



DOSSIER
THÉMATIQUE
n°2

Occupation du sol

Dynamiques spatiales de 1975 à 2005 dans
les zones humides littorales méditerranéennes



MedWet





L'OZHM, coordonné par la Tour du Valat, a été créé en 2008 dans le cadre de l'initiative MedWet, pour suivre et évaluer l'état et les tendances des zones humides en Méditerranée et développer la connaissance de leurs multiples atouts. Son ultime objectif est d'améliorer la conservation et la gestion des zones humides en assurant l'information d'un large public, notamment les décideurs politiques et le grand-public, conformément à l'axe 1 de la vision stratégique de MedWet. L'OZHM fonctionne grâce à un groupe de partenaires engagés dans cette mission, le Plan Bleu, EKBY, le WCMC-PNUE, Wetlands International et de nombreux autres (www.medwetlands-obs.org).



MedWet est une initiative régionale de la Convention Ramsar, regroupant les 27 pays du pourtour méditerranéen. Son but est de promouvoir et mettre en œuvre la protection et l'utilisation rationnelle des zones humides méditerranéennes (www.medwet.org).



La Tour du Valat - fondation reconnue d'utilité publique - développe depuis plus de 60 ans des programmes de recherche pluridisciplinaires sur le fonctionnement des zones humides méditerranéennes. Ses équipes se sont fixé comme mission d'arrêter la perte et la dégradation de ces milieux et de leurs ressources naturelles, de les restaurer et de promouvoir leur utilisation rationnelle (www.tourduvalat.org).

Ont contribué à cet ouvrage :

Auteurs principaux : Coralie Beltrame, Anis Guelmami et Christian Perennou.

Auteurs collaborateurs : Thomas Galewski, Patrick Grillas, Jean Jalbert, Gaétan Lefebvre, Alain Sandoz, Gwenael Wasse.

À des fins bibliographiques, le présent rapport peut être cité comme suit :

Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes, 2014. Occupation du sol - Dynamiques spatiales de 1975 à 2005 dans les zones humides littorales méditerranéennes. Dossier thématique N°2. Tour du Valat, France. 48 pages. ISBN : 2-910368-59-9.

Notice légale :

Les désignations utilisées dans ce document et la manière dont les informations sont présentées n'impliquent en aucun cas une prise de position de la part de la Tour du Valat sur le statut légal de quelque État, province, ville ou région que ce soit, sur les autorités qui les gouvernent ou sur les délimitations de leurs frontières.

Copyright :

La reproduction de cette publication est autorisée en tout ou partie sous n'importe quelle forme à des fins éducatives ou non commerciales sans permission spéciale des détenteurs de droit, pour peu que la source soit mentionnée. La Tour du Valat apprécierait de recevoir un exemplaire de toute publication mentionnant ce rapport. La vente de cet ouvrage ou toute autre utilisation à des fins commerciales n'est pas autorisée sans la permission écrite de la Tour du Valat.

ISBN : 2-910368-59-9

Crédits photos :

Couverture : Hellio & Van Ingen (bandeau et principale), Tour du Valat (dos de couverture).

Maquette : Atelier Guillaume Baldini

Impression : Pure impression (octobre 2014) sur papier recyclé Balance.

> AVANT-PROPOS



Bien qu'elles comptent parmi les écosystèmes qui contribuent globalement le plus au bien-être humain, les zones humides sont aussi les plus menacées par les activités humaines et les effets du changement climatique. Malgré des décennies d'actions pour leur conservation, elles continuent à disparaître plus rapidement que les autres écosystèmes.

Pouvoir localiser et quantifier ces pertes est une nécessité pour sensibiliser les décideurs et le grand public au sort de ces milieux d'exception. Pour cela, les images satellitaires fournissent un outil puissant et souvent incontournable, mais qui n'avait pas encore été utilisé à l'échelle d'une grande région comme le bassin méditerranéen.

L'Agence spatiale européenne s'est engagée depuis une dizaine d'années à aider la Convention de Ramsar et ses parties contractantes à s'approprier les outils satellitaires pour le suivi de leurs zones humides. Je me réjouis que ce travail de longue haleine, que nous avons entamé avec le secrétariat de la Convention de Ramsar et son comité scientifique, ait abouti à un projet régional aussi ambitieux que GlobWetland II. Nous avons pu former les pays du sud de la Méditerranée et l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM) à utiliser les images satellitaires et la télédétection dans le cadre du suivi des différents habitats qui composent les zones humides méditerranéennes. Ce travail important, initié par le projet GlobWetland II, porte aujourd'hui ses fruits bien au-delà des 10 pays initialement concernés, et couvre maintenant 22 des 27 pays de l'Initiative MedWet de la Convention de Ramsar. Le partenariat avec l'OZHM a ainsi permis d'établir le premier bilan chiffré et précis de l'évolution de l'occupation du sol dans plus de 200 zones humides côtières du bassin méditerranéen.

Les résultats obtenus conjointement par le projet GlobWetland II et l'OZHM, et basés essentiellement sur la télédétection, n'ont rien au besoin de travail de terrain nécessaire pour valider l'information satellitaire et l'enrichir. La télédétection et les relevés terrains se complètent parfaitement et offrent un ensemble d'outils précieux pour le suivi des zones humides. Nous pouvons attendre avec optimisme une amélioration importante de la précision de ces bilans, grâce aux satellites Sentinel qui sont en cours de mise en orbite. Les Sentinel font partie du programme européen Copernicus qui vise à doter l'Europe d'une capacité opérationnelle et autonome d'observation et de surveillance de la Terre, et surtout à fournir d'une manière continue et fiable les données satellitaires essentielles pour le suivi de l'environnement et la sécurité des citoyens. Ces satellites offriront des instruments de monitoring à l'avant-garde, pour un suivi précis et continu d'habitats aussi sensibles que le sont les zones humides.

Les travaux de synthèse effectués par l'OZHM confirment l'importance de la pression urbaine et des pratiques agricoles sur les zones humides littorales. Les évolutions observées sur l'occupation du sol dans les zones humides littorales méditerranéennes entre 1975 et 2005 expliquent par ailleurs bon nombre des changements constatés dans leur biodiversité, et qui ont fait le sujet d'une étude préalable de l'OZHM.

Ce travail, fruit d'une collaboration étroite entre l'Agence spatiale européenne et l'OZHM, a permis de démontrer que l'outil GlobWetland II est un instrument incontournable pour la Convention de Ramsar et pour son initiative régionale MedWet. Il a permis d'équiper l'OZHM et les correspondants nationaux Medwet d'un outil pour mesurer la gestion effective des espaces naturels protégés que sont les sites Ramsar, et qui constitue ainsi une aide précieuse à la décision pour les grands choix territoriaux comme le développement agricole, l'aménagement du littoral, ou la gestion durable des prélèvements en eau.

MARC PAGANINI
Agence spatiale européenne (ESA)

> SOMMAIRE

> RÉSUMÉ (page 6)

> I. DES ZONES HUMIDES LITTORALES MÉDITERRANÉENNES SOUS SURVEILLANCE

- 1.1 Les zones humides littorales méditerranéennes, des habitats sous pression page 8
- 1.2 Des habitats essentiels pour les hommes et la biodiversité page 11
- 1.3 Des images satellites pour suivre l'évolution des zones humides méditerranéennes page 11
- 1.4 214 zones humides littorales surveillées de 1975 à 2005 page 13

> II. COMMENT ONT ÉVOLUÉ LES HABITATS HUMIDES DE 1975 À 2005 ?

- 2.1 Une régression constante des habitats humides naturels de 1975 à 2005 page 17
- 2.2 Dans le même temps, une augmentation des habitats humides artificiels page 23
- 2.3 Un recul marqué des autres habitats naturels page 23
- 2.4 Quels impacts sur les espèces des zones humides méditerranéennes ? page 26

> III. POURQUOI UNE TELLE ÉVOLUTION DES HABITATS HUMIDES EN TRENTE ANS ?

- 3.1 L'agriculture, première pression directe sur les habitats humides page 27
- 3.2 L'urbanisation, le moteur des transformations ? page 28
- 3.3 Artificialisation de la gestion et augmentation des prélèvements en eau page 33
- 3.4 Le recul du trait de côte page 35
- 3.5 Quel effet de la désignation d'une zone humide comme site Ramsar ? page 38
- 3.6 La restauration des habitats humides naturels page 38

> IV. CONCLUSION (page 40)

> V. RECOMMANDATIONS

- 5.1 Développer les inventaires de zones humides et renforcer les systèmes de suivi grâce aux images satellitaires page 41
- 5.2 Conserver le fonctionnement naturel des zones humides et "renaturaliser" les habitats humides artificiels page 41
- 5.3 Assurer la gestion effective des espaces naturels protégés et la conservation des habitats les plus menacés page 42

5.4 Gérer de façon durable les prélèvements en eau	page 42
5.5 Repenser collectivement l'aménagement du littoral	page 42
5.6 Restaurer des habitats humides naturels	page 42



Glossaire	page 43
Références	page 44
Remerciements	page 47

➤ CAS D'ÉTUDES

Encadré 1 La perte de zones humides dans le monde	page 9
Encadré 2 Des évolutions convergentes pour les zones humides littorales et intérieures	pages 9-10
Encadré 3 Le projet GlobWetland-II	page 12
Encadré 4 Les inventaires de zones humides en région méditerranéenne	page 16
Encadré 5 Réduction et fragmentation des habitats humides naturels dans les marais de la Macta (Algérie)	page 19
Encadré 6 Le Bas-Loukkos (Maroc) : les prairies humides paient le plus lourd tribut au développement	page 20
Encadré 7 Régression d'une grande lagune du delta du Nil, le lac Manzala (Égypte)	page 21
Encadré 8 Comblement des berges du lac Uluabat (Turquie) par des apports sédimentaires excessifs	page 22
Encadré 9 Transformation des lagunes de Sinnéra et San El-Hagar (Égypte) en zone de production aquacole et en milieux agricoles	page 24
Encadré 10 Régression des habitats naturels non-humides dans l'estuaire du Sado (Portugal)	page 25
Encadré 11 Modification hydrologique du lac Koronia (Grèce) par le développement agricole	page 29
Encadré 12 Extension urbaine dans le complexe de zones humides de Famagouste (Chypre)	page 31
Encadré 13 Déplacement de l'agriculture sur les zones humides dans l'estuaire de l'Aveiro (Portugal) sous la pression de l'urbanisation	page 32
Encadré 14 Création du barrage de Lebna (Tunisie) dans le lit d'un cours d'eau	page 34
Encadré 15 Recul du trait de côte dans la lagune de Karavasta (Albanie)	page 37
Encadré 16 Restauration des habitats humides naturels à Doñana (Espagne)	page 39

> RÉSUMÉ

*Nota : tous les termes marqués * sont définis dans le glossaire de fin d'ouvrage*

✘ Trente ans d'évolution de l'occupation du sol dans les zones humides littorales méditerranéennes

Les zones humides sont essentielles pour la biodiversité et les hommes qui exploitent leurs ressources ou qui bénéficient de nombreux services qu'elles procurent. Pourtant, elles régressent partout dans le monde. En région méditerranéenne notamment, elles ont perdu environ 50 % de leur superficie au cours du XX^e siècle. Les zones humides littorales sont parmi les plus importantes en termes de superficie et de biodiversité, mais elles sont aussi soumises à de très fortes pressions. En effet le littoral méditerranéen, fortement urbanisé, concentre une population importante et les principales activités humaines.

L'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes présente ici une étude de l'évolution de l'occupation du sol dans les zones humides littorales méditerranéennes entre 1975 et 2005, selon une méthodologie développée par le projet GlobWetland-II. Des cartes de 214 zones humides littorales, réparties dans 22 pays méditerranéens, ont été établies pour les années 1975, 1990 et 2005 à partir d'images satellites. Des indicateurs ont ensuite été calculés à partir de ces cartes, qui renseignent sur l'évolution de la superficie des différents habitats qui les composent.

✘ Comment ont évolué les habitats humides méditerranéens de 1975 à 2005 ?

- La superficie des habitats humides naturels méditerranéens a diminué de 10 % entre 1975 et 2005, soit une perte cumulée de 1248 km² pour les 214 sites. Cette perte est constante sur l'ensemble de la période étudiée. Les marais et les prairies humides apparaissent comme des habitats particulièrement touchés (recul de 10 % et 43 % respectivement), mais les grands plans d'eau ne sont pas toujours épargnés : les lagunes égyptiennes du delta du Nil par exemple, si importantes pour la biodiversité, ont connu un recul spectaculaire de 398 km², tandis que d'autres grands lacs méditerranéens ont également été transformés.
- Dans le même temps, la superficie des habitats humides artificiels a augmenté de 54 %, soit 661 km² pour les 214 sites. Cette artificialisation a surtout eu lieu entre 1975 et 1990, avec un fort développement des réservoirs d'eau artificiels (+ 700 %).
- La superficie des habitats naturels non-humides a diminué de 20 % entre 1975 et 2005, soit une perte cumulée de 686 km², principalement entre 1975 et 1990. Cette régression peut avoir un impact négatif sur le fonctionnement des zones humides, en les déconnectant d'un réseau plus large d'habitats naturels.
- Pour des raisons méthodologiques, les pertes mises en évidence représentent des minima, et sont vraisemblablement sous-estimées.
- Ces changements d'occupation du sol peuvent être reliés à la diminution des populations de certaines espèces inféodées aux habitats humides naturels ayant le plus reculé. De plus, l'augmentation des habitats humides artificiels explique en partie la régression des espèces spécialistes* constatée dans les communautés d'oiseaux des zones humides méditerranéennes.

En effet, s'ils peuvent être bénéfiques pour certains oiseaux d'eau, les habitats humides artificiels n'accueillent pas la même biodiversité que les habitats naturels.

✘ Pourquoi une telle transformation des habitats humides en 30 ans ?

- Au cours de la période étudiée, l'agriculture est la première cause directe de perte d'habitats humides naturels : 7 % des habitats humides naturels présents en 1975 dans les sites étudiés avaient été convertis en milieux agricoles en 2005. L'agriculture irriguée a fortement progressé pendant cette période : les zones humides, planes, au sol fertile et riche en eau, sont des zones privilégiées pour développer ce type d'agriculture.
- L'urbanisation a un impact direct moindre sur les habitats humides naturels, puisque seulement 0,75 % des habitats humides naturels présents en 1975 dans les sites étudiés ont été urbanisés. L'urbanisation est ici entendue au sens large et comprend le développement des villes mais aussi des infrastructures de transports, des zones commerciales et des industries. L'urbanisation semble pourtant être, notamment depuis 1990, le principal moteur des changements observés. Elle consomme en effet surtout des milieux agricoles périurbains, et on constate un report des zones agricoles perdues vers les habitats humides naturels périphériques. Cette dynamique concerne plus généralement tous les habitats naturels.
- L'augmentation des prélèvements et l'intensification de la gestion de l'eau, ressource rare et inégalement répartie en région méditerranéenne, ont un impact majeur sur les habitats humides naturels. Altération de ces derniers par modification du régime hydrologique, transformation en habitats humides artificiels, baisse des débits des cours d'eau, sont quelques-uns des changements documentés dans cette étude.

- Le recul du trait de côte, conséquence de la combinaison de l'augmentation du niveau de la mer sous l'effet du réchauffement climatique et du déficit des apports sédimentaires par les fleuves, a d'ores et déjà entraîné la disparition par submersion de certaines zones humides littorales. Cette dynamique, qui impacte les activités humaines littorales, peut également être une opportunité pour renaturaliser* certains milieux auparavant exploités ou remettre en eau des habitats humides naturels dégradés.
- L'étude montre que l'inscription d'un site sur la liste Ramsar n'est pas suffisante pour assurer la conservation des habitats humides naturels qu'il abrite. Cela plaide pour qu'un statut légal de protection soit donné aux sites Ramsar après leur désignation, et qu'un plan de gestion y soit effectivement mis en œuvre.
- La restauration* des habitats humides naturels dégradés peut permettre de retrouver un certain niveau de biodiversité.

✂ Recommandations

Au regard des évolutions constatées au cours des 30 dernières années, et sur la base de l'analyse de leurs causes, nous formulons les recommandations suivantes :

- Développer et mettre en œuvre des techniques d'inventaires de zones humides permettant leur application à large échelle et des mises à jour régulières, afin de suivre l'évolution des superficies des zones humides méditerranéennes ; la combinaison de données issues d'images satellites et de données topographiques pour définir les zones humides potentielles, et y circonscrire le travail de validation sur le terrain, semble une voie prometteuse.
- Préserver le fonctionnement naturel des zones humides méditerranéennes afin de maintenir leurs habitats caractéristiques, et renaturaliser* les habitats humides artificiels.
- Assurer la gestion effective des espaces naturels protégés et des sites Ramsar.
- Conserver prioritairement les habitats les plus menacés, tels que les marais et les prairies humides.
- Gérer de façon durable les prélèvements en eau dans les habitats naturels, notamment en modifiant les choix agricoles, et en limitant les pertes le long des réseaux hydrauliques.
- Repenser collectivement l'aménagement du littoral afin de s'adapter au recul du trait de côte, y compris par la restauration* de milieux naturels "tampons" entre le littoral et les zones à enjeux humains ou économiques.
- Restaurer* des habitats humides naturels en utilisant les techniques de l'écologie de la restauration*.



➤ Embouchure de la Gravona et du Prunelli - Ajaccio
(© T. Galewski / Tour du Valat).

➤ 1. DES ZONES HUMIDES LITTORALES MÉDITERRANÉENNES SOUS SURVEILLANCE

1.1 LES ZONES HUMIDES LITTORALES MÉDITERRANÉENNES, DES HABITATS SOUS PRESSION

Mangroves, marais, deltas, tourbières, lacs, récifs coralliens... Les zones humides se rencontrent sous tous les climats et dans tous les pays. Malgré l'absence de chiffres fiables et définitifs sur leur étendue, des données convergentes suggèrent qu'au moins 10 millions de km² de zones humides existent dans le monde (Encadré 1). Mais partout, les zones humides régressent (MEA, 2005).

La région méditerranéenne concentre une grande diversité de ces zones humides : mares temporaires, marais, oasis, lacs, deltas, lagunes, fleuves, réservoirs, rizières...

Un premier travail de l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM) a récemment évalué leur étendue à 18,5 (± 3,5) millions d'hectares, soit environ 1,5 % des zones humides mondiales (OZHM, 2012a ; Perennou et al., 2012). Il a aussi montré la perte et la dégradation de ces habitats : régression de 50 % de leur superficie au cours du XX^e siècle, dégradation de la qualité de l'eau, perte de biodiversité, réduction des services offerts aux populations locales, etc. Néanmoins, depuis quelques décennies, elles commencent à faire l'objet d'une attention accrue, se traduisant par des projets locaux de réhabilitation.

En région méditerranéenne, le littoral fait l'objet de pressions extrêmement fortes. Première destination touristique mondiale (UNEP MAP / Plan Bleu, 2009), la région accueillait 275 millions de touristes en 2007. Ce tourisme est en grande majorité côtier, souvent balnéaire. Il a conduit depuis les années 1960 au développement de nombreuses infrastructures sur le littoral. D'abord limitées à quelques pays comme l'Espagne, l'Italie et la France, elles se sont graduellement étendues à l'ensemble du pourtour méditerranéen. Parallèlement, des infrastructures lourdes se sont développées sur le littoral : pétrochimie, sidérurgie, ports, aéroports, routes, etc. Toutes profitent à la fois de la faible pente, de la facilité d'accès, et de leur localisation à l'interface entre mer et terres.

La convergence spatiale d'enjeux forts – économiques et écologiques – explique qu'au sein des zones humides méditerranéennes, celles situées à proximité du littoral puissent avoir une évolution différente et fassent l'objet d'une attention particulière (Encadré 2).



➤ Les oueds à lauriers roses (ici dans l'Anti-Atlas, Maroc) sont des zones humides temporaires présentes surtout dans le sud et l'est du bassin méditerranéen, mais aussi, localement, en Europe du Sud (© C. Perennou / Tour du Valat).

Encadré 1 La perte de zones humides dans le monde

Il n'existe pas aujourd'hui de données exhaustives sur l'étendue des zones humides à l'échelle mondiale. Cela résulte notamment de fortes divergences méthodologiques et de définitions quant à ce qui est considéré – ou non – comme des zones humides dans les différents inventaires existants. Par exemple, à partir d'inventaires nationaux et régionaux, Finlayson & Davidson (1999) concluaient qu'au moins 748 à 1 276 millions d'hectares (Mha) de zones humides existaient à la fin du XX^e siècle, nuanciant toutefois ce panorama en avertissant que les vrais chiffres devaient être "considérablement supérieurs". Ces auteurs évaluaient la perte à 50% de leur superficie environ au cours du XX^e siècle.

Lehner & Doll (2004) estimaient, indépendamment, la superficie totale de zones humides à 1 120 – 1 320 Mha en incluant lacs et réservoirs, mais en omettant divers types de zones humides artificielles. Ce total représente 8,6% à 10% de la surface terrestre du globe, calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique exclues.

Prigent et al. (2012) estimaient par images satellites à 566 Mha la superficie maximale mondiale en "eau libre" (open water). Cela représente environ la moitié de la superficie totale en zones humides identifiées par Finlayson & Davidson (1999) ou Lehner & Doll (2004). Mais cette étude, en ciblant les surfaces en "eau libre", sous-estimait vraisemblablement les marais couverts de végétation, les forêts inondables, ainsi que les habitats inondés temporairement. Elle concluait par ailleurs à une perte nette de 33,2 Mha inondés entre 1993 et 2007, soit - 5,9% en 15 ans, ce total résultant d'une perte plus conséquente de 1993 à 2000, suivie d'un léger regain jusque fin 2007.

Enfin, Chen & Chen (2014) estimait à l'aide d'images satellites à 756 Mha la superficie globale en zones humides en 2010. Ils notent des pertes en superficie respectivement de 1,77% pour les "eaux libres" et 2,64% pour les autres zones humides, entre 2000 et 2010.

