet 1933; De Foucault 2021).

Deux espèces végétales protégées au niveau national sont présentes quasi-exclusivement dans cet écosystème : le Grand statice (*Limoniastrum monopetalum*) et le Myriolimon diffus (*Myriolimon diffusum*). On peut aussi trouver d'autres espèces protégées comme le Statice de Provence (*Limonium cuspidatum*), le Mélilot de Messine (*Melilotus messanensis*), l'Ail de Savi (*Allium savii*) ou le Buplèvre semicomposé (*Bupleurum semicompositum*) que l'on rencontre aussi dans les prés salés.

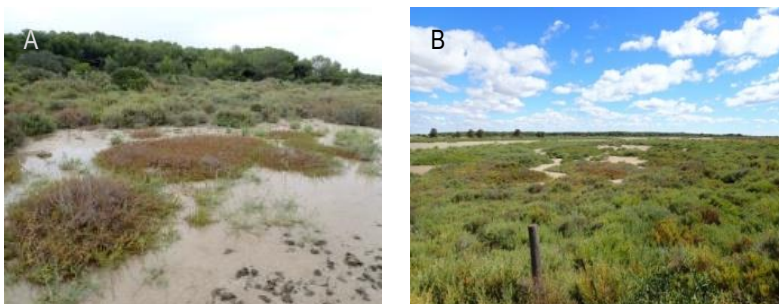


Figure 32. De gauche à droite :

A) Fourré à Salicornes vivaces (*Salicornia perennis*), étangs Palavasiens, Hérault (2020)

B) Fourrés halophiles méditerranéennes à Salicornes ligneuses (*Salicornia fruticosa*), étangs Palavasiens, Hérault (2020)

C) Fourrés halophiles méditerranéens à Arthrocnème à gros épis



(*Arthrocaulon macrostachyum*), étant Palavasiens, Hérault (2020)
 D) Grand statice (*Limoniastrum monopetalum*), Leucate, Aude (2015)
 © J-C. Arnoux

Faune

L'écosystème de fourrés halophiles méditerranéen est un site de reproduction privilégié des laro-limicoles. On retrouve notamment les oiseaux d'intérêt patrimonial suivants : l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), le Goéland railleur (*Larus genei*), la Mouette mélanocéphale (*Larus melanocephalus*), la Sterne hansel (*Gelochidon nilotica*), la Sterne naine (*Sternula albifrons*), la Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) (Rufay *et al.* 2007).

En plus de constituer une zone de reproduction pour certaines espèces d'oiseaux, cet écosystème est également une zone d'alimentation pour les canards (Bensettiti *et al.* 2004).

D'après une étude de Heurteaux (1970), des débris de coquilles de deux espèces de mollusques, le Caragouille solide (*Sphincterochila candidissima*) et l'Escargot mourguéta (*Eobania vermiculata*) sont abondamment présents dans cet écosystème.

Les fourrés halophiles, et plus particulièrement les enganes à *Arthrocnemum*, abritent une faune spécialisée de coléoptères halophiles, en grande partie partagée avec celle des sansouires et des salins, formant une transition écologique vers les habitats des plages et des dunes. Ce milieu, à substrat sableux fin, permet la présence d'espèces typiques des zones dunaires, telles que *Catomus consentaneus*, *Phaleria provincialis* et *Pimelia muricata* (Tenebrionidae), rarement observées dans les sansouires ou les salines proprement dites, sauf à proximité immédiate de zones sableuses.

Ce cortège d'espèces faunistiques comprend également *Dicheirotrichus obsoletus* et *Pogonistes testaceus*, deux espèces halophiles largement répandues sur le littoral méditerranéen français, qui se rencontrent toute l'année sous les pierres, les débris ligneux ou au pied des salicornes, où l'humidité du sol est conservée. Plusieurs représentants du genre *Pogonus*, eux aussi strictement halophiles, sont également présents : *Pogonus pallidipennis*, *P. riparius*, et *P. chalceus* et *P. meridionalis*, ces deux dernières espèces étant plus caractéristiques des fourrés halophiles.

Enfin, *Tachys scutellaris* est une espèce qui vit en colonies dans les terrains argileux salés et humides du littoral. Elle s'abrite dans les fissures du sol, sous les pierres ou les débris ligneux, et reste active toute l'année (Soldati *et al.* 2016).

À cette faune entomologique spécialisée s'ajoute une microfaune peu visible mais écologiquement significative. Les croûtes de cyanobactéries recouvrent localement d'importantes surfaces du sol. Constituées principalement de *Microcoleus chthonoplastes*, *Schizothrix sp.*, *Aphanothece castagnei*, *Calothrix parietina*, *Symploca hydnoidea* et *Lyngbya aestuarii* (Corre, 1977), elles participent à la stabilisation du substrat et influencent les micro-habitats disponibles pour les invertébrés du sol (Belnap & Lange, 2001).

Milieu physique

Cet écosystème se trouve sur des sols limoneux ou sablo-limoneux salés, gris avec un horizon superficiel noir, siège de fermentations sulfhydriques, à l'origine de l'odeur de soufre qui peut se dégager sous les pas. Ils sont inondés généralement plus de 6 mois, depuis l'hiver jusqu'au début du printemps et peuvent s'assécher fortement en été quand se développent des efflorescences salines à leur surface. La nappe phréatique reste proche de la surface en été, avec une salinité très variable. L'engorgement du sol y est permanent du fait d'un drainage très mauvais (Bensettiti *et al.* 2004; Corre 1977; Noble & Baret 2019).

Processus et interactions clés

Le fonctionnement de cet écosystème dépend essentiellement de la submersion, de la salinité et de la topographie. L'inondation prolongée des sansouires vivaces bloque toute croissance végétale en automne et en hiver, rendant la vase et le sol complètement asphyxiques. Le relief induit des variations de salinité : de 35-65 g/L pour les fourrés à salicornes vivaces typiques, à 100 g/L pour les fourrés à salicornes pérennes de plus bas niveaux topographiques. Certaines végétations généralement présentes sur les bas niveaux topographiques, peuvent se retrouver en conditions topographiques élevées en conditions de salinité élevée du fait du phénomène d'évaporation et de capillarité. Dès qu'une butte de vase émerge des eaux, suite à la baisse des niveaux d'eau en été, l'évaporation intense qui se produit, draine par capillarité l'eau sursalée du sous-

sol. En s'évaporant, l'eau dépose le sel qui s'accumule dans les horizons de surface. De ce fait, les buttes les plus éloignées de la nappe salée ont en fait un sol superficiel très concentré en sel. Ces buttes colonisées par les salicornes sont appelées « radeaux » car ils semblent flotter à la surface des lagunes salées. Le lessivage de la couche superficielle des sols par les pluies facilite le développement du cortège d'espèces annuelles associé aux espèces vivaces des fourrés halophiles. La hauteur de la nappe au sein de cet écosystème varie entre 20 cm de profondeur pour les fourrés à salicornes vivaces, à 40-60 cm pour les fourrés à arthrocnèmes à gros épis, sur les niveaux topographiques les plus bas ; à 80-120 cm de profondeur pour les fourrés à salicornes ligneuses sur des niveaux topographiques moyens. Les fourrés halophiles subissent un assèchement total de la couche superficielle du sol en plein été comparé aux prés salés qui subissent un assèchement seulement partiel de celle-ci et plus tôt en saison. L'horizon sulfureux noirâtre à la surface du sol serait responsable de la localisation majoritairement en surface du système racinaire des salicornes. Le pivot des racines s'incurve brusquement à l'horizontale au niveau de cet horizon (10-20 cm de profondeur) : c'est là que toutes les ramifications des racines sont localisées. Si elles ne s'enfoncent pas, elles s'étalent largement jusqu'à 1-1,5 m du pivot. Le fonctionnement de cet écosystème est basé sur une variabilité rapide, fréquente et importante des taux de sels en fonction des modalités d'alimentation en eau par mouvements ascendant ou descendants au sein des horizons du sol. L'étude des systèmes racinaires des plantes de la sansouire laisse à penser que le système absorbant est disposé de manière à pouvoir exploiter, toujours au moins partiellement, les parties du sol les moins défavorables. Les plantes des sansouires seraient peut-être capables de déplacer l'activité de l'absorption d'un niveau à l'autre de leur rhizosphère. Une partie soumise à une salinité excessive ou plongée dans un milieu asphyxique serait provisoirement inhibée au profit d'une autre placée en milieu plus favorable.

En raison des fortes contraintes écologiques, cet écosystème regroupe des végétations permanentes qui ne présentent pas de dynamique particulière. La disposition des rameaux de certaines salicornes (les plus prostrées) permet une colonisation des vases nues par marcottage. Ce processus favorise l'accumulation des sédiments en limitant la turbulence de l'eau pendant l'hiver. Certaines espèces de salicornes supportent une immersion complète durant leur période de repos végétatif, mais ne survivent pas si celle-ci se prolonge au moment du réveil des bourgeons. Le groupement régresse alors, pouvant même disparaître après une série d'années très pluvieuses. Du fait du marcottage, le centre des touffes circulaires de salicornes peut se dégarnir et être ensuite colonisé par d'autres végétations formant ainsi des mosaïques. Lorsque le niveau topographique s'élève progressivement, de nouvelles espèces moins tolérantes à la submersion peuvent s'installer.

Les faciès de dégradation par piétinement ou surpâturage des fourrés halophiles sont fréquents car la salicorne ligneuse se régénère mal. Sa destruction favorise les espèces dont le pouvoir d'extension ou de multiplication est plus élevé comme le jonc subulé. Les végétations annuelles de salicornes ou de frankénies, les éluropes ou les puccinelles peuvent aussi coloniser les espaces laissés vides (Bensettiti *et al.* 2004; Géhu & Biondi 1994; Molina *et al.* 1996; Molinier *et al.* 1964; Molinier & Tallon 1965, 1970).

Les fourrés halophiles méditerranéens jouent un rôle important dans l'épanchement des crues, l'épuration des eaux, l'accrétion des sols par rétention des sédiments et des nutriments, le stockage du carbone et la dénitrification des sols, ainsi que dans l'alimentation de la faune sauvage, notamment des oiseaux (Rufroy *et al.* 2007).

Facteurs de vulnérabilité

Les facteurs de vulnérabilité identifiés pour cet écosystème sont les suivants :

- **Modification des occupations du sol** (surpâturage, développement urbain ou industriel, drainage, creusement pour riziculture, circulation de véhicules motorisés) ;
- **Modification du fonctionnement hydrologique** (pour chasse, mise en eau permanente pour riziculture) ;
- **Aléas littoraux** (élévation du niveau de la mer/submersion) ;
- **Modification de la salinité des terres** ;
- **Espèces exotiques envahissantes** : on trouve dans cet écosystème de fourrés halophiles méditerranéens, l'halime (*Atriplex halimus*) qui a un statut d'espèce végétale exotique envahissante majeure en région PACA méditerranéenne et modérée en Occitanie méditerranéenne et en Corse. On peut la trouver en bordure des fourrés halophiles au niveau de zones de cheminements ou de bords de canaux à Tamaris, mais aussi dans d'autres milieux qui ne sont pas traités dans ce volume.

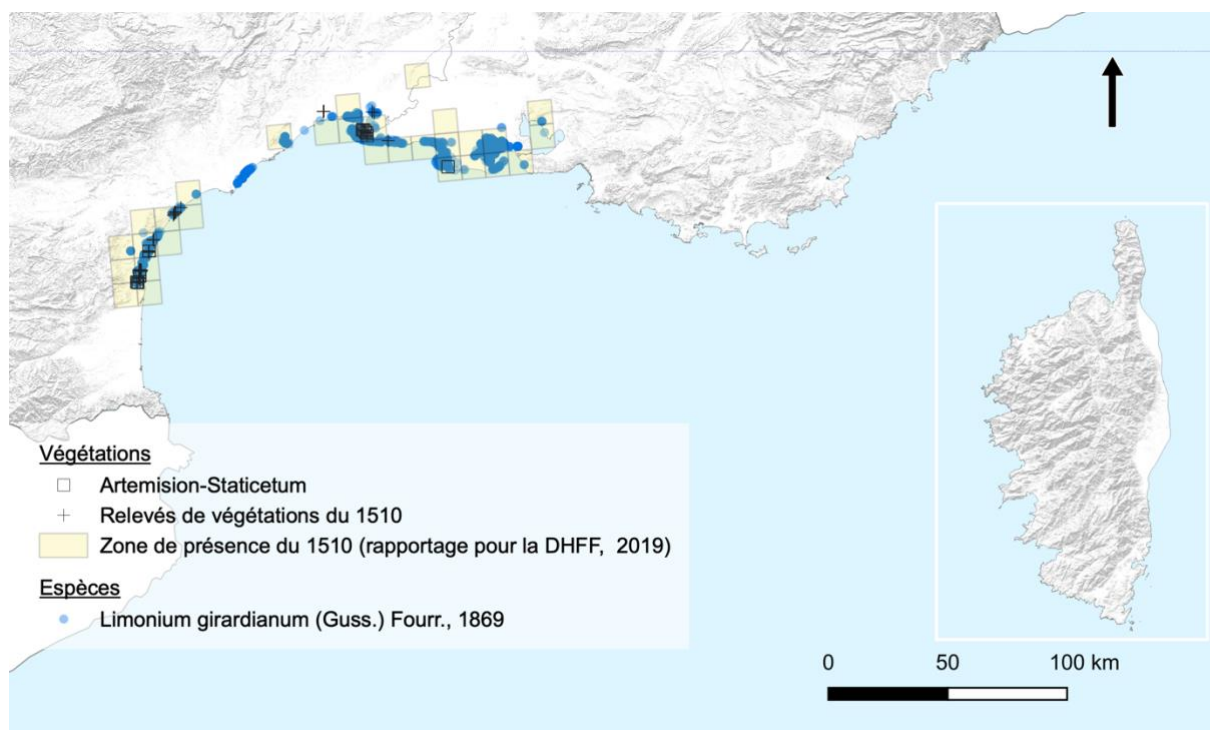
Steppes salées méditerranéennes

Présentation et distribution géographique

Cet écosystème se trouve dans des bassins salés, ainsi que des marais salants côtiers et des dépressions dunaires salées, sur des sols temporairement imprégnés (mais pas inondés) d'eau salée. Les sols sont soumis à une dessiccation estivale extrême, accompagnée de la formation d'efflorescences salées. Les communautés végétales qui s'y développent présentent une physionomie de steppes basses, ouvertes, dominées par des espèces vivaces du genre *Limonium*.

Cet écosystème se trouve uniquement sur le littoral et les bassins salifères endoréiques de la Méditerranée centrale et occidentale : il est typique du domaine biogéographique méditerranéen. Il présente une distribution géographique très limitée, recouvrant rarement de très grandes surfaces, sur quelques points du littoral du Languedoc-Roussillon et de Camargue (Bensettiti *et al.* 2004; European Commission 2013; Noble & Baret 2019) (Figure 33).

Il n'existe actuellement aucune donnée fiable relative à la superficie réellement couverte par cet écosystème. L'écosystème de steppes salées méditerranéennes correspond à l'habitat générique inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) : 1510 « Steppes salées méditerranéennes (*Limonietalia*) ». Selon les résultats du dernier rapportage, les steppes salées seraient potentiellement présentes sur 30 mailles (10×10 km²) sur le littoral méditerranéen français (MNHN & OFB 2023).



Source de données : CBN Méditerranéen de Porquerolles (1958-2022)
Fonds de carte : IGN, ADMIN EXPRESS 2024, Estompage BD ALTI®
Réalisation : Comité français de l'UICN

Figure 33. Répartition spatiale des points de présence du *Limonium de Girard* (*Limonium girardianum*), des relevés phytosociologiques de l'*Artemisio-Staticetum* et de l'habitat 1510.

Classification

EUNIS / CORINE biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « steppes salées méditerranéennes » l'unité EUNIS E6.111 présentée dans le Tableau 10.

Tableau 10. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème steppes salées méditerranéennes (Bajjouk *et al.* 2015; Gayet *et al.* 2018; Louvel *et al.* 2013).

Code	Intitulé	Description
E6.1	Steppes salées intérieures méditerranéennes	Terrains salés à végétation des régions côtières méditerranéennes et des bords des bassins salés semi-arides dépourvus de drainage vers la mer, souvent dominés par des espèces pérennes en rosettes du genre <i>Limonium</i> ou par le Sparte <i>Lygeum spartum</i> . Les sols sont temporairement imprégnés (mais pas inondés) d'eau salée et soumis à une dessiccation estivale extrême, avec formation d'efflorescences salées.
E6.11	Steppes salées méditerranéennes à <i>Limonium</i>	Steppes salées méditerranéennes dominées par des espèces en rosettes du genre <i>Limonium</i> , avec la présence d' <i>Inula crithmoides</i> , <i>Elymus elongatus</i> ssp. <i>ponticus</i> , <i>Elymus flaccidifolius</i> , <i>Centaurium tenuiflorum</i> , <i>Polypogon maritimus</i> , <i>Polypogon monspeliensis</i> , <i>Psilurus incurvus</i> , <i>Centaurium pulchellum</i> , <i>Halimione portulacoides</i> , <i>Parapholis marginata</i> , <i>Plantago crassifolia</i> et <i>Puccinellia festuciformis</i> ssp. <i>convoluta</i> . Formations à <i>Camphorosma monspeliaca</i> ou <i>Petrosimonia</i> des marais salés côtiers de l'Égée et de la Méditerranée orientale.
E6.111	Steppes salées ibéro-thyrréniennes à lavande de mer	Communautés des bassins salés de la péninsule Ibérique, ainsi que des marais salants côtiers et des dépressions dunaires salées du nord-ouest de la Méditerranée, soumises à des sécheresses estivales extrêmes, dominées par des espèces du genre <i>Limonium</i> formant des rosettes.

