

Note méthodologique concernant l'élaboration de la Trame Verte et Bleue du Pays Marennes-Oléron



TerrOïko



Sommaire

SOMMAIRE	2
TABLE DES FIGURES	3
1. INTRODUCTION	4
A. OBJECTIF DU DOCUMENT	4
B. LA TRAME VERTE ET BLEUE	4
2. MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE	5
A. BASES CONCEPTUELLES DE LA MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE MISE EN OEUVRE	5
B. DESCRIPTION DE LA MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE	5
3. MISE EN ŒUVRE DE LA MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE.....	6
A. COMPILATION DES DONNÉES EXISTANTES.....	6
B. MISE EN COHÉRENCE AVEC LES DOCUMENTS D'ÉCHELLES SUPÉRIEURES	6
4. SIMULATION NUMÉRIQUE AVEC SIMOÏKO	7
A. FONCTIONNEMENT DE SIMOÏKO	7
<i>i. Simulation numérique de dynamique des populations individu centrée et fonctionnalité des réservoirs de biodiversité.....</i>	<i>7</i>
<i>ii. Simulation spatialement explicite de dynamique de métapopulations et fonctionnalité des corridors biologiques.....</i>	<i>8</i>
<i>iii. Interdépendance des compartiments des sous-trames et fonctionnalité du réseau écologique</i>	<i>9</i>
B. AFFINITÉ AU MILIEU ET COEFFICIENTS DE PERMÉABILITÉ	10
5. CONFIGURATIONS DES GUILDES DE L'ÉTUDE	11
A. OCCUPATION DU SOL DE L'AIRE D'ÉTUDE	11
<i>i. Aire d'étude</i>	<i>11</i>
B. OCCUPATION DU SOL.....	13
C. INTÉGRATION DE L'EFFET DE LA SALINITÉ DES MARAIS SUR LES AMPHIBIENS.....	14
D. RÉSUMÉ SYNTHÉTIQUE DES CONFIGURATIONS	19
E. DÉTAIL DES CONFIGURATIONS DE CHAQUE GUILDE.....	24
6. DÉFINITION DES ÉLÉMENTS DE LA TRAME VERTE ET BLEUE DU TERRITOIRE	24
A. LES RÉSERVOIRS DE BIODIVERSITÉ	24
B. LES CONTINUUMS	24
C. LES CORRIDORS BIOLOGIQUES.....	25
D. DÉFINITION SPATIALE DES ÉLÉMENTS DE LA TVB ; COHÉRENCE AVEC LE SRCE POITOU-CHARENTES.....	25
7. BIBLIOGRAPHIE	26

Table des figures

Figure 1 : Représentation schématique de la méthodologie mise en œuvre pour la réalisation de la TVB du PMO	6
Figure 2 : Cycle de vie du crapaud accoucheur tel que simulé dans SimOïko	8
Figure 3 : Illustration du fonctionnement des déplacements individuels simulés par SimOïko	9
Figure 4 : Représentation des coefficients de perméabilité en fonction de la réduction de la distance parcourable.....	11
Figure 5 : Aire d'étude pour l'élaboration de la Trame Verte et Bleue du Pays Marennes-Oléron	13
Figure 6 : Occupation du sol de l'aire d'étude utilisée pour le diagnostic du fonctionnement des réseaux écologiques du Pays Marennes-Olérons.	15
Figure 7 ; Occupation du sol détaillée de l'aire d'étude utilisée pour le diagnostic du fonctionnement des réseaux écologiques du Pays Marennes-Oléron (légende fournie en annexe SIG par souci de lisibilité).	16
Figure 8 : Extrait au 1/5000 de l'occupation du sol de l'aire d'étude utilisée pour le diagnostic du fonctionnement des réseaux écologiques du Pays Marennes-Oléron.....	17
Figure 9 : Salinité des masses d'eaux terrestres	18
Figure 10 : Illustration sur la sous-trame littorale (vagues bleues) de la méthode d'affinage du SRCE (en jaune) mise en œuvre pour l'échelle du plan paysage du PMO. Sur cette carte au 1/5000, correspondant à l'échelle de travail de la mission, les flèches rouges correspondent aux corrections d'emprises des réservoirs de biodiversité du SRCE de Poitou Charentes au 1/100000 ayant pu être affinées par la présente étude au 1/5000. Similairement, les flèches bleues, présentent les extensions des réservoirs identifiées à l'échelle du SRCE n'ayant pas pu être détectées à son échelle de travail. Les flèches vertes quant à elles correspondent aux extensions de réservoirs de biodiversités proposées au regard de la conservation des unités biophysiques et paysagères fonctionnelles n'ayant pas été identifiées à l'échelle du SRCE. Enfin, les étoiles noires correspondent aux localisations de contours des réservoirs de biodiversités retravaillées pour en exclure les emprises de la tâche urbaine (en rouge) du PMO.}.....	26

1. Introduction

a. Objectif du document

La note méthodologique de l'étude a pour objectif de présenter les concepts et les moyens de leurs mise en œuvre dans l'étude du fonctionnement des réseaux écologiques du Pays Marennes Oléron (PMO) et de la définition de la Trame Verte et Bleue (TVB) de ce territoire. Il s'agit donc d'un document technique sur lequel un effort de pédagogie a été effectué pour que l'ensemble des personnes puisse comprendre simplement la méthodologie mise en œuvre. Ce document vise à expliciter l'ensemble des éléments d'analyse mis en œuvre ainsi que les processus décisionnels ayant conduits à l'élaboration de la TVB du territoire, des objectifs stratégiques de préservation / restauration de cette TVB et du plan d'action qui en découle.

Ce document vise donc à :

- ◆ présenter et détailler l'approche utilisée dans l'étude,
- ◆ expliquer le fonctionnement de l'outil de simulation numérique de dynamique de métapopulations SimOïko,
- ◆ présenter la méthode de définition des réservoirs, continuum et corridors,
- ◆ présenter les paramètres biologiques et leurs valeurs, supports de la configuration de SimOïko.

b. La Trame Verte et Bleue

La Trame Verte et Bleue est un outil d'aménagement du territoire qui vise à concilier le développement territorial et la conservation de la biodiversité face aux pressions anthropiques et au réchauffement climatique. La TVB doit permettre aux espèces animales et végétales d'accomplir leurs cycles biologiques (au sein des réservoirs de biodiversité) et de se déplacer au sein du territoire afin d'assurer le maintien et le bon état de conservation de la biodiversité au sens le plus large de ce terme : de la diversité génétique au sein d'une espèce jusqu'au fonctionnement des écosystèmes et des services qu'ils rendent.

La TVB est constituée d'éléments paysagers permettant le maintien et le déplacement des espèces (réservoirs de biodiversité et corridors biologiques). Ce volet paysager de la TVB constitue la partie structurelle de la TVB dont l'identification réglementaire est clairement définie.

Si la composante structurelle de la TVB permet d'identifier les structures paysagères de support du maintien de la biodiversité, l'objectif de la TVB va plus loin et requière une analyse fonctionnelle de cette composante structurelle. C'est à dire que la définition de la TVB doit prendre en compte la fonctionnalité des différents éléments structurels de la TVB (réservoirs de biodiversité et corridors biologiques). En effet, diverses raisons peuvent faire que des éléments paysagers identifiés structurellement ou réglementairement comme réservoirs de biodiversité ne soient pas fonctionnels (isolement géographique, taille trop restreinte, etc). De la même façon, certaines structures paysagères identifiées réglementairement comme appartenant à la TVB peuvent être non-fonctionnelles (corridors non connectés à des réservoirs de biodiversité, corridors alternatifs plus attractifs, etc). A l'inverse, il est à noter que de nombreux corridors fonctionnels sont supportés par des structures paysagères non caractéristiques ou trop diffuses pour être clairement définies d'un point de vue structurel.

2. Méthodologie générale de l'étude

a. Bases conceptuelles de la méthodologie générale mise en oeuvre

Pour l'élaboration de la méthodologie générale, nous avons transféré l'approche conceptuelle proposée par Clobert et al. (2013) et complétée par Baguette et al. (2013) au cadre opérationnel des études TVB. Elle consiste dans un premier temps en une modélisation des dynamiques de métapopulations (démographie et flux d'individus) de plusieurs espèces ou guildes fonctionnelles cibles au sein de l'aire d'étude. Dans un second temps, les résultats obtenus espèce par espèce sont soumis à « une superposition » afin de définir la fonctionnalité des trames étudiées (Baguette et al. 2013). Si d'un point de vue théorique, ce cadre conceptuel, permet de comprendre finement le fonctionnement des réseaux écologiques, il est insuffisant pour élaborer l'outil d'aide à la décision pour l'aménagement du territoire que constitue la TVB et a donc été enrichie de phase de concertations techniques et non technique assurer l'opérationnalité de la méthodologie générale.

Pour modéliser, le fonctionnement des métapopulations d'espèces cibles, TerrOïko a développé SimOïko qui valorise les travaux de recherche issus de plusieurs projets nationaux et européens concernant le fonctionnement des métapopulations animales et végétales (ANR : Mobigène, DIAMES, Projets européens : FP6 TenLAMAS et FP7 SCALES). SimOïko a été testé et validé par la comparaison des résultats obtenus grâce à ce simulateur avec les résultats obtenus par d'autres modèles (Moulherat 2014) ainsi que par la comparaison avec des données réelles issues du terrain (Moulherat et al. 2018).

L'utilisation de ces outils et approches conceptuels permettra de réaliser une analyse du fonctionnement des réseaux écologiques du Pays Marennes-Oléron précise et pertinente, basée sur les nouvelles méthodes scientifiques développées par la recherche européenne (Kukkala and Moilanen 2012, Baguette et al. 2013, Gunton et al. 2016).

b. Description de la méthodologie générale de l'étude

La méthodologie utilisée dans cette étude pour élaborer la TVB du PMO est basée sur une approche complémentaire et itérative entre les expertises des acteurs du territoire, les apports du plan paysage dans lequel s'insère cette étude et l'utilisation de modèle de simulation numérique de dynamique de population animale réalisées avec SimOïko.

