



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Recueil de besoins – AMI 2021

Développements en matière de surveillance et d'évaluation
de l'état des milieux aquatiques continentaux, littoraux et
marins dans le cadre des directives européennes

Version 5 (2021)

Date de dernière mise à jour : 08/09/2021



SOMMAIRE

I. Préambule : présentation du document	5
I.1 Contexte et objectifs.....	5
I.2 Périmètre des besoins exprimés.....	5
I.2.1 Notion de « surveillance » des milieux aquatiques	5
I.2.2 Notion « d'évaluation » des milieux aquatiques.....	6
I.2.3 Nature des objets et des actions concernés par les besoins exprimés.....	7
I.2.4 Périmètre géographique de l'AMI	7
I.3 Lecture du recueil.....	7
II. Besoins relatifs aux milieux aquatiques continentaux.....	11
II.1 Besoins relatifs à la physico-chimie et aux contaminants chimiques.....	12
II.2 Besoins relatifs à l'hydrobiologie.....	17
II.3 Besoins relatifs à l'hydromorphologie.....	19
II.4 Besoins relatifs à la surveillance et l'évaluation quantitative des eaux souterraines.....	22
III. Besoins relatifs aux milieux littoraux et marins	27
III.1 Besoins relatifs à la physico-chimie et aux contaminants chimiques.....	28
III.2 Besoins relatifs à relatifs à la diversité biologique	29
IV. Bibliographie	39
IV.1 Bibliographie relative aux besoins	39
IV.2 Bibliographie réglementaire et législative	43
V. Sigles et abréviations.....	44
VI. Annexes	47
VI.1 Annexe 1. Critères du Bon Etat Ecologique DCSMM	47
VI.2 Annexe 2. Liste des dispositifs « poisson » de sciences participatives recensés par Vigie-Mer.....	49
VI.3 Annexe 3. Liste des 76 espèces non indigènes (ENI) envahissantes concernées par le [Besoin B11].....	49
VI.4 Annexe 4. Note de cadrage « Écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines : quelles méthodes pour appliquer la directive cadre européenne sur l'eau ? »50	

I Préambule : présentation du document

I. Préambule : présentation du document

I.1 Contexte et objectifs

Ce document est rédigé par l'Office Français de la Biodiversité (OFB) après consultation des représentants désignés de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB), des Agences et Offices de l'eau, des Directions Interrégionales de la mer (DIRM) et des Directions (Régionales) de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL et DEAL) et du consortium AQUAREF (chimie et hydrobiologie). Il s'inscrit dans une continuité de co-construction avec ces acteurs, en faveur du développement des liens entre les directives européennes et l'articulation des outils développés dans le présent recueil des besoins.

Les besoins exprimés en termes d'outils de « surveillance » et/ou « d'évaluation », ou d'appuis aux politiques de préservation des milieux aquatiques concernent l'ensemble des composantes des écosystèmes dulçaquicoles, littoraux et marins de la métropole et des Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM), ainsi que les pressions anthropiques qui s'y exercent et leurs impacts, en réponse aux directives européennes s'appliquant sur ces milieux (Directive Cadre sur l'Eau (DCE)¹, Habitats Faune Flore (DHFF), Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM))² pour lesquels l'OFB est responsable.

Dans la lignée des précédentes éditions, l'OFB lance un appel à manifestations d'intérêt (AMI) sur la base des besoins identifiés dans ce recueil afin de susciter l'intérêt d'opérateurs publics ou privés qui pourront proposer un projet d'action(s) en vue d'une aide financière de l'OFB. Les besoins présentés dans ce recueil sont ceux qui ne sont actuellement pas couverts dans le cadre des partenariats actuels entre l'OFB et les partenaires scientifiques et techniques intervenant dans la mise en œuvre des directives citées.