L'unité EUNIS E6.111 correspond à l'unité 15.81 de CORINE biotopes (Bissardon *et al.* 1997b) : Steppes à Lavande de mer.

Types d'habitats d'intérêt communautaire

Les steppes salées méditerranéennes correspondent à l'habitat générique inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) : 1510 « Steppes salées méditerranéennes (*Limonietalia*) » et à l'habitat élémentaire 1510-1 « Steppes salées du littoral du Languedoc et de Provence ».

Classification phytosociologique

Les steppes salées méditerranéennes hébergent une seule communauté végétale connue :

- **Classe** : *Salicornietea fruticosae* Braun-Blanquet et Tüxen ex A. Bolòs et O. Bolòs in A. Bolòs 1950
 - **Ordre** : *Limonietalia* Braun-Blanquet et O. Bolòs 1958
 - **Alliance** : *Limonion confusi* (Braun-Blanquet 1933) Rivas Martínez et M.J. Costa 1984
 - **Association** :
Artemisio gallicae-Staticetum virgatae Braun-Blanquet 1933

IUCN Global Ecosystem Typology 2.0

Dans la typologie globale des écosystèmes de l'IUCN (Keith *et al.* 2020a), cet écosystème appartient à l'unité MFT1.3 *Coastal saltmarshes and reedbeds*.

- **Realm**: *Transitional Terrestrial-Freshwater-Marine* (Royaume : transition marine-eau douce-terrestre)
 - **Biome**: *MFT1 Brackish tidal systems* (Biome : Systèmes d'eaux saumâtres soumis aux marées)
 - **MFT1.3 Coastal saltmarshes and reedbeds** (Marais salés côtiers et roselières)

Description

Biote indigène caractéristique

Les végétations de steppes salées méditerranéennes sont dominées par des chaméphytes. Ce sont des plantes pérennes, plus ou moins lignifiées, dont les bourgeons végétatifs qui survivent à la submersion sont voisins de la surface du sol : 5-50 cm (Sirvent 2020). Les bourgeons floraux peuvent eux s'élever plus haut. Ces végétations sont de types herbacées, vivaces, ouvertes (20-60 % de recouvrement), dominées par des *Limoniums*, pour la plupart vivaces, formant des rosettes (**Figure 34**). La composition floristique de cet écosystème est assez constante sur tout le littoral français de la Méditerranée, en Provence, comme en Languedoc et jusqu'en Catalogne (Molinier & Tallon 1970). On peut y trouver une petite dizaine d'espèces différentes de *Limonium*, dont la hauteur dépasse rarement 50 cm. Entre leurs rosettes, sur le sol vaso-sableux nu, peut se développer une strate d'espèces annuelles de *Saginetea maritimae* et de *Thero-Salicornietea* (Bensettiti *et al.* 2004; Bissardon *et al.* 1997b; European commission 2013; Molinier *et al.* 1964; Noble & Baret 2019). Ces végétations sont peu fréquentes sur le littoral. Selon la bibliographie, l'association remontait jusqu'à proximité d'Arles dans les années 1930 ; des faciès appauvris en espèces pouvaient être retrouvés au contact de marnes à l'intérieur du pays sur des pointements de sols salés à Armoises et Frankenia (Braun-Blanquet 1933). Aujourd'hui, elles s'expriment ponctuellement, souvent sur des surfaces restreintes, parfois en liserés étroits au bas des dunes entre les fourrés halophiles et les prés salés. L'écosystème est plus facilement

délectable lors la floraison des limoniums, qui est souvent massive en fin d'été. En fonction du substrat, on retrouve préférentiellement certaines espèces comme le Limonium en baguette (*Limonium virgatum* (Willd.) Furr., 1869), ou l'Armoise bleutée (*Artemisia caerulescens* ssp. *gallica*) ou encore une espèce protégée au niveau national : le Limonium de Girard (*Limonium girardianum*, Figure 34, B-C). Ce dernier serait la seule espèce diagnostique efficace pour identifier les steppes salées (Argagnon 2014).



Figure 34. Végétations des steppes salées méditerranéennes

A) Steppes salées du Parc naturel régional de la Narbonnaise, Aude (2008) © O. Argagnon, CBNMed

B) Steppes salées à *Limonium de Girard* (*Limonium girardianum*), étangs Palavasiens, Hérault (2021)

C) Fleurs de *Limonium de Girard*, Grau-du-Roi, Hérault (2002) © F. Andrieu, CBNMed

Faune

Les steppes salées constituent des milieux ouverts d'une grande valeur écologique pour l'avifaune et l'herpétofaune du littoral méditerranéen. Elles accueillent un cortège spécifique d'oiseaux nicheurs, parmi lesquels figurent plusieurs espèces patrimoniales : la Sterne naine (*Sternula albifrons*), l'Alouette calandrelle (*Calandrella brachydactyla*), espèce thermophile typique des milieux ouverts secs et ras, qui y trouve des conditions favorables à sa reproduction, l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) et le Gravelot à collier interrompu (*Charadrius alexandrinus*), tous deux inféodés aux habitats littoraux plats et dénudés, qui exploitent les cuvettes inondables et les marges de salines pour la nidification (Rufay *et al.*, 2007).

Cet écosystème héberge également des reptiles, avec notamment le Lézard ocellé (*Timon lepidus*), espèce emblématique des milieux chauds et ouverts du sud de la France, ainsi que le Psammodrome d'Edwards (*Psammodromus hispanicus*), plus discret mais bien adapté aux sols secs et faiblement végétalisés (Rufay *et al.*, 2007).

Concernant la microfaune, dans les steppes à lavande de mer, on peut observer le coléoptère *Mesites pallidipennis*, présent également en Corse. Il vit en colonies souvent nombreuses sous le bois flotté déposé sur les plages, dans les zones les plus humides et salées. Il est actif au printemps et en été (Soldati *et al.*, 2016).

Peu d'insectes et d'araignées sont présents dans cet écosystème, surtout en été, du fait de la sécheresse du milieu. En effet, ces taxons sont très sensibles aux températures élevées qui peuvent être relevées dans les milieux à végétation rase et/ou éparse¹⁶.

Milieu physique

On trouve cet écosystème sur sols salés, parfois encroutés, temporairement envahis, mais non inondés par l'eau salée. Ces sols sont exposés à une sécheresse estivale extrême qui conduit à la formation d'efflorescences salées, et sont généralement riches en carbonate de calcium provenant de débris coquilliers. Cet écosystème se développe en limite de l'influence des inondations salées sur les cordons littoraux, sur des sols secs, durcis, plus ou moins compactés, pierreux ou graveleux, ou sur des substrats de type sablo-vaseux sur les banquettes sableuses des bordures lagunaires ou sur la partie inférieure des

¹⁶ Bounias-Delacour, A., AsFrA. Communication personnelle, 2023.

revers intérieurs des dunes (Bensettiti *et al.* 2004; European Commission 2013; Molinier & Tallon 1970; Noble & Baret 2019; Ruffray *et al.* 2007). Les steppes salées se développent sur des sols moins riches en sels (NaCl) que les fourrés halophiles à arthrocnème à gros épis (Braun-Blanquet 1933).

Processus et interactions clés

Au vu de la répartition très localisée de l'écosystème et de sa rareté, les conditions écologiques nécessaires à l'expression de ces végétations semblent être très restreintes et soumises à de fortes contraintes. Les facteurs d'inondation et de salinité semblent les plus impactants. Le fonctionnement de cet écosystème est malheureusement peu connu. Ces végétations permanentes ne présentent pas de dynamique particulière. Les steppes salées sont localisées à des niveaux topographiques légèrement supérieurs aux fourrés halophiles à arthrocnème à gros épis et inférieurs aux fourrés halophiles typiques à salicornes. Elles sont, de ce fait, un peu moins soumises à l'action du sel et sont plus riches en espèces que les autres végétations en contact. Les limoniums excrètent le sel par des pores spécialisés situés au revers des feuilles ; ils ne sont de fait pas très appréciés par les chevaux et les taureaux. Le maintien de la dynamique naturelle du littoral sableux assurant le transport et le dépôt de sédiments sablo-limoneux en arrière des étangs semble être un point clé du fonctionnement de cet écosystème. Cela permet la surélévation de petites zones sableuses propices au développement des limoniums. Les steppes salées sont remplacées dans les parties un peu plus élevées et plus lessivées (caractère drainant du sable), mais non rocheuses, par les prés salés psammophiles à schoin noir ou bien par les fourrés halophiles sur substrat vaseux (Bensettiti *et al.* 2004; Braun-Blanquet 1933; Molina *et al.* 1996; Molinier *et al.* 1964; Molinier & Tallon 1970; Ruffray *et al.* 2007). Les steppes salées sont des zones ouvertes au sein de zones submergées ou de fourrés. Lorsqu'elles sont exondées en été, elles attirent de fait les promeneurs à pied, à cheval ou à vélo.

Facteurs de vulnérabilité

Les facteurs de vulnérabilité identifiés pour cet écosystème sont les suivants :

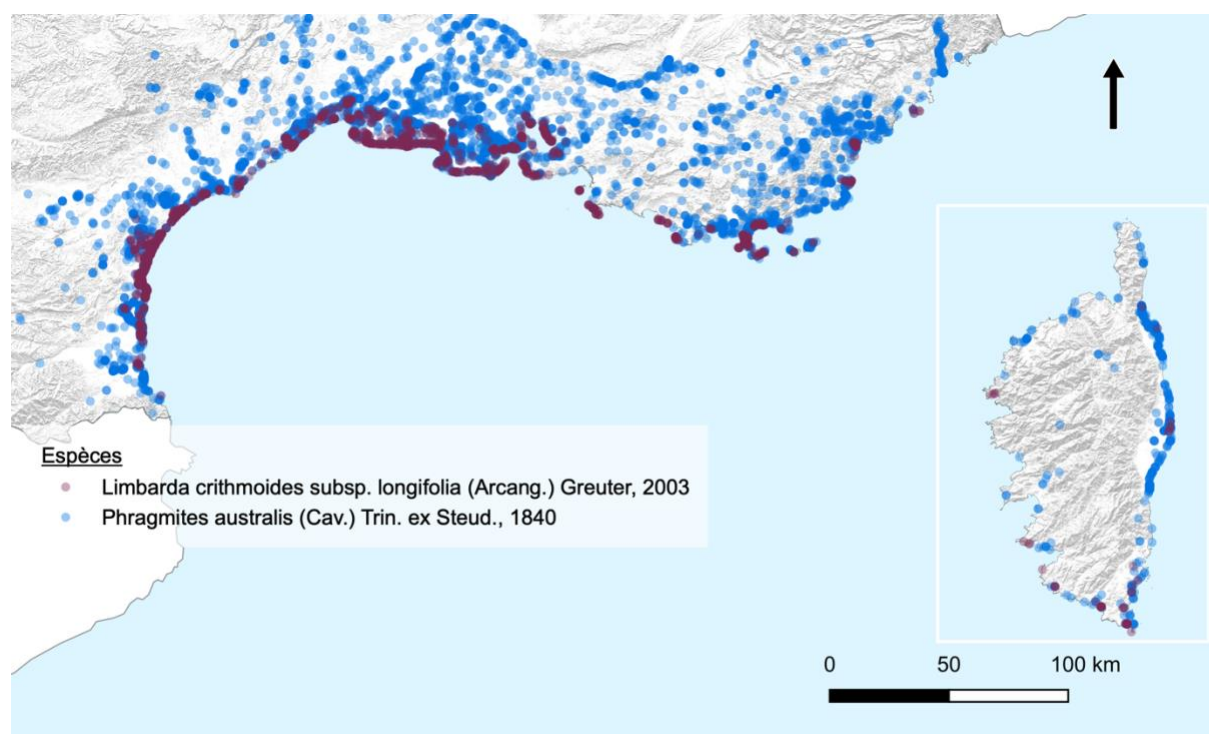
- **Modification des occupations du sol** (urbanisation, aménagements, labour, passage de véhicules motorisés, surpâturage en période d'inondation et en période de floraison à éviter) ;
- **Aléas littoraux** (élévation du niveau de la mer/submersion) ;
- **Modification de la salinité des terres** ;
- **Modification du fonctionnement hydrologique** (apports d'eau douce ou mise en eau permanente, drainage, assèchements) ;
- **Modification du fonctionnement sédimentaire** ;
- **Surfréquentation** (piétinement – la mise en place de mesures de canalisation du public [pontons] est parfois nécessaire à proximité de sentiers, comme c'est le cas sur les salins de Frontignan) ;
- **Exploitation des ressources** (cueillette des limoniums en période de floraison) ;
- **Espèces exotiques envahissantes** : on trouve dans cet écosystème de steppes salées, mais de façon anecdotique, une espèce végétale exotique : la spartine bigarrée (*Spartina patens* (Aiton) Muhl., 1813) qui a un statut d'espèce envahissante émergente en région PACA et Occitanie méditerranéenne. Elle se développe surtout sur substrats sableux, en arrière des dunes.

Roselières d'eaux saumâtres méditerranéennes

Présentation et distribution géographique

Cet écosystème se trouve sur substrat vaseux, fin, submergé pendant plus de 6 mois par an et peu oxygéné, sur les bordures assez profondes des étangs et des lagunes littorales méditerranéennes. Les végétations associées se développent généralement sur de grandes surfaces, dans des eaux calmes saumâtres et subissent des périodes régulières d'assèchement, notamment en été. Elles sont vivaces, hautes et denses, dominées par le roseau commun, et pauvres en espèces végétales. Les roselières d'eaux saumâtres supportent une hauteur de submersion plus importante (plus d'1,50 m) que les scirpaies. Elles sont en contact essentiellement avec les végétations aquatiques de lagunes (non traitées dans ce volume) et les scirpaies. Des apports réguliers d'eau douce sont nécessaires à leur survie. Elles sont le lieu de repos et de reproduction de nombreux oiseaux.

Les roselières d'eaux saumâtres méditerranéennes sont très présentes en Languedoc-Roussillon autour des étangs et lagunes littorales, mais aussi en Camargue, ainsi qu'en Corse. La répartition spatiale de deux espèces végétales caractéristiques de cet écosystème est présentée en Figure 35 et souligne la difficulté à distinguer les végétations de milieux saumâtres des autres. Le projet « roselières littorales d'Occitanie » a opté pour l'étude des roselières recensées dans la frange de 30 km en arrière du trait de côte. Ce projet inclut donc des roselières d'eau douce et saumâtres, de 29 sites naturels qui possèdent la quasi-totalité des roselières littorales de la région Occitanie, soit 1 300 ha de phragmitaie pure (ADENA 2020). Ce projet va être étendu à la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, pour laquelle des données de surface ne sont pas encore disponibles. L'étang de Tanchiccia présente la plus vaste roselière de Corse-du-Sud, qui s'étend sur environ 18 ha. Les données de surface de cet écosystème sont encore incomplètes et ne concernent pas uniquement les roselières saumâtres de cet écosystème.¹⁷



Source de données : CBN Méditerranéen de Porquerolles, CBN de Corse (1812-2022)
Fonds de carte : IGN, ADMIN EXPRESS 2024, Estompage BD ALTI®
Réalisation : Comité français de l'UICN

Figure 35. Répartition spatiale des points de présence de deux espèces indicatrices des roselières du littoral méditerranéen français (*Phragmites australis* structurante de ces milieux, *Limbarda crithmoides* subsp. *longifolia* marqueur des milieux saumâtres).

¹⁷ Données valides à la date de rédaction, susceptibles d'avoir évolué depuis, et non vérifiées localement (nord de la Corse, Biguglia).

Classification

EUNIS / CORINE biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « roselières d'eaux saumâtres méditerranéennes » les trois unités A2.53C *pro parte*, A5.541 *pro parte* et C3.2112 *pro parte*, présentées dans le Tableau 11. Cet écosystème peut être retrouvé dans différents chapitres EUNIS du fait de sa position géographique et topographique intermédiaire : A2 « Sédiment intertidal », A5 « Sédiment subtidal » et C3 « Zones littorales des eaux de surface continentales ».

Tableau 11. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème roselières méditerranéennes d'eaux saumâtres (Bajjouk *et al.* 2015; Davies *et al.* 2004; Gayet *et al.* 2018; Louvel *et al.* 2013).

