



HAL
open science

RhoMéo Axe B : rapport final

C. Perennou, A. Guelmam, Samuel Alleaume, N. Molnar, M. Isenmann, J.
Porteret

► **To cite this version:**

C. Perennou, A. Guelmam, Samuel Alleaume, N. Molnar, M. Isenmann, et al.. RhoMéo Axe B : rapport final. [0] irstea. 2014, pp.83. hal-02599590

HAL Id: hal-02599590

<https://hal.inrae.fr/hal-02599590>

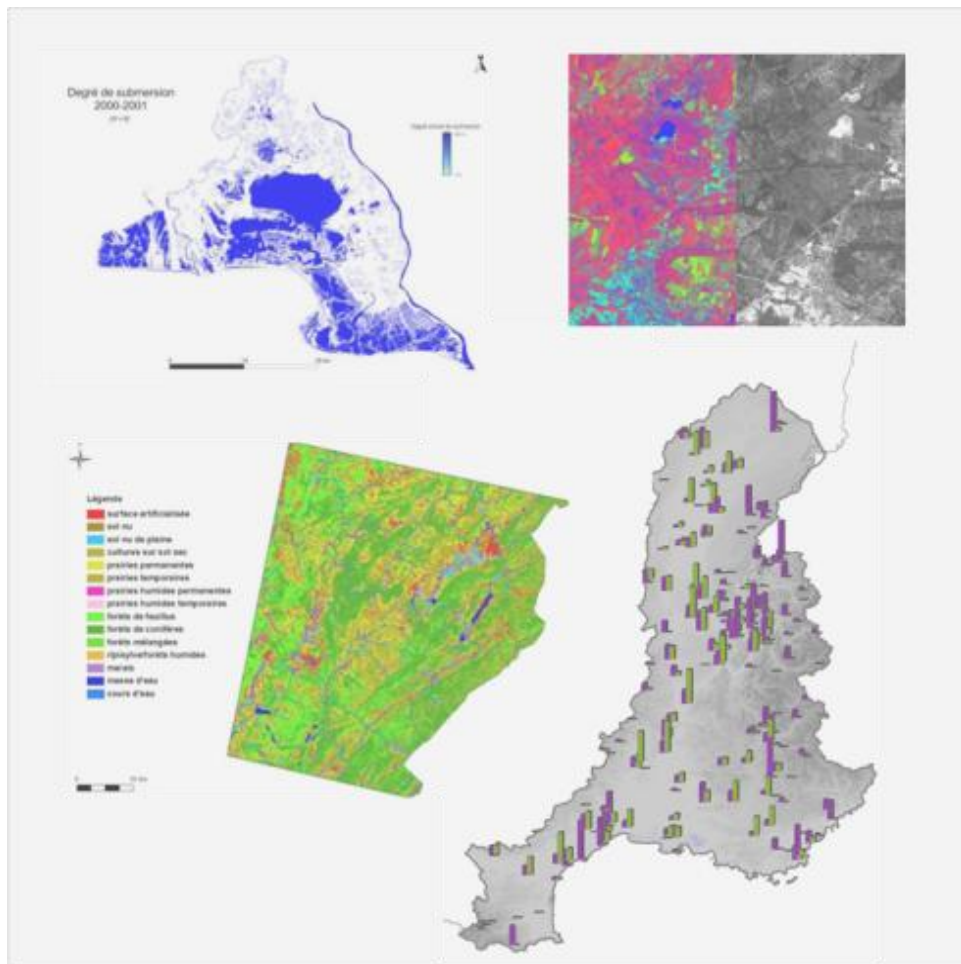
Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RhoMéo Axe B

Rapport final



Christian Perennou & Anis Guelmami (Tour du Valat) ; Samuel Alleaume (IRSTEA) ; Nathalie Molnar (CEN LR) ; Marc Isenmann (CEN Savoie & Conservatoire Botanique National Alpin) ; Jérôme Porteret (CEN Savoie)

Février 2014

RhoMeO

Sommaire

1	Introduction.....	1
1.1	Le programme RhoMéO	1
1.2	Test des méthodes permettant le suivi des zones humides à petite échelle	2
1.3	Choix des indicateurs opérationnels intégrables en 2013 dans un observatoire	4
2	Résumé de la 1 ^e phase (2009-2012)	4
2.1	Combien y a-t-il de zone humide (en n° et en surface) dans le bassin RMC	5
2.2	Comment mesurer l'évolution du nombre et de la surface en zones humides ? Y a-t-il une approche optimale pour un suivi des zones humides du bassin ?	7
2.3	Comment quantifier les superficies inondées (permanentes, temporaires...) au sein de ces zones humides ?	16
2.4	Comment quantifier la fragmentation des zones humides ?	17
2.5	Surface de zones humides converties en milieux agricoles ou urbains (indicateur D) ..	19
3	Choix des indicateurs opérationnels et intégrables dans un observatoire.....	20
3.1	Pression de pratiques agricoles	21
3.1.1	Procédure de calcul illustrée.....	21
3.1.2	Résultats quantitatifs à l'échelle du bassin versant	26
3.2	Pression de l'artificialisation	30
3.2.1	Procédure de calcul illustrée.....	30
3.2.2	Résultats quantitatifs à l'échelle du bassin versant	35
3.3	Interprétation et limites.....	36
3.4	Résultats quantitatifs des deux types de pression à l'échelle du bassin versant.....	37
3.5	Analyses croisées des indicateurs de pression et des indicateurs d'état	38
3.5.1	Les grandes tendances des indicateurs, tous types de zones humides	40
3.5.2	Les tendances des indicateurs par type de zone humide.....	41
3.5.3	L'influence du degré de pression sur la cohérence des indicateurs d'état.....	46
4	Synthèse 2011-2013 : Quel suivi des zones humides du bassin RM à petite échelle ?	46
4.1	Les propositions pour les suivis à l'échelle RM	46
4.1.1	Les indicateurs hors pressions	46
4.1.2	Les indicateurs de pressions de pratiques agricoles et de l'artificialisation	47
4.2	Les perspectives en termes d'évolution des données et des techniques.....	49
5	Bibliographie.....	55
6	Annexes.....	57

Liste des figures

Figure 1 : confusion de perception entre la fragmentation et l'inondation.....	18
Figure 2 : échelles géographiques de calcul des indicateurs de pression : directe (zone humide + périphérie immédiate) et indirecte (bassin versant de masse d'eau).	21
Figure 3 : exemple de fiche Indicateur de pression de pratiques agricoles.....	22
Figure 4 : périmètres de zones humides.	23
Figure 5 : enveloppe de périphérie immédiate de zones humides.....	23
Figure 6 : enveloppes finales de travail pour les pressions directes.	24
Figure 7 : ilots cultureux du Registre Parcellaire Graphique de 2011.....	24
Figure 8 : ilots cultureux de pratiques agricoles considérées comme « impactantes ».....	25
Figure 9 : ilots cultureux de pratiques agricoles impactantes situés à l'intérieur des sites.....	25
Figure 10 : exemple de représentation cartographique de la pression directe de pratiques agricoles dans les sites-test.....	26
Figure 11 : exemple de représentation graphique de la pression directe et indirecte de pratiques agricoles dans des sites-test.	26
Figure 12 : distribution des valeurs de pressions directes et indirectes de pratiques agricoles sur les 200 sites-test RhoMéO.	27
Figure 13 : distribution de la pression directe de pratiques agricoles sur les 200 sites-test RhoMéO (en %).....	28
Figure 14 : distribution de la pression indirecte de pratiques agricoles sur les 200 sites-test RhoMéO (en %).....	29
Figure 15 : évolution de la pression directe de pratiques agricoles (en % de la surface des sites) sur 5 sites du Languedoc entre 2006 et 2011.	30
Figure 16 : exemple de fiche Indicateur de pression de l'artificialisation.	31
Figure 17 : périmètres de zones humides.....	31
Figure 18 : enveloppe de périphérie immédiate de zones humides.	32
Figure 19 : enveloppe finale de travail pour les pressions directes.	32
Figure 20 : les réseaux de transport et les bâtiments issus de la BD Topo.....	33
Figure 21 : tache de l'artificialisation regroupant la tache « bâti » et la tache « réseaux de communication ».	33
Figure 22 : ilots d'artificialisation à l'intérieur des sites.....	34
Figure 23 : exemple de représentation cartographique de la pression directe de l'artificialisation	34
Figure 24 : exemple de représentation graphique de la pression directe et indirecte de l'artificialisation dans des sites-test.....	35

RhoMeO

Figure 25 : distribution des valeurs de pression directe et indirecte de l'artificialisation sur les 200 sites-test RhoMéO.....	36
Figure 26 : distribution des valeurs de pression directe de pratiques agricoles et de l'artificialisation sur les 200 sites-tests RhoMéo.....	38
Figure 27 : projection des indicateurs sur le plan factoriel 1*2 par une ACP réalisée à partir des données de 107 sites-test. Des corrélations entre indicateurs sont révélées.	41
Figure 28 : projection des sites-test sur le plan factoriel 1*2 par une ACP réalisée à partir des données de 107 sites-test. Elle permet des regroupements de sites selon leur type SDAGE	43
Figure 29 : Illustration de l'indicateur « Inondation de la zone humide » calculé avec la méthode GlobWetland 2, pour les sites des lacs Volvi & Koronia en Grèce, de 1975 à 2005	51

Liste des tableaux

Tableau 1 : synthèse des surfaces et nombres de zones humides du bassin Rhône-Méditerranée-Corse, repérées par 2 approches complémentaires : * issues des informations textuelles des documents d'inventaires ; ** issues de la consolidation des SIG départementaux.	5
Tableau 2 : avantages et inconvénients des deux logiques testées.....	9
Tableau 3 : avantages et inconvénients des principales méthodes et sources de données utilisées pour suivre l'indicateur « Surface en zones humides ».....	11
Tableau 4 : thématiques et indicateurs calculés par RhoMéO.....	39

RhoMeO

1 Introduction

1.1 Le programme RhoMéO

En 2000, la Directive européenne Cadre sur l'Eau (DCE) a introduit la notion de « bon état des masses d'eau ». Les zones humides associées, participant à l'atteinte du bon état, doivent également pouvoir être qualifiées. C'est pourquoi l'Agence de l'Eau RMC réfléchit depuis 2005 à la mise en place d'un outil de suivi et d'analyse de l'état des zones humides basé sur les indicateurs biologiques.

L'intérêt d'un tel outil de suivi a été rappelé par un certain nombre de schémas et plans nationaux notamment le « Plan national d'Action en faveur des zones humides » (MEEDDM 2010) qui précise dans son action 20 que « *La connaissance de l'évolution des zones humides suppose le maintien d'un réseau de sites pérenne, sur lesquels des observations peuvent être effectuées périodiquement* ». Cet intérêt recoupant les besoins d'évaluation des politiques de suivi-évaluation de la biodiversité de milieux humides: à l'échelle nationale, le SINP (Système d'Information sur la Nature et les Paysages), à l'échelle régionale, l'ORB-LR (Observatoire Régional de la Biodiversité en Languedoc-Roussillon), et SILENE (Système d'Information et de Localisation des Espèces Natives et Envahissantes en PACA) et les futurs schémas régionaux de cohérence écologique (Trame Verte et Bleue), à l'échelle locale, les Documents d'objectifs (DOCOBs) des sites Natura 2000 et les Plans de gestion des sites (cf. Stratégie Nationale des Aires Protégées).

En 2009, l'Agence s'est rapprochée des gestionnaires de zones humides du Bassin Rhône-Méditerranée pour la concrétisation d'un tel outil. Suite à son démarrage en Rhône-Alpes en 2009, le programme RhoMéO s'est ensuite déployé sur l'ensemble du Bassin en collaboration étroite avec les acteurs des autres régions. Ce programme devait répondre à deux objectifs :

- Peut-on définir des méthodes opérationnelles et valides de suivi de l'état et des pressions des zones humides, pour fournir aux acteurs locaux des outils clefs en main ?
- Quels sont les indicateurs (hydrologiques, chimiques, biologiques) les plus appropriés de l'état et des fonctions des zones humides, et susceptibles d'intégrer un réseau de surveillance à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée ?

RhoMeO

Il était structuré selon 3 axes :

Axe A : Test et suivi d'indicateurs biologiques de l'état de zones humides.

Objectif : Structurer des protocoles de suivi de terrain de l'état biologique des zones humides sur des bases applicables à l'ensemble des zones humides, protocoles pouvant également servir à l'évaluation d'autres politiques (Directive Habitats, Directive Oiseaux, Réserves Naturelles Régionales, Espaces Naturels Sensibles).

Axe B : Analyse à petite échelle (télédétection et photo-interprétation).

Objectif : Définir des outils et méthodes standard de télédétection et de photo-interprétation permettant un suivi à l'échelle de l'ensemble des zones humides du bassin Rhône Méditerranée (petite échelle).

Axe C : Définition et choix des outils de mutualisation.

Objectif : Proposer des méthodes de saisie et de reporting à différentes échelles (site, territoire, département, région, bassin) en lien avec les outils existants (Boîte à outils AERMC, SINP, SERENA, ORB, CARMEN...), y compris le « tableau de bord Zones humides L-R ».

Le présent rapport est la synthèse du travail de l'Axe B du programme.

1.2 Test des méthodes permettant le suivi des zones humides à petite échelle

La 1^e phase (2009-2012) du projet RhoMéO visait, dans son Axe B, à tester la possibilité de suivi à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée de 4 indicateurs spatiaux à petite échelle :

- A. La surface en zones humides ;
- B. Les superficies inondées (permanentes, temporaires...) au sein de ces zones humides ;
- C. Leur fragmentation ;
- D. Les superficies de zones humides artificialisées/ urbanisées ou converties en agriculture.

RhoMeO

Cet Axe B du programme RhoMÉO a également servi d'appui aux autres axes et groupes de travail thématiques en matière d'analyse spatiale, gestion et production de données géographiques pour répondre aux besoins exprimés tout au long du programme.

Ces trois premières années ont permis :

- une 1^e synthèse des informations fournies par les inventaires départementaux de zones humides du bassin Rhône-Méditerranée ;
- d'évaluer la possibilité et la pertinence d'utiliser ou non en routine l'approche de l'Observatoire national des Zones Humides, qui reposait jusqu'en 2012 sur l'utilisation de CORINE Land Cover, pour le bassin versant du Rhône (IFEN 2008 ; SOeS 2009, 2011).
- de tester la fiabilité des outils de télédétection et d'autres sources de données (bases de données nationales) pour le calcul des indicateurs A, B, C & D, en vue d'un futur suivi « en routine » à l'échelle du bassin versant Rhône-Méditerranée. Une place importante a été consacrée à la vérification des résultats produits par croisement avec des cartes d'occupation du sol et inventaires pré-existants de cartographie zones humides, lorsqu'ils étaient disponibles (par ex. Bousquet & Willm 2001, Gomila & Peyre 2004).
- d'évaluer sur la base de tests et de résultats concrets l'intérêt de maintenir ou non ces 4 indicateurs.

Le travail a porté sur les cinq régions principales du bassin Rhône-Méditerranée : Rhône-Alpes à partir de 2010, PACA et Languedoc-Roussillon à partir de 2011, Bourgogne et Franche-Comté en 2012. Une animation¹ portée par le CEN Savoie et la Tour du Valat (TDV) a permis de confronter régulièrement les approches, de porter des regards croisés sur les tests effectués dans les autres régions, et d'enrichir ainsi mutuellement les réflexions régionales.

¹ Distincte d'une coordination ; cf. notamment absence de coordinateur de bassin pour le projet dans son ensemble avant Sept. 2012

RhoMeO

1.3 Choix des indicateurs opérationnels intégrables en 2013 dans un observatoire

Le premier séminaire de restitution du projet RhoMéO (Lyon, décembre 2012) a pris acte des résultats de la première phase et suggéré que, pour 2013, le travail complémentaire de l'Axe B se concentre sur **l'analyse des pressions de l'artificialisation et des pratiques agricoles (indicateur D)**.

Le travail a alors porté sur un ensemble de 200 sites-test couvrant l'ensemble du bassin et la diversité des zones humides de la région, au sens DCE (hors grands plans d'eau et cours d'eau). Une réflexion approfondie a été menée sur les échelles pertinentes, pour retenir au final que les pressions seraient calculées à 2 échelles :

- échelle du site, comprenant les sites issus des inventaires départementaux ou régionaux de zones humides, plus une zone périphérique d'une surface environ équivalente, définie par un programme informatique adapté du projet GlobWetland2 (cf. annexe 8).
- échelle du bassin versant de masse d'eau² auquel appartient la zone humide, tel que défini par l'Agence de l'Eau, afin de faire le lien avec la logique DCE.

Les principaux résultats et enseignements de cette dernière année sont consignés au chapitre 3 : « Choix des indicateurs opérationnels et intégrables dans un observatoire ».

2 Résumé de la 1^o phase (2009-2012)

L'ensemble des tests réalisés, nombreux et variés, sont décrits avec leurs résultats in extenso dans le rapport Axe B 2009-2012 (Perennou et al. 2013). Nous rappelons simplement, dans les sous-chapitres suivants, leurs conclusions pour chacune des questions et/ou indicateurs traités.

² ou de la réunion de plusieurs bassins versants, si la zone humide en intersecte plusieurs.

RhoMeO

2.1 Combien y a-t-il de zones humides (en n° et en surface) dans le bassin RMC aujourd'hui ?

La synthèse des inventaires menés à l'échelle départementale montre que le bassin versant RMC héberge plus de 58 000 zones humides, couvrant plus de 630.000 hectares (Tableau 1). Compte-tenu du fait qu'un département (le 06) reste sans inventaire de zones humides, et de ceux qui ont exclu de leur définition des milliers d'hectares de grands lacs et de réservoirs (dans les Alpes notamment), une fourchette de 680 000 à 750 000 ha de zones humides pour l'ensemble du bassin RMC semble un ordre de grandeur raisonnable.

Tableau 1 : synthèse des surfaces et nombres de zones humides du bassin Rhône-Méditerranée-Corse, repérées par 2 approches complémentaires : * issues des informations textuelles des documents d'inventaires ; ** issues de la consolidation des SIG départementaux.

Régions	n° de ZH*	Surface min. en ZH (ha) *	Surface en ZH (ha) **
BOURGOGNE <i>(partie en RMC seule)</i>	12 000+	91 868	108.853
FRANCHE-COMTE	26 370	61 680	606 (chiffres partiels)
RHONE-ALPES	14 528	160 462	162 511
PACA <i>(Hors 06)</i>	1853	177 146	128 929
CORSE	190 (env.)	22.000	
LANGUEDOC-ROUSSILLON <i>(partie RMC seule)</i>	3534	133 373	152 047
MIDI-PYRENEES			332
CHAMPAGNE-ARDENNES			7
AUVERGNE			3
TOTAL Bassin RMC	58 475 +	646 529 ha	629 413 ha pour 20 577 polygones ZH

RhoMeO

Ces résultats sont toutefois à prendre avec précaution, comme de simples ordres de grandeur. Les principales limites de l'exercice sont en effet les suivantes (voir aussi Aquascop 2009) :

- un département (06) ne dispose pas encore d'inventaire ;
- des années d'inventaire hétérogènes (souvent antérieures aux arrêtés de délimitation de 2008 et 2009) ;
- des critères d'inclusion de certains types de zone humide pas rigoureusement identiques d'un département à l'autre; en particulier :
 - o la pédologie est prise en compte dans les inventaires les plus récents (suite aux arrêtés & circulaires de 2007-2009), mais pas dans les plus anciens (début des années 2000) ;
 - o certains départements n'ont pas inventorié les grands lacs et/ou réservoirs, ou seulement en partie (selon leur degré d'artificialité) ;
 - o d'autres (ex : Bourgogne) ont inventorié des « enveloppes à dominante humide » surestimant la surface des zones humides *stricto sensu*.
- certains départements ont inventorié leurs mares individuellement, d'autres pas du tout, d'autre enfin uniquement les grands ensembles : malgré des surfaces totales modestes, cela influence très fortement le total régional en nombre de zones humides.
- des méthodes d'inventaire hétérogènes sur les aspects suivants :
 - diversité d'opérateurs,
 - critères de délimitation variables (végétation et/ou sols et/ou inondabilité),
 - nomenclatures et typologies variables,
 - seuil de détection et échelle de cartographie [du 1 : 2 500^e au 1 : 30 000^e],
 - photo-interprétation et/ou terrain et/ou télédétection.

RhoMeO

2.2 Comment mesurer l'évolution du nombre et de la surface en zones humides ? (indicateur A). Y a t-il une approche optimale pour un suivi des zones humides du bassin Rhône-Méditerranée ?

Au total, de nombreuses approches et méthodes ont été testées à l'échelle de sites ou de régions au sein du bassin RM, que l'on peut regrouper en 2 grandes logiques :

- **Logique 1** = « Comment évolue la surface en habitats humides au sein de périmètres de zones humides fixes, par ex. ceux issus des inventaires départementaux ? »
- **Logique 2** = « Comment évolue dans le temps la surface totale en zones humides d'un grand territoire donné ? » (par ex : un département, la région PACA, une scène SPOT/ Landsat de taille de 60 x 60 km ou 180 x 180 km)

La logique 1 se centre avant tout sur l'identification de la végétation (type de zone humide vs. habitats non humides), En Rhône-Alpes, la première piste de travail qui a été explorée a consisté à tenter de sortir des inventaires existants de zones humides des réponses spectrales spécifiques (Julier *et al.* 2011). Pour cela, des images SPOT View contemporaines aux périodes des inventaires ont été utilisées de manière à extraire des informations spectrales déterminantes à l'intérieur des contours de zones humides. Ces informations spectrales se sont basées principalement sur la production et interprétation de résultats statistiques (Julier *et al.* 2011) et d'indices de végétations (Houry 2012). Cependant, le constat que les contours de zones humides intègrent généralement une mosaïque de milieux plus ou moins humides et hétérogènes, ne facilite pas ce travail d'isolement de signatures spectrales spécifiques à un contour inventorié en zone humide. A cela, il faut ajouter le caractère évolutif des végétations humides (cycles végétatifs) au cours des saisons, ce qui implique de disposer de dates optimales de prises de vue pour réussir la discrimination des milieux humides en utilisant notamment des images multi-date. Cette démarche qui implique des compétences techniques assez

RhoMeO

poussées en télédétection et un temps de travail conséquent n'a pas été approfondie sur les territoires d'étude de Rhône-Alpes dans la deuxième phase.

La seconde logique cherche, elle, à contourner l'impossibilité ou la difficulté d'accéder, par images satellites, à des paramètres tels que la pédologie ou l'hydromorphie des sols, utilisés pour identifier/délimiter les zones humides. Pour cela, on a recours au MNT et à des règles complexes (arbres de décision, seuils...) qui, croisant topographie et types de végétation, arrivent à approcher assez bien la délimitation des zones humides figurant aux inventaires départementaux (cf. résultats de la TDV et de l'ETC-SIA en PACA, Bourgogne et Franche-Comté : § 2.8 à 2.10 dans Perennou et al. 2013). Cette seconde logique a proportionnellement bénéficié de beaucoup plus d'efforts et de temps que la première, lors de la phase 1.

