



FOCUS SUR LES
SITES RAMSAR

LES MILIEUX HUMIDES
REMARQUABLES, DES ESPACES
NATURELS MENACÉS

Quelle occupation du sol au sein
des sites Ramsar de France métropolitaine ?

Rétrospective 1975-2005

Christian PERENNOU,
Anis GUELMAMI
& Elie GAGET

Tour du Valat / OZHM

Mars 2016

Sommaire

Résumé des principaux résultats	3
1. Contexte et précautions	5
2. Evolution globale des 32 sites Ramsar métropolitains	7
<i>Les sites Ramsar de France métropolitaine</i>	7
<i>Statut de protection des sites Ramsar métropolitains</i>	11
<i>Des surfaces en milieux humides en évolution</i>	13
<i>Evolution différenciée entre les sites Ramsar métropolitains et leurs alentours proches</i>	16
<i>Evolution des différents habitats humides – Précautions</i>	17
<i>Evolution des habitats humides à l'échelle des sites</i>	20
<i>Evolution des pressions agricoles et urbaines au sein et autour des sites Ramsar métropolitains</i>	20
<i>Mutations élémentaires dans l'occupation des sols des 32 sites</i>	23
<i>Comparaison des résultats sur un site Ramsar avec les données locales : exemple de la Grande Camargue</i>	27
3. Illustration des tendances globales sur quelques sites	
<i>Progression des milieux humides artificiels</i>	30
<i>Progression des milieux artificialisés dans et autour des sites Ramsar métropolitains</i>	34
<i>Pertes de surfaces en prairies humides</i>	34
Conclusion	36
Bibliographie	37
Annexes	
1. <i>Méthodologie</i>	38
2. <i>Superficie en milieux humides dans les sites Ramsar métropolitains</i>	46
3. <i>Evolution des différents habitats dans les sites</i>	47
4. <i>La typologie d'habitats GlobWetland 2</i>	50

Résumé des principaux résultats

- Vingt-cinq des 32 sites Ramsar métropolitains français ont plus de la moitié de leur surface en milieux humides.
- Dans l'ensemble, les sites Ramsar de France métropolitaine sont composés à 39% de milieux humides. Cette proportion est hautement variable entre sites, selon que les limites désignées ont suivi ou non au plus près la limite des milieux humides.
- Environ la moitié de la surface des 32 sites Ramsar métropolitains se situe au sein d'un PNR ; la moitié aussi au sein de Zones Natura 2000. Une part plus faible (1 à 5%) est protégée au titre des acquisitions du Conservatoire du Littoral ou des réserves naturelles nationales ou régionales. Ces moyennes cachent en réalité une grande variabilité entre sites.
- En moyenne, les sites Ramsar métropolitains français ont perdu 1,3% de leurs milieux humides totaux entre 1975 et 2005. En réalité, un quart des sites ont enregistré des progressions (jusqu'à +11%) et les trois-quarts des régressions (jusqu'à -62%).
- Globalement, en 30 ans, les milieux humides naturels ont régressé de 6%, et les milieux humides artificiels progressé de 38% dans les sites Ramsar métropolitains. Les milieux naturels terrestres ont aussi régressé.
- Ces chiffres ne sont pas forcément extrapolables aux sites humides de France dans leur ensemble.
- Les tendances sont qualitativement les mêmes que celles mesurées sur les mêmes périodes dans un échantillon de 214 sites côtiers du bassin méditerranéen (sites Ramsar ou non, ZICOs, et autres milieux humides importants), mais de moindre ampleur.
- Les pertes en milieux humides ont été plus fortes autour des sites Ramsar métropolitains (bande périphérique de 1 km de large) qu'en leur sein même. Mais un éventuel effet de la désignation Ramsar – non démontré à ce jour, en raison du trop faible nombre de sites anciennement désignés - ne pourrait à lui seul expliquer cette différence.
- Marais & lagunes, forêts inondables et prairies humides sont les milieux humides qui ont le plus régressé entre 1975 et 2005.
- A l'inverse, lacs et étangs artificiels ont fortement progressé.
- Les milieux urbanisés ont fortement progressé entre 1975 et 2005 (+ 39%), tant dans les sites Ramsar métropolitains que dans leurs proches alentours.
- En revanche l'agriculture a stagné : +2% à +4 % dans les sites, -2% à -3% dans les alentours.
- Le littoral méditerranéen apparaît comme le plus concerné par la progression tant de l'agriculture que des milieux urbains.

- La régression des habitats humides naturels s'est faite pour moitié par conversion en zones agricoles, et pour plus d'un quart en milieux humides artificiels.
- La progression des milieux humides artificiels s'est essentiellement faite sur d'anciennes terres agricoles (pour la moitié des transformations) et sur des milieux humides naturels (38%, dont 8% de prairies humides.)
- La progression modeste de l'agriculture au sein des sites Ramsar métropolitains s'est surtout effectuée aux dépens des habitats naturels, humides ou non. La progression forte des milieux urbains s'est elle surtout faite aux dépens des milieux agricoles.
- Les conversions de milieux humides naturels en terres agricoles et urbaines ou en milieux humides artificiels semblent avoir ralenti entre 1975-1990 et 1990-2005. Mais les conversions en milieux urbains de presque tous les habitats s'est accélérée. Seuls les milieux humides naturels en semblent comparativement préservés depuis 1990 : effet des politiques publiques ?

Contexte & précautions

Le ministère en charge de l'Ecologie (MEEM) pilote et anime l'Observatoire national de la biodiversité (ONB) ainsi que le Plan national d'action sur les milieux humides, dont l'une des actions est le développement de l'Observatoire national des milieux humides (ONMH). Dans ce cadre, des indicateurs « Milieux humides » sont en développement afin de suivre l'évolution de ces milieux menacés et d'orienter les décisions en faveur de leur préservation et de leur gestion durable. Trois de ces indicateurs sont actuellement en construction :

- Superficie des milieux humides
- Superficie des différents types de milieux humides et leur évolution
- Artificialisation du territoire métropolitain (à décliner pour les milieux humides)

Dans ce contexte, le ministère a confié à la Tour du Valat, qui coordonne l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes, une étude sur l'évolution de l'occupation des sols des sites Ramsar de France métropolitaine sur une période de trente ans. Le travail présenté ici est une contribution à la réflexion sur ces futurs indicateurs ONMH. Il est commandité par le MEEM et soutenu par l'initiative MedWet de la Convention de Ramsar, l'Association Ramsar-France et l'ONEMA. Il a également bénéficié des contributions techniques initiales des 12 partenaires du projet GlobWetland2, dont l'Agence Spatiale Européenne. Il s'agit en effet du premier essai de déclinaison nationale d'une démarche de suivi à partir d'images satellitaires, appliquée en 2010-14 à l'échelle du bassin méditerranéen¹. Cette démarche vise à quantifier - et lorsque possible, à cartographier - l'évolution de l'occupation du sol au sein d'un échantillon de milieux humides majeurs du bassin méditerranéen, en mettant l'accent sur les milieux humides. Quelques autres pays comme l'Algérie et la Tunisie sont intéressés pour rééditer cette approche nationale.

L'objectif est ici de couvrir l'ensemble des 32 sites Ramsar² de métropole à partir d'images satellitaires centrées sur 3 périodes (1975, 1990 et 2005), à partir de la démarche (et en particulier de la boîte à outils) du projet GW2. Cette activité contribue aux axes 1 et 2 du plan national d'action « Milieux Humides » pour 2014-2018, et permet :

- d'analyser l'évolution des grandes classes d'habitats, en particulier des milieux humides (naturels et artificiels) ;
- d'analyser le niveau de pression agricole et urbain sur les sites Ramsar métropolitains de France ;
- de valoriser la démarche Globwetland2 (GW2) au profit de la France.

Le choix de se restreindre à la France métropolitaine est justifié par l'abondance, dans les sites d'outre-mer, de milieux humides sur lesquels la méthode GW2 n'a pas été testée (p.ex. mangroves), et pour lesquels nous soupçonnons que l'approche « télédétection » n'est pas forcément optimale : récifs coralliens, lagons des atolls etc.

Pour alléger le texte, le détail de la méthodologie appliquée figure en Annexe 1.

Trois précautions particulières doivent constamment être gardées à l'esprit.

A- La validation-terrain des images satellitaires, effectuée à l'échelle du bassin méditerranéen en 2014 dans le cadre du projet GlobWetland2, a permis de quantifier le taux d'erreur (12,3%) dans les cartes d'occupation du sol par images satellitaires. Ce taux est jugé satisfaisant par les spécialistes, à l'échelle d'un très grand territoire ou ensemble de sites, mais **pas pour des sites individuels à**

¹ Dans le cadre du projet GlobWetland2 pour l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient financé par l'Agence Spatiale Européenne ; et d'un projet propre de l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes, pour l'Europe du sud.

² Désignés au démarrage des travaux, le 01/01/2015

l'échelle des habitats élémentaires – notamment pour les plus petits. Pour les sites individuels, seuls les chiffres globaux (par ex. : surface en milieux humides naturels, ou artificiels, ou sous agriculture) peuvent donc être considérés comme fiables.

Il est ainsi admis d'emblée que les cartes sur nos 32 sites sont beaucoup moins précises que celles dont disposent en général les gestionnaires de sites Ramsar métropolitains (par ex. dans le cadre de Natura 2000 ou de plans de gestion). ***Les nôtres ne prétendent donc pas refléter exactement la réalité individuelle des sites, quant à la répartition fine par habitats***³. En revanche, notre approche permet des analyses globales et comparables sur 32 sites, aux mêmes dates, avec une même méthode (et donc les mêmes biais). Elle permet donc de mettre en évidence des ***tendances globales*** sur l'ensemble des sites Ramsar métropolitains. Dans ce contexte, les cartes présentées doivent être vues comme de ***simples illustrations concrètes, locales, des tendances majeures*** identifiées à l'échelle nationale, et non comme des analyses précises de sites ; ***elles ne doivent pas être interprétées finement à l'échelle des sites.***

B- Nos 32 sites représentent un échantillon faible - en termes statistiques - pour tester la significativité des tendances obtenues. Ce problème est inhérent à la question de départ et au jeu de données : seuls 32 sites Ramsar ont été désignés. Le problème est accru lorsque l'on cherche à comparer entre eux des sous-groupes au sein des 32 sites (par ex. distribution atlantique/ Méditerranée/ intérieur), où l'effectif par sous-groupe (8, 9, 12...) est encore plus faible. Ainsi, ***des résultats jugés statistiquement non significatifs n'impliquent pas automatiquement que « aucune tendance n'existe », mais peuvent aussi signifier « l'échantillon est trop faible ».*** En revanche, lorsque des tendances significatives sont détectées malgré un échantillon aussi faible, cela signifie qu'elles sont très marquées. Pour ces raisons, les tests n'ont pas été effectués systématiquement sur toutes les données quantitatives, mais uniquement sur quelques éléments majeurs. Notons enfin que sur ce faible échantillon de 32 sites, 100% de la surface a été analysée.

C- Ce rapport concerne ***uniquement les 32 sites Ramsar*** de France métropolitaine, et ***non pas l'ensemble des milieux humides de France.***

Les sites Ramsar, représentatifs des autres milieux humides ?

Les sites Ramsar ont généralement été désignés sur des milieux humides de grande taille, qui ont attiré depuis longtemps l'attention des protecteurs de la nature. De plus, les populations locales ont souvent développé un attachement social fort à ces territoires et contribué à leur relative préservation. Les sites Ramsar sont donc probablement représentatifs, qualitativement, des problèmes rencontrés par les milieux humides en général en France. Mais l'intensité des problèmes et des dégradations y est probablement moindre que dans les autres milieux humides, en raison de l'intérêt particulier qu'elles ont pu susciter. Aussi les valeurs mesurées sur ces sites Ramsar, tout au long du rapport, ne sont probablement pas extrapolables à l'ensemble des milieux humides de métropole.

Pour alléger le texte, quand nous nous référons dans la suite du texte aux « 32 sites Ramsar français », il est entendu qu'il s'agit :

- de la France métropolitaine uniquement
- de sites désignés au 01/01/2015, date de démarrage du présent travail : à sa finalisation, un 33^e site (Vallée de la Risle et Marais Vernier) avait été entretemps ajouté, qui n'a pas pu être pris en compte rétrospectivement dans les calculs.

De même, est appelé pour simplifier « site Ramsar » tout secteur désigné au 01/01/2015, même avant sa désignation (***NB : en 1975 aucun site Ramsar français n'avait encore été désigné, la Convention ayant été ratifiée en 1986.***

³ L'Annexe 3 par exemple, fourni à titre purement indicatif, n'est pas réputé comme précis pour tous les sites

Evolution globale des 32 sites Ramsar métropolitains

Les sites Ramsar de France métropolitaine

Les 32 sites Ramsar de France métropolitaine sont listés au Tab. 1. Leur surface est basée en premier lieu, lorsque disponibles, sur les données SIG (ShapeFiles) du site web « Ramsar Sites Information Service » (RSIS) ; à défaut sur une vectorisation des cartes officielles (en PDF) disponibles sur le RSIS ; et en dernier lieu, lorsqu'indisponible sous les formes précédentes, sur les couches SIG de l'inventaire national du patrimoine naturel (INPN) ⁴. Cet ordre, suivi pour des raisons purement pratiques, ne reflète aucun « degré de fiabilité » entre ces périmètres. Il s'est avéré à l'usage que ces périmètres, et donc les surfaces, ne coïncident pas toujours entre eux, lorsque plusieurs sources sont disponibles (écart atteignant jusqu'à 30.000 ha, en Champagne humide).

Tableau 1 : Liste des sites Ramsar de France métropolitaine et superficies utilisées dans toutes les analyses ultérieures (SMCG : Syndicat Mixte de Camargue Gardoise ; PNR : Parc Naturel Régional. Nota : l'ordre des sites correspond à une codification uniquement liée à leur ordre chronologique d'analyse)

Sites	Source délimitation	Superficie (ha.)
Grande Camargue	PNRC/TdV	84 501
Etangs de la Champagne Humide	RSIS (vectorisation carte)	285 457
Etangs de Petite Woèvre	RSIS (vectorisation carte)	5982
Marais du Cotentin et du Bessin et Baie de Veys	RIS (vectorisation carte)	39 311
Golfe du Morbihan	RSIS (shapefile)	18 945
La Brenne	RSIS (vectorisation carte)	138 732
Rives du Lac Léman	RSIS (shapefile)	1917
Etang de Biguglia	RSIS (vectorisation carte)	2292
Baie du Mont Saint Michel	RSIS (shapefile)	47 788
Grande Brière	INPN	17343
Lac de Grand Lieu	RSIS (vectorisation carte)	5408
Basses Vallées Angevines	RSIS (vectorisation carte)	7661
Marais Salants de Guérande et du Mès	INPN	5039
Petite Camargue	SMCG/TdV	45 534
Baie de Somme	INPN	19 033
Bassin du Drugeon	RSIS (vectorisation carte)	4239
Etangs du Lindre, forêt du Romersberg et zones voisines	RSIS (vectorisation carte)	5312
Lac du Bourget	INPN	5501
Marais du Fier d'Ars	RSIS (vectorisation carte)	4533
Etangs littoraux de la Narbonnaise	vectorisation carte du PNR	12 186
Mares temporaires de Tre Palude de Suartone	RSIS (vectorisation carte)	205
Rhin Supérieur	RSIS (vectorisation carte)	24 648
Etang de Palo	vectorisation carte	386
Etang d'Urbino	vectorisation carte	1059
Etangs Palavasiens	RSIS (vectorisation carte)	7630
Impluvium d'Evian	INPN	3234
Marais Audomarois	RSIS (vectorisation carte)	3741
Etang de Villepey	RSIS (vectorisation carte)	248
Salins d'Hyères	vectorisation carte	524
Tourbières de Moltifao	INPN	33
Bassin d'Arcachon – Secteur du delta de la Leyre	RSIS (vectorisation carte)	5178
Marais d'Orx	RSIS (vectorisation carte)	900
TOTAL		804 500

⁴ <http://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique/ep/ramsar>. Détail en Annexe 0

La superficie des 32 sites va de 33 ha (Tourbière de Moltifao, en Corse) à plus de 285 000 ha (étangs de Champagne humide ; Fig. 0), avec une moyenne de 25 140 ha.

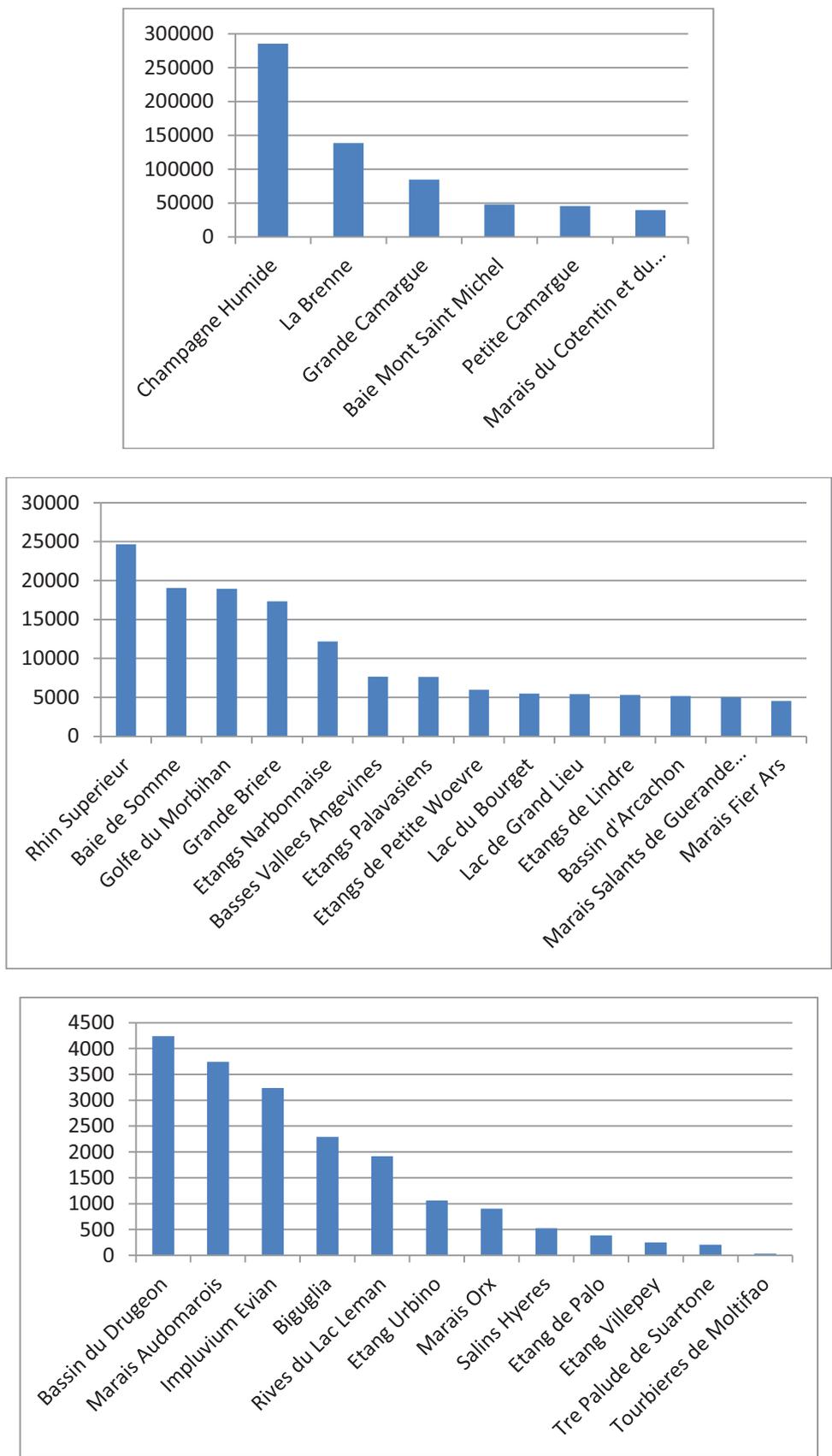


Figure 0 : Surface (en ha) des 32 sites Ramsar métropolitains

Le total des 32 sites couvre 804 500 ha, cartographiés en 1975, en 1990 et en 2005. Sur ce total, 310 700 ha étaient des habitats humides en 2005, soit 39% de la surface totale des 32 sites. Près des deux tiers (61%) de la surface totale des sites Ramsar métropolitains français est donc constituée de milieux non-humides. Vingt-cinq des 32 sites ont plus de la moitié de leur surface en milieux humides, ceux qui font exception comprenant notamment les plus grands sites (Champagne humide, Brenne) où la délimitation a inclus de larges espaces interstitiels.

La proportion d'habitats humides est toutefois très variable selon les sites Ramsar métropolitains (Fig. 1), allant de 2% à 99%. Cet état de fait reflète la diversité passée des principes de désignation, depuis les sites dont le tracé a suivi fidèlement les limites des habitats humides (ex. Fig. 2) à ceux englobant des milieux humides largement dispersés au sein d'autres habitats (ex. Fig. 3).