Encadré 2 Des évolutions convergentes pour les zones humides littorales et intérieures

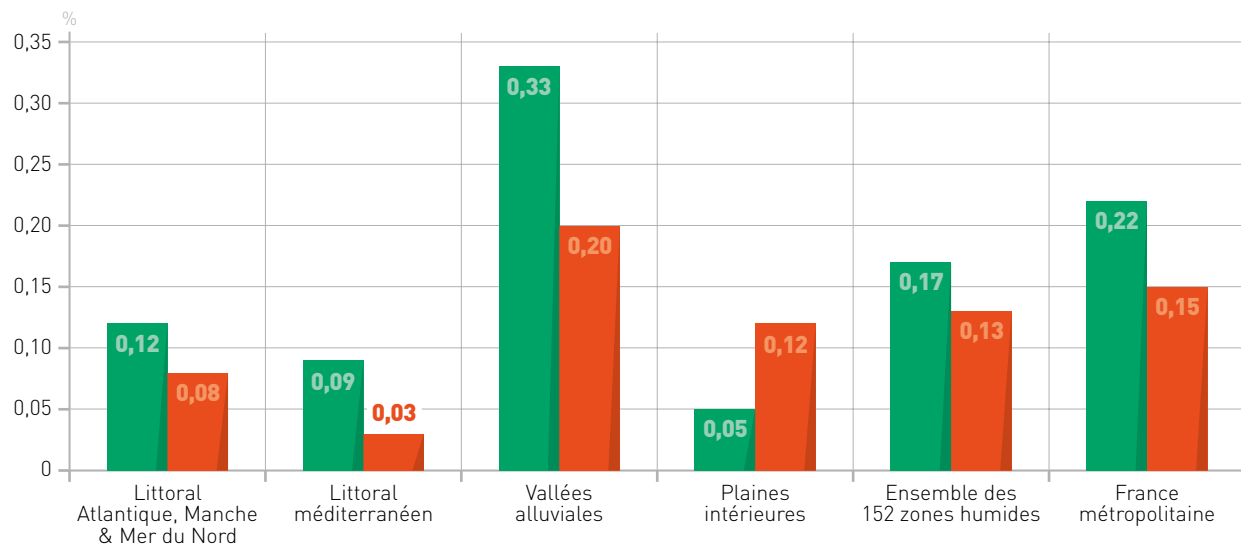
Dans quelques pays méditerranéens, des études permettent de distinguer l'évolution des zones humides littorales et de celles de l'intérieur des terres.

En France, les zones humides des deux façades littorales ont été globalement moins artificialisées que la moyenne nationale entre 1990 et 2006 (Figure 1.1), et en particulier que les zones humides des vallées alluviales (IFEN, 2008 ; SOeS, 2009). Toutefois, la principale vague d'aménagements côtiers (industriels et touristiques) date

des décennies 1950-1970 et elle n'est donc pas prise en compte ici. Face aux pressions affectant le littoral, les politiques publiques ont pris des mesures de protection comme la création du Conservatoire du Littoral en 1975. Un quart de la superficie des communes littorales est aujourd'hui protégé (MEDDE-MNHN, 2013), contre 13,8% en moyenne métropolitaine. Ces politiques sont probablement à l'origine des moindres pertes de zones humides côtières depuis 1990.

FIGURE 1.1

Pourcentage de la superficie de 152 zones humides françaises urbanisées entre 1990 et 2000 (en vert) et entre 2000 et 2006 (en orange) : chiffres pour la France métropolitaine, fournis à titre d'exemple et couvrant tout le territoire national [Sources : IFEN, 2008 ; SOeS, 2009].



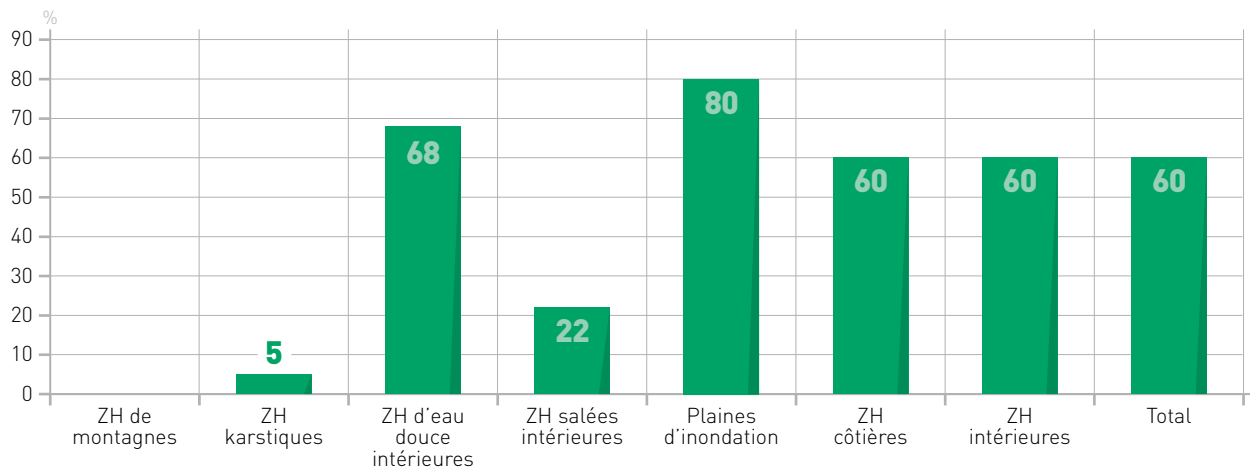
Encadré 2

Des évolutions convergentes pour les zones humides littorales et intérieures (suite)

En Espagne, l'inventaire des zones humides (*Casado & Montes, 1995*) montre qu'au cours des XIX^e et XX^e siècles, les pertes ont autant touché les zones humides du littoral que celles de l'intérieur (Figure 1.2). Toutefois, les pertes en valeur absolue ont été beaucoup plus massives pour les habitats côtiers, car ils représentaient 85% de la superficie en zones humides en 1800. Certains types de

zones humides de l'intérieur du pays, comme les plaines d'inondation et plus généralement les zones humides d'eau douce, ont été plus affectées que les zones humides côtières (Figure 1.2). Ainsi, à la dichotomie littoral/intérieur, s'en superposent d'autres (habitats doux/salés ; zones montagneuses/plaines, etc).

FIGURE 1.2 Pourcentage de pertes des différents types de zones humides (ZH) entre 1800 et 1990 en Espagne
[Source : Casado & Montes, 1995].

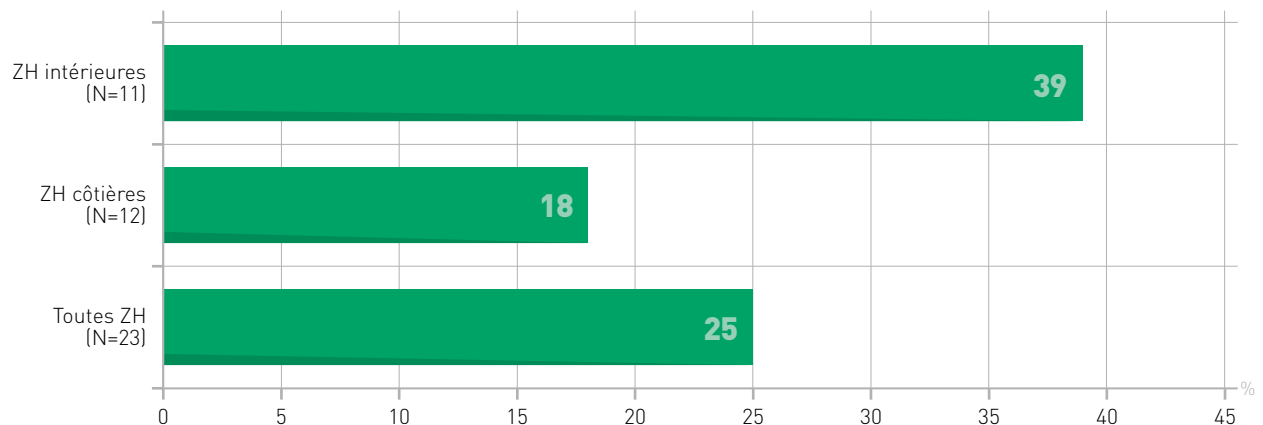


Au Maroc, une étude a quantifié les changements de superficie de 23 zones humides entre 1978 et 1999 (*Green et al. 2002*). Un quart de leur superficie a disparu en 21 ans (Figure 1.3). La perte des zones humides de l'intérieur (39%) est nettement supérieure à celle du littoral (18%) (NB : critère = situées à moins de 100 km de la côte).

des terres, malgré la concentration des pressions sur le littoral. Toutefois, ces études portent sur des pas de temps très variables, et la distribution géographique des pressions a évolué au cours du temps, notamment en fonction des phases de développement du tourisme côtier. De plus les zones humides littorales représentaient souvent des superficies plus grandes, et ont donc subi des pertes nettes plus importantes.

Ainsi, il n'est pas avéré que les zones humides littorales aient globalement plus souffert que celles de l'intérieur

FIGURE 1.3 Taux de perte de la superficie en zones humides (ZH) au Maroc entre 1978 et 1999
[Source : calculé d'après Green et al. 2002].



1.2

DES HABITATS ESSENTIELS POUR
LES HOMMES ET LA BIODIVERSITÉ

Les zones humides littorales concentrent les sites les plus grands et les plus prestigieux, comme les grands deltas (Nil, Pô, Rhône...). Elles hébergent une forte diversité en plantes, invertébrés, poissons ou encore amphibiens, dont beaucoup ne se rencontrent nulle part ailleurs dans le monde (CEPF, 2010).

Cette biodiversité exceptionnelle s'explique par plusieurs raisons. Les zones humides sont parmi les habitats les plus productifs de la planète, soutenant de ce fait de grandes populations animales. Ainsi, les zones humides du littoral méditerranéen sont des zones de repos et d'alimentation essentielles pour des centaines de millions d'oiseaux sur les voies de migration reliant l'Eurasie à l'Afrique. De plus, lieu de rencontre entre trois continents, le bassin méditerranéen bénéficie des apports faunistiques et floristiques particuliers de chacun d'eux. D'autre part, son histoire géologique et climatique tourmentée a conduit au long isolement de certaines régions ; isolement qui est à l'origine du fort taux d'endémisme* de certains groupes comme les poissons, les mollusques ou les plantes. Enfin, les civilisations qui se sont développées dans le bassin méditerranéen depuis plusieurs millénaires ont créé des habitats semi-naturels étendus et diversifiés, où de nombreuses espèces ont prospéré.

Très productives, les zones humides sont également essentielles pour les populations humaines qui exploitent directement leurs abondantes ressources : récolte de la végétation, pêche, chasse, prairies pour l'élevage, sols fertiles pour l'agriculture... Véritables infrastructures naturelles, elles permettent notamment de réguler les flux hydrologiques. Elles offrent ainsi gratuitement de multiples services tels que la protection contre les inondations et les sécheresses, la recharge des nappes phréatiques, l'épuration de l'eau... Bien

qu'elles ne couvrent qu'environ 1,5 % à 3 % de la surface de la Terre, les zones humides représentent 45 % des services écologiques évalués (Coates, 2010).

Longtemps perçues négativement à cause des maladies qui leur étaient associées et le sont toujours dans de nombreuses parties du monde (en particulier le paludisme), les paysages et la biodiversité des zones humides sont aujourd'hui perçus comme attractifs, dans un monde de plus en plus urbanisé. À côté des activités de loisirs telles que la chasse ou la pêche, le tourisme durable, basé sur la jouissance d'habitats naturels préservés et l'observation de leur faune et de leur flore, connaît un réel engouement. À la différence du tourisme de masse, l'écotourisme est une activité économique "douce" sur le plan environnemental, qui génère des emplois et des revenus significatifs pour les collectivités locales tout en maintenant l'activité rurale traditionnelle.



➤ La Rainette méridionale *Hyla meridionalis*, une espèce endémique à l'ouest du bassin méditerranéen (© O. Pineau).

1.3

DES IMAGES SATELLITES
POUR SUIVRE L'ÉVOLUTION DES ZONES
HUMIDES MÉDITERRANÉENNES

La bonne gestion et la préservation de la biodiversité et des services écologiques associés nécessitent de connaître leur état et leur évolution. Mais la biodiversité est une notion complexe, qui va des gènes aux écosystèmes, et les moyens humains et financiers restent insuffisants face aux enjeux. Afin de contourner cette difficulté, l'état de la biodiversité est aujourd'hui appréhendé via des indicateurs synthétiques qui permettent de s'accommoder de données parfois lacunaires et de donner, malgré tout, une image réaliste de la situation. Afin d'être utiles en termes de conservation, ces indicateurs doivent aussi renseigner sur les pressions et forces motrices qui entraînent un déclin de la biodiversité, et les réponses mises en place par les sociétés pour y remédier (Butchard et al., 2010).

Pour renforcer la gestion durable des zones humides en alertant sur leur état et leur évolution, l'OZHM s'est doté d'un jeu

d'indicateurs complémentaires et cohérents selon le modèle "forces motrices, pressions, état, impacts, réponses" (Figure 2), modèle très largement utilisé (Convention sur la diversité biologique, Agence européenne de l'environnement...).

Dans cette étude, une méthode de suivi des écosystèmes et des habitats humides a été développée en utilisant des données provenant des images satellites. Disponibles de façon régulière depuis 1972, ces dernières permettent de remonter dans le temps ; analysées et combinées à des données de terrain, elles fournissent des cartes d'occupation du sol. À partir de ces cartes, des indicateurs d'état, caractérisant la superficie des écosystèmes de zones humides, ainsi que des indicateurs de pression, caractérisant la gestion des sols, ont été calculés. Cette démarche a été développée dans le cadre du projet GlobWetland-II (GWII, Encadré 3).

Encadré 3 Le projet GlobWetland-II

Lancé en 2010 par l'Agence spatiale européenne (ESA), GlobWetland-II (GW-II, 2010-2014) était un projet pilote régional visant à faciliter l'utilisation des techniques d'observation de la Terre dans la gestion et la conservation des habitats humides méditerranéens. Son objectif principal était d'aider à mettre en place un système mondial d'information sur les zones humides (G-WOS), en accord avec le plan stratégique de la Convention de Ramsar sur les zones humides. Les indicateurs spatiaux de suivi des habitats humides devaient aussi permettre d'alimenter la base de données de l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM).

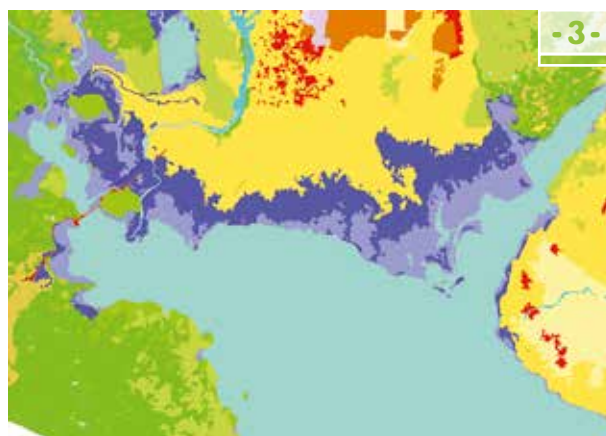
Pour répondre à cet objectif, un système de suivi-évaluation, basé sur la cartographie de l'occupation du sol et l'étude de son changement entre 1975 et 2005, a été développé. Trois dates ont été retenues : 1975, 1990 et 2005, de façon à s'harmoniser avec les suivis d'occupation du sol européen (*Corine Land Cover*).

L'approche GW-II était basée sur trois composantes :

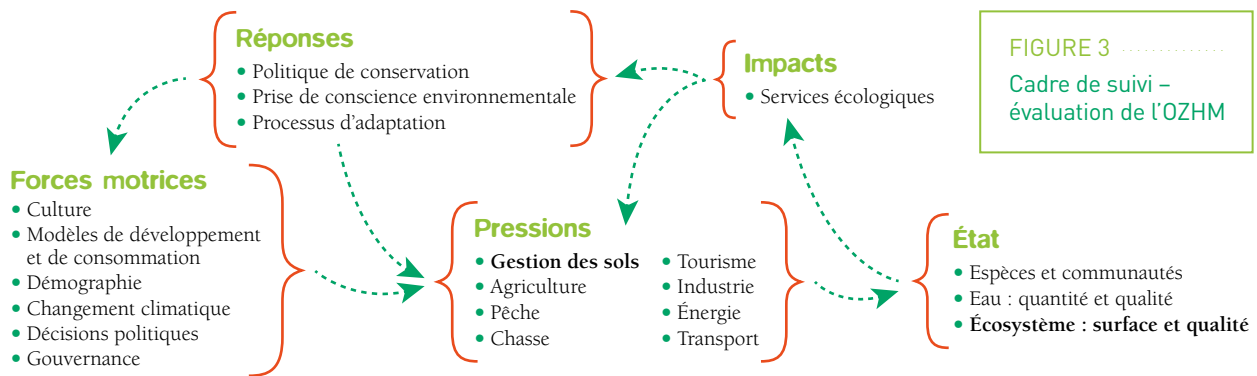
- Une composante télédétection : prétraitement des images satellites, classification de l'occupation du sol et détection des changements ;
- Une composante Système d'information géographique (SIG) : calcul des indicateurs spatiaux (superficie totale des habitats humides, évolution dans le temps, superficies inondées, pressions anthropiques, etc.) ;
- Une composante Web-SIG : mise en place d'un accès permanent aux produits développés (cartes et indicateurs) via un site internet.

Les images provenaient des satellites Landsat (*MSS, TM et ETM*) et l'approche cartographique était basée sur une classification orientée objet par segmentation¹ (Figure 3). Cette classification de l'occupation du sol est basée sur celle de CORINE Land Cover utilisée au niveau européen, mais en la raffinant pour les classes correspondant aux zones humides (au sens de la Convention de Ramsar).

FIGURE 2
Exemple de l'approche méthodologique adoptée (segmentation/classification) pour la cartographie de l'occupation du sol (Projet GW-II) : 1) image brute, 2) segmentation¹ et 3) classification : carte.



¹ Opération automatisée consistant à segmenter l'espace en zones à priori homogènes, avant de leur attribuer une classe d'occupation du sol (2e opération, dite de "classification")



1.4

214 ZONES HUMIDES LITTORALES SURVEILLÉES DE 1975 À 2005

Dans le cadre du projet GW-II, un ensemble initial de 200 sites, répartis entre les 10 pays du sud et de l'est du bassin méditerranéen (du Maroc à la Syrie), ont été cartographiés. Le travail a ensuite été étendu à la rive nord (de la Turquie au Portugal), pour 84 autres sites. Ne disposant pas d'inventaire complet des zones humides méditerranéennes (Encadré 4) pour choisir les sites à cartographier, des bases de données disponibles (sites Ramsar et Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux de BirdLife International), ainsi que la bibliographie, ont été utilisées pour pallier à ce manque.

Afin de se concentrer sur l'évolution des seules zones humides littorales, un échantillon de 214 sites, répartis dans 22 pays, a été sélectionné parmi les 284 analysés initialement. Le double critère de sélection était de retenir les zones humides situées à moins de 100 km de la côte, et à moins de 700 m d'altitude (Carte 1).

La superficie de ces sites va de 0,27 km² (barrage Sidi Abdelmoneem, Tunisie) à 1 261 km² (lagune de Burullus, Égypte), avec une moyenne de 142 km². Leur total couvre 30 511 km², cartographiés en 1975, en 1990 et en 2005. Sur ce total, 12 634 km² étaient des habitats humides naturels en 1975. Notre échantillon représente donc 5,7 à 8,4 % de la superficie estimée des habitats humides naturels en région méditerranéenne.

L'échantillonnage n'est pas équilibré entre les pays. La rive nord est moins bien représentée que les rives sud et est (80 sites vs 134). Mais au sein de chacun de ces 2 ensembles, les disparités entre pays reflètent bien la réalité géographique, avec des régions très riches en zones humides littorales (Tunisie, Libye) et d'autres au contraire très pauvres (Syrie).

Les 214 sites d'étude sont des complexes de zones humides avec leurs milieux adjacents. Parmi eux, 82 sont des sites Ramsar, 125 des Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) – certains sont les deux à la fois – et 54 ni Ramsar ni ZICO. La délimitation des sites est basée sur des éléments administratifs lorsqu'ils existaient (délimitation de sites Ramsar, de ZICO ou d'espaces naturels). Dans les cas où il n'y avait pas de délimitation administrative, les limites du site d'étude sont celles du complexe de zones humides.

À l'intérieur de ces sites, on distingue cinq grands types de milieux regroupant différentes classes d'habitats :

- Des habitats humides naturels : cours d'eau, prairies humides, forêts humides dont les ripisylves*, marais intérieurs et maritimes, tourbières, zones intertidales*, rivages marins, plans d'eau tels que lacs permanents ou temporaires, d'eau douce ou saumâtre, lagunes et estuaires ou deltas ;
- Des habitats humides artificiels : excavations (par exemple gravières ou puits de mines), rizières, marais salants, canaux, étangs d'aquaculture, sites de traitement des eaux usées, et réservoirs allant des petites retenues agricoles aux grands lacs de barrages ;
- Des habitats naturels non humides : forêts, milieux à végétation arbustive (comme la garrigue) ou herbacée comme les pelouses, et espaces ouverts avec peu ou pas de végétation comme les falaises ou les semi-déserts par exemple ;
- Des milieux agricoles non humides : terres arables (hors rizières), cultures permanentes, prairies sèches et zones agricoles hétérogènes comprenant des mosaïques paysagères dominées par l'agriculture ;
- Des milieux urbanisés non humides : zones urbanisées, industrielles ou commerciales ; réseaux de transport, mines, décharges et chantiers (hors excavations), espaces verts urbains et équipements sportifs.

Les résultats cartographiques initiaux ont été soumis à une validation sur le terrain, pour quantifier le taux global d'erreur lié à la méthodologie. Au total, 28 sites ont fait l'objet de cette validation (environ 10 % de l'ensemble des sites). Sur les 48 classes d'habitat (et 1 380 points vérifiés au total), le taux d'erreur global est de 12,3 %. Ce chiffre baisse à 10,6 % pour les 23 habitats humides concernés par cette opération (662 points vérifiés). Au final, avec un taux global de validation de 87,7 %, les résultats peuvent être considérés comme suffisamment proches de la réalité pour être interprétés (Thomlinson *et al.*, 1999).



RIA AVEIRO
(PORTUGAL)

ESTUAIRE
DU SADO
(PORTUGAL)

DOÑANA
(ESPAGNE)

DELTA DU
LLOBREGAT
(ESPAGNE)

DELTA DE
L'EBRE
(ESPAGNE)

GRANDE
CAMARGUE
(FRANCE)

BARRAGE DE SIDI
ABDELMONEEM
(TUNISIE)

GHAR
EL MELH
(TUNISIE)

MARAIS DE
LA MACTA
(ALGÉRIE)

COMPLEXE DE ZONES HUMIDES
DU BAS-LOUKKOS
(MAROC)

BARRAGE
MOHAMMED V
(MAROC)

CARTE 1

Les 214 sites de l'étude (en orange). Sont nommés les sites utilisés comme exemples dans le texte et les encadrés.



Encadré 4 Les inventaires de zones humides en région méditerranéenne

Les inventaires de zones humides constituent un bon moyen pour évaluer l'étendue actuelle couverte par ces habitats, et, grâce à des inventaires successifs, leurs évolutions passées. Les pays méditerranéens sont à des stades très divers d'avancement dans leurs inventaires. La Grèce, la Slovénie, le Portugal et la Tunisie (par exemple) disposent d'un inventaire (quasi-) complet. D'autres pays, comme la France ou l'Italie, disposent de multiples inventaires locaux, départementaux ou par bassins versants, mais non coordonnés. Certains pays (par exemple l'Algérie) disposent apparemment d'un inventaire, mais leurs résultats sont inaccessibles. Enfin, quelques pays comme l'Égypte ou la Syrie ne disposent pas d'inventaires mais seulement d'informations très partielles figurant dans les grands répertoires internationaux, qui ne couvrent que les sites les plus importants (Figure 4).