La méthodologie générale d'élaboration de la TVB, schématiquement représenté Figure 1, se décompose avec les étapes suivantes :

1. Compilation des données existantes et utilisables sur le territoire.
2. Définition en atelier de travail des éléments de support de la TVB du territoire : choix des sous-trames à étudier, choix des espèces / guildes fonctionnelles à simuler, etc.
3. Réalisation d'une préfiguration du fonctionnement des populations d'espèces cibles par simulation numérique.
4. Orientation des inventaires de terrain à réaliser au regard des résultats de préfiguration.
5. Réalisation des campagnes de terrain.
6. Intégration des résultats des campagnes de terrain pour réaliser le diagnostic du fonctionnement des populations des espèces cibles par simulation numérique.
7. Co-construction en atelier des sous-trames et de la TVB du PMO et identification des enjeux en interprétant les résultats de simulation numérique à la lumière des expertises locales.

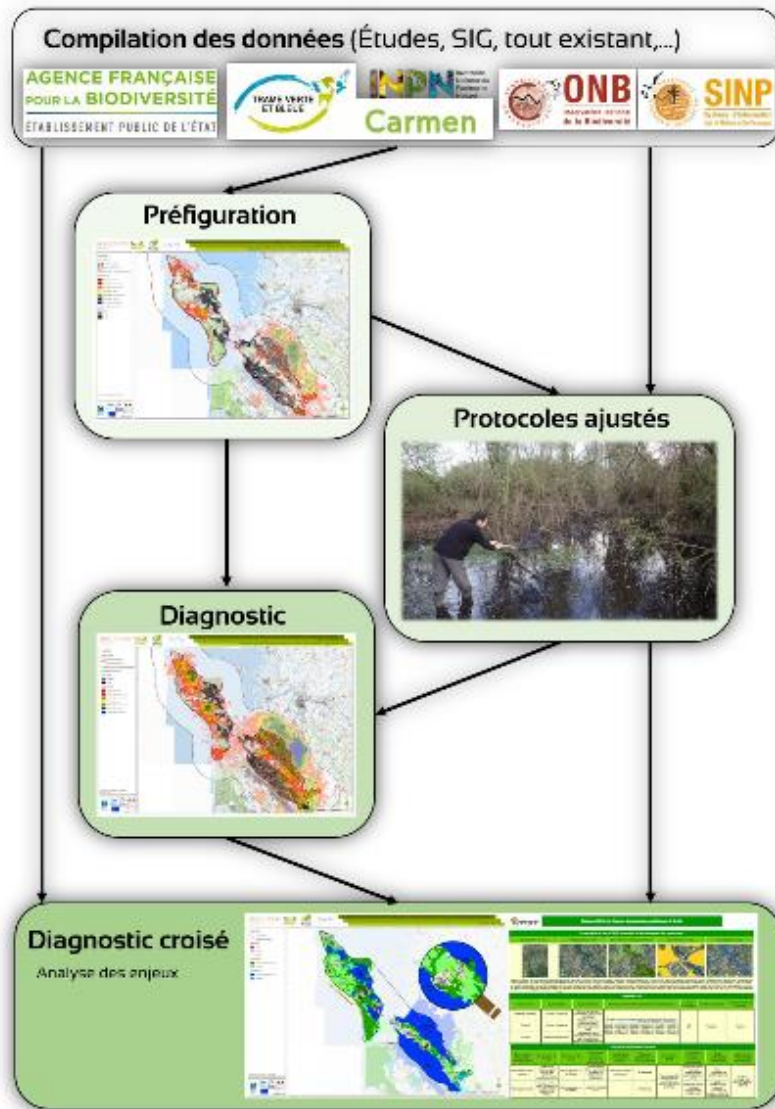


Figure 1 : Représentation schématique de la méthodologie mise en œuvre pour la réalisation de la TVB du PMO

3. Mise en œuvre de la méthodologie générale

a. Compilation des données existantes

L'ensemble des données collectées et intégrées à l'étude sont listées dans le tableau en annexe du document (CompilData.xlsx)

Atelier de cadrage sur les sous-trames et les espèces cibles de l'étude

b. Mise en cohérence avec les documents d'échelles supérieures

La Trame Verte et Bleue (TVB) du Pays Marennes-Oléron (PMO) doit être cohérente avec le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) de la région Poitou-Charentes (nouvellement région

Nouvelle-Aquitaine). D'un point de vue méthodologique, la méthodologie de simulation numérique proposée par TerrOïko assure la compatibilité des résultats de l'étude avec les schémas d'aménagement TVB des échelles administratives supérieures quelle que soit la méthodologie avec laquelle ils ont été élaborés. Toutefois, il est nécessaire de conserver une certaine cohérence entre les échelles concernant la structuration de la TVB en termes de sous-trame (sous-trame du SRCE Poitou-Charentes : forêts et landes, ouverte, prairies calcicoles, humide, bocagère). Il a ainsi été décidé lors de l'atelier méthodologique du 04-01-2017 à Marennes d'adapter les sous-trames du SRCE au territoire du PMO en fonction :

- ◆ des milieux naturels existants sur le territoire,
- ◆ des enjeux conservatoires sur les milieux naturels du territoire,
- ◆ de la cohérence des sous-trames proposées avec les sous-trames du SRCE Poitou-Charentes.

En lien avec le choix des sous-trames à étudier, les milieux naturels associés ont été discutés. Le résultat de ces discussions a mené à la construction de 5 sous-trames :

- ◆ forestière,
- ◆ ouverte,
- ◆ littorale,
- ◆ humide,
- ◆ landes et milieux de transition.

Les sous-trames choisies sont cohérentes avec les orientations nationales, du SRCE Poitou-Charentes et des enjeux locaux. Le fonctionnement des réseaux écologiques de l'ensemble de ces sous-trames sera étudié à l'aide de simulations numériques réalisées avec SimOïko.

4. Simulation numérique avec SimOïko

La plateforme de simulation numérique SimOïko utilisée pour étudier le fonctionnement des réseaux écologiques du PMO est dérivée du modèle de recherche MetaConnect développé lors de la thèse de S. Moulherat au CNRS (Moulherat 2014).

a. Fonctionnement de SimOïko

SimOïko est un outil de simulation numérique des dynamiques de métapopulations individu centré spatialement explicite. Ce type d'outil permet, entre autres avantages, d'évaluer le caractère fonctionnel du fonctionnement des réseaux écologiques tel que requis par l'article L371-2 du Code de l'Environnement.

i. Simulation numérique de dynamique des populations individu centrée et fonctionnalité des réservoirs de biodiversité

La dynamique des populations correspond à l'étude de la vie de l'espèce considérée. SimOïko est dit individu centré car le cycle de vie de chacun des individus d'une population est simulé dans son

intégralité. Le simulateur offre donc la possibilité de suivre les trajectoires des individus : pour chaque pas de temps (ici une année) le nombre d'individus présents dans chaque patch d'habitat et les endroits où ils se déplacent pour aller d'un patch à un autre sont enregistrés. En fin de simulation nous avons donc une idée des probabilités de maintien des populations dans chaque patch d'habitat, des tailles de populations dans chacun de ces patches, des mouvements effectués par les individus dispersants et même des informations sur la génétique des populations (consanguinité et degré d'isolement génétique). Ainsi, SimOïko permet à partir d'informations simples (fécondité, survie, ...) de simuler la dynamique d'une population en prenant en compte la variabilité qu'il peut exister entre deux individus (stochasticité démographique, variabilité inter-individuelle, ...). Les résultats obtenus permettent à l'échelle d'un patch d'habitat, d'estimer des tailles de populations et de déterminer des probabilités d'extinction de ces populations.

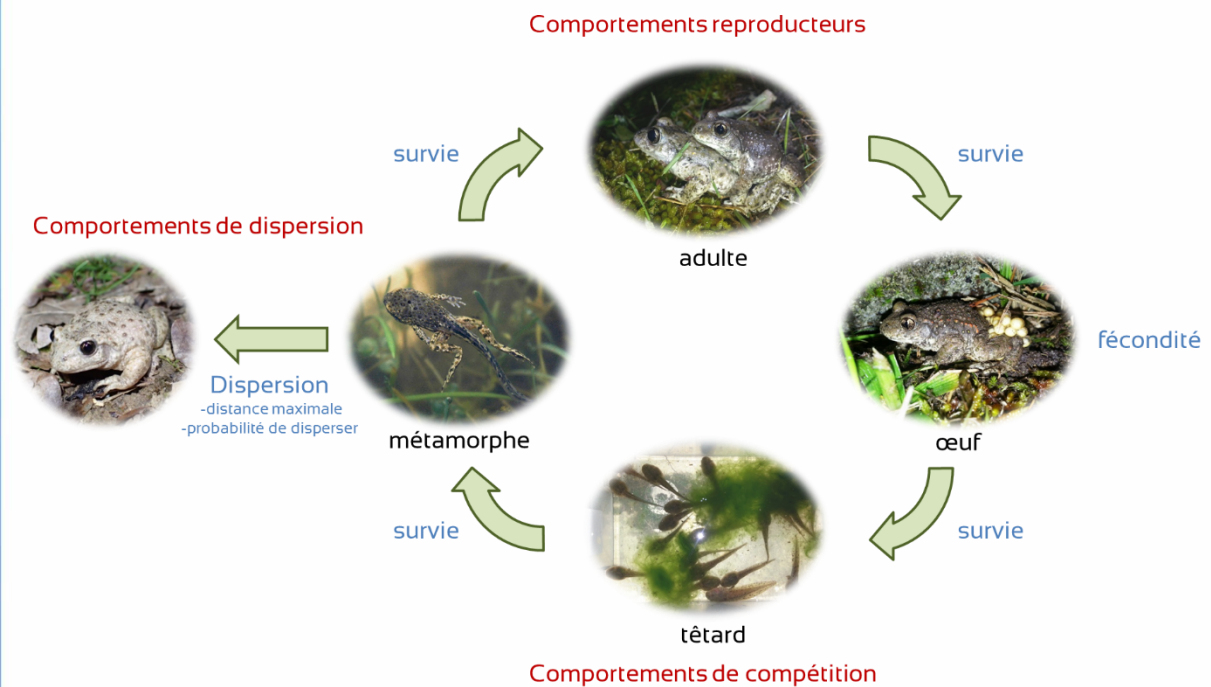


Figure 2 : Cycle de vie du crapaud accoucheur tel que simulé dans SimOïko

Pour la réalisation d'une étude TVB, chaque patch d'habitat potentiel d'une sous-trame est considéré comme un potentiel réservoir de biodiversité. Dès lors que SimOïko est en mesure d'estimer des probabilités d'extinction par patch, en multipliant le nombre d'espèces simulées sur le patch, il est possible d'obtenir une mesure de la fonctionnalité des réservoirs de biodiversité grâce à la relation suivante :