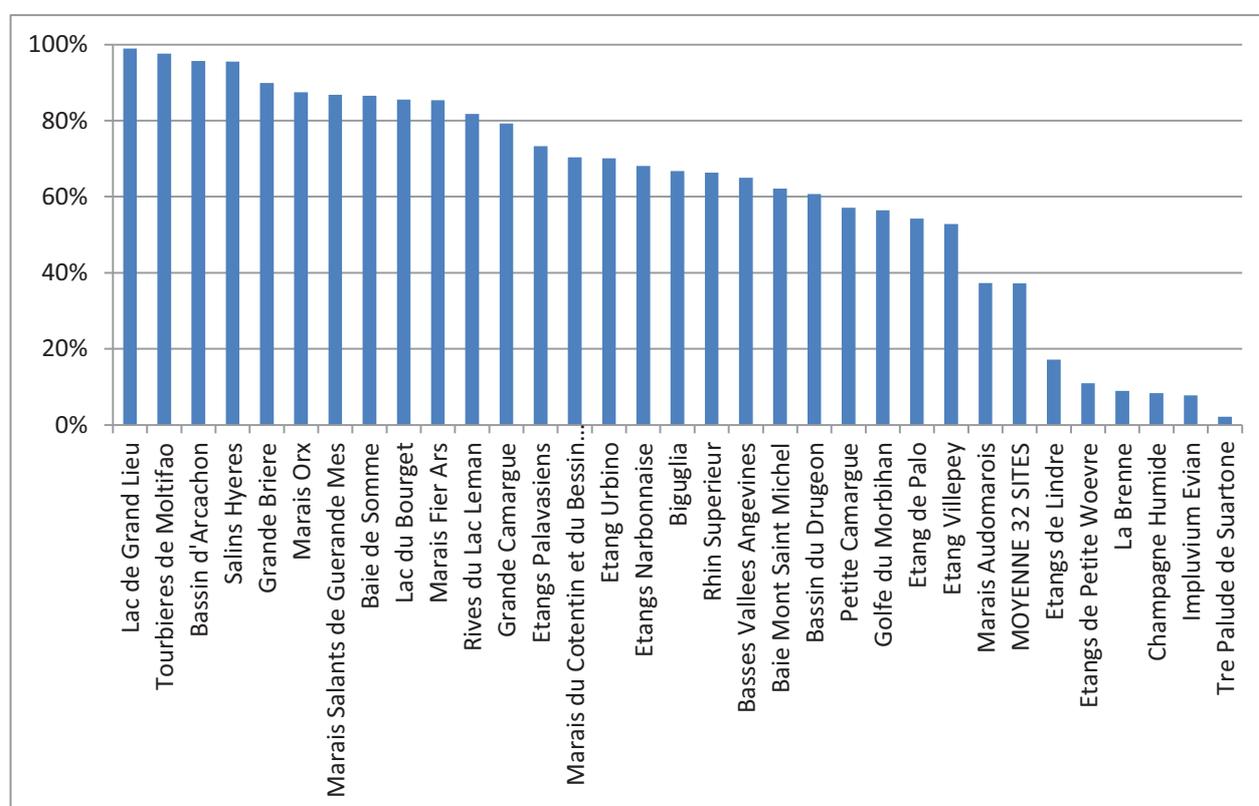


Figure 1 : % d'habitats humides au sein des 32 sites Ramsar métropolitains en 2005

Enfin, aux 3 dates étudiées (1975 ; 1990 et 2005) le nombre de sites Ramsar désignés était respectivement de 0, 1 et 19, sur 32 actuellement.

Vingt-cinq des 32 sites Ramsar métropolitains français ont plus de la moitié de leur surface en milieux humides. Dans l'ensemble, leur surface globale est composée à 39% de milieux humides. Cette proportion est hautement variable entre sites, selon que les limites désignées ont suivi ou non au plus près la limite des milieux humides.

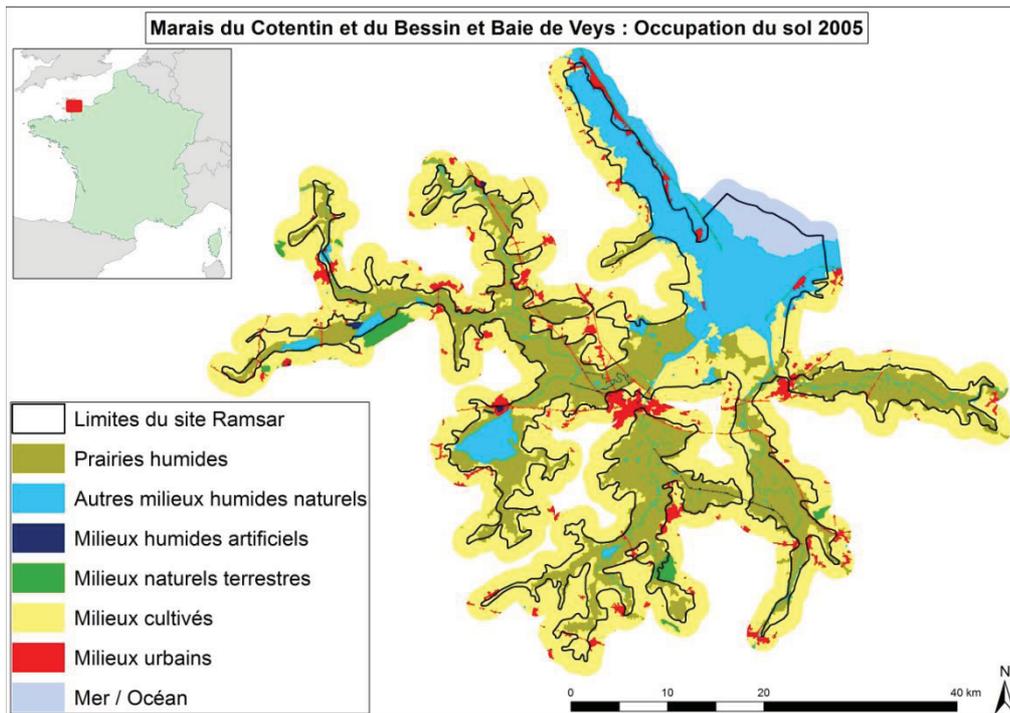


Figure 2 : exemple de site Ramsar dont le tracé suit fidèlement les limites des milieux humides (constitués ici principalement de prairies humides). % de milieux humides dans le site : 70%

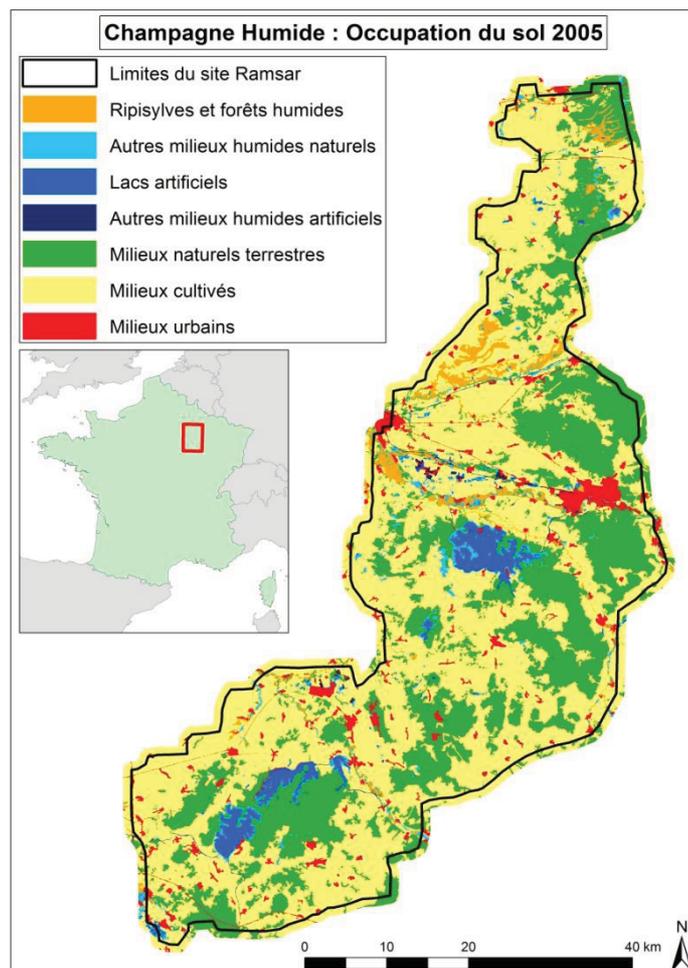


Figure 3 : exemple de site Ramsar englobant une matrice de terres surtout non-humides. % de milieux humides dans le site : 8%

Statut de protection des sites Ramsar métropolitains

Un croisement a été effectué entre les périmètres des sites Ramsar métropolitains et ceux des principaux types d'espaces protégés, tels que disponibles en ligne sur le site web de l'INPN. Les résultats sont résumés au tableau 2.

Tableau 2 : % de la superficie des sites Ramsar de France métropolitaine couverte par les principaux types de protection

Sites	RNN/ RNC*	RNR	PNR	CDL	Directive Habitat	ZPS
Grande Camargue	15%	2%	99%	26%	98%	98%
Etangs de la Champagne Humide	1%	0%	28%	0%	8%	20%
Etangs de Petite Woëvre	0%	10%	96%	0%	0%	58%
Marais du Cotentin et du Bessin et Baie de Veys	2%	0%	87%	1%	69%	84%
Golfe du Morbihan	2%	0%	28%	2%	94%	53%
La Brenne	0%	0%	99%	0%	43%	42%
Rives du Lac Léman	2%	0%	0%	0%	3%	52%
Etang de Biguglia	99,5%*	0%	0%	11%	100%	99%
Baie du Mont Saint Michel	0%	0%	0%	1%	78%	93%
Grande Brière	0%	5%	96%	0%	95%	97%
Lac de Grand Lieu	41%	10%	0%	45%	97%	89%
Basses Vallées Angevines	0%	0%	0%	0%	92%	92%
Marais Salants de Guérande et du Mès	0%	0%	18%	3%	92%	89%
Petite Camargue	0%	1%	0%	4%	81%	55%
Baie de Somme	17%	0%	0%	5%	78%	27%
Bassin du Drugeon	0%	5%	0%	0%	100%	99%
Etangs du Lindre, forêt du Romersberg et zones voisines	0%	0%	96%	0%	100%	100%
Lac du Bourget	0%	0%	0%	4%	99%	99%
Marais du Fier d'Ars	1%	0%	0%	9%	97%	100%
Etangs littoraux de la Narbonnaise	0%	6%	100%	14%	91%	97%
Mares temporaires de Tre Palude de Suartone	100%*	0%	0%	37%	100%	0%
Rhin Supérieur	10%	0%	0%	0%	64%	94%
Etang de Palo	0%	0%	39%	92%	100%	0%
Etang d'Urbino	0%	0%	0%	98%	2%	98%
Etangs Palavasiens	1%	0%	0%	30%	86%	88%
Impluvium d'Evian	0%	0%	0%	0%	5%	0%
Marais Audomarois	3%	0%	98%	1%	4%	5%
Etang de Villepey	0%	0%	0%	98%	100%	0%
Salins d'Hyères	0%	0%	0%	98%	97%	97%
Tourbières de Moltifao	0%	0%	100%	0%	98%	0%
Bassin d'Arcachon – Secteur du delta de la Leyre	0%	0%	30%	14%	96%	91%
Marais d'Orx	78%	0%	0%	99%	93%	78%
TOTAL	4%	1%	49%	5%	51%	54%

Environ la moitié de la surface totale des 32 sites Ramsar métropolitains se situe au sein d'un PNR ; il en va de même pour les Zones de Protection Spéciale (ZPS) de la Directive Oiseaux de l'UE, ou de celle désignées Natura 2000 au titre de la Directive Habitats. Une part bien plus faible (1% - 5%) est protégée au titre des acquisitions du Conservatoire du Littoral ou des réserves naturelles, qu'elles soient nationales (RNN), Corses (RNC) ou régionales (RNR).

Mais les chiffres globaux recouvrent une très grande variabilité : ainsi, la majorité des 32 sites n'ont qu'une faible part (<10%) de leur surface incluse dans une RNN, une RNC, une RNR, un PNR ou un terrain du Conservatoire du Littoral (Fig. 4). Au contraire, plus de la moitié des sites ont au moins 80% de leur surface en ZPS ou en site Natura 2000 au titre de la Directive Habitats ; et un quart des sites sont (presque) totalement inclus dans des PNR.

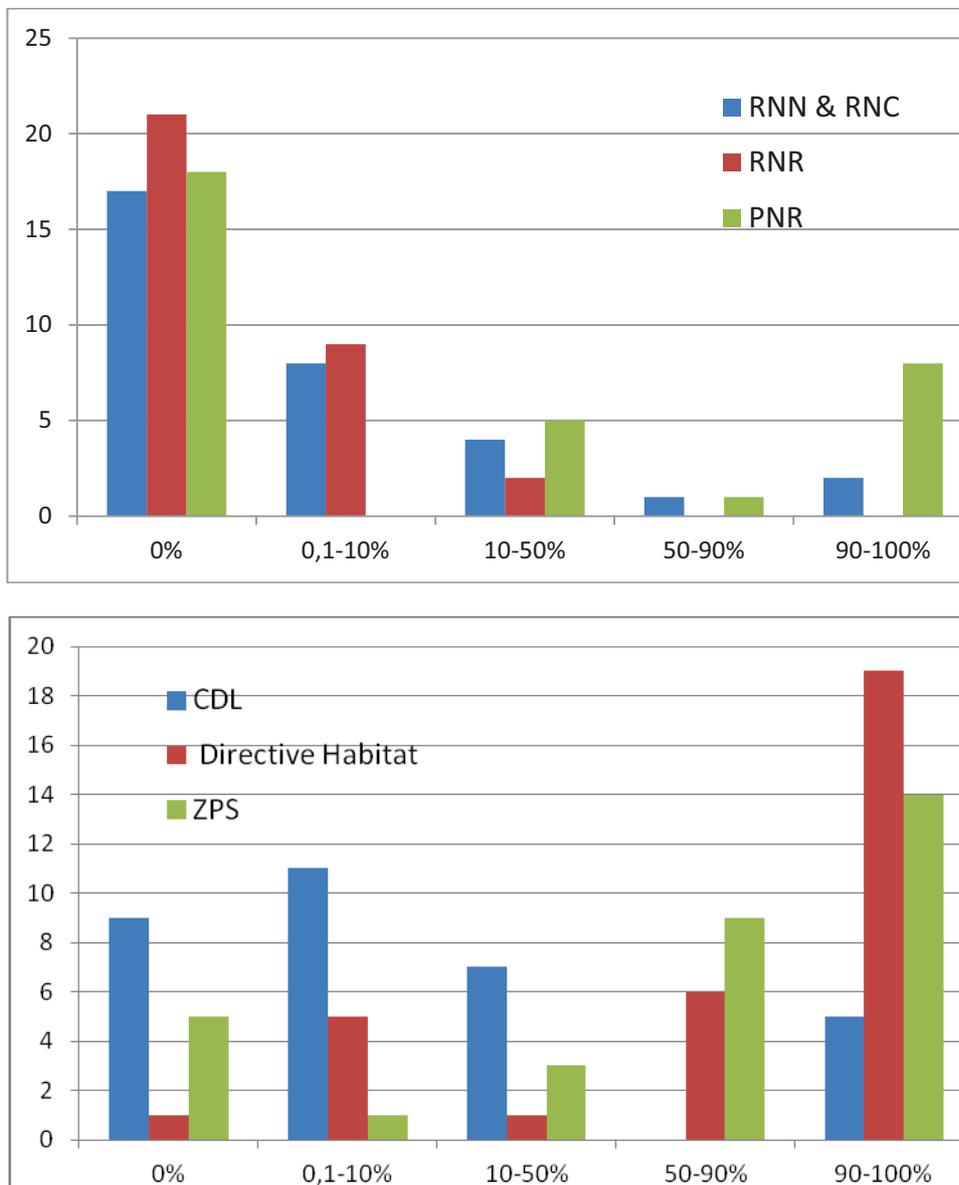


Figure 4 : Nombre de sites Ramsar métropolitains concernés par les principaux types de protection sur une part donnée de leur superficie (*Comment lire le graphe : par ex. (en haut) : 18 sites Ramsar ne recoupent aucun PNR ; 5 ont 10% à 50% de leur surface en PNR, mais 8 d'entre eux sont inclus à 90-100% dans un PNR*)

Environ la moitié de la surface des 32 sites Ramsar métropolitains se situe au sein d'un PNR ; la moitié aussi au sein de Zones Natura 2000. Une part plus faible (1% - 5%) est protégée au titre des acquisitions du Conservatoire du Littoral ou des réserves naturelles nationales, corses ou régionales.

Ces moyennes cachent en réalité une grande variabilité entre sites.

Des surfaces en milieux humides en évolution

Pour les 32 sites Ramsar métropolitains, la surface totale de milieux humides (Tableau en Annexe 2) a très légèrement décliné au cours des 30 années, passant de 303 000 à 299 000 ha (-1,3 %). (ces régressions sont statistiquement significatives à $p < 0,05$ sur les périodes 1975-1990, 1975-2005 et 1990-2005 ; test non-paramétrique des signes sur échantillons appariés). Cette quasi-stabilité résulte d'une double dynamique (Fig. 5):

- régression des milieux humides **naturels**⁵ : -16 400 ha, soit **-6,1 %** sur 1975-2005. Cette régression est concentrée sur la période 1975-90 (-4,7%), et ralentit par la suite (-1,4% sur 1990-2005). (ces régressions sont statistiquement significatives à $p < 0,05$ sur les périodes 1975-1990, 1975-2005 et 1990-2005 ; test non-paramétrique des signes sur échantillons appariés)
- progression forte des milieux humides **artificiels** : +12 400 ha, soit **+38,1 %** sur 1975-2005 (respectivement +34,7 % et +2,6 %, sur les 2 sous-périodes) (ces régressions sont statistiquement significatives à $p < 0,05$ sur les périodes 1975-1990, 1975-2005 mais pas sur 1990-2005 ; test non-paramétrique des signes sur échantillons appariés)

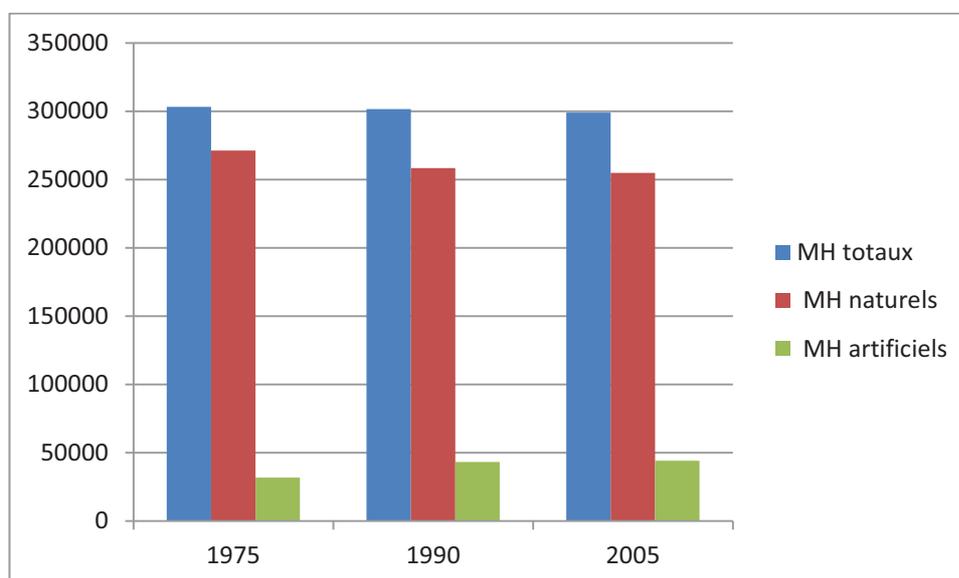


Figure 5 : Superficie (en ha) des habitats humides au sein des 32 sites Ramsar métropolitains

Sur la même période, à l'échelle d'un échantillon de 214 sites méditerranéens côtiers comportant un bon nombre de sites Ramsar – mais pas uniquement –, la perte de milieux humides naturels s'élevait à -10% (-124 800 ha) et la progression des milieux humides artificiels à +105% (+ 66 100 ha ; OZHM 2014 corrigé). Les tendances au sein des sites Ramsar métropolitains français vont donc dans le même sens que pour les milieux humides côtiers de l'ensemble du bassin méditerranéen, mais avec une amplitude moindre.

Pris individuellement, les sites ont connu des tendances contrastées (Fig. 6 & 6bis) : les surfaces en milieux humides ont progressé dans 8 sites (jusqu'à + 1600 ha ou +11%) et régressé dans 24 sites (jusqu'à -62%). La perte maximale en valeur absolue a été enregistrée en Camargue Gardoise (-1400 ha). La Fig. 6 (bas) montre que les tendances globales sont surtout dues à quelques sites connaissant de très fortes variations.

⁵ Voir Annexe 4 pour la typologie qui précise quels habitats humides sont considérés comme naturels ou artificiels

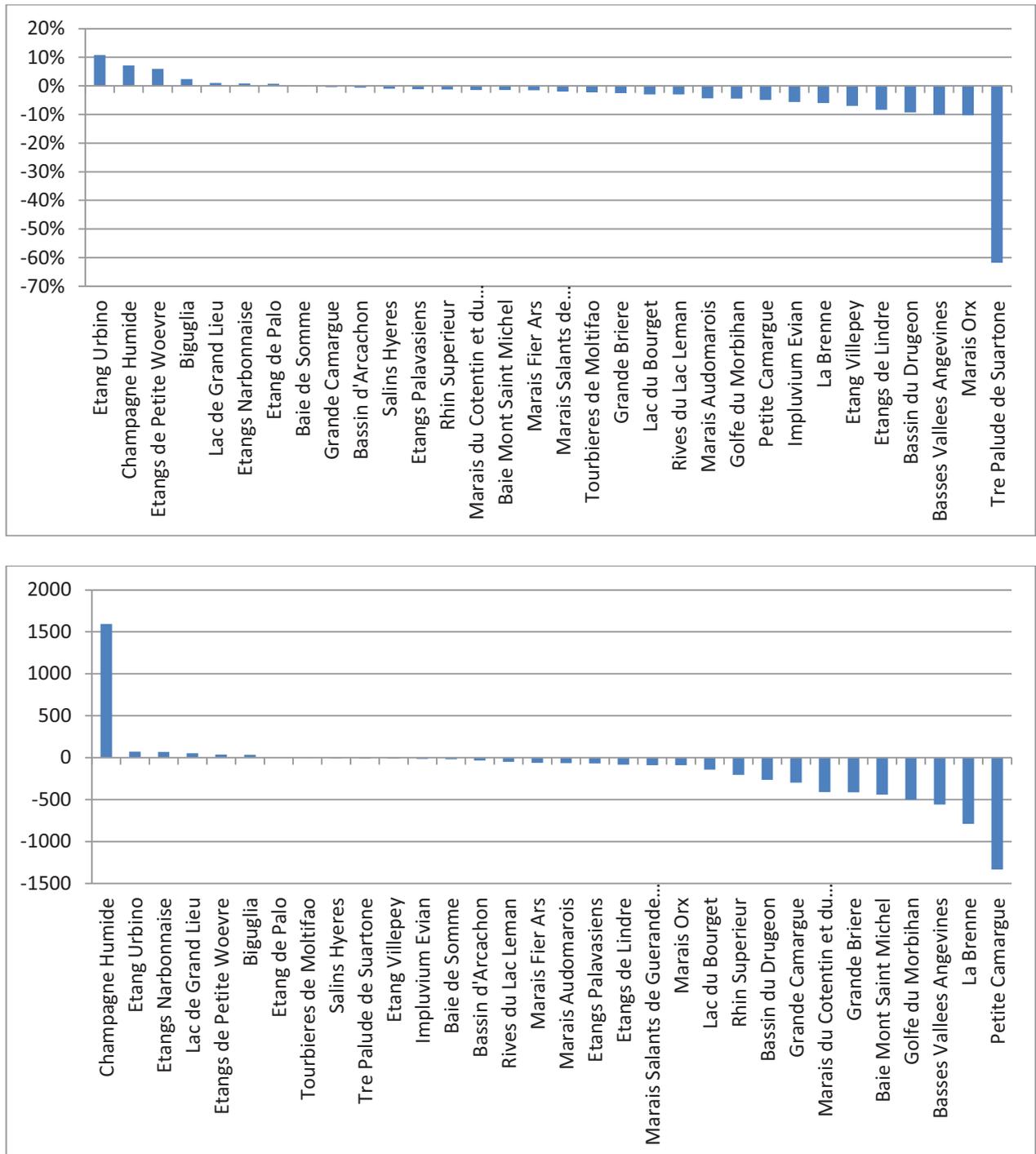


Figure 6 : Evolution différenciée de la surface en milieux humides au sein des sites Ramsar métropolitains entre 1975 et 2005 : en % (haut) et en ha (bas). NB : le pourcentage en apparence très élevé de perte sur les Tre Padule de Suartone est lié à l'imprécision de la méthode (taille des pixels de l'image satellitaire/ taille du site) sur de petits sites à petits milieux humides, comme ici.

