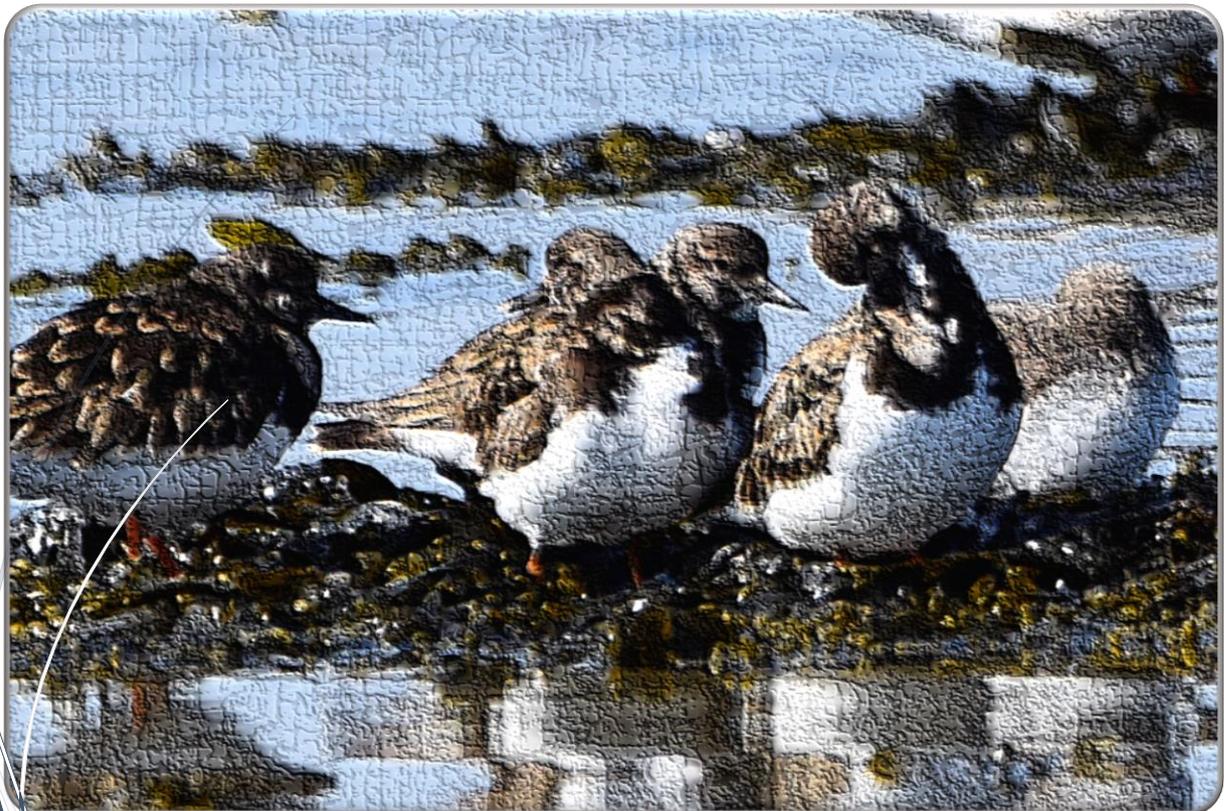


Septembre  
2021



# Poursuite du développement des indicateurs « limicoles côtiers » et déploiement auprès des gestionnaires

Année 2



Aurel Gallois

## REMERCIEMENTS :

### **A tous les contributeurs de l'Observatoire du Patrimoine Naturel Littoral, qui apportent leur soutien et participent aux protocoles nationaux :**

RNN Platier d'Oye, RNN Baie de Canche, EDEN 62, RNN Baie de Somme, Syndicat Mixte Somme-Grand littoral picard, FDC 80, GO Picard, PNM des Estuaires picards et de la Mer d'Opale, DR OFB Hauts de France, RNN Estuaire de la Seine, Maison de l'Estuaire, Observatoire de l'Avifaune de la ZPS de l'Estuaire et Marais de la basse Seine, Syndicat Mixte « Calvados Littoral Espaces Naturels », RNN Domaine de Beauguillot, Syndicat Mixte du PNR Marais du Cotentin et du Bessin, Syndicat Mixte des espaces littoraux de la Manche, DR OFB Normandie, Réseau « Limicoles côtiers » Baie des Veys & Littoral est Cotentin, RNN Mare de Vauville, GO Normand, CEL Archipel de Chausey, RNN Baie de Saint-Brieuc, Saint-Brieuc Agglomération, Maison de la Baie de Saint-Brieuc, Vivarmor Nature, RNN Sillon de Talbert, Commune de Pleubian, RNN 7 îles, N2000 Baie de Morlaix-Estuaire de la Penzé, RNN Iroise, Bretagne vivante-SEPNB, PNM Iroise, RNN Saint-Nicolas des Glénan, RNN François Le Bail, RNN Marais de Séné, RNCFS Golfe du Morbihan, GO Breton, FDC 56, DR OFB Bretagne, Commune de l'Île-aux-moines, Conseil départemental 56, CEL, Commune de Sarzeau, Asso. amis de la RNN Marais de Séné, PNR Golfe du Morbihan, RCFS Estuaire de la Loire, RCFS de Massereau, RCFS de Migron, RNN Marais de Müllembourg, RNR Polder de Sébastol, Communauté de commune de l'Île de Noirmoutier, LPO Loire-Atlantique, FDC 85, RNN Baie de l'Aiguillon, RNN Casse de la Belle-Henriette, LPO Vendée, RCFS Pointe d'Arçay, DR OFB Pays de le Loire, RNN Marais d'Yves, LPO Charente-Maritime, RNN Lilleau des Niges, RNN Moëze-Oléron, RCFS Estuaire de la Gironde, CREN Poitou-Charentes, OBIOS, PNM Estuaire de la Gironde et mer des Pertuis, RNN Dunes et Marais d'Hourtin, ONF Landes Nord Aquitaine, RNN Banc d'Arguin, SEPANSO, RNN Prés salés d'Ares et de Lège, DR OFB Nouvelle Aquitaine, PNR Landes de Gascogne, Parc ornithologique du Teich, Commune de la Teste de Buch, Commune de Biganos, CEL Domaine de Certes, Conseil départemental 33, LPO Aquitaine, PNM Bassin d'Arcachon, RNN Camargue, SNPN, CEL Domaine de la Palissade, Syndicat Mixte pour la Gestion du Domaine de la Palissade, RNR Tour du Valat, Tour du Valat, CEL Etang du Méjean, Commune de Lattes, RNC Etang de Biguglia, Conseil départemental 2B, RNN Saint-Martin, CEL Etangs de Saint-Martin, AGRNSM, RNN Îles de la Petite Terre, Ti-Te, ONF Guadeloupe, PNR Martinique, GEPOG, RNN Amana, PNR du Guyane, CEL Mayotte, Conseil départemental 976, RNN Îlot M'bouzi, GEPOMAY, Association des Naturalistes de Mayotte, PNM de Mayotte, MNHN, Laboratoire LIENSs de l'Université de La Rochelle, Gemel-Normandie, CREC de Luc sur Mer, Université de Caen Basse-Normandie, Cellule de Suivi du Littoral Normand, Station Biologique de Roscoff, Université Pierre et Marie Curie, CEFE Montpellier EPHE-CNRS, Station Marine d'Arcachon, Université de Bordeaux 1, Université de Rennes 1, Station de biologie marine de Dinard, Ifremer, Université de Lille, ULCO, Station marine de Wimereux, *Wetlands International, International Wader Study Group.*

### **Au partenaire financier :**

Office français de la Biodiversité

### **Au partenaire scientifique :**

Le Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE-CNRS) de Montpellier, et en particulier Aurélien Besnard pour la collaboration et le développement scientifique de nos travaux

### **Rédaction :**

Aurel Gallois, Chargé d'étude scientifique RNF, en charge du volet « développement d'indicateurs d'état des populations de limicoles côtiers » au sein de l'Observatoire du Patrimoine Naturel Littoral (RNF-OFB)

&

Emmanuel Caillot, Chargé de projet littoral, coordinateur de l'Observatoire du Patrimoine Naturel Littoral (RNF-OFB)

**Travaux réalisés dans le cadre du contrat R & D AFB-RNF-CNRS-UM-EPHE n°AFB/2018/375.**

**Photographie 1<sup>ère</sup> de couverture :** Tournepierres à collier et bécasseaux sanderling, Île d'Arz, Golfe du Morbihan - ©Christophe Noblanc

**INTRODUCTION : RAPPEL DU CONTEXTE & DEVELOPPEMENT DES INDICATEURS..... 1**

**A) TACHES A : ADAPTATION ET DEVELOPPEMENT DES INDICATEURS LIMICOLES  
COTIERS A DE NOUVELLES COUVERTURES TEMPORELLES ET SPATIALES :..... 3**

**A0. FICHES INDICATEURS DISPONIBLES POUR LA DERNIERE DECENNIE POUR L'ENSEMBLE DES SITES CONTRIBUTEURS DE  
L'OPNL : ..... 3**

- TRAITEMENT ET RECUPERATION DES DONNEES : 3
- MODELISATION : 4
- FINALISATION DE L'AUTOMATISATION DE LA PRODUCTION DE LA FICHE INDICATEUR SITE-ESPECE CENTREE : 4
- PERSPECTIVE ET PROGRAMMATION ANNEE 3 : 9

**A0BIS. MODERNISATION DES OUTILS WEB ET BASES DE DONNEES DE L'OPNL..... 9**

- PERSPECTIVE ET PROGRAMMATION ANNEE 3 : 12

**A1. ADAPTER L'INDICATEUR D'ETAT DES POPULATIONS DE LIMICOLES COTIERS EN JANVIER AUX PERIMETRES DES  
COMPLEXES DE SITES :..... 12**

- POINT SUR L'AVANCEE DE LA TACHE : MODELISATION, CREATION DES FICHES INDICATEUR A L'ECHELLE DES  
COMPLEXES DE SITES : 12
- PERSPECTIVE ET PROGRAMMATION ANNEE 3 : 14

**A2. ADAPTER L'INDICATEUR D'ETAT DES POPULATIONS DE LIMICOLES COTIERS EN JANVIER A D'AUTRES MOIS DE  
L'ANNEE (PERIODE HIVERNALE) : ..... 15**

- MODELISATION, ESSAIS ET RESULTATS SUR LE MAXIMUM HIVERNAL : 15
- PERSPECTIVES : 20

**A4. POURSUIVRE LE DEVELOPPEMENT D'UN INDICATEUR SITE-FONCTIONNEL CENTRE POUR EN EVALUER L'EVOLUTION  
DE L'OCCUPATION PAR LES LIMICOLES COTIERS, NOTAMMENT POUR LES SECTEURS SOUMIS A UN EFFET GESTION A  
L'ENJEU « LIMICOLES COTIERS » ..... 20**

**A5. POURSUIVRE LE DEVELOPPEMENT DE L'INDICATEUR D'ETAT DES POPULATIONS DE LIMICOLES COTIERS EN JANVIER  
POUR REPENDRE AUX ATTENTES DE LA DCSMM (EVALUATION DU BON ETAT ECOLOGIQUE, REVISION DU  
PROGRAMME DE SURVEILLANCE DU 2<sup>ND</sup> CYCLE, ET ATTEINTE DES OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX) :..... 21**

- CONTEXTE ET OBJECTIFS 21
- DONNEES ET MODELISATION : 21
- RESULTATS PRELIMINAIRES : 23
- PROGRAMMATION ET PERSPECTIVES ANNEE 3 24

**B) CO-CONSTRUCTION AVEC LES GESTIONNAIRES, VALIDATION SCIENTIFIQUE ET  
VALORISATION DES INDICATEURS..... 25**

<b>B0 : CO-CONSTRUIRE AVEC LES GESTIONNAIRES VIA LA POURSUITE DE L'ANIMATION DU GROUPE DE TRAVAIL</b>	
<b>« INDICATEURS LIMICOLES COTIERS » :.....</b>	<b>25</b>
<b>B1 : VALIDATION VIA LE CONCOURS DU CST DE L'OPNL :.....</b>	<b>25</b>
<b>B2 : VALORISER ET PORTER A CONNAISSANCES DES INDICATEURS DEVELOPPES :.....</b>	<b>26</b>
<b>C) <u>BIBLIOGRAPHIE</u> .....</b>	<b>28</b>

## **Introduction : rappel du contexte & développement des indicateurs**

---

L'Observatoire du Patrimoine Naturel Littoral (OPNL) est animé depuis 2000 par l'association Réserves Naturelles de France, et fait l'objet depuis 2009 d'un partenariat avec l'Office Français pour la Biodiversité (OFB) (partenariat précédemment engagé avec l'Agence des Aires marines Protégées, puis avec l'Agence Française pour la Biodiversité, devenue OFB au 1<sup>er</sup> janvier 2020).