Code	Intitulé	Description
A2.5	Marais salés côtiers et roselières salines	Formations végétales dominées par des Angiospermes, constituées sur le niveau le plus élevé des côtes protégées et périodiquement recouvertes par les marées hautes. La végétation se développe sur des substrats variés, sableux et vaseux, qui peuvent être mélangés à des matériaux plus grossiers. Les caractéristiques des communautés des marais salés varient en fonction de leur altitude sur la côte ; il en résulte des zones distinctes liées au degré ou à la fréquence de l'immersion dans l'eau salée.
A.53	Roselières, jonchaies et cariçaies salines et saumâtres de la partie moyenne à supérieure des marais salés	Prairies fermées des marais salés, plus riches en espèces que la partie moyenne à inférieure des marais salés, dominées par les graminéoïdes <i>Blysmus rufus</i> , <i>Carex extensa</i> , <i>Festuca rubra</i> , <i>Juncus gerardi</i> , <i>Puccinellia</i> spp. ; <i>Armeria maritima</i> , <i>Artemisia maritima</i> , <i>Frankenia laevis</i> sont aussi représentées. Milieux marins salins ou saumâtres à <i>Hippuris tetraphylla</i> , <i>Juncus maritimus</i> , <i>Phragmites australis</i> .
A2.53C p.p.	Roselières marines salines de <i>Phragmites australis</i>	Pas de description disponible
A5.5	Sédiment subtidal dominé par des macrophytes	Ce type d'habitat comprend des bancs de maërl, des sédiments hétérogènes dominés par des algues (dont des laminaires telles que <i>Saccharina latissima</i> (anciennement <i>Laminaria saccharina</i>), ainsi que des algues rouges ou vertes filamenteuses ou foliacées), des herbiers de phanérogames marines, de même que des biocénoses lagunaires d'angiospermes. Ces biocénoses se développent dans une variété de milieux allant de milieux ouverts exposés à des lagunes, avec divers types de sédiments et régimes de salinité.
A5.54	Biocénoses d'angiospermes en milieu à salinité réduite	Végétation vasculaire submergée ou légèrement émergée des eaux saumâtres, des anses marines, des estuaires, des étendues de sables ou de vases permanentes et des étangs côtiers.
A5.541 p.p.	Végétation d'eaux saumâtres dominée par <i>Phragmites australis</i>	Pas de description disponible
C3.2	Roselières et formations de bordure à grands héliophytes autres que les roseaux	Peuplements de végétation haute en bordure des lacs (y compris les lacs saumâtres), des rivières et des ruisseaux, généralement pauvres en espèces et souvent monospécifiques. Elles comprennent des peuplements de <i>Carex</i> spp., <i>Cladium mariscus</i> , <i>Equisetum fluviatile</i> , <i>Glyceria maxima</i> , <i>Hippuris vulgaris</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Sagittaria sagittifolia</i> , <i>Schoenoplectus</i> spp., <i>Sparganium</i> spp. et <i>Typha</i> spp. Les stations d'atterrissement des roselières et des Cypéracées qui ne se trouvent pas en bordure des eaux (D5.1, D5.2) sont exclues de cette unité.
C3.21	Phragmitaies à <i>Phragmites australis</i>	Communautés des bords des lacs, des mers intérieures, des anses marines, des cours d'eau et des ruisseaux, des marais et marécages de la région paléarctique, dominées par <i>Phragmites australis</i> .
C3.211	Phragmitaies inondées	Phragmitaies à <i>Phragmites australis</i> des bords des lacs, des mers intérieures, des anses marines, des cours d'eau et des ruisseaux, des marais et marécages de la région paléarctique, inondées en permanence ou pendant de longues périodes de l'année.
C3.2112 p.p.	Phragmitaies continentales des eaux salées	Phragmitaies à <i>Phragmites australis</i> de la région paléarctique, inondées en permanence ou habituellement ou fréquemment inondées par la mer ou par des lagunes côtières salées, par des lacs salés athalassiques, par des estuaires ou par des cours d'eau salée.

Les unités EUNIS A2.53C ; A5.541 et C3.2112 correspondent à l'unité 53.11 de CORINE biotopes (Bissardon *et al.* 1997b) : « Phragmitaies ».

Types d'habitats d'intérêt communautaire

Les roselières d'eaux saumâtres méditerranéennes ne correspondent à aucun habitat inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) : elles ne sont pas d'intérêt communautaire.

Classification phytosociologique

Les roselières d'eaux saumâtres méditerranéennes hébergent plusieurs communautés végétales qui semblent différentes entre la Corse et le continent :

- **Classe** : *Phragmito australis-Magnocaricetea elatae* Klika in Klika et V. Novák 1941
 - **Ordre** : *Bolboschoenetalia maritimi* Hejný in Holub et al. 1967
 - **Alliance** : *Bolboschoeno maritimi-Schoenoplecton litoralis* Rivas Martinez et al. ex Delcoigne et Thébaud 2018
 - **Association** :
Junco maritimi-Cladietum marisci Géhu et Biondi 1988 (Co)¹⁸
Inulo crithmoidis-Phragmitetum australis Gamisans 1992 (Co)
Groupement de roselières salées à *Atriplex prostrata* (Ga à décrire)

IUCN Global Ecosystem Typology 2.0

Dans la typologie globale des écosystèmes de l'IUCN (Keith et al. 2020a) cet écosystème appartient à l'unité MFT1.3 *Coastal saltmarshes and reedbeds*.

- **Realm**: *Transitional Terrestrial-Freshwater-Marine* (Royaume : transition marine-eau douce-terrestre)
 - **Biome**: *MFT1 Brackish tidal systems* (Biome : Systèmes d'eaux saumâtres soumis aux marées)
 - **MFT1.3 Coastal saltmarshes and reedbeds** (Marais salés côtiers et roselières)

Description

Biote indigène caractéristique

Au sein des complexes lagunaires saumâtres du littoral méditerranéen, la présence de roselières est essentiellement liée aux apports d'eau douce. Les grands héliophytes, tel que le roseau commun, se développent essentiellement en réponse au niveau d'eau, souvent sur de grandes surfaces, ou en ceinture, et sont dominées par une espèce particulière. La distribution en ceinture est nette en cas de stabilité au cours du temps de la variation des niveaux d'eau. La répartition des espèces peut être brouillée par une irrégularité de la salinité, de l'hydrodynamisme ou par des perturbations (Sinnassamy & Mauchamp 2001). Les roselières ou phragmitaies d'eaux saumâtres méditerranéennes (Figure 36) sont des végétations vivaces, dominées par le Roseau commun (*Phragmites australis*). Le roseau présente généralement un fort taux de recouvrement (>90 %). Il est parfois difficile de trouver d'autres espèces : l'Arroche prostrée (*Atriplex prostrata*) est la plus fréquente.

Le Roseau commun est un héliophyte : une plante enracinée, dont les bourgeons, qui survivent lors de la période défavorable, sont submergés constamment dans l'eau ou la vase. Ces bourgeons sont situés au niveau de rhizomes, qui sont des organes souterrains, horizontaux, plus ou moins tubéreux, en dormance. Les bourgeons végétatifs, qui ne survivent pas à la période défavorable, poussent vers le haut, aussi bien sous l'eau que dans l'air, et émettent saisonnièrement des racines et des tiges verticales droites, lisses et feuillées. Ces tiges se développent hors de l'eau grâce à un tissu de soutien efficace. Les bourgeons floraux se développent à l'air libre, sur les tiges émergées, éloignés de la surface de l'eau (Sirvent 2020). Le roseau commun est une grande graminée, qui se propage rapidement grâce à ses rhizomes sur les bords d'eaux saumâtres, calmes, dans les sols longuement gorgés d'eau et peu oxygénés. Il a cependant besoin de périodes régulières d'assèchement. Il est assez flexible, ce qui lui permet de supporter de fortes variations de vents, de courants ou de niveaux d'eau. En bordure des étangs profonds, la roselière reste cantonnée sur les marges : maximum 1,50 m de profondeur.

¹⁸ Informations non vérifiées localement (Corse).

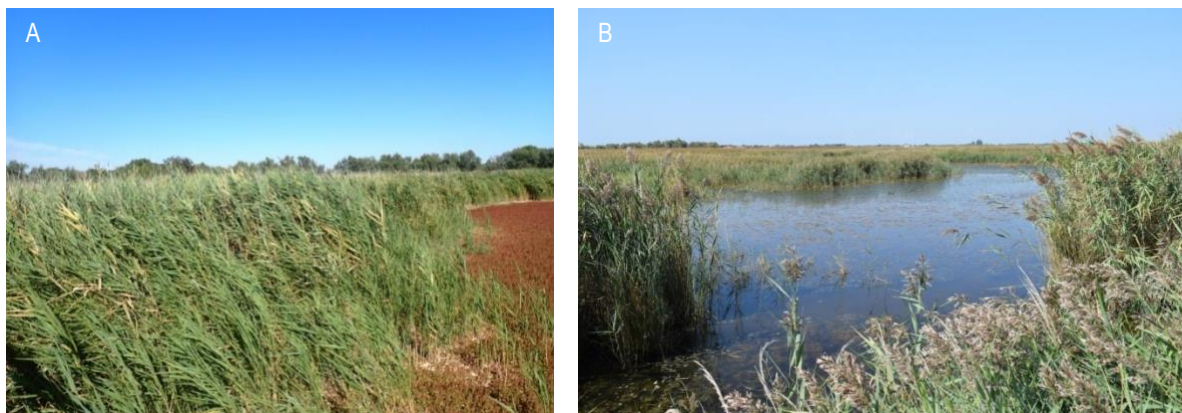


Figure 36. A) Roselière saumâtre lors d'une période d'assèchement, étang de Mauguio, Hérault (2020) ; B) Roselière en eau, Saintes-Marie-de-la-mer, Bouches-du-Rhône, (2018) © J. Ugo, CBNMed.

Il est possible de trouver occasionnellement ou en bordure des roselières, la Nivéole d'été (*Leucojum aestivum*) ou le Tamaris d'Afrique (*Tamarix africana*) protégés au niveau national ; la Scammonée aigüe (*Cynanchum acutum*) ou le Cranson à feuilles de pastel (*Ionopsidium glastifolium*) protégés en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Une seule espèce végétale protégée au niveau national se développe strictement au sein de cet écosystème de roselières en Corse : c'est le Kostéletzky à cinq fruits (*Kosteletzkya pentacarpos*).

Faune

Les roselières accueillent une faune invertébrée particulièrement abondante et diversifiée, occupant des niches variées au sein de ce milieu. Les principaux groupes représentés sont les hémiptères, coléoptères, lépidoptères, diptères, ainsi que les araignées. Il semblerait que ces populations soient particulièrement abondantes dans les roselières anciennes et de grandes superficies. Certaines espèces vivent à l'intérieur des tiges, d'autres se nourrissent des tissus végétaux ou forment des galles, tandis que la litière héberge une faune de décomposeurs incluant notamment oligochètes et collemboles, qui jouent un rôle crucial dans le cycle de la matière organique (Sinnassamy & Mauchamp, 2001). À cette diversité s'ajoutent les hyménoptères, orthoptères, trichoptères et odonates, particulièrement actifs en période estivale (Alonso, 2021). Les invertébrés terrestres, tels que les amphipodes (Talitridae), les isopodes, les coléoptères et les araignées, dont l'Épeire des roseaux (*Larinoidea cornutus*) (Rufay *et al.*, 2007), sont dominants en termes d'effectifs et de biomasse. Cette macrofaune constitue une ressource trophique essentielle pour l'avifaune paludicole, qu'elle soit nicheuse ou migratrice, ou plus généraliste, à l'instar de la Grande Aigrette (*Ardea alba*).

En plus de leur rôle écologique local, les roselières jouent une fonction de corridor biologique indispensable pour le transit des espèces entre leurs zones d'hivernage et de nidification. Bien que la diversité floristique y soit relativement faible, ces milieux accueillent une avifaune remarquable, comprenant notamment neuf espèces patrimoniales, qui s'y nourrissent et s'y reproduisent. Parmi elles, trois Ardéidés : le Héron pourpré (*Ardea purpurea*), le Butor étoilé (*Botaurus stellaris*) et le Blongios nain (*Ixobrychus minutus*) ; quatre passereaux paludicoles : la Rousserolle turdoïde (*Acrocephalus arundinaceus*), la Lusciniole à moustaches (*Acrocephalus melanopogon*), le Panure à moustaches (*Panurus biarmicus*) et le Bruant des roseaux à gros bec (*Emberiza schoeniclus*) ; la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*) et le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) (ADENA, 2020).

Milieu physique

On trouve les roselières dans des eaux stagnantes à faiblement courantes, sur des sols de type hydromorphe minéral à gley peu profond, à texture très fine (alluvions quaternaires fluviales, fluvio-palustres ou palustres), vaseuse, avec parfois des horizons organiques. Le drainage y est quasiment nul et entraîne un engorgement fort et constant des sols, bien que la nappe soit profonde en été (60 cm à 2 m). La hauteur d'eau et la durée de submersion sont deux paramètres importants pour le développement des roselières. La submersion dure généralement plus de 6 mois par an (Corre 1978) et dépasse rarement les 1,5 m.

Processus et interactions clés

Les roselières supportent des hauteurs de submersion et des profondeurs de la nappe plus importantes que d'autres végétations similaires comme les scirpaies, qui supportent quant à elles des salinités plus fortes (Corre 1978). La submersion totale bloque la photosynthèse et arrête la croissance. Le roseau supporte la submersion à condition que le sommet des tiges dépasse la surface de l'eau ; il tolère aussi une baisse prolongée des niveaux d'eau.

La floraison s'effectue entre août et septembre, le plus généralement à partir de la troisième année. Le pollen très fin est disséminé par le vent (Sinnassamy & Mauchamp 2001). Avant la floraison, le roseau est très appétant pour les herbivores domestiques ou sauvages (Ragondin, Sanglier, Rat musqué, Oie cendrée, Cygne tuberculé) mais très sensible au pâturage. En effet, 70 à 100 % des parties aériennes sont mangées et un piétinement trop intense brise les rhizomes, provoque un tassement du sol et en perturbe l'oxygénation. La gestion par le pâturage maintient l'habitat ouvert et peut être compatible avec des objectifs écologiques, mais elle nécessite des taux de chargement bas.

Chez les héliophytes, le transport des graines par le vent et l'eau sont les deux principaux moyens de dispersion. Les graines du roseau commun sont disséminées à partir de novembre par le vent. Elles peuvent parcourir de grandes distances par voie aérienne (au moins 25 km) ou par l'eau, capables de flotter plusieurs jours. Leur germination se fait de façon optimale sur un sol humide mais non inondé, à faible salinité. Elle peut être inhibée par des salinités importantes. Un niveau de salinité trop élevé, de façon prolongée (maximum 20 g/L), nuit à la croissance et à la germination du roseau (Rufroy *et al.* 2007). Certaines roselières peuvent résister à des concentrations momentanément plus élevées (40-50 g/L) sous forme de roselières basses. Les réactions du roseau aux variations de salinité sont rapides et réversibles.

La croissance des racines est freinée par une mauvaise aération du sol. Un assec estival d'un à trois mois est bénéfique aux roselières et permet, entre autres, la réoxygénation du sol. Les plantes juvéniles trouveront des conditions favorables en bordure d'étangs où le niveau d'eau varie, alors que l'habitat de la plante adulte correspond en fait à des zones plus profondes. Les niveaux d'eau et leur variation sont très importants pour la germination et la vie de la roselière mais aussi pour l'avifaune qu'elle abrite. Les nouvelles tiges émergent pendant le printemps quand la température augmente et que la dormance des bourgeons est levée. La croissance, qui s'effectue au départ sous l'eau, mobilise les réserves des rhizomes. Ceux-ci jouent un rôle de support, d'oxygénation des racines et d'accumulation des réserves. Ils peuvent vivre de 3 à 6 ans et poussent généralement d'un mètre par an. Une fois la lame d'eau traversée, les tiges et les feuilles prennent ensuite le relais pour fournir l'énergie nécessaire à la croissance. Les plus hautes tiges peuvent rester actives jusqu'en octobre. La progression de la roselière, au printemps et en été, se fait essentiellement par les tiges souterraines vers les surfaces d'eau ouvertes ou les prairies du côté terrestre (Sinnassamy & Mauchamp 2001).

La productivité de cet écosystème est de l'ordre de 1,3 à 4 t.ha⁻¹.an⁻¹ de matière sèche (Rufroy *et al.* 2007). Les roselières peuvent accumuler de la litière (feuilles, tiges, rhizomes, racines, etc.) et des sédiments en conditions relativement sèches, favorisant l'installation de ligneux. En conditions très inondées, l'accumulation de la matière organique accentue l'anoxie (diminution de la quantité de dioxygène dans l'eau) et entraîne la régression de la roselière vers des milieux plus hydrophytes. Ces dégradations peuvent être très lentes et sont en général réversibles. La diffusion de l'oxygène directement de l'air au sédiment est lente du fait de la faible teneur en oxygène de l'eau. Le peu d'oxygène du sol est consommé par la décomposition de la matière organique. Les racines des roseaux sont alimentées en oxygène par l'air qui pénètre au niveau des tiges mortes, des stomates et des gaines des feuilles qui circule par les tissus mous et bulleux (aérenchyme).

En termes de dynamique de végétation, Corre (1978) en distingue deux en fonction de la salinité. Les roselières faiblement salées à Roseau commun et à Joncs des chaisiers glauque (*Scirpus tabernaemontani*) ou à Laiteron maritime (*Sonchus maritimus*) conduiraient, par assèchement, à la formation de prairies humides faiblement salées. Les roselières plus nettement salées, à Roseau commun et à Bolbochoin maritime (*Bolboschoenus maritimus*), ou Tripolium de Pannonie (*Tripolium pannonicum*) ou bien à Oenanthe fistuleuse (*Oenanthe fistulosa*) et Polypogon maritime (*Polypogon maritimus*) conduiraient, par assèchement, à la formation de prés salés.