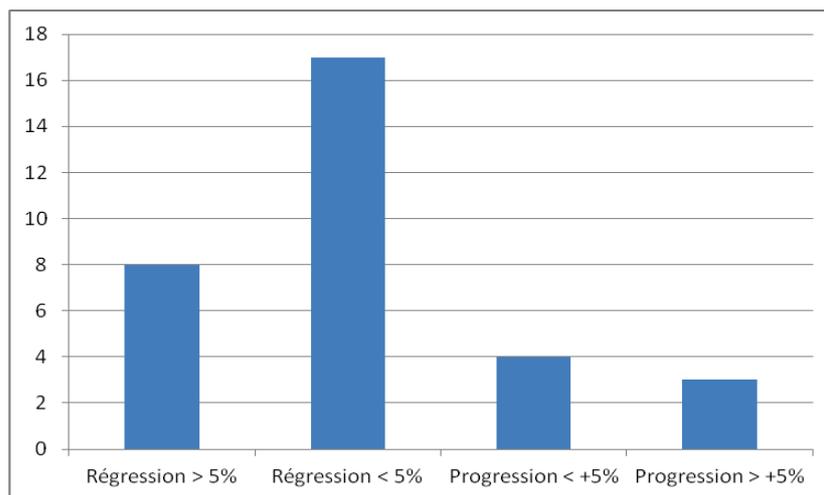


Figure 6bis : Nombre de sites Ramsar métropolitains où la surface en milieux humides a progressé ou régressé, modérément ou fortement

La Fig 7 montre que les sites ayant connu les plus fortes pertes en milieux humides naturels sont aussi ceux ayant gagné le plus de surface en milieux humides artificiels, les lacs-réservoirs (Champagne humide), les nouveaux étangs de pisciculture (Brenne) et les rizières (les 2 Camargue) ayant été pour une bonne part installés sur d'anciens milieux humides naturels.

Elle montre aussi que les variations de surfaces des 2 grands types de milieux humides (naturels vs. artificiels), à l'échelle de l'ensemble des sites Ramsar métropolitains, sont en fait principalement dues à 4 sites, qui se situent tous parmi les 5 plus grands des 32.

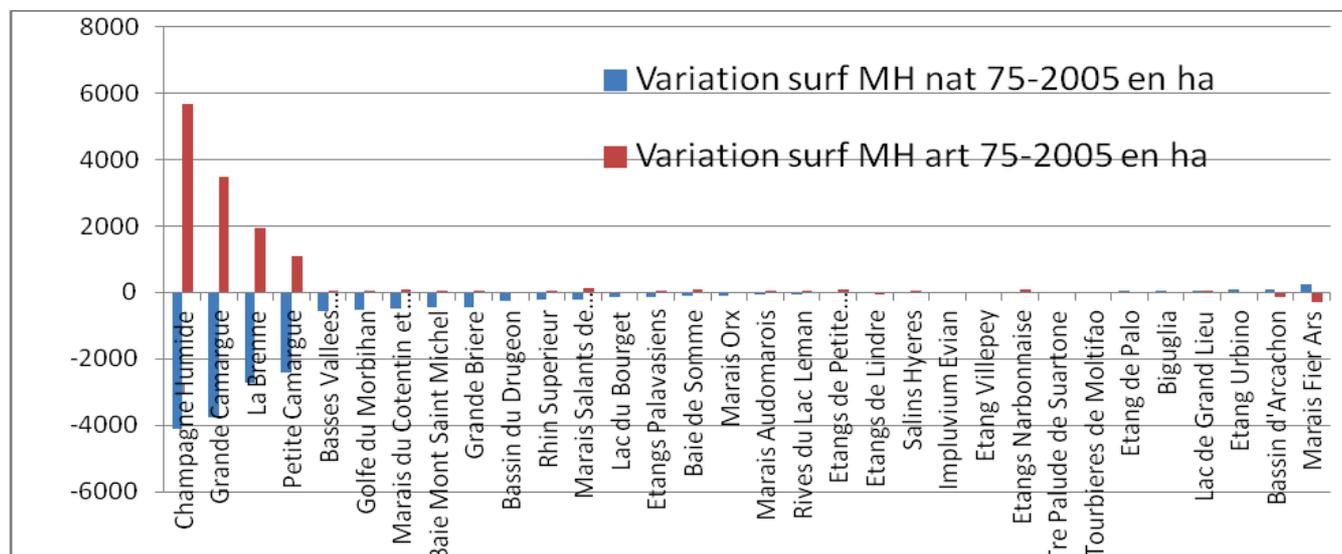


Figure 7 : Variations de la surface en milieux humides naturels (en bleu) et artificiels (en rouge) dans les sites Ramsar métropolitains entre 1975 et 2005 (en ha).

Le tableau 2bis montre que si l'on analyse ces 4 sites séparément des 28 autres, qui ont connu de plus faibles variations, les tendances ne sont pas identiquement significatives : la régression des milieux humides naturels est significative tant dans chacun des 2 sous-groupes qu'à l'échelle des 32 sites, tandis que la progression des milieux humides artificiels n'est significative que pour les 4 sites. Comme rappelé en Introduction, la faible taille de l'échantillon peut influencer la significativité.

Tableau 2bis : Variation comparée des surfaces (en ha.) de milieux humides naturels/ artificiels entre les 4 sites « à forts changements » et les 28 autres.

	Variation absolue (en ha.)			Variation relative		
	4 sites	28 sites	32 sites	4 sites	28 sites	32 sites
MH naturels	-13 023**	-3415**	-16 438**	-12,3%	-2,1%	-6,1%
MH artificiels	+12 201**	+165 NS	+12 366 NS	+50,9%	+2,0%	+38,1%

Codes : ** Significatif au seuil alpha=0.05 ; * : Non Significatif mais presque (p-value entre 0.05 et 0.1) ; NS : Non Significatif au seuil alpha=0.05

Enfin, les autres milieux naturels, non humides, ont régressé de 6,5% dans les sites Ramsar métropolitains sur les 30 années étudiées, soit un taux 3 fois plus faible que sur le littoral du bassin méditerranéen (-19% : OZHM, 2014). Comme pour ce dernier, le recul a eu lieu principalement entre 1975 et 1990 (-5,3%), puis s'est ralenti sur 1990-2005 (-1,3%).

Ces chiffres, valables pour les sites Ramsar métropolitains, ne sont pas forcément représentatifs des sites humides de France dans leur ensemble.

Les sites Ramsar métropolitains français ont perdu 1,3% de leurs milieux humides entre 1975 et 2005. En réalité, un quart des sites ont enregistré des progressions (jusqu'à +11%) et les trois-quarts des régressions (jusqu'à -62%).

Globalement, les milieux humides naturels ont régressé de 6% (-16 400 ha), et les milieux humides artificiels progressé de 38% (+ 12 400 ha). Les milieux naturels terrestres ont aussi régressé.

Ces chiffres ne sont pas forcément représentatifs pour la France dans son ensemble.

Les tendances sont qualitativement les mêmes que celles du bassin méditerranéen, mais de moindre ampleur.

Evolution différenciée entre sites Ramsar métropolitains et leurs alentours proches

L'évolution des milieux humides a aussi été analysée dans les alentours proches⁶ des sites Ramsar métropolitains (Fig. 8). Ces alentours sont moins riches en milieux humides que les sites Ramsar eux-mêmes: 14-16% de leur surface globale, contre 39%.

⁶ il s'agit d'une bande de 1 km de large autour de chaque site Ramsar ; voir Annexe 1 « Méthodologie » pour le détail

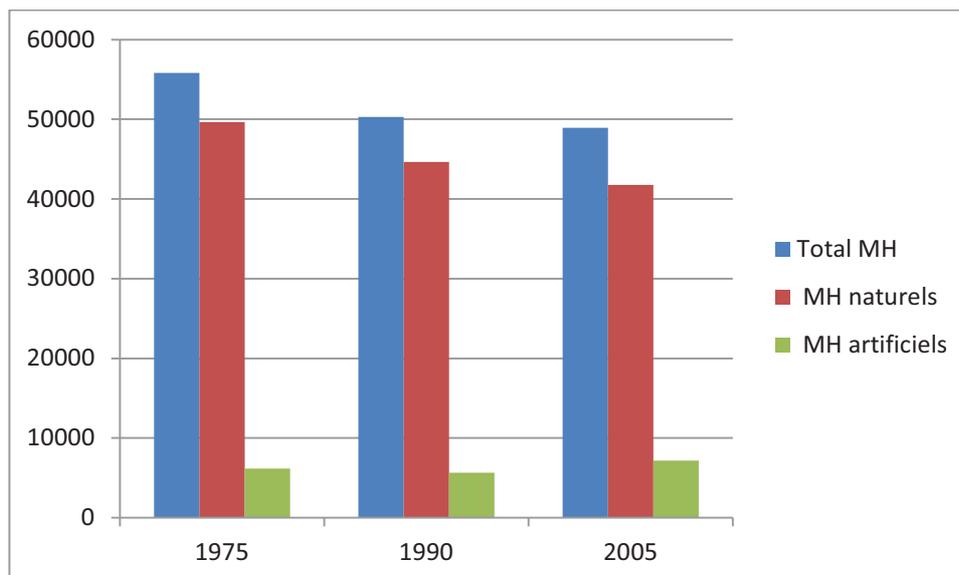


Figure 8 : Superficie (en ha) des milieux humides dans les alentours proches des 32 sites Ramsar métropolitains

Les pertes en milieux humides naturels y ont été plus importantes (- 16% entre 1975 et 2005) que dans les sites eux-mêmes (-6%). De même, le gain de milieux humides artificiels y a été plus faible (+16%, contre + 38%). Il en résulte une perte globale de 12,4 % des milieux humides, tous types confondus (Fig. 6), contre seulement -1,3% dans les sites Ramsar métropolitains (cf. Fig. 5).

Ces tendances contrastées entre les sites Ramsar métropolitains et leurs alentours pourraient avoir plusieurs causes, non exclusives :

- une plus grande difficulté à convertir en terres agricoles ou urbaines le « cœur » d'un territoire humide (car plus fréquemment inondé que sa périphérie) ;
- des limites de sites pouvant avoir été choisies pour inclure justement les milieux humides les mieux préservés, entérinant alors une différence pré-existante entre les sites et leurs alentours proches.
- un éventuel effet positif de la désignation Ramsar – uniquement pour les quelques sites où elle est suffisamment ancienne.

Toutefois les données dont nous disposons ne permettent pas de choisir entre ces interprétations possibles.

Les pertes en milieux humides ont été plus fortes autour des sites Ramsar métropolitains (bande périphérique de 1 km de large) qu'en leur sein même. Un éventuel effet de la désignation Ramsar – non démontré à ce jour, en raison du trop faible nombre de sites anciennement désignés - ne pourrait à lui seul expliquer cette différence.

Evolution des différents habitats humides – Précautions

L'analyse des images satellitaires fournit des chiffres pour les différents types d'habitats rencontrés dans les sites Ramsar métropolitains (Tableau 3). L'annexe 4 explicite très précisément ce qui est compris dans les classes d'habitats ici utilisées. Les résultats sur l'évolution des différents habitats ont été soumis aux gestionnaires des sites Ramsar métropolitains, et nous disposons de 8 retours

pour 32 sites. Sur la base de leurs commentaires, nous considérons qu'il n'est possible, avec précaution, de fournir de chiffres que pour certains habitats (ou regroupements d'habitats), plus aisés à télé-détecter que les autres.

Nous ne fournissons par exemple pas les chiffres pour les éléments linéaires (canaux, cours d'eau), dont la plupart des changements apparents de surface sont vraisemblablement des artefacts, dus à la meilleure résolution des images satellitaires en 2005 qu'en 1975. Par exemple, des routes ou des canaux existant déjà en 1975 pouvaient ne pas être identifiés par les images LandSat d'alors (résolution de 60 x 60 m), mais être ensuite repérés par les images de 1990 et 2005 (résolution : 30 x 30 m), même en l'absence de changement réel. L'impact de cette amélioration est en revanche marginal pour les milieux surfaciques.

Tableau 3 : Evolution des surfaces (en ha.) des principales classes d'habitats au sein des 32 sites Ramsar métropolitains

	1975	1990	2005	Variation 1975-2005		Signif. ⁷
				En ha	En %	
Milieux humides naturels	270 742	257 925	254 304	-16 438	-6,1%	S 5%
<i>Dont :</i>						
Marais + Lagunes	166 434	158 210	159 623	-6811	-4,1%	S 5%
Forêts inondables	32 446	28 291	26 921	-5525	-17,0%	NS
Prairies humides	42 983	42 321	38 974	-4009	-9,3%	NS
Milieux humides artificiels	32 416	43 651	44 782	+12 366	+38,1%	NS
<i>Dont :</i>						
Salins	8853	8261	8409	-444	-5,0%	-
Lacs & étangs artificiels	10237	16953	18244	+8007 ⁸	+78,2%	S 5%
Total Milieux humides	303 158	301 576	299 086	-4072	-1,3%	
% en MH dans les 32 sites	38%	37%	37%			
Autres						
Habitats naturels terrestres	158 309	149 904	148 000	-10 309	-6,5%	-
Agriculture hors rizières & prairies humides	310 080	317 070	318 261	+8181	+2,6%	NS
Agriculture <u>avec</u> rizières mais hors prairies humides	320 938	332 154	333 388	+12 450	+3,9%	NS
Agriculture totale (incluant rizières & prairies humides)	363 921	374 475	372 362	+8441	+2,3%	-
Milieux urbains / artificiels (non humides)	15911	19004	22067	+6156	+38,7%	S 5%

Codes : ** Significatif au seuil alpha=0.05 ; * : Non Significatif mais presque (p-value entre 0.05 et 0.1) ; NS : Non Significatif au seuil alpha=0.05

L'interprétation du Tab. 3 requiert une grande prudence, car nous nous situons aux limites des capacités de la méthode. Pour certains habitats, la variation est quasi-totalement due à un ou 2 sites. De plus, les résultats sont également très dépendants de plusieurs points⁹ :

- choix de typologie : attribution de certains types d'habitats aux milieux humides naturels ou artificiels ;
- choix par l'analyste lors de l'interprétation visuelle des images (attribuer des secteurs précis à un habitat donné), source d'erreurs humaines toujours possibles ;

⁷ NS : Non significatif ; S 5% : significatif au seuil alpha = 0,05 ; - : non testé

⁸ Dont +5800 ha pour le seul site de Champagne humide et +1900 ha pour la Brenne

⁹ pour plus de détails voir la partie Méthodologie en Annexe 1, § 1.3

- perméabilité (confusion possible) entre certaines classes en fonction de divers facteurs (par ex. le degré d'inondation des habitats) ;
- nombre d'images disponibles.

La 3^e de ces raisons méthodologiques nous a par exemple conduits à regrouper marais et lagunes en une classe d'habitats unique, l'interprétation visuelle les distinguant mal tout en cernant bien l'ensemble « Marais + Lagunes ». Il va de soi que pour tous les sites hors côte méditerranéenne, les surfaces de « Marais et lagunes » signifient simplement « marais ».

Au total, les milieux humides ayant le plus régressé en surface sont les marais & lagunes, les forêts inondables et les prairies humides, avec des pertes totales égales ou supérieures à 4 000 ha pour chacune. Nous retrouvons une convergence avec le littoral du bassin méditerranéen, où marais et prairies humides étaient aussi les deux habitats ayant le plus régressé sur la même période (OZHM 2014). Inversement, lacs et étangs artificiels ont fortement progressé, mais l'augmentation est concentrée sur 2 sites à plus de 95% (Brenne et Champagne Humide).

Le tableau 3bis montre que là aussi, la significativité des résultats dépend de si l'on considère les 32 sites dans leur ensemble, les 4 ayant vu les plus forts changements de surface de leurs milieux humides (Brenne, les 2 Camargue et Champagne Humide), ou les 28 autres. Comme rappelé en Introduction, la faible taille de l'échantillon peut influencer la significativité.

Tableau 3bis : Variation comparée des surfaces (en ha.) de quelques grands milieux, entre les 4 sites « à forts changements » et les 28 autres.

	Variation absolue (en ha.)			Variation relative		
	4 sites ¹⁰	28 sites	32 sites	4 sites	28 sites	32 sites
MH naturels	-13023**	-3415**	-16438**	-12,3%	-2,1%	-6,1%
Forêts inondables	-4686	-839**	-5525	-27,1%	-5,5%	-17,0%
Prairies humides	-2949*	-1061	-4009	-76,5%	-2,7%	-9,3%
Marais + Lagunes	-5577	-1235**	-6811**	-6,9%	-1,4%	-4,1%
MH artificiels	12201**	165	12366	50,9%	2,0%	38,1%
Lacs & étangs artificiels	7719	288**	8007**	94,5%	13,9%	78,2%
Agriculture (hors rizières & pr. humides)	7122	1060	8181	2,7%	2,5%	2,6%
Agriculture (avec rizières hors prairies humides)	11400**	1049	12450	4,1%	2,5%	3,9%
Milieux urbains	3906*	2250**	6156**	35,7%	45,1%	38,7%

Codes : ** Significatif au seuil alpha=0.05 ; * : Non Significatif mais presque (p-value entre 0.05 et 0.1) ; NS : Non Significatif au seuil alpha=0.05

Marais & lagunes, forêts inondables et prairies humides sont les milieux humides qui ont le plus régressé entre 1975 et 2005.

A l'inverse, lacs et étangs artificiels ont fortement progressé.

¹⁰ Brenne, Grande et Petite Camargue et Champagne Humide

Evolution des habitats humides à l'échelle des sites

La prudence requise pour l'analyse globale (ci-dessus) doit être ici encore renforcée dans la mesure où notre méthode est plus adaptée à l'analyse globale d'un grand nombre de sites qu'au suivi de sites particuliers. A l'échelle de sites individuels, seules les tendances des grands regroupements de classes (« Milieux humides naturels », « ... artificiels » etc. : cf. Annexe 2) peuvent être interprétées avec une certaine confiance. Il peut éventuellement en aller de même avec des habitats particuliers, à condition qu'ils couvrent des surfaces importantes – **ceux qui ne couvrent que quelques dizaines ou centaines d'hectares, ainsi que les habitats linéaires, étant soumis à un taux d'erreurs trop élevé**. Les tendances les plus fiables sont vraisemblablement celles montrées par les plus grands sites (Champagne humide, Brenne), lorsqu'elles dépassent le millier d'hectares.

Avec ces réserves requises pour toute interprétation, les évolutions brutes mesurées à l'échelle des sites sont résumées à l'Annexe 3. De premières hypothèses d'interprétation des tendances sont aussi suggérées (dernière colonne), mais demandent à être vérifiées à l'échelle locale. Certaines ont pu être soit confirmées soit infirmées lors de la phase de vérification auprès des gestionnaires des sites Ramsar métropolitains.

Evolution des pressions agricoles et urbaines au sein et autour des sites Ramsar métropolitains

Agriculture et urbanisation sont deux des pressions affectant le plus les milieux humides méditerranéens (OZHM 2012, 2014).

Au sein des 32 sites Ramsar métropolitains français, les milieux urbanisés couvrent une proportion 5 fois moins élevée (2 – 3%) du territoire que dans les proches alentours (10%-14% ; cf.Tab. 4). Mais leur part a en revanche progressé exactement au même rythme dans ces 2 enveloppes entre 1975 et 2005 : + 39%.

L'agriculture est elle très présente au sein des 2 types d'enveloppes, légèrement plus en périphérie que dans les sites eux-mêmes (Tab. 4). Elle a légèrement progressé au cours de ces 30 années dans les sites (+2,3 à +3,9% selon les définitions retenues de « l'agricole » ; Tab. 3), et régressé dans les alentours proches (-1,7% à -3,2%).