Regroupant aujourd'hui des Aires Marines Protégées de tous réseaux (Sites Natura 2000, Réserves naturelles nationales et régionales, Parc Naturels Marins, Sites du Conservatoire du littoral, Réserves de Chasse,...) l'OPNL porte aujourd'hui l'animation de différents volets thématiques pour la mise en œuvre de protocoles standardisés à l'échelle nationale : « limicoles côtiers », « habitats sédimentaires intertidaux », « fonctions écologiques des prés salés pour l'ichtyofaune ». Pour mener à bien ces thématiques, les principales missions de l'OPNL sont d'accompagner la mise en œuvre des dispositifs de collecte de données, d'assurer la bancarisation, de réaliser l'analyse et la valorisation des données transmises par les contributeurs.

Le volet « limicoles côtiers » de l'OPNL regroupe deux projets distincts : un 1<sup>er</sup> projet « abondance des limicoles côtiers » initié depuis 1999 qui permet de caractériser les stationnements mensuels des limicoles à l'échelle du littoral national et dont une des finalités (initiée en 2013 et faisant l'objet de ce présent rapport) est de construire des « **indicateurs d'état des populations de limicoles côtiers** » au service de la gestion locale des sites et répondant aux attentes de la DCSMM ; un 2<sup>ème</sup> projet « zones d'alimentation des limicoles et activités humaines » initié en 2017, qui vise à caractériser les principales zones d'alimentation intertidales des limicoles côtiers en lien avec les principales activités humaines présentes sur l'estran.

- *Rappel sur le développement des indicateurs et les comptages de limicoles côtiers en France métropolitaine :*

De par leur position trophique et leur biologie étroitement liée aux écosystèmes littoraux, les limicoles côtiers sont de bons bio-indicateurs qui traduisent les évolutions des milieux qu'ils fréquentent. Leur suivi permet d'évaluer l'importance des zones côtières françaises pour l'accueil des populations de limicoles (e.g. : environ 10% de l'effectif total de limicoles de la zone biogéographique « ouest paléarctique » passent l'hiver en France métropolitaine, soit près de 600 000 individus en 2019 (Mahéo et Le Dréan-Quénech'hdu, 2012 ; Mahéo et al., 2019). **Leur suivi dans l'espace et le temps est indispensable pour adapter et mettre en œuvre les stratégies de gestion les plus efficaces.**

En complémentarité du recensement des limicoles côtiers réalisé autour du 15 janvier et animé depuis 1977 par la section française de « *Wetlands International* », quelques gestionnaires de réserves naturelles littorales se sont mobilisés à partir de 1999 pour mettre en place des comptages **mensuels** standardisés et étendus à l'ensemble du cycle annuel (Caillot 2005 ; 2012). Conduits aujourd'hui sur plus de 95 sites du littoral national, ces comptages se déroulent autour du 15 de chaque

mois, principalement à marée haute (période de regroupement et de moindre activité/mobilité des oiseaux).

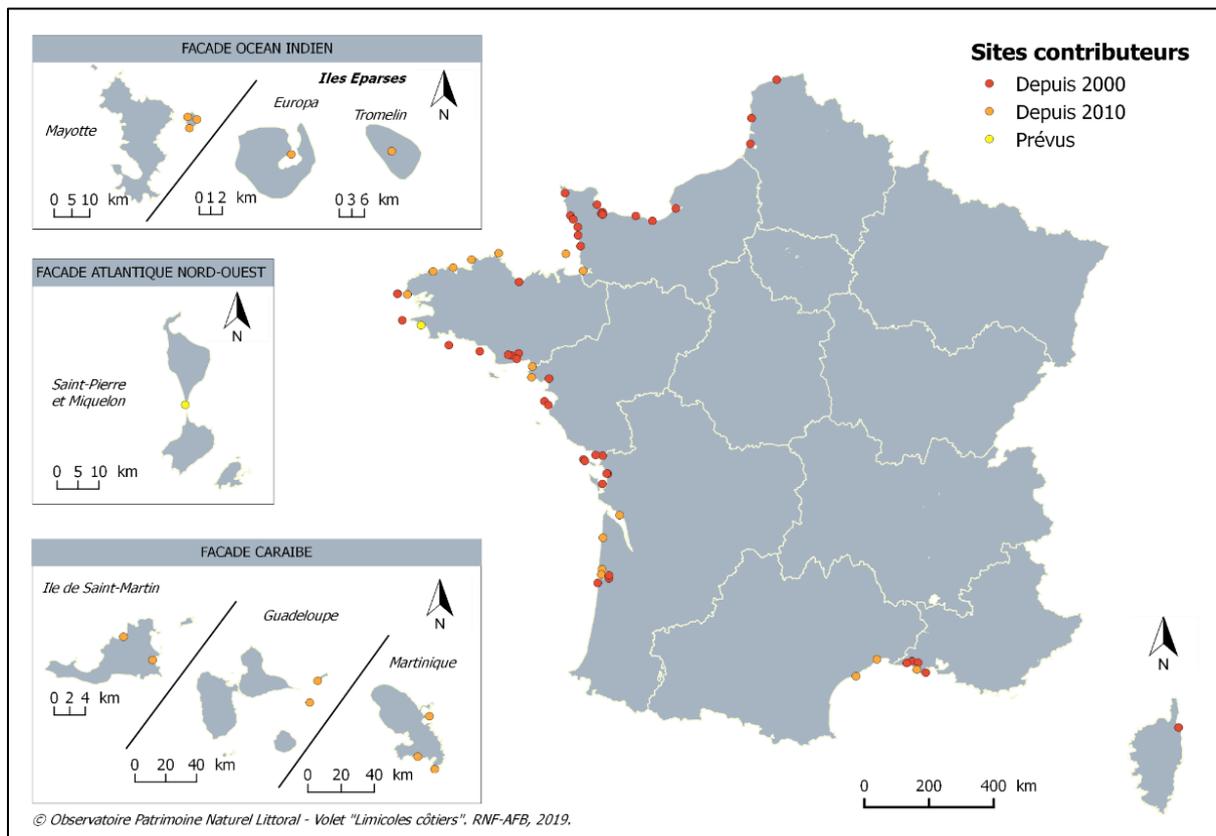


Figure 1 : Distribution géographique des sites contributeurs au volet « limicoles côtiers » de l'Observatoire du Patrimoine Naturel Littoral (RNF-OFB).

Dans une optique de valorisation des données nationales recueillies dans le cadre de ce protocole standardisé, le développement des indicateurs d'état de conservation des populations de limicoles côtiers est initié depuis 2013, en partenariat avec le Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive (CEFE-CNRS-EPHE) de Montpellier.

Ces travaux visent au développement d'indicateurs reposant sur des fondements statistiquement fiables, et simple d'utilisation. Ils sont d'abord pensés par, et pour les gestionnaires d'espaces protégés, dans le but de répondre à leurs attentes au regard des stratégies locales de gestion : via plans de gestion, tableaux de bord...

En 2021, plusieurs indicateurs visant à répondre à des objectifs divers sont validés ou en passe de l'être.

- Un indicateur fondé sur les comptages autour du 15 janvier de chaque année. Cet indicateur est validé d'un point de vue méthodologique. Il repose sur l'analyse combinée des comptages de tous les sites contributeurs sur un cycle annuel glissant de 10 années, à l'aide d'un modèle dit à « espace-état ». Le modèle permet d'obtenir, pour chaque site inclus dans l'analyse, **une**

**tendance de population pour l'espèce** d'intérêt, **comparable** avec la tendance globale à **l'échelle de la sous-région marine, et à l'échelle nationale** (calculée par la même méthode). La comparaison avec la tendance à l'échelle N-O Europe devrait être ajoutée sous peu. Bien que validé dans une première version, le modèle utilisé pour le calcul d'une tendance de population a fait l'objet de modification et d'ajustement (*cf* A 0.), qui a pu cette année être validé lors du Conseil Scientifique et Technique.

- Egalement basé sur les comptages du mois de janvier, un autre indicateur en développement vise à explorer spécifiquement l'état des populations à l'échelle d'un complexe de site.
- *En développement.* Un indicateur site fonctionnel centré pour évaluer les différences de dynamiques temporelles des populations de limicoles entre les zones soumises à effet gestion (non chassées principalement) et les autres zones suivies.
- *En développement.* Un indicateur intégrant d'autres mois hivernaux, et plus seulement le mois de janvier, dans le but d'améliorer la précision de la tendance estimée, à la fois en s'affranchissant du biais potentiel auquel est soumis le comptage au 15 janvier (aléa climatique, humain, ...), mais aussi parce que nous pouvons avoir des abondances « naturellement » plus fortes sur les autres mois d'hiver, plus représentatives de l'importance réelle du site en hiver que celle observée en janvier. De nombreux tests ont été réalisés cette année et ont abouti à une réflexion sur l'avenir du développement de cet indicateur, validée en Conseil Scientifique et Technique.

## **A) Tâches A : adaptation et développement des indicateurs limicoles côtiers à de nouvelles couvertures temporelles et spatiales :**

---

### **A0. Fiches indicateurs disponibles pour la dernière décennie pour l'ensemble des sites contributeurs de l'OPNL :**

#### *o Traitement et récupération des données :*

La mise à jour de l'indicateur basé sur le comptage des limicoles en janvier n'est pas tout à fait finalisé. Pour autant, la récupération des données de comptages mensuels (dont janvier) s'est poursuivie cette année, permettant la complétion des cycles annuels 2016-2017 et 2017-2018 pour l'ensemble des sites fonctionnels contributeurs de l'Observatoire. Les cycles annuels 2018-2019 et 2019-2020 sont à présent complets à 90 %. L'inertie de récupération des données est toujours importante, mais devrait tendre à s'améliorer dans les années à venir.

Ceci permettra la mise à jour rapide des indicateurs pour les décennies glissantes correspondantes, en lien avec les travaux de modernisation de nos outils de bases de données et d'automatisation des productions, détaillés plus avant dans ce rapport.

Une fois récupérées, les données sont ensuite vérifiées, au besoin corrigées et *in fine* intégrées dans la base de données de l'OPNL. Sélectionnées selon des critères détaillés dans le rapport « Année 1 » de cette convention (disponible à l'adresse suivante : <https://www.reserves-naturelles.org/sites/default/files/fichiers/OPNL/rapportann%C3%A9e2020.pdf>), ces données sont ensuite agrégées pour être utilisées dans les modèles statistiques.

**Ces données ont d'ores et déjà permis cette année de finaliser les fiches indicateurs pour les décennies glissantes nouvellement complétées : 2007-2018 et 2008-2019.**

- *Modélisation :*

Les modèles permettant le calcul d'une tendance de population site et espèce centrée, de la tendance de population à l'échelle de la sous-région marine ainsi qu'à l'échelle nationale ont fait l'objet de plusieurs modifications lors de l'année 2020. Toutes ces évolutions ont été détaillées dans le rapport « Année 1 ». Pour rappel, elles ont principalement porté sur les lois régissant la modélisation du processus d'état (variation « vraie » de la population), ainsi que sur les *priors* servant à l'initialisation du modèle.

**Les modifications évoquées ont été validées lors du Conseil Scientifique et technique de l'OPNL qui s'est tenu à Dinard le 02 octobre 2020.**

Cette année, les modèles n'ont donc plus évolué d'un point de vue méthodologique mais leur validation et stabilisation définitive a permis d'avancer dans les travaux d'automatisation de la production des fiches indicateurs.

- *Finalisation de l'automatisation de la production de la fiche indicateur site-espèce centrée :*

L'un des enjeux majeurs identifiés dès le début de cette convention a été le travail d'automatisation de la production des fiches indicateurs, et donc de tous les éléments se trouvant sur cette fiche, de la roue à la cartographie. En effet, avec plus de 40 sites fonctionnels contributeurs et jusqu'à 12 espèces étudiées par site, ce sont potentiellement entre 350 et 400 fiches indépendantes et uniques à fournir pour chaque décennie glissante. L'une des ambitions affichées de l'OPNL pour cet indicateur étant la production « en routine » tous les ans de ces éléments, le travail « à la main » n'était plus envisageable : très chronophage et fastidieux, source de nombreuses erreurs dû aux nombreux « copier-coller »,...

Enfin, et surtout, la méthodologie de modélisation proposées par l'Observatoire du Patrimoine Naturel Littoral tire sa force de son jeu de données national : le taux de croissance de tous les sites contributeurs est calculé en même temps pour une espèce donnée, et **la précision de la tendance obtenue s'enrichit de l'information obtenue avec chacun des sites**. En pratique, cela signifie qu'une erreur repérée trop tard dans les données brutes d'un site implique une possible modification des tendances et des précisions obtenues pour *tous les sites*. Et donc la nécessité de réinitialiser la production de l'ensemble des « fiches indicateurs » si ces dernières avaient déjà été produites.

Les travaux d'automatisation de la fiche sont aujourd'hui terminés, et permettent de produire chaque élément de manière indépendante, ainsi que la fiche complète rassemblée au sein d'un unique fichier PDF pour chaque site fonctionnel. La forme de la fiche a été modernisée.