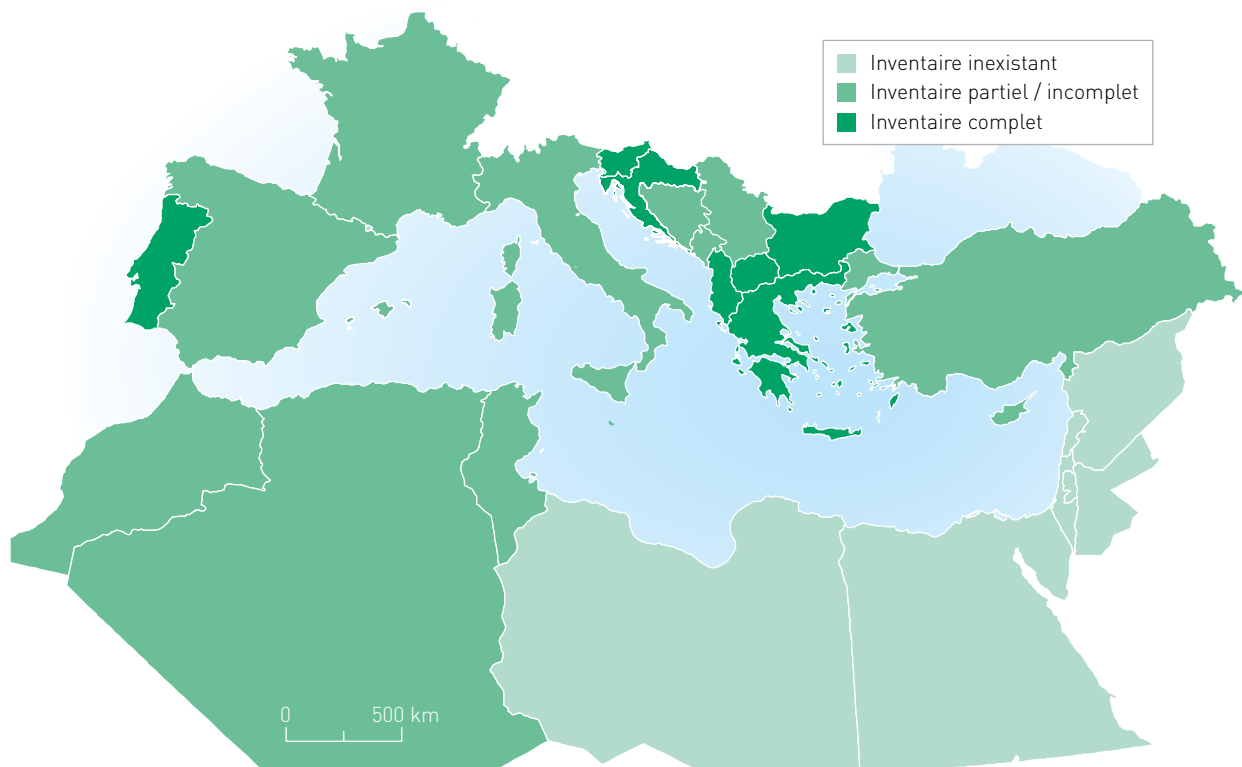
La situation par pays a été résumée par Nivet et Frazier (2004) pour l'Europe et Caesstecker (2007) pour le bassin méditerranéen. Les principales difficultés pour obtenir une vision globale et uniforme sur la région sont :

- Des définitions différentes de ce qui est inclus – ou pas – comme “zones humides”, certains pays n'incluant que les habitats naturels, d'autres toutes les zones humides y compris les artificielles, d'autres enfin seulement celles ayant une valeur ornithologique ; il en va de même avec l'inclusion ou non des lacs, fleuves et rivières ;
- Des méthodes et des dates de réalisation différentes ;
- Une échelle de précision ainsi que des seuils d'incorporation variables (par exemple seulement les zones humides de plus de 1 ha, de 10 ha...).

Une synthèse des meilleures informations disponibles, essayant de corriger les biais entre pays, a été effectuée par *Perennou et al. (2012)*. Elle a conclu à l'existence d'environ 15 à 22 millions d'hectares de zones humides dans le bassin méditerranéen à la fin du XX^e siècle, dont 23 % d'habitats artificiels. Une perte de l'ordre de 50 % au cours du XX^e siècle a également été mise en évidence.

FIGURE 4

Carte des inventaires existants en 2012. Il y a trois catégories : inventaire national (quasi-) complet (9 pays) ; inventaires régionaux ou provinciaux de bonne qualité mais non exhaustifs, non synthétisés ou non coordonnés (10 pays) ; pas d'inventaire accessible hormis les répertoires internationaux de zones humides, très incomplets (8 pays).



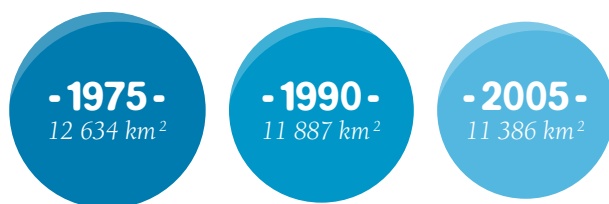
> 2. COMMENT ONT ÉVOLUÉ LES HABITATS HUMIDES DE 1975 À 2005 ?

2.1 UNE RÉGRESSION CONSTANTE DES HABITATS HUMIDES NATURELS DE 1975 À 2005

✘ Perte des habitats naturels humides sur les 214 sites étudiés

Sur l'ensemble des 214 sites étudiés, la superficie des habitats humides naturels a diminué de 10 % entre 1975 et 2005 (Figure 5), soit une perte totale de 1 248 km². Ces habitats humides naturels regroupent les prairies humides, les forêts humides dont les ripisylves*, les marais intérieurs et maritimes, les tourbières, les rivières et leurs estuaires

FIGURE 5
Superficie cumulée d'habitats humides naturels sur les 214 sites de l'étude (en km²).



✘ Des résultats qui accentuent les pertes massives d'habitats humides naturels antérieures à notre étude

De nombreuses zones humides ont été détruites ou dégradées bien avant 1975, qui marque le début de notre période d'étude. Bien que le suivi à long terme des habitats naturels était moins développé avant, des informations partielles existent localement.

Par exemple une étude paléogéographique, basée sur l'analyse des couches sédimentaires du delta du Nil, la plus grande zone humide du bassin méditerranéen, a montré que d'importantes transformations liées à la présence humaine ont commencé très tôt (Stanley & Warne, 1993). L'immense zone de marais au centre du delta et de lagunes au nord a été modifiée par l'Homme dès l'Antiquité. En particulier, certains bras du Nil ont été maintenus par excavation, parallèlement au développement de l'agriculture irriguée rendue possible par le drainage des zones humides. Drainage et mise en culture se sont intensifiés au sud du delta au cours du 1^{er} millénaire de notre ère. Au début du XIX^e siècle, de grandes zones de lagunes et de marais subsistaient encore au nord du delta, mais la pression démographique a accru les besoins en eau pour l'irrigation et en terres pour l'urbanisation et l'agriculture. Les processus de drainage des zones humides

ou deltas, les habitats intertidaux, les lacs permanents et temporaires, ainsi que les lagunes. Nous avons décomposé la période d'étude en deux sous-périodes : 1975-1990 et 1990-2005. Entre 1975 et 1990, 747 km² d'habitats humides naturels ont été perdus (soit 6 % de la superficie de 1975) et 502 km² entre 1990 et 2005 (soit 4 % de la superficie de 1975). Bien que la perte en superficie soit moindre en seconde période, ce ralentissement du taux de perte n'est pas statistiquement significatif.

Ces résultats confirment les données éparses antérieures qui signalaient une disparition progressive des zones humides dans le monde et dans le bassin méditerranéen (Encadré 1). L'amplitude des chiffres est toutefois différente d'une étude à l'autre ; cela peut être dû à des différences dans les méthodologies employées et les objets de suivi (habitats humides naturels ou surfaces en eau libre par exemple). La Méditerranée n'est pas une exception à l'échelle mondiale : 28 % des zones humides intertidales* bordant la Mer Jaune en Extrême-Orient ont disparu entre les années 1980 et 2010 (Murray et al. 2014).

et de captation de l'eau pour les besoins humains se sont donc intensifiés. À cela il faut ajouter des bouleversements écologiques majeurs : le percement du canal de Suez terminé en 1869 et la construction du vieux barrage d'Assouan (1902), puis du Haut Barrage en 1960, qui ont totalement modifié la dynamique du fleuve et donc du delta. Les images satellites montrent que ce processus de transformation des habitats naturels humides s'est poursuivi entre 1975 et 2005. Ainsi, les quatre lagunes côtières restantes, à l'exception de la lagune de Maryut, figurent parmi les sites étudiés ayant connu les plus fortes pertes d'habitats naturels humides : - 264 km² pour la lagune de Burullus, - 184 km² pour celle de Manzala et - 74 km² pour celle d'Idku.

Sur une période plus récente, une étude menée dans la plaine côtière israélienne grâce à des cartes historiques a également montré des pertes spectaculaires : il ne reste aujourd'hui que 9 % de la superficie des habitats naturels humides présents sur ce territoire à la fin du XIX^e siècle (Levin et al., 2009). 82 % des sites ont tout simplement disparu, alors que les autres ont vu leur superficie se réduire. Dans cette étude, une carte militaire britannique de 1943 montre qu'une grande partie de ces modifications s'étaient produites avant cette date. Ici encore, le drainage pour la mise en culture des terres et la construction d'infrastructures urbaines ou de transport expliquent ces évolutions.

✘ Une sous-estimation des pertes sur la période étudiée

Notre étude sous-estime très probablement le taux de perte des habitats naturels humides sur la période considérée. Tout d'abord, notre échantillon n'intègre que des sites qui sont encore des zones humides en 2005, excluant donc toute zone humide ayant totalement disparu au cours de la période d'étude, comme par exemple le lac d'Amik en Turquie (Kiliç *et al.*, 2006).

De plus, les sites choisis sont des zones humides connues et recensées, que ce soit dans les bases de données des sites Ramsar et des Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (Birdlife) ou dans la bibliographie, et donc davantage susceptibles d'être protégées. Ce sont aussi des zones humides suffisamment grandes pour être suivies

grâce aux images satellites Landsat utilisées dans ce projet, c'est-à-dire qu'elles font au minimum 0,25 km² (25 ha). La résolution des images satellites utilisées est de 60 m en 1975 et de 30 m en 1990 et 2005. On ne peut donc pas saisir la dynamique de toutes les petites zones humides de type mares temporaires ou petits marais, ainsi que des cours d'eau, qui sont potentiellement parmi les habitats les plus menacés (Rhazi *et al.*, 2012). Pour la même raison technique, certains changements au sein de la zone humide ne sont pas détectés. Par exemple, si 1 ha de marais est transformé en rizière, ce changement concerne une superficie trop petite pour qu'il soit détecté. Il est donc probable que les chiffres avancés soient conservateurs.

✘ Les marais et les prairies humides, des habitats menacés

Parmi les habitats naturels, les marais et les prairies humides connaissent les plus forts taux de perte entre 1975 et 2005. Les marais (2 848 km² en 1975) ont reculé de 293 km² dans les zones humides étudiées, soit une perte de 10 % (Encadré 5). Dans le même temps, les prairies humides (142 km² en 1975) ont enregistré une perte de 62 km², soit 43 % (Encadré 6). Ces habitats, temporairement inondés et souvent situés autour de grandes zones humides ou dans les plaines d'inondation des rivières et des fleuves, sont les premiers touchés par la conversion en terres agricoles ou en zones urbanisées.

Ces résultats rejoignent ceux d'une étude nationale conduite en France sur les principales zones humides : les prairies humides sont l'un des habitats humides naturels qui ont le plus régressé entre 2000 et 2006 (SOeS, 2012).

✘ Un recul inquiétant de certains grands plans d'eau

Les petits habitats humides temporaires ne sont pas les seuls à régresser, et certaines grandes étendues d'eau connaissent aussi des déclinés importants. Dans le delta du Nil notamment, 398 km² de lagunes ont été perdues entre 1975 et 2005 à Burullus, Manzala (Encadré 7), ou encore à Sinnéra et Sanel Hagar (Encadré 9).

Certains lacs permanents sont aussi en recul. En tout, 129 km² de ces habitats humides naturels ont été perdus entre 1975 et 2005 sur l'ensemble des sites étudiés. En Turquie par exemple, les lacs Kuş et Uluabat ont subi de fortes modifications hydrologiques qui ont entraîné une augmentation de la sédimentation, une baisse de la profondeur et des fluctuations naturelles de niveau, et le développement de marais sur les berges autrefois en eaux libres (Encadré 8).

➤ Un îlot cultivé gagné sur d'anciennes zones humides en Camargue (France) (© L. Chazée).

Encadré 5

Réduction et fragmentation des habitats humides naturels dans les marais de la Macta (Algérie)

Les marais de la Macta, classés site Ramsar depuis 2001, se situent au nord-ouest de l'Algérie. Cet écosystème exceptionnellement riche en biodiversité (Ghodhani & Amokrane, 2013) est constitué de trois grandes zones : les marais proprement dits, une zone de végétation naturelle, et les cultures. La première, la plus humide, englobe les étangs, mares et marais des basses plaines, les embouchures, les bras d'oueds*, les méandres et les lacs salés. Elle est notamment favorable à une faune spécifique d'invertébrés, d'oiseaux d'eau et de poissons. La deuxième zone, moins humide, est couverte d'une flore halophile*, avec des habitats rares et endémiques* en Afrique du Nord. Finalement, la région de la Macta présente des potentialités économiques importantes, basées essentiellement sur l'agriculture (première région oléicole et agrumicole de l'Ouest algérien) et le pastoralisme, avec une transhumance importante des nomades venant du Sud (Direction de l'Agriculture, 2009).

Ce site a connu une perte importante des habitats humides naturels entre 1975 et 2005. Ils sont passés de 272 km² à 194 km², soit de 61% à 44% de la superficie totale cartographiée (Figure 6). Cette régression est à relier aux aménagements hydrauliques opérés en amont du site et à l'expansion de l'agriculture et du pastoralisme (Figure 6). En effet, pendant la période 1970-1992, trois nouveaux barrages furent construits (en plus des deux qui existaient déjà) dans le bassin versant de la Macta (Figure 7). Ceci, conjugué aux effets d'une période de sécheresse annuelle de plus en plus longue, a eu pour conséquence la diminution des écoulements vers les marais, avec un assèchement des sols et une perte en habitats humides naturels (Meddi et al., 2009). La sédentarisation croissante des communautés nomades du secteur, suivie de la transformation des terres asséchées en zones d'élevage ou de cultures, constitue une autre menace pour le site. En effet, au-delà de la perte d'habitats humides naturels, les transformations fragmentent les habitats naturels, avec un impact négatif sur la biodiversité.

FIGURE 6
Évolution de l'occupation du sol dans les marais de la Macta (Algérie) entre 1975 et 2005 (© GlobWetland II/ESA).

- Milieux urbanisés
- Habitats humides naturels
- Milieux agricoles
- Habitats humides artificiels
- Habitats naturels non humides
- Mer et océan

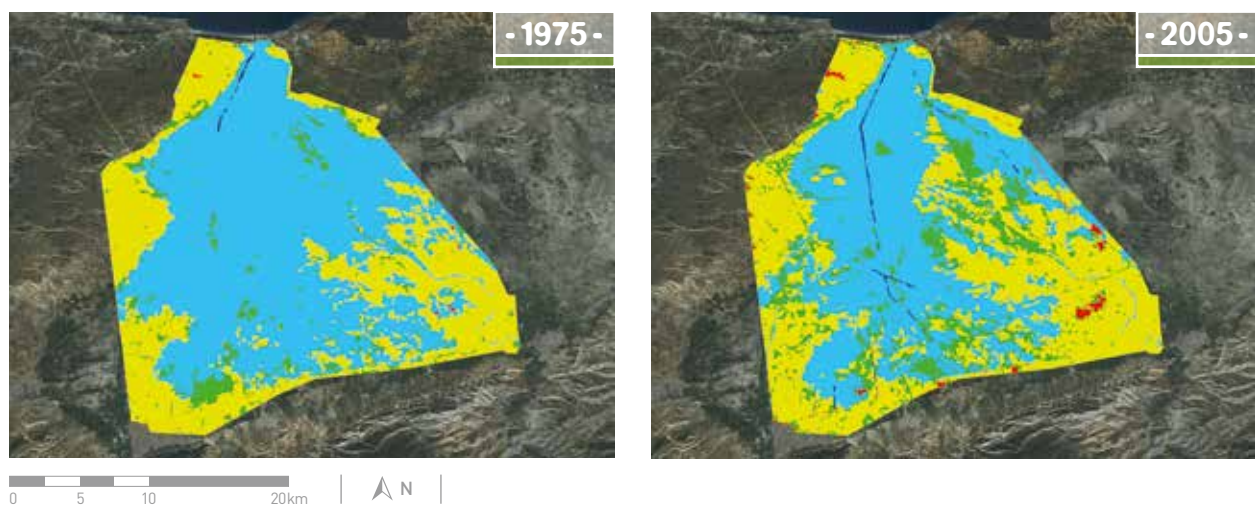
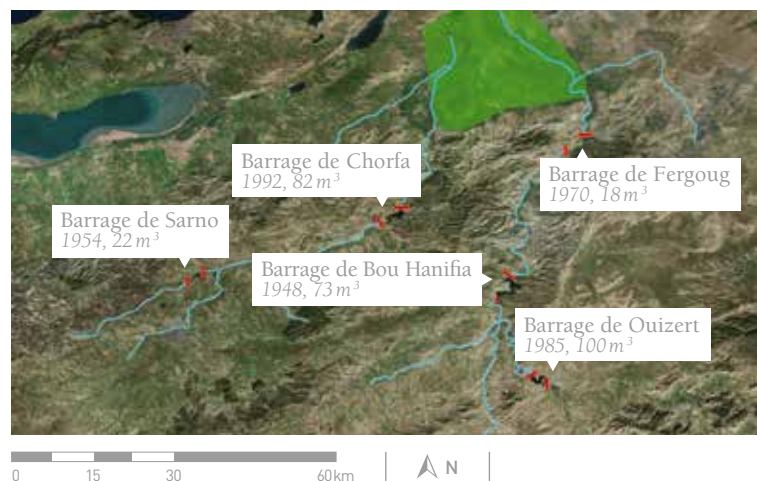


FIGURE 7
Localisation des barrages dans le bassin versant de la Macta (Algérie).



Encadré 6

Le Bas-Loukkos (Maroc) : les prairies humides paient le plus lourd tribut au développement

Ce site du littoral atlantique du Maroc est un complexe unique d'habitats estuariens, d'eaux marines peu profondes, de marais maritimes et d'eau douce, de prairies et de forêts humides. On y trouve aussi des habitats humides artificiels, principalement des rizières et des salins. Classé site Ramsar depuis 2005, il abrite des espèces animales protégées et/ou menacées, telles que la Sarcelle marbrée, le Fuligule nyroca, le Hibou du Cap et la Loutre européenne. Ce site joue aussi un rôle important dans la rétention des crues du fleuve Loukkos. Les activités principales autour du site sont l'agriculture, l'élevage, la production de sel et le tourisme (El Agbani et al., 2003).

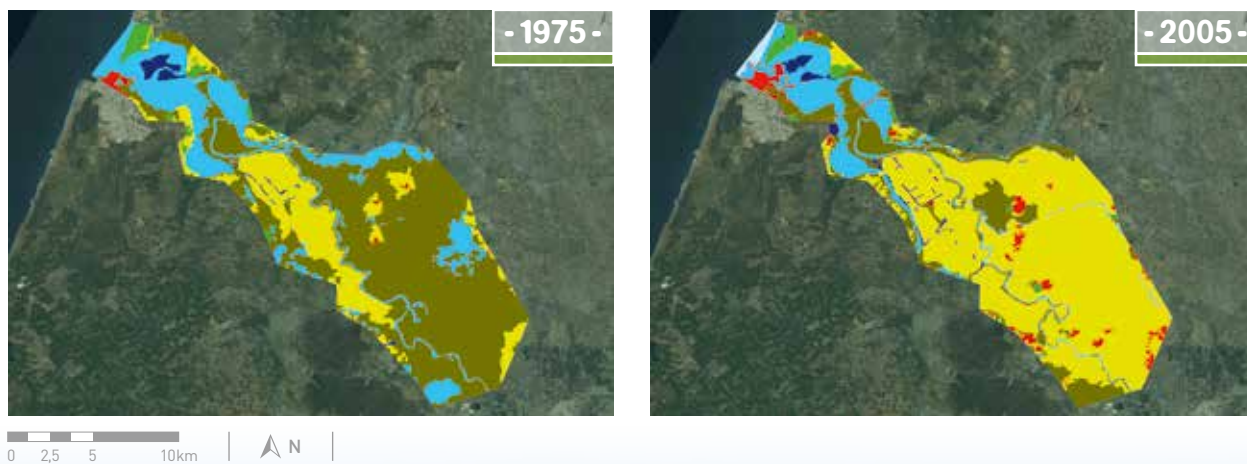
Il y a eu une régression générale des habitats humides naturels, principalement convertis pour l'agriculture sur sol sec. Ils sont passés de 45 km² en 1975 à 17 km² en 2005. Parmi ces habitats, les prairies humides ont fait l'objet des pertes nettes les plus importantes, passant de 31 km² en 1975 à 8 km² en 2005 (- 70% en 30 ans) ; leur

part au sein des habitats humides naturels est passée de 65 % à 47 % (Figure 8).

Même si les raisons de cette dégradation sont multiples (rétention de l'eau en amont du bassin versant, sur-pâturage, comblement et développement urbain, etc.), la principale cause reste le drainage des habitats humides et le développement agricole. En effet, à partir des années 70, le choix économique du Maroc s'est porté sur l'intensification de l'agriculture irriguée, avec notamment la politique dite du "Un million d'hectares irrigués", qui a permis d'augmenter la production agricole totale à un rythme proche de 8 % par an entre 1960 et 2000 (Jouve, 2002). Pour le secteur étudié, ceci s'est traduit par d'importants investissements dans les années 1970-80 : construction de barrages (neuf en tout dans le bassin), et aménagements hydro-agricoles facilitant le drainage et l'irrigation des terres nouvellement cultivées (Vercueil, 1982).

FIGURE 8 Régression des prairies humides au profit de l'agriculture entre 1975 et 2005 [complexe des zones humides du Bas-Loukkos au Maroc] (© GlobWetland II/ESA).

- Milieux urbanisés
- Milieux agricoles
- Habitats naturels non humides
- Habitats humides naturels
- Prairies humides
- Habitats humides artificiels
- Mer et océan



Comblement de marais dans le Bas-Loukkos (Maroc) [© P. Grillas / Tour du Valat].