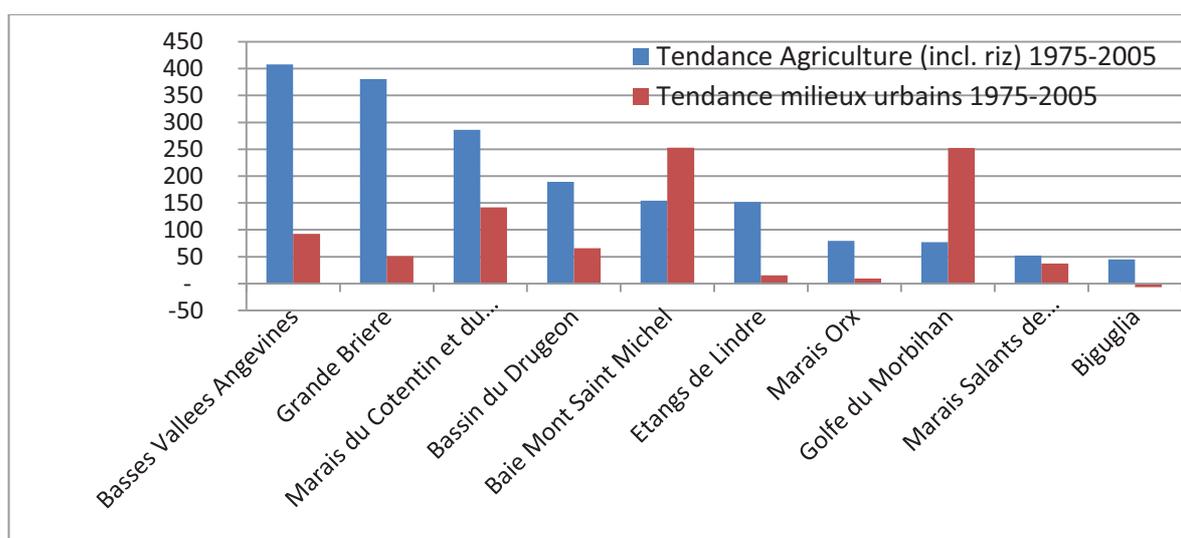
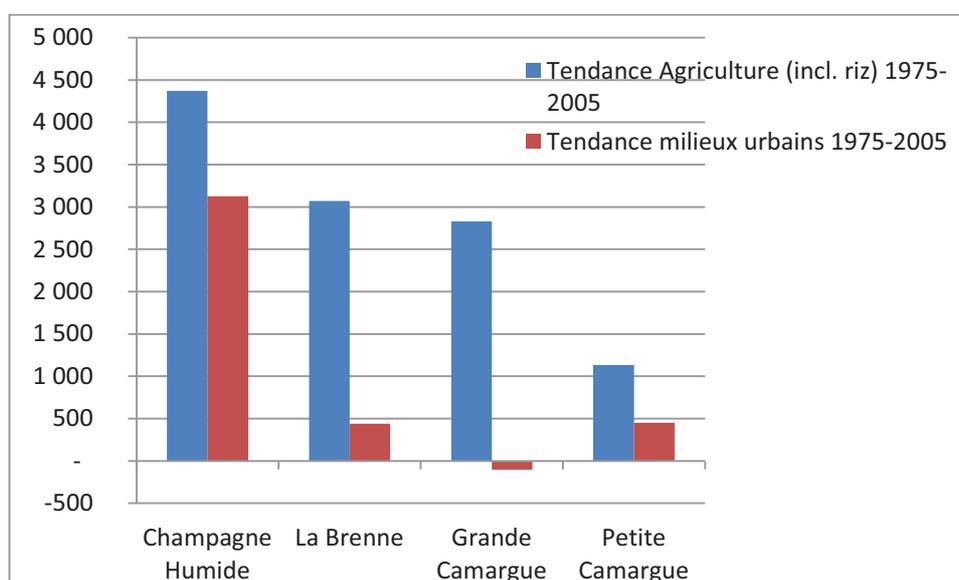
Tableau 4 : Surfaces (en ha) des milieux urbanisés et agricoles au sein des 32 sites Ramsar métropolitains et de leurs alentours proches

A- SITES RAMSAR	1975	1990	2005	Variation 1975-2005	% de la surface totale des sites (ou alentours) occupée en:		
					1975	1990	2005
Agriculture :							
1. hors Riz & Prairies humides	310 080	317 070	318 261	+2,6%	39%	39%	40%
2. Cultures seules (hors Prairies humides)	320 938	332 154	333 388	+3,9%	40%	41%	41%
3. Agriculture totale (incl. Riz & Prairies humides)	363 921	374 475	372 362	+2,3%	45%	47%	46%
Milieux urbains (hors milieux humides¹¹)	15 911	19 004	22 067	+39%	2,0%	2,4%	2,7%

¹¹ pour les milieux artificialisés, dits « urbains », sont exclues carrières en eau, gravières etc.

B- ALENTOURS PROCHES	1975	1990	2005	Variation 1975-2005	1975	1990	2005
Agriculture :							
1. hors Riz & Prairies humides	196 882	196 603	193 275	-1,8%	55%	55%	54%
2. Cultures seules (hors Prairies humides)	200 354	199 246	197 014	-1,7%	56%	56%	55%
3. Agriculture totale (incl. Riz & Prairies humides)	209 518	206 630	202 852	-3,2%	59%	58%	57%
Milieus urbains	35 998	43 696	49 939	+39%	10%	12%	14%

Cette situation globale est à nuancer au niveau local : les tendances des pressions agricoles et urbaines sont très variables d'un site à l'autre, comme le montre la Fig. 9. Si la progression de l'urbanisation touche bien la majorité des sites – quoiqu'à un degré variable -, une stagnation voire un recul des surfaces agricoles est perceptible sur la majorité des sites.



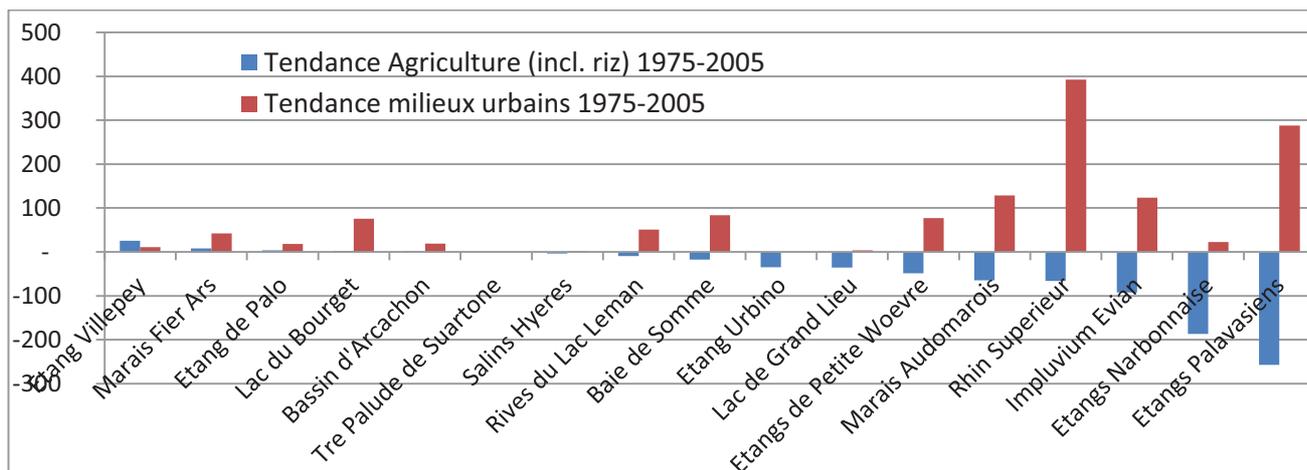


Figure 9 : Variations (en ha entre 1975 et 2005) des surfaces couvertes par les milieux urbanisés et agricoles au sein de 28 des 32 sites Ramsar métropolitains (Nota : la définition ici utilisée des milieux agricoles inclut les rizières mais exclut les prairies humides)

L'urbanisation massive de certains sites (Etangs Palavasiens ; Petite Camargue et Etang de l'Or etc.) est à mettre en relation avec le développement touristique du littoral depuis les années 1960, mais des sites de l'intérieur (Lac du Bourget, lac de Grand-Lieu) sont également très touchés. Trois sites de Corse (Tre Palude de Suartone, Etang d'Urbino, Tourbières de Moltifao) se distinguent par un taux d'urbanisation restant nul sur toute la période – ce qui est compréhensible en raison de leur isolement et de leur petite taille.

De légères différences apparaissent si l'on divise les sites en 3 grands secteurs (Tab. 5), mais les différences ne sont pas significatives en raison du faible effectif de sites par classe.

Tableau 5 : Tendances de l'agriculture et de l'urbanisation au sein des sites Ramsar métropolitains, selon leur localisation

	Sites de l'intérieur ¹²	Littoral méditerranéen ¹³	Côtes Atlantique – manche – Mer du Nord ¹⁴
Cultures	+3,2%	+7,6%	+4,3%
Prairies humides	-28,5%	-	-3,0%
Agriculture totale (incl. Prairies humides)	+1,9%	+7,6%	-0,1%
Milieux urbains	+36,1%	+59,4%	+43,4%

Les milieux urbanisés ont fortement progressé entre 1975 et 2005 (+ 39%), tant dans les sites Ramsar métropolitains que dans leurs proches alentours. En revanche l'agriculture a stagné: +2% à +4 % dans les sites, -2% à -3% dans les alentours. Le littoral méditerranéen apparaît comme le plus concerné par la progression tant de l'agriculture que des milieux urbains.

¹² Champagne Humide ; Etangs de Petite Woevre ; Brenne ; Rives du Lac Leman ; Basses Vallées Angevines ; Bassin du Drugeon ; Etangs de Lindre ; Lac du Bourget ; Tre Palude de Suartone ; Rhin Supérieur ; Impluvium Evian ; Marais Audomarois ; Tourbières de Moltifao ; Marais Orx

¹³ Grande Camargue ; Biguglia ; Petite Camargue ; Etangs Narbonnaise ; Etang de Palo ; Etang Urbino ; Etangs Palavasiens ; Etang Villepey ; Salins Hyères

¹⁴ Marais du Cotentin et du Bessin et Baie de Veys ; Golfe du Morbihan ; Baie Mont Saint Michel ; Grande Brière ; Lac de Grand Lieu ; Marais Salants de Guerande Mes ; Baie de Somme ; Marais Fier Ars ; Bassin d'Arcachon

Mutations élémentaires dans l'occupation des sols des 32 sites

Les changements mis en évidence ci-dessus comparent simplement, entre deux années données, les surfaces totales d'un habitat donné. Mais cette approche ne permet pas de définir dans le détail les mutations réelles : en quoi un habitat donné qui régresse est-il converti ? Au détriment de quels milieux un habitat artificiel progresse-t-il ? Les analyses des matrices de changement permettent d'y répondre. Par exemple, la régression des habitats humides naturels s'est faite pour moitié par conversion en zones agricoles, et pour plus d'un quart par conversion en milieux humides artificiels (Fig. 10).

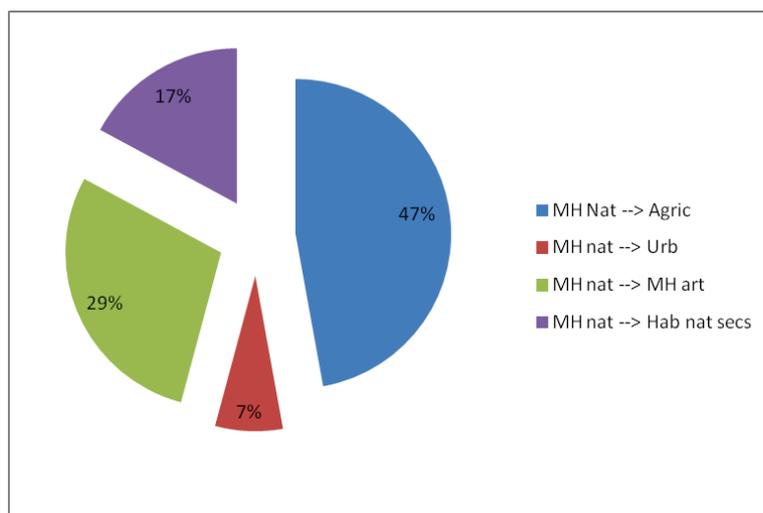


Figure 10 : Mutations des milieux humides naturels vers d'autres classes d'habitats entre 1975 et 2005.

De même, la perte des milieux naturels non-humides s'est aussi faite, encore plus massivement, au profit de l'agriculture (Fig. 11).

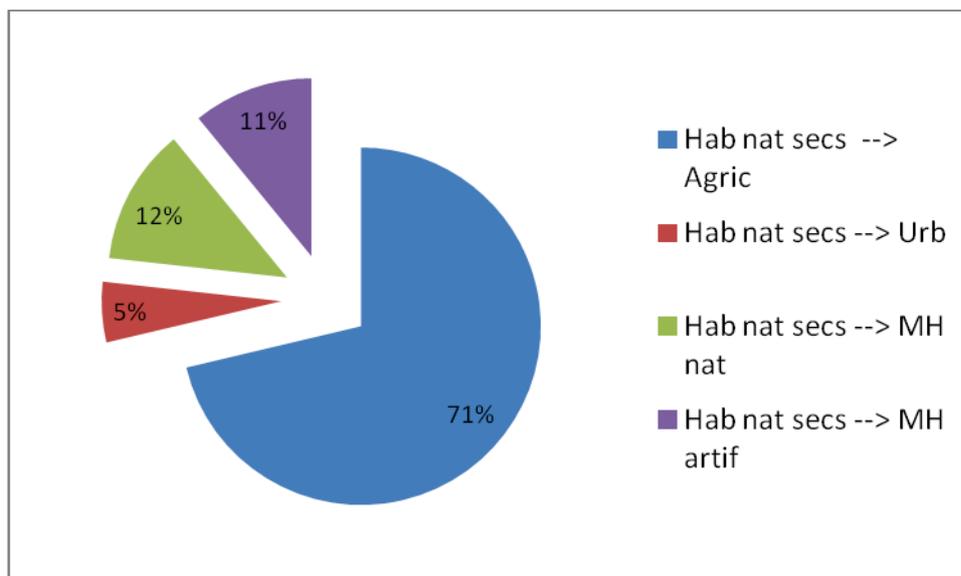


Figure 11 : Mutations des habitats naturels terrestres (secs) vers d'autres classes d'habitats entre 1975 et 2005.

Inversement, la Fig. 12 répertorie quels ont été les milieux les plus convertis en milieux humides artificiels : des milieux agricoles principalement, suivis de milieux humides naturels. Ces mutations des milieux agricoles sont concentrées sur :

- les 2 Camargue (72% du total de ces changements), où elles correspondent à des mises en rizières de cultures précédemment sèches (blé etc.) ; et
- la Champagne humide, où les grands barrages-réservoirs ont recouvert en bonne partie d'anciennes terres agricoles.

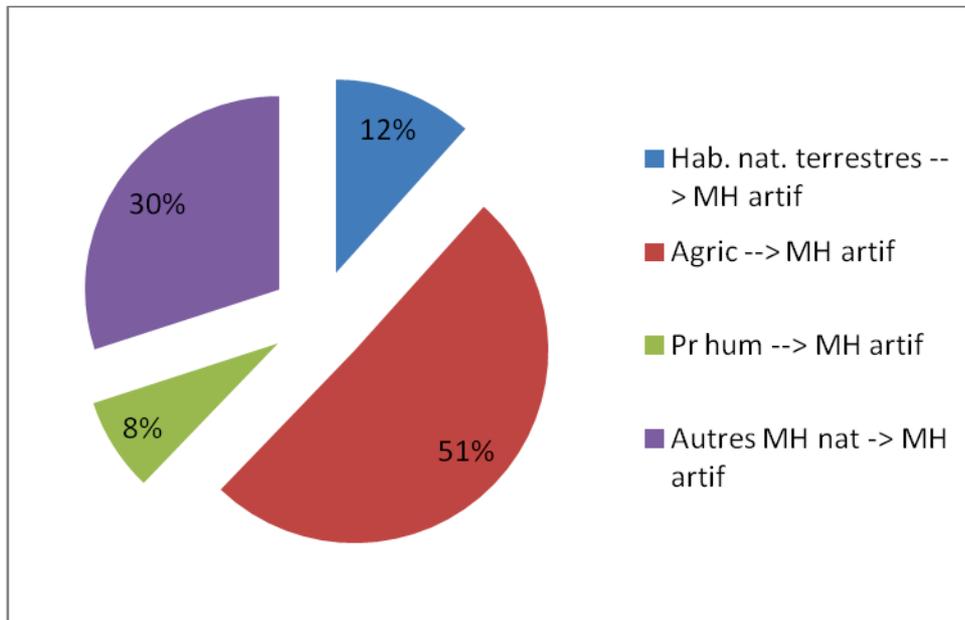


Figure 12 : Mutations des différents milieux vers des milieux humides artificiels, entre 1975-2005.

La progression de l'agriculture au sein des sites Ramsar métropolitains (+ 3,9 %) s'est effectuée pour près de la moitié aux dépens des habitats naturels non-humides (Fig. 13.A), mais aussi des milieux humides naturels (prairies humides comprises) pour plus d'un tiers.

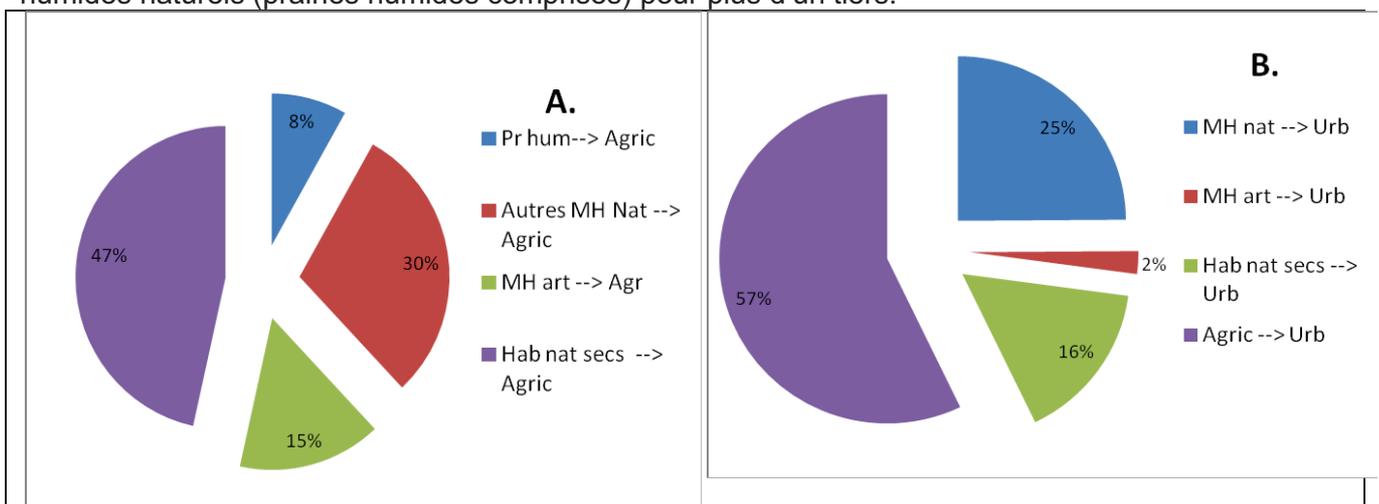


Figure 13 : Mutations concourant à la progression de l'agriculture (A.) et des milieux urbains (B).

La progression forte des milieux urbains s'est en revanche faite avant tout au détriment des milieux agricoles (Fig. 9.B), puis aux dépens d'habitats naturels, humides (25%) ou non (16%).

On peut enfin tenter de comprendre si le rythme des mutations s'est modifié au fil du temps. La Fig. 14 compare, pour les types de conversions les plus caractéristiques, les surfaces converties entre 1975-1990 et entre 1990-2005.

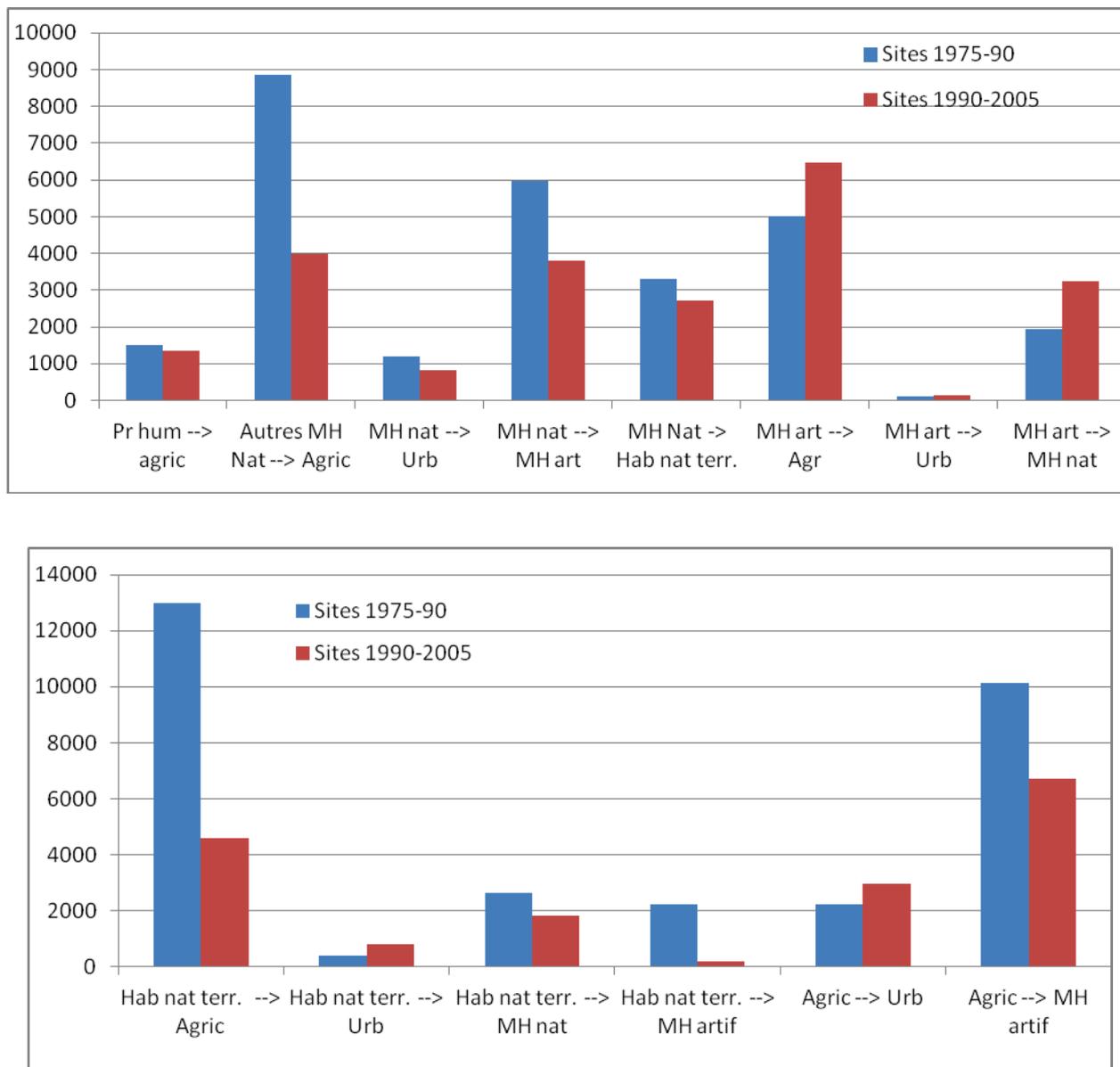


Figure 14 : Mutations comparées entre les principaux types de milieux, naturels ou artificiels (en ha).
Nota : les mutations totales sur 1975-2005 ne peuvent pas être obtenues par simple addition des valeurs 1975-90 et 1990-2005, car il faudrait alors prendre aussi en compte les mutations transitoires et les mutations inverses, non comptabilisées ici.