## Baie de Canche

Tableau { SEQ Tableau \\* ARABIC } : Synthèse des taxons présentés dans l'indicateur d'état des populations en janvier sur le site fonctionnel de la Baie de Canche. SIN : Seuil d'Importance National

Taxons	Comptage effectué au 15 janvier avec un effectif supérieur à 0										Taxons inclus dans l'analyse	Moyenne 2007-2016	SIN atteint	SIN
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016				
AEL		x	x	x								1		245
BMA				x	x							0		465
BQU												0		280
BRO		x	x	x	x	x	x					3		115
BSA			x	x	x	x	x	x	x		x	166	x	305
BVA			x	x	x	x	x	x	x			250		3120
CCE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	196		340
CGA												0		70
GGR			x		x	x	x	x	x			9		145
HPI	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	420		485
PAR					x	x	x					1		340
TCO												0		285

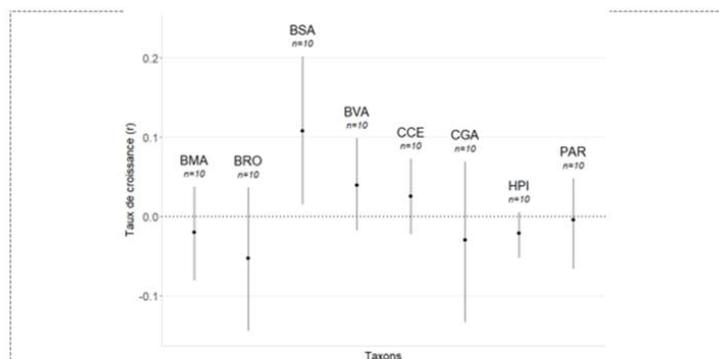


Figure { SEQ Figure \\* ARABIC } : Taux de croissance estimés en janvier sur la période 2007-2016 sur le site fonctionnel de la Baie de Canche. n : nombre d'années ou comptage réalisé en janvier  
 HPI : Hultrier pie ; AEL : Avocette élégante ; GGR : Grand gravelot ; PAR : Pluvier argenté ; BMA : Bécasseau maubèche ; BSA : Bécasseau sanderling ; BVA : Bécasseau variable ; BQU : Barge à queue noire ; BRO : Barge rousse ; CCE : Courlis cendré ; CGA : Chevalier gambette ; TCO : Tournepierre à collier

{PAGE \\* MERGEFORMAT}

Décembre 2018 - Observatoire Patrimoine Naturel Littoral - Indicateurs : rapport de fin de convention 15/119

Page d'introduction d'un site fonctionnel (une par site)

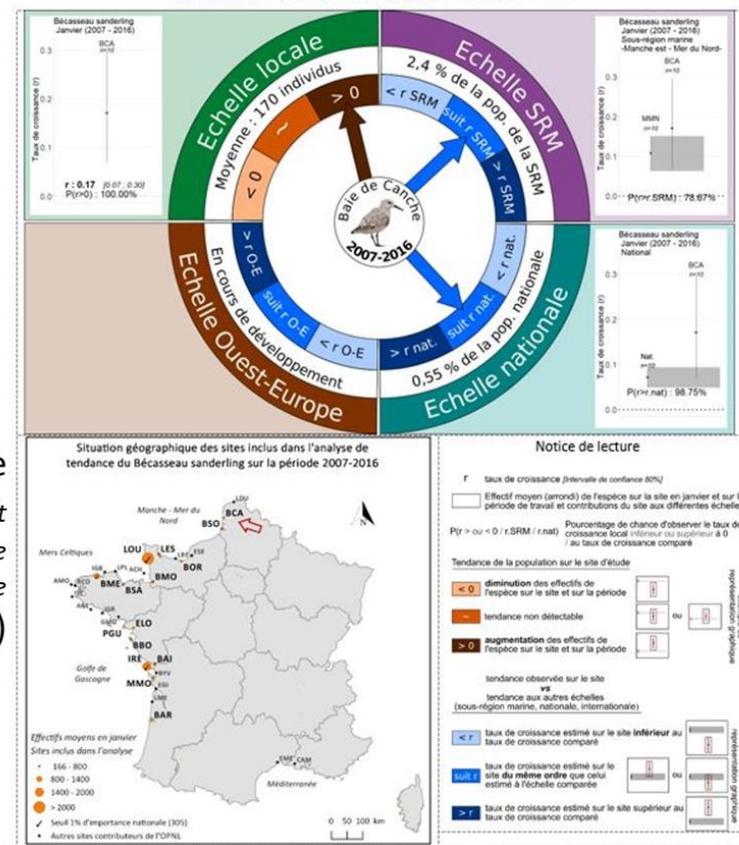


Page site-espèce centrée (autant que d'espèce sélectionnées pour le site)



## Bécasseau sanderling – Baie de Canche – 2007-2016

Situation de la population du Bécasseau Sanderling en Baie de Canche en janvier sur la période 2007-2016 et contribution et comparaison à différentes échelles spatiales : sous-région marine (SRM), nationale (nat.) et Ouest-Europe (O-E).



{PAGE \\* MERGEFORMAT}

Décembre 2018 - Observatoire Patrimoine Naturel Littoral - Indicateurs : rapport de fin de convention 15/119

Figure 2 : rappel du format des fiches indicateur. Pour un site fonctionnel donné, elles sont composées d'une page d'introduction (à gauche) rassemblant des éléments généraux, ainsi que d'une page par taxon retenu dans l'analyse pour le site considéré (à droite). Ces images présentent l'ancienne version de la fiche indicateur.

Cette automatisation a été entièrement construite sous R, et a été pensée par bloc successifs. Sept fonctions au total permettent à la fois de produire chaque élément **de manière indépendante**, et de produire la fiche complète en dernier lieu :

1. Les fonctions `Taux.local`, `Taux.SRM` et `Taux.national` : permettent de récupérer les données de comptages des sites contributeurs de l'OPNL (ou les données issues des comptages de *Wetlands International-France*, cf *rapport Année 1*), puis de modéliser et produire les graphiques correspondants respectivement aux tendances locales, comparées à la tendance sous-région marine, et comparées à la tendance nationale (cf *figure 3*). La tendance à l'échelle Ouest-Europe n'a pas encore pu être mise en place en pratique ;

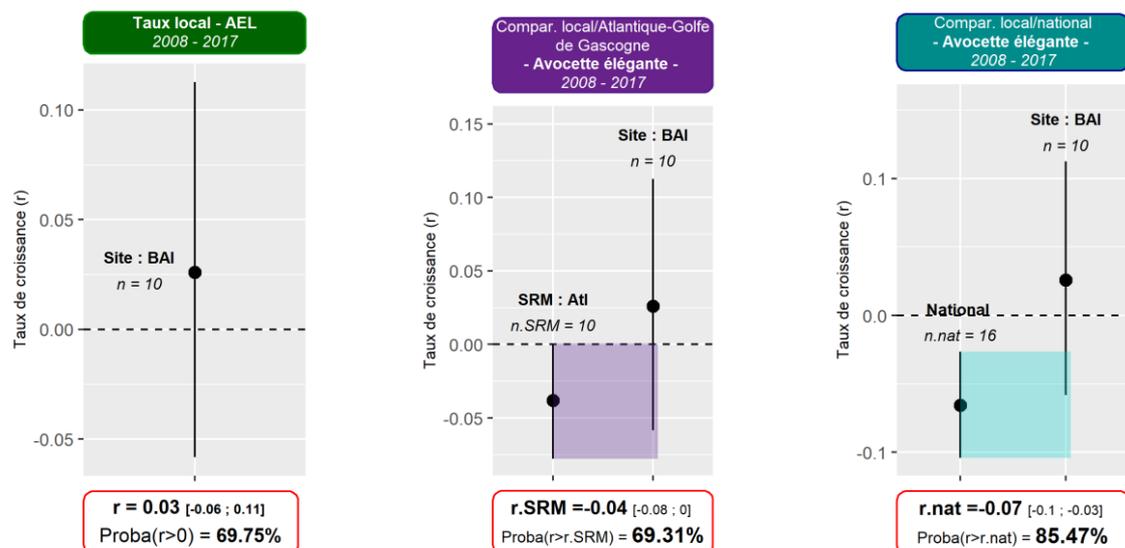


Figure 3 : exemple des tendances obtenues pour chaque taxon et chaque site. Ici, pour le site de la Baie de l'Aiguillon et l'Avocette élégante. **A gauche** : la tendance locale associée à son intervalle de crédibilité, ainsi que la probabilité que la tendance soit réellement supérieure à 0. **Au milieu** : la tendance de la sous-région marine comparée à la tendance locale et le pourcentage de chance que le taux de croissance local soit réellement supérieur à la tendance de la SRM. **A droite** : idem avec la tendance nationale cette fois

2. La fonction `crea.roue` : permet de récupérer l'ensemble des données de modélisation issue des trois modèles aux différentes échelles, et de construire la « roue » indicatrice en plaçant automatiquement les flèches pour chaque échelle. Elle permet aussi d'intégrer certains éléments descriptifs comme la moyenne du nombre d'individus sur le site en janvier, ou le pourcentage que représente la population du site par rapport à la population totale de la SRM ou nationale (elle permet aussi d'intégrer les trois graphes produits et intégrés aux différents coins de la roue (cf *figure 4*) ;

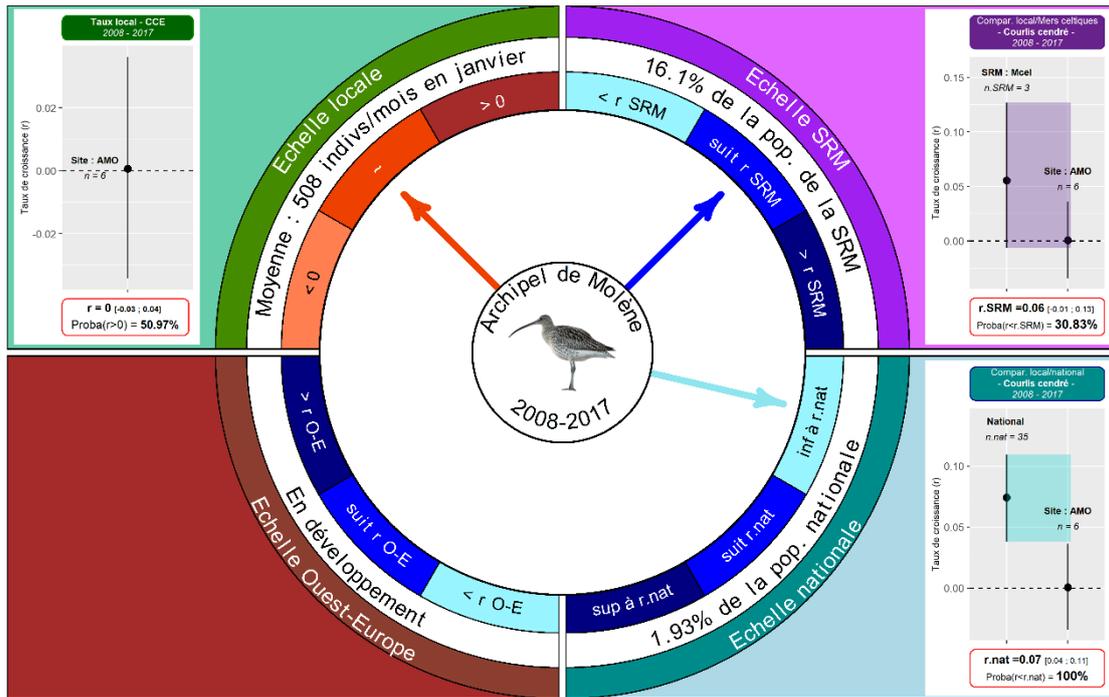


Figure 4 : exemple de roue. Elle permet de résumer simplement les éléments de modélisation, tout en reprenant les chiffres exacts, calculés en sortie de modèle.