Encadré 7

Régression d'une grande lagune
du delta du Nil, le lac Manzala (Égypte)

Le site du Lac Manzala est constitué de la plus grande lagune d'Égypte et d'habitats humides naturels périphériques. Situé au nord-est du delta du Nil, juste entre les villes de Port-Saïd et Damiette, il se caractérise par une profondeur moyenne de 1,3 m et un gradient de salinité croissant du sud vers le nord.

Quatre principaux types d'habitats naturels y sont rencontrés : la lagune elle-même et, à sa périphérie, des marais maritimes, des marais avec de la végétation aquatique (phragmites et typhas), et des habitats dunaires formant notamment le cordon littoral qui la sépare de la mer Méditerranée. Considéré comme le plus important lieu d'hivernage pour les oiseaux d'eau en Égypte, le site représente aussi une étape importante pour nombre d'espèces migratrices et un lieu de ponte potentiel pour les tortues marines. Des mammifères typiques des habitats humides y vivent, tels que le Chat des marais (*Felis chaus*).

Malgré son importance, ce site ne jouit d'aucune mesure de protection, hormis une petite partie d'environ 35 km² au nord-est de la lagune (Ashtoum El Gamil, 35 km²), déclarée aire protégée en 1988 (Baha El Din, 1999).

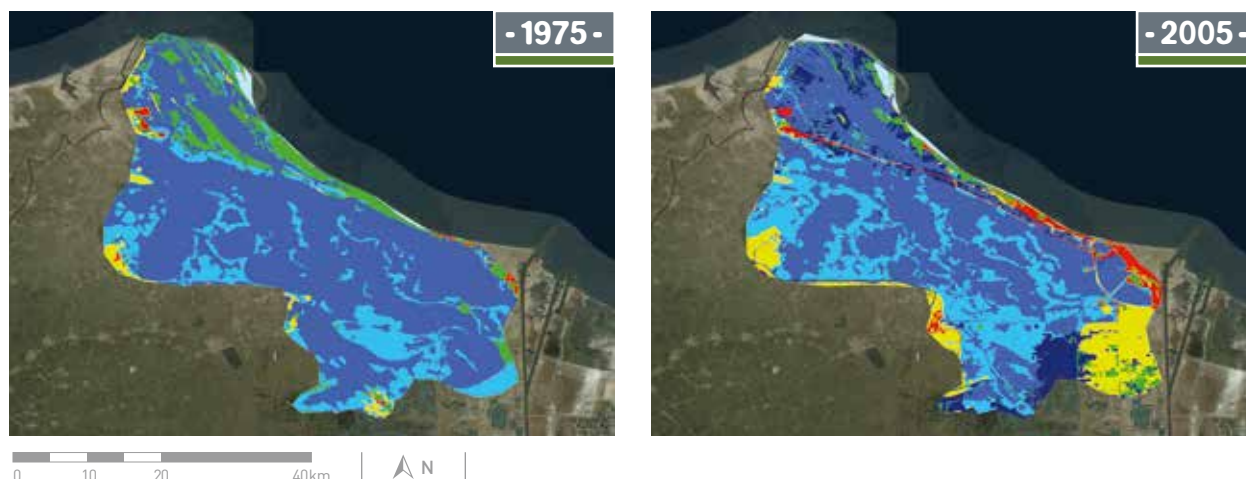
Entre 1975 et 2005, ce site a connu une régression des habitats humides naturels (Figure 9), avec une perte nette d'environ 144 km² (- 16%). L'habitat le plus touché est l'habitat lagunaire, passé de 722 km² en 1975 à 528 km² en 2005 (- 27% en 30 ans ; une partie a été transformée en marais).

La majorité de ces habitats lagunaires ont été convertis en milieux agricoles, en bassins aquacoles (habitats humides artificiels) et en milieux urbanisés (respectivement 29%, 14% et 0,05% des pertes de lagunes).

Les conversions en milieux agricoles s'expliquent par la politique de gestion des terres menée par l'Égypte ces dernières décennies (Dinar *et al.*, 1995). En raison de la rareté des sols cultivables, delta et vallée du Nil exceptés, l'intensification de l'exploitation de ces espaces est devenue un enjeu économique majeur. De ce fait, une partie importante du Lac Manzala (ouest et sud) a été drainée à partir des années 1970, afin d'encourager les fermiers à s'y installer. Cependant, ce projet fut un échec sur le plan économique. Les sols étant salés, les rendements agricoles y sont beaucoup plus faibles que ceux de la pêche dont vivaient principalement les communautés riveraines avant ces aménagements (Ibrahim, 2003).

FIGURE 9 Perte d'habitats lagunaires entre 1975 et 2005 (Lagune de Manzala, Égypte).
(© GlobWetland II/ESA)

- Milieux urbanisés
- Habitats humides naturels hors lagunes
- Milieux agricoles
- Lagunes
- Habitats naturels non humides
- Habitats humides artificiels
- Mer et océan



Encadré 8 Comblement des berges du lac Uluabat (Turquie) par des apports sédimentaires excessifs

Ce lac d'eau douce se trouve au nord-ouest de la Turquie, au sud de la mer de Marmara. Il est alimenté en eau principalement par la rivière Mustafakemalpaşa (ou Kirmasti) qui s'y jette au niveau de la rive sud, en formant un mini-delta intérieur. Outre les habitats strictement lacustres (eau libre), les habitats humides naturels comprennent des marais à hélophytes (roseaux) et tamaris, répartis tout au long des berges. L'activité dominante des populations riveraines est la pêche. L'agriculture est également bien représentée, avec des oliveraies et des terres irriguées autour du site. Le lac Uluabat est une Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux en raison des communautés importantes qu'il abrite (Magnin & Yazar, 1997). C'est aussi un site Ramsar depuis 1998, ce qui, en Turquie, implique un degré de protection relativement fort.

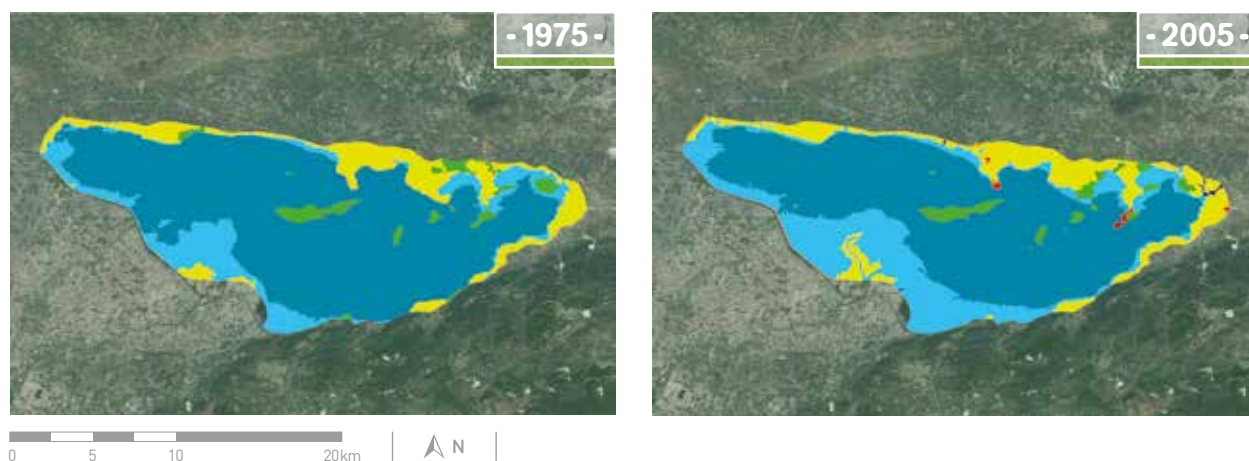
Il n'y a quasiment pas eu de changements dans la superficie cumulée des habitats humides naturels entre 1975 et 2005, qui est passée de 160 km² à 158,5 km². Cependant, l'habitat "Lac naturel permanent" qui représentait 134 km² en 1975, a perdu plus de 15% de sa superficie (soit 21 km²).

Celle-ci a été principalement convertie en marais, habitat dont la superficie a pratiquement doublé (de 24 km² en 1975, à 43 km² en 2005). Ces transformations sont observées essentiellement au sud et au sud-ouest du lac (Figure 10).

La principale raison de ces changements est liée à la forte sédimentation ayant lieu dans le lac. L'eau de la rivière Mustafakemalpaşa est très chargée en matières en suspension en raison d'activités minières et de l'érosion dans son bassin versant, et des prélèvements de sable dans son lit. Ces matières sédimentent ensuite dans le lac, surtout au débouché de la rivière, accroissant ainsi le mini-delta. La perte de profondeur au niveau des berges est favorable au développement de la ceinture d'hélophytes, qui contribuent également à l'accumulation de sédiments dans la périphérie du lac. Le développement des roselières (cartographiées en marais) se fait au détriment de l'eau libre, c'est-à-dire de l'habitat "lac naturel permanent". La charge en matières en suspension a toutefois baissé ces dernières décennies, par rapport aux années 1970 (Lammens & Van den Berg, 2001).

FIGURE 10 Modification des habitats humides naturels entre 1975 et 2005 suite à la sédimentation (Lac Uluabat, Turquie).

- Milieux urbanisés
- Milieux agricoles
- Habitats naturels non humides
- Habitats humides naturels hors lacs permanents
- Lacs naturels permanents



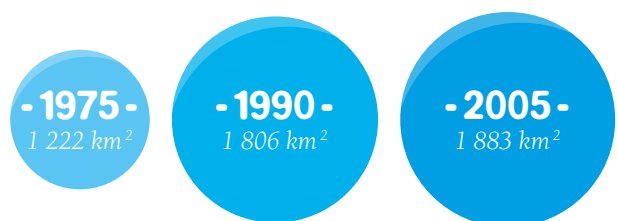
2.2 DANS LE MÊME TEMPS, UNE AUGMENTATION DES HABITATS HUMIDES ARTIFICIELS

✕ Progression des habitats humides artificiels sur les 214 sites étudiés

Les habitats humides artificiels regroupent les canaux, les rizières, les marais salants, les étangs d'aquaculture, les zones d'excavation comme les gravières, les sites de traitement des eaux usées, les réservoirs et les lacs de barrages.

Sur l'ensemble des 214 sites étudiés, les habitats humides artificiels connaissent une croissance de 54 % entre 1975 et 2005, ce qui représente un gain de 661 km² (Figure 11). Il y a un ralentissement statistiquement non significatif de cet accroissement entre 1990 et 2005.

FIGURE 11
Superficie cumulée d'habitats humides artificiels sur les 214 sites de l'étude (en km²).



✕ Augmentation des étangs et des réservoirs artificiels

Cette augmentation se reflète notamment par un gain en superficie des étangs et des réservoirs artificiels, qui sont passés de 66 à 523 km² entre 1975 et 2005, soit une croissance de près de 700 %. Cette progression est due, pour l'essentiel (90 %), à la croissance exponentielle de l'aquaculture et de l'agriculture dans les lagunes égyptiennes (progression de 415 km², Encadré 9). Le reste s'explique par de petits aménagements du type zones de traitement des eaux usées, petits réservoirs en zone agricole ou industrielle, et développement de l'aquaculture au nord comme au sud de la Méditerranée.

Il y a localement une régression des habitats humides artificiels entre 1990 et 2005. Elle correspond principalement à une réduction de la superficie du grand lac de barrage Mohammed V au Maroc, due à une forte sédimentation dans le lac et à des sécheresses (Snoussi *et al.* 2002), ainsi qu'à la conversion de fermes aquacoles en zones d'agriculture irriguée dans certaines lagunes égyptiennes.

2.3 UN RECUIL MARQUÉ DES AUTRES HABITATS NATURELS

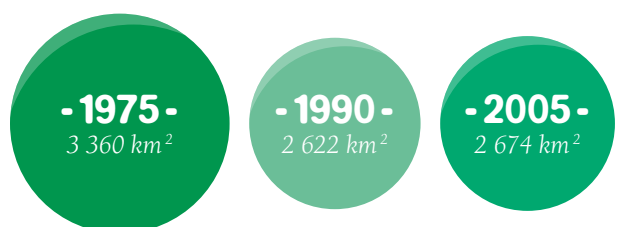
Les 214 sites sur lesquels porte cette étude sont composés d'une mosaïque d'habitats humides naturels et artificiels, mais aussi d'habitats naturels non humides, de milieux agricoles et de milieux urbanisés. Les habitats naturels non-humides peuvent comprendre des dunes, des forêts, de la garrigue, du maquis, des pelouses ou des habitats steppiques.

L'ensemble des habitats naturels, humides ou non, connaissent un net recul dans les sites étudiés. Les habitats naturels non-humides ont diminué de 20 % entre 1975 et 2005, ce qui correspond à une perte de 686 km² (Figure 14, Encadré 10). Ce recul a eu principalement lieu entre 1975 et 1990, puis les superficies se sont stabilisées après 1990 (Figure 12).

La perte des habitats naturels non-humides en périphérie des zones humides est inquiétante en termes de conservation. Il est en effet important que les habitats humides naturels restent connectés à un réseau plus large d'habitats naturels. De nombreuses espèces des zones humides ne passent en fait qu'une partie de leur vie dans des habitats humides, et ont aussi besoin d'autres habitats naturels. Par exemple, les mouettes, sternes et goélands utilisent des habitats humides pour se reproduire à l'abri des prédateurs, mais ne s'alimentent pas toujours dans ces habitats.

De même, les larves d'amphibiens, comme la Rainette verte, sont inféodées aux habitats humides, mais les adultes fréquentent aussi des habitats non-humides.

FIGURE 12
Superficie cumulée d'habitats naturels non-humides sur les 214 sites de l'étude (en km²).



D'autre part, le fonctionnement écologique (hydrologie, transfert des sédiments et des nutriments...) est influencé par les habitats périphériques situés dans le proche bassin versant. L'artificialisation croissante des marges des zones humides est donc susceptible de favoriser diverses perturbations (comblement par les sédiments, eutrophisation*...).

Encadré 9

Transformation des lagunes de Sinnéra et San El-Hagar (Égypte) en zone de production aquacole et en milieux agricoles

Les lagunes deltaïques de Sinnéra et San El-Hagar se situent au nord-est du delta du Nil, à l'est du bras de Damiette et au sud de la lagune de Manzala. Elles hébergent une faune et une flore adaptées aux écosystèmes d'eau douce alimentés par le Nil, où la végétation formant les habitats aquatiques naturels se compose principalement de phragmites, de joncs et de typhas (Hughes & Hughes, 1992).

Cependant, pour ce site, le constat est alarmant : entre 1975 et 2005 les habitats humides naturels (Figure 13) sont passés de 317 km² à seulement 0,28 km² (soit 99,9% de perte). Une grande partie de cette régression est due à la conversion des lacs et des marais naturels en zones aquacoles (102 km²) et agricoles (114 km²).

Cette transformation drastique des habitats deltaïques en Égypte est liée à la politique de développement aquacole du pays. En effet, selon la FAO (2010), l'aquaculture est devenue la plus grande source actuelle d'approvisionnement en poissons en Égypte (51% de la consommation).

Le démarrage de cette activité s'est fait à partir des années 1970, avec le lancement d'un vaste programme national de développement. Le vrai décollage a eu lieu à la fin des années 1990 (Figure 14), quand les pratiques d'élevage intensif (exploitations moins consommatrices en espace mais beaucoup plus productives) ont été introduites dans le but de remplacer les fermes traditionnelles ou semi-intensives. L'extension de l'aquaculture intensive visait également à contrer l'expansion de l'agriculture, qui gagnait du terrain face à l'aquaculture extensive (régression des superficies aquacoles de plus de 56 km² au profit de l'agriculture entre 1990 et 2005) (FAO, 2010).

Outre cette conversion des habitats humides naturels (lacs et marais) en habitats artificiels (étangs d'élevage), l'aquaculture intensive présente un autre danger pour les écosystèmes : la pollution, liée à l'utilisation de fertilisants, d'antibiotiques et d'aliments artificiels pour accroître la production, ainsi que l'accumulation de déchets organiques.

FIGURE 13

Transformation des habitats humides naturels en habitats humides artificiels entre 1975 et 2005 (Sinnéra et San El-Hagar, Égypte) (© GlobWetland II/ESA).

- Milieux urbanisés
- Milieux agricoles
- Habitats naturels non humides
- Habitats humides naturels
- Habitats humides artificiels

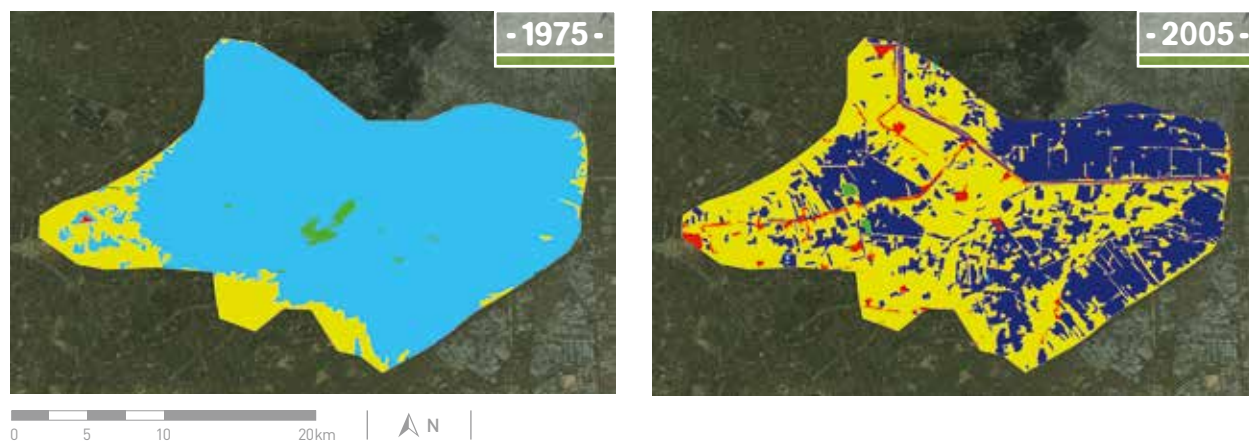
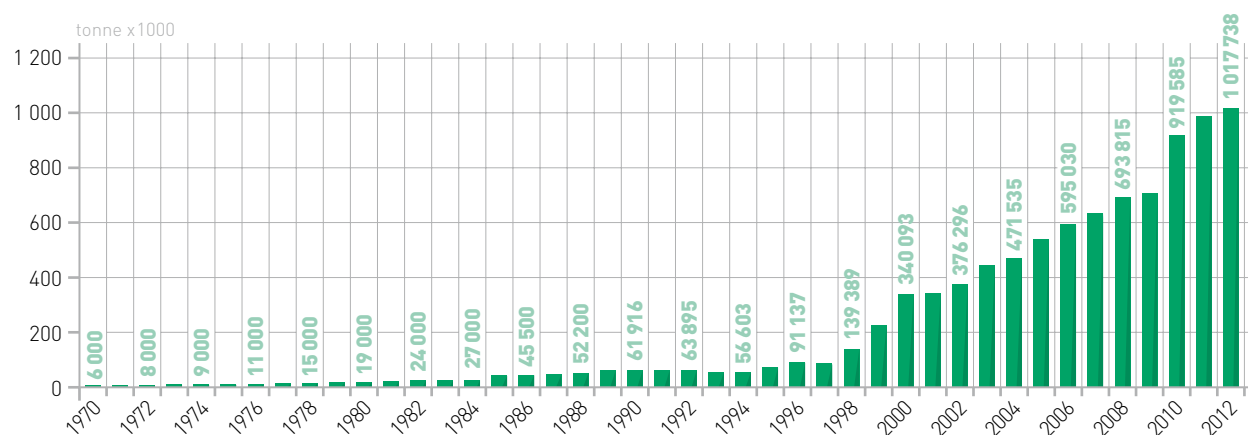


FIGURE 14

Évolution de la production aquacole en Égypte en milliers de tonnes (Source : FAO, 2012).



Encadré 10

Régression des habitats naturels non-humides dans l'estuaire du Sado (Portugal)

C'est le deuxième plus grand estuaire du Portugal. Les habitats humides consistent principalement en marais intertidaux, maritimes ou d'eau douce, ainsi qu'en roselières, forêts humides (ripisylves*), rizières, étangs aquacoles et quelques salins. La plus grande partie de l'estuaire est classée en réserve naturelle, exceptés les abords de la ville de Setubal et sa zone portuaire (au nord-ouest du site). C'est également un site Ramsar depuis mai 1996, en raison de la forte biodiversité qu'il héberge (Caeiro et al., 2002).

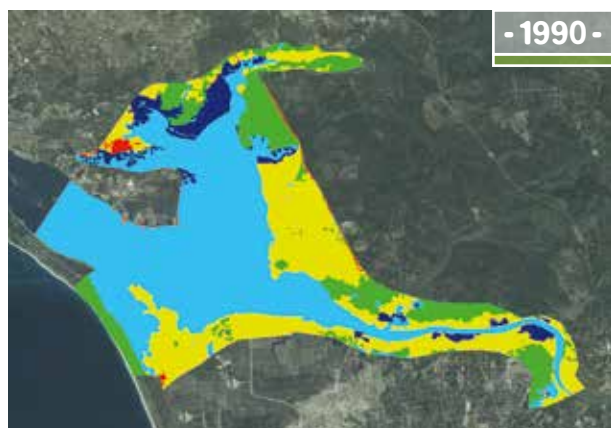
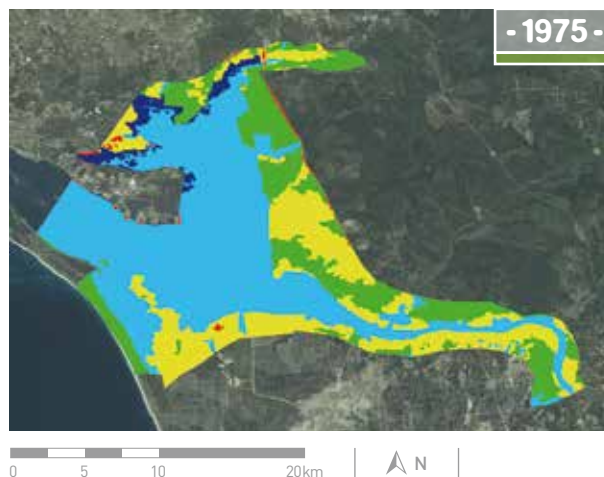
En 1975, sur les 276 km² cartographiés, les habitats naturels (humides et non-humides) couvraient environ 200 km², soit plus de 72% de la superficie totale (Figure 15). Ces chiffres tombent à 180 km² en 1990 (environ 65%), et à 179 km² en 2005 : la dynamique de régression a donc été pratiquement stoppée entre 1990 et 2005. 88% des pertes en habitats naturels au cours des 15 premières années sont des habitats naturels non-humides, principalement des forêts converties en zones agricoles ou d'agroforesterie (- 18,6 km² sur une perte totale de 21 km² d'habitats naturels).