I.2 Périmètre des besoins exprimés

I.2.1 Notion de « surveillance » des milieux aquatiques

En référence aux directives sus citées, la notion de « surveillance » utilisée de façon générique dans ce document renvoie à toute activité de production de données ou de collecte de données, issues d'échantillons prélevés ou de mesures sur le terrain, d'observations visuelles ou d'estimations issues de l'analyse d'images satellitaires ou de modélisation, visant à satisfaire les objectifs suivants :

- Etablir l'état réglementaire des eaux continentales, littorales et marines ;
- Evaluer et quantifier les effets des programmes de mesures ;
- Evaluer les changements à long terme des conditions naturelles ;
- Evaluer les changements à long terme résultant d'une importante activité anthropique ;
- Evaluer les pressions, leurs impacts, et leurs évolutions, en particulier les pressions et impacts mentionnés dans les textes réglementaires (décision européenne 2017/848 (UE) relative à la définition du bon état écologique des eaux marines de la DCSMM, guide et tables de rapportage de la DCE, menaces et pressions de la DHFF) ;
- Déterminer les causes pour lesquelles les différents milieux n'atteignent pas les objectifs environnementaux définis pour répondre aux directives ;

¹ DCE : « Directive Cadre européenne sur l'Eau » : Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ;

² DCSMM : « Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin » : Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre pour une politique communautaire pour le milieu marin.

- Contribuer à la conception et à l'évolution des programmes de surveillance DCE, DCSMM, DHFF, veiller à leur articulation (dans les zones de recouvrement des directives et pour les composantes de l'écosystème ou les pressions communes) ;
- Déterminer les conditions et ou les états de référence des composantes de l'écosystème ou des pressions.

1.2.2 Notion « d'évaluation » des milieux aquatiques

L'évaluation est un processus qui permet de connaître et de comprendre l'état (au sens des directives européennes concernées) des milieux aquatiques continentaux, littoraux et marins, en quantifiant l'écart entre l'état actuel de ces milieux et un état de référence non anthropisé. Elle s'intéresse au fonctionnement des écosystèmes, aux pressions anthropiques qui s'y exercent ainsi qu'à l'origine de ces pressions.

L'évaluation s'appuie sur des données issues de la surveillance et repose généralement sur une comparaison de l'état observé à un état de référence, pas ou peu perturbé par les activités humaines, pour ensuite mettre en œuvre des mesures de gestion adaptées. L'évaluation s'adresse à toutes les catégories de masses d'eau : eaux de surface continentales (cours d'eau, plans d'eau), littorales (eaux de transition, eaux côtières), marines (au-delà de 12 miles), eaux souterraines, et aux activités génératrices de pressions sur ces milieux. Pour rappel, le terme « masse d'eau » se réfère au découpage élémentaire des milieux aquatiques destinée à être l'unité d'évaluation de la DCE.

L'évaluation porte sur les principaux compartiments des écosystèmes (composantes abiotiques et biotiques) mentionnés par les directives, sur leur fonctionnement (liens trophiques notamment), ainsi que sur les principales pressions qui s'exercent sur ces milieux (en particulier, celles ciblées par les textes réglementaires) et les activités qui les génèrent. Elle renvoie aux méthodes et critères définis par les directives servant à caractériser les activités, les pressions et leurs impacts, les différentes classes d'état écologique/de conservation, d'état chimique et de potentiel écologique pour les milieux fortement anthropisés ou artificiels :