3. La fonction `crea.map` : permet de récupérer les données brutes associées à chacun des sites, de calculer la moyenne des effectifs dénombrés sur 10 ans, et d'intégrer automatiquement ces éléments à un fond de carte de la France métropolitaine. Cette fonction permet ainsi d'accéder rapidement à une représentation spatiale de la répartition métropolitaine des abondances moyennes et ainsi illustrer la place du site fonctionnel étudié au sein de l'ensemble des abondances moyennes observées : il y a donc une carte produite pour chaque site et pour chaque taxon étudié ;

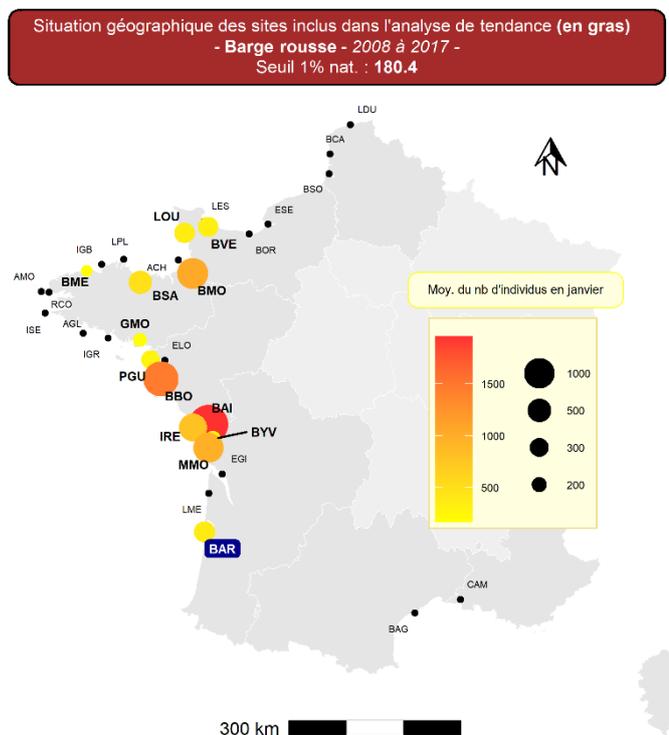


Figure 5 : exemple de cartographie de la distribution des abondances moyennes observées par site fonctionnel, ici produite pour la Barge rousse, pour le site fonctionnel du bassin d'Arcachon (mis en évidence en encadré violet)

4. La fonction `crea.page1` : permet de récupérer les données brutes correspondant au site fonctionnel considéré pour toutes les espèces pour les assembler au sein d'un tableau. C'est une nouveauté par rapport aux précédentes versions de la fiche où les données brutes n'étaient pas indiquées. **Ceci permet de mettre en correspondance les tendances indiquées par les modèles pour chaque taxon, de comprendre leur origine, et de vérifier qu'il n'y pas d'incohérence majeure.** Un graphique est également présenté sur cette page regroupant les tendances estimées pour chacun des taxons d'intérêt pour le site considéré (*cf fiches pour la décennie 2008-2017 en annexe du rapport*) ;
5. La fonction `crea.fiche` : assemble l'ensemble de ces éléments indépendants au sein d'un seul fichier PDF, unique pour chaque site fonctionnel, commençant par la page d'introduction (tableau des données brutes et graphes des toutes les tendances taxons du site) suivie de chaque fiche taxon-centrée pour le site (avec la roue, la carte, et la notice de lecture).

Sous-réserve de pouvoir récupérer l'ensemble des données des sites contributeurs suffisamment rapidement, la production des fiches est donc maintenant possible en routine (le temps de production total est d'environ 40 minutes pour un ordinateur de puissance moyenne).

○ *Perspective et programmation année 3 :*

- *Été 2021* : publication des fiches pour les cycles annuels 2017 à 2020 (cycle 2020-2021 en cours de récupération)
- Mise à disposition des fiches indicateurs en ligne via le Shiny « Limicoles côtiers » + tous les éléments indépendant associés en téléchargement (*cf partie suivante*)
- *Novembre ou décembre 2021* : formation « fonctionnement et prise en main de l'indicateur d'état des populations en Janvier ».

### **A0bis. Modernisation des outils web et bases de données de l'OPNL**

Cette tâche, qui n'est pas identifiée dans la convention à proprement parler, a néanmoins fait l'objet de nombreux travaux cette année. Dès 2019, nous avons dressé l'état des lieux de notre cycle de la donnée et de leur utilisation pour la réalisation de nos productions, et avons constaté plusieurs points de blocage et/ou de dysfonctionnement qui ralentissent la bonne atteinte de certains objectifs de l'Observatoire. Parmi les principaux défauts constatés, nous pouvons citer :

- L'utilisation de certains outils de moins en moins adaptés. L'utilisation de Serena, logiciel vieillissant même si ayant jusqu'ici rempli sa mission, nous paraît de moins en moins efficace pour nos tâches, d'un point de vue à la fois technique (langage de base de données désuet) et ergonomique ;
- Pas de possibilité de visualisation simple des données saisies ;
- Gestion de la confidentialité compliquée ;

- Nombreuses étapes très chronophages, en particulier dû :
  - A la correction des erreurs de saisies dues à l'utilisation de fichiers de saisies non-contraints ;
  - A la réception de données sous plusieurs formats différents (fichiers PDF, fiches Excel de différents types, export Serena, ...) même si une fiche standardisée à toujours était mise à disposition du réseau.

Ces éléments ayant été identifiés et exposés lors d'un atelier « Plateforme web dédiée à l'Observatoire et autres outils à développer » aux rencontres annuelles de l'OPNL qui se sont tenues les 17 et 18 décembre 2019 à Pléneuf-Val-André, l'avis et l'aval des gestionnaires contributeurs du réseau a été recueillie et plusieurs projets ont pu être lancés.

Depuis la fin de l'année 2020, 3 projets ont été amorcés par l'OPNL, en particulier pour le volet « indicateurs limicoles côtiers ». Ils devraient être complètement déployés et opérationnels dans les mois qui viennent.

1. **Saisie et remontées des données vers RNF** : ces étapes visent à améliorer la manière dont les contributeurs fournissent les données de comptages mensuels à l'OPNL. Une nouvelle fiche de saisie Excel très contrainte, mais aussi plus simple, a été construite, et permettra aux gestionnaires qui le souhaitent de continuer à saisir les données sous ce logiciel. Cette nouvelle fiche permettra d'éviter de nombreuses erreurs de saisie, difficiles à débusquer et à corriger. Par ailleurs la migration de notre logiciel de bancarisation des données depuis SERENA vers GEONATURE fournira une alternative à la saisie sur Excel, avec la possibilité de saisir directement ces données en ligne (*cf point suivant*) ;
2. **Bancarisation des données** : comme évoqué ci-dessus, il a été fait le choix d'utiliser un nouvel outil de bancarisation des données de comptage mensuel des limicoles côtiers et ainsi remplacer SERENA par GeoNature. Ce dernier présente plusieurs avantages, majeurs : il repose sur un langage de base de données récent et interopérable (PostgreSQL) ; c'est un outil public dont l'évolution et la stabilité est assurée par une équipe de développeur à plein temps (au Parc National des Ecrins) ; il est ergonomique et userfriendly. Avec l'appui interne de Zacharie Moulin (géomaticien de RNF), un module GéoNature adapté au protocole de comptage mensuel des limicoles côtiers a été développé et intégré à l'instance GéoNature générale de Réserves Naturelles de France, qui sera prochainement l'instance de gestion des BDD de notre association (suite à la décision par le Conseil d'Administration de RNF de se détacher de Serena au profit de GéoNature, dans les 5 prochaines années).

Les données historiques de la base Serena ont été importées dans la nouvelle base données, même si celle-ci n'est pas encore déployée auprès des gestionnaires contributeurs, car un point majeur reste à régler : la gestion de la confidentialité des données et de l'accès à la base.

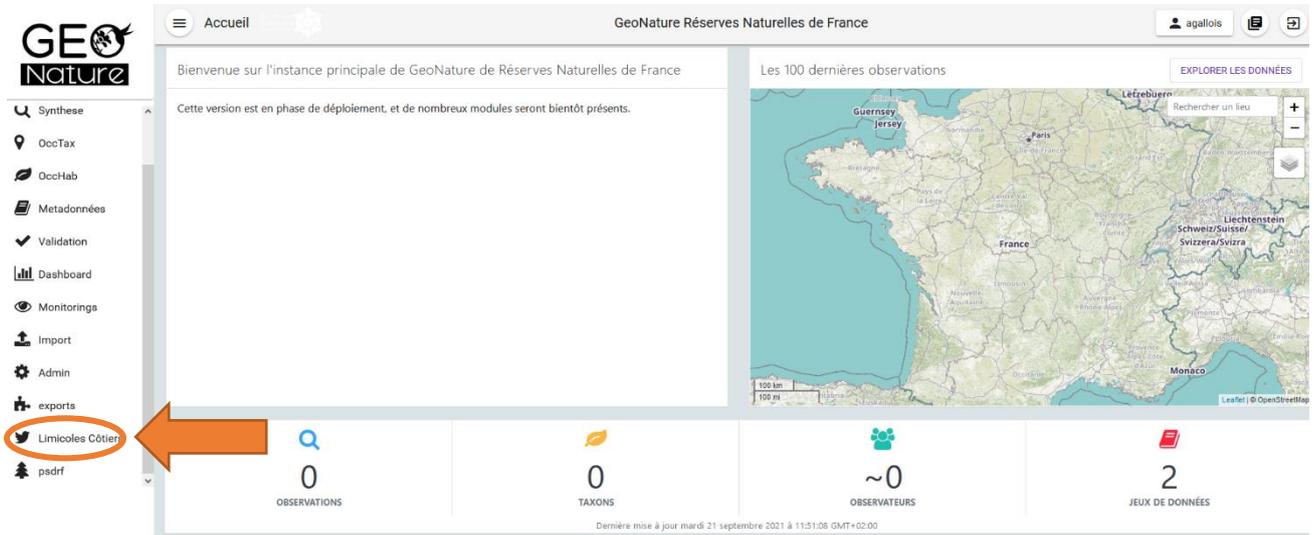


Figure 6 : Capture d'écran de l'instance GéoNature de RNF. Le module « limicoles côtiers » y est accessible directement, et offre la possibilité d'accéder aux données de comptages historiques, ou d'en saisir de nouvelles (flèche orange)

Une application python sera également développée pour permettre d'importer facilement les données qui seront transmises au format de la nouvelle fiche de saisie Excel directement sous GeoNature.

3. **Visualisation et export des données valorisées** : le troisième projet lancé cette année porte sur la facilitation de l'accès et de la visualisation des données de comptage. Pour ce faire, un Shiny est en cours de construction. Shiny est un outil en ligne de visualisation et de mise en forme de données à l'aide de fonctions « clic-boutons » reposant sur le langage R. Ce Shiny présente l'avantage majeur d'être directement connecté en flux à la base de données GéoNature : cela signifie qu'une modification sur la base est automatiquement transmise au Shiny, et dynamiquement reportée sur l'ensemble des graphiques produits. Une fois finalisé, ce Shiny permettra :
  - un accès aux données brutes des sites fonctionnels et des taxons d'intérêt via une fonction « clic-boutons » (cf figure 7) ;
  - un accès à des graphiques représentant la phénologie mensuelle des abondances pour les sites et les taxons sélectionnés, ainsi que leur export ;
  - un accès aux éléments des dernières fiches indicateurs produites pour le mois de janvier (qui seront stockées sur le serveur de RNF). C'est pourquoi tous ces éléments sont produits indépendamment (cf partie A0.).

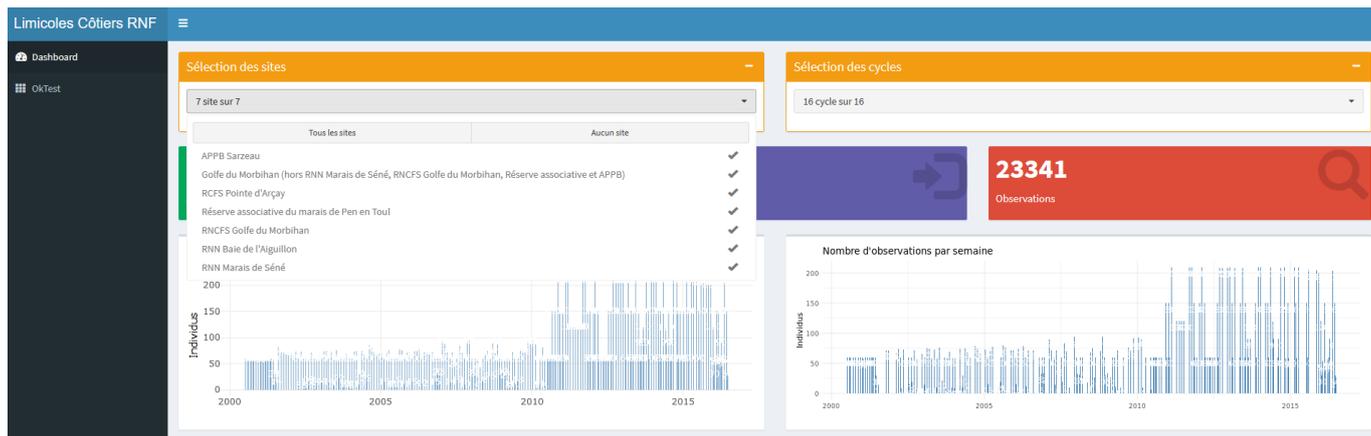


Figure 7 : capture d'écran de la v0 du Shiny en développement avec les boutons de choix des sites et des cycles annuels qui permettront à chaque contributeur de sélectionner les informations qu'il souhaite

L'un des enjeux majeurs de cette modernisation est d'éviter au maximum les doubles saisies pour les contributeurs. D'autres structures développent actuellement des projets similaires, notamment sous GéoNature (LPO et Bretagne Vivante notamment), et il est fondamental de calibrer une bonne interopérabilité entre ces projets. Ainsi des discussions sont engagées avec ces structures (réunion du 29 mars 2020 notamment) et les référents techniques et stratégiques de ces projets. L'objectif est la mise en place de flux automatisés cohérents entre ces bases, tenant compte des différences possibles entre les unités de comptage locales, et celles agrégées par l'OPNL. Ces discussions doivent permettre la mise au point de « tables de traduction » permettant l'orientation des comptages (locaux), automatiquement agrégés dans les unités de comptage de l'OPNL.