Les roselières jouent de nombreux rôles (ADENA 2020; Aloisi & Gadel 1992; Rufroy *et al.* 2007) tels que l'épuration des eaux, la rétention de sédiments et de nutriments, la protection contre l'érosion des berges et contre les crues par le ralentissement de la circulation des eaux, le stockage du carbone, la dénitrification ou le freinage naturel de la progression du biseau salé. Le fort recouvrement du roseau commun atténue la vitesse des courants au sein de la roselière, ce qui accélère les processus d'envasement, en piégeant les particules fines. Elles sont exploitées pour le chaume du roseau, la chasse au gibier d'eau, la pêche, l'écotourisme et le pâturage.

Facteurs de vulnérabilité

Les facteurs de vulnérabilité identifiés pour cet écosystème sont les suivants :

- **Changement des occupations du sol** (labour, surpâturage, création de grands clairs de chasse, fragmentation) ;
- **Modification du fonctionnement hydrologique** (drainage, mise en eau permanente, augmentation du marnage) ;
- **Modification de la salinité des eaux** (salinisation par intrusion marine/diminution des apports d'eau douce) ;
- **Surexploitation des ressources, notamment des chaumes du roseau commun** : la coupe du roseau ou « sagne » effectuée mécaniquement en hiver depuis les années 1950 permet un maintien à long terme de la roselière en la rajeunissant. Le roseau a de tout temps été récolté en Camargue, vert ou sec, à des fins domestiques, agricoles ou artisanales (pour la couverture des toits des cabanes traditionnelles, les palissades, la fabrication de textile et de papier). Avant la mécanisation, sa récolte n'avait jamais dépassé le stade de la simple cueillette. Essentiellement pratiquée l'hiver, la coupe manuelle reste toujours une activité traditionnelle d'appoint (Molina *et al.* 1996). Une coupe pendant la saison de végétation, suivie d'une inondation ou réalisée en dessous du niveau d'eau bloque l'alimentation

de la plante en oxygène, provoque la fermentation des réserves en conditions anaérobies et épuise les réserves des rhizomes qui sont mal reconstituées pour l'hiver suivant. Les pratiques de coupe inadaptées et la surexploitation diminuent la vigueur de la roselière et peut favoriser son remplacement par des espèces des scirpaies moins sensibles (Sinnassamy & Mauchamp 2001).

- **Élévation du niveau de la mer/ submersion** (absence de zones de replis) ;
- **Pollution** (fertilisants et chimiques biocides) / **eutrophisation** : l'eutrophisation diminue la teneur en oxygène dans la colonne d'eau, les eaux interstitielles et le sédiment, provoquant la production de plus de tissus aerenchymateux chez de nombreux héliophytes. Une forte teneur en azote favorise la croissance des tiges qui seront plus hautes mais plus fragiles, et le développement d'algues en manchon autour des tiges qui les alourdissent et les fragilisent. L'anoxie causée par l'eutrophisation entraîne un déséquilibre du bilan carboné et diminue les capacités des plantes à accumuler les réserves (Sinnassamy & Mauchamp 2001).
- **Modification du transport sédimentaire** (raréfaction de niche écologique) ;
- **Espèces exotiques envahissantes** : on peut trouver dans cet écosystème de roselières, deux espèces végétales exotiques envahissantes :
 - Le Sénéçon en arbre (*Baccharis halimifolia*, Figure 377) a un statut de menace majeure en région PACA méditerranéenne et un statut de menace émergente en région Occitanie méditerranéenne. Il se développe surtout au sein de roselières peu halophiles, sur substrat sableux, et forme des fourrés monospécifiques, peu pénétrables, comme c'est le cas sur l'étang de Salses-Leucate.
 - L'Aster écailleux (*Symphyotrichum squamatum*, 1995) a un statut d'espèce végétale exotique envahissante majeure en PACA et modérée dans l'ancienne région Languedoc-Roussillon et en Corse. Il se développe surtout dans des roselières asséchées, plutôt ouvertes.



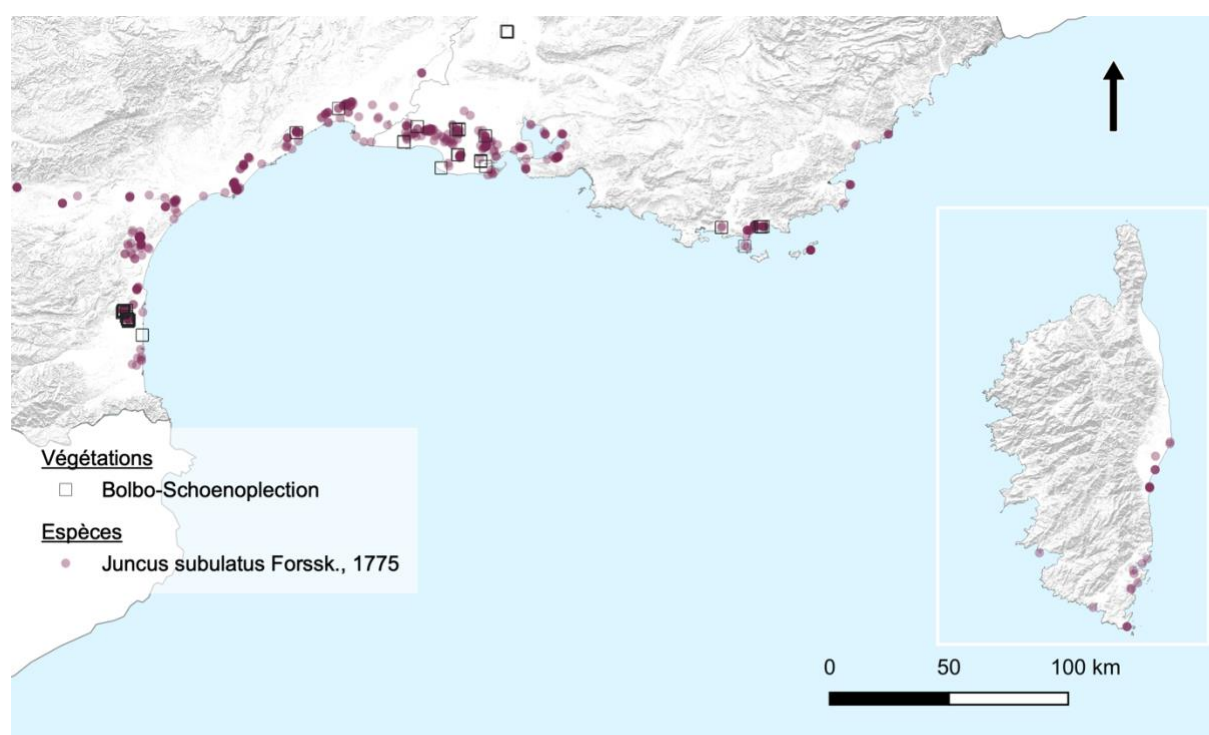
Figure 37. Sénéçon en arbre (*Baccharis halimifolia*), Port-Saint-Louis-du-Rhône, Bouches-du-Rhône (2008)
© H. Michaud, CBNMed

Scirpaies halophiles méditerranéennes

Présentation et distribution géographique

Cet écosystème se trouve dans des dépressions planes de sables ou de vases permanentes, sur les bordures les moins soumises à l'action du sel des étangs et lagunes salées et saumâtres. Le substrat, limoneux ou argileux, subit une submersion périodique de plus de 6 mois par an, par des eaux salées, saumâtres, parfois douces, et reste frais en cas d'assèchement l'été. Les végétations qui s'y développent sont capables de résister à des variations du niveau de la nappe et de la salinité, mais ne supportent pas une forte et longue sécheresse estivale. Elles sont composées d'espèces herbacées, vivaces, submergées ou légèrement immergées, qui forment des ceintures plutôt hautes et denses. Généralement pauvres en espèces, elles sont souvent monospécifiques, dominées par des scirpes, des bolboschoins, des schénoplectes ou du jonc subulé. Elles peuvent être en contact avec les végétations aquatiques des lagunes (non traitées dans ce volume), les roselières (dont la hauteur de submersion est plus importante), voire avec les prés salés sur substrat vaseux.

Cet écosystème est présent sur les côtes françaises de Méditerranée, notamment en Camargue et autour des étangs languedociens ; ainsi que sur la côte orientale de la Corse (Figure 38). Il n'existe actuellement aucune donnée fiable relative à la superficie réellement couverte par cet écosystème.



Source de données : CBN Méditerranéen de Porquerolles, CBN de Corse (1818-2022)
Fonds de carte : IGN, ADMIN EXPRESS 2024, Estompage BD ALTI®
Réalisation : Comité français de l'UICN

Figure 38. Répartition spatiale des points de présence du Jonc subulé (*Juncus subulatus*), ainsi que des relevés phytosociologiques du *Bolboschoenoplecton*.

Classification

EUNIS / CORINE biotopes

Nous retenons pour l'écosystème « scirpaies halophiles méditerranéennes » trois unités EUNIS présentées dans le Tableau 12 : A5.544 *pro parte*, C3.27 *pro parte* et A2.525.

Tableau 12. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème scirpaies halophiles méditerranéennes (Bajjouk *et al.* 2015; Davies *et al.* 2004; Gayet *et al.* 2018; Louvel *et al.* 2013)

Code	Intitulé	Description
A2.5	Marais salés côtiers et roselières salines	Formations végétales dominées par des Angiospermes, constituées sur le niveau le plus élevé des côtes protégées et périodiquement recouvertes par les marées hautes. La végétation se développe sur des substrats variés, sableux et vaseux, qui peuvent être mélangés à des matériaux plus grossiers. Les caractéristiques des communautés des marais salés varient en fonction de leur altitude sur la côte ; il en résulte des zones distinctes liées au degré ou à la fréquence de l'immersion dans l'eau salée.
A2.52	Partie supérieure des marais salés	Fourrés halophiles à <i>Arthrocnemum</i> , <i>Halocnemum</i> , <i>Suaeda</i> . Stations, parfois assez ouvertes, de <i>Juncus acutus</i> , <i>Juncus maritimus</i> . Ces communautés comprennent nombre d'autres espèces tolérantes au sel, certaines ayant une richesse spécifique assez forte.
A2.525	Jonchaies méditerranéennes à <i>Juncus subulatus</i>	Jonchaies moyennement hautes formées par <i>Juncus subulatus</i>, constituant souvent des faciès à l'intérieur des fourrés d'<i>Arthrocnemum</i> du littoral méditerranéen et thermo-atlantique.
A5.5	Sédiment subtidal dominé par des macrophytes	Ce type d'habitat comprend des bancs de maërl, des sédiments hétérogènes dominés par des algues (dont des laminaires telles que <i>Saccharina latissima</i> – anciennement <i>Laminaria saccharina</i> –, ainsi que des algues rouges ou vertes filamenteuses ou foliacées), des herbiers de phanérogames marines, de même que des biocénoses lagunaires d'angiospermes. Ces biocénoses se développent dans une variété de milieux allant de milieux ouverts exposés à des lagunes, avec divers types de sédiments et régimes de salinité.
A5.54	Partie inférieure à moyenne des marais salés	Végétation vasculaire submergée ou légèrement émergée des eaux saumâtres, des anses marines, des estuaires, des étendues de sables ou de vases permanentes et des étangs côtiers.
A5.544 p.p.	Végétation d'eaux saumâtres dominée par <i>Scirpus lacustris</i> ou <i>Scirpus tabernaemontani</i>	Pas de description disponible
C3.2	Roselières et formations de bordure à grands héliophytes autres que les roseaux	Peuplements de végétation haute en bordure des lacs (y compris les lacs saumâtres), des rivières et des ruisseaux, généralement pauvres en espèces et souvent monospécifiques. Elles comprennent des peuplements de <i>Carex</i> spp., <i>Cladium mariscus</i> , <i>Equisetum fluviatile</i> , <i>Glyceria maxima</i> , <i>Hippuris vulgaris</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Sagittaria sagittifolia</i> , <i>Schoenoplectus</i> spp., <i>Sparganium</i> spp. et <i>Typha</i> spp. Les stations d'atterrissement des roselières et des Cypéracées qui ne se trouvent pas en bordure des eaux (D5.1, D5.2) sont exclues de cette unité.
C3.27 p.p.	Formations halophiles à <i>Scirpus</i>, <i>Bolboschoenus</i> et <i>Schoenoplectus</i>	Formations de <i>Scirpus</i> (<i>Scirpus</i> spp.), souvent accompagnés de Joncs (<i>Juncus</i> spp.), bordant, jusqu'à une profondeur de 1,5 m, les eaux saumâtres, salées, parfois douces, des marais côtiers, des lagunes côtières, des plans d'eau salés athalassiques, des sources, des prés salés, des bas-marais et des cours d'eau tidaux. <i>Scirpus tabernaemontani</i> (<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>), <i>Scirpus maritimus</i> (<i>Bolboschoenus maritimus</i>), <i>Scirpus triqueter</i>, <i>Scirpus littoralis</i>, <i>Scirpus pungens</i>, avec, notamment, <i>Juncus gerardi</i> et <i>Juncus maritimus</i>, en sont des espèces typiques.

Les unités EUNIS A5.544 et C3.27 correspondent à l'unité 53.17 de CORINE biotopes (Bissardon *et al.* 1997b) : Végétation à Scirpes halophiles. L'unité EUNIS A2.525 correspond à l'unité 15.58 de CORINE biotopes : Formations à *Juncus subulatus*.

Types d'habitats d'intérêt communautaire

Les scirpaies halophiles méditerranéennes ne correspondent à aucun habitat inscrit à l'Annexe I de la directive Habitats-Faune-Flore (92/43/CEE) : elles ne sont pas d'intérêt communautaire.

Classification phytosociologique

Les scirpaies halophiles méditerranéennes hébergent plusieurs communautés végétales telles que :

- **Classe** : *Phragmito australis-Magnocaricetea elatae* Klika in Klika et V. Novák 1941
 - **Ordre** : *Bolboschoenetalia maritimi* Hejný in Holub et al. 1967
 - **Alliance** : *Bolboschoeno maritimi-Schoenoplecton littoralis* Rivas Martinez et al. ex Delcoigne et Thébaud 2018
 - **Association** :
 - Bolboschoeno maritimi-Juncetum subulati* Géhu et al. 1992 (Ga)
 - Junco maritimi-Cladietum marisci* Géhu et Biondi 1988 (Co)¹⁹
 - Scirpetum littoralis* Pignatti 1953 (Ga ; Co)

¹⁹ Informations non vérifiées localement (Corse).

Scirpo compacti-Juncetum subulati Géhu *et al.* 1992 (Co)

Typho domingensis-Schoenoplectetum tabernaemontani Braun-Blanquet *et al.* Bolòs 1957 (Ga ; Co)

- **Alliance** : *Scirpion maritimi* E. Dahl *et Hadač* 1941
 - **Association** :
Scirpetum tabernaemontani Soó (1927) 1947 (Co)
- **Classe** : *Juncetea maritimi* Braun-Blanquet *in* Braun-Blanquet *et al.* 1952
 - **Ordre** : *Juncetalia maritimi* Braun-Blanquet *ex* Horvatić 1934
 - **Alliance** : *Juncion maritimi* Braun-Blanquet *ex* Horvatić 1934
 - **Association** :
Puccinellio festuciformis-Scirpetum compacti (Pignatti 1966) Géhu *et* Scoppola 1984 (Co)

Les végétations à joncs subulés sont généralement considérées comme des prés salés du fait de la prédominance du jonc. Le rattachement phytosociologique des relevés de ces végétations se fait à la classe des *Phragmiti australis-Magnocaricetea elafae* (Klika & V. Novák 1941), qui contient les végétations de scirpaies et non à la classe des *Juncetea maritimi* (Braun-Blanquet, Roussine & Nègre 1952), qui contient les végétations de prés salés. Du fait de leur fonctionnement et leur physiologie semblable avec les scirpaies, il a été décidé de les inclure dans cet écosystème plutôt que dans celui des prés salés méditerranéens.

IUCN Global Ecosystem Typology 2.0

Dans la typologie globale des écosystèmes de l'IUCN (Keith *et al.* 2020a) cet écosystème appartient à l'unité MFT1.3 *Coastal saltmarshes and reedbeds*.