$$F_p = \frac{\sum_{i=1}^n Pe_i}{n} \times 100$$

avec F_p la fonctionnalité du $p^{\text{ième}}$ réservoir, n le nombre d'espèces ou guildes utilisées pour la sous-trame étudiée et Pe la probabilité d'extinction pour l'espèce/gilde i dans le réservoir p .

ii. Simulation spatialement explicite de dynamique de métapopulations et fonctionnalité des corridors biologiques

Une métapopulation est un réseau de populations plus ou moins connectées entre elles grâce à des flux d'individus se déplaçant d'un patch à l'autre. Une métapopulation est donc un réseau écologique. SimOïko est dit spatialement explicite car il permet de simuler le comportement des individus lors de leurs déplacements entre les patches d'habitat favorables lors des phases de dispersion. Dès lors, chaque individu se déplace au sein du paysage en fonction de ses affinités avec les différents milieux naturels rencontrés. Ces préférences sont exprimées sous la forme de coefficients de friction ou perméabilité ou encore rugosité. En fonction des espèces et des besoins de l'étude, une large gamme d'algorithmes de dispersion sont utilisables. On notera en particulier la disponibilité des algorithmes :

- ◆ de marche aléatoire (RW) qui sont strictement équivalents aux algorithmes utilisés dans les méthodologies dites de coût/déplacement, d'aire de migration simulées, ...
- ◆ de chemin de moindre coût (LCP) notamment utilisés dans l'approche par graphes paysagers,
- ◆ du *Stochastic Movement Simulator* (SMS) (Palmer et al. 2011) qui est à l'heure actuelle, le seul algorithme de dispersion qui a pu montrer une congruence réaliste entre résultats de simulation et réalité de terrain (Coulon et al. 2015).

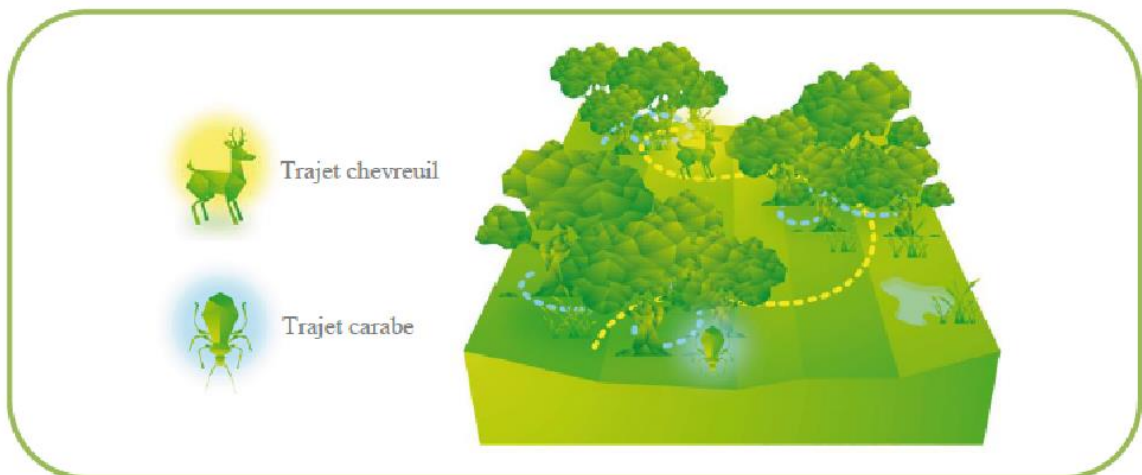


Figure 3 : Illustration du fonctionnement des déplacements individuels simulés par SimOïko

Grâce à son caractère spatialement explicite, SimOïko permet d'identifier les secteurs préférentiels de déplacement des espèces/guildes et de produire des cartes de fréquentation. Comme pour la fonctionnalité des réservoirs, il est possible d'estimer la fonctionnalité des corridors biologiques ainsi identifiés. Les corridors seront fonctionnels lorsqu'un nombre important d'une grande diversité d'espèces/guides les emprunte et non fonctionnels lorsqu'ils ne sont utilisés que par quelques espèces ou individus.

iii. Interdépendance des compartiments des sous-trames et fonctionnalité du réseau écologique

Contrairement aux autres outils couramment utilisés pour l'élaboration des TVB, SimOïko permet d'évaluer la fonctionnalité des réseaux écologiques. En effet, contrairement à ces outils, la simulation des déplacements des individus est étroitement liée à la dynamique des populations des patches émetteurs d'individus dispersants (Calabrese and Fagan 2004). Les deux sections

précédentes ont permis de montrer comment cette fonctionnalité est évaluée pour les deux compartiments d'une sous-trame réservoirs et corridors). SimOïko permet aussi de réaliser une analyse de la fonctionnalité des réseaux écologiques à l'échelle du réseau dans son ensemble permettant ainsi :

- ◆ la détection de corridors en pas japonais ou de patchs relais dans le cas où les corridors biologiques sont ponctués de patchs d'habitat potentiel présentant des dynamiques d'extinction recolonisation importantes (patch trop petit, de qualité insuffisante ou trop peu connecté pour permettre de constituer un réservoir fonctionnel),
- ◆ identifier la source des problèmes de fonctionnement du réseau (présence d'obstacle? structure paysagère inadaptée? qualité de l'habitat?...),
- ◆ hiérarchiser les actions de protection/restauration.

Ainsi, à titre d'exemple un patch de qualité insuffisante verra sa population disparaître (réservoir non fonctionnel). De ce fait, même si la structure paysagère alentour est favorable au déplacement des individus, les corridors qu'ils pourraient constituer ne seront pas fonctionnels. Source du problème : qualité du patch ; hiérarchisation des actions : améliorer la qualité du patch.

b. Affinité au milieu et coefficients de perméabilité

La méthode de calcul des coefficients de perméabilité utilisée par TerrOïko permet de traduire dans les algorithmes de dispersion, la modification des capacités de dispersion d'une espèce/gilde en fonction du type de milieu traversé. La définition de cette interaction entre l'espèce/gilde modélisée et les milieux naturels lors des événements de dispersion passe par l'estimation de coefficients de perméabilité. Une estimation de ces coefficients sans protocole d'acquisition ni harmonisation entre sources d'information (avis d'expert et littérature) peut aboutir à des biais de résultats (certains experts notent entre 1-5 d'autres entre 1-100, ...). Dans un souci d'harmonisation de la méthodologie d'estimation de ces coefficients de perméabilité, TerrOïko utilise une procédure plus représentative de la réalité de terrain.

Les coefficients de perméabilité estimés par TerrOïko sont normalisés entre 1 et 10 où la valeur 1 correspond aux milieux dans lesquels l'espèce/gilde peut se déplacer le plus loin (100% de ses capacités) et où la valeur 10 correspond à un milieu infranchissable. Le coefficient de perméabilité d'un milieu donné est alors estimé selon la réduction relative des capacités de dispersion de la guildes dans ce milieu par rapport au milieu de référence (de valeur 1).

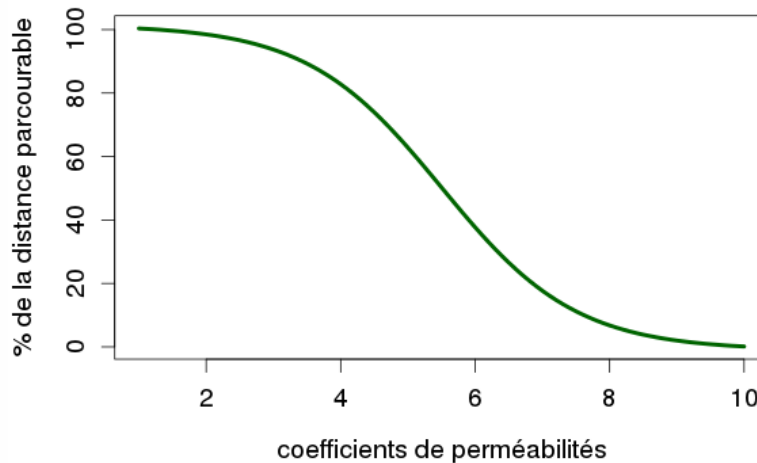


Figure 4 : Représentation des coefficients de perméabilité en fonction de la réduction de la distance parcourable

Selon les sources, l'information de capacité de dispersion d'une espèce/guille dans un milieu est donnée soit par sa distance de dispersion (m) soit par une mesure de l'efficacité de dispersion relative au milieu de référence (% ou coefficient de perméabilité sur une échelle linéaire bornée). TerrOïko réalise alors des conversions entre distance de dispersion et valeur du coefficient de perméabilité au cours du processus de normalisation. Ainsi, une réduction de 1 point du coefficient de perméabilité peut tout à fait être traduite en une réduction de la distance de dispersion et vice-versa. Ainsi, au cours de la validation des coefficients de perméabilité par des experts locaux, ceux-ci peuvent renseigner l'un ou l'autre des paramètres sans impact sur cette méthode de calcul.