Dans les sites Ramsar métropolitains, les conversions de milieux humides naturels, que ce soit vers des terrains agricoles, urbanisés ou des milieux humides artificiels, ont très nettement diminué entre les deux sous-périodes (*graphe du haut, moitié gauche*). Il en va de même pour la conversion d'habitats naturels non-humides en terres agricoles (*graphe du bas, 1^e double colonne*). Une seule exception notable : la conversion de prairies humides vers des terres agricoles s'est à peine ralentie.

En revanche, les conversions en milieux urbains se sont accélérées pour les habitats naturels non-humides, les terres agricoles et même les milieux humides artificiels (où les surfaces concernées sont toutefois bien plus faibles). Dans ce contexte, les milieux humides naturels apparaissent donc comme relativement - quoique pas totalement - préservés de l'urbanisation à partir de 1990: effet des

politiques publiques spécifiques mises en place ? Les alentours des sites Ramsar (bande de 1 km) connaissent une évolution globalement similaire (non illustré).

Globalement, toutes ces modifications sont similaires à ce qui a été constaté dans la bande littorale méditerranéenne (OZHM, 2014), les taux de mutation ou la part relative des habitats changeant simplement.

La régression des habitats humides naturels s'est faite pour moitié par conversion en zones agricoles, et pour plus d'un quart en milieux humides artificiels.

La progression modeste de l'agriculture au sein des sites Ramsar métropolitains s'est surtout effectuée aux dépens des habitats naturels, humides ou non. La progression forte des milieux urbains s'est elle surtout faite au détriment des milieux agricoles.

Les conversions de milieux humides naturels en terres agricoles et urbaines ou en milieux humides artificiels ont ralenti entre 1975-1990 et 1990-2005. Mais les conversions de presque tous les habitats en milieux urbains s'est accélérée. Seuls les milieux humides naturels en semblent comparativement préservés depuis 1990 : effet des politiques publiques?

Comparaison des résultats sur un site Ramsar avec les données locales : exemple de la Grande Camargue

Les chiffres obtenus par la télédétection ne sont pas censés représenter chaque site avec une très grande fidélité (cf. § 1. Introduction). Il est néanmoins possible de les comparer à d'autres sources de données, lorsqu'elles existent pour le même territoire à des dates proches. Le Parc Naturel régional de Camargue (PNRC) réalise tous les 5 ans, depuis 1991, une carte d'occupation du sol à partir de photo-interprétation de photos aériennes (définition très supérieure aux images satellitaires), complétée par des visites de terrain systématiques et approfondies. Chaque carte est accompagnée d'un rapport résumant les surfaces des principales classes d'habitats, et les comparant à celles des cartes antérieures (PNRC 1992, 1996, 2004, 2008, 2012 ; Lauriol 2003). Le périmètre cartographié est toujours le même, et correspond aux limites du PNRC avant 2010¹⁵. Pour la carte de 2011 portant sur le périmètre étendu du Parc, les chiffres ont été recalculés après extraction sous SIG pour le périmètre habituel.

Quelques comparaisons peuvent être tentées avec nos résultats (Tab. 6), moyennant certaines précautions :

- Les typologies d'habitats GW2 et PNRC ne sont pas identiques : nous avons donc tenté de regrouper dans le Tab. 6 les classes élémentaires de chaque série de données d'une façon qui les rende le plus comparables possible. Il est impossible d'atteindre 100% de convergence, et les notes de bas de page précisent alors ce qui est comparable ou pas ;
- Des choix différents ont été faits sur certains habitats : par ex. le PNRC comptabilise comme « Salins » l'ensemble des milieux lagunaires dédiés à la pré-concentration de sel, alors que pour nous (méthode GW2) ces milieux lagunaires sont inclus dans les « lagunes », en conformité avec les cahiers d'Habitats du MNHN et les cartes Natura 2000 du site Camargue, les « Salins » n'étant constitués que des tables saunantes *stricto sensu*¹⁶.
- Dans les cartes du PNRC, la méthode (par ex. type de projection cartographique) et les typologies d'habitats ont évolué, causant des artefacts (« fausses » évolutions entre 2 cartes du PNRC).

Bien que les cartes du PNRC aient donné lieu à des campagnes de vérification intensives sur le terrain, elles ne peuvent pas être considérées comme des « vérités-terrain » fiables à 100%.

Tableau 6 : Surfaces (en ha) de quelques milieux de Grande Camargue repérés par notre approche (« GW2 ») et par les cartes d'occupation du sol du PNRC sur une année proche. Les **concordances (bleu)** ou **discordances (rouge)** remarquables, et à priori significatives compte-tenu des différences de typologie, sont surlignées.

¹⁵ NB : le PNRC a été depuis étendu à l'est du grand Rhône, et déborde donc hors du site Ramsar

¹⁶ Pour une justification détaillée, voir la Méthodologie en Annexe 1, §1.2

	1990 GW2	1991 PNRC	2005 GW2	2006 PNRC
Milieux agricoles, dont	25154	24299	26206	22440
<i>Mil agricoles hors rizières</i>	13765	10750	14361	13666
<i>Rizières</i> ¹⁷	11389 (19098)	13549	11844 (20286)	8774
<i>Etangs (PNRC) / Lagunes (pour GW2, incl. les lagunes de pré-concentration des salins</i> ¹⁸)	25298	14268	24907	14159
<i>Salins (pour GW2 : Tables saunantes seules)</i>	1741	14307	1881	14760
Total lagunes + salins	27039	28575	26788	28919
<i>Marais (GW2 : inclut les sansouires ; PNRC : non)</i> ¹⁹	25661	8892	25909	10345
<i>Sansouires</i>		9904		10062
Total Marais + Sansouires	25661	18796	25909	20407
<i>Autres hab. naturels</i>	3060	6126	2593	n.d.
Total MH	66944	64034	66942	61400
<i>Milieux urbains</i> ²⁰	918	1471	674	1230

Moyennant les précautions listées plus haut, quelques comparaisons de ce qui est à priori comparable (compte-tenu de la différence de typologies d'habitats) peuvent être tentées :

- Les chiffres pour l'ensemble (lagunes + salins) convergent bien, pour les dates pouvant être comparées (en Bleu) : la télédétection identifie bien ces milieux.
- les marais (sansouires incluses) semblent systématiquement sur-évalués par la télédétection, de même que le total en milieux humides.
- En revanche, les autres habitats naturels (non-humides) et les milieux urbains semblent eux sous-évalués par l'approche GW2.
- D'autres milieux sont bien évalués certaines années mais pas d'autres : surfaces totales agricoles (1990-91) ; milieux agricoles hors rizières (2005-06);
- Les rizières sont assez mal quantifiées – parfois surestimées ou sous-estimées. Des tests préalables ont montré que sans information complémentaire extérieure aux images satellitaires, elles étaient en réalité systématiquement et très fortement sur-estimées par la télédétection (cf. 2^e ligne de valeurs, en italique).

L'interprétation la plus probable de ces discordances, apparentes ou réelles, est double.

¹⁷ Les chiffres en italique correspondent aux 1^{er} calculs GW2, **avant** utilisation de données externes

¹⁸ Pour cette raison les chiffres PNRC-GW2 ne sont pas directement comparables : on comparera plutôt les totaux (lagunes + salins) des 2 séries de cartes (cf. bas du tableau)

¹⁹ GW2 ne séparant pas les sansouires des marais, on préférera comparer les totaux (marais + sansouires) des 2 séries de cartes (cf. bas du tableau)

²⁰ Les changements dans les cartes du PNRC sont liés à des différences dans le mode de calcul de l'espace urbanisé au fil du temps: juste le bâti ; le bâti + espaces verts anthropiques attenants ; les zones interstitielles ...

Pour les habitats naturels, les discordances viennent probablement pour partie de différences dans ce qui est considéré, par chaque méthode, comme « marais » (par exemple) ou « autres habitats naturels ». Dans les mosaïques de milieux typiques de la Camargue, il n'est pas toujours facile de placer une limite dans un continuum d'habitats (pelouses-marais-lagunes-dunes...). La photo-interprétation visuelle d'images satellitaires, ou bien de photos aériennes (doublée pour ces dernières de vérifications de terrain intensives), conduisent probablement à ne pas inclure sous une même appellation (par ex. les « marais ») exactement les mêmes secteurs, sans qu'il soit toutefois possible d'affirmer que les résultats d'une méthode soient meilleurs que pour l'autre. Dans ce cas, les comparaisons n'ont de sens qu'au sein de chacune des séries de données (GW2 / PNRC), mais pas entre elles.

Pour les milieux agricoles en revanche, il semble y avoir en 1^e lieu, en l'absence de toute information externe, une surestimation systématique et forte des rizières. Ces dernières sont en effet très précisément identifiées par l'approche PNRC, qui pour cet habitat peut être considéré comme « vérité-terrain ». Cette surestimation est corroborée à l'échelle du delta du Rhône par les statistiques officielles (à l'échelle nationale uniquement) du Centre Français du Riz (CFR), organisme professionnel officiel. Si l'on compare les résultats GW2 pour l'ensemble des 2 sites Ramsar « Grande + Petite Camargue », qui concentrent toujours 90-95% des surfaces rizicoles françaises, la surestimation est avérée (Tab. 7) : les totaux de ces 2 sites avant information externe sont toujours bien supérieurs aux chiffres nationaux du CFR. Une hypothèse probable est que diverses parcelles cultivées en d'autres cultures (ou en friches) peuvent, si elles subissent une inondation temporaire (violent orage...), être indistinguables des rizières sur des images Landsat, dans la mesure où la méthode GW2 sépare justement les rizières des autres cultures par leur degré d'inondation.

En revanche, une fois prise en compte une information externe et/ou des images supplémentaires, l'écart est réduit, non systématique (sur-ou sous-évaluation selon les années), mais reste conséquent (Tab. 6). Cela suggère que les chiffres produits par la méthode GW2 pour les rizières sont relativement instables, et très dépendants du nombre et de la date des images, ainsi que de la disponibilité ou non d'informations externes, qui peuvent orienter une ré-interprétation. La méthode est donc encore **susceptible d'améliorations notables pour la télédétection des rizières**. Parmi les pistes possibles, le nombre d'images requises, leur restriction à un cycle de culture unique, et leur date (par rapport aux dates d'inondation des rizières²¹) seraient probablement à mieux cadrer.

Tableau 7 : Surfaces (en ha) en rizières en Grande + Petite Camargue, repérées par l'approche GW2 (1. Initiale ; 2. Révisée), et comparaison avec les chiffres nationaux du Centre Français du Riz

	« 1975 » (1972-75) ²²	« 1990 » (1987)	« 2005 » (2003)
1. Surfaces en Camargue (méthode GW2 sans données externes)	20 635 *	23 596	26 177
2. Idem, <u>avec</u> données externes et 3 images sur 1972-75	10 725 **	14 869	15 004
CFR (France entière)	1972 : 20 000 1975 : 10 000	11 620	19 422

* : obtenu avec une seule image de Juillet 1975

** : avec 3 images : Oct 1972 et Juillet et Oct 1975

²¹ Pour la Camargue, la saison optimale pour distinguer les rizières des autres cultures est mai-juin

²² pour ce tableau spécifiquement, en raison de la disponibilité de statistiques rizicoles précises à l'année près, les dates réelles ont été préférées à « 1975 – 1990 – 2005 » (cf. Annexe 1, Méthodologie). Pour les 2 Camargue spécifiquement, les images de "1975" sont en fait 2 images de 1975 et une de 1972 ; celles de "1990" sont en fait de 1987 ; et celles de "2005" sont en fait de 2003.

Illustration des tendances nationales globales sur quelques sites

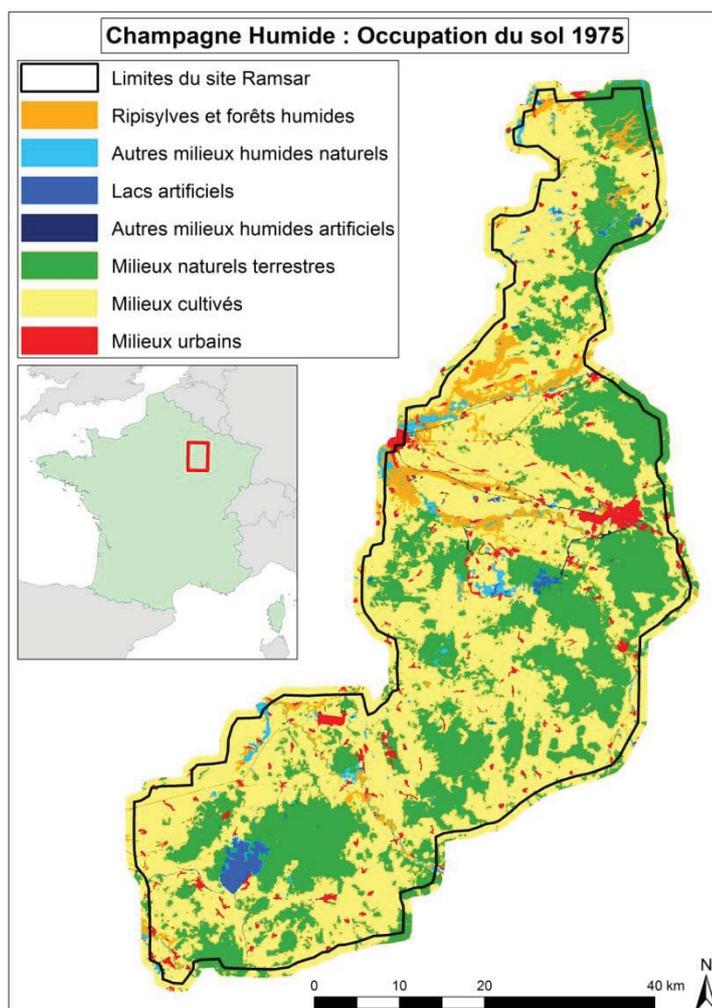
Progression des milieux humides artificiels

Cette tendance peut être illustrée par le plus grand site Ramsar de France métropolitaine, les **étangs de la Champagne humide** (Fig. 15). En 1975, le 1^{er} grand barrage-réservoir du site (Lac de la Forêt d'Orient, au sud-ouest du site) existe déjà, ainsi qu'un second, plus petit, au niveau du Der (centre du site). Entre 1975 et 1990, on assiste successivement à :

- l'extension forte du Lac du Der (au centre), qui passe de quelques centaines à plusieurs milliers d'hectares ;
- la création de 2 nouveaux lacs artificiels au nord-est du lac de la Forêt d'Orient (réservoirs Temple/ Aumance)

Cela se traduit globalement, à l'échelle du site Ramsar, par une progression des milieux humides artificiels, qui passent de 3 600 ha à 9 300 ha. Ces nouveaux milieux humides artificiels ont été gagnés sur des milieux naturels humides (1200 ha), naturels terrestres (2300 ha) et notamment forestiers (Fig. 16), agricoles (2 700 ha), voire plus localement « urbains » (villages : Fig. 17).

L'agriculture a néanmoins réussi à progresser dans le site (+4 400 ha de gain « net »), essentiellement par consommation de milieux naturels, humides (4000 ha) comme terrestres (12 000 ha), et ce malgré une perte de 2700 ha au profit de l'urbanisation.



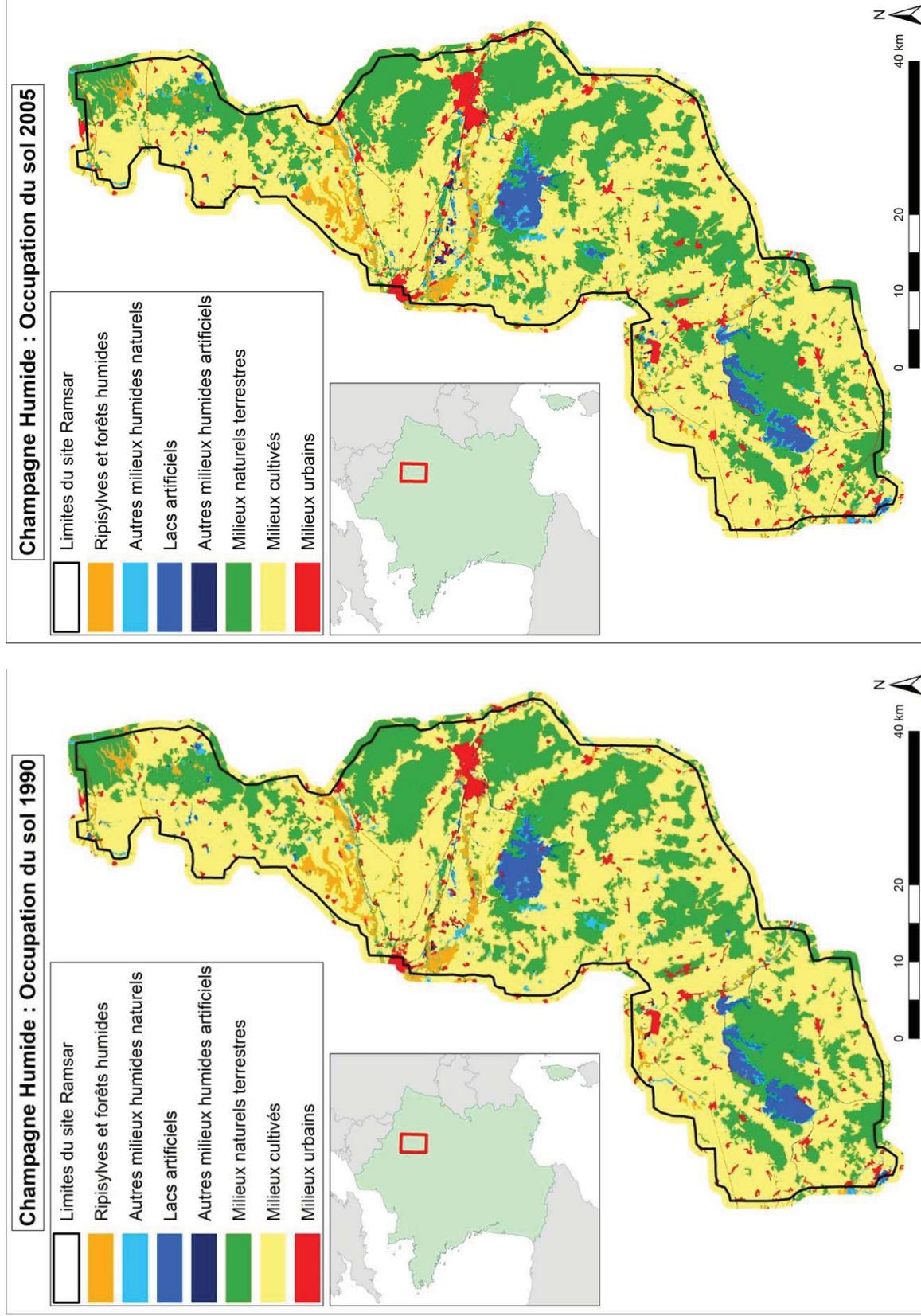


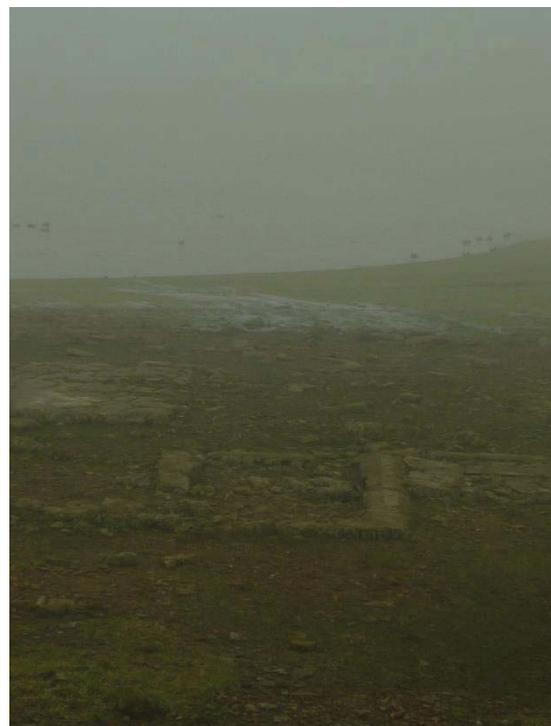
Figure 15 : Evolution de l'occupation du sol dans le site Ramsar des étangs de Champagne Humide; a : 1975 ; b : 1990 ; c : 2005.



Figure 16 : Restes des forêts coupées pour l'extension du lac du Der (© C. Perennou, décembre 2014).



a)



b)

Figure 17 : Extension du lac du Der sur d'anciens milieux urbanisés (décembre 2014). *Nota : la différence apparente de dates avec la Fig. 5a s'explique par le fait que les images de « 1975 » pour ce site correspondaient en réalité aux années 1972 à 1976²³ : cf. § Méthodologie* (© C. Perennou, décembre 2014).

²³ 1972-09-05 ; 1973-03-21 ; 1976-04-10

Parmi les autres types de milieux humides anthropiques ayant fortement progressé, les rizières en Grande Camargue (+ 4700 ha ; Fig. 18). L'évolution de cet habitat est unique car très réversible : les rizières alternent sur les mêmes parcelles avec des champs de blé, tomates, tournesol etc. L'évolution de ces surfaces suit ainsi des cycles en fonction des cours mondiaux du riz, du régime de subventions etc., se traduisant instantanément par des pertes ou des gains de milliers d'hectares (Fig. 19). Une telle échelle de variations, même sur un seul site, est susceptible d'influencer les tendances nationales en surfaces de milieux humides artificiels, dont l'ordre de grandeur est proche (cf. Fig. 5).