- **Realm**: *Transitional Terrestrial-Freshwater-Marine* (Royaume : transition marine-eau douce-terrestre)
 - **Biome**: *MFT1 Brackish tidal systems* (Biome : Systèmes d'eaux saumâtres soumis aux marées)
 - **MFT1.3 Coastal saltmarshes and reedbeds** (Marais salés côtiers et roselières)

Description

Biote indigène caractéristique

L'écosystème de scirpaies est dominé par des héliophytes. Ce sont des plantes enracinées dont les bourgeons végétatifs qui survivent, sont submergés constamment dans l'eau ou la vase. Leur stratégie de vie est adaptée à la submersion continue. Elles possèdent des tissus de soutien efficaces, qui permettent le développement de bourgeons végétatifs, de bourgeons floraux et de feuilles hors de l'eau. Elles se développent souvent sur de petites surfaces ou en ceinture, dominée par une espèce particulière, essentiellement en réponse au niveau d'eau (Sinnassamy & Mauchamp 2001). On trouve cet écosystème dans des dépressions planes, en périphérie des étangs, en bordure de canaux ou de fleuves, sur des zones inondées la plupart de l'année par de l'eau saumâtre (plus de 6 mois) et dont le sol reste frais en cas d'assèchement l'été. Les scirpaies halophiles méditerranéennes sont des végétations herbacées vivaces, hygrophiles, denses (>75 % de recouvrement), assez hautes (0,5-1,5 m). Elles sont relativement homogènes et monospécifiques la plupart du temps. Plusieurs espèces peuvent dominer comme le Bolbochoin ou Scirpe maritime (*Bolboschoenus maritimus*, Figure 39A), le Jonc des chaisiers glauque (*Schoenoplectus tabernaemontani*) ou le Jonc subulé (*Juncus subulatus*, Figure 39B-C) (Corre 1977, 1978; Delcoigne & Thébaud 2018; Noble & Baret 2019; Reyman *et al.* 2017; Ruffray *et al.* 2007). Elles peuvent être accompagnées de la salicorne ligneuse ou de l'Halimione faux-pourpier des fourrés halophiles adjacents. Les scirpaies halophiles peuvent aussi être en contact, par exemple, avec les roselières ou les prés salés.



Figure 39. Espèces et végétations caractéristiques des scirpaies halophiles méditerranéennes

A) Bolbochoin maritime (*Bolboschoenus maritimus*), Saintes-Marie-de-la-mer, Bouches-du-Rhône (2018)
 © J. Ugo, CBNMED
 Communautés halophiles méditerranéennes à juncs subulés (*Juncus subulatus*) des B) étangs Palavasiens et C) de l'étang de Mauguio, Hérault (2020)

Faune

Les scirpaies halophiles constituent un habitat d'intérêt écologique majeur pour de nombreuses espèces animales, notamment aviaires et invertébrées, dont plusieurs sont patrimoniales ou protégées. Parmi les oiseaux, on peut observer : le Butor étoilé (*Botaurus stellaris*), le Héron pourpré (*Ardea purpurea*), le Blongios nain (*Ixobrychus minutus*), le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), la Talève sultane (*Porphyrio porphyrio*), l'Échasse blanche (*Himantopus himantopus*), l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*) ainsi que la Lusciniole à moustaches (*Acrocephalus melanopogon*). Ces espèces utilisent les scirpaies comme site de reproduction, de repos ou d'alimentation, en lien avec la structure végétale et la richesse entomologique de ces milieux. Du côté des invertébrés, plusieurs odonates remarquables sont également présents : l'Anax porte-selle (*Hemianax ephippiger*), le Leste à large stigmas (*Lestes macrostigma*), le Leste méridional (*Lestes barbarus*) et le Sympétrum méridional (*Sympetrum meridionale*) (Rufroy *et al.* 2007).

A l'instar des roselières, les scirpaies constituent des habitats favorables pour les insectes et les araignées. En effet, la végétation haute offre à la fois un refuge et une zone de chasse, tout en créant un microclimat qui limite l'échauffement du sol et sa dessiccation, constituant ainsi un refuge climatique pour ces invertébrés²⁰.

²⁰ Bounias-Delacour, A., AsFrA. Communication personnelle, 2023.

Milieu physique

L'écosystème de scirpaies halophiles méditerranéennes se trouve sur des sols nus hydromorphes, minéraux, assez variables : dont l'optimum se situe sur substrat limoneux ou argileux mais qui peuvent être sablo-vaseux. Ils sont généralement constitués à partir d'alluvions palustres très fins, qui présentent une mauvaise capacité de drainage.

La nappe persiste à proximité de la surface du sol en été : sa profondeur varie entre 0,25 et 1,30 m. L'écosystème subit de fortes variations de salinité (même si on le trouve sur les bordures les moins soumises à l'action du sel), mais aussi de niveau d'eau superficielle au cours de l'année en bordure d'étangs. Il est inondé pendant plus de six mois par de l'eau douce, salée ou saumâtre, et le sol reste frais en cas d'assèchement l'été. En bordure de fleuve, on le trouve surtout dans des eaux riches en carbonates calciques (Corre 1977, 1978; Delcoigne & Thébaud 2018; Noble & Baret 2019; Reymann *et al.* 2017; Rufray *et al.* 2007).

Processus et interactions clés

Le fonctionnement de cet écosystème a été peu étudié, mais l'inondation apparaît comme le facteur le plus déterminant. Certains héliophytes se développent plus que d'autres, en réponse au niveau d'eau et à ses variations. La distribution la plus commune en ceinture est nette en cas de stabilité au cours du temps de la variation des niveaux d'eau. En revanche, la répartition des espèces peut être brouillée par une irrégularité de la salinité, de l'hydrodynamisme et des perturbations. Par exemple, les végétations présentes dans le delta du Rhône doivent non seulement faire face aux variations du niveau de la nappe, mais aussi à une salinité plus élevée et un hydrodynamisme plus fort que dans les étangs. Les roselières tolèrent une hauteur d'eau de submersion plus grande que le scirpe maritime (1,5 m maximum de profondeur), lequel supporte mieux la salinité et un hydrodynamisme élevé. Enfin, les scirpes résistent aux inondations prolongées, mais ne supportent pas les sécheresses estivales trop fortes et longues.

Les scirpaies sont aussi bien moins productives que les roselières, avec une production de matière sèche de 0,35 à 1,35 kg.m².an⁻¹.

Chez les héliophytes, le transport des graines par le vent et l'eau sont généralement les deux principaux moyens de dispersion. Cependant, les graines de certains scirpes ont une flottabilité brève d'environ une heure (bien plus faible que pour le roseau commun) et leur dispersion à grande distance serait essentiellement due au transport, par les canards et autres oiseaux qui les consomment, favorisant ainsi, après défécation, leur germination.

Les scirpaies peuvent être en contact avec les roselières, les végétations aquatiques de lagunes, et du côté terrestre avec les fourrés halophiles et les prés salés. En phase d'assèchement, généralement au cours du mois de juillet, elles peuvent être colonisées par des gazons amphibies subhalophiles. Un fort pâturage des roselières réduit la compétition entre le roseau commun et les scirpes qui peuvent s'exprimer si les conditions sont favorables (Bensettiti *et al.* 2004; Corre 1978; Rufray *et al.* 2007; Sinnassamy & Mauchamp 2001).

Les scirpaies jouent un rôle important dans la prévention des crues, le stockage du carbone, la production primaire et la dénitrification des sols, mais aussi dans le ralentissement des courants du fait de leur capacité de piégeage des débris et des sédiments (dans une moindre mesure que les roselières), favorisant ainsi l'atterrissement. Elles sont aussi des zones importantes pour l'alimentation et la reproduction de nombreuses espèces animales ; notamment d'oiseaux, d'odonates et de gibiers (canards, sangliers).

Facteurs de vulnérabilité

Les facteurs de vulnérabilité identifiés pour cet écosystème sont les suivants :

- **Modification des occupations du sol** : habitats fortement exploités par le pâturage au printemps et en été (surpâturage, comblement ou drainage pour l'agriculture et l'urbanisation) ;
- **Modification du fonctionnement hydrologique** (mise en eau permanente pour la chasse) ;
- **Salinisation des terres** ;
- **Élévation du niveau de la mer/ submersion** ;
- **Modification du transport sédimentaire** ;
- **Pollution/eutrophisation** ;
- **Espèces exotiques envahissantes** : on trouve de façon anecdotique dans cet écosystème, deux espèces végétales exotiques envahissantes : la Jussie rampante (*Ludwigia peploides*), à proximité de canaux d'eau douce, qui a un statut d'envahissante majeure en région PACA et Occitanie méditerranéenne, ainsi que la Cotule à feuilles de sénebière (*Cotula coronopifolia*), qui a un statut d'envahissante majeure en Corse.

4. Table des figures

Figure 1. Localisation des zones humides potentielles du littoral méditerranéen (Thiry et al. 2014).....	8
Figure 2. Vue schématique des composantes de l'écosystème de marais salés, des liens existants et des thématiques traitées actuellement par la recherche (Garbutt et al. 2017).	9
Figure 3. Schéma d'un complexe lagunaire (Latron et al. 2021).	10
Figure 4. Coupe schématique perpendiculaire au littoral selon Ghyben-Herzberg. Ce schéma est une reproduction de celui présenté dans BRGM 2021a, extrait de Frissant et al. 2005. Il permet de visualiser le biseau salé en bleu foncé sous la nappe d'eau douce.	10
Figure 5. Schéma des flux hydriques au niveau des lagunes côtières et des marais salés (Eau France Service Public 2015).	11
Figure 6. Schéma des principaux flux sédimentaires et minéraux existants au niveau des lagunes côtières (Eau France Service Public 2015).	14
Figure 7. Schéma des interactions des différents facteurs influençant la salinité et les végétations (Heurteaux 1970).	15
Figure 8. Représentation schématique des différents types biologiques (Raunkiaer 1934). 1 : phanérophytes ; 2-3 : chaméphytes ; 4 : hémicryptophytes ; 5-6 : géophytes, 7 : héliophytes et 8-9 : hydrophytes. Les axes persistants lors de la saison défavorable et qui portent les bourgeons de survie sont représentés en noir/gras. En gris sont représentées les parties de la plante qui meurent durant la saison défavorable. Les thérophytes (ou annuelles) ne sont pas représentées.	15
Figure 9. Zonation de la végétation au bord de l'étang de Palavas (Braun-Blanquet et al. 1952) 1 – Laissez d'étangs saumâtres ; 2 – Végétations pionnières de vases salées à salicornes annuelles ; 3-4 – Deux types de fourrés halophiles méditerranéens.	18
Figure 10. L'expression des végétations caractéristiques des prés salés ou des fourrés halophiles dépend des variations d'humidité du sol au cours de l'année A) Schéma de succession des végétations de marais salés au Plan du Bourg en Camargue et de la profondeur de la nappe phréatique. B) Évolution du pourcentage d'humidité du sol à 30 centimètres de profondeur au fil des mois au sein des végétations de prés salés et de fourrés halophiles du Plan du Bourg (schéma modifié de Molinier et al. 1964) ; la courbe décrivant l'humidité du sol au cours du temps est représentée en bleu pour les prés salés et en rouge pour les fourrés halophiles.	18
Figure 11. Cas des inversions des végétations halophiles de prés salés et de steppes salées en fonction de la topographie (schéma modifié de Molinier et al. 1964).	19
Figure 12. État de conservation des habitats côtiers et végétations halophytiques pour la période 2013-2018 (UMS Patrinat 2019a, b). Le nombre entre crochet indique le nombre d'évaluations réalisées.	21
Figure 13. Répartition spatiale des points de présence de la <i>Bassia hirsuta</i> (<i>Spirobassia hirsuta</i>) ainsi que des relevés du <i>Thero-Suaedion</i>	38
Figure 14. Quelques espèces végétales caractéristiques des laisses d'étangs saumâtres méditerranéens A) Végétation de laisses d'étangs saumâtres méditerranéens, Villeneuve-lès-Maguelone, Hérault (2020) B) <i>Bassia hirsuta</i> (<i>Spirobassia hirsuta</i>), Saintes-Marie-de-la-mer, Bouches-du-Rhône (2018) © J. Ugo, CBN Méditerranéen de Porquerolles C) Soude brillante (<i>Suaeda splendens</i>), Saint-Laurent-d'Aigouze, Gard (2007) © F. Andrieu, CBN Méditerranéen de Porquerolles	40
Figure 15. Schéma théorique du fonctionnement de l'écosystème de laisses d'étangs saumâtres méditerranéens et les menaces associées.	42
Figure 16. Répartition spatiale des points de présence de trois espèces de salicornes annuelles, ainsi que des relevés du <i>Salicornion patulae</i>	43
Figure 17. Communautés halophiles pionnières méditerranéennes à <i>Salicornia</i> spp., Etangs Palavasiens, Hérault (2020). .	45
Figure 18. De gauche à droite : B) Salicorne étalée (<i>Salicornia perennans</i>), Port-Saint-Louis-du-Rhône (Bouches-du-Rhône), 2008. © H. Michaud, CBNMed C) Salicorne d'Europe (<i>Salicornia europaea</i>), Port-Saint-Louis-du-Rhône (Bouches-du-Rhône), 2017. © B. Huynh Tan, CBNMed	45

Figure 19 : <i>Daptus vittatus</i> ©B. Louboutin (Opie)	46
Figure 20. Répartition spatiale des points de présence du Sphénope divariqué (<i>Sphenopus divaricatus</i>), de la Frankénie pulvérulente (<i>Frankenia pulverulenta</i>), de la Spergulaire marine (<i>Spergularia marina</i>) et de la Spergulaire de Heldreich (<i>Spergularia heldreichii</i>), ainsi que des relevés du <i>Frankenion pulverulentae</i>	48
Figure 21. Communautés halo-nitrophiles pionnières A) À Spergulaire marine (<i>Spergularia marina</i>) et B) à Sphénope divariqué (<i>Sphenopus divaricatus</i>), Saintes-Marie-de-la-mer, Bouches-du-Rhône (2018). © M. Pires, CBN Méditerranéen de Porquerolles.....	50
Figure 22. Répartition spatiale des points de présence de la Cresse de Crète (<i>Cressa cretica</i>), du Crypside piquant (<i>Crypsis aculeata</i>) et de l'Oxybaside faux chénopode (<i>Oxybasis chenopodioides</i>) ainsi que des végétations relevant de l' <i>Heleochoilon</i>	52
Figure 23. Végétations et espèces caractéristiques des gazons subhalophiles pionniers méditerranéens amphibies A) Gazons subhalophiles pionniers à crypsides en septembre, étang de Mauguio (Hérault), 2019. B) Gazons subhalophiles pionniers à Hélotrope couché (<i>Heliotropium supinum</i>), étang du Maire, Mauguio (Hérault), 2019. © F. Andrieu, CBNMed	55
Figure 24. Espèces caractéristiques des gazons subhalophiles pionniers méditerranéens amphibies A) Crypside piquant (<i>Crypsis aculeata</i>), étang de Berre (Bouches-du-Rhône), 2013. © J. Ugo, CBNMed B) Cresse de Crète (<i>Cressa cretica</i>), étang de Mauguio (Hérault), 2019. © F. Andrieu, CBNMed	55
Figure 25. Hélotrope de Curaçao (<i>Heliotropium curassavicum</i>), Ramatuelle, Var (2007) © D. Guivarch	56
Figure 26. Points de présence de six espèces végétales de prés salés, ainsi que des relevés phytosociologiques du <i>Juncion maritimi</i> , de l' <i>Agropyro-Artemision</i> , du <i>Plantaginion crassifoliae</i> et de l'habitat d'intérêt communautaire 1410, et des mailles de présence de l'habitat d'intérêt communautaire 1410.	57
Figure 27. Végétations de prés salés méditerranéens A) Prés salés méditerranéens à Joncs maritimes (<i>Juncus maritimus</i>), étang de Mauguio & étangs Palavasiens, Hérault (2021). B) Prés salés psammophiles à Schoin noir (<i>Schoenus nigricans</i>), étang de Mauguio, Hérault (2021). C) Prés salés à <i>Elytrigia</i> sp., Lansargues, Hérault (2020).	61
Figure 28. Exemples d'espèces protégées observées dans les prés salés méditerranéens A) Scorsonère à petites fleurs (<i>Scorzonera parviflora</i>), Marignane, Bouches-du-Rhône (1998). © H. Michaud, CBNMed B) Iris d'Espagne (<i>Iris xiphium</i>), Portiragnes, Hérault (2010). © H. Signoret	61
Figure 29. Exemples d'espèces exotiques à caractère envahissant dans les prés salés A) Herbe de la pampa (<i>Cortaderia selloana</i>), Hyères, Var (2008). © B. Huynh-Tan, CBNMed B) Phyla blanchâtre (<i>Phyla nodiflora</i> var. <i>minor</i>), Cannes, Var (2011). © M. Bottin.....	63
Figure 30. Répartition spatiale des points de présence de la Salicorne ligneuse (<i>Salicornia fruticosa</i>), ainsi que les relevés phytosociologiques du <i>Salicornion fruticosae</i> et de l'habitat d'intérêt communautaire 1420.	64
Figure 31. Schéma d'un exemple de zonation de végétations de fourrés halophiles du Plan du Bourg en Camargue (Molinier & Tallon 1965).	67
Figure 32. De gauche à droite : A) Fourré à Salicornes vivaces (<i>Salicornia perennis</i>), étangs Palavasiens, Hérault (2020) B) Fourrés halophiles méditerranéennes à Salicornes ligneuses (<i>Salicornia fruticosa</i>), étangs Palavasiens, Hérault (2020) C) Fourrés halophiles méditerranéens à Arthrocnème à gros épis (<i>Arthrocaulon macrostachyum</i>), étang Palavasiens, Hérault (2020) D) Grand statice (<i>Limoniastrum monopetalum</i>), Leucate, Aude (2015) © J-C. Arnoux.....	67
Figure 33. Répartition spatiale des points de présence du Limonium de Girard (<i>Limonium girardianum</i>), des relevés phytosociologiques de l' <i>Artemisio-Staticetum</i> et de l'habitat 1510.	70
Figure 34. Végétations des steppes salées méditerranéennes A) Steppes salées du Parc naturel régional de la Narbonnaise, Aude (2008) © O. Argagnon, CBNMed B) Steppes salées à Limonium de Girard (<i>Limonium girardianum</i>), étangs Palavasiens, Hérault (2021) C) Fleurs de Limonium de Girard, Grau-du-Roi, Hérault (2002) © F. Andrieu, CBNMed.....	72
Figure 35. Répartition spatiale des points de présence de deux espèces indicatrices des roselières du littoral méditerranéen français (<i>Phragmites australis</i> structurante de ces milieux, <i>Limbarda crithmoides</i> subsp. <i>longifolia</i> marqueur des milieux saumâtres).	74