Tableau 1 : Exemple de tableau de conversion pour une espèce/guille dont la distance de dispersion maximale est de 70 km

Réduction des capacités de dispersion (%)	0	5	20	30	50
Distance de dispersion (km)	70	66,5	56	49	35
Coefficient de perméabilité	1	1,87	4,24	5,59	7,75

Vous trouverez dans un tableau, pour chaque espèce/guille et pour chaque milieu, un coefficient de perméabilité tel que SimOïko le traduit avec entre parenthèse l'équivalent en % de réduction d'efficacité de déplacement maximal et l'équivalent en distance parcourable en moins par rapport au milieu référent. Ces estimations ont été faites soit à partir de données de la littérature scientifique existante soit à partir d'avis d'experts académiques membres du conseil scientifique de TerrOïko ou contactés spécifiquement pour l'occasion pour l'ensemble des milieux de la typologie EUNIS. Dans ce document, les coefficients de perméabilité sont fournis pour la typologie EUNIS.

5. Configurations des guildes de l'étude

a. Occupation du sol de l'aire d'étude

i. Aire d'étude

Le choix de l'aire et de l'échelle d'étude pour pouvoir déceler l'impact d'un projet sur les déplacements des espèces dépend des capacités de dispersion des espèces étudiées à : par exemple, pour traiter des espèces à faible capacité de dispersion inférieure à 1km, il est nécessaire

Note méthodologique concernant l'élaboration de la Trame Verte et Bleue du Pays Marennes-Oléron

de travailler au minimum à l'échelle du kilomètre, et l'aire d'étude pourrait être limitée à une bande de 1 km de part et d'autre.

D'après notre expérience et les informations sur les espèces du territoire dont nous disposons déjà, nous avons optimisé une aire d'étude ou zone d'influence de 5 km autour du PMO qui permettra de comprendre l'intérêt de cette zone pour toutes les guildes/espèces représentatives des sous-trames. Cette largeur de bande permet de réaliser un diagnostic à fine échelle de l'impact du projet sur les déplacements des espèces les plus sensibles à la fragmentation (petites et moyennes espèces à capacités de dispersion faibles (<1 km) à moyenne (<5 km) et faibles tailles de populations (Fahrig 2003)). Cette zone d'influence couvre donc une grande majorité des espèces de cohérence TVB ou à enjeux de protection du territoire (amphibiens, reptiles, insectes, petits mammifères). Cette largeur de zone d'influence est aussi pertinente pour les espèces de plus grandes tailles et à meilleures capacités de dispersion (>5 km) (grands mammifères, oiseaux, chiroptères) pour lesquelles les modifications dans leur comportement de dispersion seront détectées.

Cette aire d'étude étendue, permet en outre de bien comprendre les interactions des réseaux écologiques du territoire avec ceux des territoires adjacents et d'assurer ainsi la cohérence entre l'ensemble des TVB de ces espaces.

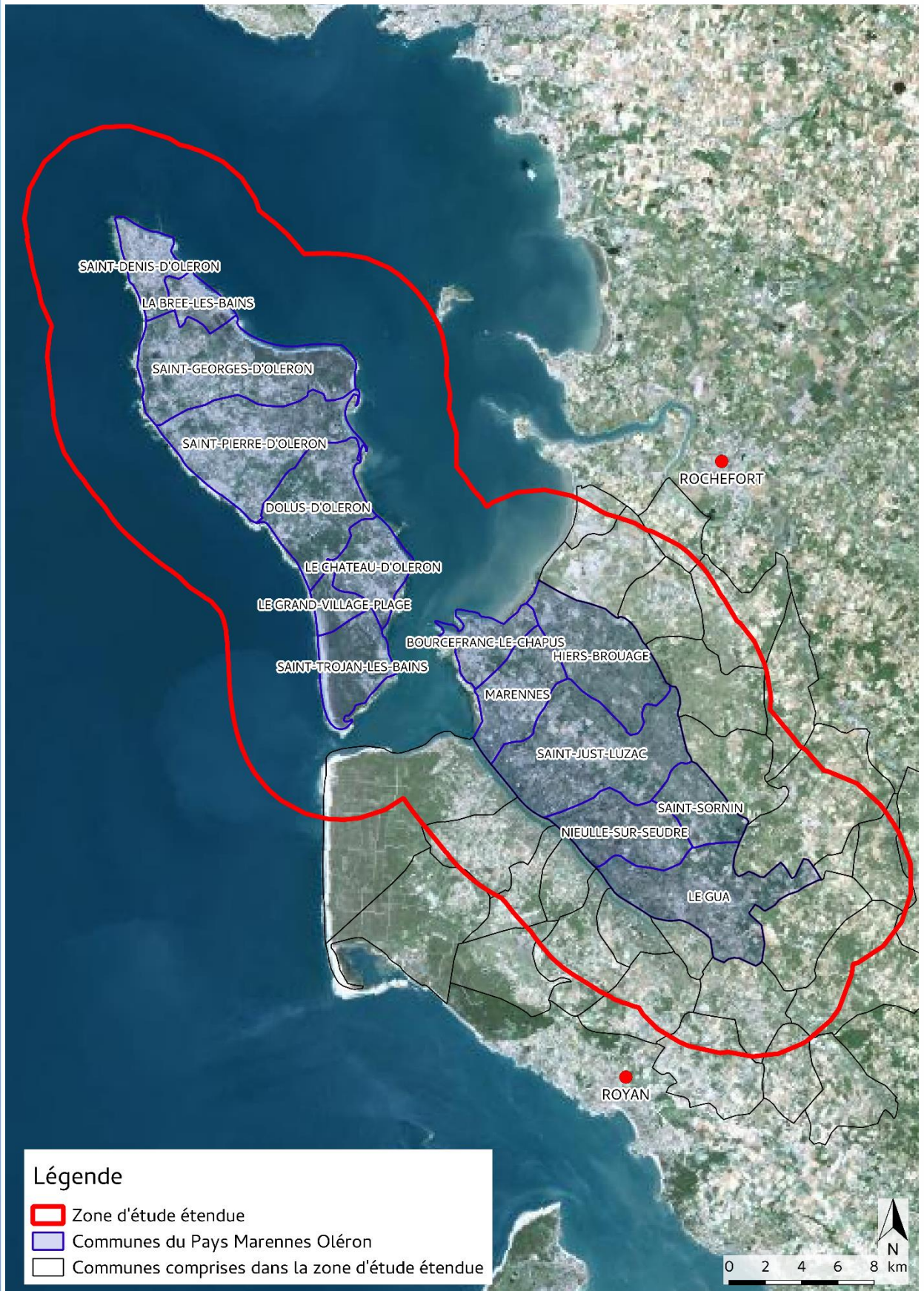


Figure 5 : Aire d'étude pour l'élaboration de la Trame Verte et Bleue du Pays Marennes-Oléron

b. Occupation du sol

L'occupation du sol du Pays Marennes-Oléron a été réalisée à partir de la couche d'occupation du sol 2014 du territoire en convertissant la typologie spécifique de ce document dans la typologie EUNIS. L'occupation du sol a alors été enrichie par la phase de terrain réalisée au cours du printemps-été 2017 (Figure 6). Lors du RDV n°2, le Conseil départementale (CD) nous a fait part d'une étude en cours de finalisation susceptible d'alimenter l'étude de la TVB du PMO. Si les données d'inventaires faune sont exploitables, les données d'occupation du sol ne le sont pas en l'état :

- ❖ la résolution spatiale est bien moindre que celle de l'OS PMO et les incohérences entre les deux sources de données sont très importantes,
- ❖ les standards de réalisation ne sont pas respectés dans la couche OS du CD (auto-intersection, recouvrements, jointures défailtantes,...) ce qui limite la plupart des traitements automatisés de la donnée.

Proposition a été faite d'intégrer manuellement ces données à l'OS PMO, mais le ratio coût additionnel de l'opération au regard du bénéfice de qualité attendu a penché en faveur de l'abandon partiel de l'utilisation des données du CD.

c. Intégration de l'effet de la salinité des marais sur les amphibiens

Suite à la réalisation de la préfiguration, la salinité des marais a été prise en compte lorsque pertinente à partir des données disponibles issues du DOCOB du marais de Brouage (Figure 9). Pour réaliser cette prise en compte nous nous sommes basé sur les travaux de Thirion (2014) qui outre les informations sur le Pélobate cultripède, renseigne sur les effets de la salinité de l'eau sur la présence et la reproduction de différentes espèces d'amphibiens. Ainsi, nous avons fait évoluer les densités d'individus potentiellement présent dans les patches d'habitats potentiels et leurs capacités de déplacement en fonction du niveau de salinité connu des marais. Ces adaptations sont présentées dans le tableau ci-dessous et dérivent directement des travaux de Thirion (2014).

Tableau 2 : Adaptation des densités d'individus et capacités de déplacement au regard du niveau de salinité des marais pour les amphibiens ciblent de l'étude.