Ces pressions anthropiques importantes sur les habitats naturels viennent de l'importance stratégique de ce site dans l'économie locale et nationale. Depuis la fin des années 1960, de nombreuses industries se sont installées au nord-ouest de l'estuaire, formant un très grand complexe industrialo-portuaire au détriment des milieux agricoles et des habitats naturels (Catarino et al., 1997).

De plus, l'agriculture intensive a accru son emprise de près de 28 km² entre 1975 et 2005 dans les parties sud et est du site. Certaines de ces activités dégradent le fonctionnement écologique de ce dernier, et notamment la qualité de l'eau et des sédiments du fait de nombreux rejets non traités (IH, 1993). L'augmentation significative de la concentration de certains polluants dans le milieu, tels que les métaux lourds et les pesticides, se retrouve ensuite par bioaccumulation dans les produits de la pêche et de l'aquaculture, dans un premier temps, puis chez l'Homme dans un second temps.

FIGURE 15
Expansion de l'agriculture au détriment des espaces naturels non humides entre 1975 et 1990 avec ralentissement de cette dynamique entre 1990 et 2005 (Estuaire du Sado, Portugal).

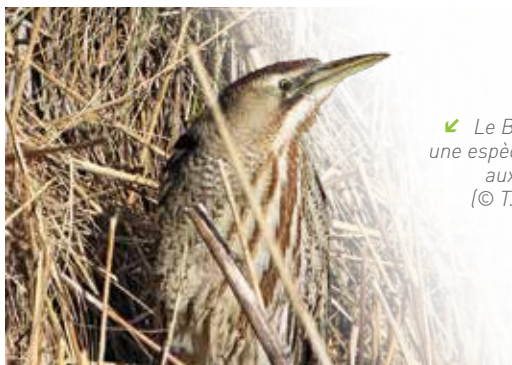
- Milieux urbanisés
- Habitats humides naturels
- Milieux agricoles
- Habitats humides artificiels
- Habitats naturels non humides
- Mer et océan



2.4

QUELS IMPACTS SUR LES ESPÈCES
DES ZONES HUMIDES MÉDITERRANÉENNES ?✘ Un recul des espèces liées
aux marais et aux prairies humides

La disparition spécialement forte des marais et des prairies humides corroborent les premiers résultats de l'OZHM sur la biodiversité des zones humides méditerranéennes (OZHM, 2012b). En effet, les amphibiens, les reptiles, les insectes et les plantes aquatiques présentent actuellement un nombre élevé d'espèces menacées en région méditerranéenne. Or, ils sont fortement liés à ces habitats de marais et de prairies humides. Et si les oiseaux d'eau sont globalement en augmentation dans le bassin méditerranéen, certaines espèces continuent à décliner ; c'est notamment le cas d'espèces spécialistes* des marais, comme par exemple le Butor étoilé, le Blongios nain ou les trois espèces de marouettes.



✔ Le Butor étoilé, une espèce inféodée aux roselières (© T. Galewski).

✘ Un déclin des oiseaux d'eau
à l'est du bassin méditerranéen

Entre 1970 et 2010, les oiseaux d'eau ont connu une diminution de leurs effectifs à l'est du bassin méditerranéen, alors qu'ils augmentaient à l'ouest (OZHM, 2012b). Or la présente étude montre une régression forte des habitats naturels dans les grandes lagunes égyptiennes ainsi que dans certains grands lacs de Grèce et de Turquie. Le delta du Nil, notamment, est la plus grande zone humide de toute la région, et l'une des rares du sud-est méditerranéen. Sa forte dégradation porte sans nul doute préjudice aux nombreux migrateurs avant et après leur traversée du Sahara ou de la Méditerranée.

✘ Impact contrasté des habitats
humides artificiels sur les espèces

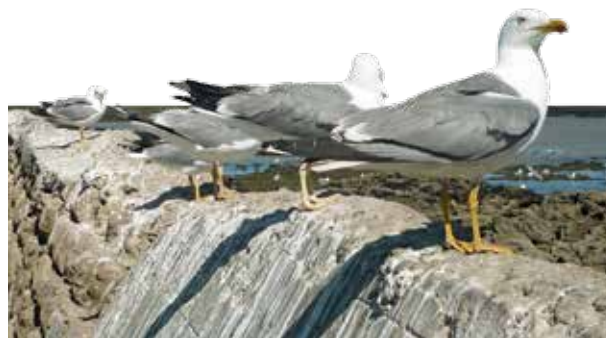
Les habitats humides artificiels augmentent fortement, notamment au détriment des habitats humides naturels. Or ils ne sont pas équivalents à ces derniers, en termes de conservation. Les sites comprenant le plus d'habitats humides artificiels sont ceux où la gestion de l'eau est forte (canaux, réservoirs, salins, rizières), et où le régime hydrique est donc différent de celui d'une zone humide composée d'habitats humides naturels. Du fait de la répartition annuelle des pluies sous le climat méditerranéen, les rythmes hydrologiques normaux présentent un minimum estival et un maximum à l'automne ou à l'hiver. Ces rythmes peuvent être complètement modifiés, voir inversés, pour augmenter la productivité, que ce soit pour une gestion cynégétique (mise en eau dès l'été pour attirer les canards et assèchement au printemps) ou agricole (lacs de barrage toujours en eau,

irrigation des rizières au printemps et en été). À l'heure où les habitats humides naturels sont en régression et où l'eau est de moins en moins disponible dans les écosystèmes, l'existence de plans d'eau artificiels permet à certaines espèces, notamment les oiseaux d'eau, de trouver des habitats de substitution importants à leur survie (Afdhal et al. 2012, Navedo et al. 2012). Cela expliquerait que, malgré la régression des habitats humides naturels, plusieurs espèces d'oiseaux d'eau soient en forte augmentation (OZHM, 2012b). Mais ces habitats sont moins favorables à de nombreuses espèces de plantes, d'invertébrés (Green et al., 2002) ou d'amphibiens (Baker & Halliday, 1999), en particulier à celles requérant une gamme précise de conditions écologiques. Ces habitats ne sont d'ailleurs pas conçus pour abriter de la biodiversité : la plupart des réservoirs sont des habitats trop simplifiés pour permettre la reconstitution d'écosystèmes proches des habitats humides naturels, et ne sont donc exploités que par des espèces généralistes*, capables d'occuper une large gamme d'habitats.

✘ Une explication à la perte des espèces
spécialistes* observée dans les zones
humides méditerranéennes ?

Dans les zones humides méditerranéennes, les communautés d'oiseaux d'eau contiennent de plus en plus d'espèces généralistes*, capables de s'adapter et de survivre dans différents types d'habitats, et de moins en moins d'espèces spécialistes*, inféodées à un habitat particulier (OZHM, 2012b). Ce remplacement des espèces spécialistes* par des espèces généralistes*, souvent à large distribution géographique, est appelé homogénéisation biotique*. Il est largement documenté dans un grand nombre d'écosystèmes et pour différents groupes taxonomiques à travers le monde (Olden et al. 2004). Les données empiriques ainsi que les résultats de modélisation montrent que le remplacement d'espèces spécialistes* par des espèces généralistes* est plus probable dans des habitats perturbés et fragmentés (Marvier et al., 2004 ; Devictor et al., 2008). Dans le cas des zones humides méditerranéennes, on peut donc supposer qu'il existe un lien fort entre l'homogénéisation* biotique mesurée dans les communautés d'oiseaux d'eau et les changements d'occupation du sol. Notamment, la perte des habitats humides naturels méditerranéens et leur remplacement par des habitats humides artificiels pourraient en être un facteur-clé.

✔ Le Goéland leucophaée, une espèce typiquement généraliste (© C. Perennou).



➤ 3. POURQUOI UNE TELLE ÉVOLUTION DES HABITATS HUMIDES EN 30 ANS ?

3.1 L'AGRICULTURE, PREMIÈRE PRESSION DIRECTE SUR LES HABITATS HUMIDES

Pour comprendre l'importance de l'agriculture dans la transformation des sites étudiés, deux indicateurs sont utilisés. Le premier mesure le gain ou la perte en milieux agricoles dans le site entre deux dates, tandis que le second correspond au taux de conversion des habitats humides naturels en milieux agricoles entre deux dates, et mesure l'impact direct de l'agriculture sur les habitats humides naturels.

✘ Une forte progression des milieux agricoles entre 1975 et 1990

Entre 1975 et 2005, les milieux agricoles ont progressé globalement de 12 % sur l'ensemble des sites étudiés, soit un gain de 982 km² sur 30 ans (Figure 16). La progression des milieux agricoles est concentrée entre 1975 et 1990, avec un gain de 13 % des milieux agricoles, soit 1 062 km². Entre 1990 et 2005, la superficie totale des milieux agricoles est stabilisée, connaissant même un léger recul (79 km² ; Figure 16).

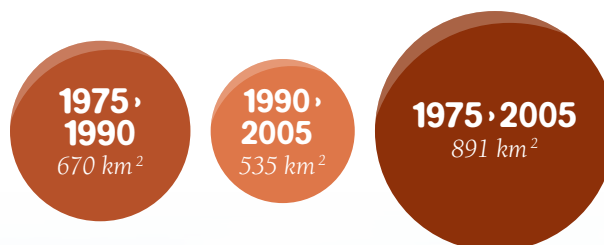
FIGURE 16
Superficie cumulée de milieux agricoles sur les 214 sites de l'étude (en km²).



✘ Un fort impact sur les habitats humides naturels

Entre 1975 et 2005, 891 km² d'habitats humides naturels ont été convertis en milieux agricoles, soit 7 % des habitats humides naturels présents en 1975 sur les sites étudiés (Figure 17). La perte d'habitats humides naturels représente environ 90 % du gain des surfaces agricoles pendant la période d'étude. Ce taux de conversion est resté assez stable entre 1975-1990 et 1990-2005 (Figure 17).

FIGURE 17
Conversion des habitats humides naturels en milieux agricoles (en km²). Nb : en raison de dynamiques temporelles complexes, les changements sur 1975-2005 peuvent être plus faibles que la somme des changements sur les deux sous-périodes successives.



➤ Agriculture intensive dans le delta de la Neretva (Croatie) (© L. Chazée).

✘ Les zones humides, des espaces très convoités pour l'agriculture

L'agriculture est considérée comme la première cause de perte d'habitats humides dans le monde. En 1985, il était estimé que 55 à 65 % des zones humides existant au début du XX^e siècle avaient été drainées pour laisser place à l'agriculture intensive en Europe et en Amérique du Nord, 27 % en Asie, et 2 % en Afrique (Finlayson & Davidson, 1999).

En région méditerranéenne, où l'agriculture pluviale reste dominante (80 % des terres cultivées), la superficie des terres arables et des cultures permanentes s'est stabilisée ou a décliné de 1961 à 2005. Mais, pendant cette même période, la superficie totale des terres irriguées a doublé et représentait en 2005 26 millions d'hectares, soit 20 % des terres cultivées (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009). Les plus grosses augmentations en valeur absolue ont été enregistrées en Turquie (3,1 Mha), en France (2 Mha), en Espagne (1,5 Mha), en Grèce, en Syrie et en Égypte. La croissance a aussi été très forte au Maghreb (1,53 Mha, dont 0,56 Mha au Maroc et 0,34 Mha en Algérie) (Mediterra, 2009). Or, les

zones humides sont des lieux de choix pour mettre en place une agriculture irriguée. Surfaces planes, sol souvent fertile à cause de la matière organique accumulée et eau disponible si elle est maîtrisée, les conditions parfaites sont réunies. Ce développement a parfois été soutenu par des plans nationaux, car il nécessite de lourds investissements (construction de barrages, réseaux de drainage et d'irrigation) (Encadré 6). Au Maroc par exemple, cela a conduit à la mise en culture des vastes plaines côtières, souvent riches en habitats humides naturels (Rhazi et al., 2012).

Outre la destruction directe, l'augmentation des superficies irriguées a aussi un impact indirect sur les habitats humides non détruits. En effet, 64 % de l'eau douce prélevée dans le bassin méditerranéen est utilisée pour l'agriculture (UNEP/MAP - Plan Bleu, 2009). Perçus comme des réservoirs d'eau douce, les habitats humides naturels peuvent donc être fortement modifiés simplement par les prélèvements excessifs d'eau. Ainsi le lac naturel de Koronia, auparavant le 4^{ème} lac de Grèce par sa superficie, a régressé suite au développement de la culture irriguée dans cette région de la Grèce (Encadré 11).

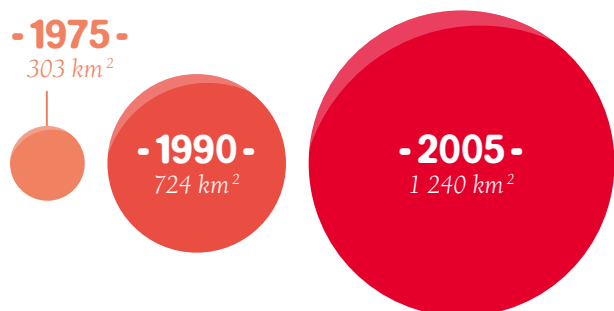
3.2 L'URBANISATION, LE MOTEUR DES TRANSFORMATIONS ?

Les sites étudiés comprennent également des milieux urbanisés divers : zones urbaines, industrielles ou commerciales ; réseaux de transport, mines, décharges et chantiers (hors excavations), espaces verts urbains et équipements sportifs. Pour analyser leurs dynamiques et leurs impacts sur les habitats humides naturels, deux indicateurs, équivalents à ceux calculés pour les milieux agricoles, sont utilisés. Le premier calcule la variation (gain ou perte) nette des superficies urbanisées dans le site entre deux dates. Le second est le taux de conversion des habitats humides naturels en milieux urbanisés entre deux dates, c'est-à-dire l'impact direct de l'urbanisation sur les habitats humides naturels du site.

✘ Un accroissement régulier de la superficie des terres urbanisées entre 1975 et 2005

Entre 1975 et 2005, la superficie des milieux urbanisés a augmenté de 309 %, soit un gain de 937 km² sur l'ensemble des sites étudiés. Cette dynamique d'urbanisation ne présente pas de variations entre 1975-1990 et 1990-2005 (Figure 18).

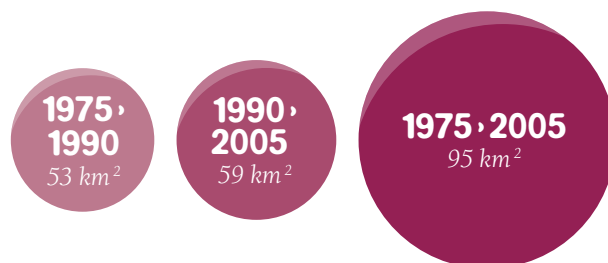
FIGURE 18
Superficie cumulée de milieux urbanisés sur les 214 sites de l'étude (en km²).



✘ Un impact direct sur les habitats humides naturels plus faible que l'agriculture

Entre 1975 et 2005, 95 km² d'habitats humides naturels ont été convertis en milieux urbanisés, soit 0,75 % des habitats humides naturels présents en 1975 sur les sites étudiés (Figure 19). C'est nettement moins que les 7 % d'habitats humides naturels transformés en milieux agricoles sur la même période. Ce taux est stable entre les deux sous-périodes étudiées.

FIGURE 19
Conversion des habitats humides naturels en milieux urbanisés (en km²). Nb : en raison de dynamiques temporelles complexes, les changements sur 1975-2005 peuvent être plus faibles que la somme des changements sur les deux sous-périodes successives.



Encadré 11

Modification hydrologique du lac Koronia (Grèce) par le développement agricole

Le lac Koronia forme, avec le lac Volvi, un complexe de zones humides classé site Ramsar depuis 1975. Situé dans le nord de la Grèce, il était considéré dans les années 1950 comme un des lacs grecs les plus productifs pour la pêche. Depuis, sa superficie s'est réduite de presque deux tiers et sa profondeur moyenne est passée de plus de 5 m dans les années 1970 à moins de 1 m, entraînant la disparition de la quasi-totalité des communautés de poissons (Grammatikopoulou et al., 1996).

Les analyses attestent de cette régression importante (Figure 20). La superficie de l'habitat "lac naturel permanent" est passée de 44 km² en 1975 à 16 km² en 2005 (- 64%). La proportion de cet habitat au sein de l'ensemble des habitats humides naturels s'est ainsi effondrée de 92% à 34%, au profit de marais et d'un nouvel habitat classé comme "lac temporaire".

Durant cette même période la superficie des milieux agricoles a augmenté de plus de 31% dans la zone cartographiée, passant de 24 km² à 35 km². Même si, spatialement parlant, ces transformations se sont faites surtout au détriment des habitats naturels non humides, leur impact indirect sur le lac est avéré. Une grande partie des flux qui l'alimentait (écoulements de surface et nappes phréatiques) a été détournée pour l'irrigation, entraînant en quelques années une baisse dramatique de son niveau d'eau sans lien avec les variations pluviométriques (Figure 21). La baisse des niveaux d'eau fut suivie d'une série d'épisodes de "blooms" de cyanobactéries, provoqués par l'enrichissement artificiel du milieu en nutriments (engrais, rejets d'eaux usées industrielles). Ces changements ont ensuite entraîné une crise anoxique (absence d'oxygène disponible dans l'eau), provoquant la mort de la macrofaune du lac en 1995 (Mitraki et al., 2004).

FIGURE 20
Régression des habitats humides entre 1975 et 2005 (Lac Koronia, Grèce).

- Milieux urbanisés
- Habitats humides naturels hors lacs permanents
- Milieux agricoles
- Habitats naturels non humides
- Lacs naturels permanents

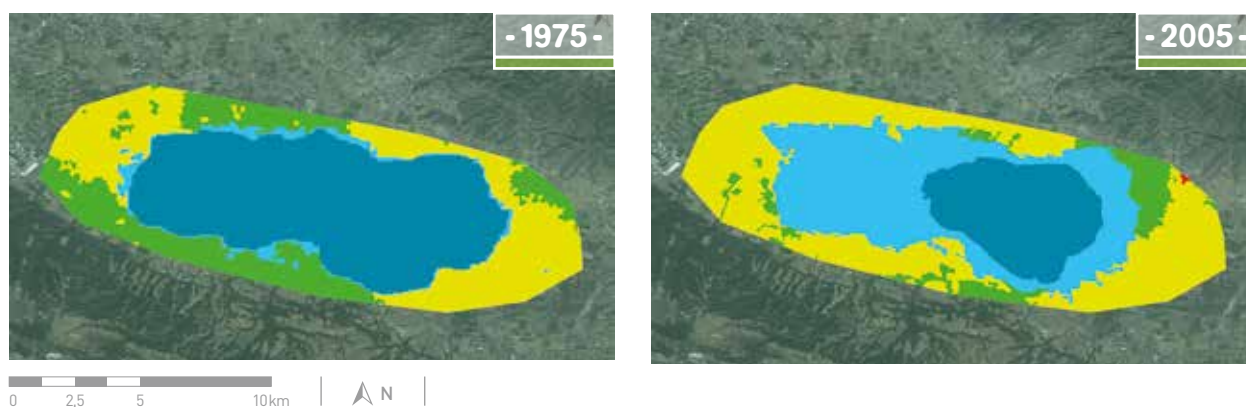
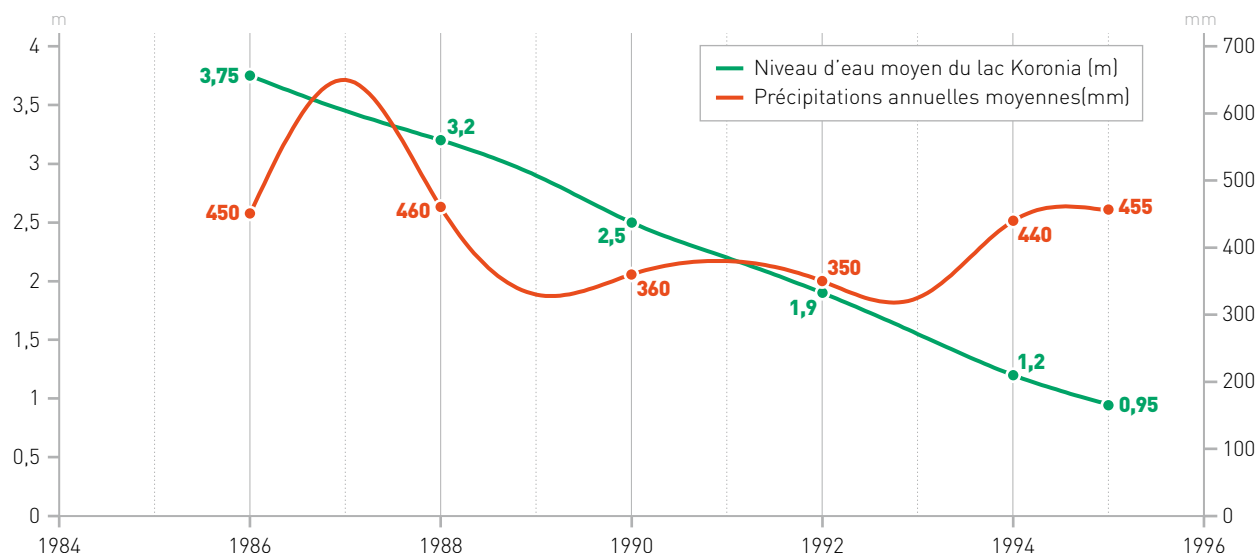


FIGURE 21
Évolution du niveau d'eau moyen du lac Koronia entre 1986 et 1995 [Source : Mitraki et al., 2004].





✘ La “littoralisation” en Méditerranée

En région méditerranéenne, l'urbanisation est particulièrement forte en zone côtière, où se concentrent la population et les principales activités humaines (industrie, tourisme, agriculture). En 2000, la densité de population était trois fois plus élevée dans les régions côtières que la densité moyenne des pays considérés (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2005), et 40 % du littoral méditerranéen était urbanisé (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2005, 2009). Ce processus de concentration des populations dans les régions côtières porte le nom de “littoralisation” (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2005), et combine deux phénomènes.

Tout d'abord, les villes s'étendent. 62 % de la population vivait en zone urbaine en 1995 dans la zone côtière méditerranéenne et les prévisions sont de 72 % pour 2025, avec un accroissement plus fort dans les pays du sud et de l'est du bassin (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009). Cette expansion des villes est liée à une démographie forte et à un exode rural important dans les pays du sud et de l'est du bassin. Sur la rive nord, alors que la croissance démographique est faible, les politiques d'urbanisation sont fortement utilisatrices de terres : lotissements, zones d'activités et zones commerciales se multiplient aux abords des agglomérations (EEA, 2013). Cette expansion urbaine se fait parfois directement au détriment des habitats humides naturels (Encadré 12).