- *Perspective et programmation année 3 :*

- *Hiver 2021/2022* : finalisation d'une première version fonctionnelle des outils GéoNature et Shiny ;
- Présentation de ces nouveaux outils aux rencontres annuelles 2021 de l'OPNL lors d'un atelier dédié.

### A1. Adapter l'indicateur d'état des populations de limicoles côtiers en janvier aux périmètres des complexes de sites :

- *Point sur l'avancée de la tâche : modélisation, création des fiches indicateur à l'échelle des complexes de sites :*

Après le développement d'un premier modèle adapté aux complexes de sites en 2020 et la création d'une première version de fiche indicateur « complexe de sites » centrée, une réunion s'est tenue (07/02/2020 – visioconférence) avec les différents chargés de mission des PNM identifiés dans la

convention et d'autres PNM intéressés (EGMP, EPMO, Iroise). Cette réunion a permis la création d'une seconde version de la fiche indicateur PNM centrée, qui a ensuite été publiée pour toutes les espèces d'intérêt du PNM EGMP sur la décennie 2007-2016, accompagnée d'un livret d'explication sur la modélisation et la lecture de la fiche.

Le modèle permettant d'obtenir un « r » à l'échelle « complexe de sites » a été validé en CST (CST du 02/10/2020, Dinard).

Les travaux n'ont pas beaucoup évolué cette année en raison de l'absence de retours sur les éléments proposés à la fin de l'été 2020, et à l'orientation de l'effort vers des tâches jugées prioritaires (notamment pour pouvoir proposer des indicateurs « complexe de sites » à jour plus rapidement). Ainsi, les fiches indicateur « complexe de sites » ont été mises à jour pour la décennie 2008 à 2017 pour le PNM EGMP.

Le modèle adapté à l'échelle « complexe de sites » a tout de même été utilisé dans l'hiver 2020 pour une demande ponctuelle d'un gestionnaire contributeur. Soit dans le cadre du renouvellement de plan de gestion de la RCFS Pointe d'Arçay où une tendance des abondances observées à l'échelle du site et à l'échelle du complexe RCFS Pointe d'Arçay-RNN Baie de l'Aiguillon a été produite pour tous les taxons d'intérêt, accompagnée de la phénologie mensuelle pour tous les limicoles fréquentant la pointe d'Arçay à différentes échelles de temps (2000-2010 ; 2010-2020 et 2000-2020). Ces analyses ont encore une fois prouvé l'intérêt pour les gestionnaires de pouvoir comparer les résultats aux échelles « locale » (site) et « complexe de site » : cette dernière échelle s'apparentant à l'unité fonctionnelle à laquelle appartient le site.

Dans le cas de ces analyses, la modélisation a été faite sur la période la plus longue disponible, à la fois sur demande du gestionnaire, mais aussi de manière à pouvoir avoir une série temporelle suffisamment longue pour que les tendances fournies par le modèle soient fiables, puisque seuls deux sites sont pris en compte dans cette analyse. D'autre part, les scripts de calculs de cette analyse ont pu être partagés avec l'équipe de la RNN Baie de l'Aiguillon de manière à ce qu'ils puissent l'appliquer également aux anatidés, et homogénéiser ainsi les productions pour ces deux groupes taxonomiques.

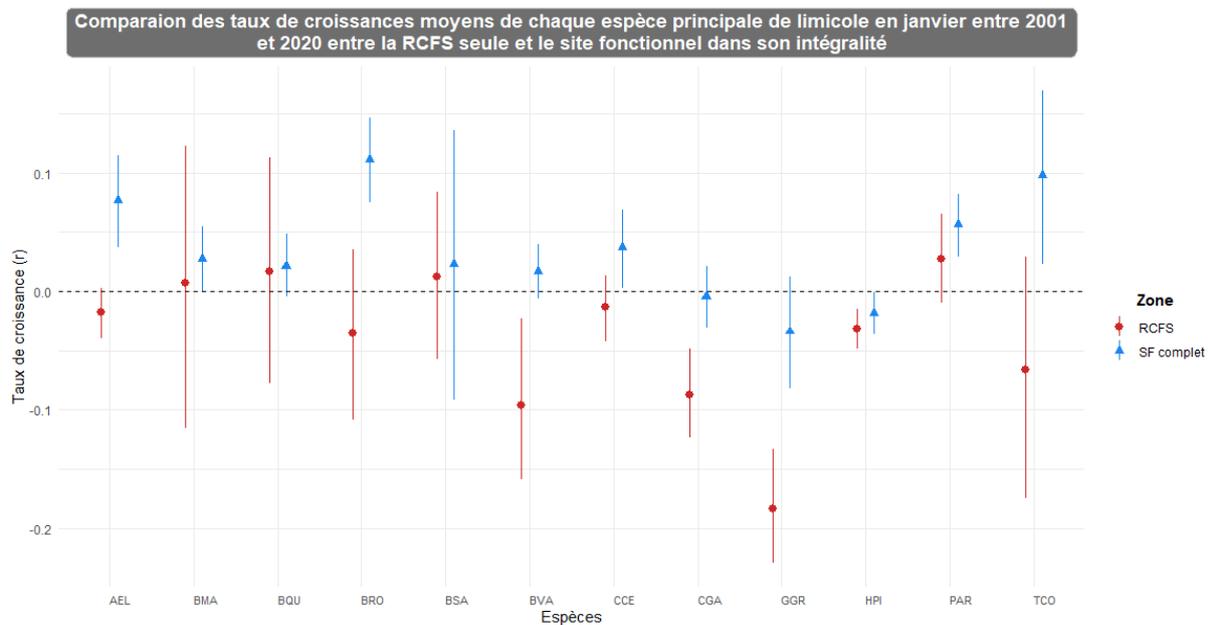


Figure 8 : tendances fournies pour toutes les espèces sur la période 2001 à 2020 pour la RCFS Pointe d'Arçay seule (en rouge), comparée au site fonctionnel RCFS Pointe d'Arçay-RNN Baie de l'Aiguillon complet (en bleu)

○ **Perspective et programmation année 3 :**

- Proposition des fiches mises à jour pour relecture ;
- Edition d'un livret commun d'explication, comportant :
  - Des précisions sur la modélisation & le traitement des données
  - Une clé de lecture et des explications de la fiche indicateur ;
- Déploiement des fiches pour les deux PNMs programmés dans la convention.

D'autre part, les échanges ont récemment repris à la fois avec l'équipe du PNM EGM et avec celle du PNM EPMO. Les points discutés ont permis de recueillir différents points d'amélioration pour une troisième version de la fiche indicateur à l'échelle du PNM EGMP, notamment l'intégration d'un élément mettant en évidence si les sites du « complexe de sites » dépassent ou non le seuil d'importance 1% national RAMSAR pour chaque taxon considéré.

Dans le même temps, les discussions avec Carole Perron du PNM EGMP ont conclu à la faible pertinence de tenter de dégager une tendance globale à l'échelle des estuaires picards, considérant le faible nombre de sites comptés (seules la Baie de Somme et la Baie de Canche sont comptées) et l'absence de données disponibles pour la baie d'Authie notamment (des discussions sont en cours pour faire le point sur les données existantes pour la Baie d'Authie). Un format de fiche différent sera donc proposé pour ce « complexe de sites », plutôt centré sur des données descriptives (type phénologie mensuelle comparée). Cette fiche intégrera également une évaluation des abondances observées au regard des seuils d'importance RAMSAR.

## A2. Adapter l'indicateur d'état des populations de limicoles côtiers en janvier à d'autres mois de l'année (période hivernale) :

- *Modélisation, essais et résultats sur le maximum hivernal :*

**Rappel concernant l'indicateur** : cet indicateur à l'étude utilise les effectifs maximaux obtenus lors des comptages mensuels hivernaux réalisés de novembre à février inclus, et ainsi ne plus reposer que sur les effectifs issus des comptages mensuels de janvier. L'objectif est de s'affranchir de la variabilité liée au seul comptage du mois de janvier.

Des tests préliminaires ont été réalisés en 2018, et ont été plus largement développés à la fin de l'année 2020. Des essais ont ainsi été réalisés sur deux décennies consécutives, pour tous les taxons, avec le modèle modifié présenté en première partie de ce rapport. L'objectif de ces tests était de comparer les tendances obtenues reposant uniquement sur **les données du mois de janvier** d'une part, et avec celles issues de l'intégration **des effectifs maximaux hivernaux observés de novembre à février inclus**.

Les tests ont été réalisés sur deux décennies : 2006-2015 et 2007-2016. Les deux figures ci-dessous présentent les résultats comparés de la modélisation des deux jeux de données (« données de janvier » et « maximaux hivernaux de novembre à février inclus ») :

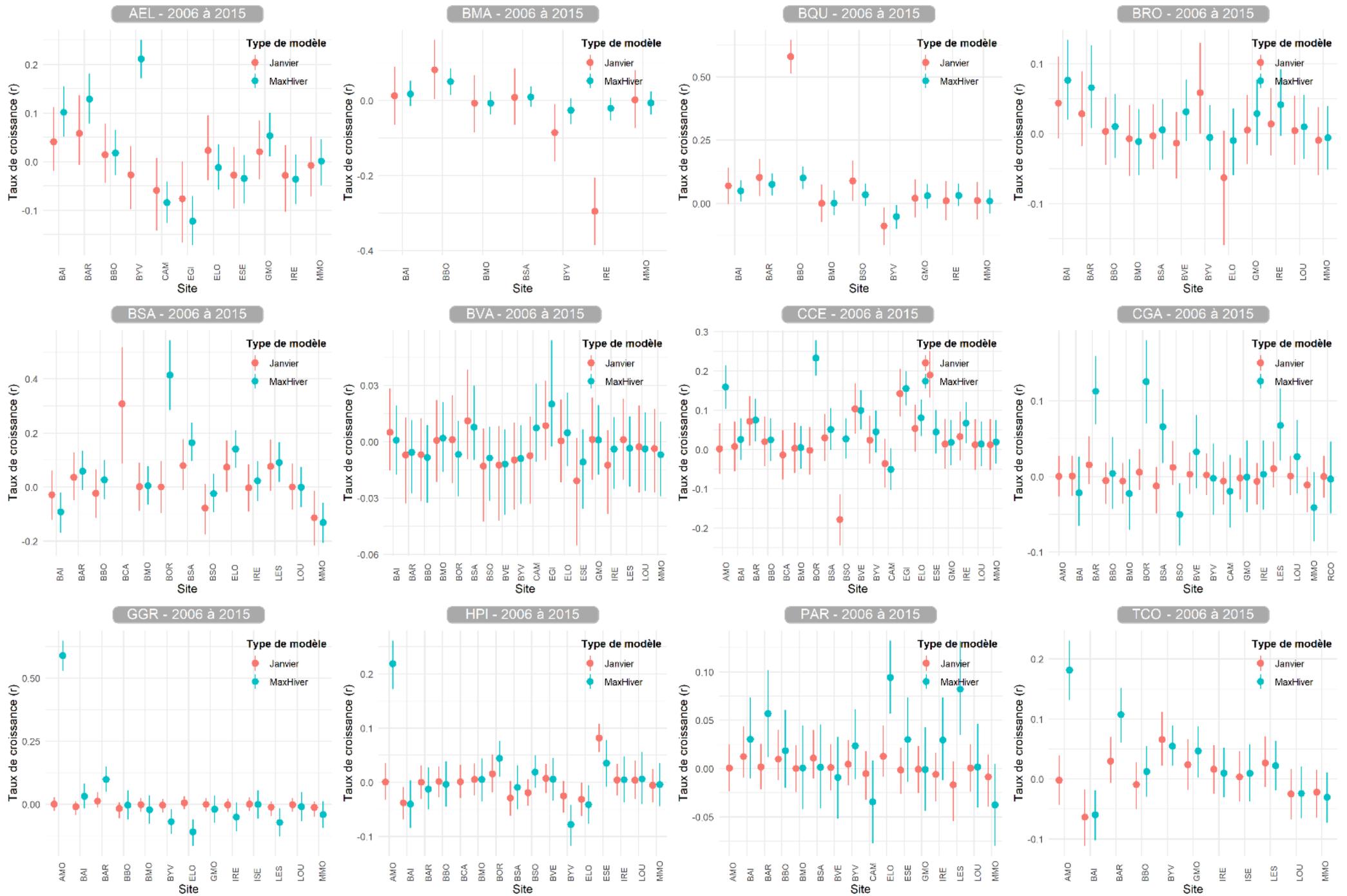


Figure 9 : comparaison des taux de croissances locaux obtenus via le modèle calculé sur les données de janvier uniquement (orange) et sur les données des maximaux hivernaux entre 2006 et 2015. En abscisse : l'abréviation correspondant aux sites fonctionnels sélectionnés pour le taxon considéré