La précision des tests conduits est très variable: en raison de la construction du projet (autonomie laissée aux Régions), tout n'a pas pu être testé de façon rigoureusement comparable, en utilisant partout les mêmes indicateurs de fiabilité. Dans tous les cas, le calcul des « erreurs » est de plus tributaire de la valeur que l'on accorde aux « vérités-terrain » disponibles : inventaires départementaux de zones humides, cartes d'occupation des sols ou cartographies d'habitats Natura 2000, etc. Le parti-pris des tests a toujours été de considérer ces derniers comme fiables, en raison de l'impossibilité d'effectuer de vraies validations de terrain à l'échelle requise (Bassin RM, 130 000 km²), avec les ressources disponibles. Les tests ont mis en évidence un certain nombre de discordances entre les inventaires de zones humides (ou cartographies d'habitats) et les « zones potentiellement humides », telles que cartographiées par télédétection et analyse spatiale.

RhoMeO

Les tests ont souligné que les 2 logiques ont chacune leurs points forts et faibles

Tableau 2 : avantages et inconvénients des deux logiques testées.

Logique n° :	1	2
Indicateur précis mesuré	% d'habitats humides au sein des périmètres des inventaires (ou par ex. des sites-test RhoMéO)	Surface totale des ZH de la Région (PACA), du bassin (RM), etc.
Critères principaux	Végétation (de ZH vs. de zone sèche)	Végétation + topographie (→hydromorphie)
Enveloppe de calcul	Périmètres fixes des inventaires de ZH (ou des sites-test RhoMéO)	Un (grand) territoire donné : Région, Scène SPOT ou LandSat, Bassin RM ...
Régions ayant testé l'approche	Rhône-Alpes LR (3 sites) Camargue	PACA Bourgogne Franche- Comté Rhône-Alpes
Avantages	Plus simple (Images SAT seules) Pas d'hypothèse à faire sur la \pm grande fiabilité des inventaires (les périmètres Zones humides sont de simples enveloppes de travail)	Evolution mesurée = reflet de tout le territoire (Région ou bassin RM)
Inconvénients	Evolution mesurée = reflet de ce qui se passe seulement dans les périmètres (parfois très approximatifs) des inventaires (ou des sites-test RhoMéO) Il n'est pas démontré que tous les types de végétation de ZH soient repérables par télédétection	Plus de technicité requise (couplage Images SAT + MNT, pour une convergence optimale des paramètres) Hypothèse (forte ?) que les inventaires = \pm « la vérité-terrain » Sous-estime les changements ³

³ Car l'utilisation de critères topographiques (MNT) ou d'hydromorphie font qu'une zone humide alluviale naturelle convertie en culture intensive restera identifiée comme zone humide, sur la base de ces 2 critères.

RhoMeO

Suite aux discussions menées lors de l'Atelier 1 du premier Séminaire de restitution du projet RhoMéO (Lyon, 3-4 décembre 2012), l'option favorite des participants, jugée comme la plus réaliste pour un suivi en routine de la surface des zones humides dans le bassin RM, est celle de la **Logique 1 : mesure de la surface en habitats humides au sein de périmètres ZH fixes** (par ex : ceux des 200 sites-test RhoMéO, issus pour la plupart des inventaires départementaux). Or, ce n'est pas la logique ayant bénéficié dans la phase 1 de RhoMéO des principaux efforts méthodologiques.

Par ailleurs, au sein de chacune des 2 grandes logiques, diverses méthodes et sources de données possibles ont été testées. Le tableau 3 récapitule les caractéristiques de tous les tests effectués, et notamment les avantages et inconvénients de chaque source de données et méthode.

Tableau 3 : avantages et inconvénients des principales méthodes et sources de données utilisées pour suivre l'indicateur « Surface en zones humides ».

Données de référence	Période / années testées	Résolution spatiale	Résolution spectrale	Coûts (hors temps)	Avantages	Inconvénients	Remarque
SPOT View 5	Selon régions : 2006, 2010 et 2011, saisonnière (printemps, été, automne, hiver)	10 m	4 canaux	Elevés	Meilleure résolution que LandSat ; Etude programmation possible pour choix de dates	Données payantes ; Nombreuses images requises ; Fort risque d'au moins 1 image inutilisable (météo)	
LANDSAT	1975 à 2008 (mono & multi-saisons)	80 m / 30 m	8 canaux + indices NDVI et NDWI	Aucun	Gratuité ; Couverture de tout le bassin RM avec peu d'images, rétrospectivité (depuis 1973) ; tout RM couvert avec peu d'images	Moindre résolution que SPOT (mais cf. "résultats") ; Fort risque d'au moins 1 image inutilisable (météo) Problème de capteur avec LandSat 7	
Couplage LANDSAT avec MNT	1984 à 2003	30 m	Idem	Aucun	Couplage Landsat + info BD Topo (altitudes,	Haute technicité requise/ coût en temps	A priori surtout pour Logique

RhoMeO

					pentés...) = meilleur repérage/ délimitation ZH		n°2
Couplage SPOT avec MNT	2011	10 m	4 canaux + indices NDVI et NDWI	Elevés	Idem ; de plus meilleure résolution qu'avec Landsat	Idem ; + coût images	A priori surtout pour Logique n°2
CORINE Land-Cover 1 : 100.000e	1990, 2000, 2006	250 m (25 ha min. Patch size)	-	Aucun	Gratuité ; couvre tout le bassin versant RM ; comparabilité avec reste de la France & Europe	Résolution grossière (pas de tache d'habitat < 25 ha) ; certains types de ZH mal repérés ; Mutations très sous-estimées	CLC 2012 & suivants pourraient s'améliorer (encore incertain)

RhoMeO

Au vu des tests, **aucune méthode/ source de données ne se dégage clairement comme étant indiscutablement la meilleure pour un suivi des surfaces/nombre de zones humides dans le bassin RM**, dans la mesure où :

- à une exception près (le PNR de Camargue, où SPOT, Landsat et CORINE Land Cover ont tous trois été testés), chaque site/ région ne s'est vue appliquer qu'une méthode, ce qui ne permet pas de juger de la fiabilité relative des méthodes/ sources de données, dans un même contexte ;
- les tests n'ont jamais couvert la totalité du bassin versant, mais seulement quelques sites, quelques scènes SPOT ou au maximum une région administrative (PACA⁴). Leurs conclusions ne peuvent donc le plus souvent pas être validées au niveau « bassin ». Elles ne sont valables que pour un cas de figure donné, par ex. : « très grande zone humide » comme la Camargue ; « zones humides de Rhône-Alpes », etc. ;
- les sites-test RhoMéO couvrent une grande diversité de surfaces et de situations topographiques, les rendant plus ou moins sensibles au repérage par les diverses méthodes. La diversité des tests effectués suggère que différentes méthodes et sources de données semblent optimales pour différentes situations. Ainsi, les méthodes utilisant les images Landsat semblent optimales pour les secteurs à grandes zones humides comme le littoral méditerranéen : gratuites, couvrant toute la zone en peu d'images (au contraire de SPOT), et donnant des taux d'erreurs similaires. On peut aussi présupposer que SPOT, en raison de sa résolution plus fine, serait meilleur que Landsat ou CORINE Land Cover dans les régions à petites zones humides ; toutefois les deux sources de données n'ont jamais été testées simultanément sur de tels secteurs, aux mêmes dates.

Au total, il n'est pas possible de déterminer sur la base des tests effectués si une méthode particulière serait optimale, globalement, pour l'ensemble du bassin RM

⁴ Et pour la Logique n°2 uniquement.

RhoMeO

(par ex. pour les 200 sites-test). Seuls les inventaires⁵ départementaux de zones humides et CORINE Land Cover peuvent être éliminés des approches possibles pour un suivi des zones humides :

- Pour les **inventaires**, c'est en raison de leur grande hétérogénéité dans le temps, dépendant notamment de l'évolution des définitions et critères de délimitation de ces milieux : deux inventaires d'un même département à 10 ans d'écart ont peu de chance d'être comparables dans une optique de suivi.
- Quant à **CORINE Land Cover**, sa résolution grossière (pas de tache d'habitat < à 25 ha), son mauvais repérage de certains types de ZH (prairies humides notamment) et la très forte sous-estimation des changements d'occupation des sols même au sein de zones à priori faciles comme la Camargue (cf. tests aux § 2.3 & 2.4 dans Perennou et al. 2013), suggèrent que ***l'outil, dans sa forme d'avant 2012, n'est pas adapté à un suivi en routine des zones humides*** (Perennou & Guelmami 2011 ; Perennou et al. 2012), sauf peut-être dans le cas de destructions de très grande ampleur.

Perspectives

Sur la base des tests 2010-2012, des décisions prises lors du Séminaire de décembre 2012, et des conclusions en demi-teinte qui précèdent, quelles recommandations formuler pour parvenir à un suivi en routine de la surface des zones humides du bassin RM ?

La logique 1 a été clairement choisie, et implique de disposer d'un échantillon de sites sur lequel calculer en routine les surfaces d'habitats humides. Par ailleurs, le choix de cette option élimine l'utilisation directe des méthodes mises au point par la Tour du Valat et l'ETC-SIA, qui couplent MNT et télédétection, **leur objectif ayant été de développer des algorithmes capables d'approcher au mieux les limites des « périmètres ZH » des inventaires, et non pas de cerner le % d'habitats humides (définis par leur végétation typique) au sein de ces enveloppes.**

⁵ Sauf si à l'avenir, ces inventaires étaient actualisés régulièrement en suivant la même méthode de définition/ délimitation.

RhoMeO

La meilleure recommandation possible à ce jour reste donc, dans le cadre de la logique 1 qui a été choisie :

- d'utiliser la seule télédétection (cf. par ex : tests en Camargue et en Rhône-Alpes dans Perennou et al. 2013) ;
- en multidates : 3 à 6 images par cycle annuel, ce qui améliore grandement le bon repérage des zones humides à forte saisonnalité ;
- par classification supervisée semi-automatique et avec arbres de décision ;
- par segmentation orientée-objet (pour un découpage optimal en polygones homogènes) ;
- en utilisant une définition du type Ramsar⁶ des zones humides (plutôt qu'au sens plus restrictif de la DCE) : les résultats sont alors plus fiables (cf. § 2.1 dans Perennou et al. 2013) ;
- le choix à faire entre les images Landsat, SPOT voire d'autres sources d'images (ex : imagerie mutualisée de GeoSud) ne peut pas à ce jour être tranché, en l'absence de tests comparatifs hors de la Camargue. SPOT5 s'avèrerait légèrement meilleur même en Camargue mais il faut tenir compte de son coût accru et du besoin d'images plus nombreuses (scènes plus petites). Des tests comparatifs entre Landsat et SPOT seraient à réaliser sur un échantillon de sites, représentatifs de la diversité des situations ;
- en ne sur-interprétant pas les résultats : les tendances seront valides globalement, à l'échelle de l'ensemble des sites choisis, mais pas forcément à l'échelle de chacun d'entre eux (tests spécifiques à réaliser sur un échantillon d'entre eux, représentatifs de la diversité des situations ?).

⁶ La typologie RhoMeO, en cours de mise au point début 2013, n'a pas été testée

RhoMeO

2.3 Comment quantifier les superficies inondées (permanentes, temporaires...) au sein de ces zones humides (indicateur B) ?

Les tests menés tant à l'échelle de la Camargue que de 3 départements de PACA suggèrent que le degré d'inondation d'un site ou d'un ensemble de sites est techniquement aisé à mesurer :

- dans les zones purement méditerranéennes, à l'exclusion des zones de montagnes où les nuages sont fréquents, la couverture neigeuse et les ombres portées du relief gênent les calculs ;
- moyennant des précautions dans l'interprétation : ainsi, « inondé lors de 3 images sur les six d'une année donnée » ne doit pas être pris comme signifiant automatiquement « inondé 50% du temps ».

En revanche, l'interprétation de différences inter-annuelles dans le degré d'inondation d'une zone humide n'est pas immédiate, car l'indicateur est sensible :

- aux dates de disponibilité des images satellites, par rapport aux saisons normales d'inondation maximale (automne-hiver sous climat méditerranéen) ;
- et probablement aux dates et à l'abondance des principaux épisodes pluvieux, très variables d'année en année.

Ainsi, cet indicateur **ne se prête pas à une interprétation aisée des changements inter-annuels mesurés sur peu d'années**, tels que ceux présentés dans les tests 2011-12. En revanche, il permettrait vraisemblablement de cerner des tendances à long terme, s'il était mesuré sur un assez grand nombre d'années, susceptible de gommer la variabilité pluviométrique inter-annuelle. Cela n'a toutefois pas été testé, pour des raisons d'indisponibilité d'images suffisantes. De tels tests, qui restent à mener, pourraient utilement s'appuyer, comme aide à l'interprétation, sur des données simultanées sur la distribution temporelle des précipitations à l'échelle des régions étudiées (données rétrospectives de Météo France mais payantes).

Une autre option, peut-être prochainement réaliste, serait de disposer d'images à plus haute fréquence, prises aux mêmes dates année après année. Cela pourrait être faisable avec le futur réseau de satellites Sentinelles, à haute fréquence de

RhoMeO

retour sur les mêmes zones. Avec cette amélioration, les calculs de fréquence d'inondation sur un cycle annuel prendraient plus de sens : « inondé 25 images sur 50 » a plus de légitimité que « 2 images sur 4 », pour être traduit en « inondé 50% du temps ». De plus, cette plus haute fréquence de retour aurait plus de chance de capturer l'extension de l'inondation immédiatement après les épisodes pluvieux les plus forts, rendant plus fiable la mesure de paramètres tels que « l'extension maximale de l'inondation, une année donnée ».

Enfin, une autre piste restant à tester serait l'utilisation d'images Radar, très performantes pour repérer les zones en eau (= zones inondées) et capables de traverser les couvertures nuageuses, ce qui est très utile lorsqu'on s'éloigne des zones strictement méditerranéennes.

2.4 Comment quantifier la fragmentation des zones humides (indicateur C)?

Les tests ont montré que si le calcul d'indices de fragmentation est relativement aisé d'un point de vue technique, l'interprétation des résultats obtenus est encore sujette à caution, notamment en raison d'incertitudes fortes sur :

- la délimitation précise des enveloppes de travail « zone humide », qui peuvent inclure plus ou moins d'éléments fragmentant dans leur périmètre, être eux-mêmes plus ou moins morcelés au départ, etc. ;
- la délimitation des patchs « zone humide » identifiés par télédétection, probablement variables en fonction des conditions hydriques, ce qui peut conduire à une **confusion de perception entre la fragmentation et l'inondation** (figure 1) ;
- La possibilité d'obtenir des données diachroniques relatives à la BD Topo de la part de l'IGN.

RhoMeO

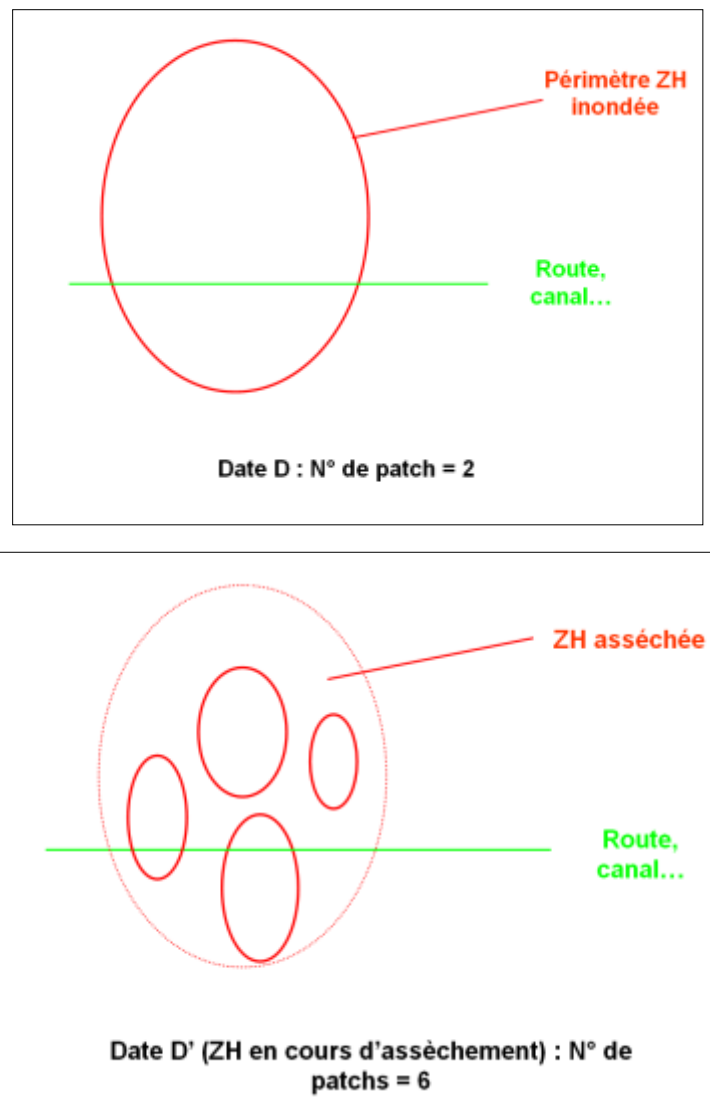


Figure 1 : confusion de perception entre la fragmentation et l'inondation.

Au total, ces tests suggèrent que **les indices classiques de fragmentation utilisés en écologie, testés lors de la 1^e phase RhoMéO, ne semblent pas pouvoir être considérés comme reflétant de façon univoque la seule fragmentation des zones humides. Ces indices ne semblent donc pas adaptés aujourd'hui à ces milieux, au moins dans les deux situations précises testées dans le cadre de RhoMéO, à savoir lorsque l'identification et la délimitation des zones humides sont obtenues soit :**

- par analyse d'images satellitales (classification supervisée par Maximum de vraisemblance) (tests camarguais)
- soit par extraction des inventaires départementaux de zone humide, où les critères de délimitation sont éminemment variables entre départements

RhoMeO

Pour ces raisons, le groupe de travail « Axe B » a décidé, le 18/02/2013 de ne pas poursuivre dans cette voie, et notamment de ne pas présenter de résultats sur la fragmentation, en raison de la fragilité des résultats des tests.

2.5 Surface de zones humides converties en milieux agricoles ou urbains (indicateur D)

Dans une logique de tableau de bord / sonnette d'alarme, les données du « RPG élaborées » semblent les plus prometteuses pour mesurer la pression de pratiques agricoles. Même si elles n'ont pu être confrontées à des « vérités-terrain » (inexistantes à l'échelle des territoires étudiés), les tendances cohérentes observées sur différents sites suggèrent qu'elles semblent utilisables à l'échelle tant des zones humides, de leurs périphéries immédiates que des bassins versants de masse d'eau.

Pour l'urbanisation, les données CORINE Land Cover, en raison des limites classiques de la méthode (seuil de repérage de 25 ha) semblent utiles pour compléter/mettre en perspective les analyses RPG uniquement à l'échelle des bassins versants (collectivement et individuellement pour les plus grands d'entre eux ; probablement pas pour les plus petits). La BD Topo est elle bien plus performante à l'échelle de sites de par sa résolution métrique (Houry 2012). Cependant, les principes de son actualisation, qui est principalement liée aux campagnes de photographies aériennes sur le territoire et aux processus de mise à jour progressive de la couche « bâti » avec les informations du cadastre, impliquent d'utiliser un intervalle de temps suffisamment long pour opérer une comparaison entre deux dates (au minimum tous les 5 ans).

Quant au projet de production d'une tache artificialisée sur l'ensemble de la France métropolitaine (IRSTEA, programme GeoSud), ce produit de référence, construit par photo-interprétation d'images à haute résolution (images RapidEye 5 m) et avec l'aide de données complémentaires telles que la BD Topo, semble prometteur pour les années à venir. Les données devraient être utilisables de l'échelle du bassin versant et à l'échelle du site. Cette donnée prometteuse est cependant uniquement

RhoMeO

disponible pour la région Languedoc-Roussillon. Par conséquent, la donnée n'est actuellement pas extrapolable sur l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée.

3 Choix des indicateurs opérationnels et intégrables dans un observatoire

Suite à la première phase ayant permis d'expérimenter plusieurs approches, méthodes et techniques de suivis des zones humides, cette deuxième phase s'est concentrée sur l'application à l'échelle du bassin Rhône-Méditerranée de deux des indicateurs testés en 2011-12, et dont la validité permettait leur intégration dans un futur observatoire (§ 2.5 ci-dessus). C'est ainsi qu'en 2013, un travail homogène à l'échelle du bassin versant a été effectué, en appliquant aux 200 sites-test RhoMéO les mêmes méthodes de calcul des pressions de l'artificialisation et de pratiques agricoles. Pour chaque site, chaque indicateur a été mesuré à deux échelles de travail :

- site-test et sa zone d'influence, correspondant à une bande périphérique de surface environ identique à la zone humide (cf. annexe 8) → « **Indicateur de pression directe** » ;
- le bassin versant « masse d'eau DCE » auquel appartient la zone humide (ou la réunion des 2-3 bassins versants afférents, pour les sites se situant sur une limite) → « **Indicateur de pression indirecte** ».

RhoMeO

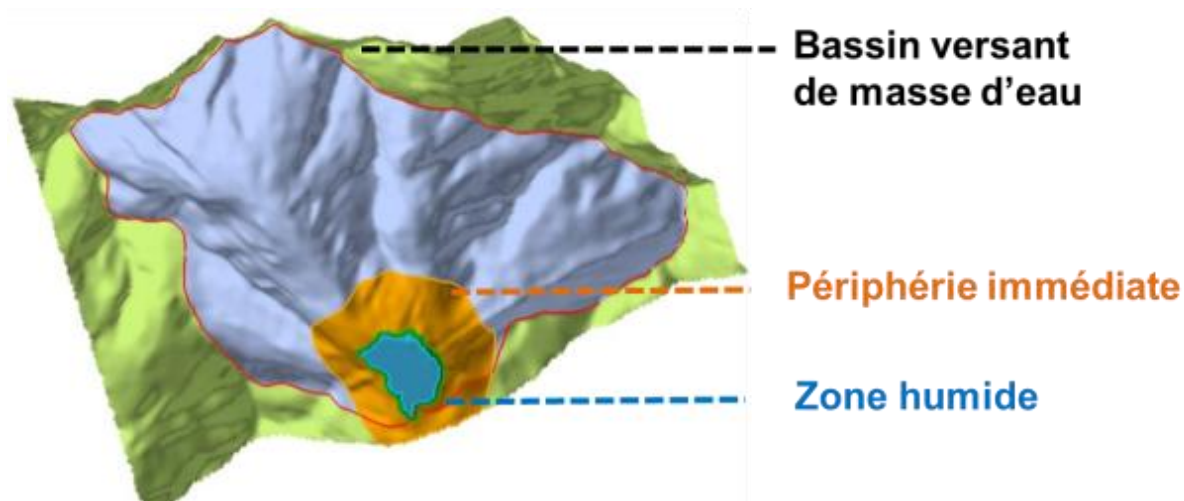


Figure 2 : échelles géographiques de calcul des indicateurs de pression : directe (zone humide + périphérie immédiate) et indirecte (bassin versant de masse d'eau).

La mesure de ces indicateurs aux différentes échelles a pu être croisée avec celle de certains autres indicateurs RhoMéO : indicateurs d'état faune, flore, hydrologie, etc.