Figure 36. A) Roselière saumâtre lors d'une période d'assèchement, étang de Mauguio, Hérault (2020) ; B) Roselière en eau, Saintes-Marie-de-la-mer, Bouches-du-Rhône, (2018) © J. Ugo, CBNMed.....	77
Figure 37. Sénéçon en arbre (<i>Baccharis halimifolia</i>), Port-Saint-Louis-du-Rhône, Bouches-du-Rhône (2008) © H. Michaud, CBNMed.....	79
Figure 38. Répartition spatiale des points de présence du Jonc subulé (<i>Juncus subulatus</i>), ainsi que des relevés phytosociologiques du <i>Bolboschoenoplecton</i>	80
Figure 39. Espèces et végétations caractéristiques des scirpaies halophiles méditerranéennes A) Bolbochoin maritime (<i>Bolboschoenus maritimus</i>), Saintes-Marie-de-la-mer, Bouches-du-Rhône (2018) © J. Ugo, CBNMED Communautés halophiles méditerranéennes à joncs subulés (<i>Juncus subulatus</i>) des B) étangs Palavasiens et C) de l'étang de Mauguio, Hérault (2020).....	83

5. Liste des tableaux

<i>Tableau 1. Inventaire bibliographique des menaces qui pèsent sur les zones humides méditerranéennes. *Les modifications du régime hydrique peuvent aussi bien correspondre à une modification du régime « naturel » qu'à une évolution de la gestion, pouvant aboutir à un retour vers une dynamique qualifiée de naturelle, ou du moins spontanée.</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 2. Liste unités EUNIS de niveaux 2 à 6 correspondant aux habitats de marais salés côtiers et roselières (Bajjouk et al. 2015; Davies et al. 2004; Gayet et al. 2018; Louvel et al. 2013)</i>	<i>32</i>
<i>Tableau 3. Liste des écosystèmes de marais salés côtiers et roselières à évaluer sur le littoral français méditerranéen, selon les critères de la Liste rouge des écosystèmes de l'UICN.....</i>	<i>34</i>
<i>Tableau 4. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème laisses d'étangs saumâtres méditerranéens (Bajjouk et al. 2015; Louvel et al. 2013).....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 5. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème marais salés pionniers méditerranéens à Salicornia, Suaeda et Salsola (Bajjouk et al. 2015; Louvel et al. 2013).....</i>	<i>44</i>
<i>Tableau 6. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à Frankenia, Spergula et Parapholis (Bajjouk et al. 2015; Louvel et al. 2013).....</i>	<i>49</i>
<i>Tableau 7. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème gazons subhalophiles amphibies pionniers méditerranéens (Bajjouk et al. 2015; Louvel et al. 2013).....</i>	<i>52</i>
<i>Tableau 8. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème prés salés méditerranéens (Bajjouk et al. 2015; Louvel et al. 2013).....</i>	<i>58</i>
<i>Tableau 9. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème fourrés halophiles méditerranéens (Bajjouk et al. 2015; Louvel et al. 2013).....</i>	<i>65</i>
<i>Tableau 10. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème steppes salées méditerranéennes (Bajjouk et al. 2015; Gayet et al. 2018; Louvel et al. 2013).....</i>	<i>70</i>
<i>Tableau 11. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème roselières méditerranéennes d'eaux saumâtres (Bajjouk et al. 2015; Davies et al. 2004; Gayet et al. 2018; Louvel et al. 2013).....</i>	<i>75</i>
<i>Tableau 12. Liste des unités EUNIS retenues pour l'évaluation de l'écosystème scirpaies halophiles méditerranéennes (Bajjouk et al. 2015; Davies et al. 2004; Gayet et al. 2018; Louvel et al. 2013).....</i>	<i>80</i>
<i>Tableau 13 : Définitions des relations entre les espèces et les habitats (Legros et al. 2016).....</i>	<i>95</i>
<i>Tableau 14 : Liste des espèces présentes dans le domaine méditerranéen et pouvant être trouvées dans les habitats EUNIS 2012 : X01 « Estuaires », X02 « Lagunes littorales salées » et X03 « Lagunes littorales saumâtres ». Les descriptions de la relation espèce-habitat sont données dans le Tableau 13.</i>	<i>95</i>
<i>Tableau 15. Catégories et définitions des espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) et des espèces végétales exotiques potentiellement envahissantes (EVEpotE) d'après Cottaz et al. (2018).....</i>	<i>98</i>
<i>Tableau 16. Liste des espèces végétales exotiques selon leur statut (EVEE : envahissante ; EVEpotE : potentiellement envahissante) et leur catégorie d'EVEE ou d'EVEpotE pour les différentes zones biogéographiques où se situent les écosystèmes évalués dans ce chapitre. Les descriptions des catégories d'EVEE et EVEpotE sont données dans le Tableau 15.....</i>	<i>99</i>
<i>Tableau 17. Liste des alliances caractéristiques des écosystèmes de marais salés du littoral méditerranéen français, ainsi que des espèces végétales indicatrices.....</i>	<i>100</i>

6. Bibliographie générale

- Acreman, M. (2000). *Conservation des zones humides méditerranéennes : L'hydrologie des zones humides*. MEDWET - Conservation des zones humides méditerranéennes. Station Biologique de la Tour du Valat. Arles.
- ADENA. (2020). *Rapport Annuel. Projet Roselières Littorales d'Occitanie. Février 2019-Février 2020*. ADENA.
- Aliaume, C., Do Chi, T., Viaroli, P. & Zaldivar, J.M. (2007). Coastal lagoons of Southern Europe: recent changes and future scenarios. *TWM, Transit. Waters Monogr.*, 1, 12.
- Aloisi, J.-C. & Gadel, F. (1992). Mécanismes sédimento-génétiques et évolution d'un écosystème lagunaire méditerranéen : l'étang de Vendres (Hérault). *Vie et Milieu, Observatoire Océanologique - Laboratoire Arago*, HAL Open Science, 42, 165–183.
- Alonso, C. (2021). *Caractérisation de la ressource alimentaire pour l'avifaune paludicole par méthode de piégeage. Projet Roselières littorales d'Occitanie. Rapport d'étude de Rosalia-expertise*. Rosalia-expertise.
- Amanieu, M., Guelorget, O. & Michel, P. (1977). *Richesse et diversité de la macrofaune benthique d'une lagune littorale méditerranéenne*. Vie Milieu. Montpellier.
- Argagnon, O. (2014). L'habitat prioritaire 1510, " steppes salées méditerranéennes (Limonietalia) ", dans le territoire du Parc naturel régional de la Narbonnaise en Méditerranée. Définition floristique et écologique. *Documents phytosociologiques*, 1, 11.
- Article R211-108 - Code de l'environnement - Légifrance. (2022). Available at: https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000006836803/. Last accessed 8 December 2022.
- Aslam, R., Bostan, N., Amen, N., Maria, M. & Safdar, W. (2011). A critical review on halophytes: Salt tolerant plants. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7108–7118.
- Aunay, B., Dörfliger, N., Duvail, C., Grelot, F., Le Strat, P., Montignoul, M., et al. (2006). Hydro-socio-economic implications for water management strategies: the case of Roussillon coastal aquifer. Presented at the Colloque international sur la gestion des grands aquifères, 150^e anniversaire de la loi de Darcy, 50^e anniversaire de l'AIH (Association Internationale des Hydrogéologues), Dijon, France., p. 9.
- Bailly-Comte, V., Rivet, F. & Villesseche, D. (2019). *Projet SIMBA : Surveillance de l'intrusion marine en Basse Crau. Rapport de synthèse*. (No. BRGM/RP-68687-FR). BRGM.
- Bajjouk, T., Guillaumont, B., Michez, N., Thouin, B., Croguennec, C., Populus, J., et al. (2015). *Classification EUNIS, Système d'information européen sur la nature : Traduction française des habitats benthiques des Régions Atlantique et Méditerranée. Tome 1 : Habitats Littoraux*. IFREMER/DYNECO/AG/15-02/TB1.
- Bardat, J., Bioret, F., Botineau, M., Boulet, V., Delpéch, R., Géhu, J.-M., et al. (2004). *Prodrome des végétations de France. Patrimoines Naturels*. Publications scientifiques du Muséum. MNHN, SFP. Paris.
- Batanero, G.L., Green, A.J., Amat, J.A., Vittecoq, M., Suttle, C.A. & Reche, I. (2021). Patterns of microbial abundance and heterotrophic activity along nitrogen and salinity gradients in coastal wetlands. *Aquatic Sciences*, 84, 13.
- Belnap, J., Lange, O.L. (2001). Structure and Functioning of Biological Soil Crusts: a Synthesis. In: Belnap, J., Lange, O.L. (eds) *Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management*. Ecological Studies, vol 150. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Beltrame, C., Perennou, C. & Guelmami, A. (2015). Évolution de l'occupation du sol dans les zones humides littorales du Bassin méditerranéen de 1975 à 2005. Méditerranée. *Revue géographique des pays méditerranéens*, 125, 97–111.
- Benessaiah, N., Sidhiropoulou, C. & Kouzi, E. (1998). *Mediterranean wetlands : socioeconomic aspects*, IUCN: International Union for Conservation of Nature. (No. IUCN-Ramsar-026). Gland : Ramsar Convention Bureau.
- Bensettiti, F., Bioret, F., Roland, J., Lacoste, J.-P., Géhu, J.-M., Glémarec, M., et al. (2004). "Cahiers d'habitats" Natura 2000 - *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 2 : Habitats côtiers*. Cahiers d'habitats. La Documentation Française. Paris.
- Bensettiti, F., Gaudillat, V., Haury, J., Barbier, B., Peschadour, F., Bardat, J., et al. (2002). "Cahiers d'habitats" Natura 2000 - *Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 : Habitats humides*. Cahiers d'habitats. La Documentation Française. Paris.

- Bensettiti F. & Gaudillat V. (coord.), 2002. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 7 - Espèces animales. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 353 p. + cédérom.
- Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J. (coord.), 2002. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides. MATE/MAPI/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p. + cédérom.
- Berger, A., Corre, J.-J. & Heim, G. (1978). Structure, productivité et régime hydrique de phytocénoses halophiles sous climat méditerranéen. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature.*, 241–278.
- Bissardon, M., Guibal, L. & Rameau, J.-C. (1997a). *CORINE biotopes. Version originale. Types d'habitats français.* ENGREF, MNHN, Nancy.
- Bissardon, M., Guibal, L. & Rameau, J.-C. (1997b). *CORINE biotopes. Version originale. Types d'habitats français.* ENGREF, Nancy.
- Boorman, L.A. (1999). Salt marshes - present functioning and future change. *Mangroves and Salt Marshes*, 3, 227–241.
- Braun-Blanquet, J. (1933). *Prodrome des Groupements Végétaux.* Comité international du Prodrome Phytosociologique. Montpellier.
- Braun-Blanquet, J., Roussine, N. & Nègre, R. (1952). *Les Groupements Végétaux de la France Méditerranéenne.* C.N.R.S. Montpellier.
- BRGM. (2021a). *Projet "Roselières". Vers une stratégie de conservation à long terme des roselières littorales d'Occitanie - Rapport Axe 3 - Volet hydrogéologique et volet Submersion.* (No. RP-70715-FR). BRGM.
- BRGM. (2021b). *Projet "Roselières". Vers une stratégie de conservation à long terme des roselières littorales d'Occitanie - Rapport Axe 3 - Volet hydrogéologique et volet Submersion.* (No. RP-70715-FR). BRGM.
- BRGM. (n.d.). *BRGM - Géosciences pour une Terre durable. DATA-GEOSCIENCE VOCABULARY LINKED DATA REGISTRY.* Available at: <https://data.geoscience.fr/ncl/litho/722>. Last accessed .
- BRL Ingénierie. (2014). *Etat initial de la révision du SAGE LES-MOSSON-ETANGS PALAVASIENS.*
- Cabane, F. (2012). *Lexique d'écologie, d'environnement et d'aménagement du littoral.*
- CAR/ASP. (2003). *La Biodiversité des zones humides en Méditerranée. Projet pour la réparation d'un Plan d'Action Stratégique pour la Conservation de la Biodiversité dans la Région Méditerranéenne (PAS - BIO).* Tunis.
- Carreno, M., Belair, C. & Romani, M. (2008). *Répondre à l'élévation du niveau de la mer et Languedoc-Roussillon.* La lettre des Lagunes - Hors-Série n°1. Pôle Relais Lagunes méditerranéennes.
- Castaigns, J. (2012). *Etude du fonctionnement hydrosédimentaire d'un écosystème lagunaire sur des échelles de temps multiples. Application au complexe lagunaire "étangs Palavasiens - étang de l'Or - canal du Rhône à Sète".* Montpellier II Sciences et techniques du Languedoc, Montpellier.
- Cavelan, A., Simonneau, A., Jacob, J., Le Milbeau, C., Belli, A., Di Giovanni, et al. (2016). *Dynamique sédimentaire récente et eutrophisation de la lagune de Biguglia : nature, origine et distribution des apports sédimentaires.* Presented at the 25ème Réunion des Sciences de la Terre, HAL science ouverte, Caen, p. 1.
- CEREMA. (2020). *Adaptation des territoires littoraux méditerranéens au changement climatique. Phase 1 : Benchmarking des expériences existantes.*
- Comité Français de l'UICN. (2018). *Les forêts méditerranéennes de France métropolitaines.* La Liste Rouge des écosystèmes en France. Paris, France.
- Comité Français de l'UICN. (2020). *Chapitre Forêts méditerranéennes de France métropolitaine, Rapport technique.* La Liste Rouge des Écosystèmes en France. Paris, France.
- Comité français de l'UICN. (2020). *La Liste Rouge des Ecosystèmes en France - Chapitre littoraux méditerranéens de France métropolitaine, Vol 1 : dunes côtières et rivages sableux.* (Rapport technique). Paris, France.
- Commission européenne. (2020). *Etat de conservation de la nature dans l'Union européenne. Rapport relatif à l'état de conservation des espèces et des habitats protégés au titre des directives "Oiseaux" et "Habitats" et aux tendances observées au cours de la période 2013-2018.* (No. COM(2020) 635 final). Commission au Parlement européenne, au Conseil et au Comité économique et social européen, Bruxelles.
- Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. (2021). *Fiches espèces - INVMEF-Flore, plateforme sur les invasions biologiques végétales.* Conservatoire botanique national méditerranéen et Conservatoire botanique national de Corse.

- Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Conservatoire botanique national de Corse, Conservatoire botanique national alpin & Conservatoire botanique national Pyrénées et Midi-Pyrénées. (2023). *INVMED FLORE*. *INVMED FLORE*. Available at: <http://www.invmed.fr/src/home/index.php>. Last accessed 17 January 2023.
- Convention Ramsar sur les zones humides. (2018). *Perspectives mondiales des zones humides : l'état mondial des zones humides et de leurs services à l'humanité*. Gland, Suisse : Secrétariat de la convention Ramsar.
- Corre, J.-J. (1975). *Milieux salés et biologie des halophytes*. (Document de travail - Cours universitaire Pour l'étude et l'aménagement du milieu naturel No. 3498). Institut de botanique, Montpellier.
- Corre, J.-J. (1976). Etude phyto-écologique des milieux littoraux du Languedoc et en Camargue. I. - Caractéristiques du milieu. *Vie et Milieu, Observatoire Océanologique - Laboratoire Arago*, XXVI, 179–245.
- Corre, J.-J. (1977). Etude phyto-écologique des milieux littoraux salés. III. - Groupements végétaux du bord des lagunes Languedociennes. Première partie : Les enganes. *Vie et Milieu, Observatoire Océanologique - Laboratoire Arago*, HAL Open Science, 177–213.
- Corre, J.-J. (1978). Etude phyto-écologique des milieux littoraux salés en Languedoc et en Camargue. III Groupements végétaux du bord des lagunes Languedociennes. 2ième Partie : Prés salés, Roselières. *Vie Milieu, Observatoire océanologique - Laboratoire Arago*, XXVIII–XXIX, fasc. 1, série C., 123–150.
- Corre, J.-J. (1979). Structure des communautés végétales salées. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature.*, 105–128.
- Cottaz, C., Bravet, P., Carroué, A. & Diadema, K. (2018). *Stratégie régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur relative aux plantes exotiques envahissantes. Guide méthodologique pour une déclinaison locale à l'attention des gestionnaires de sites*. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles.
- Davies, C.E., Moss, D. & Hill, M.O. (2004). *EUNIS Habitat Classification Revised 2004*. European Environment Agency, European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity.
- De Foucault, B. (2021). Contribution à une synthèse de la classe des Sarcocornietea fruticosae. *Carnets botaniques - Société botanique d'Occitanie*, 19.
- De Foucault, B. & Guitton, H. (2021). Une déclinaison moderne des Thero-Suaedetea splendidis. *Carnets botaniques - Société botanique d'Occitanie*, 8.
- De Wit, R. (2011). *Biodiversity of coastal lagoon ecosystems and their vulnerability to climate change*. Ecosystems biodiversity. PhD. Oscar Grill. InTech.
- Delcoigne, A. & Thébaud, G. (2018). Contribution au prodrome des végétations de France : les Phragmito— Magnocaricetea Klika in Klika & Novák 1941 nom. conserv. *Documents phytosociologiques*, Prodrome des végétations de France, 7, 93.
- Dörfliger, N. (2013). Entre terre et mer, les eaux souterraines du littoral. *Geosciences, BRGM*, 74–81.
- Eau France Service Public. (2015). *Les zones humides. Les zones humides*. Available at: <http://www.zones-humides.org/milieux-en-danger/etat-des-lieux>. Last accessed 15 December 2022.
- European commission. (2013). *Interpretation manual of European Union habitats - EUR28*. Commission Européenne DG Environnement.
- European Commission. (2013). *Interpretation manual of European Union habitats - EUR28*. Commission européenne DG Environnement - Nature ENV B.3.
- Garbutt, A., de Groot, A., Smit, C. & Pétilion, J. (2017). European salt marshes: ecology and conservation in a changing world. *Journal of Coastal Conservation*, 21, 405–408.
- Gargominy, O., Terceire, S., Régnier, C., Dupont, P., Daszkiewicz, P., Antonetti, P., et al. (2021). TAXREF v15.0, référentiel taxonomique pour la France.
- Gaudillat, V., Argagnon, O., Bensettiti, F., Bioret, F., Boulet, V., Causse, G., et al. (2018). *Habitats d'intérêt communautaire : actualisation des interprétations des cahiers d'habitats*. (No. Version 1). UMS Patrinat 2017-104, FCBN, MTES, Paris.
- Gayet, G., Baptist, F., Maciejewski, L., Poncet, R. & Bensettiti, F. (2018). *Guide de détermination des habitats terrestres et marins de la typologie EUNIS* (No. Version 1.0).
- Géhu, J.-M. & Biondi, E. (1994). Végétation du littoral de la Corse. Essai de synthèse phytosociologique. *Braun-Blanquetia*, 13, 1–150.

- Ghiotti, S. (2019). L'eau au service des territoires ? Entre valorisation et instrumentalisation. Les lagunes et les territoires littoraux d'Occitanie entre inondation, pollution, biodiversité et métropolisation. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, OpenEdition Journals, 109–128.
- Gritti, C. (2021). *Typologie locale du site Natura 2000 "Complexe lagunaire de Salses-Leucate."* Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles & Centre d'écologie Fonctionnelle et Evolutive CNRS.
- Grouzis, M. (1974). Ecophysiologie comparée de trois espèces annuelles du genre *Salicornia* : Germination, Croissance et Accumulation de sels. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier.
- Heurteaux, P. (1970). Rapports des eaux souterraines avec les sols halomorphes et la végétation en Camargue. Actes de la réserve de Camargue. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie, Société nationale de protection de la nature*, 467–510.
- Inácio, M., Conceição Freitas, M., Graça Cunha, A., Antunes, C., Leira, M., Lopes, V., et al. (2022). Simplified Marsh Response Model (SMRM): A Methodological Approach to Quantify the Evolution of Salt Marshes in a Sea-Level Rise Context. *Remote Sensing*, 14.
- IPCC. (2019). Technical Summary [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.- O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. *Cambridge University Press*, 39–69.
- IPCC. (2022). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. *Cambridge University Press*, 53.
- Keith, D.A., Ferrer-Paris, J.R., Nicholson, E. & Kingsford, R. (2020a). IUCN Global Ecosystem Typology 2.0 : descriptive profiles for biomes and ecosystem functional groups. *Gland, Switzerland*, 170.
- Keith, D.A., Ferrer-Paris, J.R., Nicholson, E. & Kingsford, R.T. (2020b). *IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: descriptive profiles for biomes and ecosystem functional groups*. IUCN, International Union for Conservation of Nature.
- Lafon, P., Argagnon, O., Belaud, A., Catteau, E., Causse, G., Corriol, G., et al. (2024). Catalogue de la végétation de France métropolitaine (CatVeg). Harmonisation jusqu'au rang de la sous-alliance et répartition départementale. *Bulletin de la Société botanique du nord de la France*, 372.
- Lahondère, C. (2004). *Les salicornes s. l. sur les côtes françaises (Salicornia L., Sarcocornia A. J. Scott et Arthrocnemum Moq.)*. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest. Nouvelle Série. Saint-Sulpice-de-Royan.
- Legros B., Ichter J., Cellier P., Houard X., Louboutin B., Poncet L., Puissauve R. & Touroult J., 2016. Caractérisation des relations Espèce-Habitat naturel et gestion de l'information. Guide méthodologique. Version 1. Rapport SPN 2016-01, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 38 p.
- Lorenzoni, C. & Paradis, G. (1996). Description phytosociologique et cartographique de la végétation des zones humides du golfe de Rondinara (Corse du Sud). *Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest*, 28.
- 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*. MNHN-DIREV-SPN, MEDDE, Paris.
- Michez, N., Bellan, G. & Grillas, P. (2021). Fiches descriptives des biocénoses benthiques de Méditerranée. Biocénose des laisses à dessiccation lente en contact avec les salicornes (LDL).
- Ministère de la transition écologique. (2022). *Quatrième Plan national milieux humides 2022-2026*. Ministère de la transition écologique.
- MNHN & OFB. (2023). *Inventaire national du patrimoine naturel (INPN). Inventaire national du patrimoine naturel (INPN)*. Available at: <https://inpn.mnhn.fr/programme/rapportage-directives-nature/presentation>. Last accessed 12 December 2023.
- Molina, J., Coulet, E., Grillas, P. & Yavercovski, N. (1996). *Flore de Camargue*. Parc Naturel Régional de Camargue.
- Molinier, R. & Tallon, G. (1965). Etudes botaniques en Camargue. *Terre & Vie*, 1–2, 6–185.
- Molinier, R. & Tallon, G. (1970). Prodrôme des unités phytosociologiques observées en Camargue. *Bulletin du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille*, XXX, 5–110.
- Molinier, R., Viano, J., Leforestier, C. & Devaux, J.P. (1964). Études phytosociologiques et écologiques en Camargue et sur le plan du Bourg. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, XXXVI, 3–100.

- Morand, A. (2001). *Conservation des zones humides méditerranéennes. Amphibiens et reptiles. Ecologie et gestion.* Conservation des zones humides méditerranéennes. MedWet. Tour du Valat. Arles (France).
- Noble, V. & Baret, J. (2019). *Catalogue des végétations du département des Bouches-du-Rhône.* Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles.
- Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes. (2012). *Biodiversité - Etat et tendances des espèces des zones humides méditerranéennes.* Dossier thématique. Tour du Valat (France).
- Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes. (2014). *Occupation du sol - Dynamiques spatiales de 1975 à 2005 dans les zones humides littorales méditerranéennes.* Dossier thématique. Tour du Valat (France).
- OFB. (2022). *Qu'est-ce qu'un estuaire ? Le portail technique de l'OFB. OFB Portail technique - Le site pour les professionnels de la biodiversité.* Available at: <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/275>. Last accessed 24 October 2022.
- Off Your Map. (2020). *Zones humides côtières et crise climatique : Pourquoi la Méditerranée a besoin des solutions fondées sur la nature.* Off Your Map - Life begins in wetlands.
- Olsen, Kent, Jens-Christian Svenning, and Henrik Balslev. 2022. "Niche Breadth Predicts Geographical Range Size and Northern Range Shift in European Dragonfly Species (Odonata)" *Diversity* 14, no. 9: 719.
- Pannozzo, N., Smedley, R., Chiverell, R., Carnacina, I. & Leonardi, N. (2022). Understanding salt marsh resilience to changes in external disturbance. *EGU General Assembly*, 22.
- Paradis, G. (1992). Observations synecologiques sur des stations corses de trois therophytes fini-étivales : *Crypsis aculeata*, *Crypsis schoenoides* et *Chenopodium chenopodioides*. *Le Monde des Plantes*, 11–21.
- Paradis, G. & Lorenzoni, C. (1994). Étude phytosociologique de communautés thérophytiques hygronitrophiles estivo-automnales de la Corse (groupements à *Crypsis aculeata*, *Crypsis schonoides*, *Glinus lotoides* et *Chenopodium chenopodioides*), Nouvelles propositions syntaxonomiques (2e contribution). *Le Monde des Plantes*, 19–26.
- PatriNat (OFB-CNRS-MNHN-IRD). (2025). TAXREF v18.0, référentiel taxonomique pour la France.
- Pergent, G., Bazairi, H., Bianchi, C.N., Boudouresque, C.F., Buia, M.C., Clabaut, P., et al. (2012). *Les herbiers de Magnoliophytes marines de Méditerranée : résilience et contribution à l'atténuation des changements climatiques.* UICN, Gland, Suisse et Malaga, Espagne.
- Petelet-Giraud, Négrel, P., Aunay, B., Ladouche, B., Bailly-Comte, V., Guerrot, C., et al. (2016). Coastal groundwater salinization : Focus on the vertical variability in a multi-layered aquifer through a multi-isotope fingerprinting (Roussillon Basin, France). *Science of the Total Environment*, 566–567, 398–415.
- Pinaut, J.-L., Doerfliger, N., Ladouche, B. & Bakalowicz, M. (2004). Characterizing a coastal karst aquifer using an inverse modeling approach: The saline springs of Thau, southern France. *Water Resources Research*, 40, 18.
- PNUE/PAM. (2009). *Etat de l'environnement et du développement en Méditerranée - Plan Bleu.* PNUE/PAM, Athènes, Grèce.
- Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer.* Oxford Clarendon Press. Oxford.
- Reymann, J., Panaïotis, C., Bioret, F., Bacchetta, G., Delage, A., Delbosc, P., et al. (2017). Prodrôme des végétations de Corse. *Documents phytosociologiques, Série 3*, Société française de phytosociologie, 4, 175.
- Rodwell, J., García Criado, M., Gubbay, S., Borg, J., Otero, M., Janssen, J., et al. (2016). *European red list of habitats . Part 1, Marine habitats.* Commission Commission : Directorate-General for Environment, Publications Office.
- Rufay, X., Kleszczewski, M., Grillas, P. & Poulin, B. (2007). *Catalogue régional des mesures de gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Type : Lagunes littorales.* DIREN-Languedoc-Roussillon.
- SAFEGE. (2011). *Diagnostic concerté et partagé du bassin versant de l'étang de l'Or - Etat des lieux.* (No. S11MEN001). SYMBO.
- Sauve, A., Ichter, J., Argagnon, O., Bellan-Santini, D., Bioret, F., Cavallin, P., et al. (2022). *La Liste rouge des écosystèmes en France - Les littoraux méditerranéens de France métropolitaine, Vol. 2 : côtes rocheuses, rivages de galets et graviers.* (Rapport technique). Comité français de l'UICN, OFB & MNHN., Montreuil, France.
- Sinnassamy, J.M. & Mauchamp, A. (2001). *Roselières : gestion fonctionnelle et patrimoniale.* Cahiers Techniques. ATEN Edition, Fondation EDF, Réserves naturelles de France & Station biologique de la Tour du Valat publ.
- Sirvent, L. (2020). *Les types biologiques : Etat de l'art, actualisation des définitions et mise en place d'un référentiel.* Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles, Montpellier.

- Soldati, F., Jaulin, S., Louboutin, B., Noblecourt, T. & Barnouin, T. (2016). *Mesures compensatoires au parc logistique portuaire de Port-la-Nouvelle : Mise en place d'un suivi de l'état de conservation des milieux dunaires au travers des Coléoptères*. (No. Rapport final). Office National des Forêts, Laboratoire National d'Entomologie Forestière / Office pour les insectes et leur environnement, antenne Languedoc-Roussillon., Quillan / Montferrier-sur-Lez.
- SYMBO. (2019). *Etude du fonctionnement hydrodynamique de l'étang de l'Or - Bilan imports/exports et hiérarchisation des sources de matière*. SYMBO.
- Syndicat Mixte pour la protection et la gestion des nappes de la plaine du Roussillon. (2022). *Suivi des teneurs en chlorures des eaux souterraines sur le littoral de la plaine du Roussillon - Campagne de mesures de l'été 2021*.
- Thiry, E., Berthier, L., Bardy, M., Chenu, J.-P., Guzmova, L., Laroche, B., et al. (2014). *Enveloppes des milieux potentiellement humides de la France métropolitaine - Notice d'accompagnement*. Programme de modélisation des milieux potentiellement humides de France., 50.
- Tour du Valat. (2018). *Les zones humides méditerranéennes : Enjeux et Perspectives 2 : Solutions pour des zones humides méditerranéennes durables*. Tour du Valat, France.
- Trinquier, C. (2009). *Le risque d'eutrophisation des lagunes Méditerranéennes : Le cas de la lagune de Thau (Hérault)*. (Mémoire de Master). Université paul Valéry - Montpellier III.
- Trombetti, M., Abdul Malak, D., Sanchez, A., Guelmami, A., Garcia, N. & Fitoka, E. (2022). *Mapping and assessment of the state of wetland ecosystems: a Mediterranean perspective*. Interreg Mediterranean Biodiversity Protection Community project. Latte Creative.
- Tsiripidis, I., Piernik, A., Janssen, J., Tahvanainen, T., Molina, J., Giusso del Galdo, G., et al. (2016). *European red list of habitats. Part 2, Terrestrial and freshwater habitats*. Commission Commission : Directorate-General for Environment, Publications Office.
- UMS Patrinat. (2019a). *Biodiversité d'intérêt communautaire en France : un bilan qui reste préoccupant. Résultats de la troisième évaluation des habitats et espèces de la DHFF (2013-2018)*.
- UMS Patrinat. (2019b). *Résultats synthétiques de l'état de conservation des habitats et des espèces, période 2013-2018. Rapportage article 17 envoyé à la Commission européenne*.
- Willemsen, P.W.J.M., Smits, B.P., Borsje, B.W., Herman, P.M.J., Dijkstra, J.T., Bouma, T.J., et al. (2022). *Understanding retreat and expansion of salt marshes by modelling the variability of the salt marsh edge under influence of waves and sediment availability*. In: *Nature-based Solutions*. Presented at the NCK Days, p. 20.

7. Annexes

Annexe I. Listes des espèces liées aux marais salés côtiers et aux roselières du littoral méditerranéen français

Tableau 13 : Définitions des relations entre les espèces et les habitats (Legros *et al.* 2016).

Abréviation de la relation	Type de relation	Définition
Esp. eury.	Espèce euryèce	Pour EUNIS 2012 : espèce présente dans de nombreux types d'habitats sans préférence marquée. L'espèce est relativement indifférente vis-à-vis du type d'habitat (ubiquiste).
Esp. prés. ou oligo.	Espèce présente ou espèce oligoèce	Pour EUNIS 2012 : espèce dont la présence est documentée dans l'habitat sans information sur la force de la relation ou espèce présente dans un nombre restreint de types d'habitats sans préférence marquée pour l'un d'entre eux.
Esp. sélec.	Espèce sélective	Pour EUNIS 2012 : espèce oligoèce démontrant une préférence marquée pour un type d'habitat particulier.
Esp. spéc.	Espèce spécialiste	Pour EUNIS 2012 : espèce sténoèce à niche écologique étroite et présente dans un nombre très restreint de types d'habitats.
Esp. spéc. strict	Espèce spécialiste strict	Pour EUNIS 2012 : espèce sténoèce inféodée à un seul type d'habitat précis et lié à des conditions particulières.

Tableau 14 : Liste des espèces présentes dans le domaine méditerranéen et pouvant être trouvées dans les habitats EUNIS 2012 : X01 « Estuaires », X02 « Lagunes littorales salées » et X03 « Lagunes littorales saumâtres ». Les descriptions de la relation espèce-habitat sont données dans le Tableau 13.