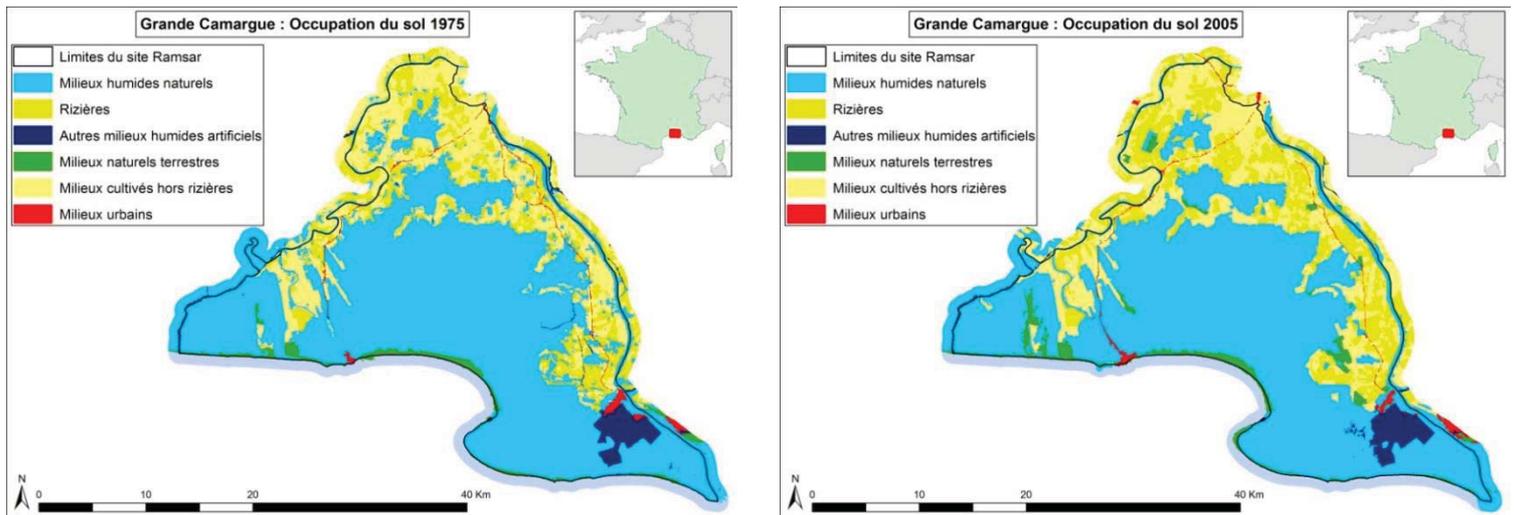


Figure 18: Evolution de l'occupation du sol dans le site Ramsar de Grande Camargue [NB : pour ce site, les rizières sont individualisées au sein des autres milieux humides artificiels, dont elles font partie]

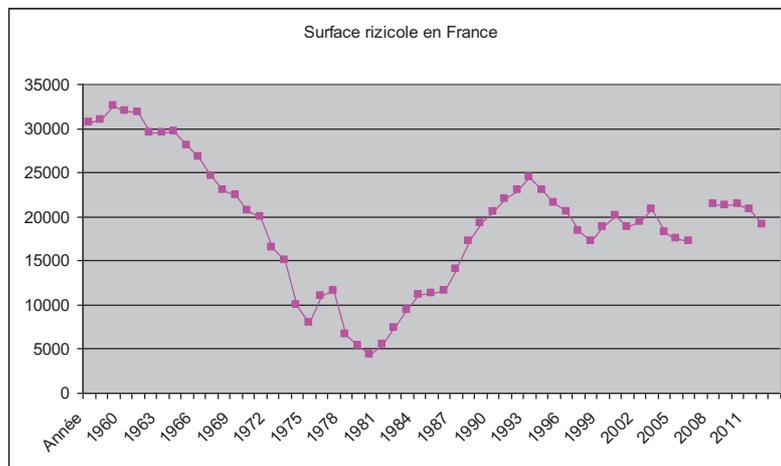


Figure 19: Evolution des surfaces en rizières en France (NB : concentrées à 90-95% dans les sites Ramsar de Grande et Petite Camargue)

Progression des milieux artificialisés dans et autour des sites Ramsar métropolitains

Les Etangs Palavasiens ont été désignés en 2008, après la dernière image satellitaire analysée. La délimitation du site a alors exclu l'essentiel des secteurs déjà urbanisés en périphérie des étangs (Fig. 20). Dans les alentours proches (bande de 1 km), l'urbanisation a fortement progressé en 30 ans (+ 1060 ha, soit +135%), alors que dans le site Ramsar même la progression restait plus modeste (+ 288 ha)²⁴.

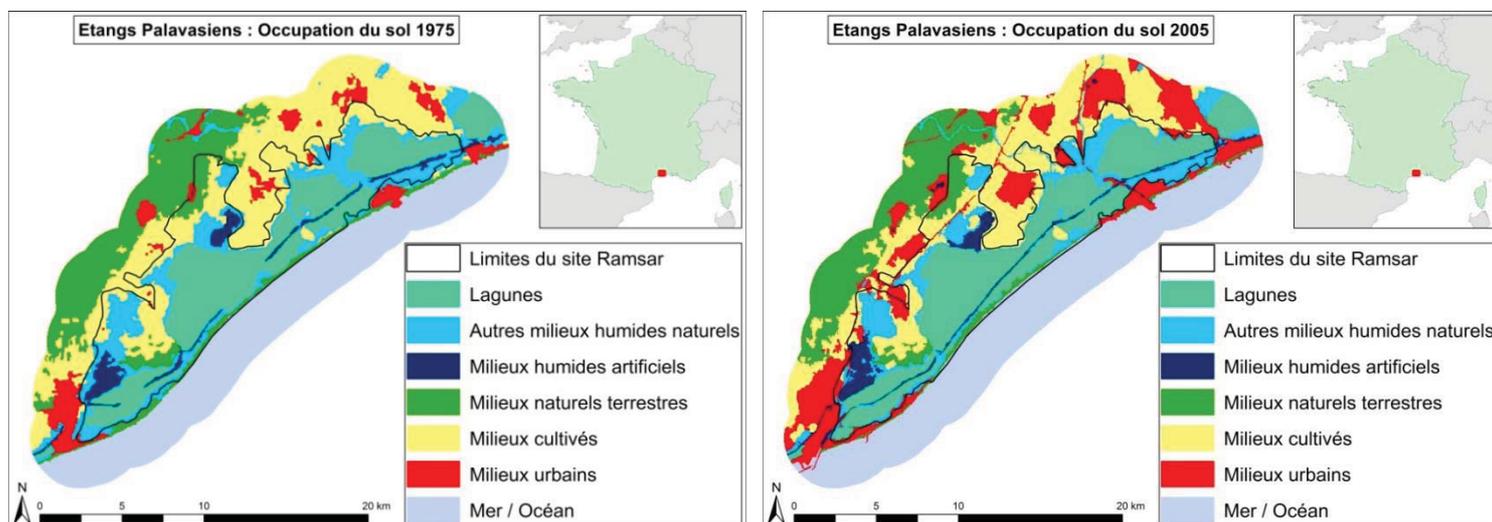


Figure 20: Evolution de l'occupation du sol dans et autour du site Ramsar des étangs Palavasiens. Limite du site = ligne noire.

Pertes de surfaces en prairies humides

Comme nous l'avons vu, c'est l'un des milieux humides ayant le plus régressé dans les sites Ramsar métropolitains français. Trois des 32 sites Ramsar ont perdu plus de 1000 ha de prairies humides de 1975 à 2005, la Brenne détenant le record (-1690 ha, soit -80% en 30 ans ; Tab. 8 et Fig. 21). A l'opposé, les Marais du Cotentin, qui disposent du record de surface de cet habitat (18.000 ha), n'en ont perdu que 187 ha (1%) en 30 ans.

La Brenne a aussi gagné 1940 ha de milieux humides artificiels, principalement de nouveaux étangs (Tab. 8 ; Fig. 21).

²⁴ l'apparente augmentation massive en valeur relative (+956%) est un artefact lié à la quasi-absence d'urbanisation en 1975 (30 ha).

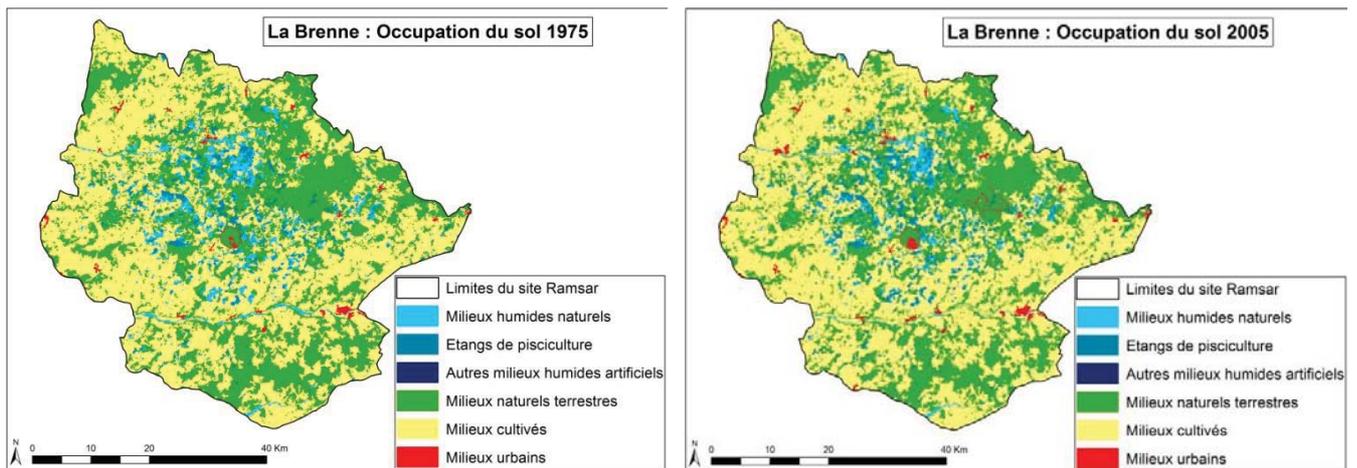


Figure 21: Evolution de l'occupation du sol dans le site Ramsar de la Brenne

Tableau 8 : Surfaces (en ha) et évolution des principaux milieux naturels et anthropiques dans le site Ramsar de la Brenne

	1975	1990	2005	Variation 1975-2005	
				(ha)	%
Milieux humides naturels ; dont :	7931	7067	5203	-2728	-34,4%
Forêts inondables	3720	3745	3952	+232	+6,2%
Prairies humides	2112	2156	421	-1691	-80,1%
Marais	1837	923	593	-1244	-67,7%
Milieux humides artificiels					
Lacs & étangs artificiels	5203	5944	7142	+1939	+37,3%
Total Milieux humides	13135	13012	12345	-789	-6,0%
Autres					
Autres habitats naturels (non humides)	48046	48035	45328	-2718	-5,7%
Cultures (hors prairies humides)	76596	76500	79665	3069	4,0%
Agriculture totale (incluant prairies humides)	78707	78656	80085	1378	1,8%
Milieux urbains/ artificiels (hors ZH)	954	1184	1392	438	45,9%

L'analyse des mutations révèle que ces gains se sont faits essentiellement sur d'anciennes prairies humides – mais aussi sur d'autres milieux humides naturels comme les marais (Tab. 9). Par ailleurs, les milieux cultivés ont aussi causé la conversion de plus de 200 ha de prairies humides.

Tableau 9 : Principales mutations (en ha) entre milieux dans le site Ramsar de la Brenne

Milieux humides naturels → Cultures	608
Prairies humides → Milieux humides artificiels	1522
Autres milieux humides naturels → Milieux humides artificiels	882
Habitats naturels secs → Cultures	2618
Habitats naturels secs → Urbanisation	172
Cultures → Urbanisation	277
Prairies humides → Cultures	208

CONCLUSION

Cette étude a montré que dans l'ensemble, les sites Ramsar de France métropolitaine sont composés « seulement » à 39% de milieux humides, cette proportion variant fortement entre sites. Globalement, en 30 ans, les milieux humides naturels y ont régressé de 6%, et les milieux humides artificiels progressé de 38%. Au total, et compte-tenu de cette compensation partielle, les sites Ramsar métropolitains français ont perdu en moyenne 1,3% de leurs milieux humides totaux entre 1975 et 2005. La perte de ces milieux précieux n'est donc toujours pas enrayée en métropole. Notons que ces chiffres, obtenus sur 32 sites Ramsar probablement plus protégés/surveillés que la moyenne des milieux humides de France, ne peuvent pas être extrapolés tels quels à l'ensemble des sites humides de métropole.

Les pertes en milieux humides ont été plus fortes autour des sites Ramsar qu'en leur sein même. Un éventuel effet de la désignation Ramsar n'est toutefois ni démontré à ce jour, ni probablement démontrable.

Marais & lagunes, forêts inondables et prairies humides sont les milieux humides qui ont le plus régressé entre 1975 et 2005. A l'inverse, lacs et étangs artificiels ont fortement progressé. Les milieux urbanisés ont fortement progressé (+ 39%) et l'agriculture a relativement stagné entre 1975 et 2005, tant dans les sites Ramsar métropolitains que dans leurs proches alentours.

La régression des habitats humides naturels s'est faite pour moitié par conversion en zones agricoles, et pour plus d'un quart en milieux humides artificiels. La progression modeste de l'agriculture au sein des sites Ramsar métropolitains s'est surtout effectuée aux dépens des habitats naturels, humides ou non. La progression forte des milieux urbains s'est elle surtout faite aux dépens des milieux agricoles.

En termes méthodologiques, cette étude montre que les images satellitaires constituent de bons outils pour cerner l'évolution des sites Ramsar dans leur globalité, malgré quelques désaccords locaux avec la réalité du terrain sur certains sites ou pour certains habitats spécifiques (rizières par exemple). En revanche, il serait imprudent d'appliquer telle quelle la méthode GlobWetland2 utilisée ici à l'échelle de sites individuels, et notamment aux plus petits.

L'avantage majeur de cette approche est de permettre une vision rétrospective, basée sur une méthode absolument homogène sur tous les sites, au contraire des cartes d'habitats plus fines souvent produites dans chacun des sites, individuellement meilleures que les résultats présentés, mais hétérogènes et donc peu adaptées à des bilans nationaux.

BIBLIOGRAPHIE

- Conseil Général au Développement Durable (CGDD). 2013. Les prairies permanentes : évolution des surfaces en France. Analyse à travers le Registre Parcellaire Graphique. Etudes et documents n° 96, Ministère de l'Écologie, 16 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 (ONZH). Note de l'Institut Français de l'Environnement, Orléans, juin 2008, 8 p.
- Lauriol, E. 2003. Traitement des données d'occupation du sol. Document « Energies Alternatives » pour le PNRC, 10 pp.
- Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM). 2014 - Occupation des sols - Tendances dans les zones humides méditerranéennes littorales de 1975 à 2005. Dossier thématique N°2. Tour du Valat, France. 48 p.
- PNRC/ ARPE, 1992. Occupation du sol en 1991 et son évolution depuis 1970 dans le Parc Naturel Régional de Camargue – Editeur ARPE, Marseille, 32 p.
- PNRC 1996 (Non publié). Occupation du sol en 1996 dans le Parc Naturel Régional de Camargue : Tableau Excel, PNRC, 2 pp.
- PNRC, 2004. L'occupation du sol du Parc Naturel Régional de Camargue en 2001 et son évolution depuis 1991 – Rapport intermédiaire TEC -PNRC
- PNRC, 2008. Suivi de l'occupation du sol en Camargue [Ndlr : porte sur 2006 ; non spécifié dans le titre] – Rapport PNRC, 8 pp.
- PNRC, 2012. Evolution de l'occupation du sol en Camargue en 20 ans (1991-2011). Rapport PNRC/ Réserve de Biosphère de Camargue/ Ramsar, 35 pp.
- PNRC, non daté. Fiches-habitats Natura 2000 des sites de Camargue, PNR de Camargue, Arles, 117 pp.
- Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS). 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, MEEDDAT, mai 2009, 7 p.
- Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS). 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'Écologie/ Commissariat général au développement durable, Études & documents n° 70, 96 p.
- Tamisier A., 1990. Camargue. Milieux et paysages. Evolution de 1942 à 1984. Association pour les Recherches en Camargue sur la Nature et l'Environnement ARCANE Arles, France. 33p + carte couleurs 1/80000^e
- 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.

Annexe 1 : Méthodologie

1.1 Méthode de cartographie et d'analyse des indicateurs

La méthode choisie est celle déjà utilisée pour l'analyse de 214 sites du pourtour méditerranéen par l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM, 2014), d'abord dans le cadre du projet GlobWetland2 (« GW2 » par la suite), puis lors de son extension à la rive nord du bassin.

Les images satellitaires provenaient des satellites Landsat (*MSS, TM et ETM*), et sont accessibles gratuitement sur le serveur du US Geological Survey (<http://earthexplorer.usgs.gov/>)

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*). Dans la pratique toutefois, la disponibilité d'images augmente avec le temps : retour plus fréquent des satellites récents ; fiabilité croissante/moins de pannes... De facto, beaucoup moins d'images utilisables existent en 1975 qu'en 1990 ou en 2005. Dans la mesure où pour chaque période plusieurs images sont nécessaires pour cartographier l'occupation du sol, une approche par étapes a été utilisée :

1. recherche, sur l'année « officielle » (1975, 1990...) d'au moins 3 images à des saisons différentes ; si plus de 3 images étaient disponibles, toutes ont été récupérées et intégrées aux analyses ;
2. si 3 images n'étaient pas disponibles (ou sont inexploitable à cause des nuages par ex.) sur un cycle annuel pour un site donné, la période a été élargie des deux côtés de l'année officielle, jusqu'à disposer d'au moins 3 images. Au maximum, les périodes couvertes (ou « cycles²⁵ ») peuvent pour certains sites s'étendre sur 1972-78 (pour « 1975 »), 1987-92 (pour « 1990 »), ou 2001-07 (pour « 2005 »). Par convention, la « situation en 1990 » (par exemple) correspondra dans la suite du rapport à un tel cycle, potentiellement élargi. Notons qu'un tel « élargissement » est couramment pratiqué pour établir, par exemple, les cartes CORINE Land-Cover d'occupation des sols.
3. Dans quelques cas extrêmes une seule image a été obtenue. Il a été jugé préférable de s'en contenter plutôt que d'élargir encore plus la fourchette de dates. Ces procédures font que la qualité de l'information varie avec le site et le nombre d'images.

La boîte à outils GW2 calcule l'évolution de l'occupation du sol au sein de 2 périmètres distincts et complémentaires, afin de pouvoir comparer les tendances entre des sites et leurs alentours immédiats :

- les sites Ramsar ;
- leurs proches alentours, définis comme une bande de 1km de large entourant chaque site. Les cartes présentées dans la section « résultats » englobent généralement ces 2 périmètres (la limite du site Ramsar est donnée), mais les statistiques fournies se rapportent habituellement aux seuls sites Ramsar métropolitains. Dans quelques cas, elles sont mises en regard de celles des alentours.

Les images ont été traitées par l'approche GW2 grâce à sa « boîte à outils » de traitement d'images largement automatisée²⁶ qui procède en 2 étapes :

²⁵ Terme utilisé par la suite dans ce rapport pour désigner selon les cas, soit l'année officielle (si suffisamment d'images étaient disponibles), soit la période étendue

²⁶ Nécessitant toutefois l'intervention d'un expert en télédétection pour une phase d'interprétation à vue des images satellitaires.

- composante télédétection : prétraitement des images satellites, classification de l'occupation du sol et détection des changements ;
- composante Système d'information géographique (SIG) : calcul des indicateurs spatiaux (superficie totale des habitats humides, évolution dans le temps, superficies inondées, pressions anthropiques, etc.) ;

En particulier, l'occupation du sol est établie par une classification orientée objet par segmentation²⁷ (Figure 1.1). Les classes y sont basées sur celles de CORINE Land Cover utilisée au niveau européen, affinées pour celles correspondant aux milieux humides (au sens de la Convention de Ramsar). Le croisement de ces 2 typologies a produit la classification GlobWetland2 (cf. Annexe 4), ici utilisée. Les dizaines de classes élémentaires d'occupation du sol ont été regroupées, pour faciliter l'interprétation, en une quinzaine de « classes d'intérêt » (cf. couleurs légendées en début d'Annexe 4).

Il est à noter que la boîte à outils GW2 calcule de plus, en routine, le degré d'inondation des sites à chaque cycle : cartographie des secteurs ayant été inondés en permanence, temporairement ou jamais sur un cycle donné. Ces données n'ont ici pas été exploitées, notre unique objet ici étant l'évolution de l'occupation du sol.