3.1 Pression de pratiques agricoles

3.1.1 Procédure de calcul illustrée

La procédure de calcul des indicateurs est explicitée dans les deux fiches « Indicateur de pression de pratiques agricoles » et « Protocole de pression de pratiques agricoles » (cf. annexes 5 et 6)

I13 INDICATEURS FICHES LIÉES **P09** **A13**

PRESSION DE PRATIQUES AGRICOLES



Type : pression	Domaine d'application : toutes les zones humides	Niveau de compétence : spécialiste	Coût : fort	Pression : agricole
--------------------	---	---------------------------------------	----------------	------------------------

Description et principes de l'indicateur

L'indicateur est construit sur la mise en perspective de deux valeurs traduisant la pression des pratiques agricoles directe sur le site et celle, plus diffuse, à l'échelle du territoire. Cette pression est approchée par l'évaluation de la proportion de superficie concernée par une agriculture impactante à l'échelle de la zone humide et de sa périphérie immédiate (voir en annexe ZZZZZZ) et à l'échelle du territoire (bassin versant de masse d'eau ou BVMO) dans lequel s'inscrit la zone humide. Pour cela, les données annuelles déclaratives des îlots culturaux, figurant dans le Registre Parcelaire Graphique (RPG), sont utilisées. L'indicateur peut être calculé annuellement de manière rétrospective depuis 2006.

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR

La pression des pratiques agricoles est une cause majeure de destruction et de dégradation des zones humides (OZHM, 2012). Tous types confondus, les surfaces agricoles couvrent plus de 50 % de la surface cumulée des 152 Zones humides d'importance majeure de France (MEEDDAT, 2009). Cette pression est en cours d'évolution : si la consommation d'espaces naturels par l'agriculture tend à ralentir en France ces dernières décennies, en revanche, l'intensification des pratiques impacte de plus en plus l'environnement. La pression des pratiques agricoles se traduit sur les zones humides par :

- le retournement des sols qui entraîne la destruction de la végétation "naturelle" et leur déstructuration (modification de leur fonctionnement hydrique) ;
- la modification des approvisionnements en eau et des écoulements (drainage, recalibrage de cours d'eau, pompage pour l'irrigation) ;
- la modification des paysages (arrachage de haies, remembrement) ;
- l'apport de produits phytosanitaires et d'engrais.

A l'échelle du site, ces impacts se traduisent directement sur le fonctionnement hydrologique et biologique des milieux.

INDICATEURS / Pression de pratiques agricoles

DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR

L'indicateur peut être calculé pour l'ensemble des zones humides dans la mesure où la donnée source, c'est-à-dire le Registre Parcelaire Graphique, est disponible sur l'ensemble du territoire français, chaque année. Seules les zones frontalières posent un problème particulier. Si les enveloppes de calcul utilisées, à savoir la zone d'influence et le bassin versant de masse d'eau débordent du territoire national, il serait nécessaire d'avoir accès aux données des îlots culturaux pour les pays limitrophes. Si les données n'existent pas, ou ne sont pas compatibles avec celles en France, l'indicateur ne pourra être calculé.

Ce mode de calcul de l'indicateur comporte quelques sources (minimes) d'erreurs, qui pourraient éventuellement affecter les résultats pour les sites les plus petits. Pour ces derniers (seuil de surface toutefois non défini), la mesure directe des pressions in situ pourrait être préférable, ou a minima devrait servir d'élément de contrôle pour évaluer la pertinence des résultats avant le lancement d'un suivi en routine.

Bibliographie

MEEDDAT 2009. L'occupation des sols dans les zones humides d'importance majeure entre 2000 et 2006. Note Service de l'Observation et des Statistiques, MEEDDAT, mai 2009, 4 p.

Observatoire des zones humides Méditerranéennes (OZHM), 2012. Les zones humides Méditerranéennes : enjeux et perspectives 2012. Rapport Techniques, Arles, France, Tour du Valat, 126 p.

SACCA C., 2007 - Les tourbières rhodanaises depuis le XIXe siècle : Entre anonymat, convoitises et préservation. Histoire de la tourbe et des tourbières, Groupe d'Histoire des Zones Humides (GHZH), naturAgora, Laon, 18-20 octobre 2007

Conseil Général au Développement Durable (CGDD), 2013. Les prairies permanentes : évolution des surfaces en France. Analyse à travers le Registre parcelaire Graphique. Etudes et document n°96, Ministère de l'Ecologie, 16 p.



Figure 3 : exemple de fiche Indicateur de pression de pratiques agricoles.

Cette procédure est illustrée, ci-dessous, par la suite des opérations menées sur un secteur de Rhône-Alpes concentrant 6 des 200 sites-test RhoMéO, pour la pression directe :

1. Choix des zones humides (ici, telles que définies dans l'inventaire départemental des zones humides) ;

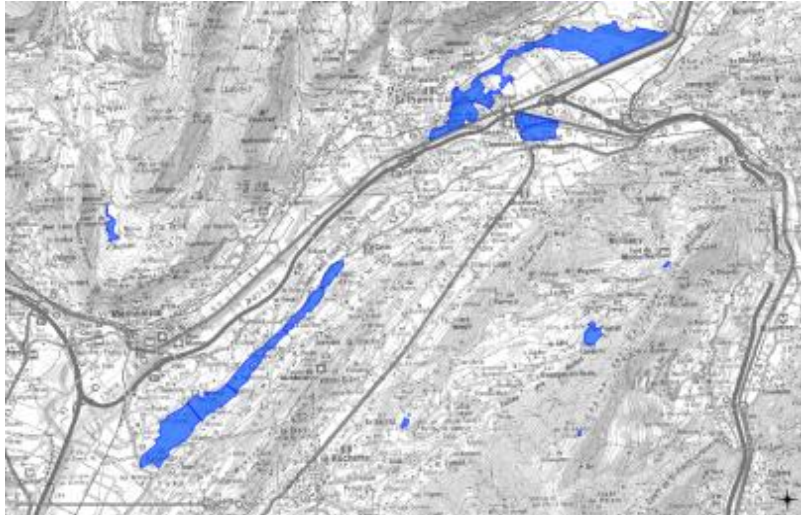


Figure 4 : périmètres de zones humides.

2. Définition d'une enveloppe périphérique immédiate (figure 5 et annexe 8) ;

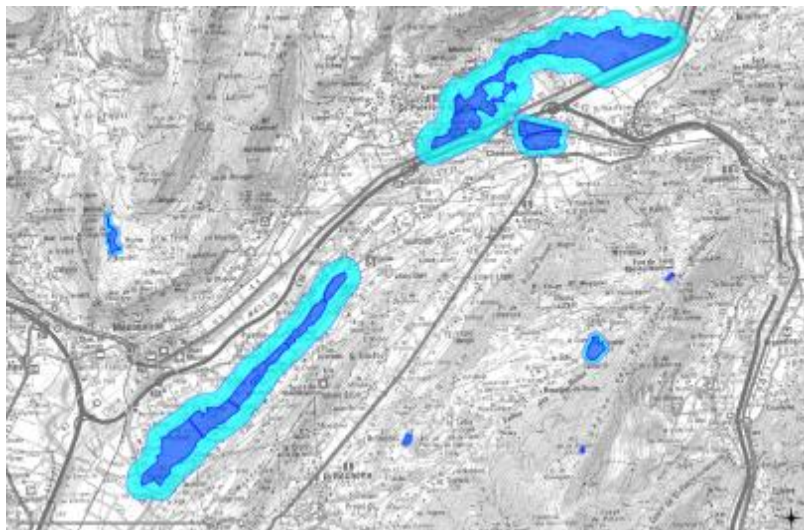


Figure 5 : enveloppe de périphérie immédiate de zones humides.

3. Par fusion des deux, définition de l'enveloppe de travail dans laquelle la pression directe de pratiques agricoles sera calculée (NB : pour la pression *indirecte*, les mêmes étapes ultérieures 4-8 sont appliquées au « bassin versant de masse d'eau DCE » auquel appartient la zone humide) ;

RhoMeO



Figure 6 : enveloppes finales de travail pour les pressions directes.

4-5. Du RPG 2011 (figure 7), sont extraites les seules classes considérées comme sources de pressions de pratiques agricoles (figure 8 ; cf. aussi annexe 6);

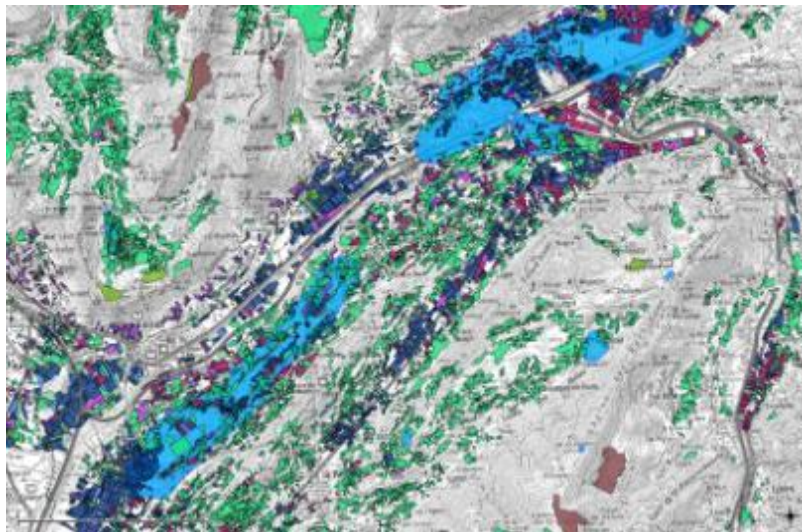


Figure 7 : ilots cultureux du Registre Parcellaire Graphique de 2011.

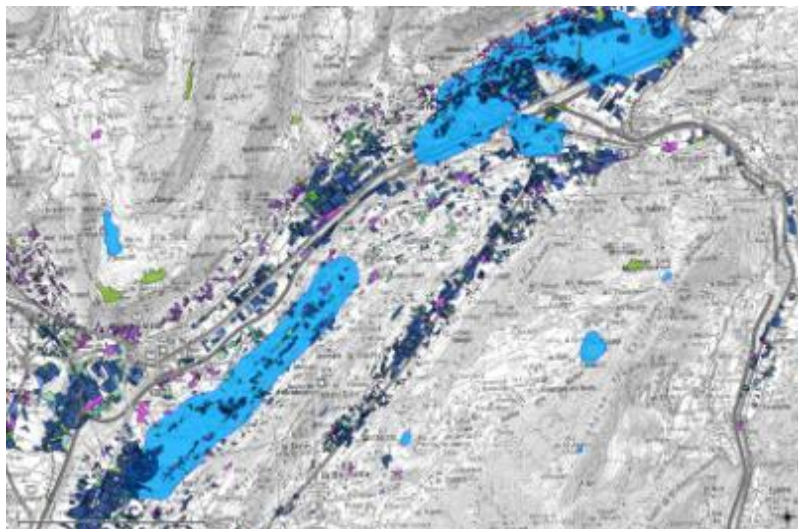


Figure 8 : îlots cultureux de pratiques agricoles considérées comme « impactantes ».

6. Sont retenus les îlots de cultures « impactantes » situés au sein des enveloppes de travail (ici les sites ; figure 9). Le pourcentage de surface occupée par ces classes de cultures est alors calculé au sein de chaque enveloppe ;

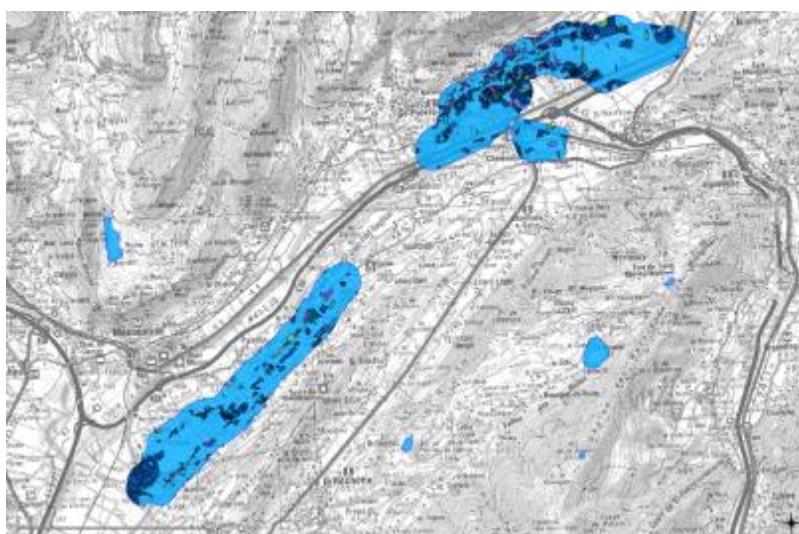


Figure 9 : îlots cultureux de pratiques agricoles impactantes situés à l'intérieur des sites.

7 - 8. L'intensité de la pression directe peut être représentée de multiples façons, sous forme cartographique : avec le % de la pression dans le site exprimé en bâton (figure 10) ou sous forme de graphique (figure 11).

RhoMeO

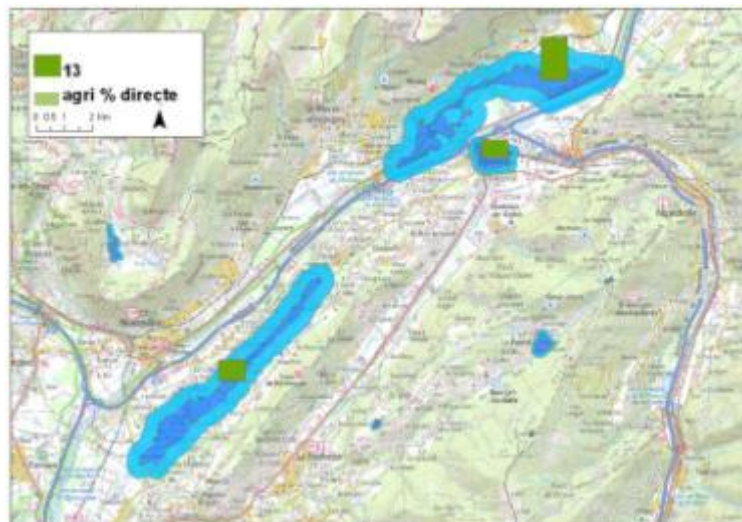


Figure 10 : exemple de représentation cartographique de la pression directe de pratiques agricoles dans les sites-test.

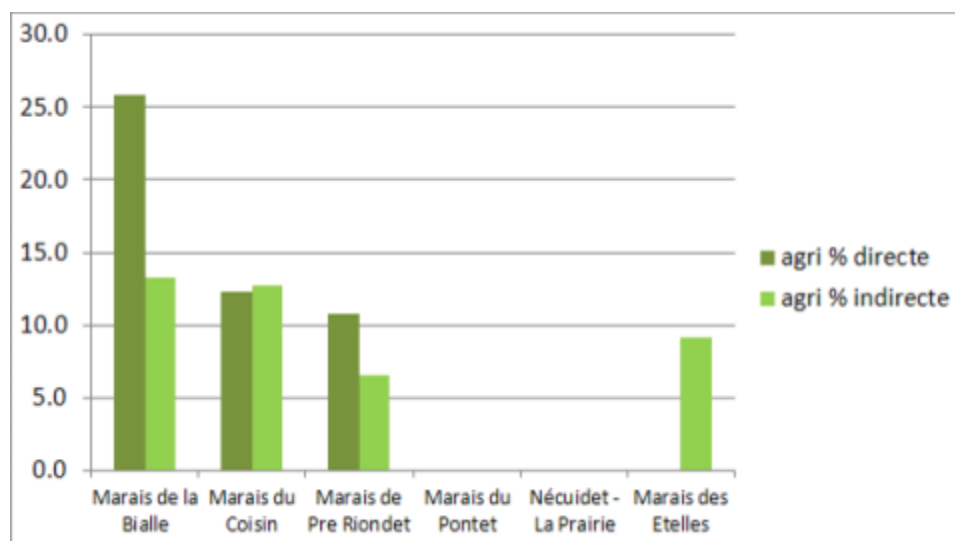


Figure 11 : exemple de représentation graphique de la pression directe et indirecte de pratiques agricoles dans des sites-test.

3.1.2 Résultats quantitatifs à l'échelle du bassin versant

RhoMeO

A l'échelle du bassin versant, les valeurs de pression directe et indirecte de pratiques agricoles sur les 200 sites-test RhoMéO peuvent être cartographiées (figure 12) ou représentées graphiquement (figure 13).

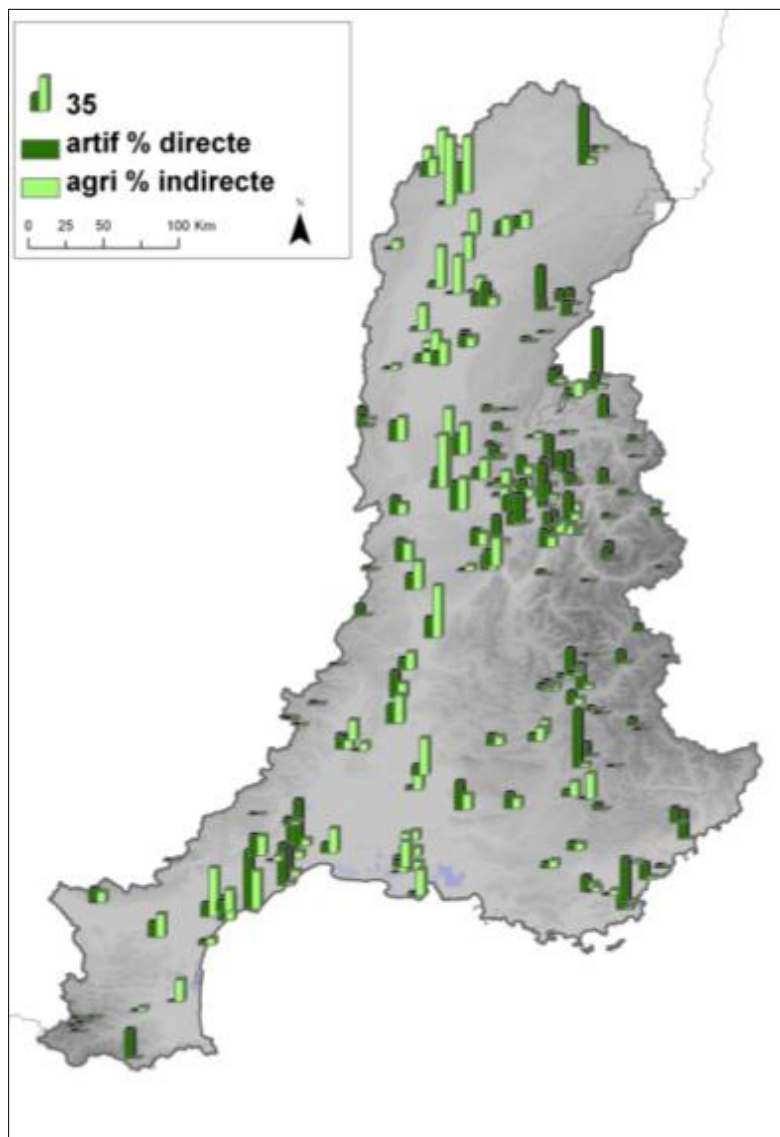


Figure 12 : distribution des valeurs de pressions directes et indirectes de pratiques agricoles sur les 200 sites-test RhoMéO.

Cette représentation permet de visualiser l'importance relative des pressions directes et indirectes des pratiques agricoles pour les 200 sites-test RhoMéO. Les valeurs calculées pour chacun des sites étudiés (annexe 9) peuvent être comparées aux valeurs statistiques de Médiane, Minimum et Maximum caractérisant l'ensemble des 200 sites-test étudiés.

RhoMeO

L'intensité de la pression directe de pratiques agricoles varie de 0 % (pour 47 % des sites) à 51 % au maximum (figure 13) ; sa valeur moyenne sur les 200 sites-test de RM est de 19,8 %. Cette valeur pourrait constituer un **indicateur synthétique de bassin**.

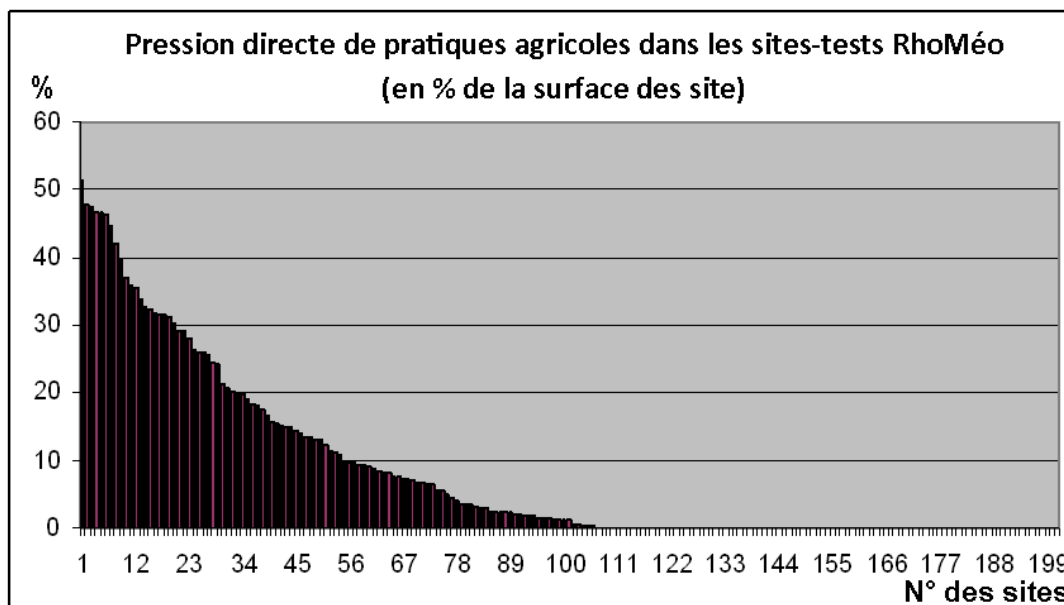


Figure 13 : distribution de la pression directe de pratiques agricoles sur les 200 sites-test RhoMÉO (en %)

Les valeurs de la pression indirecte de pratiques agricoles varient de 0 % (pour 7 % des sites) à 71 % au maximum (figure 14) ; sa valeur moyenne sur les 200 sites-test est de 12,6 %. Cette dernière valeur pourrait aussi constituer un **indicateur synthétique de bassin**.