Salinité	Salé	Saumâtre	Méso-saumâtre	Oligo-saumâtre	Salé	Saumâtre	Méso-saumâtre	Oligo-saumâtre
Paramètre	Densités				Coefficients de friction			
Guilde HF (Urodèles)	Non Viable	Non Viable	Densité / 10	Densité / 2	10	10	8,56 (-60%)	7,75 (-50%)
Guilde LiM (Pélobate cultripède)	Non Viable	Non Viable	Densité / 10	Densité / 2	9,91 (-90%)	9,64 (-80%)	8,56 (-60%)	7,75 (-50%)

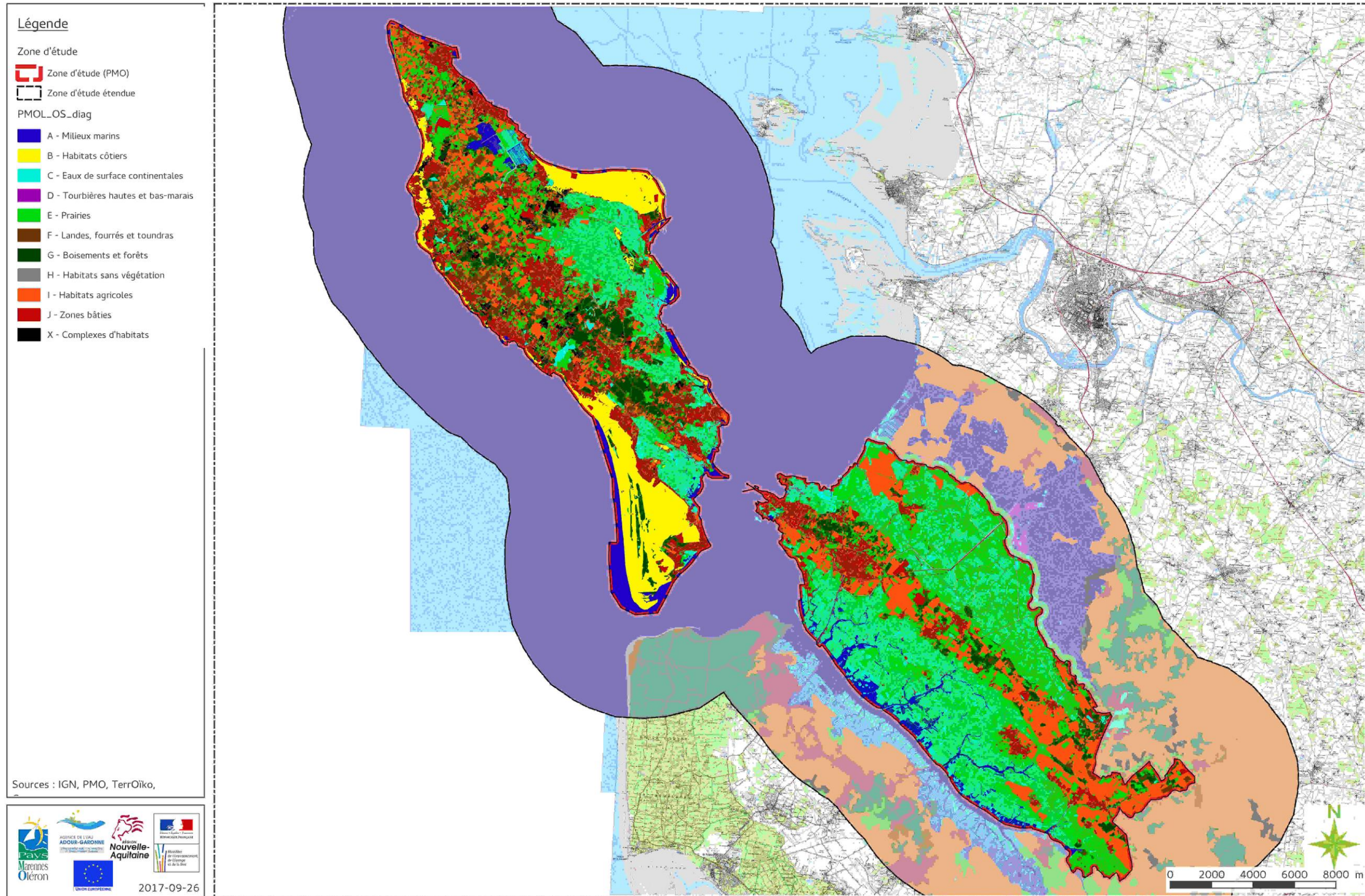


Figure 6 : Occupation du sol de l'aire d'étude utilisée pour le diagnostic du fonctionnement des réseaux écologiques du Pays Marennes-Olérons.

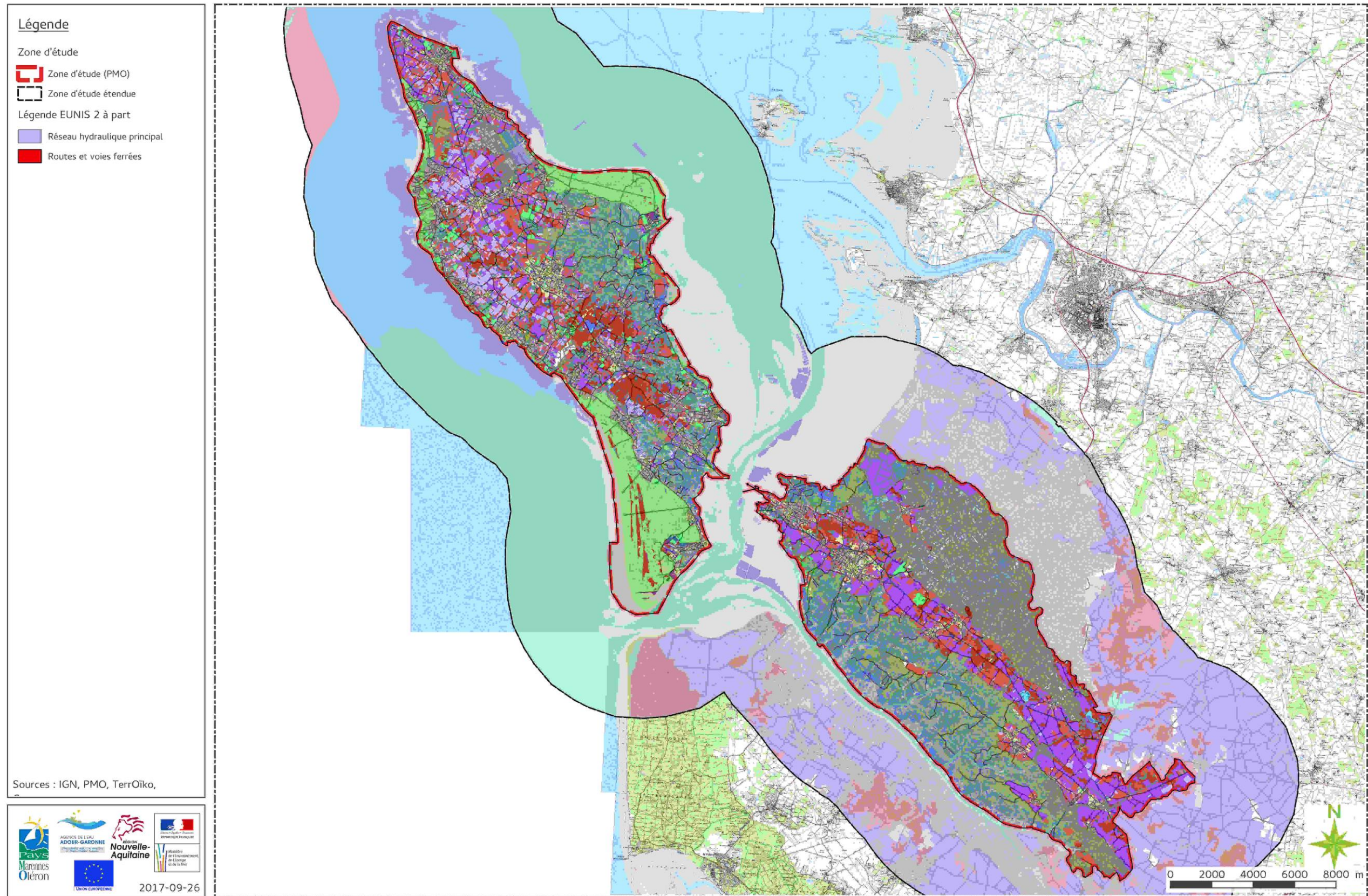


Figure 7 ; Occupation du sol détaillée de l'aire d'étude utilisée pour le diagnostic du fonctionnement des réseaux écologiques du Pays Marennes-Oléron (légende fournie en annexe SIG par souci de lisibilité).