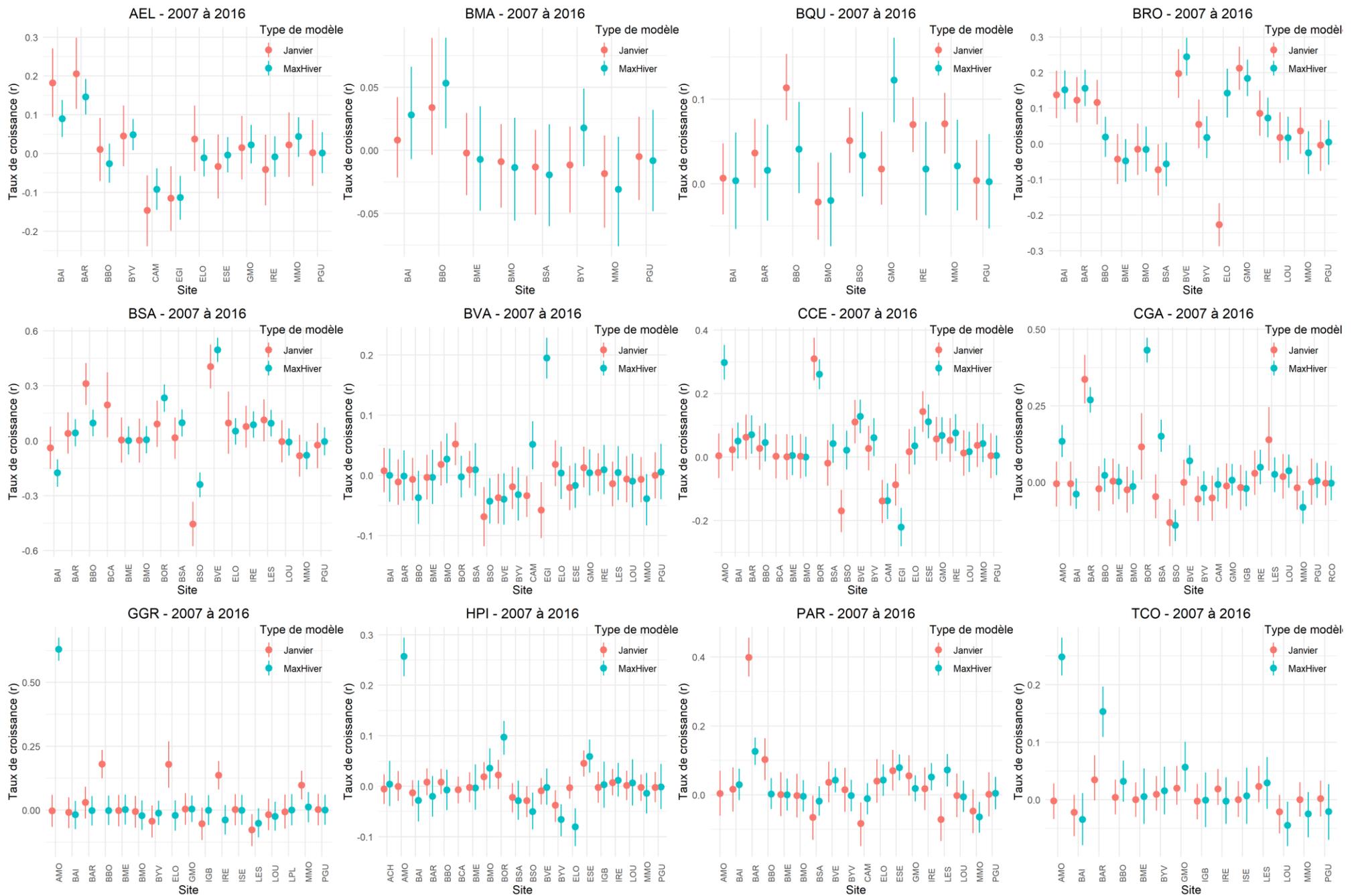


Figure 10 : comparaison des taux de croissances locaux obtenus via le modèle calculé sur les données de janvier uniquement (orange) et sur les données des maximaux hivernaux entre 2007 et 2016. En abscisse : l'abréviation correspondant aux sites fonctionnels sélectionnés pour le taxon considéré

Nous remarquons que les taux de croissance locaux sont, *dans leur globalité*, similaires entre les deux modélisations.

**Néanmoins**, on observe des différences majeures sur certains sites entre les modélisations issues des données janvier et celles issues des données des maximaux hivernaux. Ces différences peuvent être dues à plusieurs cas de figures :

- 1) Pour différentes raisons, le comptage de janvier n'a pas pu avoir lieu sur les premières années de la décennie (génération de NAs) tandis que d'autres comptages mensuels ont pu avoir lieu (mais potentiellement hors du pic de fréquentation). Cela pose plusieurs questions sur l'utilisation de ces données, que nous abordons en CST, et qui seront détaillées dans la partie suivante.
- 2) *L'utilisation des maximaux hivernaux amène une stabilisation de la tendance.* C'est par exemple le cas pour la Barge à queue noire (BQU) en Baie de Bourgneuf (BBO), où les effectifs considérant les maximaux hivernaux sont beaucoup plus stables que lors de l'utilisation du seul comptage du mois de janvier. Dans ce cas, l'utilisation des maximaux hivernaux semble permettre de mieux rendre compte du pic de fréquentation hivernale que si nous nous reposons sur les données mensuelles de janvier uniquement.

Année	BBO (max hivernal)	BBO (comptage de janvier)
2006	965	26
2007	1976	708
2008	2133	1109
2009	1600	699
2010	2407	1971
2011	3184	1707
2012	3371	995
2013	2359	1874
2014	2418	1912
2015	314	2915

Tableau 1 : données brutes de comptage de la Barge à queue noire pour le maximum hivernal et pour le seul comptage de janvier sur la Baie de Bourgneuf entre 2006 et 2015

- 3) Enfin dernier cas : la tendance passe de la stabilité à la croissance. C'est notamment le cas de la Baie d'Orne (BOR) pour le Courlis cendré (CCE), où l'utilisation du maximum hivernal permet de capter un pic de fréquentation probablement assez fluctuant selon les mois d'hiver, et ainsi de conclure à la croissance *locale* de la population.

Année	BOR (max hivernal)	BOR (comptage de janvier)
2006	71	NA
2007	50	21
2008	122	NA
2009	817	301
2010	708	315
2011	605	605

<b>2012</b>	800	310
<b>2013</b>	1500	1500
<b>2014</b>	244	191
<b>2015</b>	206	170

Dans un second temps, l'objectif était d'essayer d'estimer si l'utilisation de ce maximum hivernal permettait d'améliorer la précision associée à la tendance de population obtenue. Les premières tentatives réalisées pour essayer d'estimer le « gain » de précision se sont fondées sur la modélisation de l'amplitude de l'intervalle de confiance associé au taux de croissance, en fonction de l'un ou l'autre des jeux de données utilisés (modélisation via un GLM, cf Bon, Caillot 2018) et semblait conclure à une amélioration de la précision.

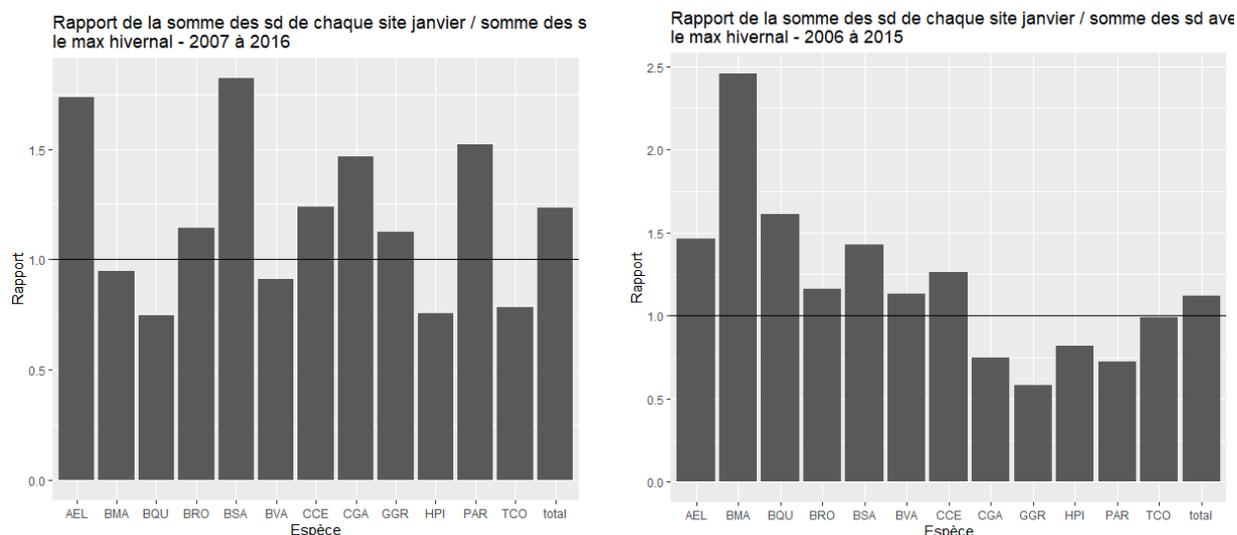
Néanmoins, cette méthode a été jugée trop peu robuste statiquement, revenant à pratiquer une analyse statistique sur des estimateurs déjà issus d'une première modélisation (A. Besnard [comm.pers.]), et une approche visuelle a d'abord été privilégiée.

Dans un second temps, nous avons proposé d'estimer le gain de précision en sommant les variances totales issues de chacun des deux modèles pour chaque taxon, et d'étudier leur rapport. Les variances étant directement issues et estimées dans le modèle, cette approche semblait à la fois plus efficace, plus simple, et plus robuste :

$$\frac{\sum^{sites} \text{Variances des r. site avec janvier}}{\sum^{sites} \text{Variances des r. site avec max hivernal}}$$

*Équation 1 : calcul réalisé pour estimer la différence de précision des tendances obtenues en utilisant seulement les données du mois de janvier, et celles des maximaux hivernaux*

Les résultats sont présentés ci-dessous.



*Figure 11 : (Somme des variances données de janvier) / (Somme des variances données du maximum hivernal) pour tous les taxons sur les deux décennies test (2006 à 2015 à gauche, et 2007 à 2016 à droite). Ces résultats sont à comparer avec 1 : si le rapport est supérieur à 1, cela signifie que le dénominateur est inférieur au numérateur, i.e. que la somme des variances obtenues avec les données de janvier uniquement est plus grande, et donc la tendance a priori moins précise*

Ces éléments suggèrent, au total, que l'utilisation des maximaux hivernaux améliore la précision globale, dans le sens où dans les deux cas (pour les deux décennies test), **la variance totale (i.e. sommée pour les 12 espèces) est inférieure dans le cas des maximaux hivernaux par rapport aux seules données de janvier.** Mais cette constatation est visiblement variable selon les espèces.

- *Perspectives :*

Ces résultats ont été présentés et discutés lors du dernier CST de l'OPNL. Même si l'amélioration globale de la précision semble visible et prouvée par le calcul du rapport entre les variances totales, elle semble tout de même faible et surtout trop variable entre les espèces.

Cet indicateur n'a pas été jugé prêt pour être utilisé à court terme, il pourrait être utilisé à moyen terme en complément de l'indicateur basé sur les comptages du mois de janvier. Il devra néanmoins être accompagné d'une solide aide à l'interprétation, pour comprendre les éventuelles différences de tendances entre les deux modélisations. Au regard de ces résultats, la poursuite du développement de cet indicateur n'a pas été identifiée comme prioritaire pour l'année 3. Pour autant, les comptages mensuels seront bien valorisés, notamment en facilitant dans un premier temps leur accès via le Shiny : qui permettra à chaque contributeur d'extraire les représentations graphiques de son choix (*cf partie A0.bis*).

#### A4. Poursuivre le développement d'un indicateur site-fonctionnel centré pour en évaluer l'évolution de l'occupation par les limicoles côtiers, notamment pour les secteurs soumis à un effet gestion (gestion dédiée vis-à-vis de l'enjeu « limicoles côtiers »)

Les travaux concernant cette tâche n'ont pas été poursuivis cette année, au regard des autres tâches jugées plus prioritaires.

Cette problématique a tout de même fait l'objet de réflexions, déjà détaillée dans le rapport de l'année 1 (à nouveau, disponible en suivant ce lien : <https://www.reserves-naturelles.org/sites/default/files/fichiers/OPNL/rapportann%C3%A9e2020.pdf>).