RhoMeO

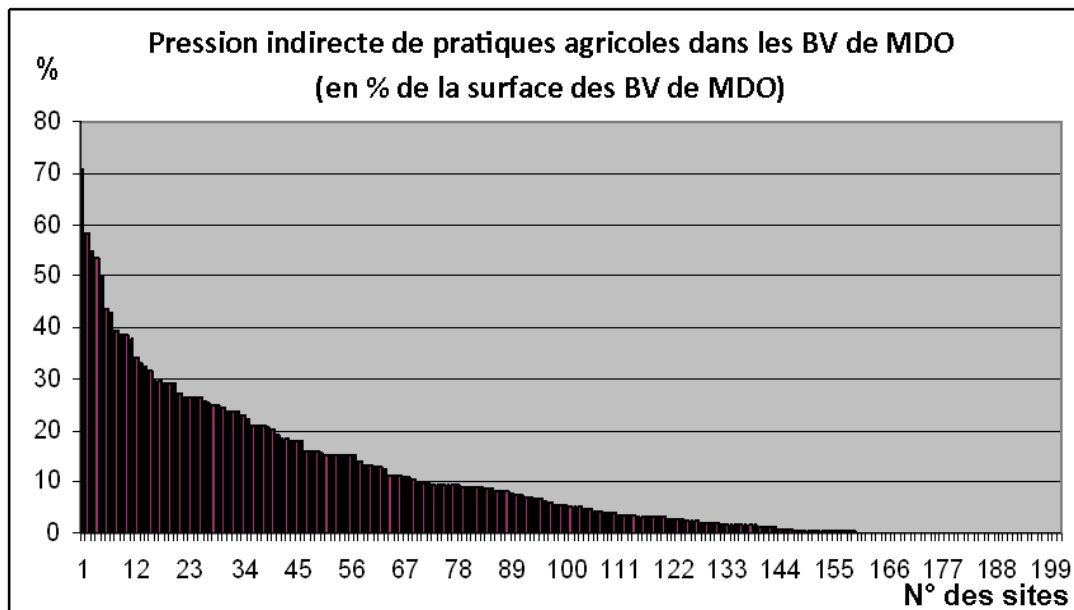


Figure 14 : distribution de la pression indirecte de pratiques agricoles sur les 200 sites-test RhoMéo (en %)

L'évolution de la pression dans le temps n'a pu être analysée qu'en Languedoc-Roussillon, à l'aide des données du RPG 2006, 2008, 2009, 2010 et 2011. Les résultats sont présentés pour quelques sites ayant connu des évolutions rapides et remarquables (figure 15). L'évolution pourrait de même être calculée globalement, à l'échelle de l'ensemble des sites.

RhoMeO

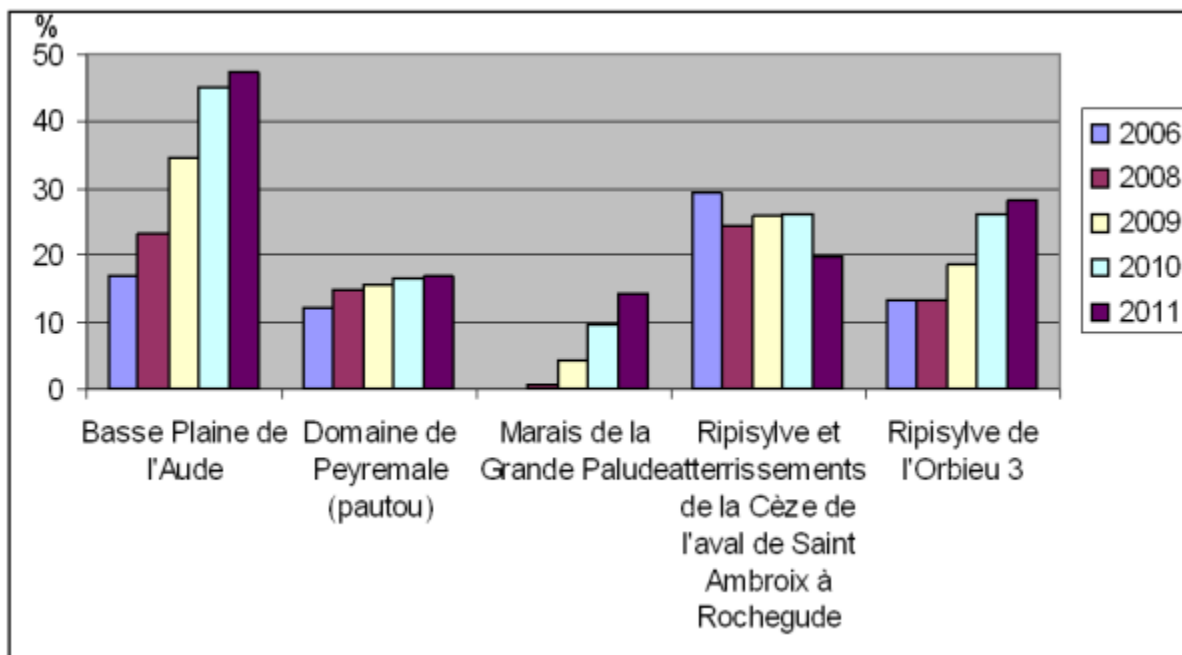


Figure 15 : évolution de la pression directe de pratiques agricoles (en % de la surface des sites) sur 5 sites du Languedoc entre 2006 et 2011.

3.2 Pression de l'artificialisation

3.2.1 Procédure de calcul illustrée

La procédure de calcul des indicateurs est explicitée dans les deux fiches « Indicateur de pression de l'artificialisation » et « Protocole de pression de l'artificialisation » (cf. annexes 2 et 3).

I12 INDICATEURS
FICHES LIÉES P08 A12

PRESSION DE L'ARTIFICIALISATION



Type : pression

Domaine d'application : toutes les zones humides

Niveau de compétence : spécialiste

Coût : moyen

Pression : urbanisation

Description et principes de l'indicateur

L'indicateur est construit sur l'évolution de la surface artificialisée par les routes et le bâti, dans l'enveloppe du site (zone humide et périphérie immédiate) et à l'échelle du territoire (bassin versant de masse d'eau). Cette valeur est complétée par la proportion de l'artificialisation de type urbain dans l'artificialisation totale. Ces deux valeurs sont mises en perspective avec le processus d'artificialisation à l'échelle plus large du territoire. Pour cela, les mêmes valeurs sont calculées avec les enveloppes des bassins versants de masse d'eau dans le ou lesquels s'inscrit le site (Annexe H2-1). La pression d'artificialisation peut être modélisée à partir de n'importe quelle source

de donnée vectorielle représentant le bâti et les réseaux de transport (routes et voies ferrées). La BDTopo de l'IGN, qui couvre l'ensemble du territoire français, peut être utilisée. Des "buffers" ou zones tampons 50 m pour le bâti, variable suivant le type de route) créés à partir des objets sont fusionnés pour créer la tache artificialisée. Les polygones de la tache d'urbanisation (issue uniquement du bâti) sont ensuite qualifiés suivant 2 classes : les taches urbaines proprement dites et les taches rurales. Ces deux classes sont définies suite au calcul d'un indice qui met en relation le nombre et la surface du bâti avec la surface du polygone de la tache urbanisée.

FONDEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INDICATEUR

La pression urbaine est une cause majeure de destruction des zones humides. Cette pression est en constante augmentation depuis près d'un demi-siècle (MEDDAT 2009). Actuellement, l'urbanisation consomme environ 60 000 hectares par an en France (PNZH 2010). Cette artificialisation se traduit directement sur les zones humides par :

- la destruction des milieux (remblaiements, imperméabilisation des sols...);
- l'assèchement par la modification des écoulements (drainage, mise en place de réseau...);
- et la perturbation de la dynamique du milieu ou des espèces par la sur-fréquentation ou la pollution accidentelle ou diffuse le long des voies de circulation (sels, métaux lourds, herbicides...).

Mais l'artificialisation induit également à l'échelle de territoires plus vastes des pressions diffuses sur les milieux (imperméabilisation, cloisonnement des milieux et pollution). Les effets en sont :

- la modification des approvisionnements en eau et des écoulements dans les bassins versants ;
- le mitage et le cloisonnement de l'espace, qui créent des ruptures dans les connexions écologiques, perturbant le bon fonctionnement des milieux et des populations d'espèces qui y vivent ;
- les pollutions accidentelles ou diffuses le long des voies de circulation (sels, métaux lourds, herbicides...);
- la perturbation de la dynamique du milieu ou des espèces par la sur-fréquentation.

INDICATEURS / Pression de l'artificialisation

DOMAINE D'APPLICATION DE L'INDICATEUR

La génération de la tache urbaine est basée sur une modification des lins de proximité entre les bâtiments. De ce fait, l'information mobilisée doit être plus large que le territoire d'étude. L'indicateur peut être calculé pour une zone humide, l'ensemble de zones humides d'un territoire ou l'ensemble des zones humides du bassin, dans la mesure où la données source est disponible. Si la BDTopo couvre l'ensemble du territoire français, il faut prendre en compte d'éventuels effet de bordure. En effet, pour les zones humides proches des frontières (notamment l'agglomération de Genève) il n'est pas possible de calculer l'indicateur sans prendre en compte le bâti des pays limitrophes.

L'indicateur peut être calculé dès que la donnée source (bâti et route) est mise à jour. La pertinence du suivi de son évolution est donc liée par la périodicité d'actualisation des données utilisée. Compte tenu de politique d'actualisation de la BDTopo (IGN 2013), l'actualité des données répond des cycles spécifiques aux informations :
 - 6 mois pour routes de type autoroutier, national et départemental
 - tous les ans pour le réseau portant un nom de voie et les ferrées
 - jusqu'à 3 ou 4 ans pour le reste du réseau routier
 - de 3 à 5 ans, suivant le cycle de mise à jour des prises de vues aériennes pour le bâti.
 En conséquence, nous proposons donc un calcul de l'indicateur tous les 5 ans.

Bibliographie

MEEDDAT 2009. L'occupation des sols dans les zones humides d'importance majeure entre 2000 et 2006. Note Service de l'Observation et des Statistiques, IGN, 2013 - BDTopo, version 2.1, Descriptif de contenu - Document d'octobre 2011, révisé en juillet 2013. http://professionnels.ign.fr/sites/default/files/DC_BDTopo_2-1.pdf

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER, 2010 - Plan National d'action en faveur des zones humides. 28 pages.

Figure 16 : exemple de fiche Indicateur de pression de l'artificialisation.

Cette procédure est illustrée, par la suite des opérations sur un secteur de Rhône-Alpes concentrant 6 des 200 sites-test RhoMÉO pour la pression directe :

1. Choix des zones humides (ici, telles que définies dans l'inventaire départemental des zones humides) ;

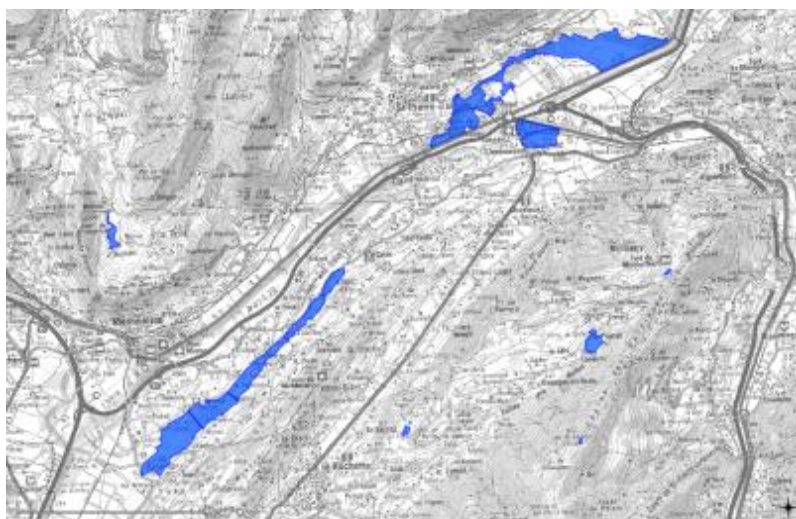


Figure 17 : périmètres de zones humides.

RhoMeO

2. Définition d'une enveloppe périphérique immédiate (figure 19 et annexe 8) ;

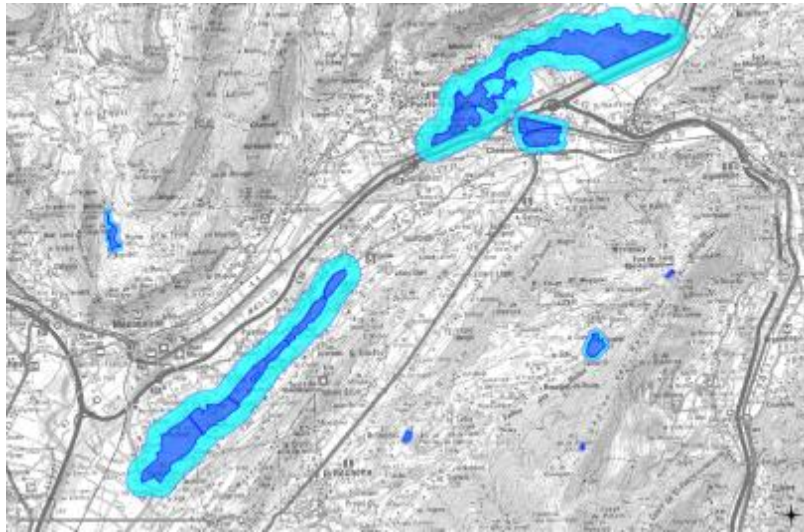


Figure 18 : enveloppe de périphérie immédiate de zones humides.

3. Par fusion des deux, définition de l'enveloppe de travail dans laquelle la pression directe de l'artificialisation sera calculée (NB : pour la pression indirecte, les mêmes étapes ultérieures 4-8. sont appliquées au « bassin versant de masse d'eau DCE » auquel appartient la zone humide) ;

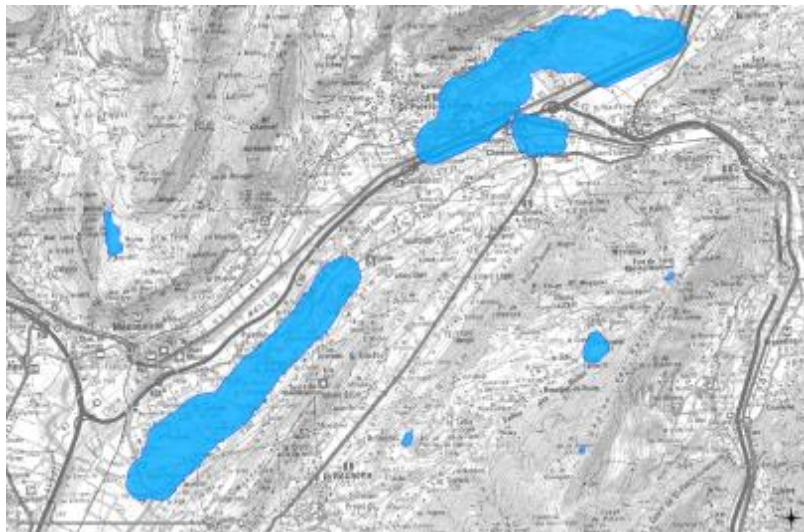


Figure 19 : enveloppe finale de travail pour les pressions directes.

4-5. La construction de la tache artificialisée est réalisée à partir de la modélisation de l'emprise au sol des réseaux de transport et des bâtiments issus de la BD Topo de l'IGN. Pour les réseaux de transport, dont les objets sont livrés en mode linéaire (figure 20), une largeur a été attribuée à chaque type de réseau de manière à les transformer en mode surfacique (cf. annexe 3). Pour les bâtiments qui peuvent être de nature diverse, une zone tampon de 50 m a été

RhoMeO

appliquée autour des contours de chaque bâtiment (cf. annexe 3), Les buffers réalisés sont ensuite fusionnés pour créer des polygones regroupant l'influence de groupes de bâtiments proches. Ces derniers ont fait l'objet également d'une classification par types de bâti à partir d'un indice tenant compte de leur organisation (ex : habitat rural, habitat urbain...) et de la densité du bâti (cf. annexe 3). La tache artificialisée finale résulte de l'assemblage de la tache « bâti » et de la tache « réseaux de communication » (figure 21).

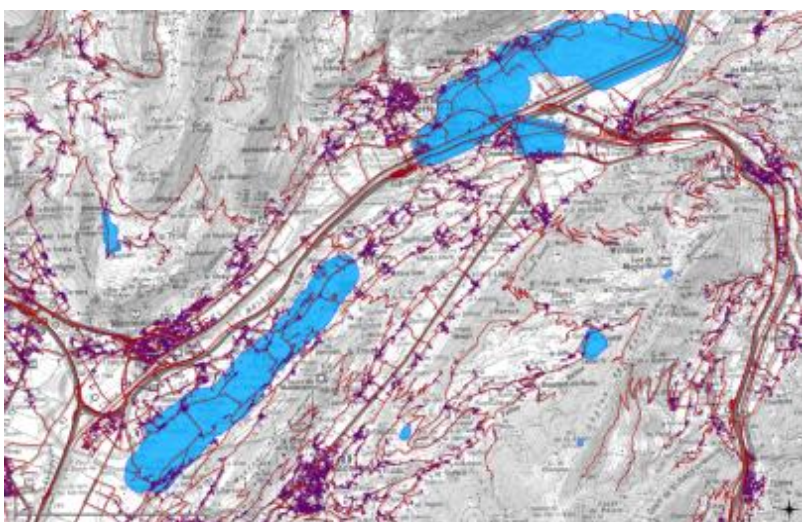


Figure 20 : les réseaux de transport et les bâtiments issus de la BD Topo.

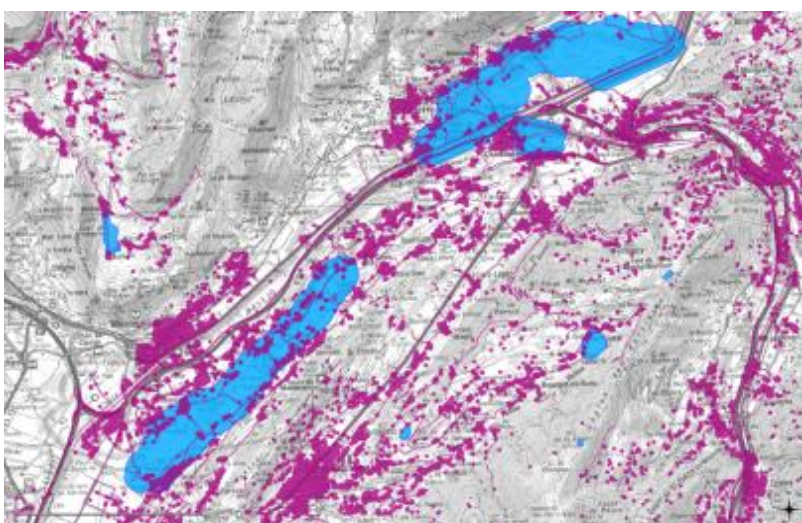


Figure 21 : tache de l'artificialisation regroupant la tache « bâti » et la tache « réseaux de communication ».

RhoMeO

6. Les objets cartographiques correspondant à la tâche de l'artificialisation sont retenues au sein des enveloppes de travail : le pourcentage de surface occupée par l'artificialisation est calculée au sein de chaque enveloppe ;

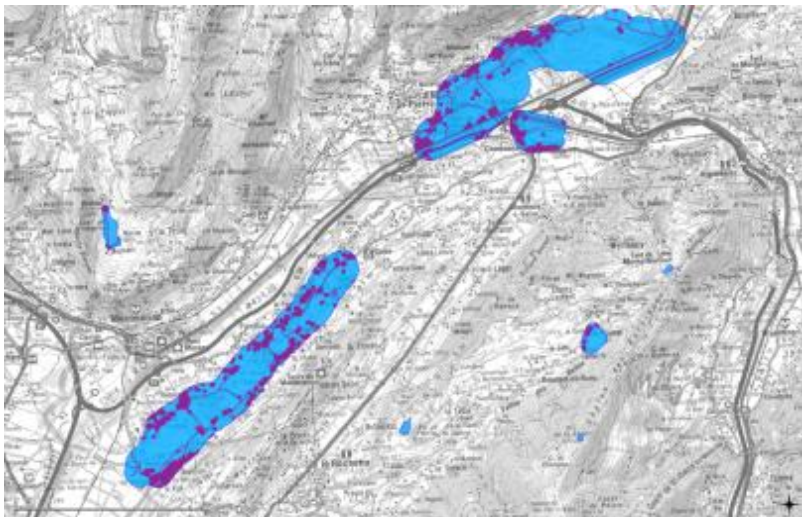


Figure 22 : îlots d'artificialisation à l'intérieur des sites.

7 - 8. L'intensité de la pression directe de l'artificialisation peut être représentée de multiples façons, sous forme cartographique (avec le % de la pression dans le site exprimé en bâtons : figure 23) ou sous forme de graphique (figure 24).

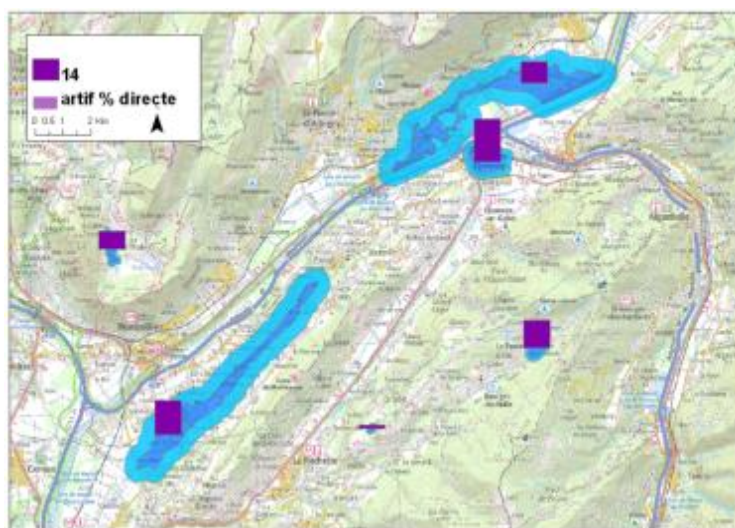


Figure 23 : exemple de représentation cartographique de la pression directe de l'artificialisation

RhoMeO

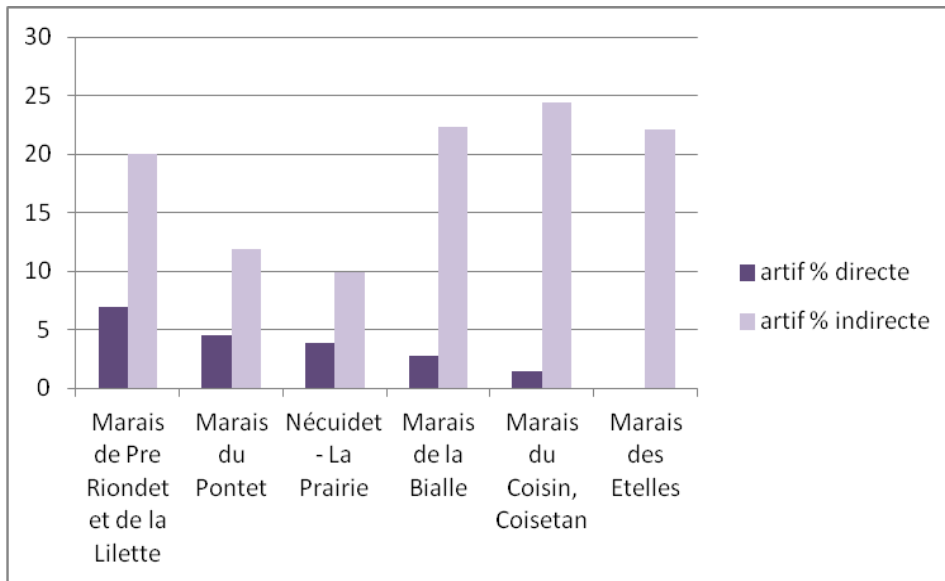


Figure 24 : exemple de représentation graphique de la pression directe et indirecte de l’artificialisation dans des sites-test.