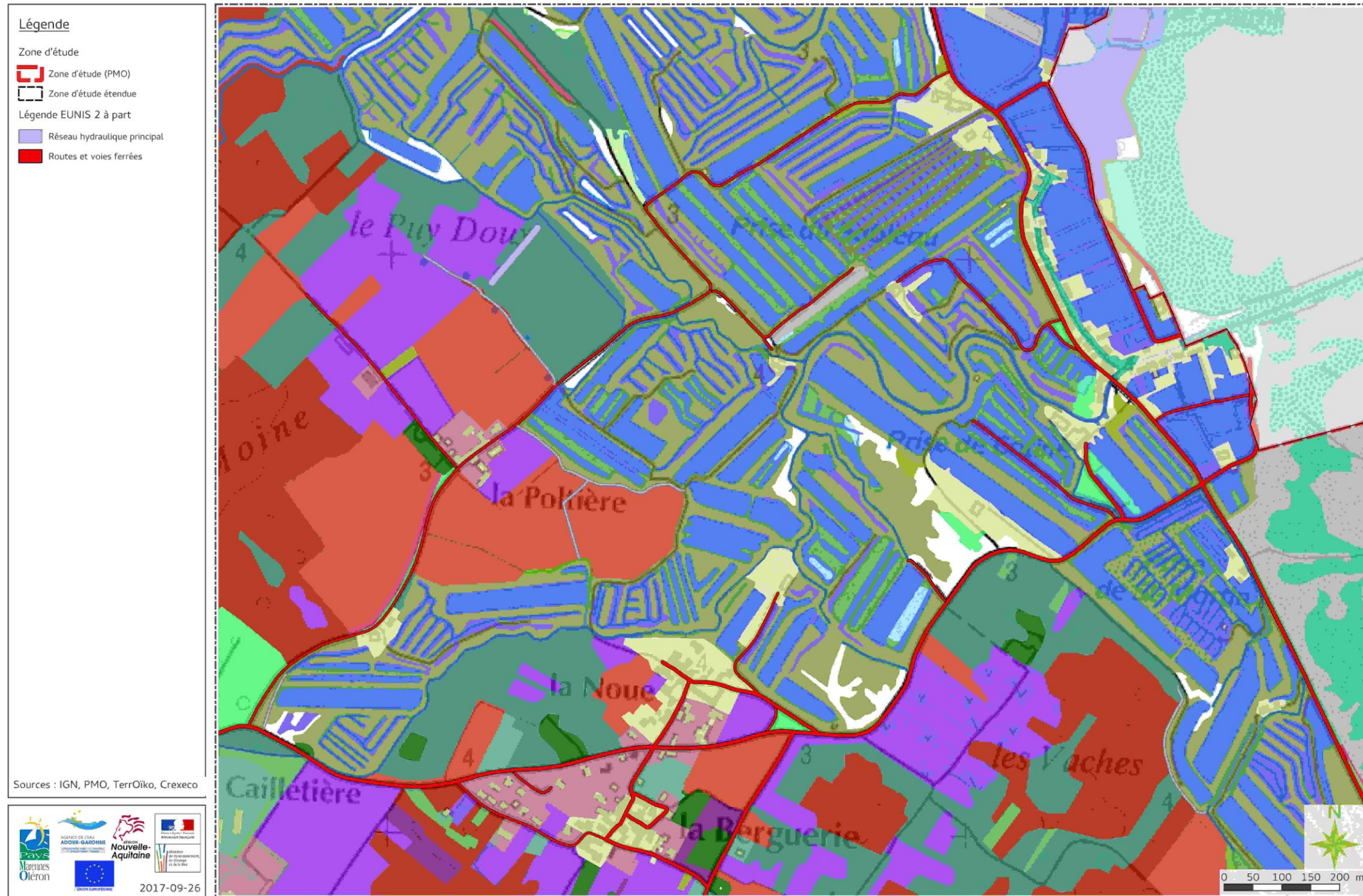


Figure 8 : Extrait au 1/5000 de l'occupation du sol de l'aire d'étude utilisée pour le diagnostic du fonctionnement des réseaux écologiques du Pays Marennes-Oléron

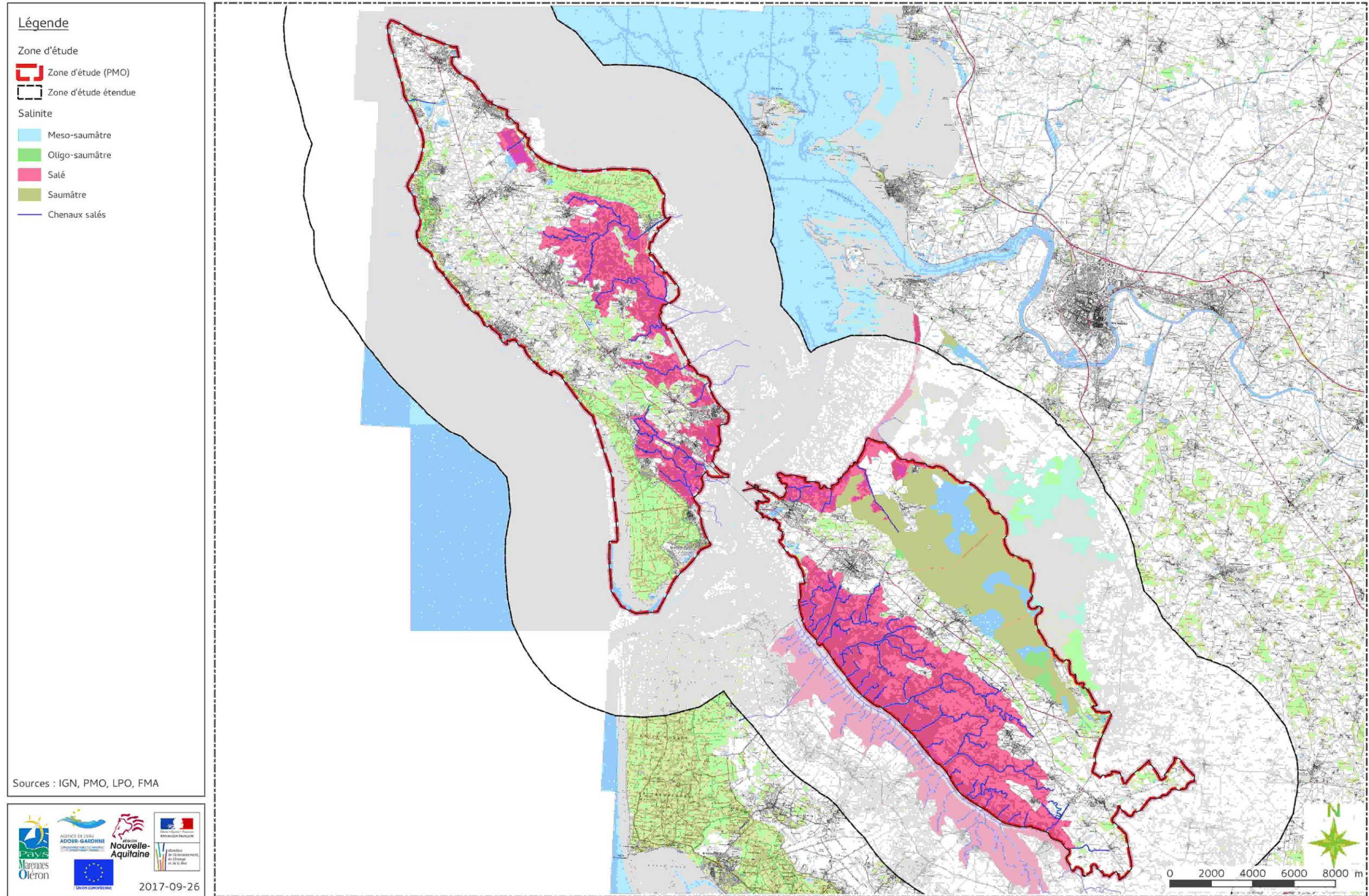
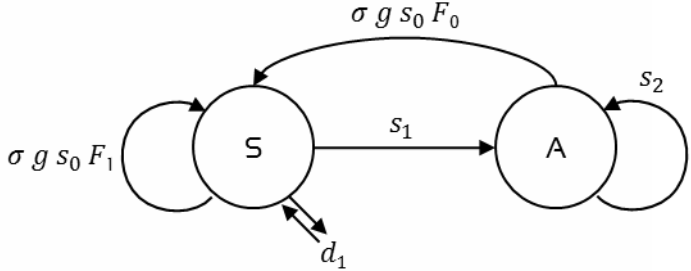
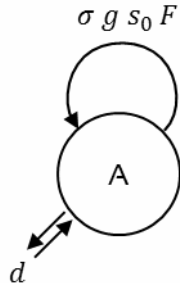
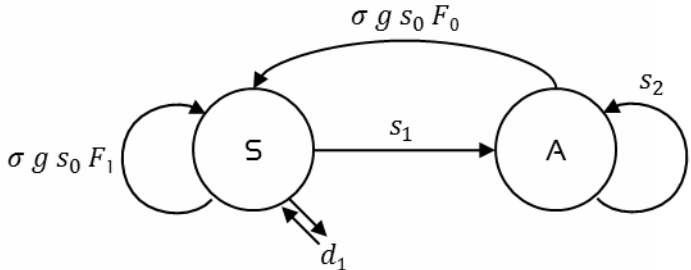
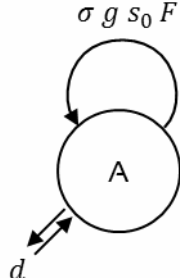
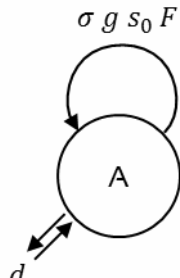
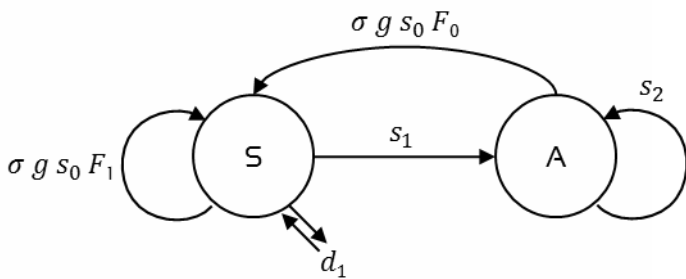


Figure 9 : Salinité des masses d'eaux terrestres

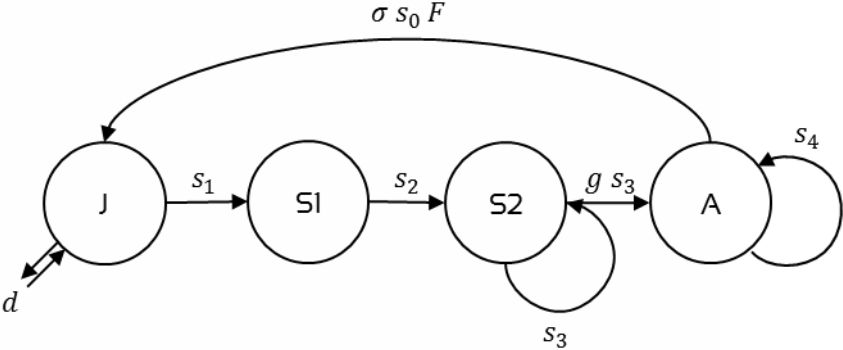
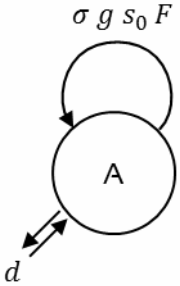
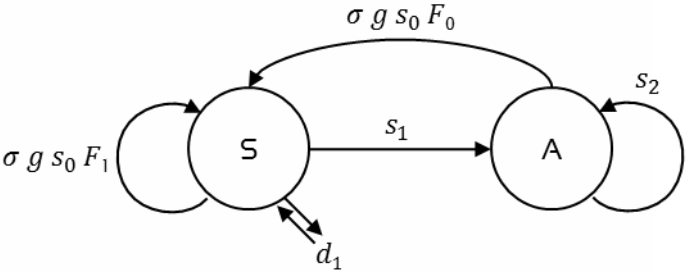
d. Résumé synthétique des configurations