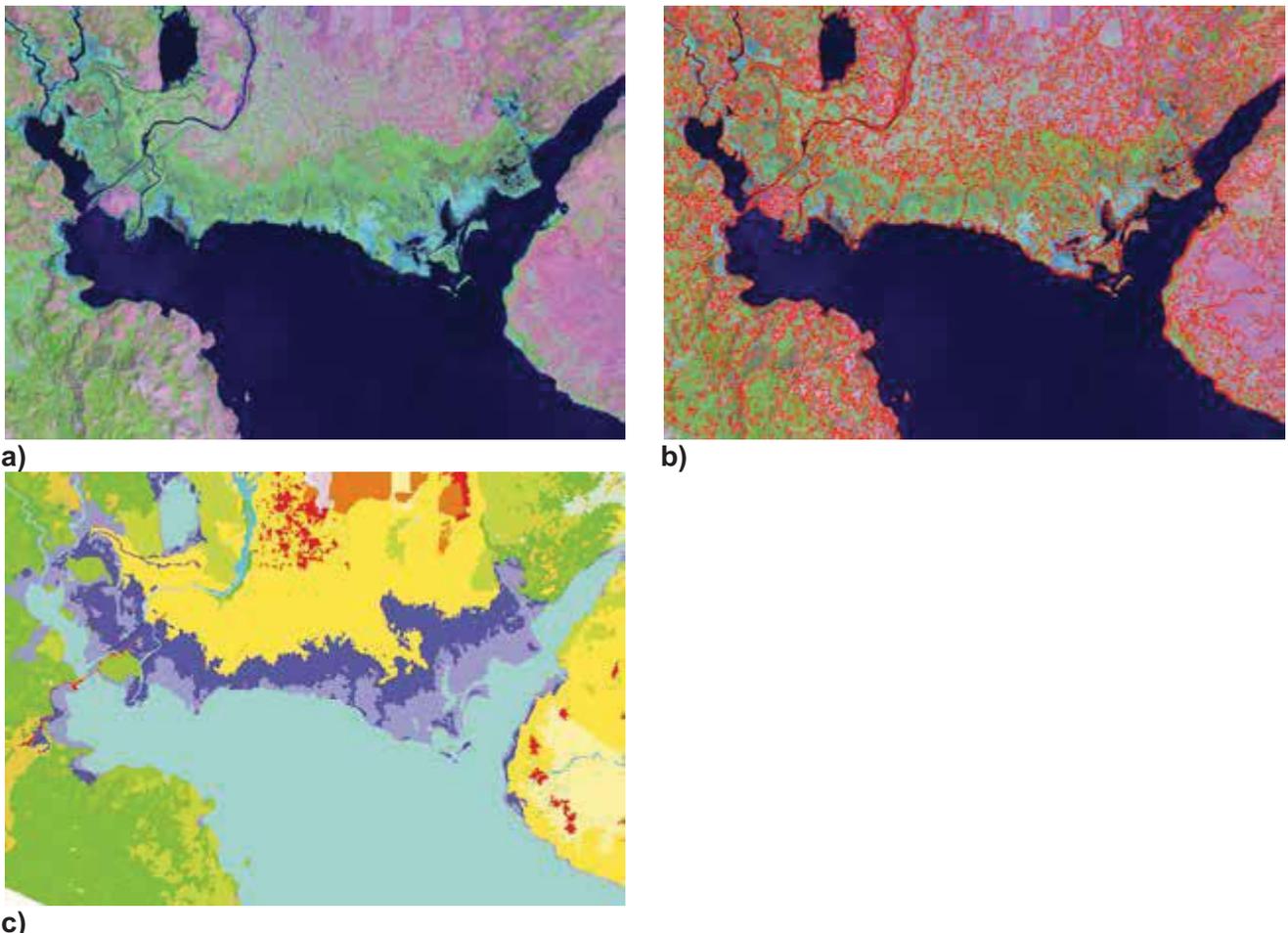


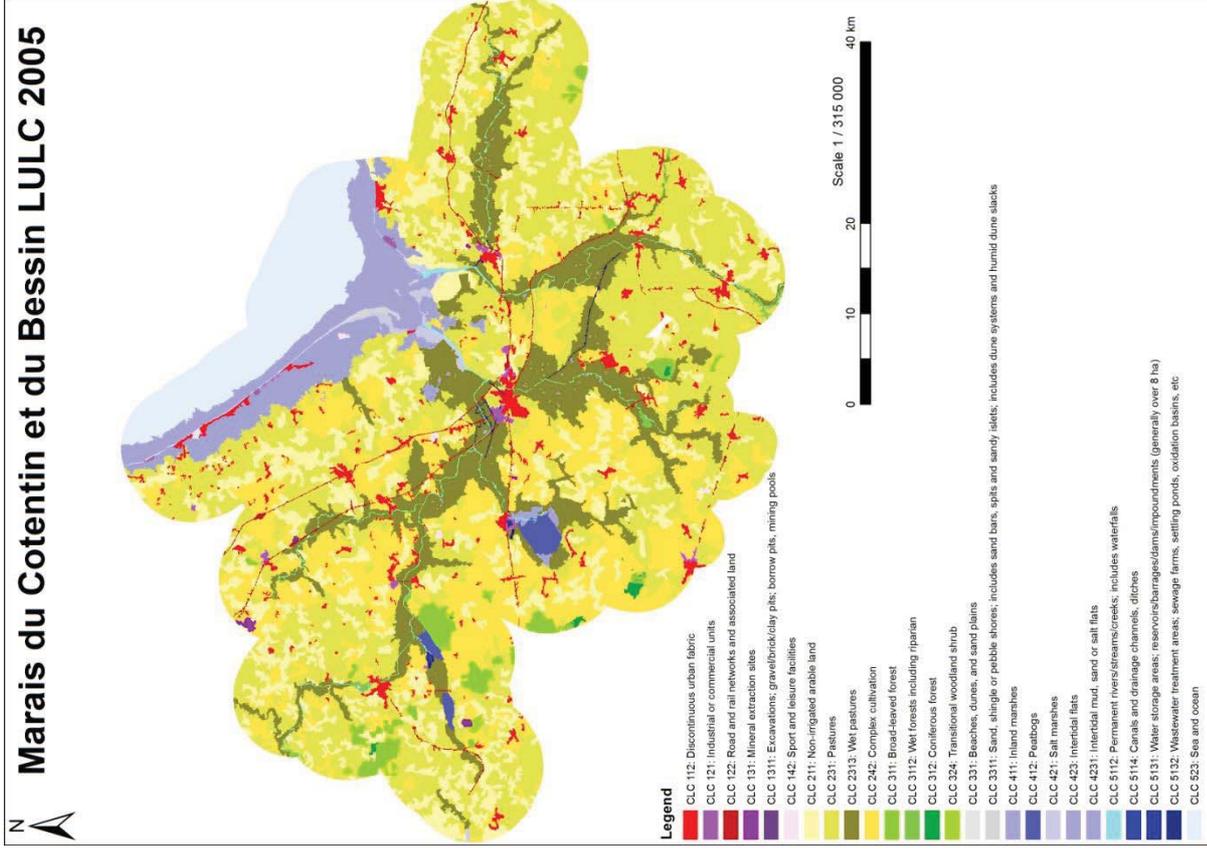
Figure 1.1 : Exemple de l'approche méthodologique adoptée (segmentation / classification) pour la cartographie de l'occupation du sol (Projet GW-II) : a) image brute, b) segmentation et c) classification : carte.

²⁷ 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 ")

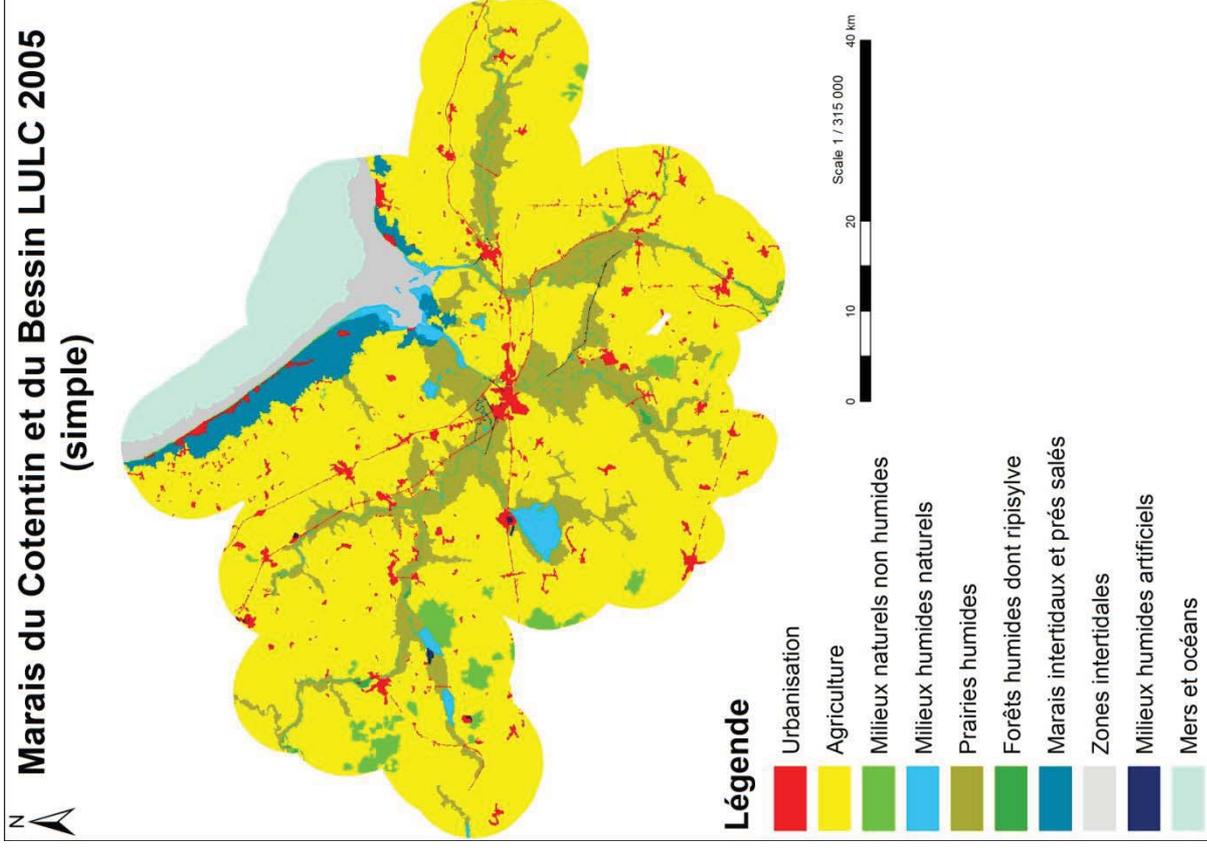
L'occupation du sol est produite par la boîte à outils GW2 sous une forme détaillée, comportant toutes les classes d'habitat repérées dans un site, au niveau le plus fin possible (par ex. Fig. 1.2 a). Sur cette base, des regroupements sont souvent effectués manuellement, de manière à restreindre le nombre de classes et à mieux visualiser l'occupation du sol par grands types de milieux (Fig. 1.2b). Ces regroupements peuvent varier selon la thématique choisie.

Le regroupement le plus fréquent distingue cinq grandes classes de milieux:

- 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 non humides, milieux à végétation arbustive (comme la garrigue) ou herbacée comme les pelouses 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.



2 a.



2 b.

Figure 1.2 : Exemple d'occupation du sol détaillée générée automatiquement par la boîte à outils GW2 (2a), et retraitée par regroupement manuel en grandes classes (2b).

1.2 Validation de la méthode et précautions d'interprétation

Dans le cadre du projet GW2, une validation de la méthode avait été effectuée en 2013, de façon globale à l'échelle méditerranéenne, sur le terrain ou par croisement avec des cartes d'habitats précises existant sur certains sites. L'objectif était de quantifier le taux global d'erreur lié à la méthodologie.

Pour un habitat donné, par exemple les « prairies humides », entre 10 et 30 points ont été tirés au hasard dans les zones repérées comme « prairies humides » par la méthode GW2, sur des sites où l'on disposait de données externes pour validation : cartes fines d'occupation du sol récente, ou possibilité de vérification-terrain. Les résultats GW2 étaient ensuite confrontés à ces données externes (non issues de la télédétection), point par point, pour vérifier s'il s'agissait véritablement de prairies humides – ou pas. Le taux global d'erreur a ensuite été calculé par addition des résultats tous habitats élémentaires confondus, pour tous les sites ayant hébergé au moins un de ces 1380 points testés. Au total, 28 sites (sur 284) avaient fait l'objet de cette validation (environ 10 % de l'ensemble des sites méditerranéens). Sur les 48 classes d'habitat et 1 380 points vérifiés au total, le taux d'erreur global était de 12,3 %. Ce chiffre baissait 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 % (= 1 – 12,3%), les résultats méditerranéens étaient considérés comme suffisamment proches de la réalité pour être interprétés (Thomlinson *et al.*, 1999).

Cette validation, globalement satisfaisante à l'échelle du bassin méditerranéen, a été jugée comme applicable à notre étude, bien que quelques nouveaux types d'habitats spécifiques aux côtes atlantiques/ Manche (zones intertidales notamment) l'en distinguent. Elle n'a donc pas été rééditée à l'échelle nationale. Elle a été remplacée par une **vérification auprès des gestionnaires des sites Ramsar métropolitains** sur la base des premiers chiffres produits et, pour 10 d'entre eux, d'un premier jet des cartes. 8 sites ont fourni un retour, soit 25%. Les données ont été corrigées sur la base de ces retours, en cas d'erreurs. Mais nous ne disposons pas d'un taux d'erreur quantifié, comme pour GW2.

Quelques précautions doivent être gardées à l'esprit dans toute interprétation des cartes issues de l'approche GW2:

- la méthode est validée globalement à l'échelle d'un ensemble de sites, avec les % d'erreurs cités ci-dessus, lesquels sont habituellement jugés comme acceptables par les experts du domaine. En revanche si l'on zoome sur des échelles inférieures (par ex. des sites individuels, où des experts de terrain connaissent parfaitement les milieux), le détail de certaines cartes d'occupation du sol pourra parfois être jugé comme ne correspondant pas exactement à la réalité, en particulier parce que les 12,3% d'erreurs ne sont pas forcément distribuées de façon homogène sur tous les sites. Les cartes présentées **ne prétendent aucunement refléter la situation de façon exacte**. De même, les statistiques des habitats par site doivent être vues comme de simples ordres de grandeur – seuls les grands totaux (par ex. « Milieux humides naturels », ou « Milieux humides artificiels ») peuvent être vus comme fiables.
- les prairies humides et les rizières sont exclues, dans les cartes, de la classe « milieux agricoles », car elles sont incluses respectivement en tant que sous-catégories des « milieux humides naturels » et « milieux humides artificiels ». Cela peut localement affecter les statistiques « milieux agricoles » dans les sites abondamment pourvus de l'un ou l'autre de ces 2 habitats. Si l'on souhaite une lecture des cartes (et des statistiques afférentes) sous un angle purement agricole²⁸, il convient alors d'ajouter les surfaces de ces 2 classes à celles des autres « Milieux agricoles » - comme nous l'avons fait dans un certain nombre de tableaux.

²⁸ dans ce travail, l'angle « milieux humides » a au contraire été privilégié

- pour quelques sites méditerranéens, notamment la Camargue, la limite utilisée en cartographie entre **salins et lagunes** est confrontée au choix entre 2 options possibles mais toutes deux imparfaites. En effet, l'essentiel d'une exploitation salinière se compose de lagunes de pré-concentration²⁹, résultant de l'aménagement d'anciennes lagunes naturelles, et qui s'en distinguent très mal par des images satellitaires³⁰. S'agit-il alors de « salins » (classés dans les milieux humides artificiels) ou de « lagunes » (classées parmi les milieux humides naturels) ? Nous nous sommes **conformés à la doctrine adoptée au niveau national** : Cahiers d'Habitats du MNHN (lesquels déclinent le manuel d'interprétation de l'Union Européenne) et cartographie fines des habitats des sites Natura 2000 par le Parc Naturel Régional de Camargue (PNRC, non daté). Les fiches d'Habitats du PNRC attachées à la carte des habitats Natura 2000 précisent ainsi : « *Les salins sont considérés comme des lagunes lorsqu'ils correspondent à la transformation d'anciennes lagunes naturelles dans un but de production de sel. Les Salins de Giraud correspondent à cette typologie (mis à part les tables saunantes à la très forte anthropisation et à la salinité extrême).* » Les « lagunes salicoles » sont donc de facto incluses dans l'Habitat Européen Prioritaire n° 1150 « Lagunes côtières », cette appartenance étant notamment signée par la présence de 3 espèces « indicatrices » de l'habitat : *Ruppia maritime Ruppia maritima* ; Zostère naine *Zostera noltii* ; Potamot pectiné *Potamogeton pectinatus*. De ce fait, elles sont donc incluses dans les statistiques des « milieux humides naturels », malgré un certain degré d'anthropisation. Seules les tables saunantes, parties les plus artificielles de l'exploitation et aisément repérables par images satellitaires, ont été individualisées (classe « salins » sur les cartes) et classées parmi les milieux humides artificiels. Cette option est en cohérence avec les cartes d'occupation du sol CORINE Land-Cover produites depuis 1990 pour la France par le SOeS (cf. par ex. http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Themes/Environnement/Milieux/Zones_humides/Carte_occupation_ZHIM/FR82200101.pdf)

1.3 Cas particulier : l'évolution des surfaces en habitats spécifiques

L'interprétation de ces chiffres requiert une grande prudence, car nous nous situons aux limites des capacités de la méthode. Les résultats sont en particulier très dépendants :

- de choix faits par l'opérateur lors de l'interprétation visuelle des images (attribution de secteurs précis à un habitat donné), source d'erreurs humaines toujours possibles ;
- de choix dans la typologie des habitats, notamment dans l'attribution de certains types d'habitats aux milieux humides naturels ou artificiels. Par exemple, la Brenne est constituée en bonne partie d'étangs résultant de modifications anthropiques d'une région anciennement riche en marais : les aménagements hydrauliques très anciens avaient pour but d'augmenter et de stabiliser les niveaux d'eau. Ces étangs doivent-ils aujourd'hui entrer dans la catégorie des milieux humides naturels ou artificiels ? La 2^e option a été choisie – mais au regard de l'ancienneté des transformations (600 à 800 ans), la première aurait été aussi légitime.
- de la confusion possible entre certaines classes en fonction des niveaux d'eau, par exemple. Ainsi, la Grande Camargue aurait, sur la base de l'interprétation visuelle des images satellitaires, « gagné » 3700 ha de lagunes entre 1975 et 2005 mais « perdu » 7900 ha de marais; de même pour les étangs de la Narbonnaise (resp. +690 ha et - 710 ha). En réalité, il n'y a pas eu de changement majeur d'occupation du sol dans les secteurs concernés, mais

²⁹ quoique aménagées et gérées par l'homme du point de vue hydraulique, elles ont en général une très grande valeur écologique : elles ont hébergé par exemple en Camargue pendant des décennies l'unique colonie de reproduction de Flamants en France

³⁰ Une tentative préalable pour les séparer (sur la base de leurs régimes hydrauliques a priori distincts) a abouti à de nombreuses confusions, des pans entiers de ces lagunes basculant alternativement en « naturel » ou « artificiel » sans que rien n'ait en réalité changé dans leur gestion.

les mêmes secteurs apparaissent selon les années soit comme « lagunes » (lorsqu'ils sont fortement inondés), soit comme « marais » (lorsqu'inondés sporadiquement) (Fig. 1.3). L'interprétation la plus vraisemblable est que 2005 a connu des niveaux d'eau nettement plus hauts qu'en 1975 dans ces secteurs, augmentant ainsi en apparence les surfaces en lagunes et réduisant celles en marais. Pour cette raison, les marais et les lagunes, fonctionnant comme des « vases communicants » sur le pourtour méditerranéen, ont été regroupés en une classe unique dans les analyses par habitats.

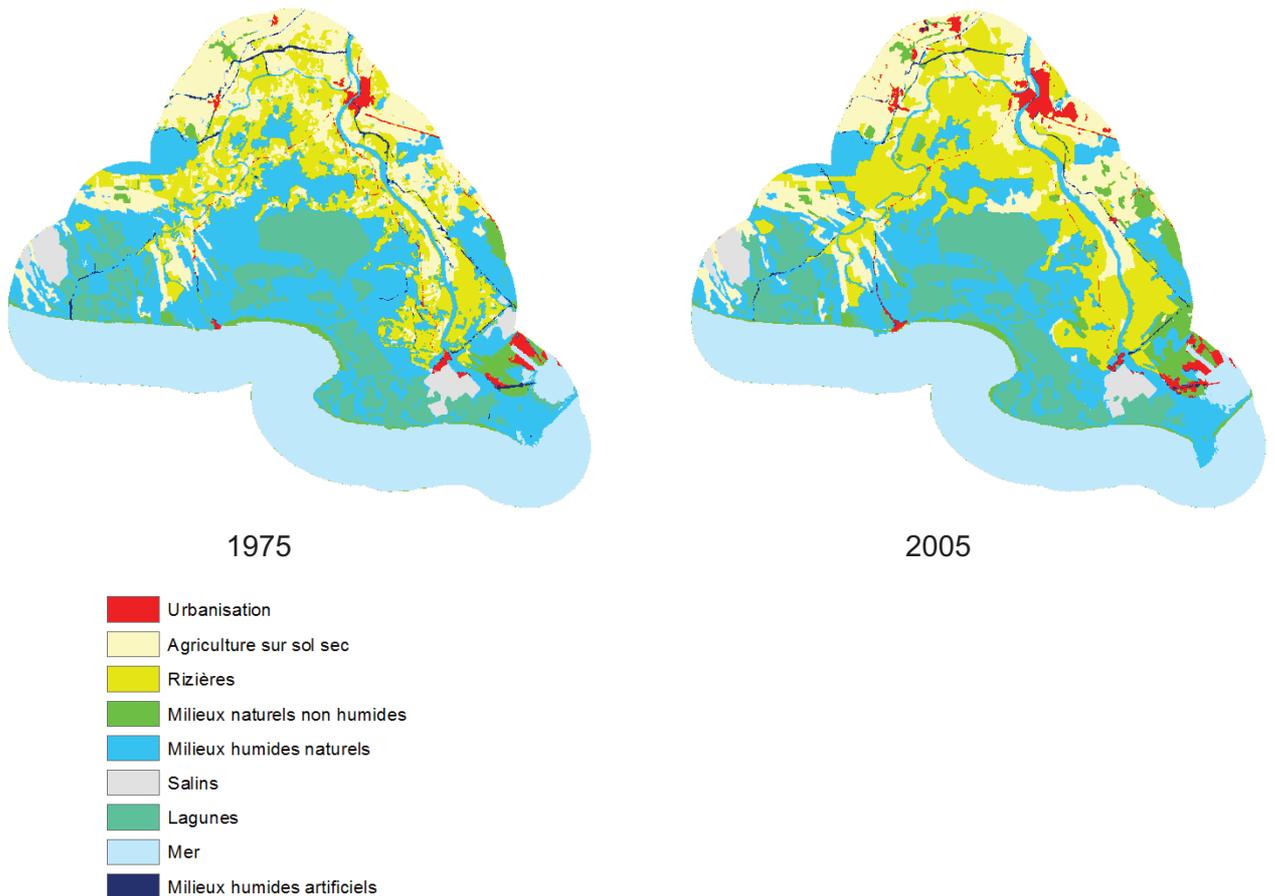


Figure 1.3: Augmentation apparente des surfaces de lagunes au détriment de marais (« Milieux humides naturels ») dans et en bordure du site Ramsar de Grande Camargue [cf. par ex. au sud de l'étang de Vaccarès, ou à l'extrême sud-ouest du site : Petite Camargue Saintoise + Petite Camargue gardoise adjacente].