3.2.2 Résultats quantitatifs à l’échelle du bassin versant

A l’échelle du bassin versant, les valeurs de pression directe et indirecte de l’artificialisation sur les 200 sites-test RhoMéO peuvent être cartographiées (figure 25). Cette carte permet de visualiser les proportions entre pressions directes et indirectes de l’artificialisation des 200 sites-test RhoMéO. Les valeurs calculées pour chacun des sites étudiées (annexe 9) peuvent être comparées aux valeurs statistiques de Médiane, Minimum et Maximum caractérisant l’ensemble des 200 sites-test étudiés.

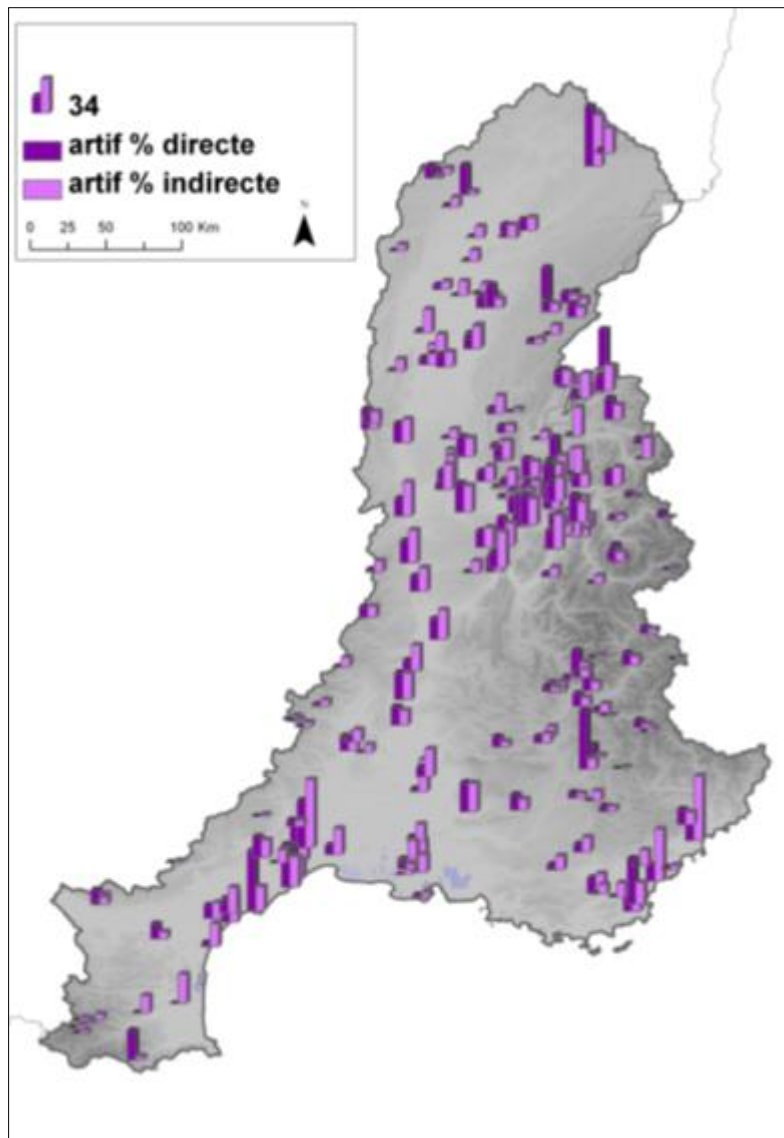


Figure 25 : distribution des valeurs de pression directe et indirecte de l'artificialisation sur les 200 sites-test RhoMéO.

3.3 Interprétation et limites

Il est rappelé que les indicateurs de pression de l'artificialisation et de pratiques agricoles ont été conçus avant tout, comme tous les indicateurs RhoMéO, en vue de suivis diachroniques sur un même site. En revanche, la comparaison entre sites des niveaux de pression directe, pour une année donnée, doit être effectuée avec une grande prudence, car dans les divers inventaires du bassin RM les sites ne sont pas définis de façon homogène. Ainsi, des mares nombreuses appartenant à un ensemble sont parfois inventoriées une à une (les sites incluent alors 100% de zone humide), alors que dans un autre département le même ensemble serait considéré comme un seul site, incluant toutes les zones interstitielles non-humides (par ex. de nombreuses zones agricoles). Les comparaisons inter-sites peuvent donc être

RhoMeO

faussées⁷, et les différences ne doivent pas être interprétées trop finement, par ex. dans les figures 12 et 25 ci-dessus. Notons que l'adjonction systématique d'une zone périphérique immédiate tempère l'effet de cette hétérogénéité, sans toutefois l'annuler totalement.

Enfin, ce biais disparaît lorsqu'on compare les pressions indirectes, dans la mesure où l'hétérogénéité des délimitations de zones humides ne joue alors plus à cette échelle.

3.4 Résultats quantitatifs des deux types de pression à l'échelle du bassin versant

Il est possible d'illustrer également les deux types de pressions directes sur la même carte, de manière à juger l'impact relatif de chacune, site par site (figure 26) ; une comparaison des pressions indirectes serait de même possible.

⁷ Dans l'exemple qui précède, la pression directe de pratiques agricoles sera proche de 0 dans le premier cas, et éventuellement forte dans le second – pour une même réalité du terrain.

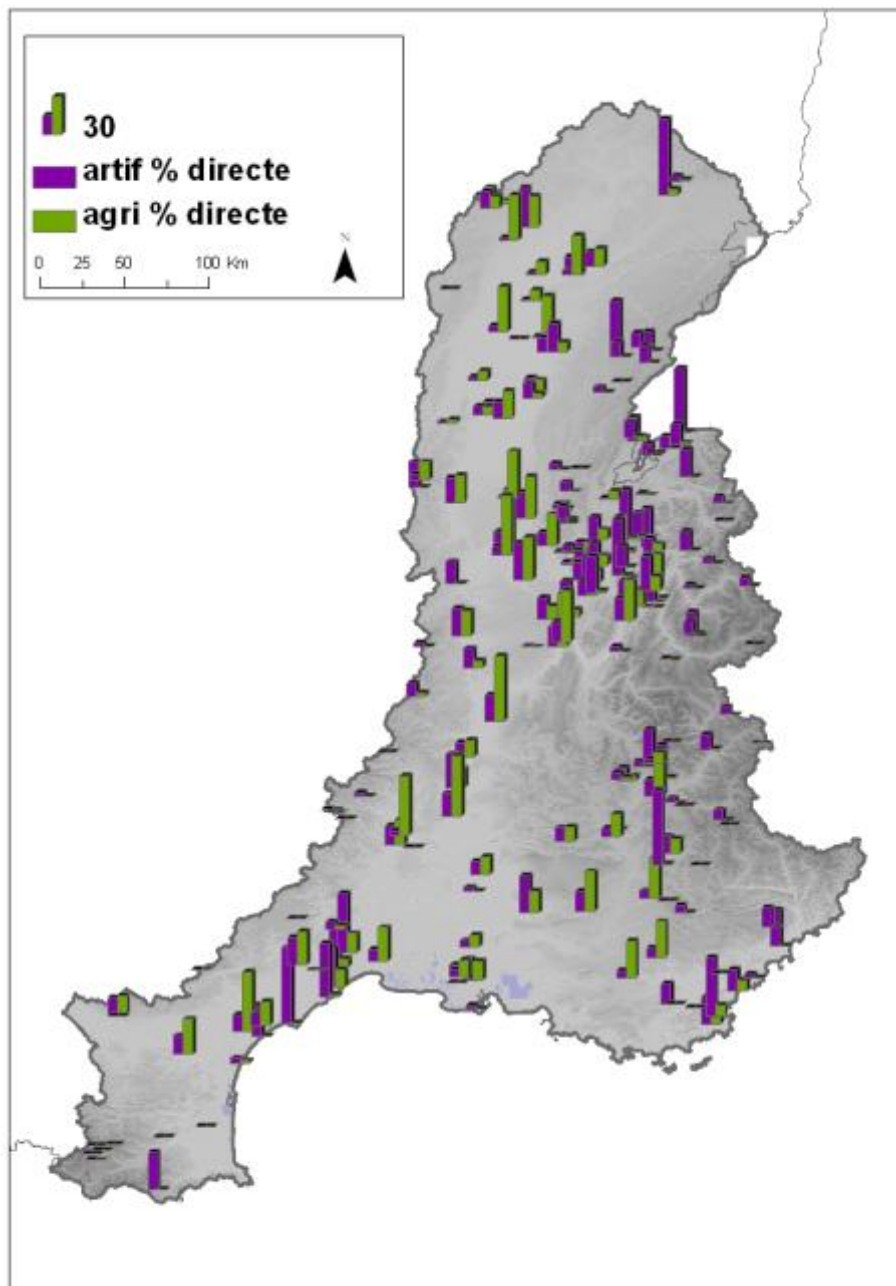


Figure 26 : distribution des valeurs de pression directe de pratiques agricoles et de l'artificialisation sur les 200 sites-tests RhoMéo.

3.5 Analyses croisées des indicateurs de pression et des indicateurs d'état

Le programme RhoMéO, a abouti à la production d'un panel d'indicateur s'intéressant à plusieurs thématiques :

RhoMeO

- **des indicateurs de pressions** présentés dans ce rapport.
- **des indicateurs de la fonction hydrologique** de la zone humide au travers de la flore, de la pédologie, de l'hydrologie, de la géochimie et de suivis faune.
- **des indicateurs de la fonction biogéochimique** du sol au travers de la flore et de la géochimie.
- **des indicateurs de la fonction biologique** au travers de la faune et de la flore.

Tableau 4 : thématiques et indicateurs calculés par RhoMéO

Thématiques	Indicateur...
Pressions	de l'artificialisation
	de pratiques agricoles
Fonction hydrologique	du niveau d'humidité du sol - pédologie
	du niveau d'engorgement du sol - flore
	de dynamique hydrologique de la nappe - piézomètres
	de dynamique hydrologique de la nappe – substances humiques
	de dynamique sédimentaire - orthoptères
Fonction biogéochimique	de fertilité du sol - flore
	de vulnérabilité à l'eutrophisation - phosphore
Fonction biologique	d'humidité du milieu - orthoptères
	de qualité floristique
	d'intégrité du peuplement d'odonates
	d'intégrité du peuplement d'amphibiens

Ces indicateurs ont été testés sur une partie ou la totalité des 200 zones humides (sites-test) de RhoMéO, produisant un jeu de données conséquent qui permet une première exploration des liens entre indicateurs.

En particulier, les indicateurs de pressions, ceux issus de la flore (niveaux d'humidité et de trophie, indice de qualité floristique), l'humidité via la pédologie et l'indicateur basé sur la population d'odonates ont des données complètes sur plus de 150 sites-test RhoMéO et permettent de dégager des tendances pertinentes.

3.5.1 Les grandes tendances des indicateurs, tous types de zones humides confondus

Un total de 107 sites-test répartis sur l'ensemble du bassin RM est renseigné pour les indicateurs de pression, d'humidité flore et pédologie, de qualité floristique et de fertilité du sol par la flore (trophie). Une analyse multi-variée permet de mettre en évidence des tendances communes entre ces indicateurs (figure 27).

Il apparaît trois regroupements d'indicateurs :

- les deux indicateurs liés à l'artificialisation du sol ;
- les indicateurs liés aux pressions de pratiques agricoles (activité engendrant un retournement du sol) sont situés sur le même axe que l'indicateur de trophie du sol par la flore ;
- les indicateurs d'humidité par la pédologie et la flore sont également corrélés avec l'indice de qualité floristique.

Ces tendances sont confirmées par les tests de corrélation entre indicateurs (coefficient de Pearson). Les deux enveloppes de calcul des indicateurs de pression (directe et indirecte) sont corrélées pour l'artificialisation (0,47) et particulièrement pour l'agriculture (0,65) (testé sur 198 sites-test). L'indicateur de trophie mesuré par la flore est corrélé au calcul de la pression directe et indirecte de pratiques agricoles (respectivement 0,59 et 0,63 calculé sur 173 sites-test). De plus, les indicateurs d'humidité estimés par la flore et par la pédologie sont corrélés (0,46 calculé sur 138 sites-test). Ces liens confirment les hypothèses de départ formulées par RhoMéO sur la cohérence de ces indicateurs.



Figure 27 : projection des indicateurs sur le plan factoriel 1*2 par une ACP réalisée à partir des données de 107 sites-test. Des corrélations entre indicateurs sont révélées.

Enfin, les corrélations ont également été testées entre l'indicateur odonates et les autres, mais aucune tendance ou lien n'a pu être montré. Cet indicateur étant le seul à s'intéresser aux pièces d'eau, sa valeur dépend de la qualité de ces derniers alors que les autres indicateurs sont plus centrés sur le domaine terrestre des zones humides.

3.5.2 Les tendances des indicateurs par type de zone humide

La projection des sites-test sur les axes factoriels révèle des distinctions entre les types SDAGE (figure 28). On a en effet trois groupes qui se distinguent par rapport à l'axe 1, contrôlé par les indicateurs liés à l'agriculture et à la trophie, et à l'opposé par les indicateurs liés à l'humidité à la qualité floristique.

RhoMeO

- en bleu les zones humides appartenant aux types SDAGE 3 (marais et lagunes côtiers) ; 5 (Bordures de cours d'eau); 6 (Plaines alluviales) et 13 (zones humides artificielles) ont des valeurs globalement plus importantes pour les indicateurs de pressions agricoles directes et indirectes, et de trophie. A l'inverse, ce sont des sites-test qui globalement présentent des valeurs moins élevées pour les indicateurs d'humidité (flore et pédologie) et de qualité floristiques.
- en vert sont regroupés les sites-test appartenant aux types 7 (zones humides de bas fonds en tête de bassin versant) et 9 (bordure de plan d'eau hors plaine), qui à l'inverse des sites-test en bleu présentent des valeurs globalement plus élevées pour les indicateurs liées à l'humidité et à la qualité floristique, alors que les pressions agricoles et la trophie y sont plus faibles.
- enfin en rouge sont les sites-test appartenant aux types SDAGE 10 (marais et landes humides de plaines) et 11 (zones humides ponctuelles) qui ne se distinguent pas des autres groupes SDAGE par la valeur des indicateurs considérés.

Le type SDAGE 8 (région d'étang) est représenté par seulement 3 sites-test, ce qui ne permet pas son interprétation.

RhoMeO

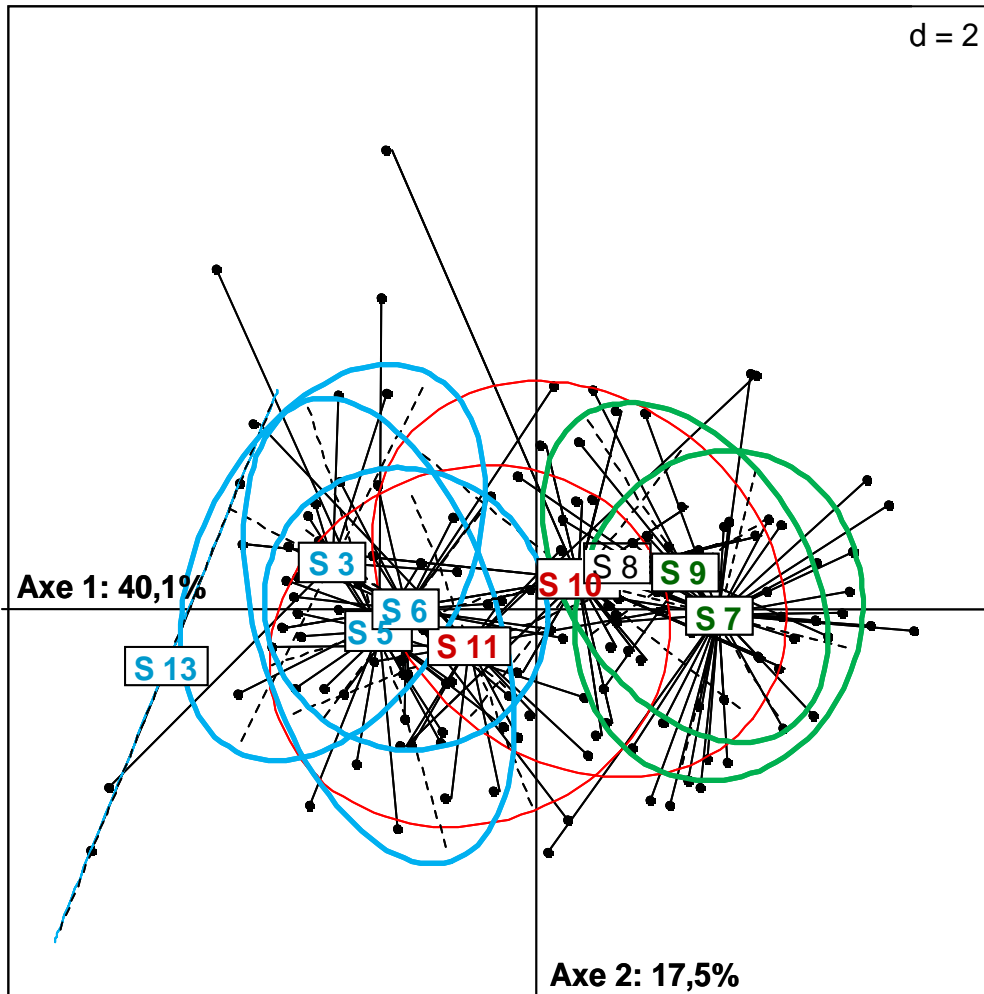


Figure 28 : projection des sites-test sur le plan factoriel 1*2 par une ACP réalisée à partir des données de 107 sites-test. Elle permet des regroupements de sites selon leur type SDAGE

Les relations globales entre les indicateurs sont à nuancer lorsqu'on s'adresse aux différents types de zones humides.

Type SDAGE 3 : Marais et lagunes côtiers

Huit sites-test appartiennent à ce type SDAGE. Des tests de corrélation entre les indicateurs peuvent être réalisés, cependant le nombre de sites étant faible, on ne peut que parler de tendance.

Tout comme ce qui a été vu pour l'ensemble des zones humides, la pression de l'artificialisation directe est corrélée à la pression mesurée sur le territoire de la zone humide (0,58). Ce n'est par contre pas le cas pour la pression de pratiques agricoles dont les deux enveloppes de calcul ne sont pas corrélées (0,15). Il est intéressant de noter que l'indicateur de pression directe de pratiques agricoles est inversement

RhoMeO

corrélé à l'humidité flore (-0.54). L'indice de trophie par la flore n'est pas corrélé à la pression directe de pratiques agricoles pour ce groupe de site, contrairement à l'observation générale sur l'ensemble des sites-test RhoMéO (-0.16). Par contre les deux indicateurs d'humidité (flore et pédologie) sont bien corrélés (0.54), mais ils ne sont ni l'un ni l'autre corrélés à l'indice de qualité floristique (respectivement -0.38 et -0.39). Enfin, aucune tendance n'a pu être montrée entre l'indicateur odonates et les autres.

Type SDAGE 5 : Bordures de cours d'eau

24 sites-test appartiennent à la catégorie SDAGE 5. La pression de l'artificialisation calculée dans ce type de zone humide ne met pas évidence de corrélation entre les deux enveloppes de calcul ($<0,4$, $n=24$). Par contre les pressions agricoles calculées dans la zone directe et la zone contextuelle semblent corrélées (0.72, $n=24$). Aucune autre corrélation logique n'a pu être mis en évidence pour ce type.

Type SDAGE 6 : Les plaines alluviales

32 sites-test RhoMéO appartiennent à ce type de zone humide. Il n'y a pas de corrélation entre les enveloppes des deux indicateurs de pressions de l'artificialisation et de pratiques agricoles. Les deux indicateurs d'humidité flore et pédologie traduisent une faible corrélation (0.45, $n=24$) pour ce type de milieu.

Type SDAGE 7 : Zones humides de bas fonds en tête de bassin versant

Si on considère l'ensemble des zones humides appartenant à ce type de milieu (69 au total), Il apparaît une corrélation entre la pression de l'artificialisation dans la zone directe et contextuelle de la zone humide (0.53, $n=69$), mais une faible relation entre les deux enveloppes mesurées pour la pression de pratiques agricoles (0.44, $n=69$). La trophie mesurée par la flore semble associée à la mesure de la pression directe de pratiques agricoles (0.52, $n=64$). L'indice de qualité floristique semble également lié à l'humidité flore du site (0.54, $n=64$), mais pas liée à l'humidité par la pédologie (0.38, $n=45$). Pour ce type de zone humide, l'humidité flore n'est également pas associée à l'indice humidité par la pédologie (0.39, $n=45$). L'indice odonates ne présente aucun lien avec les autres indicateurs, mise à part une faible relation avec l'humidité mesurée par la flore sur le site (0.43, $n=40$).

Le type SDAGE 7 comporte 5 sous-types RhoMéO, tous représentés dans les sites-tests (7.1 : ZH d'altitude ; 7.2 : tourbière acide ; 7.3 : tourbière alcaline ; 7.4 : pentes

RhoMeO

et sources ; 7.5 : combes et bordure de ruisseau). Les types 7.1, 7.4 et 7.5 sont faiblement représentés (moins de 10 sites-test), mais les types 7.2 et 7.3 comportent chacun plus de 20 sites testés. Ces deux types se situant dans des zones généralement peu urbanisées, les valeurs de pressions sont faibles et ne traduisent pas de tendance particulière avec les autres indicateurs (moyenne de 4,9 % et 10,2% respectivement pour 7.2 et 7.3 pour la pression artificialisation, et de respectivement 0,7 et 2% pour la pression de pratiques agricoles). Pour le type 7.2, l'humidité estimée par la flore semble plutôt bien corrélée à l'humidité via la pédologie (0.62, n=19), ce qui ne semble pas être le cas pour les sites-test appartenant au type 7.3 (-0.008, n=15).

Type SDAGE 10 : Marais et landes humides de plaine

32 sites-test RhoMéO appartiennent à ce type de zones humides. De manière générale, il y a une relation très faible entre les pressions sur les deux enveloppes (respectivement 0,41 et 0,55 (n=32) pour l'artificialisation et l'agriculture). De plus il n'y a pas de relation entre l'humidité flore et l'humidité via la pédologie (-0.05, n=0,05).

Ce type SDAGE inclus trois sous types RhoMéO dont deux représentés dans les sites-test : le 10.1 (tourbière de plaine) et le 10.2 (prairie humide).

Tandis que pour le type 10.1 les deux enveloppes de mesures de pression semblent présenter une tendance (0,53, n=17 pour l'artificialisation), voir une corrélation (0,81, n=17), ce n'est pas le cas pour le type 10.2 des prairies humides (respectivement 0,23 (n=15) et 0,20 (n=15)). Pour le type 10.1, la trophie par la flore présente une tendance avec la pression directe de pratiques agricoles (0.53, n=15). De même que l'IQF semble bien corrélé avec l'humidité flore (0.63, n=15). Ce qui n'est pas le cas pour les prairies humides (0,33 n=14 et -0,018 n=14 respectivement).

Type SDAGE 11 : Zones humides ponctuelles

18 zones humides RhoMéO appartiennent à ce type. Ni l'agriculture ni l'artificialisation ne présentent de relation sur leurs deux enveloppes, probablement parce que ce sont des sites-test de petite taille, pas toujours délimités de la même manière suivant les régions. La trophie par la flore est par contre liée à la pression directe et indirecte de pratiques agricoles (respectivement 0,58 et 0,60 n=17). Il y a

RhoMeO

pour ce type de milieu un lien intéressant entre l'indicateur odonate et l'humidité flore (0,73 n=15).