Guilde	Cycle de vie	Paramétrage	Habitat (Code EUNIS)
<i>Sous-trame forestière</i>			
<p>FL : Guilde des espèces forestières à capacité de dispersion forte et à espérance de vie longue. Grands mammifères forestiers <i>Sanglier, chevreuil, cerf, blaireau, ...</i></p>		<p>$F_0 = 6,915$ $F_1 = 2,21$ $s_0 = 0,32$ $s_1 = 0,59$ $s_2 = 0,657$ $d_{max} = 50 \text{ km}$</p>	<p>G F (excepté FB)</p>
<p>FF : Guilde des espèces forestières à capacité de dispersion faibles et espérance de vie courte. Insectes forestiers <i>Papillons, orthoptères</i></p>		<p>$F = 150$ $s_0 = 0,0163$ $d_{max} = 5 \text{ km}$</p>	<p>G E5.2</p>
<p>FM : Guilde des espèces forestières à capacités de dispersion fortes et à espérance de vie modérée. Chauves-souris forestières <i>Grand rhinolophe, rhinolophe euryale</i></p>		<p>$F = 1,1$ $s_0 = 0,61$ $s_1 = 0,8$ $s_2 = 0,8$ $d_{max} = 20 \text{ km}$</p>	<p>G</p>

Guilde	Cycle de vie	Paramétrage	Habitat (Code EUNIS)
<i>Sous-trame ouverte</i>			
<p>OF : Guilde des espèces des milieux ouverts à capacités de dispersion faibles et à espérance de vie courte.</p> <p>Papillons de prairies calcicoles <i>Argus bleue, argus bleue-nacré, argus bleue-céleste</i></p>		<p>$F = 150$ $s_0 = 0,0163$ $d_{max} = 1,5 \text{ km}$</p>	<p>E1.2</p>
<p>OM : Guilde des espèces des milieux ouverts à capacités de dispersion modérées et à espérance de vie courte.</p> <p>Papillons généralistes <i>Machaon, demi-deuil</i></p>		<p>$F = 150$ $s_0 = 0,0163$ $d_{max} = 5 \text{ km}$</p>	<p>E</p>
<p>OL : Guilde des espèces des milieux ouverts à capacités de dispersion fortes et à espérance de vie modérée.</p> <p>Petits mammifères des milieux ouverts <i>Lapin de garenne, lièvre, hérisson</i></p>		<p>$F = 10$ $s_0 = 0,2$ $s_1 = 0,4$ $s_2 = 0,4$ $d_{max} = 10 \text{ km}$</p>	<p>E F (Excepté FB) X09 X10</p>

Guilde	Cycle de vie	Paramétrage	Habitat (Code EUNIS)
<i>Sous-trame littorale</i>			
<p>LiM : Guilde des espèces du littorale à capacités de dispersion modérées et à espérance de vie modérée. Amphibiens littoraux Pélobate cultripède</p>		<p>$F = 1750$ $s_0 = 0,03$ $s_1 = 0,31$ $s_2 = 0,34$ $d_{max} = 4 \text{ km}$</p>	<p>B1.81</p>
<p>LiL : Guilde des espèces du littorale à capacités de dispersion fortes et à espérance de vie modérée. Oiseaux nicheurs</p>		<p>$F = 8$ $s_0 = 0,3$ $s_1 = 0,5$ $s_2 = 0,5$ $d_{max} = 50 \text{ km}$</p>	<p>B1.4 à 7 B2.3 à 6 B3.3 et 4</p>
<p>LiF : Guilde des espèces du littorale à capacités de dispersion faibles et à espérance de vie modérée. Lézard des dunes littorales Lézard ocellé</p>		<p>$F = 13,5$ $s_0 = 0,25$ $s_1 = 0,8$ $s_2 = 0,3675$ $d_{max} = 1 \text{ km}$</p>	<p>B1.4 à 6</p>

Guilde	Cycle de vie	Paramétrage	Habitat (Code EUNIS)
<i>Sous-trame humide</i>			
<p>HL : Guilde des espèces des milieux humides à capacités de dispersion fortes et à espérance de vie longue.</p> <p>Mammifères moyens des milieux humides <i>Loutre, vison, ragondin</i></p>		<p>$F = 3$ $s_0 = 0,7$ $s_1 = 0,6$ $s_2 = 0,7$ $d_{max} = 50 \text{ km}$</p>	<p>C1 C2</p>
<p>HM : Guilde des espèces des milieux humides à capacités de dispersion modérées et à espérance de vie courte.</p> <p>Rhopalocères et orthoptères des milieux humides <i>Cuivré des marais, Conocéphale des roseaux, Criquet tricolore, Agrion de mer, Leste à grands stigmas</i></p>		<p>$F = 150$ $s_0 = 0,0163$ $d_{max} = 5 \text{ km}$</p>	<p>E3 C3 D</p>
<p>HF : Guilde des espèces des milieux humides à capacités de dispersion faibles et à espérance de vie modérée.</p> <p>Amphibiens urodèles <i>Triton marbré, Triton palmé, Rainette méridionale</i></p>		<p>$F = 300$ $s_0 = 0,01$ $s_1 = 0,7$ $s_2 = 0,5$ $s_3 = 0,65$ $d_{max} = 1 \text{ km}$</p>	<p>C1 J5.31</p>

Guilde	Cycle de vie	Paramétrage	Habitat (Code EUNIS)
<i>Sous-trame des landes et milieux de transition</i>			
<p>LaF : Guilde des espèces des landes à capacités de dispersion faibles et à espérance de vie longue. Serpents, lézards <i>Coronelle girondine, Vipère aspic, Lézard vert occidental</i></p>		<p>$F = 10$ $s_0 = 0,5$ $s_1 = 0,6$ $s_2 = 0,6$ $s_3 = 0,6$ $s_4 = 0,7$ $d_{max} = 1 \text{ km}$</p>	<p>F (Excepté FB) E5 X10</p>
<p>LaM : Guilde des espèces des landes à capacités de dispersion modérées et à espérance de vie courte. Orthoptères <i>Criquet des ajoncs</i></p>		<p>$F = 35$ $s_0 = 0,067$ $d_{max} = 5 \text{ km}$</p>	<p>F (Excepté FB)</p>
<p>LaL : Guilde des espèces des landes à capacités de dispersion fortes et à espérance de vie modérée. Oiseaux nicheurs <i>Pie-grièche écorcheur</i></p>		<p>$F = 8$ $s_0 = 0,3$ $s_1 = 0,5$ $s_2 = 0,5$ $d_{max} = 50 \text{ km}$</p>	<p>F (Excepté FB) X10</p>

e. Détail des configurations de chaque guilde

Le détail de la configuration de chaque guilde simulée dans cette étude est fourni en annexe de cette note méthodologique (annexes 1 à 15, une annexe par guilde). Chaque annexe comprend une section écologie générale et cycle de vie et un tableau associant à chaque typologie d'occupation du sol EUNIS rencontré sur le territoire, la qualification en patch d'habitat potentiel ou non, le coefficient de friction attribué et pour les espèces sensibles à la salinité, les capacités d'accueil liées à la salinité.

6. Définition des éléments de la Trame Verte et Bleue du territoire

a. Les réservoirs de biodiversité

Conformément aux recommandations de l'ONTVB, les réservoirs de biodiversité du territoire correspondent aux éléments paysagers au sein desquels, les espèces/guildes cibles de l'étude sont en mesure de réaliser l'intégralité de leurs cycles de vie. Lors de la réalisation des simulations, tous les milieux naturels susceptibles d'abriter les espèces cibles de l'étude sont considérés comme des réservoirs potentiels et ce sont les résultats de la simulation, croisés aux expertises locales qui permettent de définir si oui ou non, chacun de ces espaces constitue, participe ou non à la constitution des réservoirs de biodiversité du territoire. Dans certains cas spécifiques tels que pour la sous-trame littorale, et en accord avec les experts locaux, l'ensemble des marais littoraux ont été considérés comme réservoirs de biodiversité dans la mesure où ces marais offrent des ressources particulièrement importantes pour les espèces littorales du territoire mais aussi des territoires adjacents.