#### A5. Poursuivre le développement de l'indicateur d'état des populations de limicoles côtiers en janvier pour répondre aux attentes de la DCSMM (évaluation du bon état écologique, révision du programme de surveillance du 2<sup>nd</sup> cycle, et atteinte des objectifs environnementaux) :

##### ○ *Contexte et objectifs*

La Directive-Cadre « Stratégie pour le Milieu Marin » (DCSMM, [directive 2008/56/CE](#)) vise à maintenir ou restaurer un bon fonctionnement des écosystèmes marins (diversité biologique conservée et interactions correctes entre les espèces et leurs habitats, océans dynamiques et productifs) tout en permettant l'exercice des usages en mer pour les générations futures dans une perspective de développement durable. Les États membres de l'Union européenne doivent ainsi prendre toutes les mesures nécessaires pour réduire les impacts des activités sur le milieu marin (Office Français pour la Biodiversité, 2020). C'est dans ce cadre que l'OPNL est identifié pour une participation aux volets d'évaluation et de révision de l'état écologique des limicoles côtiers sur les différentes façades maritimes de France métropolitaine.

A l'issue de premiers échanges informatifs ayant eu lieu au premier semestre 2021, les objectifs des travaux à engager dans le cadre du renseignement d'un indicateur limicoles côtiers centré sous-région marine pour la DCSMM ont pu être identifiés :

- Obtenir un indicateur décliné par sous-région marine
- Nécessité d'identifier les taxons les plus « représentatives » de chaque SRM **dans le but de calculer une information multi-espèces** sans « perturber » les résultats avec des taxons de toutes manières peu ou non présents dans la SRM d'intérêt
- Nécessité de définir des seuils pour l'état des populations : croissance/décroissance/stabilité ? Quel pas de temps ?

Les travaux concernant cette tâche n'avaient pas débuté avant l'été 2021. Suite à la réunion du CoPil de la convention « Indicateurs limicoles côtiers » du 27 juillet 2021, la programmation proposée pour cette tâche lors de l'année 3 a été discutée et revue, dans le but d'avancer les travaux à la fin de l'été 2021, considérant les contraintes temporelles de rapportage pour la DCSMM qui n'étaient jusqu'alors pas bien connues. Les travaux ont commencé sur cette problématique début septembre 2021.

##### ○ *Données et modélisation :*

Cette année, quelque premiers tests ont pu être réalisés. Les données utilisées pour ces tests sont les données des contributeurs de l'OPNL pour le mois de janvier.

Dans l'optique d'un indicateur multi-espèce, une première liste des taxons à enjeux pour chaque sous-région marine a été utilisée. Cette liste a été construite sur la base d'une méthodologie de caractérisation des espèces d'oiseaux à enjeux sur chaque SRM française produite en 2020 par l'OFB

et le GISOM (Toison, 2020). Dans un premier temps, toutes les espèces présentant une note globale d'« importance » supérieure à 3 ont été retenues pour chaque façade maritime (cf *tableau 7*). Cette note a été définie arbitrairement de manière à ne pas retenir trop d'espèces à la fois (beaucoup d'espèces présentent une note globale entre 2 et 3). Ces critères de sélection demandent évidemment à être discutés et validés, avec la possibilité d'être complétés par « du dire d'expert » s'il s'avère que certains taxons considérés à enjeux par les gestionnaires n'y figuraient pas et pourraient ainsi être ajoutés.

MMdN	Mcel	Atl	Med
Barge à queue noire	Barge à queue noire	Barge à queue noire	Barge à queue noire
Huitrier pie	Huitrier pie	Bécasseau variable	Huitrier pie
Courlis cendré	Courlis cendré	Avocette élégante	Echasse blanche (?)
Bécasseau variable	Bécasseau variable	Bécasseau maubèche	Courlis cendré
Bécasseau maubèche	Bécasseau maubèche	Huitrier pie	Bécasseau variable
		Courlis cendré	
		Barge rousse	
		Tournepierrière à collier	
		Grand gravelot	
		Bécasseau sanderling	
		Pluvier argenté	

*Tableau 3 : liste des espèces retenues pour chaque sous-région marine pour les tests de modélisation réalisés dans le cadre de la DCSMM*

Pour la modélisation, plusieurs options ont été envisagées :

1. La plus simple mais qui ne répond pas vraiment à l'objectif d'un indicateur multi-espèces est de reprendre le modèle « local » utilisé sur les données de janvier, où la tendance de chaque site est estimée, puis de récupérer les effectifs *a posteriori* estimés par le modèle pour chaque SRM et pour chaque espèce. En les sommant, il est ainsi possible d'obtenir une tendance pour la SRM pour chaque espèce avec un intervalle de crédibilité associé, puisque ce calcul se fait directement dans le modèle bayésien.

*Le problème ici est que les espèces à enjeu dont les effectifs sont faibles sont « écrasées » avec cette approche, et n'ont pas de poids dans la tendance finale obtenue.*

2. L'autre solution envisagée a été de modifier légèrement le modèle déjà utilisé pour la modélisation sur le mois de janvier pour y ajouter une surcouche « groupe de limicoles ». La tendance de chaque espèce individuelle serait tirée dans la tendance globale « limicoles ». **Ceci permet de répondre au critère du multi-espèce** en obtenant une tendance globale. L'autre avantage est que *via* cette approche, toutes les espèces ont normalement un poids similaire puisque la tendance de chaque espèce est tout de même estimée individuellement (cf *modèle préliminaire en annexe*).

C'est cette seconde option qui a pour l'instant été privilégiée. Elle implique donc de ne faire tourner le modèle qu'une seule fois, pour toutes les espèces à enjeux de la SRM considérée. Dans ces tests, tous les sites de la SRM avec plus de 3 comptages non nuls sur la décennie sont inclus dans l'analyse. Cette sélection de sites est volontairement moins restrictive que pour la modélisation sur le mois de janvier, puisqu'on pratique ici une modélisation sous-région marine par sous-région marine, ce qui limite le nombre de sites considérés par rapport à la modélisation nationale de l'indicateur janvier.

○ *Résultats préliminaires :*

Les premiers tests réalisés pour la sous-région marine « Manche Mer du Nord » semblent concluants, dans la mesure où le modèle conçu s'avère capable de restituer à la fois une tendance pour chacune des espèces à enjeu, mais aussi pour le groupe d'espèces (cf figure 12).

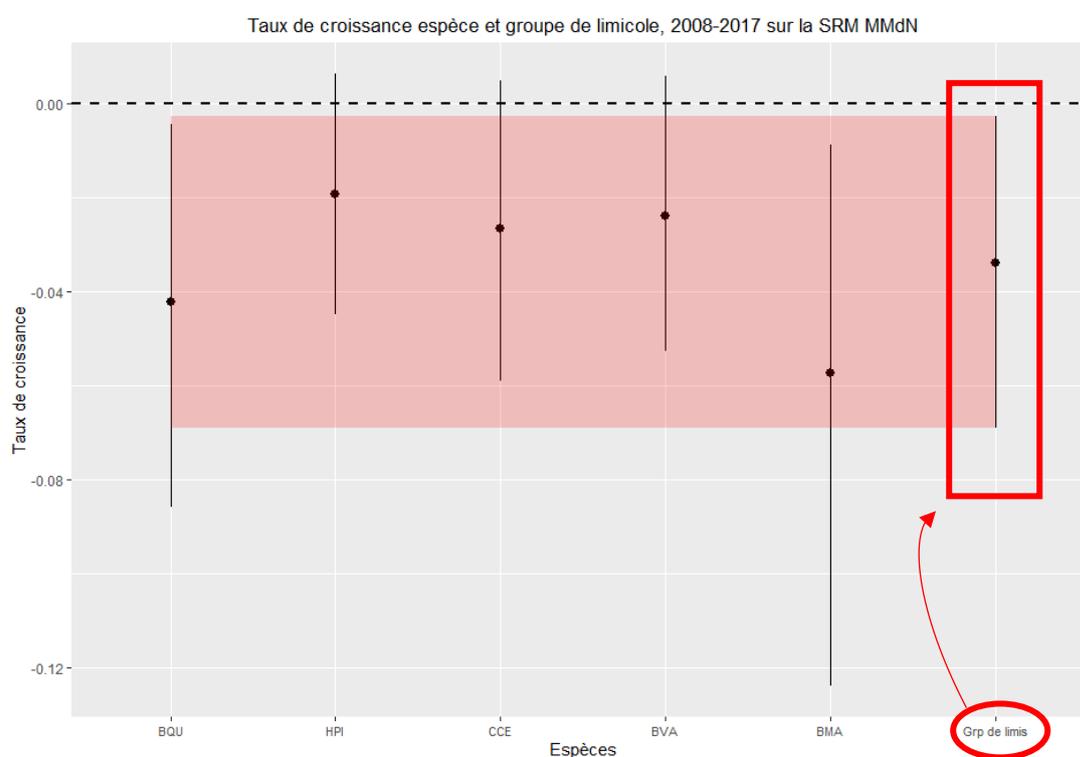


Figure 12 : taux de croissance obtenu pour chacune des espèces à enjeu de la sous-région marine Manche mer du Nord sur la décennie 2008-2017 (abréviation en abscisses) et pour le « groupe de limicoles » dans son intégralité (à droite).

Ces résultats semblent très prometteurs sur la possibilité d'obtenir une tendance multi-espèces sur chacune des façades maritimes.

Les données utilisées pour le calcul de ces tendances sont différentes entre la modélisation visant à l'obtention d'une tendance espèce-centrée à l'échelle de la sous-région marine pour l'indicateur janvier (cf partie A0.). Pour autant, il est apparu intéressant de comparer les tendances obtenues pour chaque espèce entre les deux méthodes de modélisation, de manière à s'assurer qu'il n'y avait pas d'incohérences majeures.

Il n'apparaît pas de différences majeures dans les tendances obtenues via les deux méthodologies, ce qui semble rassurant sur la capacité du modèle multi-espèce à fournir une tendance « groupe de limicoles » fiable.

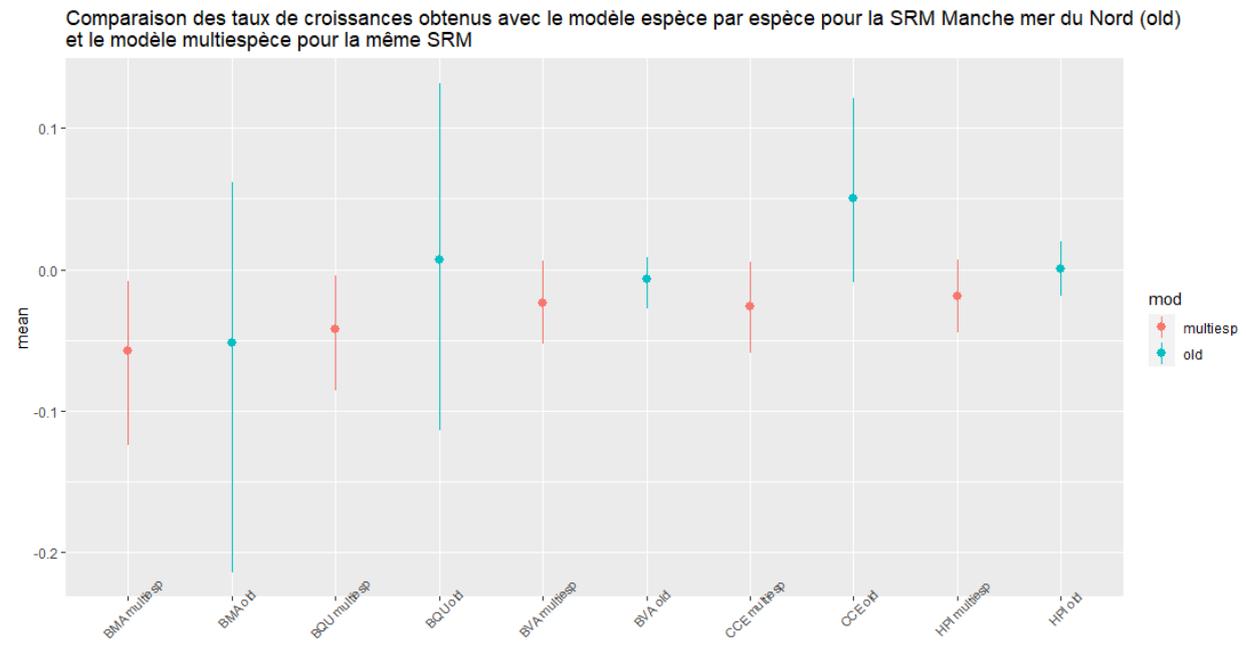


Figure 13 : comparaison des tendances obtenues pour chaque espèce à enjeu de la façade MMdN entre la méthodologie utilisée pour obtenir une tendance à l'échelle SRM pour l'indicateur « janvier » (modèle « old » en bleu) et la méthodologie « multi-espèce » (en rouge)

○ **Programmation et perspectives année 3**

- **Septembre 2021** : Poursuite des tests et présentation de la méthodologie et des résultats préliminaires auprès des responsables du suivi de ces indicateurs DCSMM de l'OFB
- **Octobre/novembre 2021** : validation du modèle définitif avec le CEFE
- **Décembre 2021** : livraison d'un indicateur DCSMM multi-espèce par sous-région marine (la forme reste à déterminer)

## B) Co-construction avec les gestionnaires, validation scientifique et valorisation des indicateurs

---

### B0 : Co-construire avec les gestionnaires via la poursuite de l'animation du groupe de travail « indicateurs limicoles côtiers »

Plusieurs sessions de travail ont été menées sur la préparation et le développement des différents outils statistiques :

- Du 1<sup>er</sup> au 4 juin 2021 : participation au congrès mixte distancié/présentiel de Réserves Naturelles de France : séquence indicateurs limicoles côtiers dédiés ;
- Malheureusement, la pandémie a de nouveau perturbé les événements et les rencontres qui ont habituellement lieu au cours de l'année. Notamment, les rencontres annuelles de l'OPNL qui sont un moment fort d'échanges avec les gestionnaires contributeurs et qui n'ont pas pu se tenir cette année.