3.5.3 L'influence du degré de pression sur la cohérence des indicateurs d'état

La cohérence des indicateurs est probablement influencée par l'état de dégradation du site, état qui peut être estimé par l'utilisation des indicateurs de pressions directes (somme « agriculture + artificialisation »). Bien qu'ils ne soient pas exhaustifs, ce sont les seuls indicateurs disponibles sur l'ensemble des sites, et qui nous permettent donc d'en estimer l'état.

Quatre groupes de sites ont été considérés, en fonction de l'intensité des pressions :

- pressions directes toutes deux nulles : 36 sites-test
- somme des pressions directes entre 0 et 5% : 27 sites-test
- somme des pressions directes entre 5 et 30% : 80 sites-test
- somme des pressions directes supérieures à 30% : 55 sites-test

Il n'y a pas de tendance particulière, les indicateurs d'état ne semblent pas plus corrélés entre eux lorsque les sites-test sont moins impactés. Par exemple, on aurait pu s'attendre à ce que l'humidité flore concorde plus avec l'humidité par la pédologie sur des sites non dégradés ; or cela ne semble pas être le cas.

4 Synthèse 2011-2013 : Quel suivi des zones humides du bassin RM à petite échelle ?

4.1 Les propositions pour les suivis à l'échelle RM

4.1.1 Les indicateurs hors pressions

A ce jour, seuls les indicateurs de pression ont donné lieu à des propositions abouties et effectivement testées à l'échelle du bassin méditerranéen (§ 3 ci-dessus). Suite aux tests conduits en 2011-2012, les autres indicateurs n'ont pas bénéficié en

RhoMeO

2013 du même degré d'application à l'échelle du bassin versant (200 sites-test RhoMéO) ; il s'agit de :

- A : Evolution du nombre et de la surface en zones humides.
- B : Superficies inondées (permanentes, temporaires...) au sein des zones humides.
- C : Fragmentation des zones humides.

La raison principale en est que les choix stratégiques⁸ qui auraient permis de retenir l'une ou l'autre des options testées en 2009-2012 pour l'indicateur A (et dont les 2 autres découlent), puis de finaliser la meilleure, n'ont été faits que fin 2012 (1^e Séminaire RhoMéO). Les propositions opérationnelles étant attendues pour 2013, le temps imparti ne permettait plus de relancer une batterie de test sur ces indicateurs.

Pour ces 3 indicateurs, leur intégration dans un futur observatoire demanderait donc :

1. de choisir définitivement une méthode parmi celles testées (Indicateur A),
2. de la tester sur l'ensemble du bassin RM ou sur les 200 sites-test RhoMéO, sur la base des conclusions des tests menés en 2011-12 et de nouveaux résultats provenant du projet GlobWetland 2 (cf § 4.2 ci-dessous).

4.1.2 Les indicateurs de pressions de pratiques agricoles et de l'artificialisation

Les deux indicateurs de pression ont été calculés :

- à l'aide de référentiels nationaux homogènes (RPG et BD Topo de l'IGN) ;
- sur des enveloppes de sites pré-définies et fixes, à 2 échelles ;
- sous forme d'évolutions de rapports de surface, entre les zones affectées par les pressions étudiées et la surface totale de l'enveloppe.

Les tests des indicateurs de pression se sont avérés positifs, en termes de possibilité de calcul aux deux échelles choisies (§ 3.1 & 3.2 ci-dessus). Il est donc proposé de mesurer ces indicateurs à un pas de temps variable :

⁸ Par exemple : travail sur des enveloppes fixes, ou sur des contours « zones humides » fluctuants ; etc.

RhoMeO

- Pressions de pratiques agricoles : une année sur 2, le cas de l'Hérault (suivi annuel de 2006 à 2011) ayant montré que les évolutions sont susceptibles d'être rapides ; cela représente, pour le pré-traitement des données, traitement et analyse, et présentation (élaboration de graphiques/ cartes) une trentaine de jours de travail tous les 2 ans pour un géomaticien (cf. annexe 5) ;
- Pressions de l'artificialisation : tous les 5 à 10 ans, de façon à laisser le temps à la BD Topo de l'IGN de s'être renouvelée sur la quasi- totalité du territoire de RM ; cela représente, pour le pré-traitement des données, traitement et analyse, et présentation (élaboration de graphiques et cartes) une trentaine de jours de travail tous les 5 à 10 ans pour un géomaticien.

Parallèlement, pour aider à l'interprétation, il est suggéré d'établir un lien fort avec l'IGN afin d'être bien informé des dates de mises à jour des secteurs, afin d'interpréter au mieux les résultats. En effet, dans l'état actuel, une différence de progression de l'urbanisation entre deux secteurs de RM, analysée à partir de la BD Topo téléchargée à 5 ans d'écart, pourrait tout aussi bien être due à une vraie différence qu'à l'absence de renouvellement de la couche « urbanisation » dans la BD Topo sur l'un des secteurs, créant une fausse impression de non-évolution.

Enfin, pour les pressions agricoles, de récentes études ont confirmé les risques de confusion délibérée, dans les déclarations annuelles, entre prairies temporaires et permanentes, en raison des changements de politiques agricoles (CGDD 2013). Cela valide le choix fait en 2013 de ne pas distinguer, dans le RPG, ces deux types de prairies, aucun n'étant au final intégré dans la note de pression agricole. Mais cela ôte aussi de la puissance à l'indicateur, en écartant du calcul de la pression agricole la transformation éventuelle de prairies permanentes en prairies temporaires (avec travail du sol, intrants...). Il pourrait être intéressant de tenter de quantifier ce biais, par exemple par recoupement avec d'autres sources d'information : visites de terrain sur des sites pouvant être fortement concernés, etc.

RhoMeO

4.2 Les perspectives en termes d'évolution des données et des techniques

Les conclusions des chapitres précédents, tirées de 4 ans de tests dans les 5 régions concernées, sont valides à un moment donné, à savoir fin 2013. Toutefois, la situation peut changer en fonction de nouvelles avancées technologiques (par ex. nouveaux satellites, nouvelles bases de données utiles disponibles...) et méthodologiques (nouvelles méthodes d'analyses d'images...).

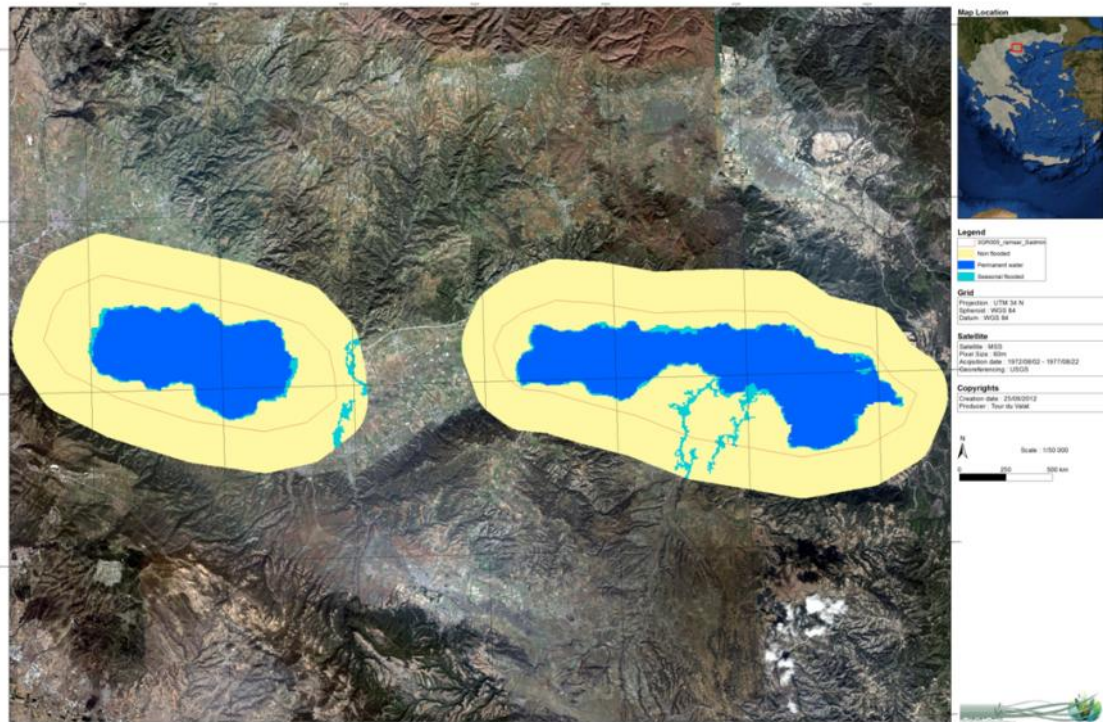
4.2.1 Perspectives à court terme

L'applicabilité de la méthode mise au point par le projet GlobWetland 2 (<http://www.globwetland.org/>), à l'échelle méditerranéenne, serait à tester à l'échelle du bassin versant RM. Elle utilise actuellement des images LandSat, mais pourrait à l'avenir être répliquée avec des images plus précises. Elle permettrait éventuellement un suivi de la surface en habitats humides (Indicateur A) et du degré d'inondation (Indicateur B) au sein d'enveloppes fixes, par ex. celles des 200 sites-test RhoMéO. Dans le cadre méditerranéen, les tests de validation qui ont été effectués en 2013 ont montré des résultats corrects dans 88 % des points vérifiés sur le terrain, et le suivi est considéré comme fiable, au moins pour les grandes zones humides. La question reste toutefois posée pour les plus petites zones humides, qui forment la majorité de celles du bassin RM.

La méthode GlobWetland 2 est ici illustrée pour l'indicateur « Inondation de la zone humide », pour les sites des lacs Volvi & Koronia en Grèce, de 1975 à 2005 (bleu foncé = inondation permanente ; bleu clair = inondation temporaire).

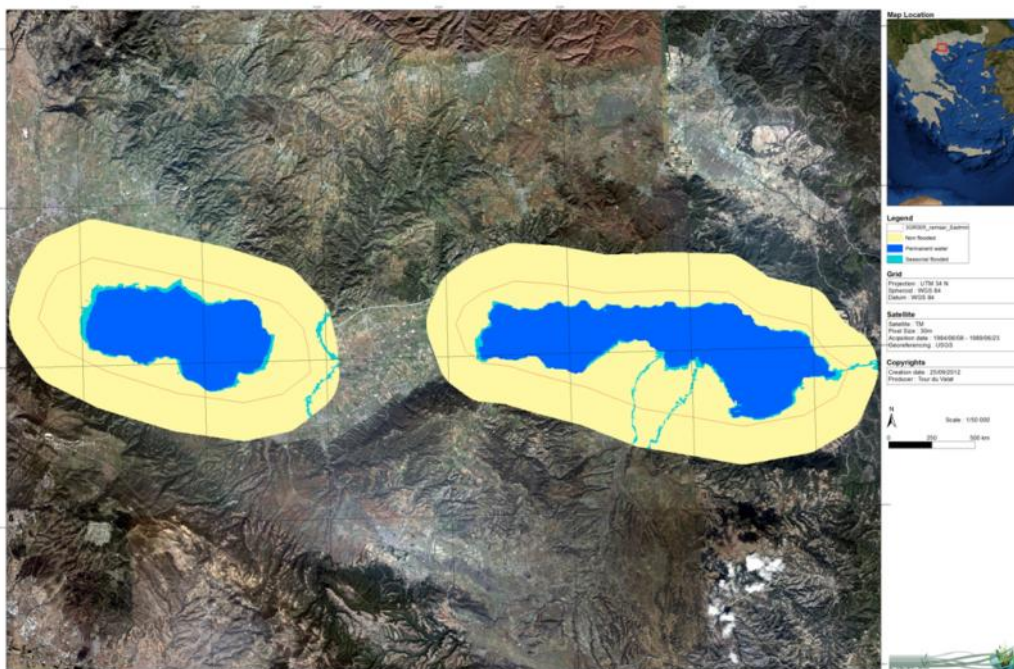
RhoMeO

GlobWetland II Water Cycle Regim (WCR) map Lakes Volvi and Koronia (Greece) 1975



RhoMeO

GlobWetland II Water Cycle Regim (WCR) map Lakes Volvi and Koronia (Greece) 1990



GlobWetland II Water Cycle Regim (WCR) map Lakes Volvi and Koronia (Greece) 2005

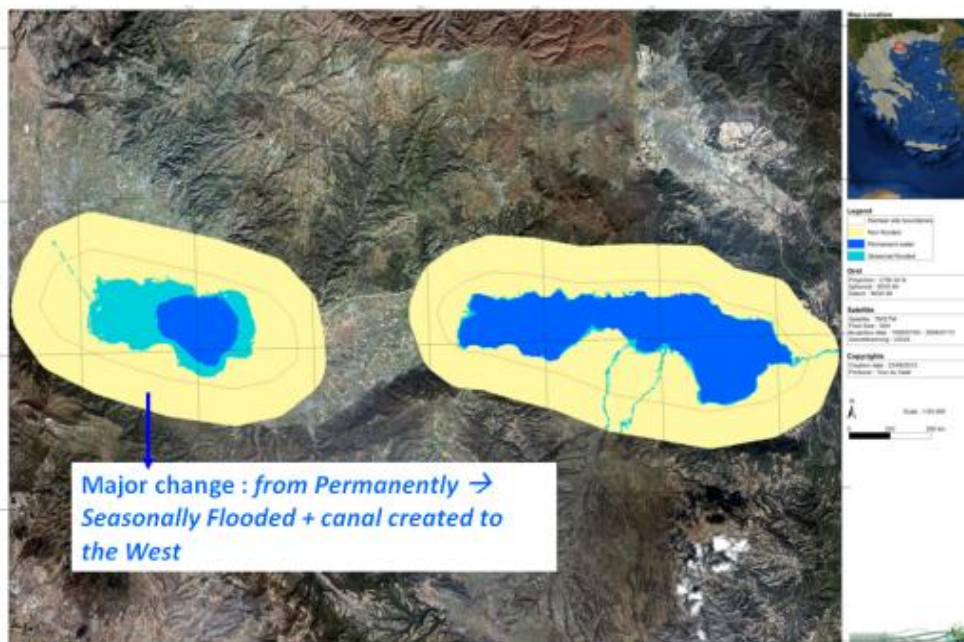


Figure 29 : Illustration de l'indicateur « Inondation de la zone humide » calculé avec la méthode GlobWetland 2, pour les sites des lacs Volvi & Koronia en Grèce, de 1975 à 2005

4.2.2 Perspectives à plus long terme

RhoMeO

De nouvelles génération de capteurs satellites viennent d'être mises en orbite ou le seront prochainement. Ces capteurs pourraient contribuer à mieux appréhender la détection des zones humides.

SPOT 6 et 7 : SPOT 6 a été lancé en septembre 2012 et le lancement de SPOT 7 est prévu pour début 2014. Les résolutions des images produites sont de 1,5 m en panchromatique et de 6 m en multispectrale (contre 10m pour la génération SPOT 4). Les bandes spectrales acquises sont les bandes bleues, vertes, rouges et proches infrarouge avec une emprise de 60 km et un cycle tous les 28 jours. Ce sont des images payantes.

Landsat 8 a été lancé en février 2013. Ce capteur multispectral acquiert des images dans 9 bandes spectrales allant du visible au moyen infra-rouge avec une résolution de 30 m. La bande panchromatique présente une résolution de 15 m. L'intervalle de temps pour un retour sur la même zone est de 16 jours. Les images sont mises à disposition gratuitement.

Sentinelle 2 présente les plus grandes espérances pour la détection et le suivi des zones humides. Le lancement de cette constellation de satellites est prévu pour l'été 2014. Des images seront mises à disposition gratuitement sur un pas de temps de 5 jours. L'instrument de mesure fonctionne dans 13 bandes spectrales allant du visible au moyen infra-rouge : 4 bandes spectrales dans le bleu, vert, rouge et proche infrarouge seront fournies à 10m de résolutions, 3 bandes spectrales sont destinées aux corrections atmosphériques auront une résolution de 60 m, les 6 bandes restantes sont fournies à 20m de résolution.

Par ailleurs, au-delà des images satellites, de nouveaux produits spatialisés sont programmés pour les années à venir. Ces produits issus de la télédétection peuvent apporter des éléments pour l'analyse des pressions s'exerçant sur les zones humides.

Le **GMES (Global Monitoring for Environment and Security**, Agence Spatiale Européenne ou ESA) a mis en place le « land monitoring service » (programme GIO land) dont le but est de mettre à disposition de l'information spatialisée sur

RhoMeO

l'occupation du sol, de l'échelle pan-européenne à l'échelle locale. A l'échelle pan-européenne les produits attendus pour 2013 sont les produits « Land Cover » (CORINE Land Cover) ainsi que 5 couches haute résolution. Ils sont décrits ci-dessous :

- **CORINE Land Cover 2012** (CLC 2012): La prochaine version de CORINE Land Cover décrira l'occupation des sols en 2012. Les bases de données seront produites en 2013 et sans doute diffusées début 2014 par l'Agence européenne de l'environnement. Ce produit complétera les trois versions précédentes 1990, 2000 et 2006. La surface minimale de 25ha en fait un produit utilisable uniquement à l'échelle des bassins versants des zones humides. Ce produit est accompagné du produit « changement d'occupation du sol entre 2006 et 2012.
- les **5 couches à haute résolution** attendues sont : surfaces artificielles, surfaces forestières, surfaces agricoles (prairies), zones humides et petits plans d'eau. Ces couches devraient apporter une information capitale pour le suivi des zones humides tant pour connaître leur répartition spatiale et surfacique que pour décrire les pressions qui peuvent s'y exercer (agriculture, surfaces artificielles). Les couches seront délivrées avec une résolution spatiale de 20 m avec une surface minimale des objets fixée à 1 ha.

On peut encore évoquer d'autres produits qui sont en cours de développement et dont on ne connaît pas encore les délais de livraison :

- Le **projet OCS de l'IGN**. L'IGN prévoit la réalisation d'une couche d'occupation du sol à grand échelle par intégration des différents thèmes en partenariat (inventaire forestier national, direction générale des douanes, ministère de l'agriculture...). Cette couche sera compatible spatialement avec les couches du RGE et la nomenclature sera compatible avec celle de CORINE Land Cover.
- Le produit « **tâche artificialisée** » réalisé par l'IRSTEA (UMR TETIS) couvre l'ensemble du Languedoc-Roussillon. Cette donnée est issue de la télédétection à l'échelle du 1 : 15 000 et rend compte de l'évolution des surfaces urbaines et

RhoMeO

routières entre 1997 et 2009. Elle permet de faire un suivi de l'évolution de la pression de l'artificialisation entre 1997 et 2009. Cette donnée prometteuse n'est cependant pas disponible sur l'ensemble du bassin Rhône-Méditerranée. Néanmoins ce produit devra être pris en considération dans les années à venir, car sa généralisation à l'ensemble de la France est en voie de programmation. Ce produit phare s'inscrit dans le contexte du programme GeoSud. Il est encore impossible de fournir une date de livraison puisque le projet est en cours.

- A plus long terme (horizon 2025), le **projet CarHAB** financé par le Ministère de l'écologie ambitionne de fournir à l'horizon 2025 une cartographie nationale à l'échelle du 1 : 25 000^e des milieux naturels et semi-naturels selon une typologie issue de la phytosociologie dynamique et paysagère.
- Enfin, l'**Equipex de GEOSUD** aura un rôle capital à jouer à l'échelle nationale sur le plan des données satellitaires qui vont être mutualisées (couvertures nationales), de l'infrastructure des données et de calcul, dans la recherche et le partage de méthode ou d'animation et formation. Concernant les couvertures nationales, on peut notamment noter la distribution d'une couverture RapidEye annuelle à 5m de résolution à partir de 2009 complétées par des données antérieures avec des images SPOT 5 ou IRS. Avec ces images gratuites sur la France pour les adhérents à GeoSud, des perspectives intéressantes s'offrent pour améliorer le suivi des zones humides tant du point de vue qualitatif que quantitatif.

5 Bibliographie

Aquascop. 2009. Inventaires locaux de zones humides. 1. Etat des lieux des inventaires et de leur organisation. Rapport au Service de l'Observation et des Statistiques CGDD – MEEDDM, 83 p.

Bousquet C. & Willm L., 2001. Inventaire préliminaire des zones humides des Bouches du Rhône. Arles, France, Tour du Valat. 79 p.

CGDD (Conseil Général au Développement Durable). 2013. Les prairies permanentes: évolution des surfaces en France. Analyse à travers le Registre Parcellaire Graphique. Etudes et documents n° 96, Ministère de l'Ecologie, 16 p.

Gomila H. & Peyre O., 2004. Inventaire des zones humides du Var. Toulon, France, Sémaphores/ Mediaterrre. 79 p.

Guelmami A. 2011. Mise en place d'un protocole d'étude et de suivi des surfaces en zones humides du bassin Rhône-Méditerranée par télédétection et SIG : Application à la Camargue. Rapport de stage de Master Professionnel en Gestion de l'Eau et des Milieux Aquatiques.

Houry, L. 2012. Application de la télédétection et de l'analyse spatiale pour le développement d'indicateurs de pression sur les zones humides Rhône-Alpines. Rapport de fin d'études : Master II SIG et Gestion de l'Espace. Université de Saint-Etienne.

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.

Julier, V., Monnier, C., Brenas, I. 2011. Gestion de projet RhoMéO. Rapport de travail Master 2 SIG et Gestion de l'espace. Université de Saint-Etienne.

MEDDM 2010. Plan National d'Action pour les Zones Humides. Ministère de l'Ecologie, Paris, 28 p. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-plan-national-d-action-pour-les.html>

Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes [OZHM], 2012. *Les Zones Humides Méditerranéennes – Enjeux & Perspectives*. Arles, France, Tour du Valat Publ. 126 p.

Perennou, C., Guelmami, A. 2011. Utilisation possible des données CORINE-Land Cover pour le suivi des zones humides RMC dans le cadre du projet RhoMéO. Premier bilan. Rapport RhoMéO / Tour du Valat, Arles, 20 p.

RhoMeO

- Perennou C., Ardouin A., Bettinelli L., Girardin S., Guelmami A., Isenmann M., Porteret J. & Quelin L., 2012. Premier bilan sur les zones humides existant dans le bassin RMC. Version 3, Novembre 2012. Lyon, Agence de l'Eau/ RhoMeO. 6 p. (<http://rhomeo.espaces-naturels.fr/axeb>)
- Perennou C., Beltrame C., Guelmami A., Tomas Vives P. & Caessteker P. 2012b. Existing areas and past changes of wetland extent in the Mediterranean region: an overview. *Ecologia Mediterranea* 38: 53-66.
- Perennou C., Guelmami A., Alleaume S., Isenmann M., Abdulmalak D. & Sanchez A. 2013. RHOME O Axe B : Rapport final de la 1ère phase (2011-2012). Rapport technique Tour du Valat/ Agence de l'Eau Rhone-Méditerranée- DREAL PACA, 190 pp. + Annexes.
- SOeS (Service de l'Observation et des Statistiques). 2009. L'occupation des sols dans les zones humides d'importance majeure entre 2000 et 2006. Note Service de l'Observation et des Statistiques, MEEDDAT, mai 2009, 7 p.
- SOeS, 2011. CORINE Land Cover. Méthode de production de la base de données. Téléchargeable sur http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-ligne/t/methode-production-base-donnees.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=11268&cHash=88595af0806f46f2c8901fd438ea809f ; accessed 30 July 2012.