En accord avec les discussions réalisées lors des ateliers des 23/11/2017 (ateliers techniques) et 07/12/2017 (ateliers élus), différents types de réservoirs ont été identifiés :

- ✦ les réservoirs de biodiversité correspondent aux principaux ensembles permettant la réalisation du cycle de vie des espèces/guildes cibles de l'étude,
- ✦ les réservoirs de biodiversité secondaires présentent les mêmes caractéristiques que les réservoirs de biodiversité, ils sont toutefois généralement de plus petite taille, parfois, isolés et peuvent ne présenter un enjeu que faible lorsqu'ils sont à proximité de réservoirs de biodiversité importants ou assez fort s'ils constituent des éléments importants de relais au sein de corridors en pas japonais,
- ✦ les réservoirs de biodiversité connexes ont été définis comme des espaces présentant des caractéristiques proches de celles des réservoirs de biodiversité mais dont la nature et/ou la qualité ne permet pas la réalisation de la totalité du cycle de vie des espèces/guildes cibles de l'étude et qui n'ont pas vocation à pouvoir être plus intéressants pour ces espèces.

b. Les continuums

Dans cette étude, et en accord avec les résultats des ateliers des 23/11/2017 et 07/12/2017, des continuums ont été définis pour la sous-trame ouverte comme des espaces présentant une mosaïque très dense de milieux supports de réservoirs de biodiversité mais dont la fonctionnalité est limitée par leurs petites surfaces et de milieux très favorables aux déplacements des espèces/guildes cibles de l'étude. Ainsi, les continuums identifiés dans cette étude correspondent à des structures paysagères intermédiaires entre les réservoirs de biodiversité et les corridors

biologiques. Ils peuvent en outre être perçus à la fois comme des réservoirs de biodiversité diffus au sein desquels chaque structure paysagère n'a pas les caractéristiques d'un réservoir de biodiversité mais qui pris ensemble présentent ces caractéristiques et comme des corridors biologiques en pas japonais extrêmement fonctionnels et présentant de très nombreux relais.

c. Les corridors biologiques

Les corridors biologiques correspondent dans cette étude aux secteurs dans lesquels les espèces/guildes cibles de l'étude peuvent passer pour aller d'un réservoir biologique (quel que soit son statut) ou un continuum à un autre. Si les résultats de simulation permettent de comprendre finement l'utilisation de l'espace par les espèces/guildes étudiées, ces informations sont trop précises pour constituer un outil de planification opérationnel et seuls les espaces centraux des espaces de déplacement servent à définir les emprises des corridors biologiques (voir section spatialisation des éléments de la TVB).

d. Définition spatiale des éléments de la TVB ; cohérence avec le SRCE Poitou-Charentes

La définition spatiale des différents éléments de la TVB du PMO est réalisée en 5 étapes :

- 1) Analyse des résultats bruts de simulation par TerrOïko et réalisation de premiers tracés sur calques cohérents avec ces résultats de simulations.
- 2) Affinage des tracés réalisés par TerrOïko lors de l'atelier technique du 23/11/2017 permettant de coupler les résultats de simulation avec l'expertise locale.
- 3) Affinage des tracés réalisés en atelier technique lors de l'atelier avec les élus du 07/11/2017 permettant de confronter les résultats de simulations et l'expertise locale à la perception des élus locaux.
- 4) Reprise finale des tracés sous SIG par TerrOïko au 1/5000 permettant d'assurer l'adéquation entre résultats de simulation, expertise technique locale, perception des élus locaux et occupation du sol fine. Lors de cette étape finale, chaque contour des réservoirs de biodiversité identifiés à l'échelle du SRCE (1/100000) est étudié et retravaillé à l'échelle de travail de l'étude (1/5000) afin d'affiner l'identification de la TVB à l'échelle du PMO et d'identifier d'éventuels désaccords et de les justifier (voir figure ci-dessous). En accord avec les techniciens et élus du territoire, une attention particulière a été donnée à la conservation des unités biophysiques et paysagère pertinentes. A titre d'exemple, les champs en grande cultures au sein du marais de Brouage ont été intégrés au réservoir biologique que constitue ce marais.
- 5) Une fois les contours des différents éléments de la TVB réalisés au 1/5000, les zones urbaines intégrées à la tâche urbaine du territoire ont été sorties des réservoirs de biodiversité.

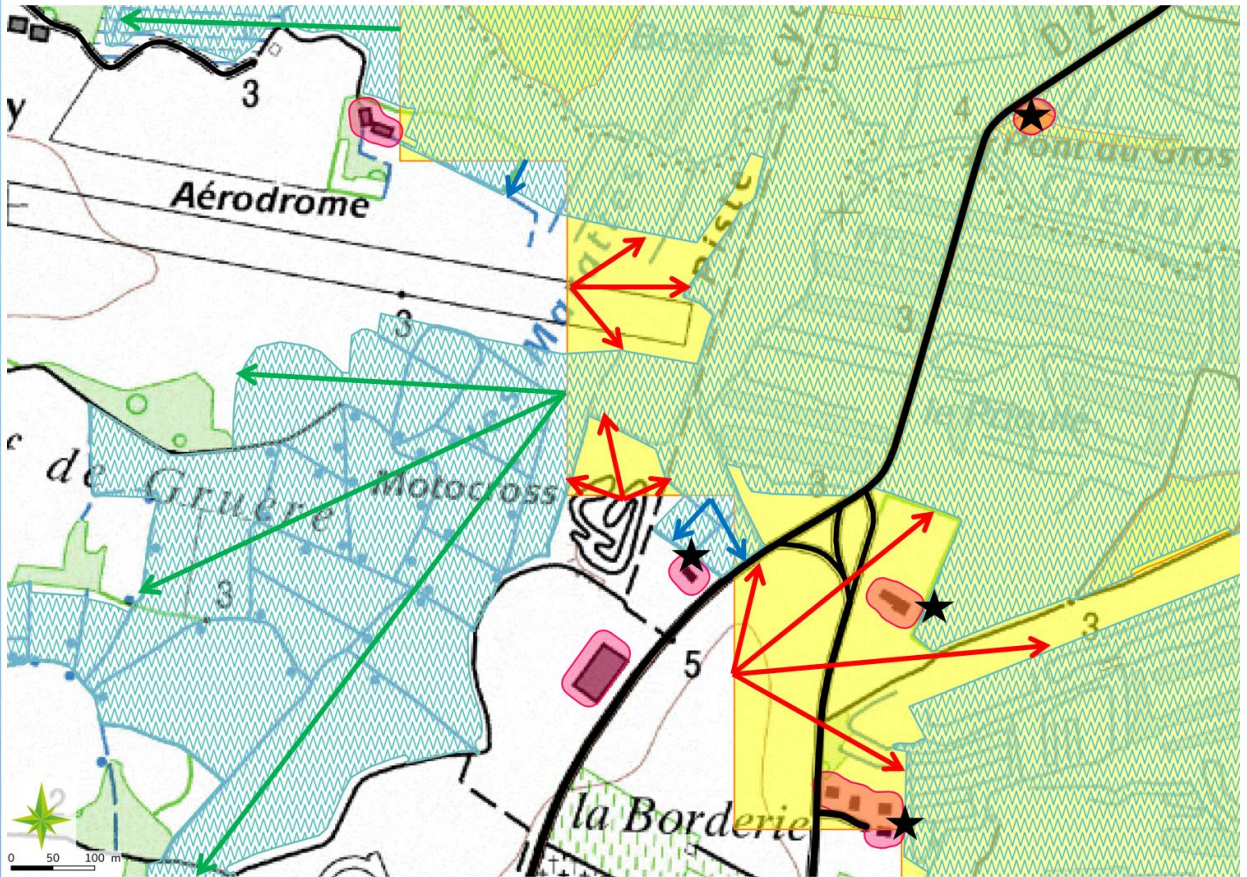


Figure 10 : Illustration sur la sous-trame littorale (vagues bleues) de la méthode d'affinage du SRCE (en jaune) mise en œuvre pour l'échelle du plan paysage du PMO. Sur cette carte au 1/5000, correspondant à l'échelle de travail de la mission, les flèches rouges correspondent aux corrections d'emprises des réservoirs de biodiversité du SRCE de Poitou Charentes au 1/100000 ayant pu être affinées par la présente étude au 1/5000.

Similairement, les flèches bleues, présentent les extensions des réservoirs identifiées à l'échelle du SRCE n'ayant pas pu être détectées à son échelle de travail. Les flèches vertes quant à elles correspondent aux extensions de réservoirs de biodiversités proposées au regard de la conservation des unités biophysiques et paysagères fonctionnelles n'ayant pas été identifiées à l'échelle du SRCE. Enfin, les étoiles noires correspondent aux localisations de contours des réservoirs de biodiversités retravaillées pour en exclure les emprises de la tâche urbaine (en rouge) du PMO.}

7. Bibliographie

- Baguette, M., S. Blanchet, D. Legrand, V. M. Stevens, and C. Turlure. 2013. Individual dispersal, landscape connectivity and ecological networks. *Biological Reviews* **88**:310-326.
- Calabrese, J. M., and W. F. Fagan. 2004. A comparison-shopper's guide to connectivity metrics. *Frontiers in Ecology and the Environment* **2**:529-536.
- Clobert, J., M. Baguette, T. G. Benton, and J. M. Bullock. 2013. *Dispersal Ecology and Evolution*. Oxford University Press.
- Coulon, A., J. Aben, S. C. F. Palmer, V. M. Stevens, D. Strubbe, L. Lens, E. Matthysen, M. Baguette, and J. M. J. Travis. 2015. A stochastic movement simulator improves estimates of landscape connectivity. *Ecology*.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* **34**:487-515.
- Gunton, R., C. Marsh, S. Moulherat, A.-K. Malchow, G. Bocedi, R. Klenke, and W. Kunin. 2016. Multi-criterion trade-offs and synergies for spatial conservation planning. *Journal of Applied Ecology* **54**:903-913.

- Kukkala, A. S., and A. Moilanen. 2012. Core concepts of spatial prioritisation in systematic conservation planning. *Biological Reviews*:n/a-n/a.
- Moulherat, S. 2014. Toward the development of predictive systems ecology modeling: MetaConnect and its use as an innovative modeling platform in theoretical and applied fields of ecological research. Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier.
- Moulherat, S., C. De Roince, J. Remon, Y. Le Gallic, M. Baguette, and J. G. Prunier. 2018. CIRFE - Cumul d'Infrastructures linéaires de transport terrestre et Relations Fonctionnelles Ecologiques. ITTECOP, Paris.
- Palmer, S. C. F., A. Coulon, and J. M. J. Travis. 2011. Introducing a 'stochastic movement simulator' for estimating habitat connectivity. *Methods in Ecology and Evolution*.
- Thirion, J.-M. 2014. Salinity of the reproduction habitats of the Western Spadefoot Toad *Pelobates cultripes* (Cuvier, 1829), along the Atlantic coast of France. *Herpetozoa* **27**:13-20.



Terr Oïko

La biodiversité dans vos projets