Deuxièmement, le bassin méditerranéen est la première région touristique au monde, avec un tiers du total mondial des touristes internationaux (UNEP/MAP – Plan Bleu, 2009). Cela entraîne une multiplication des infrastructures d'hébergement, de transport et de traitement des eaux usées sur le littoral. Ces infrastructures peuvent parfois être construites directement sur les habitats humides naturels, comme dans le cas de l'extension de l'aéroport de Barcelone, construit sur le site du delta du Llobregat.

✎ Urbanisation touristique en Camargue (France) (© L. Chazée).

✘ Un glissement des ex-milieus agricoles urbanisés sur les habitats humides naturels

Comme il a été vu précédemment, la superficie d'habitats humides naturels convertie en milieux agricoles (7 %) est largement supérieure à celle convertie en milieux urbanisés (0,75 %) sur la période 1975-2005. L'agriculture apparaît donc comme la première cause directe de perte des habitats humides naturels.

Mais la progression en surface des milieux agricoles a fortement ralenti à partir de 1990, alors que le taux de conversion des habitats humides naturels en milieux agricoles restait stable. Les habitats humides naturels continuent donc à être détruits principalement par la conversion en milieux agricoles, mais sans gain net de ces derniers. Cela implique donc une destruction partielle de milieux agricoles parallèlement à leur extension. Ce sont en fait les milieux urbanisés qui s'étendent au détriment des milieux agricoles en zone périurbaine, tandis que ces derniers se reportent eux-mêmes sur les habitats naturels humides (Figure 22). Depuis 1990, l'expansion urbaine est donc un moteur important de la destruction des habitats humides naturels (Encadré 13).

Cette dynamique a été observée sur l'ensemble du bassin méditerranéen et en Europe. En effet l'étalement des villes consomme principalement des milieux agricoles suburbains, et il y a donc un report des zones agricoles perdues dans les zones suburbaines vers les zones naturelles ou semi-naturelles périphériques (Méditerranée 2008, 2009).

30

FIGURE 22

Processus schématisé de la préemption des milieux agricoles (en vert) par les milieux urbanisés (en orange), et de la substitution des habitats humides naturels (en bleu) par déplacement des milieux agricoles à la périphérie.



Encadré 12

Extension urbaine dans le complexe
de zones humides de Famagouste (Chypre)

Ce site est un complexe de zones humides situé au nord de la ville de Famagouste, au nord de Chypre. Il se divise en trois zones principales représentant les principaux habitats humides typiques des embouchures des rivières méditerranéennes :

1. Glapsides au nord, situé sur une partie de l'embouchure de la rivière Pedieos, est constituée essentiellement par des plaines alluviales et des marais.
2. Gülseren, au centre, est la zone la plus proche de la côte. Elle est formée par des marais de plaine, des marais maritimes et des habitats naturels non humides.
3. Ayluga, au sud, est constituée principalement de marais bordés de végétation aquatique (roseaux) et de prés salés.

En 2008, le site fut classé comme zone protégée et est inscrit sur la liste des sites Natura 2000 potentiels. Environ 44% des 570 ha initiaux d'habitats humides naturels du site ont été perdus entre 1975 et 2005 (Figure 23).

Ces régressions sont largement dues à la forte croissance des zones urbaines, qui ont quasiment triplé (+ 67 ha). Plus de la moitié des habitats humides naturels perdus ont été urbanisés, le reste des constructions ayant été gagné sur les milieux agricoles (5 ha) et les habitats naturels non humides (7 ha). Au total, la progression de l'urbanisation a conduit au morcellement des habitats humides naturels.

Ces chiffres confirment que l'urbanisation est bien la principale menace pesant sur les écosystèmes de Chypre. Depuis la partition du pays et la migration des chypriotes turcs du sud vers le nord de l'île en 1974, la ville de Famagouste ne cesse de croître en s'étendant vers le nord (Seffer *et al.*, 2011). Ce boom immobilier a connu son pic au début des années 1980, avec la construction du campus universitaire et d'une zone industrielle et commerciale entre les sites de Gülseren et Ayluga. De plus, deux autoroutes coupent les sites de Glapsides (au nord) et d'Ayluga (au sud), renforçant la fragmentation des habitats humides.

FIGURE 23 Expansion de la ville de Famagouste (Chypre) et diminution de la superficie en habitats humides naturels entre 1975 et 2005.

- Milieux urbanisés
- Habitats humides naturels
- Milieux agricoles
- Habitats naturels non humides
- Mer et océan



➤ Complexe de zones humides de Famagouste au nord de Chypre
(© A. B. Çiçek / Eastern Mediterranean University).

Encadré 13

Déplacement de l'agriculture sur les zones humides dans l'estuaire de l'Aveiro (Portugal) sous la pression de l'urbanisation

Situé au nord de la côte portugaise et au sud de Porto, l'estuaire de Ria Aveiro est formé d'un ensemble d'habitats humides naturels, essentiellement des lagunes, des marais intertidaux, maritimes ou d'eau douce, des prairies et forêts humides, des salins et des étangs aquacoles. Il constitue le principal exutoire du bassin versant de la rivière Vouga vers l'Atlantique.

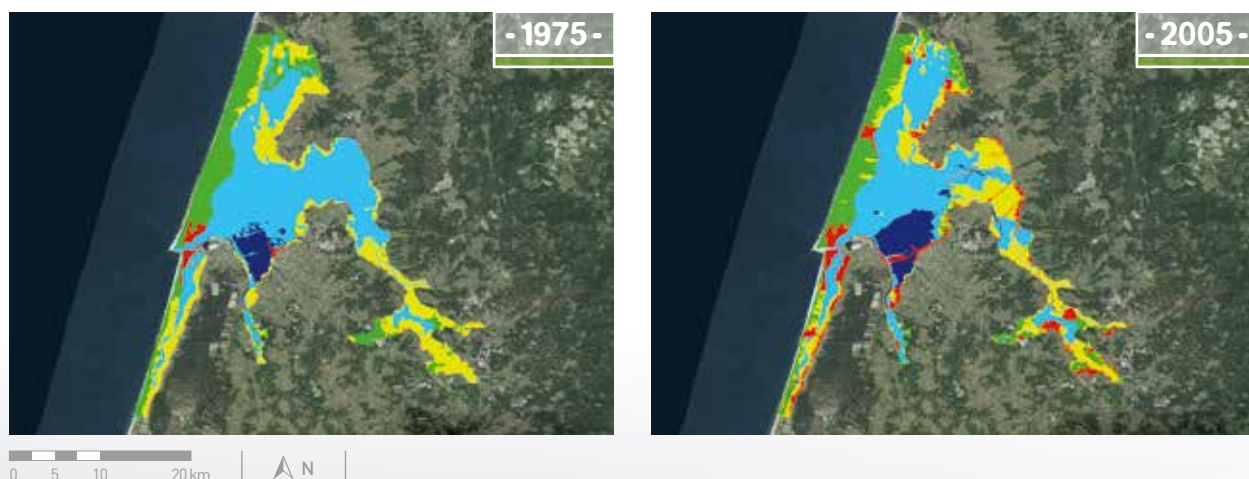
Le site est d'une importance biologique majeure : frayère pour de nombreuses espèces de poissons, site de reproduction pour les batraciens, riche en mollusques et crustacés, c'est aussi une zone d'hivernage et de nidification pour bon nombre d'oiseaux d'eau migrateurs (Reis, 1993). Il est classé en réserve naturelle et constitue aussi une Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux.

Entre 1975 et 2005, le site a perdu plus de 16% de sa superficie totale en habitats humides naturels, qui sont passés de 147 à 123 km². Mais le point le plus notable n'est pas tant la perte nette en habitats humides naturels, que ses causes directes et indirectes. En effet, plus de 80% des pertes (environ 20 km²) sont dues à leur conversion en milieux agricoles. Mais parallèlement, ces derniers subissaient des pertes importantes (environ 18 km² sur la même période), au profit principalement des milieux urbains qui connaissaient une véritable explosion, quintuplant entre 1975 et 2005 (de 4,8 km² à 30,7 km²) (Figure 24).

Ces pressions anthropiques croissantes affectent de plus l'estuaire, et notamment les zones de frai des poissons, par des rejets d'eaux usées agricoles, urbaines et industrielles (Lopes et al., 2007).

FIGURE 24 Conversion des habitats humides naturels en terres agricoles, elles-mêmes grignotées par l'urbanisation entre 1975 et 2005 (Ria Aveiro, Portugal).

- Milieux urbanisés
- Milieux agricoles
- Habitats naturels non humides
- Habitats humides naturels hors cours d'eau
- Habitats humides artificiels
- Mer et océan



✓ Ria de Aveiro (Portugal) (© Zacarias da Mata).



3.3

ARTIFICIALISATION DE LA GESTION ET AUGMENTATION DES PRÉLÈVEMENTS EN EAU

Avec 3 % des ressources mondiales, la région méditerranéenne est une région pauvre en eau douce (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009). Cette eau est aussi très inégalement répartie au sein du bassin méditerranéen : 71 % des flux annuels d'eaux de surface et souterraines se font au nord, 9 % au sud et 20 % à l'est (Margat, 2008). L'eau est de plus en plus rare à cause de la croissance démographique, des changements climatiques et des changements économiques et sociaux. Sa gestion est un enjeu majeur du XXI^e siècle.

Actuellement, les ressources en eau sont surexploitées dans de nombreux pays (Carte 2). L'eau douce est utilisée dans le bassin méditerranéen en moyenne à 64 % pour l'agriculture, à 22 % pour l'industrie et à 14 % pour le secteur domestique (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009). Globalement, l'agriculture irriguée est le premier secteur consommateur d'eau en région méditerranéenne (Mediterra, 2009). En raison de l'inégalité de la disponibilité de l'eau, sa répartition entre les différents secteurs est très variable d'un pays à l'autre : de 75 à 100 % sont utilisés pour l'agriculture irriguée au sud, à l'est et en Espagne, contre moins de 2 % dans certains pays des Balkans (Slovénie, Monténégro ou Croatie).

Certaines zones humides constituent des réserves d'eau douce. L'eau y est souvent prélevée, entraînant parfois une réduction drastique de l'eau disponible pour les écosystèmes. Ainsi, le débit des rivières qui se jettent en Méditerranée a diminué (Ludwig et al., 2003), principalement à cause des prélèvements directs. Le Nil, en Égypte, est un bon exemple puisque ce dernier n'amène presque plus d'eau actuellement à la Méditerranée, en raison du barrage d'Assouan et des prélèvements effectués pour l'agriculture (Bohannon, 2010). Le plus grand fleuve espagnol, l'Ebre, a vu quant à lui son débit diminuer de 29 % au cours du XX^e siècle, 90 % de cette baisse étant due aux prélèvements pour l'irrigation (Ibáñez et al., 1996). Globalement, la quantité d'eau douce apportée par tous les fleuves coulant vers la Méditerranée a baissé d'environ 45 % entre 1920 et 1995 (Ludwig et al., 2003).

Mais l'utilisation des ressources en eau pour les activités humaines a des conséquences qui ne se limitent pas aux seuls prélèvements. Les barrages et les réservoirs, dont le nombre et la capacité de stockage n'ont cessé d'augmenter au cours du XX^e siècle (OZHM, 2012a), ont aussi un impact majeur sur les zones humides. Tout d'abord, ces barrages sont parfois construits à la sortie de lacs naturels afin de sécuriser la ressource en eau pour les alentours. Ils transforment ainsi un lac naturel en lac artificiel. C'est par exemple le cas du Lac Kuş (ou Lac Manyas) en Turquie. Afin de développer l'agriculture et produire de l'électricité, deux seuils ont été construits sur les principaux exutoires du lac, et la berge aval a été surélevée par des digues pour stabiliser le niveau d'eau et augmenter la capacité de stockage du lac. Les niveaux d'eau sont extrêmement hauts depuis, notamment l'été, et les sédiments, maintenant piégés, se déposent dans le lac. Cela a entraîné la dégradation, voire la disparition, d'habitats humides périphériques (forêt inondée, marais) (Magnin & Yarar, 1997).

Certains barrages sont aussi construits directement sur le cours d'une rivière. Dans ce cas, les habitats humides naturels présents initialement (rivière, prairie humide, marais) sont en bonne partie engloutis sous les eaux du barrage. Cela entraîne aussi la création d'autres habitats humides, artificiels. C'est par exemple le cas du barrage de Lebna, construit en 1986 en Tunisie dans le cours d'un oued* (Encadré 14).

Finalement la création de barrages a un impact majeur sur les zones humides situées en aval et notamment les deltas, qui sont des milieux dynamiques. Les sédiments amenés par le fleuve et déposés lors des crues sur le delta tendent à son agrandissement ; inversement les courants marins et les tempêtes reprennent et redistribuent ces sédiments et tendent à éroder la côte. La construction d'un barrage dans le bassin versant d'un fleuve altère radicalement cette dynamique en bloquant les sédiments dans les retenues des barrages, et en diminuant la fréquence et l'intensité des crues.



CARTE 2
Indice d'exploitation des ressources renouvelables en eau (Source : UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009).

Encadré 14

Création du barrage de Lebna (Tunisie) dans le lit d'un cours d'eau

Mis en eau en 1987, le barrage de Lebna (voir photo p. 43) est un lac collinaire qui se situe presque à la pointe de la péninsule du Cap Bon, au nord-est de la Tunisie. C'est le plus grand barrage dans cette région. Il a été construit en amont de l'Oued * Lebna, à la confluence des deux oueds * qui l'alimentent : El Ouidyen et Bou Dokhan.

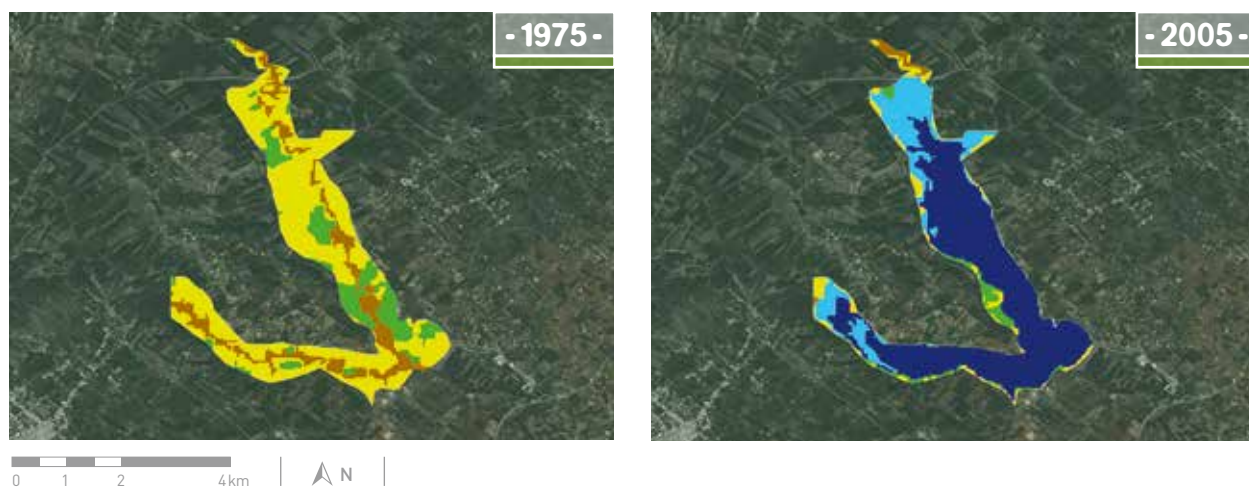
Entre 1975 et 2005, la superficie totale en habitats humides, naturels et artificiels, a presque quintuplé dans le site, passant de 1,33 km² à 6,35 km² (Figure 25). Cette forte progression concerne surtout les habitats humides artificiels : absents en 1975, ils représentent plus de 75 % des habitats humides totaux en 2005. Les habitats humides naturels ont aussi augmenté légèrement (+ 20 ha en 30 ans), mais leur nature s'est modifiée. La classe "cours d'eau", qui représentait 100% des habitats humides en 1975, a pratiquement disparu de la zone étudiée (- 90%). Cet habitat a été remplacé essentiellement par les "Réservoirs et Barrages" (à 80%), et pour le reste, par les classes "Agriculture" (à 11%) et "Marais avec de la végétation aquatique" (à 9%). Les phragmitaies et les typhaies sont

parmi les plus étendues et les plus denses de Tunisie. Le site accueille des effectifs considérables d'oiseaux d'eau (environ 20 000 individus), parmi lesquels des espèces vulnérables et/ou menacées, tels que la Sarcelle marbrée, l'Erismature à tête blanche, ou encore le Fuligule nyroca. Cette richesse lui a valu d'être classé en Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux ainsi qu'en site Ramsar (Romdhane, 2012).

En ce qui concerne les transformation d'oueds * en sites de rétention d'eau, le barrage de Lebna est loin d'être un cas isolé en Tunisie. Le pays dispose d'une superficie cultivée par habitant parmi les plus élevées d'Afrique : environ 5 km² pour 1 000 habitants (FAO, 2005). Mais le taux d'irrigation reste très faible (< 7%). Pour remédier à cela, le Gouvernement a décidé d'une politique visant à mobiliser plus de 95% des ressources hydriques. La construction de 36 grands barrages a ainsi été entreprise afin d'accroître la proportion en sols irrigués, dont 27 érigés après 1980 ; l'agriculture utilise 82% de l'eau retenue.

FIGURE 25
Construction d'un barrage dans le lit d'un cours d'eau
entre 1975 et 2005 (barrage de Lebna, Tunisie).
(© GlobWetland II/ESA).

- Milieux urbanisés
- Habitats humides naturels hors cours d'eau
- Milieux agricoles
- Cours d'eau
- Habitats naturels non humides
- Habitats humides artificiels



3.4 LE REcul DU TRAIT DE CÔTE

✘ Le recul du trait de côte, une combinaison entre la hausse du niveau de la mer et l'érosion côtière

Le dernier rapport du GIEC (2013) prévoit que si rien n'est fait pour inverser la tendance des émissions de gaz à effet de serre, le niveau de la mer pourrait s'élever de 98 cm en 2100 et de 3 m en 2300. Sur la période 1901-2010, le niveau de la mer a déjà augmenté de 19 cm en moyenne et la hausse du niveau des mers est presque deux fois plus rapide depuis 20 ans par rapport au siècle dernier (GIEC, 2013).

L'élévation du niveau de la mer se combine avec une érosion côtière croissante sur certaines portions du littoral méditerranéen. Cette érosion s'explique principalement par la baisse des apports sédimentaires par les fleuves, due au piégeage des sédiments dans les barrages, à la reforestation de certains bassins versants et à la réduction des flux d'eau arrivant à la mer. Ces apports sont pourtant essentiels pour "nourrir" en sédiments les plaines côtières lors des inondations, et compenser ainsi l'enfoncement des plaines par compaction naturelle (la subsidence) et l'érosion côtière due aux courants marins.

Les zones humides côtières comme les lagunes, les marais maritimes ou les deltas sont situés dans des zones à très faible pente, d'altitude faible voire sous le niveau de la mer. Élévation du niveau de la mer, érosion côtière et apports réduits de sédiments exposent donc ces habitats à la submersion marine et au recul du trait de côte (Nicholls, 2004).

Un des cas les plus frappants est le delta du Nil en Égypte. Avec 24 000 km² et plus de 1 000 habitants au km², c'est à la fois la plus grande zone humide méditerranéenne et une des zones les plus densément peuplées du bassin méditerranéen. Le barrage d'Assouan construit en 1902 et le Haut Barrage construit en 1960 bloquent les sédiments en amont alors qu'avant leur construction, 100 millions de tonnes de sédiments arrivaient à la mer chaque année. Les barrages empêchent aussi les crues du fleuve qui permettaient auparavant le dépôt de 1 mm de limon par an sur l'ensemble du delta, compensant la subsidence*. Actuellement, plus aucun apport ne permet de compenser l'érosion des sédiments par le courant marin, situation à laquelle il faut ajouter la montée du niveau de la mer due au changement climatique. Ce delta connaît donc un fort recul du trait de côte et une intrusion d'eaux salées dans les terres, affectant la production agricole. Même si des prévisions précises sur la configuration future du delta sont difficiles à faire à cause de la complexité de sa dynamique et de sa topographie, une élévation du niveau de la mer d'un mètre pourrait entraîner la submersion d'un tiers du delta, avec des conséquences humaines dramatiques (Bohannon, 2010).

De même, en Espagne, la construction de 287 barrages dans le bassin versant de l'Ebre au cours du XX^e siècle a diminué la charge sédimentaire du fleuve de 99 % (Ibáñez et al, 1996). Cela a eu des conséquences très fortes sur le delta : l'érosion côtière domine et le trait de côte recule, entraînant la perte d'habitats naturels humides à l'embouchure du fleuve (Figure 26).

FIGURE 26

Évolution du trait de côte entre 1975 et 2005 à l'embouchure de l'Ebre (Delta de l'Ebre, Espagne) (Source : OZHM).



Évolution du trait de côte (image 2010)

- Trait de côte en 1975
- Trait de côte en 1990
- Trait de côte en 2005

.....

✘ Les conséquences pour les habitats humides naturels en région côtière

Ces conséquences peuvent être de deux ordres. Tout d'abord, des habitats humides naturels en région littorale pourraient bénéficier d'une remise en eau via les entrées d'eau marine. Certains sites souffrent en effet d'un prélèvement excessif d'eau dans le bassin versant et de sécheresses récurrentes, notamment au Maghreb et au Moyen-Orient. Ils sont donc de moins en moins souvent inondés. La montée des eaux marines permettrait de remettre en eau ces habitats plus régulièrement, mais avec des eaux salées alors que c'est de l'eau douce qui est prélevée en excès. À titre d'exemple, une élévation du niveau de la mer de 50 cm pourrait entraîner une extension de la lagune de Ghar El Melh en Tunisie de 2 000 ha (Ayache et al., 2009).

En France, l'élévation du niveau de la mer transforme le delta du Rhône (Camargue). Certains terrains utilisés pour la production de sel sont devenus trop chers à protéger contre les incursions marines avec le système de digues. Devant ces coûts et la montée inexorable du niveau de la mer, la Compagnie des Salins du Midi, propriétaire et exploitante, a vendu une partie de ses terrains au Conservatoire du Littoral. Le nouveau plan de gestion prévoit une renaturalisation* progressive de ces habitats humides artificiels, grâce aux incursions marines lors des tempêtes d'hiver et à un apport en eau douce depuis les habitats humides artificiels avoisinants.

À l'inverse, le recul du trait de côte peut entraîner la disparition de certains habitats humides naturels par submersion. On l'observe par exemple déjà dans la lagune de Karavasta en Albanie (Encadré 15). C'est également ce qui est prévu dans le delta de l'Ebre en Espagne, sous l'effet de l'augmentation du niveau de la mer et de la fréquence des événements extrêmes telles que les tempêtes maritimes (Sanchez-Arcilla et al., 2008).

✘ L'aménagement du territoire à repenser en zone littorale

Dans les plaines littorales, le processus de recul du trait de côte est donc déjà amorcé. Des actions politiques sont maintenant nécessaires pour repenser leur aménagement.