RhoMeO

6 Annexes

Annexe 1 : Fiche de cadrage de l'Axe B

Annexe 2 : Fiche Indicateur de pression de l'artificialisation (I12)

Annexe 3 : Fiche Protocole de pression de l'artificialisation (P08)

Annexe 4 : Fiche Interprétation de pression de l'artificialisation (A12)

Annexe 5 : Fiche Indicateur de pression de pratiques agricoles (I13)

Annexe 6 : Fiche Protocole de pression de pratiques agricoles (P09)

Annexe 7 : Fiche Interprétation de pression de pratiques agricoles (A13)

Annexe 8 : Définition des enveloppes de calcul des pressions

Annexe 9 : Tableau des résultats des pressions directes et indirectes de l'artificialisation et de pratiques agricoles calculées sur les 200 sites-test RhoMéO

RhoMeO

Annexe 1 : Fiche de cadrage de l'Axe B : http://rhomeo.espaces-naturels.fr/sites/default/files/documents/Note_cadrage_Axe%20B_v11.pdf

Il s'agit d'un axe transversal conduit à l'échelle du bassin qui vise à développer et appliquer des outils permettant la détection spatio-temporelle et le suivi quantitatif et qualitatif des zones humides du bassin RMC par images satellitaires.

Les objectifs et la méthodologie sont rigoureusement communs au Nord et au Sud. Cet axe servira également d'appui aux autres volets et groupes de travail thématiques en matière d'analyse et production de données géographiques.

Sous cet axe, il est prévu de tester les indicateurs et les protocoles sur 3 secteurs d'images satellites (60 x 60 km) : 1 en région PACA (Camargue) et 2 en L-R. Par ailleurs, trois autres seront testés selon des protocoles identiques en Rhône-Alpes, dans le cadre de RhoMéO « Nord », et les résultats mutualisés.

1. Principe / définitions

Développer et appliquer des méthodes permettant la détection spatio-temporelle et le suivi quantitatif et qualitatif des zones humides du bassin RMC par images satellitaires (avec production d'indicateurs et descripteurs biogéographiques).

Servir d'appui aux autres volets et groupes de travail thématiques en matière d'analyse et production de données géographiques (analyses spatiales dans le bassin versant, croisement avec d'autres données métiers...).

Mise en œuvre de la composante information géographique de référence de l'Observatoire RhoMéO.

2. Objectifs

1) Suivi de l'évolution des surfaces de ZH sur l'ensemble du bassin :

Comparaison de méthodes d'inventaires de ZH : Photo-interprétation (inventaires exhaustifs existants sur RA, LR et la moitié de PACA) versus classification automatique, dans l'optique de choisir la méthode « RhoMéO » qui permettra :

- d'identifier au mieux (et de délimiter) toutes les ZH du bassin versant (au-delà d'une certaine surface), et de cerner leurs évolutions futures par répétition de la méthode ;
- de définir leur occupation du sol (typologie à déterminer) ;
- de mesurer en routine quelques indicateurs-clés des ZH du bassin, comme :
 - A. La surface en zones humides ;
 - B. Les superficies inondées (permanentes, temporaires...) au sein de ces zones humides ;
 - C. Leur fragmentation ;
 - D. Les superficies de ZH artificialisées/ urbanisées ou converties en agriculture.

RhoMeO

2) **Suivi qualitatif des roselières** (partie strictement inféodées au "Sud"/ PACA – Voir justification du choix de cet habitat en Annexe 1) :

2.1 Mesurer automatiquement sur des sites choisis du sud du bassin RMC⁹ des indicateurs d'état, de la gestion et de biodiversité des roselières à partir d'une série d'images temporelles SPOT-5 et plus spécifiquement :

- Les superficies en roseau et eau libre.
- La gestion et les usages (mise en eau permanente ou temporaire, nombre de clairs de chasse, superficie coupées ou brûlées).
- La structure du roseau (hauteur, diamètre, densité, floraison).

2.2 Tester la potentialité de la télédétection pour prédire la présence et/ou la densité de la Biodiversité inféodée aux roselières et plus spécifiquement :

- Les passereaux paludicoles : phragmite aquatique, lusciniolle à moustaches, panure à moustaches, bruant des roseaux, rousserolles effarvate et turdoïde.
- Les hérons paludicoles : butor étoilé, héron pourpré.

3) **Etude exploratoire de suivi qualitatif des ZH alluviales :**

Explorer la possibilité de mener un travail du même type que pour les roselières mais sur les zones humides alluviales (ripisylves...), habitat d'importance toute particulière dans le nord du bassin versant – *NB : en 2011-12 seulement*

4) **Inscrire ce travail dans un cadre pan-Méditerranéen, à savoir l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes.**

La mise en commun des efforts en vue de calculer les indicateurs pertinents retenus (cf. Objectif 1) est à rechercher. A titre d'exemple, des passerelles sont envisageables avec :

- l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes, permettant de raccrocher RhoMéO à une perspective méditerranéenne (bassin-versant –test de l'Observatoire ?),
- le centre thématique ETC-LUSI de l'Agence Européenne de l'Environnement, basé à Barcelone, responsable de la production de cartes du type CORINE Land-Cover et d'indicateurs d'évolution des territoires européens, et qui dispose d'un impressionnant fonds d'images satellites,

et le projet GlobWetlands II (GW II) porté par l'Agence Spatiale Européenne, qui vise à tester la faisabilité de la mesure de quelques indicateurs-clés (dont 1.1 à 1.4) par images satellites sur 100-200 zones humides du sud et de l'Est de la Méditerranée (11 pays du Maroc à la Turquie), à partir d'images Landsat et - sur quelques sites-pilotes - IKONOS pour un travail plus fin.

3. Détails de la méthode

⁹ Les surfaces dans le nord du bassin sont trop peu étendues pour un bon rapport résultats/coûts de la méthode.

Objectif 1 : Suivi de l'évolution des surfaces de ZH sur l'ensemble du bassin (Leader : CPNS)

1.1 Acquisition d'images satellitaires SPOT5* à 3 dates (printemps, été et automne), sur 6-7 secteurs-tests (3-4 en Rhône-Alpes, 1 en PACA, 2 en LR) de 60 x 60 km où des inventaires de ZH pré-existent (cf. Annexe 1).

* En fonction d'opportunités et disponibilités, d'autres types de capteurs et images satellitaires pourront être utilisés pour les analyses (ex : programme d'acquisition RapidEyes par le Cemagref, LandSat, Alos...).

Critère de choix des dates :

- si possible compatibles avec celles retenues en Rhône-Alpes : 15/04 au 30/06, 01/07 au 15/09 et 16/09 au 15/11 (Cf. *nouvelle proposition de programmation SpotImages pour CPNS à venir*).
- doivent permettre le calcul du maximum possible d'indicateurs 1.1 à 1.4

1.2 Repérage des ZH sur les 2 secteurs tests par images satellitaires :

Choix des logiciels et des algorithmes de traitement, qui seront aussi applicables en R-A. Les traitements seront réalisés soit par classification supervisée, soit par classification non supervisée. A partir des inventaires ZH existants, il sera possible de préciser la ou les signatures spectrales des différents types de ZH à partir de parcelles d'apprentissage. Elles nous permettront d'orienter les traitements vers la détection des types de milieux humides.

Pré-identification de ces ZH sur les 2 secteurs-test (dont Camargue)

1.3 Comparaison des résultats de ces analyses automatisées, avec les inventaires pré-existants sur 2 mêmes secteurs :

- % de ZH repérées par une méthode mais pas par l'autre
- % de bonne coïncidence entre les zonages issus des 2 méthodes
(le tout 1. en nombre de zones humides ; 2. en surface de zones humides)
- Vérifier les différences de zonages sur le terrain ainsi que les zonages nouveaux par rapport aux zonages des inventaires ZH pré-existants.
- Evaluation et comparaison des coûts par rapport aux résultats des diverses méthodes.
- Conclusion : proposition d'une « Méthode RhoMéO » comme étant la plus fiable pour un suivi à long terme des ZH du bassin RMC

NB : présuppose l'accessibilité de ces inventaires sous SIG (cf. Annexe 1 pour LR)

1.4 Etablissement d'une occupation du sol la plus détaillée possible au sein des ZH des secteurs-test à l'aide des images satellitaires : typologie identique à celle qui sera retenue en RA¹⁰ OU BIEN (2^e option) celle déjà mise en œuvre en Camargue par la TdV (17 classes d'habitats / occupation

¹⁰ La typologie n'est pas encore déterminée. Elle sera très certainement proche de celle utilisée par CORINE Land Cover ou variantes, les résultats des analyses ne permettant probablement pas de rentrer plus dans le détail :

- Espaces artificialisés
- Milieux agricoles
- Forêts et milieux semi-naturels
- Zones humides
- Surface en eau

sols)

1.5 Calcul des indicateurs A à D listés sous l'objectif 1, à partir des images satellitaires, sur les ZH des secteurs-test retenus au nord et au sud du bassin ¹¹

1.6 Evaluation, sur les secteurs-tests retenus, des possibilités et avantages/coûts respectifs de calculer les indicateurs A à D listés sous l'objectif 1 en utilisant soit les images satellitaires, soit les informations géographiques thématiques plus précises sur le bassin versant RMC (registre parcellaire agricole¹², données provenant du SI sur l'eau, altimétrie...), dont la disponibilité et l'intérêt sera à évaluer. A priori, il est escompté que ces sources permettront une échelle de travail et d'analyse plus fine tout en gardant des passerelles méthodologiques et techniques avec le programme GlobWetlands II.

1.7 Evaluation, à l'échelle du bassin versant RM complet, de la possibilité de calcul en routine des indicateurs A à D listés sous l'objectif 1 par l'Observatoire National des Zones Humides de France¹³, qui mesure déjà à l'échelle nationale certains des indicateurs-clés mentionnés ci-dessus sur les 152 "ZH nationale d'importance majeure" (représentativité réelle des ZH du bassin RMC restant à évaluer...). Les données sont vraisemblablement disponibles à une échelle permettant de les analyser aussi à l'échelle du seul bassin RM, en cas d'accord RhoMéo – ONZH

Objectif 2 : Etude exploratoire de suivi qualitatif des ZH alluviales (Leader : CPNS¹⁴) :

- Identification et rapprochement avec les organismes de recherche travaillant en télédétection sur les cours d'eau.
- Etat de l'art concernant les travaux de télédétection sur les cours d'eau.
- Perspective en matière d'utilisation de la télédétection pour l'évaluation qualitative des zones humides alluviales.

Objectif 3. Inscrire ce travail dans un cadre pan-Méditerranéen, à savoir l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes. (Leader : TdV)

Cet objectif transversal engendre peu d'activités spécifiques, mais vise surtout à :

4.1 Assurer une veille permanente des développements au sein de ces 3 projets/ institutions¹⁵, pour favoriser toutes les synergies / économies d'échelles/ transferts de méthode dès qu'elles apparaissent possibles. Néanmoins, plus précisément, sera réalisé :

4.2 Evaluation, à l'échelle du bassin versant RM complet, de la possibilité de calcul en routine des indicateurs A à D listés sous l'objectif 1 par l'ETC-LUSI pour le bassin Rhodanien dans son ensemble, comme extension/individualisation de sa contribution escomptée¹⁶ au projet GW2

¹¹ Le CPNS aussi calculera ces indicateurs sur ses propres secteurs-test où les images satellites auront été acquises

¹² Il s'agit des îlots agricoles déclarés par les agriculteurs à l'année N (Cf. éléments descriptifs de la donnée en PJ). Nous bénéficions généralement d'une précision de niveau 3. Prix : 450 € (convention) + prix variable en fonction du nombre de départements.

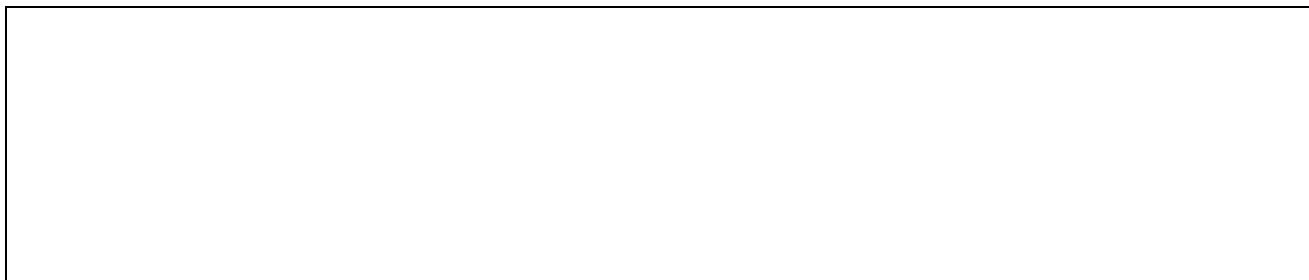
¹³ l'Observatoire national des ZH suit entre autre l'occupation du sol dans les 152 "ZH d'importance majeure" qu'il a défini, dont 63 en F-Comté + RA + PACA + LR. Cela leur a déjà permis 2 analyses de l'évolution dans le temps de l'occupation du sol (1990-2000 et 2000-2006). Cf : <http://www.ifen.fr/acces-thematique/territoire/zones-humides/onzh/l-occupation-des-sols-sur-les-zones-humides-d-importance-majeure.html>

¹⁴

¹⁵ Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes, centre thématique ETC-LUSI de l'Agence Européenne de l'Environnement, basé à Barcelone, responsable de la production de cartes du type CORINE Land-Cover et d'indicateurs d'évolution des territoires européens, et qui dispose d'un impressionnant fonds d'images satellites, et le projet GlobWetlands II

¹⁶ L'ETC-LUSI pourrait en théorie, à terme, calculer en routine la plupart des indicateurs-clés de GW2 pour le sud de l'Europe, en complément du projet GW2 qui couvre l'Afrique du Nord et le Proche-Orient

RhoMeO



4. Partenaires

Pour le Nord :

CPNS
CEN Rhône-Alpes
AVENIR
ASTERS
CBNA (Ripisylves)

Pour le Sud :

Tour du Valat
CEN Languedoc-Roussillon
CEEP
CEMAGREF Montpellier/ Maison de la Télédétection

RhoMeO

Annexe 9 : Tableau des résultats des pressions (directes et indirectes) de l'artificialisation et de pratiques agricoles calculées sur les 200 sites-test RhoMÉO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhotheo	presdirect_artif	presdirect_urba	presindir_artif	presindir_urba	presdirect_agri	presindir_agri
26000017	Etangs de Fontaine Française	BOURGOGNE	COTE-D'OR	70.41	Régions d'étangs	9.79	87.36	3.96	66.52	24.17	58.3
26000018	Sources de la Tille	BOURGOGNE	COTE-D'OR	49.09	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : pentes et sources	0.53		2.19	41.27	7.22	18.26
26000019	Prairie alluviale du Val de SaôneA	BOURGOGNE	COTE-D'OR	278.98	Plaines alluviales [inondable]	0.84	0	11.29	80.2	10.03	25.03
26000020	Prairie de fauche de Labergement les seurre	BOURGOGNE	COTE-D'OR	177.48	Plaines alluviales [inondable]	0.23		8.33	78.74	35.53	42.6
26000021	Marais tufeux de la Bussière	BOURGOGNE	COTE-D'OR	0.19	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : pentes et sources	0		6.34	43.94	0	8.77
26000022	Mégaphorbiaie de Perthuis au loup	BOURGOGNE	SAONE-ET-LOIRE	2.32	Plaines alluviales [inondable]	3.54		22.89	72.84	12.99	9.77
26000023	Prairie de fauche de Chantemerle	BOURGOGNE	SAONE-ET-LOIRE	11.72	Plaines alluviales [inondable]	1.42	0	22.89	72.84	3.62	9.77
26000024	Réserve Naturelle de la Truchère	BOURGOGNE	SAONE-ET-LOIRE	92.04	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	3.08	0	19.97	64.31	6.61	20.84
26000025	Bras mort de St-Seine-en-Bâche	BOURGOGNE	COTE-D'OR	2.27	Plaines alluviales [inondable]	0		11.29	80.2	8.38	25.54
26000026	Etang et marais de Vernois les Vesvres	BOURGOGNE	COTE-D'OR	21.21	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : combes et bordure de ruisseau	1.49	0	5.94	68.86	2.24	43.57
26000027	Marais des Pospis	BOURGOGNE	COTE-D'OR	5.7	Plaines alluviales [inondable]	4.57	0	2.19	41.27	9.16	18.26
26000028	gravière de sroy	BOURGOGNE	COTE-D'OR	6.83	Zones humides artificielles	0.45		9.98	88.19	35.92	70.55
26000029	Prairies d'Ouroux sur Saône	BOURGOGNE	SAONE-ET-LOIRE	94.19	Plaines alluviales [inondable]	0.07	0	23.21	83.54	7.25	26.33
26000030	Mégaphorbiaie de Huilly sur Seille	BOURGOGNE	SAONE-ET-LOIRE	34.23	Plaines alluviales [inondable]	0		19.97	64.31	0.7	20.84
26000031	Bras mort du Doubs	BOURGOGNE	SAONE-ET-LOIRE	3.05	Plaines alluviales [inondable]	0		14.41	80.54	0	38.64

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhotheo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
26000032	Prés humides et bas-marais des Bourbiers	BOURGOGNE	SAONE-ET-LOIRE	26.07	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	0.06		12.49	51.21	2.95	4.63
26000033	Mares de Romenay	BOURGOGNE	SAONE-ET-LOIRE	237.04	Zones humides ponctuelles : Mare permanente	13.63	0	15.05	21.99	21.38	23.86
43000034	Grande Pile	FRANCHE-COMTE	HAUTE-SAONE	35.74	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	0		11.04	56.91	0	4.66
43000035	Mare d'Esserval-Tartre	FRANCHE-COMTE	JURA	0.43	Zones humides ponctuelles : Mare permanente	25.94	0	7.75	34.82	0	0.17
43000036	Mou de Pleure	FRANCHE-COMTE	JURA	8.67	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	0		10.98	68.42	32.44	15.43
43000037	Etang Bailly	FRANCHE-COMTE	JURA	5.68	Régions d'étangs	2.37	0	8.74	33.53	0	8.4
43000038	Le Grand Roué	FRANCHE-COMTE	DOUBS	145.49	Plaines alluviales [inondable]	5.05	3.14	12.57	61.24	25.83	18.04
43000039	Gravière de Pagny	FRANCHE-COMTE	JURA	29.44	Plaines alluviales [inondable]	0.31	0	12.57	61.24	30.42	18.04
43000040	Lac de Remoray	FRANCHE-COMTE	DOUBS	300.11	Bordures de plan d'eau (lac) : ZH alcaline	4.01	70.23	9.88	58.7	0	0
43000041	Lac de Malpas	FRANCHE-COMTE	DOUBS	44.77	Bordures de plan d'eau (lac) : ZH alcaline	2.26	0	8.55	74.32	0	0
43000042	Vallée du Drugeon	FRANCHE-COMTE	DOUBS	4230.02	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	5.19	62.22	8.35	61.16	0	0.06
43000043	Vallée de la Brenne	FRANCHE-COMTE	JURA	305.43	Plaines alluviales [inondable]	1.46	51.61	14.02	46.2	18.48	15.23
43000044	Marais de la Noye Viney	FRANCHE-COMTE	HAUTE-SAONE	12.6	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	41.55	100	51.04	95.76	4.41	5.59
43000045	Tourbière de Sennepey	FRANCHE-COMTE	HAUTE-SAONE	6.75	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	0.07		25.18	87.38	0.23	3.51

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhometo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
43000046	Etang au Curé	FRANCHE-COMTE	JURA	3.83	Régions d'étangs	9.56	0	8.74	33.53	7.47	8.4
43000047	Ilay, Grand et Petit Maclu	FRANCHE-COMTE	JURA	46.42	Bordures de plan d'eau (lac) : ZH alcaline	0.84	0	5.62	0.07	0	0.4
43000048	L'Entrecôtes	FRANCHE-COMTE	JURA	15.23	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	0		9.59	34.74	0	0.06
43000049	Tourbières de Censeau et Esserval-Tartre	FRANCHE-COMTE	DOUBS	48.35	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	1.1	100	7.72	37.58	0.02	0.17
43000050	Réseau de mares d'Emagny	FRANCHE-COMTE	DOUBS	1003.95	Zones humides ponctuelles : Mare permanente	11.71	60.42	12.84	62.37	14.01	16.09
82000001	Bout du Lac	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	93.47	Bordures de plan d'eau (lac) : ZH alcaline	6.4	73.53	19.52	87.42	1.33	0.41
82000002	Marais d'Enfer	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	22.79	Bordures de plan d'eau (lac) : ZH alcaline	10.82	85.81	25.66	93.12	0	0.14
82000003	Delta Dranse	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	52.99	Plaines alluviales [inondable]	13.65	100	12.95	90.65	0.19	1.54
82000004	Sites Glaieul (Reulands)	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	2.41	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	2.88	0	23.9	90.38	0	3.01
82000005	Maissaz	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	2.8	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	2.22	100	25.62	86.83	0	15
82000006	Les Lanches, l'épine	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	10.59	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	0		25.62	86.83	0	15
82000007	Bossenot	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	31.19	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	2.34	98.03	25.49	73.94	1.26	3.24
82000008	Combe du Feu	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	2.59	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	0		28.95	49.61	0	1.94

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhotheo	presdirect_artif	presdirect_urba	presindir_artif	presindir_urba	presdirect_agri	presindir_agri
82000009	Balmont	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	3.75	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	27.35	0	20.46	24.09	2.06	3.43
82000010	les Mieges	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	15.52	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	7.37	100	24.2	52.01	2.34	2.66
82000011	Haut Giffre	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	13.53	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : altitude	0.46	0	6.86	52.3	0	0.01
82000012	Aiguilles Rouges	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	5.4	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : altitude	0		21.3	75.71	0	0.03
82000013	Roc de Chere	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	4.52	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		25.66	93.12	0	0.14
82000014	Marais de Giez	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	201.08	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	1.8	72.77	12.78	64.65	6.28	1.1
82000015	Tourbière de Sommand	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	34.46	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	9.39	0	14.73	54.25	0	0.01
82000016	Marais Hospices	RHONE-ALPES	HAUTE-SAVOIE	6.72	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	0.41		8.48	8.23	6.3	5.1
82000131	Pre d'Amus	RHONE-ALPES	AIN	3.97		8.52	0	17.02	77.62	0	0
82000132	Mares de Bas-Chassiers	RHONE-ALPES	DROME	51.18	Zones humides artificielles	19.98	0	29.42	41.98	51.16	53.5
82000133	Prairies humides les Igauts et de la Fabrique	RHONE-ALPES	RHONE	6.6	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : combes et bordure de ruisseau	13.26	100	14.09	38.17	0	0.75