Plusieurs réunions ont aussi eu lieu sur des sujets traitant de la gestion des données et des projets de modernisation d'outils porté par l'OPNL :

- Nombreuses présentations des projets en cours (cf tableau suivant) ;
- Point spécifique avec la LPO et Bretagne vivante le 29 mars 2021 sur la nécessaire interopérabilité de nos futures bases. Ces deux structures portant à l'heure actuelle des projets similaires, le travail en collaboration transparente permet de nombreux partages d'expériences ;
- Réunion sur les référentiels spatiaux liés aux limicoles côtiers le 9 juin 2021 (LPO-RNF-OFB) et la spatialisation des différentes BDD en cours de construction : articulation et lien entre les bases Wetlands International-France, la base des contributeurs de l'OPNL, la future BD Oiseaux de l'OFB ;
- D'autre part, nous sommes maintenant intégrés à l'atelier « Système d'Information » de RNF, qui offre l'opportunité d'avancer régulièrement avec de nombreux gestionnaires du réseau sur les questions de BDD, et de valorisation des données produites.

### B1 : Validation via le concours du CST de l'OPNL

- Toutes les réflexions scientifiques et méthodologiques ont été menées en collaboration avec A. Besnard. Une semaine de travail statistique a eu lieu à Montpellier en septembre 2020 où un point complet sur les indicateurs a été réalisé et les modifications de modèles évoqués dans ce document ont été abordés.
- Une réunion du Conseil Scientifique et Technique (CST) s'est tenue à Dinard le 2 Octobre 2020.
- Une réunion spécifique avec Pierrick Bocher (enseignant-chercheur à l'université de la Rochelle), partenaire scientifique de l'Observatoire et spécialiste des limicoles (absent lors du CST du 02 octobre 2020), s'est tenue le 30 octobre 2020 et a permis de compléter les discussions ayant eu lieu à Dinard

- Une nouvelle semaine de travail est prévue au CEFE de Montpellier en septembre 2021.
- Un nouveau CST doit être organisé lors de l'année 3.

## B2 : Valoriser et porter à connaissances des indicateurs développés

Les indicateurs limicoles côtiers ont pu être discutés et/ou présentés au cours de plusieurs évènements au cours de l'année 2 :

Evènement	Participants	Dates	Présentation
Congrès annuel de RNF, atelier littoral – <i>Visioconférence</i>	15 personnes, gestionnaires de réserves naturelles, partenaires	1 au 4 juin 2021	Présentation des indicateurs développés et en cours de développement ; réflexions et temps d'échange sur les indicateurs  Présentation des projets liés à la modernisation des outils Web et bases de données
Congrès annuel de RNF, atelier littoral – <i>RNN des Marais de Séné</i>	Gestionnaires de réserves naturelles bretonnes, personnel de la RN de Séné et acteurs de structures environnementales bretonnes	2 juin 2021	Organisation de la journée terrain du congrès, notamment d'un temps dédié aux nouveaux outils de bases de données (en particulier GéoNature). Ce temps intitulé « café GéoNature » a permis de faire le point sur l'état des différents projets en cours dans le grand Ouest
Comité de Pilotage de l'OPNL	Gestionnaires contributeurs membres du CoPil	10 décembre 2020	Intervention et présentation sur les projets liés aux bases de données et au web
Webinaire « Données Naturalistes » sur GéoNature	Environ une centaine d'acteurs du monde de l'environnement et de la gestion de systèmes d'informations	24 juin 2021	Suivi des présentations et participation aux ateliers

Rencontres du GdR EcoStats - Rennes	~ 50 biostatisticiens et chercheurs	9 et 10 mars 2020	
---	--	-------------------	--

Il n'y pas eu de rencontres annuelles de l'OPNL cette année en raison de la crise sanitaire.

## C) Bibliographie

---

BON, Cécile et CAILLOT, Emmanuel, 2018. *Développement d'un « indicateur limicoles côtiers » pour le tableau de bords des aires marines protégées*. Rapport final. Observatoire du Patrimoine Naturel Littoral RNF-AFB.

CAILLOT, Emmanuel, 2005. *Stationnement des limicoles côtiers a sein des réserves naturelles de France. Distribution et phénologie des observations*. Master 2 pro Environnemnts, Sols, Eaux & Biodiversité. Université de Rouen.

CAILLOT, Emmanuel, 2012. *Section F: Généralisation de L'Observatoire « Littoral, limicoles et macrofaune benthique » RNF aux Aires Marines Protégées*. Bilan de l'existant et perspectives d'extension. OPNL.

MAHÉO, R. et LE DRÉAN-QUÉNEC'H DU, S., 2012. Limicoles séjournant en France (littoral). In : *Rapports annuels Wetlands International/Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage*.

MAHÉO, Roger, DRÉAN-QUÉNEC'H DU, Sophie Le, QUINTENNE, Gwenaël, JOYEUX, Emmanuel et FRANCESIAZ, Charlotte, 2019. Limicoles séjournant en France (littoral). pp. 46.

OFFICE FRANÇAIS POUR LA BIODIVERSITÉ, 2020. Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin - A propos. In : *DCSMM* [en ligne]. 17 juillet 2020. [Consulté le 23 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : <https://dcsmm.milieumarinfrance.fr/A-propos>.

TOISON, Vincent, 2020. *Identification et priorisation de la responsabilité de chaque sous-région marine pour les enjeux ornithologiques*. Office Français pour la Biodiversité - GISOM.

**ANNEXE 1 : tableaux des abréviations d'espèces et de sites utilisés dans ce document**

<b>Abr</b>	<b>Site</b>
<b>LDU</b>	Site fonc. Littoral Dunkerquois
<b>BCA</b>	Site fonc. Baie de Canche
<b>BSO</b>	Site fonc. Baie de Somme
<b>ESE</b>	Site fonc. Estuaire de la Seine
<b>BOR</b>	Site fonc. Baie d'Orne
<b>BVE</b>	Site fonc. Baie des Veys
<b>LES</b>	Site fonc. Littoral Est Cotentin
<b>LOU</b>	Site fonc. Littoral Ouest Cotentin
<b>ACH</b>	Site fonc. Archipel de Chausey
<b>BMO</b>	Site fonc. Baie du Mont Saint-Michel
<b>BSA</b>	Site fonc. Baie de Saint-Brieuc
<b>LPL</b>	Site fonc. Littoral de Pleubian
<b>IGB</b>	Site fonc. Ile Grande - Baie Tregastel - Perros
<b>BME</b>	Site Fonc. Baie de Morlaix - Estuaire de la Penze - Batz Roscoff Santec
<b>AMO</b>	Site fonc. Archipel de Molene
<b>RCO</b>	Site fonc. Ria du Conquet
<b>ISE</b>	Site fonc. ile de Sein
<b>AGL</b>	Site fonc. Archipel des Glenan
<b>IGR</b>	Site fonc. ile de Groix
<b>GMO</b>	Site fonc. Golfe du Morbihan
<b>PGU</b>	Site fonc. Presqu'île de Guerande
<b>ELO</b>	Site fonc. Estuaire de la Loire
<b>BBO</b>	Site fonc. Baie de Bourgneuf - ile de Noirmoutier
<b>BAI</b>	Site fonc. Baie de l'Aiguillon - Pointe d'Arcay
<b>IRE</b>	Site fonc. ile de Re
<b>BYV</b>	Site fonc. Baie d'Yves
<b>MMO</b>	Site fonc. Marais de Moeze-Oleron - Estuaire de la Charente - Estuaire de la Seudre
<b>EGI</b>	Site fonc. Estuaire de la Gironde
<b>LME</b>	Site fonc. Littoral Medocain
<b>BAR</b>	Site fonc. Bassin d'Arcachon
<b>EME</b>	Site fonc. Lagune du Mejean
<b>CAM</b>	Site fonc. Camargue

*Tableau : Abréviations des sites fonctionnels et correspondance avec le site fonctionnel complet*

<b>Vernaculaire</b>	<b>Latin</b>	<b>Abr</b>
<b>Avocette élégante</b>	<i>Recurvirostra avosetta</i> Linnaeus, 1758	AEL
<b>Barge à queue noire</b>	<i>Limosa limosa</i> (Linnaeus, 1758)	BQU
<b>Barge rousse</b>	<i>Limosa lapponica</i> (Linnaeus, 1758)	BRO

<b>Bécasseau maubèche</b>	<i>Calidris canutus</i> (Linnaeus, 1758)	BMA
<b>Bécasseau sanderling</b>	<i>Calidris alba</i> (Pallas, 1764)	BSA
<b>Bécasseau variable</b>	<i>Calidris alpina</i> (Linnaeus, 1758)	BVA
<b>Chevalier gambette</b>	<i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)	CGA
<b>Courlis cendré</b>	<i>Numenius arquata</i> (Linnaeus, 1758)	CCE
<b>Grand Gravelot</b>	<i>Charadrius hiaticula</i> Linnaeus, 1758	GGR
<b>Huîtrier pie</b>	<i>Haematopus ostralegus</i> Linnaeus, 1758	HPI
<b>Pluvier argenté</b>	<i>Pluvialis squatarola</i> (Linnaeus, 1758)	PAR
<b>Tournepie à collier</b>	<i>Arenaria interpres</i> (Linnaeus, 1758)	TCO

Tableau: Abréviations des espèces et correspondance leurs noms vernaculaire et latin

## ANNEXE 2 : Modèle bayésien pour l'obtention d'une tendance multi-espèces

---

```
model {
  ### PRIORS
  for (z in 1:nesp){
    for (i in 1:nsite[z]){
      N.est[1,i,z] ~ dunif(C1low[1,i,z],C1up[1,i,z]) #Effectif 1 année
tiré d'une uniforme entre [compte année1-20% ; compte année1+20%]
      logN.est[1,i,z] <- log(N.est[1,i,z]) # Prior for initial
population size *****
    }
  }

  # taux de croissance des espèces tirés dans la distri générale du groupe
de limicole
  for(z in 1:nesp){
    r.esp[z]~dnorm(r.limi,tau.esp)
  }
  r.limi~dnorm(0,0.01) #prior très large flatnormal
  sd.esp~dunif(0,10)
  tau.esp<-1/(sd.esp*sd.esp)
  # taux de croissances des sites tirés dans la distri générale de l'espèce
z
  for(z in 1:nesp){
    for (i in 1:nsite[z]){
      r.site[i,z] ~ dnorm(r.esp[z],tau.site[z])
    }
    sd.site[z]~dunif(0,10)
    tau.site[z]<-1/(sd.site[z]*sd.site[z])
  }

  # processus d'observation, indépendant pour chaque espèce
  for(z in 1:nesp){
    sd.obs[z] ~ dunif(0, 10) # Prior for sd of observation
process
    sd2.obs[z] <- pow(sd.obs[z], 2)
  }
}
```

```

    tau.obs[z] <- pow(sd.obs[z], -2)
  }
  # Likelihood
  # State process
  for (z in 1:nesp){ #n parcourt les espèces
    for (i in 1:nsite[z]){ #On parcourt les sites, sachant que le nombre
de site dépend de l'espèce z
      for (t in 2:nyear){ #On parcourt les années
        logN.est[t,i,z] <- logN.est[t-1,i,z]+r.site[i,z]
        N.est[t,i,z] ~ dpois(lambda[t,i,z])
        lambda[t,i,z] <- exp(logN.est[t,i,z])
      }
    }
  }
  # Observation process
  for(z in 1:nesp){
    for (t in 1:nyear) {
      for (i in 1:nsite[z]){
        C[t,i,z] ~ dlnorm(logN.est[t,i,z], tau.obs[z])
      }
    }
  }
}

```