- De façon similaire, la Champagne humide a « perdu » 560 ha de lacs et étangs artificiels entre 1990 et 2005, mais « gagné » 1030 ha de marais. En réalité, lorsque le niveau de ces lacs baisse et découvre les berges couvertes de végétation aquatique basse, la photo-interprétation des images satellitaires classe ces secteurs temporairement exondés comme « marais » (Fig. 1.4), ce qui est :
 - o légitime d'un point de vue écologique, dans la mesure où il s'agit d'une végétation typique de marais, qui abrite par exemple une avifaune liée à ces milieux ;
 - o moins légitime d'un point de vue « occupation du sol », car même à niveau d'eau bas, ces secteurs appartiennent toujours au lac-réservoir.

Lors de l'interprétation, l'arbitrage a privilégié le 1^{er} point de vue. Il est à noter que dans ce cas précis, l'attribution de la surface des berges exondées aux « marais » ou aux « lacs & mares artificiels » est susceptible d'affecter le ratio entre milieux humides naturels et artificiels.

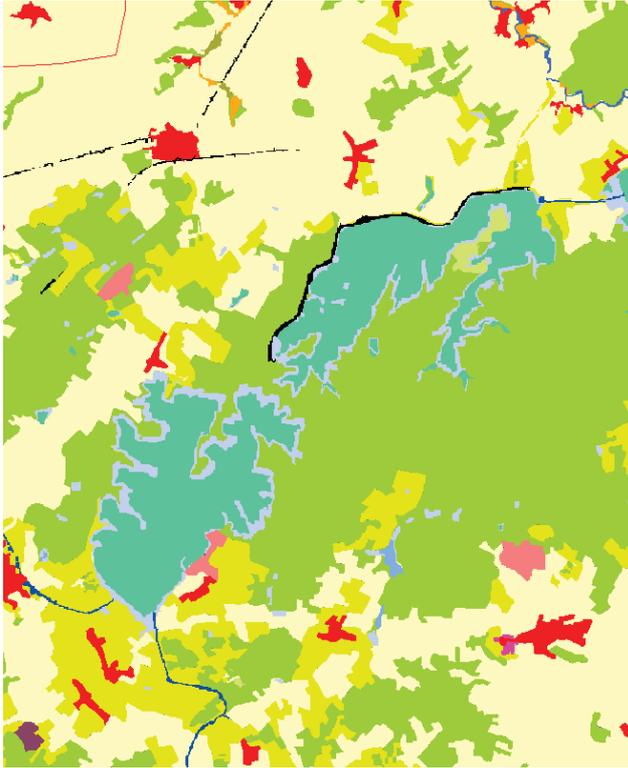


Figure 1.4: Augmentation apparente des marais (en violet) en bordure des lacs artificiels de Champagne Humide (en vert-bleu), suite à une baisse du niveau des eaux.

- du nombre d'images disponibles. Ainsi, la surface de rizières en Camargue apparaît comme très tributaire du nombre et de la date des images satellites utilisées (cf. corps du texte, § « *Comparaison des résultats sur un site Ramsar avec les données locales : exemple de la Grande Camargue* ».) Ainsi, selon la date de l'image, les rizières peuvent être soit facilement distinguées des autres cultures (dans leur période de mise en eau : optimum = mai-juin), ou indistinguables (périodes d'assec ou à riz déjà haut et dense).

1.4 Tests statistiques

Nous avons testé la significativité de certaines évolutions d'habitats par sites, ainsi que pour les données de périphérie (bandes de 1 km). Les tests appliqués sont des modèles à effets mixtes-mixtes, avec la surface d'un type d'habitat en variable à expliquer, les 3 dates de comptages en variable explicative et le site en facteur aléatoire.

La surface ne suivant pas une loi normale, nous avons appliqué une correction logarithmique (avec addition d'une valeur non nulle de façon à ne pas avoir le cas log de zéro).

Comme rappelé en Introduction, la faible taille de l'échantillon pénalise la plupart des calculs de significativité.

ANNEXE 2 : Superficie en milieux humides dans les 32 sites Ramsar métropolitains

Site	Surface (ha)	Superficie des milieux humides (ha) en :					
		1975 naturels	artificiels	1990 naturels	artificiels	2005 naturels	artificiels
Grande Camargue	84501	56938	10302	53572	13372	53166	13776
Champagne Humide	285457	18710	3642	14482	9378	14614	9334
Etangs de Petite Woevre	5982	478	138	400	218	438	215
Marais du Cotentin et du Bessin et Baie de Veys	39311	27955	102	27762	153	27461	187
Golfe du Morbihan	18945	11100	96	10862	96	10592	104
La Brenne	138732	7931	5203	7067	5944	5203	7142
Rives du Lac Lemans	1917	1616	0	1593	0	1567	0
Biguglia	2292	1494	0	1578	0	1529	0
Baie Mont Saint Michel	47788	30143	0	29973	19	29675	28
Grande Briere	17343	15446	555	15172	590	14997	592
Lac de Grand Lieu	5408	5294	6	5271	13	5341	13
Basses Vallées Angevines	7661	5491	45	5372	48	4925	52
Marais Salants de Guerande Mes	5039	2009	2451	1952	2469	1802	2570
Petite Camargue	45534	22472	4844	19333	6635	20045	5940
Baie de Somme	19033	16403	81	16294	118	16290	177
Bassin du Drugeon	4239	2835	0	2701	0	2572	0
Etangs de Lindre	5312	278	715	248	715	242	669
Lac du Bourget	5501	4851	0	4741	3	4707	0
Marais Fier Ars	4533	3256	675	3473	422	3509	362
Etangs Narbonnaise	12186	6967	1263	7223	1176	6957	1343
Tre Palude de Suartone	205	12	0	13	0	4	0
Rhin Supérieur	24648	15734	818	15530	817	15517	831
Etang de Palo	386	208	0	240	0	210	0
Etang Urbino	1059	657	14	746	5	734	9
Etangs Palavasiens	7630	5185	474	5104	481	5055	538
Impluvium Evian	3234	267	0	266	0	252	0
Marais Audomarois	3741	1391	68	1344	78	1325	71
Etang Villepey	248	141	0	136	0	131	0
Salins Hyeres	524	217	288	174	324	181	319
Tourbières de Moltifao	33	33	0	33	0	33	0
Bassin d'Arcachon	5178	4855	135	4896	79	4944	12
Marais Orx	900	878	0	872	0	788	0
TOTAL	804 500	271 242	31 916	258 425	43 151	254 804	44 282

ANNEXE 3 : changement de superficie (en ha) des habitats/ classes d'occupation du sol dans les 32 sites Ramsar métropolitains (1975-2005)
et hypothèses d'interprétation (NB : 340 se lit « +340 ha ») ; en jaune : changements à priori notables

	Area admin (km ²)	Salins	Marais & Lagunes	Forêts inondables	Prairies humides	Cours d'eau	Canaux	Lacs & étangs artificiels	Lacs naturels permanents	Lacs naturels temporaires	Autres habitats naturels (non humides)	Tourbières	Rizières	Agri-culture hors rizières & prairies humides	Milieux artificiels hors MH	Autres types de MH	Mer & océan (hors zones inter-tidales)	Hypothèse d'interprétation
Grande Camargue	845,01	82	-4241	340	0	464	-128	3	0	0	888	0	4747	-1931	-104	-32	-90	Mise en culture de grandes surfaces surtout au détriment de marais. Le recul des surfaces artificialisées serait un artefact lié à la meilleure résolution des images en 2005 qu'en 1975.
Champagne Humide	2854,57	0	2465	-5301	-1258	-2	-84	5220	556	0	-9082	0	0	4369	3126	0	0	Le développement des lacs artificiels (et de leurs marais périphériques, classés en "marais") s'est fait surtout aux dépens de forêts et autres habitats naturels - aussi de zones agricoles ?
Etangs de Petite Woevre	59,82	0	-29	-11	0	0	0	0	77	0	-65	0	0	-49	77	0	0	
Marais du Cotentin et du Bessin et Baie de Veys	393,11	0	-125	-31	-187	-123	40	46	0	0	-20	-47	0	286	142	20	0	La très faible perte de prairies humides (sur 18.000 ha en 1975) est remarquable
Golfe du Morbihan	189,45	0	-414	-7	-88	0	0	8	0	0	51	0	0	77	252	0	121	La forte progression des étangs et de l'agriculture s'est faite par conversion de marais, de prairies humides et d'habitats naturels terrestres
La Brenne	1387,32	0	-1244	232	-1691	-25	0	0	1438	501	-2718	0	0	3069	438	0	0	
Rives du Lac Lemans	19,17	0	-19	-16	0	-10	0	0	-4	0	8	0	0	-10	51	0	0	
Biguglia	22,92	0	36	0	0	0	0	0	0	0	-106	0	0	45	-7	0	31	
Baie Mont Saint Michel	477,88	0	294	-48	14	8	3	25	-3	0	33	0	0	154	253	-733	0	La baisse des "autres milieux humides" (herbiers marins, estuaires, zones marines peu profondes etc.), compensée partiellement par la progression des marais, est probablement un artefact lié au passage du satellite par rapport aux marées. Mais un développement de l'agriculture et des milieux artificialisés a aussi eu lieu

	Area admin (km²)	Salins	Marais & Lagunes	Forêts inondables	Prairies humides	Cours d'eau	Canaux	Lacs & étangs artificiels	Lacs naturels permanents	Lacs naturels temporaires	Autres habitats naturels (non humides)	Tourbières	Rizières	Agri-culture hors rizières & prairies humides	Milieux artificiels hors MH	Autres types de MH	Mer & océan (hors zones inter-tidales)	Hypothèse d'interprétation
Grande Briere	173,43	0	-340	-33	-1034	0	20	17	-63	0	-20	1020	0	381	51	0	0	La fermeture du milieu conduit à une progression des tourbières boisées au détriment des prairies humides
Lac de Grand Lieu	54,08	0	-203	0	199	4	6	0	415	-368	-21	0	0	-35	3	0	0	Réduction des surfaces inondées temporairement et progression de l'inondation permanente : tendance de fond... ou épiphénomène ? (niveaux d'eau plus hauts en 2005 qu'en 1975 ?)
Basses Vallées Angevines	76,61	0	-510	-13	-22	-22	-5	11	0	0	59	0	0	408	93	0	0	Double dynamique visible sur les images : mise en culture des prairies humides, et report de celles-ci sur les marais - Au final la surface en prairies varie peu
Marais Salants de Guérande Mes	50,39	105	-184	0	-23	0	0	14	0	0	-1	0	0	52	38	0	0	Remarquable progression des salins (à l'opposé d'autres sites), plausible : remise en salins de marais ? (grâce à l'AOC Sel de Guérande ??)
Petite Camargue	455,34	-471	-2344	58	0	-140	767	0	-91	0	654	0	795	391	450	0	-68	nombreuses conversions de marais en terres agricoles Perte de surfaces en salins : artefact de méthode ? Gains de canaux : artefact lié à la meilleure résolution des images depuis 1975
Baie de Somme	190,33	0	216	-157	180	-3	11	85	8	0	-50	0	0	-17	84	-356	0	Développement des plans d'eau artificiels : mares de chasse ?
Bassin du Drugeon	42,39	0	-146	-3	-88	-1	0	0	-5	3	7	-23	0	189	66	0	0	Idem Basses Vallées Angevines ?
Etangs de Lindre	53,12	0	-24	-2	-11	0	12	0	-30	-28	-85	0	0	152	16	0	0	
Lac du Bourget	55,01	0	-223	-7	-26	-2	0	0	114	0	66	0	0	2	76	0	0	Augmentation de la surface en lac au détriment des marais par montée du niveau d'eau sur les marais périphériques ? (également touchés par l'urbanisation...)

	Area admin (km²)	Salins	Marais & Lagunes	Forêts inondables	Prairies humides	Cours d'eau	Canaux	Lacs & étangs artificiels	Lacs naturels permanents	Lacs naturels temporaires	Autres habitats naturels (non humides)	Tourbières	Rizières	Agri-culture hors rizières & prairies humides	Milieux artificiels hors MH	Autres types de MH	Mer & océan (hors zones inter-tidales)	Hypothèse d'interprétation
Marais Fier Ars	45,33	-339	502	0	0	0	0	25	0	0	11	0	0	8	42	-250	0	Reconquête d'anciens salins par les marais ? (et recul des herbiers maritimes dans "Autres milieux humides")
Etangs Narbonnaise	121,86	135	-20	0	0	0	-45	0	10	0	83	0	-10	-177	23	0	1	Progression surprenante des salins entre 1975 et 2005 (artefact ?)
Tre Palude de Suartone	2,05	0	-7	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	Perte de surface en ZH au profit des milieux boisés alentours ?
Rhin Superieur	246,48	0	5	-258	69	-33	-15	28	0	0	-122	0	0	-66	393	0	0	Artificialisation forte (surtout carrières) surtout au détriment des ripisylves
Etang de Palo	3,86	0	8	-7	0	0	0	0	0	0	-25	0	0	4	18	0	2	
Etang Urbino	10,59	0	77	0	0	0	0	-5	0	0	-37	0	0	-35	0	0	0	
Etangs Palavasiens	76,30	85	-175	0	0	44	-21	0	0	0	-20	0	0	-258	288	0	56	consommation de zones agricoles par l'Urbanisation
Impluvium Evian	32,34	0	-3	-11	0	0	0	0	0	0	-17	0	0	-92	124	0	0	Urbanisation de terres agricoles (surtout 1975-90; très peu ensuite)
Marais Audomarois	37,41	0	-29	-40	15	-11	-1	4	0	0	-1	0	0	-64	129	0	0	
Etang Villepey	2,48	0	14	-26	0	-1	0	0	3	0	-27	0	0	26	11	0	0	
Salins Hyeres	5,24	31	-22	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	-3	1	-14	0	Surprenante quoique modeste (+31 ha) progression des salins puisque l'activ saliniere s'est arrêtée : artefact d'analyse ? (salins <--> Lagunes)
Tourbieres de Moltifao	0,33	0	0	-9	13	-5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Idem Fiers d'Ars : reconquête d'anciens salins par les marais ??
Bassin d'Arcachon	51,78	-135	362	-12	-21	-24	0	12	0	0	13	0	0	1	19	-215	0	Transformation de la partie nord de la zone humide en lac (quasi)permanent (au moins en 2005), sur d'anciennes forêts inondables & marais
Marais Orx	9,00	0	-277	-146	-3	0	0	0	336	0	1	0	0	79	9	0	0	

Annexe 4 : la classification GlobWetland 2

Cette classification est issue du croisement de celles de Ramsar et de est Corine Land Cover (CLC).

- NB : Noter l'ambiguïté potentielle de la classe CLC n°4, dénommée « zones humides ³¹ » : les milieux humides au sens de Ramsar (définition aussi adoptée dans le présent travail) dépassent largement cette seule classe CLC.

1. Regroupements de classes élémentaires utilisés dans ce rapport

MILIEUX HUMIDES NATURELS

	Prairies humides
	Tourbières
	Marais
	Cours d'eau
	Lacs naturels permanents
	Lacs naturels temporaires
	Lagunes
	Forêts inondables
	Autres milieux humides naturels

MILIEUX HUMIDES ARTIFICIELS

	Rizières
	Lacs & étangs artificiels
	Salins
	Canaux

AUTRES

	Urbanisation
	Agriculture
	Habitats naturels non humides
	Mers

2. Classes élémentaires de la typologie GW2 (3^e colonne = les milieux humides tels que définis dans cette étude)

Classe CLC niveau 1	Code GW2	Mil Hum ?	CLASSES GLOBWETLAND 2
1	1		Territoires artificialisés
1	11		Zones urbanisées
1	111		Tissu urbain continu
1	112		Tissu urbain discontinu
1	12		Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication
1	121		Zones industrielles et commerciales
1	122		Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés

³¹ L'appellation officielle de CORINE LC est ici conservée

Classe CLC niveau 1	Code GW2	Mil Hum ?	CLASSES GLOBWETLAND 2
1	123		Zones portuaires
1	124		Aéroports
1	13		Mines, décharges et chantiers
1	131		Extraction de matériaux
1	1311	MH	Excavations ; gravières/ballastières/glaisières ; sablières, puits de mine.
1	132		Décharges
1	133		Chantiers
1	14		Espaces verts artificialisés, non agricoles
1	141		Espaces verts urbains
1	142		Équipements sportifs et de loisirs
2	2		Territoires agricoles
2	21		Terres arables
2	211		Terres arables hors périmètres d'irrigation
2	212		Périmètres irrigués en permanence
2	213	MH	Rizières
2	22		Cultures permanentes
2	221		Vignobles
2	222		Vergers et petits fruits
2	223		Oliveraies
2	23		Prairies
2	231		Prairies
2	2313	MH	Prairies humides
2	24		Zones agricoles hétérogènes
2	241		Cultures annuelles associées aux cultures permanentes
2	242		Systèmes culturaux et parcellaires complexes
2	243		Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
2	244		Territoires agro-forestiers
3	3		Forêts et milieux semi-naturels
3	31		Forêts
3	311		Forêts de feuillus
3	3112	MH	forêts humides dont ripisylve
3	312		Forêts de conifères
3	313		Forêts mélangées
3	32		Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée
3	321		Pelouses et pâturages naturels
3	322		Landes et broussailles
3	323		Végétation sclérophylle
3	324		Forêt et végétation arbustive en mutation
3	3241	MH	Zones humides dominées par des buissons ; marécages à buissons, marécages d'eau douce dominés par des buissons, saulaies, aulnaies ; sur sols inorganiques
3	33		Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation
3	331		Plages, dunes et sable
3	3311	MH	Rivages de sable fin, grossier ou de galets ; y compris bancs et langues de sable, îlots sableux, systèmes dunaires et dépressions intradunales humides.
3	332		Roches nues
3	3321	MH	Rivages marins rocheux ; y compris îles rocheuses, falaises marines.
3	333		Végétation clairsemée
3	334		Zones incendiées
3	335		Glaciers et neiges éternelles

Classe CLC niveau 1	Code GW2	Mil Hum ?	CLASSES GLOBWETLAND 2
4	4		Zones humides
4	41		Zones humides intérieures
4	411	MH	Marais intérieurs
4	4111	MH	<i>Roselières et hauts hélophytes</i>
4	4114	MH	Mares/marais salins/saumâtres/alcalins permanents.
4	4115	MH	Mares/marais salins/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents.
4	4116	MH	Mares/marais d'eau douce permanents; étangs (moins de 8 hectares), marais et marécages sur sols inorganiques; avec végétation émergente détrempée durant la majeure partie de la saison de croissance au moins
4	4117	MH	Mares/marais d'eau douce saisonniers/intermittents sur sols inorganiques; y compris fondrières, marmites torrentielles, prairies inondées de manière saisonnière, marais à laïches
4	4118	MH	Zones humides de toundra; y compris mares de la toundra, eaux temporaires de la fonte des neiges
4	4119	MH	Sources d'eau douce; oasis
4	412	MH	Tourbières
4	4121	MH	Tourbières hautes actives
4	4122	MH	Tourbières de couverture
4	4123	MH	Tourbières boisées; forêts marécageuses sur tourbière.
4	42		Zones humides maritimes
4	421	MH	Marais maritimes
4	422	MH	Marais salants
4	423	MH	Zones intertidales
4	4231	MH	Marais intertidaux; y compris prés salés, schorres, marais salés levés, marais cotidaux saumâtres et d'eau douce
4	4232	MH	Zones humides boisées intertidales; y compris marécages à mangroves, marécages à palmiers nipa et forêts marécageuses cotidales d'eau douce
5	5		Surfaces en eau
5	51		Eaux continentales
5	511	MH	Cours d'eau et voies d'eau
5	5111	MH	Deltas intérieurs permanents
5	5112	MH	Rivières/cours d'eau/ruisseaux permanents; y compris cascades
5	5113	MH	Rivières/cours d'eau/ruisseaux saisonniers/intermittents/irréguliers
5	5114	MH	Canaux et fossés de drainage, rigoles
5	512	MH	Plans d'eau
5	5121	MH	Lacs d'eau douce permanents (plus de 8 hectares); y compris grands lacs de méandres
5	5122	MH	Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (plus de 8 hectares); y compris lacs des plaines d'inondation)
5	5123	MH	Lacs salés/saumâtres/alcalins permanents
5	5124	MH	Lacs salés et étendues/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents
5	5125	MH	Lacs d'eau douce permanents (plus de 8 hectares); avec végétation benthique; y compris grands lacs de méandres avec végétation benthique
5	5126	MH	Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents (plus de 8 hectares); avec végétation benthique;; y compris lacs des plaines d'inondation avec végétation benthique
5	5127	MH	Lacs salés/saumâtres/alcalins permanents avec végétation benthique
5	5128	MH	Lacs salés et étendues/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents avec végétation benthique
5	5129	MH	Étangs d'aquaculture (par ex. poissons, crevettes)

Classe CLC niveau 1	Code GW2	Mil Hum ?	CLASSES GLOBWETLAND 2
5	5130	MH	Étangs; y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs; (généralement moins de 8 hectares)
5	5131	MH	Zones de stockage de l'eau; réservoirs/barrages/retenues de barrages/retenues d'eau; (généralement plus de 8 hectares)
5	5132	MH	Sites de traitement des eaux usées; y compris champs d'épandage, étangs de sédimentation, bassins d'oxydation, etc
5	52		Eaux maritimes
5	521	MH	Lagunes littorales
5	5211	MH	Lagunes côtières saumâtres/salées; y compris lagunes saumâtres à salées reliées à la mer par un chenal relativement étroit au moins
5	5212	MH	Lagunes côtières d'eau douce; y compris lagunes deltaïques d'eau douce
5	522	MH	Estuaire
5	523		Mers et océans
5	5231	MH	Eaux marines peu profondes et permanentes, dans la plupart des cas d'une profondeur inférieure à six mètres à marée basse; y compris baies marines et détroits
5	5232	MH	Lits marins aquatiques subtidiaux; y compris lits de varech, herbiers marins, prairies marines tropicales
5	5233	MH	Récifs coralliens