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhotheo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
82000134	Bidonnes	RHONE-ALPES	AIN	93.02	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	4.7	1.82	12.09	91.23	2.92	1.74
82000135	Serrières de Briord	RHONE-ALPES	AIN	97.75	Plaines alluviales [inondable]	0.98	90.95	15.33	58.08	24.61	20.67
82000136	Tourbière des Renons	RHONE-ALPES	AIN	4.08	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		3.31	0	0	0
82000137	Tourbière de Lechaud	RHONE-ALPES	AIN	22.43	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : combes et bordure de ruisseau	2.77	0	8.33	61.73	0	0.04
82000138	Marais de Virignin	RHONE-ALPES	AIN	29.91	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	4.6	100	16.71	42.36	14.89	9.31
82000139	Cerin	RHONE-ALPES	AIN	15.84	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	0.02		9.07	64.22	0	3.37
82000140	Tourbière de Gimel	RHONE-ALPES	LOIRE	3.61	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	2.69		11.3	21.95	0	0.3
82000141	Marais du bois de Cros	RHONE-ALPES	AIN	5.06	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	3.1		8.33	61.73	0	0.04
82000142	Marais de Vaux	RHONE-ALPES	AIN	131.39	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	7.83	0	17.02	77.62	0	0
82000143	Peupleraie de Ceillat	RHONE-ALPES	AIN	0.49		0		7.34	29.82	0	2.75
82000144	Marais des Agusas	RHONE-ALPES	ARDECHE	20.51	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	0.65	0	12.13	29.51	46.74	20.28

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhomeo	presdirect_artif	presdirect_urba	presindir_artif	presindir_urba	presdirect_agri	presindir_agri
82000145	Lacs de Conzieu	RHONE-ALPES	AIN	16.09	Bordures de plan d'eau (lac) : ZH alcaline	1.34	0	5.96	47.84	2.3	9.23
82000146	Marais d'Intriat	RHONE-ALPES	AIN	19.38	Plaines alluviales [inondable]	0.66	0	17.91	71.28	0	1.51
82000147	Tourbière des Broues	RHONE-ALPES	AIN	25.33	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	8.09	26.33	14.3	87.01	1.05	3.81
82000148	Tourbière de Couty	RHONE-ALPES	RHONE	6.33	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0.32	0	11.38	23.03	14.71	2.4
82000149	Val de Saone	RHONE-ALPES	RHONE	563.89	Plaines alluviales [inondable]	3.98	31.44	23.51	71.05	20.8	24.38
82000150	ZH de la Bourges et de la Fontaulliere	RHONE-ALPES	ARDECHE	0.98	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		9.32	73.69	0	0.11
82000151	Mont L'Hermet	RHONE-ALPES	ARDECHE	33.77	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	1.91	0	11.26	34.41	3.48	0.29
82000152	ZH du plateau de St Victor	RHONE-ALPES	DROME	5.78	Zones humides ponctuelles : Mare permanente	9.48	0	23.4	36.61	5.66	28.97
82000153	Milieu alluviaux du Rhone (Jons à Anthon)	RHONE-ALPES	AIN	329.84	Plaines alluviales [inondable]	3.94	12.6	32.32	91.25	44.45	32.21
82000154	Mevouillon	RHONE-ALPES	DROME	62.5	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	4.15	0	5.52	0	11.08	9
82000155	Marais de Morlin (Montagny)	RHONE-ALPES	RHONE	24.09	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	17.85	2.28	33.97	73.52	0.67	11.02
82000156	Reseau tourbeux des Narcettes	RHONE-ALPES	ARDECHE	11.66	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	1.33	0	6.55	8.29	0	1.21
82000157	Basse vallee de l'Ain	RHONE-ALPES	AIN	728.85	Bordures de cours d'eau	3.96	60.55	18.99	78.38	32.63	31.48

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhomeo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
82000158	Lône de la Négria	RHONE-ALPES	AIN	2.2	Plaines alluviales [inondable]	18.42	0	29.69	93.49	0	38.54
82000159	Marais de Montbreyzieu	RHONE-ALPES	AIN	10.52	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	1.34		15.95	52.69	0	13.12
82000160	Tourbière du Cornet de Roselend	RHONE-ALPES	SAVOIE	27.76	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0.01		1.39	0	0	0.22
82000161	Tourbières de Montendry	RHONE-ALPES	SAVOIE	1.92	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		15.16	50.95	0	0.83
82000162	Marais de la Bialle	RHONE-ALPES	SAVOIE	458.91	Plaines alluviales [inondable]	2.76	6.99	22.32	73.46	25.8	13.32
82000163	Tourbière des Saisies	RHONE-ALPES	SAVOIE	247.05	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	6.41	68.22	18.85	38.46	0	0.02
82000164	Marais des Puits d'Enfer	RHONE-ALPES	SAVOIE	16.29	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	0.26		16.71	42.36	0.08	9.31
82000165	Marais de Saint Jean de Chevelu	RHONE-ALPES	SAVOIE	77.17	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	2.15	0	18.56	36.48	7.58	8.84
82000166	Tufière de Traize	RHONE-ALPES	SAVOIE	6.86	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : pentes et sources	2.68	0	16.36	16.86	0	1.66
82000167	Tourbières et marais de La Feclaz	RHONE-ALPES	SAVOIE	15.28	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	28.85	55.61	13.03	38.36	0	0
82000168	Marais des Rives	RHONE-ALPES	SAVOIE	8.36	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	10.84	0	18.16	58.58	1.12	15.85

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhotheo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
82000169	Marais des Grands Champs	RHONE-ALPES	SAVOIE	8.52	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	4.29	1.88	19.46	25.94	9.75	1.43
82000170	Marais de la Broidère	RHONE-ALPES	SAVOIE	74.76	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	5.51	0	32.63	49.87	2.41	3.08
82000171	Marais de Lepin le Lac	RHONE-ALPES	SAVOIE	668.94	Bordures de plan d'eau (lac) : ZH alcaline	6.57	39.21	25.85	43.21	2.07	1.45
82000172	Marais du Pontet	RHONE-ALPES	SAVOIE	26.76	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	4.56	0	11.88	31.34	0	0.04
82000173	Le Grand Leyat	RHONE-ALPES	SAVOIE	1.24	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		8.24	19.83	0	0
82000174	Marais des Etelles	RHONE-ALPES	SAVOIE	4.71	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	0		22.13	59.55	0	9.21
82000175	Marais du Coisin, Coisetan	RHONE-ALPES	SAVOIE	391.55	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	1.49	36.52	24.36	69.38	12.28	12.69
82000176	Plan de l'eau	RHONE-ALPES	SAVOIE	8.61	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	9.45	0	8.17	44.62	0	1.42
82000177	Nant des Naves	RHONE-ALPES	SAVOIE	49.21	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	0.91	0	5.53	40.91	0	0
82000178	Vallon du lac du Clou	RHONE-ALPES	SAVOIE	15.03	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : altitude	0.94	0	0.66	0	0	0

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhotheo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
82000179	Les creusates	RHONE-ALPES	SAVOIE	13.01	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	4.94	0	23.51	40.88	0	3.98
82000180	Marais de Chautagne	RHONE-ALPES	SAVOIE	2183.7	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	4.95	52.87	15.15	68.51	8.22	8.26
82000181	Chalmieu	RHONE-ALPES	SAVOIE	12.52	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		8.01	41.21	0	0
82000182	Les Enverses	RHONE-ALPES	SAVOIE	10.5	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : pentes et sources	6.58	0	8.17	44.62	0	1.42
82000183	Vallon du plan des Cavales	RHONE-ALPES	SAVOIE	5.98	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : altitude	0		1.83	0	0	0
82000184	Marais de Pre Riondet et de la Lilette	RHONE-ALPES	SAVOIE	87.18	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	6.88	67.65	19.98	64.11	10.8	6.57
82000185	Nécuidet - La Prairie	RHONE-ALPES	SAVOIE	16.12	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	3.91	0	9.87	22.68	0	0
82000186	Grand Raclet et Blenet	RHONE-ALPES	AIN	16.21		0		9.49	21.65	36.87	29.44
82000187	Ramières	RHONE-ALPES	DROME	396.47		2.29	0	23.25	45.12	46.45	34.27
82000188	Vieux Rhône de Baix	RHONE-ALPES	DROME	571.81	Plaines alluviales [inondable]	3.8	13.96	26.37	68.82	13.33	17.82
82000189	Ile de la Platière	RHONE-ALPES	ISERE	900.29	Plaines alluviales [inondable]	4.35	31.78	32.72	73.68	20.1	18.9
82000190	Vieux Rhone de Montelimar	RHONE-ALPES	DROME	1320.52	Plaines alluviales [inondable]	6.96	21.55	25.93	66.67	15.41	15.17
82000191	Vieux Rhone de Donzere	RHONE-ALPES	DROME	2362.19	Plaines alluviales [inondable]	5.26	12.03	14.87	49.51	47.8	29.02

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhomeo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
82000192	Marais de Charvas	RHONE-ALPES	ISERE	187.16	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	5.09	0	25.32	90.21	46.46	54.72
82000193	Rolande (Le Cheylas)	RHONE-ALPES	ISERE	90.14	Plaines alluviales [inondable]	5.99	44.74	34.32	88.5	31.76	11.16
82000194	Confluence Bourbre Catelan	RHONE-ALPES	ISERE	4338.57	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	4.35	58.28	26.39	68.14	33.66	32.99
82000195	Grand-Jemps et Chabons	RHONE-ALPES	ISERE	71.26	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	6.23	0	20.02	55.77	9.72	12.78
82000196	Val d'Ainan amont	RHONE-ALPES	ISERE	255.3	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	7.72	20.43	21.92	39.49	5.47	3.08
82000197	Boucle de Moiles	RHONE-ALPES	ISERE	59.25	Plaines alluviales [inondable]	5.31	0	24.35	59.45	41.83	23.66
82000198	Etang de Mai	RHONE-ALPES	ISERE	79.44	Plaines alluviales [inondable]	9.13	0	35.84	79.92	39.73	29.11
82000199	Col des Mouilles	RHONE-ALPES	ISERE	13.83	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : altitude	0.69		9.18	45.09	0	0.14
82000200	Tourbière des Planchettes et Font-Lombard	RHONE-ALPES	ISERE	48.52	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0.17		11.77	15.25	0	5.85
91000051	Tourbière du Saut de Vesoles (Gatimort)	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	35.54	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0.47		2.25	0	0	0
91000052	Les Montilles	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	102.17	Péri-lagunaire	4.03	100	28.09	79.44	0	24.69
91000053	Basse Plaine de l'Aude	LANGUEDOC-ROUSSILLON	AUDE	1245.45	Péri-lagunaire avec apport d'eau	9.32	22.7	15.5	64.94	47.5	50.17

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhotheo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
91000054	Mares du plateau de Vendres	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	25.13	Zones humides ponctuelles : mares temporaires acides	6.62	0	25.3	76.96	18.81	21.94
91000055	Carrière de Notre-Dame de l'Agenouillade	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	4.33	Zones humides ponctuelles : mares temporaires acides	40.67	100	23.82	67.69	0	39.04
91000056	Ripisylve de l'Hérault	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	530.49	Bordures de cours d'eau	11.57	42.33	17.82	63.47	25.55	21.07
91000057	Ripisylve de la Mosson	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	111.46	Bordures de cours d'eau	17.74	84.96	23.52	78.38	6.78	7.21
91000058	Ripisylve du Lez	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	119.38	Bordures de cours d'eau	32.91	86.53	68.07	97.15	15.71	7.1
91000059	Marges nord-est de l'étang de l'Or	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	854.7	Péri-lagunaire avec apport d'eau	5.08	0	25.92	72.33	26.35	25.18
91000060	Cuvette de Saint-Martin-De-Londres	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	156.03	Plaines alluviales [inondable]	4.47	0	5.93	43.31	3.08	3.09
91000061	Zones humides de l'étang de Bages-Sigean	LANGUEDOC-ROUSSILLON	AUDE	317.16	Péri-lagunaire	0.57	14.36	23.08	74.62	2.34	7.11
91000062	Domaine de Peyremale (pautou)	LANGUEDOC-ROUSSILLON	AUDE	5.5	Plaines alluviales [inondable]	15.02	0	10.64	37.5	16.73	11.43
91000063	Marais de la Grande Palude	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	268.15	Péri-lagunaire avec apport d'eau	13.09	75.47	19.09	68.87	14.19	6.46
91000064	Délaissés de la Peyrade	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	32.52	Péri-lagunaire	29.87	70.07	30.18	82.97	1.74	2.4
91000065	La Sénégrière	LANGUEDOC-ROUSSILLON	LOZERE	13.36	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		4.73	62.76	0	0
91000066	Col de Finiels	LANGUEDOC-ROUSSILLON	LOZERE	7.9	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		3.98	10.83	0	0.54
91000067	Ripisylve et atterrissements de la Cèze de l'aval de Saint Ambroix à Rochegude	LANGUEDOC-ROUSSILLON	GARD	89.15	Bordures de cours d'eau	6	57.72	17.89	53.62	19.68	10.78

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhotheo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
91000068	Tourbières de la Balmette (Real)	LANGUEDOC-ROUSSILLON	PYRENEES-ORIENTALES	4.44	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : altitude	0		5.51	0	0	0.52
91000069	El Ravel, Coma d'el Canal et Planes d'Amunt (Formiguières)	LANGUEDOC-ROUSSILLON	PYRENEES-ORIENTALES	2.44	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		2.82	79.87	0	0.35
91000070	Tourbières de la Haute Vallée de l'Aude	LANGUEDOC-ROUSSILLON	PYRENEES-ORIENTALES	4.09	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		3.4	22.03	0	0.03
91000071	Tourbières de la vallée de la Balmette (Les angles)	LANGUEDOC-ROUSSILLON	PYRENEES-ORIENTALES	1.27	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		2.82	79.87	0	0.35
91000072	Mouillère de la Barraca de la Jaceta (Formiguières)	LANGUEDOC-ROUSSILLON	PYRENEES-ORIENTALES	0.4	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		2.55	0	0	0.03
91000073	Ripisylve du Tech amont	LANGUEDOC-ROUSSILLON	PYRENEES-ORIENTALES	48.97	Bordures de cours d'eau	22.36	89.16	3.84	41.27	0	0.24
91000074	Domaine de Peyremale (pautou)	LANGUEDOC-ROUSSILLON	AUDE	0.57	Zones humides ponctuelles : mares temporaires acides	0		7.05	33.34	0	11.43
91000075	Ripisylve de l'Orbieu 3	LANGUEDOC-ROUSSILLON	AUDE	111.48	Bordures de cours d'eau	5.15	30.42	7.04	52.75	28.09	23.64
91000076	Mare de l'Estagnol (Causse d'Aumelas)	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	0.19	Zones humides ponctuelles : mares temporaires alcalines	0		13.13	62.27	0	5.33
91000077	Mare de St Maurice de Navacelles	LANGUEDOC-ROUSSILLON	HERAULT	0.06	Zones humides ponctuelles : mares temporaires alcalines	0		2.23	0	0	0.3
91000078	Mare de Méjannes-le-Clap : lac Lombard 1	LANGUEDOC-ROUSSILLON	GARD	0.09	Zones humides ponctuelles : mares temporaires alcalines	0		7.84	33.88	0	8.01

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhotheo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
91000079	Mare de Fenouillèdes	LANGUEDOC-ROUSSILLON	PYRENEES-ORIENTALES	0.7	Zones humides ponctuelles : mares temporaires acides	0		17.55	49.66	0	3.93
91000080	Mare temporaire du Pilou Roux (Peyrestortes)	LANGUEDOC-ROUSSILLON	PYRENEES-ORIENTALES	0.42	Zones humides ponctuelles : mares temporaires acides	0		29.28	79.52	0	22.86
91000081	Le Camping (Aigoual)	LANGUEDOC-ROUSSILLON	GARD	2.16	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		11.32	54.54	0	0.11
91000082	La Croix de Fer	LANGUEDOC-ROUSSILLON	LOZERE	7.12	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		1.93	0	0	0.01
93000083	Ripisylves et prairies humides de la vallée de la Môle	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAR	420.09	Bordures de cours d'eau	17.87	25.65	11.46	56.84	4.89	2.12
93000084	Marais de l'Argens au niveau sources	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAR	63.29	Plaines alluviales [inondable]	2.14	0	14.11	58.01	29.02	8.34
93000085	Lac Redon	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAR	7.64	Zones humides ponctuelles : mares temporaires alcalines	10.77	0	19.84	66.36	0	8.98
93000086	La Bresque tronçon Château de Bresc	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAR	53.05	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	2.48	0	15.04	40.05	29.01	7.55
93000087	Ripisylves et prairies humides de la Giscle	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAR	53.02	Plaines alluviales [inondable]	26.82	55.13	21.58	76.22	8.86	1.99
93000088	Mare de Bonne Cougne	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAR	1.1	Zones humides ponctuelles : mares temporaires alcalines	0		9.06	37.18	0	4.98
93000089	Etangs de Villepey	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAR	128.22	Péri-lagunaire avec apport d'eau	2.77	41.71	51.78	98.15	8.3	2.98

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhomeo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
93000090	Grande Sagne de Corréo	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	3.2	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	0		4.66	29.55	1.78	2.21
93000091	Mare de la Paillade	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	1.53	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	0		10.46	29.21	0	15.16
93000092	Marais de Manteyer	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	60.38	Marais et landes humides de plaine : tourbières de plaine	0.91		10.91	13.66	3.63	7.68
93000093	Marais de Chorges	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	68.15	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	10.52	43.08	9	11.96	1.38	4.36
93000094	Plateau de Bayard - Sagne de Staïse (St-Laurent-du-Cros)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	6.11	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	0.55	0	7.52	11.53	0	4.93
93000095	Marais de Château-garnier	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	2.39	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : combes et bordure de ruisseau	0		1.84	0	0	0.31
93000096	Etang des Aulnes	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	BOUCHES-DU-RHONE	117.11	Régions d'étangs	1.56	0	17.71	61.28	0.23	9.12
93000097	Marais de l'Ilon (vallée des Baux)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	BOUCHES-DU-RHONE	92.67	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	3.85	0	17.68	60.92	9.32	9.55
93000098	Dépression du Vigueirat	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	BOUCHES-DU-RHONE	1339.03	Plaines alluviales [inondable]	1.67	0	17.74	61.34	15.21	9.14
93000099	La palissade	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	BOUCHES-DU-RHONE	1032.37	Péri-lagunaire	2.26	0	4.93	37.93	0	27.14
93000100	Mare de la Tour du Valat - La Censièze moyenne	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	BOUCHES-DU-RHONE	5.46	Zones humides ponctuelles : mares temporaires saumâtres	0		5	37.12	0	26.48

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhomeo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
93000101	Ripisylves du Grand Rhône - Tourtoulon	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	BOUCHES-DU-RHONE	63.55	Bordures de cours d'eau	2.68	0	5.08	37.5	7.09	29.37
93000102	Ripisylve à Lauriers de l'Estérel (Vallon du Perthus)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAR	1.97	Bordures de cours d'eau	0		4.82	79.32	0	0.11
93000103	La Brague (Entre les Tamarins et pont de la Verrière)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-MARITIMES	8.79	Bordures de cours d'eau	15.43	100	64.54	98.93	0	0.33
93000104	La Grande Saume (Pelouse alpine) Uvernet	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	14.41	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : pentes et sources	0		4.08	37.52	0	0.1
93000105	Lacs Egorgéou et Foréant (Vallon de Bouchouse)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	26.15	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : altitude	0		2.14	19.35	0	0.01
93000106	Forêts alluvial Rhône - La Barthelasse	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAUCLUSE	32.84	Bordures de cours d'eau	0.74	0	32	77.31	0	15.32
93000107	Calavon entre Pont Julien et Coustelet	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAUCLUSE	186.42	Bordures de cours d'eau	6.26	31.56	28.48	59.06	17.39	15.94
93000108	Prairies de l'Enchrême	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	134.05	Plaines alluviales [inondable]	6.88	20.95	10.77	33.55	31.29	10.36
93000109	Lac de Prelles - Champoléon	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	4.43	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : altitude	0		2.65	19.5	0	0.05
93000110	Le Drac (Plaine de Chabottes)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	247.72	Bordures de cours d'eau	4.93	50.25	11.7	36.7	3.94	4.43
93000111	La Durance au niveau des Cassettes	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	49.29	Bordures de cours d'eau	3.38	0	8.83	26.53	31.48	6.19
93000112	Le Buëch entre Méouge et Ribiers	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	217.72	Bordures de cours d'eau	0.42	1.84	9.61	22.78	17.98	14.09
93000113	Lac St Léger	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	4.47	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières alcalines	0		8.81	14.93	0	1.19

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_rhotheo	presdirect_artif	presdirect_urban	presindir_artif	presindir_urban	presdirect_agri	presindir_agri
93000114	Mare de Lanau	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	BOUCHES-DU-RHONE	0.42	Zones humides ponctuelles : mares temporaires alcalines	0		17.74	61.34	0	9.14
93000115	Etang salé - Courthézon	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAUCLUSE	20.98	Zones humides ponctuelles : mares temporaires alcalines	1.86	0	27.7	57.71	13.46	37.75
93000116	Mares de Tresserres (ensemble de petites ZH)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	7.01	Marais et landes humides de plaine : prairies humides	0.03		8.04	43.67	9.22	2.84
93000117	Marais du Bourget	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	87.14	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : combes et bordure de ruisseau	6.39	0	5.08	60.41	0	0.14
93000118	La Durance (St Crépin - Mt Dauphin)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	52.33	Bordures de cours d'eau	0.19	100	8.63	54.47	1.09	1.07
93000119	Prairies humides de Praux (Rougion)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	6.06	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : pentes et sources	2.14	0	4.81	0	0	0.09
93000120	Sources du Colostre (le Bougès)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	2.49	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : pentes et sources	0		9.38	51.08	0	26.4
93000121	L'Asse (Bégude Blanche - St Julien d'Asse)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	76.68	Bordures de cours d'eau	1.11	0	4.85	17.72	31.54	15.27
93000122	Le Buëch à La Roche des Arnauds	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	HAUTES-ALPES	103.34	Bordures de cours d'eau	0.82	0	4.48	30.71	1.7	2.04
93000123	La Bléone à l'aval de la Javie (entre la Javie et Marcoux)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	161.66	Bordures de cours d'eau	3.34	0.12	3.46	19.86	11.45	0.79
93000124	Gorges du Loup (Courmes - Gourdon)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-MARITIMES	11.59	Bordures de cours d'eau	17.39	45.05	12.3	64.25	0	0.11
93000125	Marais du Verdier (Marais ouest du Vaccarès)	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	BOUCHES-DU-RHONE	119.55	Marais saumâtres aménagés	1.81	81.55	5	37.12	13.09	26.48

RhoMeO

id_site	nom_site	nom_region	nom_dept	surface_ha	type_zh_homeo	presdirect_artif	presdirect_urba	presindir_artif	presindir_urba	presdirect_agri	presindir_agri
93000126	Vallon Saint-Daumas	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAR	17.84	Bordures de cours d'eau	0.68		13.95	46.12	0	5.46
93000127	Mare de Catchéou	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	VAR	0.3	Zones humides ponctuelles : mares temporaires acides	0		15.27	49.34	0	2.53
93000128	Lac du col Bas - Lac noir	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	2.74	Zones humides de bas-fonds en tête de BV : tourbières acides	0		0.97	0	0	0
93000129	Les Ricauds (Ripisylve) Uvernet	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	99.02	Bordures de cours d'eau	4.11	0	4.08	37.52	0	0.1
93000130	La Bléone à l'aval de Digne	PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	139.49	Bordures de cours d'eau	23.33	96.24	10.58	59.92	1.36	3.66