Unité EUNIS 2012	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Relation espèce - habitat
X01 : Estuaires	<i>Acipenser sturio</i>	Esturgeon, Esturgeon européen, Esturgeon de l'Europe Occidentale	Esp. prés. ou oligo
	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Rousserolle turdoïde	Esp. prés. ou oligo
	<i>Alosa alosa</i>	Grande alose, Alose vraie	Esp. prés. ou oligo
	<i>Bufotes viridis</i>	Crapaud vert (Le)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Casilda consecraria</i>	Phalène consacrée (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Chiasmia aestimaria</i>	Philobie du Tamaris (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Clytie illunaris</i>	Ophiuse du Tamaris (L'), Ophiuse de la Lorette (L')	Esp. prés. ou oligo
	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	Esp. prés. ou oligo
	<i>Fulica atra</i>	Foule macroule	Esp. prés. ou oligo
	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule-d'eau, Poule-d'eau	Esp. prés. ou oligo
	<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	Esp. prés. ou oligo
	<i>Luscinia svecica</i>	Gorgebleue à miroir	Esp. prés. ou oligo
	<i>Mythimna congrua</i>	Leucanie amnicole (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Esp. prés. ou oligo
<i>Pandion haliaetus</i>	Balbuzard pêcheur	Esp. prés. ou oligo	

Unité EUNIS 2012	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Relation espèce - habitat
	<i>Petromyzon marinus</i>	Lamproie marine	Esp. prés. ou oligo
	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante	Esp. prés. ou oligo
	<i>Tadoma tadoma</i>	Tadome de Belon	Esp. sélec.
X02 : Lagunes littorales salées	<i>Aphanius fasciatus</i>	Aphanius de Corse	Esp. prés. ou oligo
	<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	Esp. prés. ou oligo
	<i>Burhinus oedicanus</i>	Oedicnème criard	Esp. prés. ou oligo
	<i>Casilda consecraria</i>	Phalène consacrée (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Charadrius dubius</i>	Petit Gravelot	Esp. prés. ou oligo
	<i>Chroicocephalus genei</i>	Goéland railleur	Esp. sélec.
	<i>Cucullia argentea</i>	Noctuelle argentée (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	Esp. prés. ou oligo
	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Sterne hansel	Esp. prés. ou oligo
	<i>Haematopus ostralegus</i>	Huîtrier pie	Esp. prés. ou oligo
	<i>Himantopus himantopus</i>	Echasse blanche	Esp. prés. ou oligo
	<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Esp. prés. ou oligo
	<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	Esp. prés. ou oligo
	<i>Luscinia svecica</i>	Gorgebleue à miroir	Esp. prés. ou oligo
	<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière	Esp. prés. ou oligo
	<i>Mythimna congrua</i>	Leucanie amnicole (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Pandion haliaetus</i>	Balbuzard pêcheur	Esp. prés. ou oligo
	<i>Pelophylax perezi</i>	Grenouille de Pérez (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Pelusia obtusa</i>	Lithosie obtuse (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Phoenicopterus roseus</i>	Flamant rose	Esp. spéc.
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Esp. prés. ou oligo
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	Esp. prés. ou oligo
	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante	Esp. prés. ou oligo
	<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	Esp. prés. ou oligo
	<i>Sternula albifrons</i>	Sterne naine	Esp. prés. ou oligo
	<i>Sylvia conspicillata</i>	Fauvette à lunettes	Esp. prés. ou oligo
	<i>Tadoma tadoma</i>	Tadome de Belon	Esp. sélec.
	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	Esp. prés. ou oligo
	<i>Tringa totanus</i>	Chevalier gambette	Esp. prés. ou oligo
X03 : Lagunes littorales saumâtres	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Rousserolle turdoïde	Esp. prés. ou oligo
	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	Lusciniole à moustaches	Esp. sélec.
	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert	Esp. prés. ou oligo
	<i>Aphanius fasciatus</i>	Aphanius de Corse	Esp. prés. ou oligo
	<i>Ardea purpurea</i>	Héron pourpré	Esp. prés. ou oligo
	<i>Botaurus stellaris</i>	Butor étoilé	Esp. sélec.
	<i>Bubulcus ibis</i>	Héron garde-boeufs, Pique bœufs	Esp. prés. ou oligo
	<i>Casilda consecraria</i>	Phalène consacrée (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Charadrius dubius</i>	Petit Gravelot	Esp. prés. ou oligo
	<i>Chroicocephalus genei</i>	Goéland railleur	Esp. sélec.
	<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	Esp. sélec.
	<i>Crocothemis erythraea</i>	Crocothémis écarlate (Le)	Esp. eury.
	<i>Cucullia argentea</i>	Noctuelle argentée (La)	Esp. prés. ou oligo

Unité EUNIS 2012	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Relation espèce - habitat
	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	Esp. prés. ou oligo
	<i>Fulica atra</i>	Foule macroule	Esp. prés. ou oligo
	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Sterne hansel	Esp. prés. ou oligo
	<i>Glaucophaea pratincola</i>	Glaréole à collier	Esp. sélec.
	<i>Haematopus ostralegus</i>	Huitrier pie	Esp. prés. ou oligo
	<i>Himantopus himantopus</i>	Echasse blanche	Esp. prés. ou oligo
	<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Esp. prés. ou oligo
	<i>Ischnura elegans</i>	Agrion élégant	Esp. eury.
	<i>Ixobrychus minutus</i>	Blongios nain, Butor blongios	Esp. sélec.
	<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	Esp. prés. ou oligo
	<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	Esp. prés. ou oligo
	<i>Lestes macrostigma</i>	Leste à grands ptérostigmas, Leste à grands stigmas	Esp. spéc. strict
	<i>Luscinia svecica</i>	Gorgebleue à miroir	Esp. prés. ou oligo
	<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière	Esp. prés. ou oligo
	<i>Mythimna congrua</i>	Leucanie amnicole (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Pandion haliaetus</i>	Balbuzard pêcheur	Esp. prés. ou oligo
	<i>Panurus biarmicus</i>	Panure à moustaches, Mésange à moustaches	Esp. sélec.
	<i>Pelophylax perezi</i>	Grenouille de Pérez (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Pelusia obtusa</i>	Lithosie obtuse (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Phragmataecia castaneae</i>	Zeuzère du Roseau (La)	Esp. prés. ou oligo
	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Esp. prés. ou oligo
	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	Pipistrelle pygmée	Esp. prés. ou oligo
	<i>Platalea leucorodia</i>	Spatule blanche	Esp. sélec.
	<i>Porphyrio porphyrio</i>	Talève sultane, Poule sultane, Porphyrio bleu	Esp. sélec.
	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante	Esp. prés. ou oligo
	<i>Spatula querquedula</i>	Sarcelle d'été	Esp. prés. ou oligo
	<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	Esp. prés. ou oligo
	<i>Sternula albifrons</i>	Sterne naine	Esp. prés. ou oligo
	<i>Sylvia conspicillata</i>	Fauvette à lunettes	Esp. prés. ou oligo
	<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Sympétrum de Fonscolombe (Le)	Esp. eury.
	<i>Sympetrum meridionale</i>	Sympétrum méridional (Le)	Esp. sélec.
	<i>Tadorna tadoma</i>	Tadome de Belon	Esp. sélec.
	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Sterne caugek	Esp. prés. ou oligo
	<i>Tringa totanus</i>	Chevalier gambette	Esp. prés. ou oligo

Annexe 2. Espèces végétales exotiques envahissantes et potentiellement envahissantes

Tableau 15. Catégories et définitions des espèces végétales exotiques envahissantes (EVEE) et des espèces végétales exotiques potentiellement envahissantes (EVEpotE) d'après Cottaz et al. (2018).

Catégorie	Définition	Statut
Majeure	Espèce végétale exotique assez fréquemment à fréquemment présente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement supérieur à 50 %	Espèces végétales exotiques envahissantes EVEE
Modérée	Espèce végétale exotique assez fréquemment à fréquemment présente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement inférieur à 5 % et parfois supérieur à 25 %	
Émergente	Espèce végétale exotique peu fréquente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement, dans ses aires de présence, régulièrement supérieur à 50 %	Espèces végétales exotiques potentiellement envahissantes EVEpotE
Alerte	Espèce végétale exotique peu fréquente sur le territoire considéré et qui a un recouvrement dans ses aires de présence soit toujours inférieur à 5 % soit régulièrement inférieur à 5 % et parfois supérieur à 25 %. De plus, cette espèce est citée comme envahissante ailleurs* ou a un risque intermédiaire à élevé de prolifération en région PACA (d'après Weber & Gut modifié).	
Prévention	Espèce végétale exotique absente du territoire considéré et citée comme envahissante ailleurs* ou ayant un risque intermédiaire à élevé de prolifération en région PACA (d'après Weber & Gut modifié).	

Tableau 16. Liste des espèces végétales exotiques selon leur statut (EVEE : envahissante ; EVEpotE : potentiellement envahissante) et leur catégorie d'EVEE ou d'EVEpotE pour les différentes zones biogéographiques où se situent les écosystèmes évalués dans ce chapitre. Les descriptions des catégories d'EVEE et EVEpotE sont données dans le Tableau 15.

Nom scientifique	Nom commun	Statut	PACA med.	Occitanie med.	Corse	Enjeux
<i>Atriplex halimus</i>	Halime	EVEE	Majeure	Modérée	Modérée	Recouvrement partiel ou total
<i>Baccharis halimifolia</i>	Séneçon en arbre	EVEE	Majeure	Emergente	Alerte	Recouvrement partiel ou total
<i>Carpobrotus spp.</i> ²¹	Griffe de sorcière	EVEE	Majeure	Majeure	Majeure	
<i>Cenchrus clandestinus</i>	Kikuyu, Pennisetum clandestin	EVEpotE	Emergente	-	Majeure	
<i>Cortaderia selloana</i>	Herbe de la pampa	EVEE	Majeure	Majeure	Majeure	Recouvrement partiel ou total
<i>Cotula coronopifolia</i>	Cotule à feuilles de sénebière	EVEE	Prévention	-	Majeure	Recouvrement partiel ou total
<i>Heliotropium curassavicum</i>	Héliotrope de Curaçao	EVEpotE	Alerte	Alerte	-	-
<i>Lepidium didymum</i>	Corne-de-cerf à deux lobes	EVEE	Alerte	Modérée	Alerte	Recouvrement partiel ou total
<i>Ludwigia grandiflora</i>	Jussie à grande fleurs	EVEE	Emergente	Emergente	-	-
<i>Ludwigia peploides</i>	Jussie rampante	EVEE	Majeure	Majeure	Emergente	-
<i>Paspalum dilatatum</i>	Paspale dilaté	EVEE	Majeure	Majeure	Majeure	
<i>Paspalum distichum</i>	Paspale à deux épis	EVEE	Majeure	Majeure	Majeure	
<i>Periploca graeca</i>	Bourreau-des-arbres, Périploca de Grèce, Périploque de Grèce	EVEpotE	Emergente	Emergente	Emergente	-
<i>Phyla nodiflora</i> var. <i>minor</i>	Phyla blanchâtre	EVEE	Emergente	Emergente	Emergente	Recouvrement partiel ou total
<i>Spartina patens</i>	Spartine bigarrée	EVEE	Emergente	Emergente	Alerte	Recouvrement partiel ou total
<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Faux kikuyu, Sténotaphrum, Herbe de Saint-Augustin	EVEpotE	Emergente	-	Emergente	-
<i>Symphytichum squamatum</i>	Aster écailleux	EVEE	Majeure	Modérée	Modérée	-
<i>Asparagus officinalis</i> ssp. <i>officinalis</i>	Asperge officinale	EVEpotE	-	Modérée	-	Anecdotique, peu d'enjeux de colonisation avec impact
<i>Crepis sancta</i>	Crépide de terre sainte	EVEpotE	-	Modérée	-	Anecdotique, peu d'enjeux de colonisation avec impact
<i>Erigeron bonariensis</i>	Erigeron crépu, Vergerette d'Argentine	EVEE	Modérée	Modérée		Anecdotique, peu d'enjeux de colonisation avec impact
<i>Erigeron canadensis</i>	Conyze du Canada	EVEE	Modérée	Modérée	Majeure	Anecdotique, peu d'enjeux de colonisation avec impact
<i>Erigeron sumatrensis</i>	Vergerette de Sumatra	EVEE	Modérée	Majeure	Emergente	Anecdotique, peu d'enjeux de colonisation avec impact
<i>Oenothera glazioviana</i>	Onagre à sépales rouges	EVEE	Modérée	Modérée	-	Anecdotique, peu d'enjeux de colonisation avec impact

²¹ Signalée uniquement en Corse dans les écosystèmes concernés par ce chapitre.

Annexe 3. Taxons et syntaxons indicateurs

Tableau 17. Liste des alliances caractéristiques des écosystèmes de marais salés du littoral méditerranéen français, ainsi que des espèces végétales indicatrices.

Les noms des alliances listées sont issus du catalogue des végétations de la France métropolitaine (Lafon *et al.* 2024). Les taxons indicateurs retenus pour établir les cartes de répartitions présentées dans ce rapport apparaissent en rouge dans ce tableau.

Écosystèmes	Alliances phytosociologiques indicatrices	Espèces végétales indicatrices
Laises d'étangs saumâtres méditerranéens	<i>Thero-Suaedion splendidis</i>	<i>Spirobassia hirsuta</i> (L.) Freitag & G. Kadereit, 2011 <i>Suaeda inermis</i> Fourr., 1869 <i>Suaeda spicata</i> (Willd.) Moq., 1831 <i>Suaeda splendens</i> (Pourr.) Gren. & Godr., 1855
Marais salés pionniers méditerranéens à <i>Salicornia</i> , <i>Suaeda</i> et <i>Salsola</i>	<i>Salicornion patulae</i>	<i>Salicornia europaea</i> L., 1753 <i>Salicornia perennans</i> Willd., 1797 <i>Salicornia procumbens</i> Sm., 1813 <i>Salicornia perennans</i> subsp. <i>perennans</i> Willd., 1797 <i>Salicornia procumbens</i> subsp. <i>procumbens</i> Sm., 1813
Marais salés pionniers nitrophiles méditerranéens à <i>Frankenia</i> , <i>Spergula</i> et <i>Parapholis</i>	<i>Frankenion pulverulentae</i>	<i>Frankenia pulverulenta</i> L., 1753 <i>Spergularia heldreichii</i> Foucaud, 1903 <i>Spergularia marina</i> (L.) Besser, 1822 <i>Sphenopus divaricatus</i> (Gouan) Rchb., 1830 <i>Parapholis filiformis</i> (Roth) C.E.Hubb., 1946 <i>Parapholis incurva</i> (L.) C.E.Hubb., 1946
Gazons subhalophiles amphibies pionniers méditerranéens	<i>Crypsis-Heleochoilon</i>	<i>Cressa cretica</i> L., 1753 <i>Crypsis aculeata</i> (L.) Aiton, 1789 <i>Oxybasis chenopodioides</i> (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch, 2012 <i>Crypsis schoenoides</i> (L.) Lam., 1791 <i>Heliotropium supinum</i> L., 1753
Prés salés méditerranéens	<i>Juncion maritimi</i> <i>Agropyro-Artemision</i> <i>Plantaginion cassifoliae</i>	<i>Carex extensa</i> Gooden., 1794 <i>Plantago cassifolia</i> Forssk., 1775 <i>Myriolimon ferulaceum</i> (L.) Lledó, Erben & M.B.Crespo, 2005 <i>Limonium narbonense</i> Mill., 1768 <i>Juncus littoralis</i> C.A.Mey., 1831 <i>Pulcinella festuciformis</i> subsp. <i>lagascana</i> <i>Artemisa caerulea</i> subsp. <i>gallica</i> <i>Elytrigia acuta</i> (DC.) Tzvelev, 1973 <i>Jacobaea maritima</i> (L.) Pelsler & Meijden <i>Jacobaea maritima</i> subsp. <i>bicolor</i> (Willd.) B.Nord. & Greuter, 2006 <i>Jacobaea maritima</i> subsp. <i>maritima</i> (L.) Pelsler & Meijden, 2005 <i>Juncus acutus</i> subsp. <i>acutus</i> L., 1753 <i>Juncus acutus</i> subsp. <i>leopoldii</i> (Parl.) Snogerup, 1978 <i>Juncus maritimus</i> Lam., 1794 <i>Limonium virgatum</i> (Willd.) Fourr., 1869
Fourrés halophiles méditerranéens	<i>Salicornion fruticosae</i>	<i>Salicornia fruticosa</i> (L.) L., 1762 <i>Arthrocaulon macrostachyum</i> (Moric.) Piirainen & G. Kadereit, 2017 <i>Halimonione portulacoides</i> (L.) Aellen, 1938 <i>Suaeda vera</i> Forssk. ex J.F.Gmel., 1791
Steppes salées méditerranéennes	<i>Artemisio-Staticetum</i>	<i>Limonium girardianum</i> (Guss.) Fourr., 1869 <i>Aeluropus littoralis</i> (Gouan) Parl., 1850 <i>Artemisia caerulea</i> subsp. <i>gallica</i> (Willd.) K. Perss., 1974 <i>Limonium belidifolium</i> (Gouan) Dumort, 1827 <i>Limonium virgatum</i> (Willd.) Fourr., 1869
Scirpaies halophiles méditerranéennes	<i>Bolboschoenoplecton</i>	<i>Juncus subulatus</i> Forssk., 1775 <i>Bolboschoenus maritimus</i> gpe. <i>Schoenoplectus pungens</i> (Vahl) Palla, 1888 <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C. C. Gmel.) Palla, 1888 <i>Schoenoplectus triquetus</i> (L.) Palla, 1888

Annexe 4. Historique de versions

<i>Version</i>	<i>Date</i>	<i>Modifications</i>	<i>Section</i>
1.0	09/02/2023	Livraison de la prestation du CBN Méditerranéen de Porquerolles	
2.0	26/06/25	Relecture	Ensemble du document
		Harmonisation des noms d'espèces selon TAXREF v15	Ensemble du document
		Mise en forme des cartes de répartition	Section 3
		Ajout d'un préambule	Préambule, p. iv
		Ajout d'une description du périmètre de l'étude	Section 2.1 p. 31
		Ajout d'une section sur la cartographie préliminaire présentée dans le présent rapport	Section 2.3 p. 34-35
		Ajout des passages sur la faune	p. 19-20, 27-28, 40-41, 46, 50, 55, 61, 68, 72, 77, 83