Ainsi, sur le littoral français, la côte de la région Languedoc-Roussillon est constituée de grands complexes lagunaires. Essentiellement sableuse et basse, elle est très exposée au recul du trait de côte. La Région est en train de planifier et mettre en œuvre un "recul stratégique" sur certaines zones frappées par le double phénomène d'élévation du niveau de la mer et d'érosion côtière liée à la baisse de l'apport sédimentaire du Rhône. En effet, les coûts économiques élevés et l'efficacité toute relative face à l'ampleur des changements de la protection par les méthodes traditionnelles (digues, épis, ensablement artificiel), ne se justifient pas sur des secteurs où les enjeux humains et économiques sont faibles à modérés. De nouveaux modes de gestion de l'érosion marine sont donc mis en place : restauration* des cordons dunaires pour protéger le littoral mais aussi choix du recul stratégique (déplacement de routes et autres infrastructures, relocalisation d'activités...). Moins coûteux, ils permettent aussi de restaurer* la fonctionnalité des écosystèmes et de préserver leur attrait touristique. Dans ce contexte, grâce à leurs caractéristiques hydrologiques, les zones humides littorales pourraient jouer un rôle important d'atténuation des effets de la montée des eaux (MEA, 2005). Cela demande néanmoins un travail d'information et de concertation très important auprès des habitants et des usagers afin d'obtenir leur adhésion, voire une co-construction du projet.

✔ Brèche dans la digue de l'étang de Saint-Anne, Camargue (France). Elle permet la renaturalisation progressive d'anciens salins, désormais en communication avec la mer. (© M. Thibault / Tour du Valat).



Encadré 15 Recul du trait de côte dans la lagune de Karavasta (Albanie)

Coincée entre les rivières Shkumbin au nord et Seman au sud, les montagnes de Divjaka à l'est et la mer Adriatique à l'ouest, Karavasta est la plus grande lagune côtière d'Albanie. Elle fait partie du Parc national de Divjake-Karavasta qui est un complexe d'habitats humides et secs composé principalement de lagunes, de marais, de canaux, de plages (sable et dunes), de maquis, de pinèdes et de milieux agricoles. Le site abrite une biodiversité animale d'une richesse rare, des espèces mondialement menacées s'y reproduisant telles que le Pélican frisé. Les principales activités anthropiques dans ce secteur sont la pêche, l'agriculture (céréales, fourrage et cultures maraîchères) et le tourisme estival (Salathé, 1996).

Entre 1975 et 2005, sur la totalité de l'aire étudiée, 49,25 km² d'habitats humides naturels ont été perdus (soit 37% de

perte nette en 30 ans). Ces régressions correspondent, dans leur grande majorité, à des conversions vers de l'agriculture (57%), surtout au sud de la lagune vers l'embouchure du canal (Figure 27).

Mais près de 14% des pertes sont dues à l'érosion côtière. Bien qu'il y ait eu progression du trait de côte au niveau de certaines zones d'accrétion, le bilan sédimentaire est globalement négatif, avec 4,9 km² gagnés contre 6,73 km² perdus. Ces pertes sont surtout visibles au sud de la lagune de Godulla (Figure 28) avec plus de 4 km² d'habitats lagunaires et de marais engloutis par la mer, ce qui la rend susceptible de se transformer en une baie marine semi-ouverte séparée de l'Adriatique par un étroit banc de sable (Ciavola, 1995).

FIGURE 27 Perte d'habitats naturels dans le Parc National de Divjake-Karavasta (Albanie) entre 1975 et 2005.

- Milieux urbanisés
- Habitats humides naturels hors lagunes
- Milieux agricoles
- Lagunes
- Habitats naturels non humides
- Habitats humides artificiels
- Mer et océan

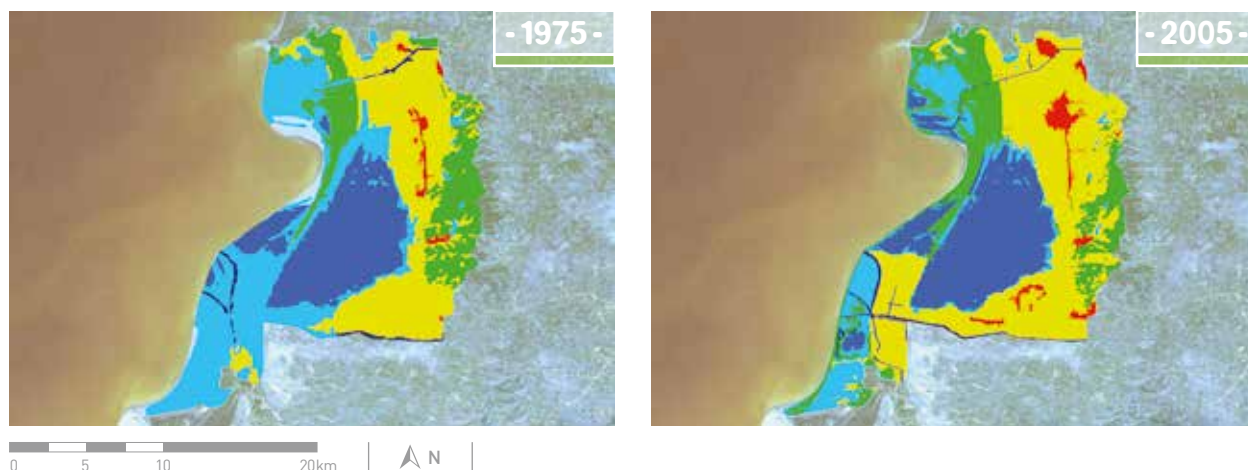
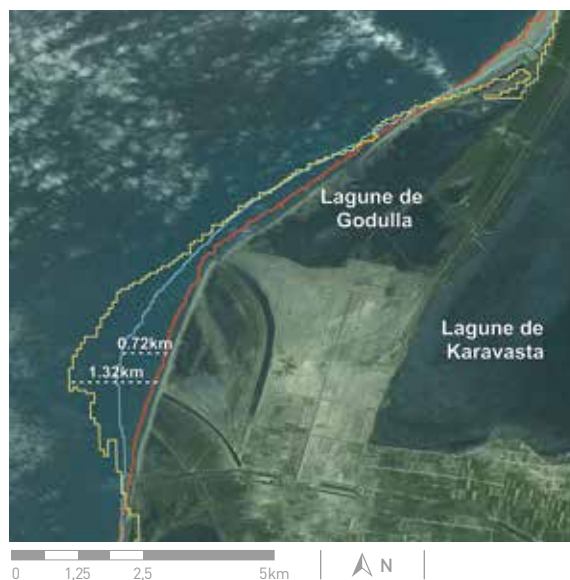


FIGURE 28 Évolution du trait de côte 1975, 1990 et 2005 (Lagune de Godulla, Albanie).



- Trait de côte en 1975
- Trait de côte en 1990
- Trait de côte en 2005



3.5

QUEL EFFET DE LA DÉSIGNATION D'UNE ZONE HUMIDE COMME SITE RAMSAR ?

✕ Qu'est ce que la Convention de Ramsar ?

La Convention de Ramsar est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des zones humides. Adoptée en 1971 à Ramsar, en Iran, elle est entrée en vigueur en 1975. Il s'agit pour les 168 parties contractantes d'inscrire leurs principales zones humides sur la Liste des zones humides d'importance internationale, appelée "Liste Ramsar", et de veiller à leur gestion efficace. En région méditerranéenne, tous les pays ont signé la Convention de Ramsar. Avec l'Autorité Palestinienne, ils sont regroupés au sein du Comité MedWet, initiative régionale pour la conservation des zones humides. Près de 400 zones humides y étaient désignées comme sites Ramsar à la fin de l'année 2013.



➤ L'embouchure de l'Oued Massa au Maroc, un site classé Ramsar (C. Perennou).

Le nombre de sites Ramsar ne cesse d'augmenter en région méditerranéenne (OZHM, 2012a). Sur les 214 sites de cette étude, six étaient inscrits comme sites Ramsar en 1975, 35 en 1990 et 82 en 2005. Mais si la Convention encourage les signataires à mettre en place un plan de gestion et des mesures de protection pour les sites désignés, il n'y a pas d'obligation. Le fait d'inscrire une zone humide sur la liste Ramsar n'a donc aucune conséquence légale en termes de protection. Certains pays, comme la Turquie, ont cependant intégré le statut de site Ramsar dans leur législation relative à la protection de la nature, conférant ainsi une protection légale aux sites désignés au titre de la convention.

38

3.6

LA RESTAURATION DES HABITATS HUMIDES NATURELS

L'écologie de la restauration* et l'ingénierie écologique sont des disciplines en pleine expansion. On entend par restauration* le rétablissement dans un état de référence d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit. Même si on ne peut pas recréer totalement l'écosystème d'origine, car celui-ci était le fruit d'une évolution et d'interactions complexes, certains attributs peuvent être réhabilités et l'essentiel de la biodiversité typique de ces habitats naturels peut recoloniser l'écosystème.

La restauration* ne se substitue donc pas à la protection des habitats naturels encore existants, mais elle vient en complément, afin d'améliorer des habitats dégradés. Elle

✕ Un taux de perte d'habitats humides naturels comparables entre les sites Ramsar et les autres

Les taux de perte en habitats humides naturels de 1990 à 2005 ne montrent pas de différence significative entre les 35 sites classés Ramsar en 1990 et les 132 qui ne l'étaient ni en 1990 ni en 2005.

Cela tend à montrer que la simple inscription d'un site sur la liste Ramsar n'est pas suffisante pour assurer la conservation des superficies des habitats humides naturels qu'il abrite. Korichi & Treilhes (2013) avaient déjà montré en région méditerranéenne que ni l'inscription d'un site comme site Ramsar, ni sa désignation comme aire protégée, ne suffisent à assurer sa conservation, mais que c'était la mise en œuvre effective d'un plan de gestion qui faisait la différence. Ce résultat semble toutefois contredit par une étude récente portant sur les zones humides marocaines (Kleijn et al., 2014). Les raisons de ces divergences ne sont pas claires, et nécessitent des études complémentaires à large échelle. Les différences entre ces travaux pourraient par exemple être dues aux tailles d'échantillon et aux différences importantes entre pays et régions.

✕ Au-delà de la désignation

Si l'augmentation du nombre de sites Ramsar en région méditerranéenne est un signal positif montrant une prise de conscience par les parties contractantes de l'importance des zones humides, elle n'est pas suffisante. Pour ces sites, comme plus généralement pour les aires protégées (Leverington et al., 2010), l'élaboration d'un plan de gestion accompagné de moyens financiers et humains pour sa mise en œuvre effective est nécessaire. Nous n'avons malheureusement pas accès à des informations fiables sur les mesures de gestion effectivement mises en œuvre dans l'ensemble des sites étudiés ici.

permet de contrebalancer un peu les pertes des habitats humides naturels.

Des exemples encourageants de restauration* des habitats humides naturels existent dans les sites étudiés. C'est par exemple le cas à Doñana dans le delta du Guadalquivir en Espagne (Encadré 16). De la même façon, les 12 000 ha du lac Karla (Grèce), totalement drainés pour permettre le développement agricole entre 1959 et 1964, ont été partiellement restaurés (3 800 ha) à partir de 2000, suite à la chute de la productivité agricole dans les années 1980 due à la salinisation des sols et aux nuisances induites par la pollution de l'eau (Dodouras et al., 2014).

Encadré 16

Restauration des habitats humides naturels à Doñana (Espagne)

Créé en 1969, le parc national de Doñana est l'un des plus grands sites naturels protégés d'Europe (540 km²). Situé en Andalousie (sud de l'Espagne), au cœur du delta du Guadalquivir dont il couvre un peu moins du tiers, il borde la rive droite du fleuve et de son estuaire. Les habitats humides y sont très variés : marais (avec ou sans végétation), lagunes, mares temporaires, prairies et forêts humides, salins et rizières. D'autres habitats naturels secs s'y ajoutent : plages, dunes, maquis et forêts de feuillus et de conifères. Classé site Ramsar depuis 1982, il abrite une biodiversité animale exceptionnelle et unique en Europe. Plus de 500 000 oiseaux d'eau viennent y hiverner chaque année (García-Novo, 2006). C'est aussi l'un des derniers refuges pour deux espèces particulièrement menacées : le Lynx ibérique et l'Aigle ibérique.

Entre 1975 et 2005, la superficie en habitats humides naturels est passée de 194 km² à 242 km². Les habitats humides naturels ont ainsi connu un gain net d'environ 24% en 30 ans, surtout localisé dans le nord du parc, dans le domaine de Los Caracoles, 22 km² (Figure 29).

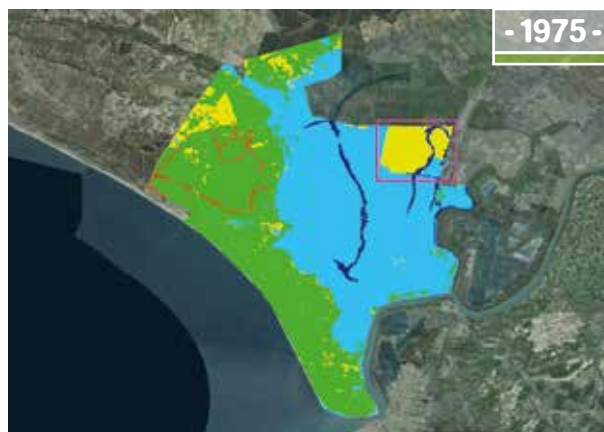
Ce gain correspond principalement à une restauration* d'habitats humides naturels à partir de milieux agricoles.

Cette transformation s'est faite dans le cadre d'un des plus importants projets de restauration* d'habitats humides d'Europe, le programme "Doñana 2005". Ce programme a été initié après le déversement de 6 hm³ de boues polluées et d'eaux acides dans un affluent du Guadalquivir, la rivière Guadiamar, suite à la rupture en 1998 du mur de contention du bassin contenant des résidus des mines d'Aznalcollar. Pour le domaine Los Caracoles, cela s'est traduit par des travaux de restauration* hydrologique et biologique, dont la réouverture du canal de Travieso (disparu sur la carte de 1990 ; réapparu en 2005). Ces travaux ont permis à l'écosystème de retrouver une partie de ses fonctionnalités écologiques grâce au retour à un cycle d'inondation plus naturel (Díaz-Delgado *et al.*, 2003). En parallèle, le projet "Corredor verde del Guadiamar" a permis de réduire la pollution et de restaurer* les écosystèmes aquatiques et terrestres de la rivière suite à la catastrophe écologique, afin de rétablir sa fonction de corridor écologique.

FIGURE 29

Conversion d'un milieu agricole en habitat humide naturel (encadré sur les cartes) entre 1975 et 2005 (Doñana, Espagne).

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| ● Milieux urbanisés | ● Habitats humides naturels |
| ● Milieux agricoles | ● Habitats humides artificiels |
| ● Habitats naturels non humides | ● Mer et océan |



> 4. CONCLUSION

Les analyses des images satellites entre 1975 et 2005 montrent une diminution constante des habitats naturels humides méditerranéens sur ces 30 années (- 10%). Les marais et les prairies humides sont les plus touchés, mais les grands plans d'eau (lagunes égyptiennes, grands lacs autour du bassin...) ne sont pas toujours épargnés. Dans le même temps la superficie des habitats humides artificiels a fortement augmenté, surtout entre 1975 et 1990, avec un très fort développement des réservoirs artificiels (+ 700%). Les habitats naturels non-humides ont aussi largement régressé, principalement entre 1975 et 1990, ce qui peut avoir un impact négatif sur le fonctionnement des zones humides en les déconnectant d'un réseau plus large d'habitats naturels.

Les causes profondes sont multiples. L'agriculture est la première cause de disparition directe des habitats humides naturels, notamment en raison du développement de l'agriculture irriguée. L'urbanisation a un impact direct moindre, mais semble devenue depuis 1990 le principal moteur des changements observés. L'urbanisation consomme en effet surtout des milieux agricoles périurbains, engendrant un report des zones agricoles perdues vers les habitats humides naturels périphériques. L'augmentation des prélèvements et l'artificialisation de la gestion de l'eau ont aussi un impact majeur sur les zones humides naturelles. Elles modifient le régime hydrologique des habitats humides naturels, les transforment en habitats humides artificiels, ou réduisent les débits des cours d'eau. Enfin, le recul du trait de côte a déjà entraîné la disparition par submersion de zones humides littorales, suite à l'élévation du niveau de la mer et du déficit des apports sédimentaires par les fleuves.

Quelques améliorations ponctuelles de l'état des habitats humides naturels sont toutefois notées. Ainsi le recul du trait de côte peut aussi être une opportunité pour renaturaliser* certains milieux auparavant exploités, ou pour remettre en eau certains habitats humides naturels dégradés. La restauration* d'habitats dégradés permet de retrouver un niveau correct de biodiversité si des programmes ambitieux sont menés. Par contre, l'inscription d'un site sur la liste Ramsar ne semble pas suffisante pour assurer la conservation des habitats humides naturels. Cela plaide pour qu'un statut légal de protection soit donné aux sites Ramsar après leur désignation, et qu'un plan de gestion y soit effectivement mis en œuvre.

- 10 %

C'EST LA DIMINUTION
DES HABITATS NATURELS
HUMIDES MÉDITERRANÉENS
ENTRE 1975 ET 2005.

+ 700 %

C'EST LE TAUX
D'AUGMENTATION
DES RÉSERVOIRS
ARTIFICIELS ENTRE
1975 ET 1990.

➤ 5. RECOMMANDATIONS

Au regard des évolutions constatées au cours des trente années étudiées, et sur la base de l'analyse des causes les expliquant, nous formulons les recommandations suivantes :

5.1

DÉVELOPPER LES INVENTAIRES DE ZONES HUMIDES ET RENFORCER LES SYSTÈMES DE SUIVI GRÂCE AUX IMAGES SATELLITALES

Il manque toujours à l'heure actuelle un inventaire complet et accessible des zones humides méditerranéennes (Encadré 4), alors que ce travail est la base nécessaire pour pouvoir mesurer correctement l'évolution des zones humides dans leur diversité. Un tel projet se heurte aux moyens financiers et humains que nécessite un inventaire de terrain. Néanmoins, l'amélioration des images satellites et les progrès des outils de la télédétection permettent d'envisager un tel inventaire. Ces techniques



➤ Un tiers des pays méditerranéens ne disposent pas encore d'un inventaire de leurs zones humides (ici celui de la Grèce) (© C. Perennou / Tour du Valat).

Cette technique a bien entendu ses limites : suivi des zones humides les plus petites ou les plus complexes, détection des zones humides temporaires en climat méditerranéen

(caractérisé par l'irrégularité des précipitations), distinction entre zone inondable et zone humide... Elle nécessite toujours un travail de terrain complémentaire, et il est donc important de renforcer les équipes de techniciens locaux capables de faire sur place des suivis réguliers des habitats naturels et artificiels.

En attendant qu'un tel inventaire existe et soit mis à jour, il faut compléter l'étude présentée ici. En effet, si elle donne une première évaluation des tendances au sein d'un échantillon de zones humides littorales du pourtour du bassin méditerranéen, cette analyse demeure préliminaire et un tableau plus complet de la situation est nécessaire. Pour cela il faut :

- Comparer l'évolution des zones humides intérieures à celle des zones humides côtières ;
- Approfondir l'analyse des effets respectifs de l'inscription d'un site sur la liste Ramsar, de l'existence d'un statut de protection, et de la mise en œuvre effective d'un plan de gestion local ;
- Augmenter le nombre de sites suivis et y inclure des sites de plus petite taille et/ou moins bien connus, mais importants pour les fonctions et services qu'ils délivrent.

Au-delà du suivi de l'occupation du sol, la qualité des habitats doit aussi être évaluée. Le premier niveau est de détailler plus précisément les habitats, grâce à des images satellites plus précises ou des données de terrain. Le second niveau est de disposer de données complémentaires permettant de caractériser le fonctionnement des habitats cartographiés : qualité de l'eau, flux hydriques...

5.2

CONSERVER LE FONCTIONNEMENT NATUREL DES ZONES HUMIDES ET "RENATURALISER*" LES HABITATS HUMIDES ARTIFICIELS

Il faut conserver autant que possible le fonctionnement naturel des habitats humides. L'augmentation des superficies d'habitats humides artificiels est très nette en trente ans, notamment au détriment des habitats humides naturels. L'impact peut être très fort, notamment en termes de fonctionnement hydrologique du système : disparition de l'assèchement estival, augmentation de la sédimentation par modification des flux hydrologiques... Cela conduit à des bouleversements considérables de l'organisation

des écosystèmes et par suite des services fournis, avec des conséquences potentiellement importantes pour les populations. Arrêter cette artificialisation des zones humides est nécessaire pour préserver les habitats humides méditerranéens caractéristiques, dont certains sont aujourd'hui en déclin et protégés en Europe par la Directive Habitats (mares temporaires méditerranéennes, marais à *Cladium mariscus*...), ainsi que leurs espèces associées.

5.3

ASSURER LA GESTION EFFECTIVE DES ESPACES NATURELS PROTÉGÉS ET LA CONSERVATION DES HABITATS LES PLUS MENACÉS

Il faut assurer la mise en œuvre effective des plans de gestion des espaces naturels protégés, qui restent un des outils essentiels de la conservation des zones humides. Des moyens techniques, financiers et humains sont donc nécessaires pour cette mission.

Parmi les habitats humides naturels à protéger en priorité, les marais, les mares temporaires et les prairies humides ont particulièrement pâti des changements d'occupation du sol. Ils doivent donc être prioritaires dans la mise en place tant de nouveaux espaces naturels protégés, que de plans de gestion pour les espaces protégés existants.

5.4

GÉRER DE FAÇON DURABLE LES PRÉLÈVEMENTS EN EAU

La surexploitation de l'eau douce est une des causes principales de dégradation et de disparition des habitats humides naturels. Le développement de l'agriculture irriguée est très largement en cause, et il convient donc de la rationaliser. Ceci est largement possible en réduisant les besoins en eau des cultures (choix des espèces et des variétés notamment) et en améliorant les pratiques d'irrigation : réduction des pertes le long des réseaux d'irrigation, choix de techniques économes en eau comme l'arrosage au goutte-à-goutte, recyclage des eaux usées...

En amont, la reconnaissance politique, encore trop rare, qu'une partie de l'eau douce doit rester dans les écosystèmes

naturels pour permettre leur bon fonctionnement (la "demande environnementale") est nécessaire. En Tunisie, suite à la dégradation écologique d'une des principales zones humides du pays, le Lac Ichkeul, affectant la communauté de pêcheurs, il fut décidé qu'une partie de l'eau douce du bassin versant pouvait être lâchée des barrages en amont pour préserver sa qualité écologique. Cette décision n'a toutefois pas encore été appliquée à ce jour les années sèches. En France, la notion de "débit réservé" pour les cours d'eau oblige l'État, lors des négociations des taux de prélèvement, à s'assurer qu'il reste assez d'eau pour les écosystèmes et pour que des crues puissent avoir lieu, permettant de restaurer* partiellement le fonctionnement des systèmes fluviaux.

5.5

REPENSER COLLECTIVEMENT L'AMÉNAGEMENT DU LITTORAL

Dans les plaines littorales méditerranéennes, le phénomène de recul du trait de côte va toucher non seulement les habitats naturels mais aussi les milieux agricoles et urbanisés, avec des conséquences humaines et économiques croissantes. Cette modification profonde et inexorable, si rien n'est fait au niveau mondial pour diminuer l'émission de gaz à effets de serre, doit aussi être une opportunité pour repenser l'aménagement de ces régions dans une approche dynamique et adaptative, en évitant les aménagements irréversibles.

Dans une telle approche, les habitats humides et leur fonctionnement hydrologique doivent être utilisés de façon préférentielle dans les plans d'atténuation des impacts à venir. Pour cela, ils ne doivent pas être seulement considérés comme des variables d'ajustement pour que d'autres espaces voués à des activités humaines puissent se maintenir, mais doivent au contraire pouvoir bénéficier d'une évolution spatiale et temporelle dynamique afin de se reconstituer en arrière du littoral.

5.6

RESTAURER DES HABITATS HUMIDES NATURELS

Les pertes de zones humides ont été très importantes au cours du dernier siècle – et des dernières décennies en particulier –, et celles qui restent sont souvent dégradées. Ces pertes et ces dégradations ont eu des impacts divers sur les ressources naturelles : qualité de l'eau, abondance de la flore et de la faune... Il faut entreprendre la restauration* des habitats humides naturels dégradés, endommagés ou détruits. Même

si on ne peut pas recréer totalement l'écosystème d'origine car celui-ci était le fruit d'une évolution et d'interactions complexes, certains attributs peuvent être réhabilités grâce aux techniques de l'ingénierie écologique, et l'essentiel de la biodiversité typique des habitats naturels peut généralement recoloniser l'écosystème.

> GLOSSAIRE

- **ENDÉMISME** : le fait, pour une espèce, de n'exister que dans une région restreinte du globe.
- **ESPÈCE GÉNÉRALISTE** : espèce capable de prospérer dans un grand nombre de conditions environnementales, et qui peut faire usage d'une grande variété de ressources. C'est par exemple le cas du Goéland leucophaea.
- **ESPÈCE SPÉCIALISTE** : espèce qui ne peut s'épanouir que dans une gamme étroite de conditions environnementales ou d'alimentation. C'est par exemple le cas du Butor étoilé, espèce qui ne se reproduit que dans des roselières homogènes, peu denses, avec une faible hauteur d'eau claire (10 à 15 cm).
- **EUTROPHISATION** : processus d'enrichissement en éléments nutritifs (nitrates, phosphates...), qui cause des proliférations d'algues nuisibles au reste de la faune et de la flore, et aux activités humaines.
- **HALOPHILE** : espèce tolérant bien les fortes salinités.
- **HOMOGÉNÉISATION BIOTIQUE** : remplacement des espèces spécialistes par des espèces généralistes.
- **OUED** : "rivière" en arabe, désigne les cours d'eau d'Afrique du Nord.
- **RENATURALISER** : mener des opérations d'aménagement consistant à ramener un site que l'on estime dégradé par les activités humaines vers un état écologique et paysager plus naturel.
- **RESTAURER** : rétablir un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit dans un état de référence. Cet état de référence peut être un état antérieur aux perturbations anthropiques ou non. Même si on ne peut pas recréer totalement l'écosystème d'origine, car celui-ci était le fruit d'une évolution et d'interactions complexes, certaines composantes peuvent en général être réhabilités.
- **RIPISYLVE** : forêt inondable le long des cours d'eau.
- **SUBSIDENCE** : enfoncement des terrains par compaction naturelle.
- **ZONES INTERTIDALES** : zones humides de bord de mer, recouvertes à marée haute et découvertes à marée basse (vasières).

↳ Barrage de Lebna (© H. Azafaf).

➤ RÉFÉRENCES

- Afdhal B., Charfi-Cheikhrouha F. & Moali A. 2012 - Tunisian man-made wetlands as alternative habitats for waterbirds and their role for conservation. *African Journal of Ecology*, 51: 154–163.
- Ayache F., Thompson J.R., Flower R.J., Boujarra A., Rouatbi F. & Makina H. 2009 - Environmental characteristics, landscape history and pressures on three coastal lagoons in the Southern Mediterranean Region: Merja Zerga (Morocco), Ghar El Melh (Tunisia) and Lake Manzala (Egypt). *Hydrobiologia* 622: 15-43.
- Baha El Din S.M. 1999 - Directory of Important Bird Areas in Egypt. Palm Press, Cairo, 113 p.
- Baker, J.M.R. & Halliday, T.R. 1999 - Amphibian colonization of new ponds in an agricultural landscape. *Herpetological Journal* 9: 55–63.
- Bohannon J. 2010 - The Nile delta's sinking future. *Science* 237: 1444-1447.
- Butchart S.H.M., Walpole M., Collen B., van Strien A., Scharlemann J.P.W. et al. 2010 - Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 328: 1164–1168.
- Caeiro S., Painho M., Costa, M. H. & Ramos T. B. 2002 - Sado Estuary Ecosystem: a management methodology. In Duarte P. Ed., *Proceedings of the International Conference on Sustainable Management of Coastal Ecosystems*; Fernando Pessoa University, Porto, p. 101-112.
- Caesstecker P. 2007 - Synthèse du statut des inventaires de zones humides dans la région méditerranéenne. *Tour du Valat/ MedWet/ Université de Provence, Marseille, France*, 245 p.
- Casado S. & C. Montes. 1995 - Guía de los Lagos y Humedales de España. ICONA, Madrid, Spain, 255 p.
- Catarino J., Peneda M. & Santana F. 1997 - Estudo do Impacte da Indústria no Estuário do Sado – estimativas da poluição afluente ao sistema. LNETI, Lisboa, Portugal.
- CEPF 2010 - Ecosystem profile of the Mediterranean Basin Biodiversity hotspot. Conservation International, Washington D.C., USA, 251 p.
- Chen L. & Chen J. 2014 - Global Wetland Mapping (GlobalLand3.0). Presentation to the Ramsar Secretariat, 16 January, 2014, Geneva.
- Ciavola P. & Simeoni U. 1995 - A review of the coastal geomorphology of Karavasta lagoon (Albania): short term coastal change and implications for coastal conservation. *Proceedings of Coastlines '95, 5th Conference of the European Union for Coastal Conservation (EUCC)*, Swansea, UK.
- Coates D. 2010 - International frameworks and programs on biodiversity and development relevant to Mediterranean wetlands. Communication to the 3rd Partners Workshop of the Mediterranean Wetlands Observatory, Tour du Valat, Arles, France, 7-10 February 2010.
- Devictor V., Julliard R., Clavel J., Jiguet F., Lee A. & Couvet D. 2008 - Functional biotic homogenization of bird communities in disturbed landscapes. *Global Ecology and Biogeography* 17: 252-261.
- Diaz-Delgado R., Green A., Santamaria L., Grillas P., Fernandez-Delgado C., Chans J.J., Bravo M.A., Castellanos E., Urdiales C. & Bayan B. 2003 - La tele-detección como herramienta de restauración en la Actuación N° 6 del Proyecto Doñana 2005 (Finca de Los Caracoles). In *Actas de las VII Jornadas de la Asociación Española de Ecología Terrestre*, CREAM Ed., Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, Spain.
- Dinar A., Seidl P., Olem H., Jorden V., Duda A. & Johnson R. 1995 - Restoring and protecting the world's lakes and reservoirs. *World Bank Technical Papers*, 289, 130 p.
- Direction de l'Agriculture 2009 - Bilan annuel sur l'activité agricole et pastorale dans la plaine de Sig et d'El Habra, Algérie. Document technique, Wilaya de Mascara, 34 p.
- Dodouras S., Lyratzaki I. & Papayannis T. 2014 - Lake Karla Walking Guide, Med-INA Ed., Athens, Greece, 225 p.
- EEA 2013 - Analysis of changes in European land cover from 2000 to 2006. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/land-cover-2006-and-changes-1>.
- El Agbani M. A., Dakki M., Benhoussa A., Hammada S. & Bennig O. 2003 - Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR) : Complexe du Bas-Loukkos. 8 p.
- FAO 2005 - L'irrigation en Afrique en chiffres. Enquête AQUASTAT. Division de la mise en valeur des terres et des eaux. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italy, 652 p.
- FAO 2010 - Aquaculture production 2010. Year book of Fishery Statistics, Vol.96/2. Food and Agriculture organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO 2012 - Fishery Statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Finlayson C.M. & Davidson N.C. 1999 (2nd Edition) - Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory. Summary Report. Environmental Research Institute of the Super-Vising Scientist/Wetlands International, Darwin, Australia, 9 p. http://www.wetlands.org/Portals/0/publications/Report/WI_GRoWI-Report_1999.pdf
- Garcia-Novo F. & Marin C. 2006 - Doñana: Water and Biosphere. UNESCO/Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 365 p.
- Ghodbani T. & Amokrane K. 2013 - La zone humide de la Macta : un espace à protéger sur le littoral ouest de l'Algérie. *Physio-Géo* 7, DOI : 10.4000/physio-geo.3228.
- GIEC (IPCC) 2013 - Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Stocker T.F., Qin D., Plattner G.K., Tignor M., Allen S.K, Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V. & Midgley P.M. Eds. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.
- Grammatikopoulou N., Kechagias D. & Economidis G. 1996 - Environmental study «Rescuing plan for Lake Koronia». Hellenic Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works, Prefecture of Thessaloniki, Greece.

- Green A.J., El Hamzaoui M., El Agbani M.A. & Franchimont J. 2002 - The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. *Biological Conservation* 104: 71–82.
- Hughes R.H. & Hughes J.S. 1992 - A directory of African wetlands. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK/ UNEP, Nairobi, Kenya/ WCMC, Cambridge, UK, 820 p.
- Ibáñez C., Prat N. & Canicio A. 1996 - Changes in the hydrology and sediment transport produced by large dams on the lower Ebro river and its estuary. *River Research and Applications* 12: 51–62.
- Ibrahim F.N. & Ibrahim B. 2003 - Egypt: an economic geography. *International Library of Human Geography*, I.B. Tauris & Co Ltd, London & New-York, 320 p.
- IFEN 2008 - L'occupation du sol dans les zones humides d'importance majeure entre 1990 et 2000. Fiche Indicateur de l'Observatoire national des zones humides. Note de l'Institut Français de l'Environnement, Orléans, France, 8 p. ftp://195.6.33.4/pub/dce/coordinationweb/uploads/media/fiche_indicateur_occupation_du_sol.pdf
- Instituto Hidrográfico (IH) 1993 - Poluição por Hidrocarbonetos – Zonas Costeiras e Interiores – 1991/1992. Relatório Técnico Final QP02/93, Instituto Hidrográfico, Lisboa, Portugal.
- Jouve A.M. 2002 - Cinquante ans d'agriculture marocaine. In *Du Maghreb au Proche Orient : les défis de l'agriculture*, Blanc P. Ed., L'Harmattan, Paris, France, p. 51-71.
- Kılıç S., Evrendilek F., Berberoğlu S. & Demirkesen A.C. 2006 - Environmental monitoring of land-use and land-cover changes in a Mediterranean region of Turkey. *Environmental Monitoring & Assessment* 114: 157-168.
- Kleijn D., Cherkaoui I., Goedhart P.W., van der Hout J. & Lammertsma D. 2014 - Waterbirds increase more rapidly in Ramsar designated wetlands than in unprotected wetlands. *Journal of Applied Ecology* 51: 289-298, doi: 10.1111/1365-2664.12193.
- Korichi N. & Treilhes C. 2013 - Les sites Ramsar assurent leur rôle de protection quand ils sont gérés. *Espaces Naturels* 43: 14-15.
- Lammens E. & Van den Berg M. 2001 - Evaluation of the ecological condition of Lake Uluabat. RIZA Technical report, The Netherlands, 19 p.
- Lehner B. & Doll P. 2004 - Development and validation of a global database of lakes, reservoirs and wetlands. *Journal of Hydrology* 296: 1–22.
- Leverington F., Lemos Costa K., Pavese H., Lisle A. & Hockings M. 2010 - A global analysis of protected area management effectiveness. *Environmental Management* 46: 685–698.
- Levin N., Elron E. & A. Gasith A. 2009 - Decline of wetland ecosystems in the coastal plain of Israel during the 20th century: implications for wetland conservation and management. *Landscape and Urban Planning* 92: 220-232.
- Lopes C.B., Pereira M.E., Vale C., Lillebø A-I., Pardal M-Â. & Duarte A.C. 2007 - Assessment of spatial environmental quality status in Ria de Aveiro (Portugal). *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Scientia Marina* 71: 293-304.
- Ludwig W., Meybeck M. & Abousamra F. 2003 - Riverine transport of water, sediments and pollutants to the Mediterranean Sea. MAP Technical Report Series N°141. UNEP/MAP, Athens, Greece, 111 p.
- Magnin G. & Yazar M. 1997 - Important Bird Areas in Turkey. *Dogal Hayati Koruma Dernegi, Istanbul, Turkey*, 313 p.
- Margat J. 2008 - L'eau des Méditerranéens : situation et perspectives. L'Harmattan, Paris, France, 288 p.
- Marvier M., Kareiva P. & Neubert M.G. 2004 - Habitat destruction, fragmentation, and disturbance promote invasion by habitat generalists in a multispecies metapopulation. *Risk Analysis* 24 : 869–77.
- MEDDE-MNHN 2013 - Fiche thématique "Milieux naturels protégés par voies réglementaire, foncière et contractuelle dans les communes littorales métropolitaines en 2013", SOeS/ Observatoire national de la mer et du littoral. http://www.onml.fr/onml_f/Milieux-naturels-protges-par-voies-reglementaire-fonciere-et-contractuelle-dans-les-communes-littorales-metropolitaines-en-2013
- Meddi M., Talia A. & Martin C. 2009 - Évolution récente des conditions climatiques et des écoulements sur le bassin versant de la Macta (Nord-Ouest de l'Algérie). *Physio-Géo* 3 : 61-84.
- Mediterra 2008 - Les futurs agricoles et alimentaires en Méditerranée. Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes. Presses de Sciences Po, Paris, France, 368 p.
- Mediterra 2009 - Repenser le développement rural en Méditerranée. Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes. Presses de Sciences Po, Paris, France, 387 p.
- MEA (Millenium Ecosystem Assessment) 2005 - Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and Water Synthesis. World Resources Institute, Washington D.C., USA, 68 p.
- Mitraki C., Crisman T.L. & Zalidis G. 2004 - Lake Koronia, Greece: shift from autotrophy to heterotrophy with cultural eutrophication and progressive water-level reduction. *Limnologia* 34: 110–116.
- Murray N.J., Clemens R.S., Phinn S.R., Possingham H.P. & Fuller R.A. 2014 - Tracking the rapid loss of tidal wetlands in the Yellow Sea. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2014, doi:10.1890/130260
- Navedo J.G., Masero J.A., Sanchez-Guzman J.M., Abad-Gomez J.M., Gutierrez J.S., Sanson E.G., Villegas A., Costillo, E., Corbacho C. & Moran R. 2012 - International importance of Extremadura, Spain, for overwintering migratory dabbling ducks: a role for reservoirs. *Bird Conservation International* 22: 316-327.
- Nichols R.J. 2004 - Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: changes under the SRES climate and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change* 14: 69-86.
- Nivet C. & Frazier S. 2004 - A Review of European Wetland Inventory Information. *Wetlands International*, Wageningen, The Netherlands, 262 p.
- Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012a - Les zones humides méditerranéennes : Enjeux et perspectives. Rapport technique. Tour du Valat, Arles, France, 126 p.
- Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes 2012 b. Biodiversité – Etat et tendances des espèces des zones humides méditerranéennes. Dossier thématique N°1. Tour du Valat, France, 52 p.

- Olden J.D., Poff N.L., Douglas M.B., Douglas M.E. & Fausch K.D. 2004 - Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. *Trends in Ecology & Evolution* 19: 18–24.
- Perennou C., Beltrame C., Guelmami A., Tomas Vives P. & Caessteker P. 2012 - Existing areas and past changes of wetland extent in the Mediterranean region: an overview. *Ecologia Mediterranea* 38: 53-66.
- Prigent C., Papa F., Aires F., Jimenez C., Rossow W.B. & Matthews E. 2012 - Changes in land surface water dynamics since the 1990's and relation to population pressure. *Geophysical Research Letters* 39: L08403.
- Reis A. 1993 - Ria de Aveiro – Memórias da Natureza. Câmara Municipal de Ovar.
- Rhazi L., Grillas P., Saber E.R., Rhazi M., Brendonck L. & Waterkeyn A. 2012 - Vegetation of Mediterranean temporary pools: a fading jewel? *Hydrobiologia* 689: 23-36.
- Romdhane M.S. 2012 - Atlas des zones humides d'importance internationale en Tunisie : 35 Sites Ramsar. Ministère de l'Agriculture / Direction Générale des Forêts & WWF Programme Méditerranée, Tunis, Tunisie, 76 p.
- Salathé T. 1996 - Ramsar site management plans: Albania, Karavasta Lagoon. Ramsar Convention Secretariat, Gland. http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-documents-wurl-plans-ramsar-site-management-22009/main/ramsar/1-31-116-163%5E22009_4000_0__
- Sánchez-Arcilla A., Jiménez J.A., Valdemoro H.I., Gracia V. 2008 - Implications of climatic change on Spanish Mediterranean low-lying coasts: The Ebro delta case. *Journal of Coastal Research* 24: 306-316.
- Seffer J., Yalinca G.K., Fuller W., Tuncok I. K., Sefferova Stanova V., Özden O. & Eroglu G. 2011 - Management plan for Famagusta Wetlands SEPA. 50 p.
- Snoussi M., Haida S. & Imassi S. 2002 - Effects of the construction of dams on the Moulouya and the Sebou rivers (Morocco). *Regional Environmental Changes* 3 : 5-12.
- SOeS (Service de l'Observation et des Statistiques) 2009 - L'occupation des sols dans les zones humides d'importance majeure entre 2000 et 2006. Note du Service de l'Observation et des Statistiques, Ministère de l'Ecologie (MEED-DAT), Paris, France, 7 p.
- SOeS (Service de l'Observation et des Statistiques) 2012 - Résultats de l'enquête nationale à dire d'experts sur les zones humides. État en 2010 et évolution entre 2000 et 2010. Ministère de l'Ecologie / Commissariat général au développement durable, Études & documents n° 70, 96 p.
- Stanley D.J. & Warne A.G. 1993 - Nile Delta: recent geological evolution and human impact. *Science* 260: 628-634.
- Thomlinson J.R., Bolstad P.V. & Cohen W.B. 1999 - Coordinating methodologies for scaling land cover classifications from site-specific to global: steps toward validating global map products. *Remote Sensing of Environment* 70 : 16– 28.
- UNEP/MAP-Plan Bleu 2005 - Méditerranée. Les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement. UNEP/MAP Plan Bleu, Sophia Antipolis, France, 28 p.
- UNEP/MAP-Plan Bleu 2009 - State of the Environment and Development in the Mediterranean. UNEP/MAP-Plan Bleu, Athens, Greece, 200 p.
- Vercueil J. 1982 - Systèmes de suivi pour le développement agricole – Annexe 1 : Le système de suivi des effets de l'Office de Mise en Valeur Agricole du Loukos (Maroc). FAO / Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italy, 84 p.



↳ Les lagunes (ici celle de Qarun en Égypte) sont parmi les zones humides les plus importantes pour les pêcheries (© L. Chazée).

➤ REMERCIEMENTS

L'OBSERVATOIRE DES ZONES HUMIDES MÉDITERRANÉENNES
SOUHAITE REMERCIER POUR LEURS CONTRIBUTIONS À CE RAPPORT :

1. Les experts ayant contribué à ce travail, par exemple en analysant une partie des données de leur pays ou en contribuant au développement de la méthodologie :

S. Al Hachem ; M. Al Koudmani ; A. Aloui ; H. Azafaf ; O. Ballereau ; N. Ben M'Barek ; N. Benessaiah ; G. Bessah ; E. Bonino ; J. Bustamante ; M. Chafik ; B.A. Çiçek ; M. Dakki ; N. Davidson ; A. Diku ; A. Dindeleux ; H. El Yadari ; M. Faber ; T. Ferah ; E. Frankenberg ; E. Fytoka ; H. Guidara ; N. Hamidan ; H. Hansen ; M. Haran ; L. Hilarides ; H.I.M. Nashnoush ; M. Keil ; A. Knop ; F. Krzewinski ; E. M. Bouras ; I. Melotte ; N. Moh'D Abidelbari Boulad ; T.S. Mohamed Ismael ; P. Ouedraogo ; M. Paganini ; F. Pirot ; H. Rodriguez ; K. Salem ; M. Schwarz ; S. Taupin ; W. Tefiani ; A. Tiéga ; M. Tobaschus ; E. Van Valkengoed ; K. Weise ; B. Wolf.

2. Les organisations suivantes, pour leur soutien technique et stratégique :

Agence Nationale de protection de l'Environnement (Tunisie) ; Agence spatiale européenne ; Association des Amis des Oiseaux / Birdlife, Tunisie ; Birdlife International, Direction générale des Forêts (Algérie) ; Centre pour la Coopération Méditerranéenne de l'Union internationale pour la conservation de la Nature (UICN), Espagne ; Direction générale des Forêts (Tunisie) ; DLR/DFD (Allemagne) ; Doñana Biological Station (Espagne) ; Eastern Mediterranean University (Chypre) ; EEAA (Egypt) ; Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY), Grèce ; Environment General Authority (Libye) ; Image Consult ; Jena Optronik ; KeyObs ; MedWet ; Ministère de l'Environnement du Liban ; Ministry of Environment Affairs (Palestine) ; Ministry of Irrigation (Syrie) ; Ministry of the Environment (Israël) ; Nature and Parks Authority (Israël) ; Royal Society for the Conservation of Nature (Jordanie) ; Secrétariat Ramsar ; TerraSphere Imaging & GIS BV ; Tour du Valat ; Université de Rabat (Maroc) ; Wetlands International ; WWF - Dinaric Arc Parks (Albanie).

3. Nos partenaires financiers :

Fondation Prince Albert II de Monaco, Fondation Total, Fondation MAVA, Fondation Pro Valat, Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (France), Agence spatiale européenne.



Tour du Valat - Le Sambuc - 13200 Arles
 Téléphone : +33 (0)4 90 97 20 13 - Fax : +33 (0)4 90 97 20 19
 secretariat@tourduvalat.org - www.medwetlands-obs.org



Avec le soutien financier de :



Les partenaires institutionnels et techniques de l'OZHM :