- L'état écologique (DCE et DCSMM) ou l'état de conservation des habitats et des espèces (DHFF). L'évaluation se fait, principalement, sur la base de paramètres biologiques (abondance, aires de répartition des espèces, etc.) et de paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques soutenant la biologie ;
- L'état chimique ou niveau de contamination de l'écosystème (descripteur 8 (D8) de la DCSMM, substances de l'état chimique et polluants spécifiques de l'état écologique de la DCE), destiné à vérifier le respect des normes de qualité environnementales (NQE) fixées par des directives européennes ou au niveau national (valeurs guides environnementales (VGE)) et basées sur les listes européennes, nationales et locales ;
- Les descripteurs de pressions anthropiques pour la DCSMM, l'atteinte des objectifs environnementaux et une analyse économique et sociale, organisée en deux volets : l'utilisation des eaux marines et les coûts de la dégradation (art 8(1)(c) de la DCSMM) ;
- Le bon potentiel écologique qui est l'objectif à atteindre, pour les masses d'eau artificielles (MEA) et les masses d'eau fortement modifiées (MEFM) de la DCE. Il est défini par rapport aux mesures d'atténuation applicables et aux valeurs des éléments de qualité pour le type de masses d'eau de surface le plus comparable, en tenant compte des usages incompressibles et des caractéristiques artificielles ou fortement modifiées de la masse d'eau ;
- Les pressions à l'origine du risque de non atteinte des objectifs environnementaux au sens de la DCE. Il s'agit d'identifier les activités humaines susceptibles d'entraver, notamment : l'atteinte du bon état chimique des masses d'eau, l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau naturelles, et l'atteinte du bon potentiel écologique MEA et MEFM.

1.2.3 Nature des objets et des actions concernés par les besoins exprimés

Les besoins précis exprimés ci-après peuvent porter sur les actions suivantes :

- **L'appui aux décideurs de la politique de l'eau** (ministères, agences ou offices de l'eau, services de l'Etat, gestionnaires des milieux), par la mise à disposition d'expertise sur des questions ciblées ayant trait à la surveillance et à l'évaluation de la qualité des eaux, à la surveillance et à l'évaluation de l'état des écosystèmes, des pressions anthropiques qui s'y exercent ainsi que leur(s) origine(s) dans l'objectif de répondre aux directives européennes ;
- **La mise à disposition de méthodologies** ayant vocation à servir à la communauté des opérateurs de la surveillance et de l'évaluation et aux gestionnaires des milieux aquatiques continentaux, littoraux et marins dans le cadre de l'application des directives européennes ;
- L'innovation : favoriser et soutenir **le développement de nouvelles méthodologies** et de nouveaux outils, instruments et équipements opérationnels pour répondre aux mieux aux exigences des directives.

AVERTISSEMENT

La priorité porte sur la **valorisation de données existantes**, l'acquisition de nouvelles données devra faire l'objet d'une justification détaillée (nouvelle(s) technologie(s) d'acquisition de données, zone(s) d'intérêt pour laquelle les données acquises antérieurement sont parcellaires ou inexistantes, etc.).

Pour les eaux littorales et marines, une attention particulière sera portée aux projets visant à **une articulation des méthodes d'évaluation et des suivis à mettre en œuvre pour répondre aux directives** (DCE, DCSMM, DHFF) sur les zones et thèmes de recouvrement, mais aussi dans d'autres contextes le cas échéant (gestion des aires marines protégées), et à l'imbrication des différentes échelles spatiales d'évaluation. De même, cet AMI inter-milieux vise à améliorer la compréhension des liens terre-mer, les projets explorant ces liens seront considérés avec une attention particulière.

Les besoins exprimés dans ce recueil **ne portent pas sur la valorisation des résultats d'évaluation** et les **eaux destinées à la consommation ne sont pas directement concernées** par le présent document.

1.2.4 Périmètre géographique de l'AMI

Cet appel à manifestation d'intérêt a une portée nationale. Ainsi, les **besoins exprimés concernent aussi bien la France métropolitaine qu'ultramarine**. Certains besoins peuvent cependant ne concerner que les DROM, dans ce cas, cela est clairement identifié, dans les tableaux introductifs.

1.3 Lecture du recueil

Le document est structuré en deux parties :

1. Besoins relatifs à l'évaluation et à la surveillance des **milieux aquatiques continentaux** : ces besoins visent à combler les lacunes identifiées dans le cadre de la mise en œuvre de la DCE, et de la DCSMM pour les sujets communs, au sein des différents groupes de travail nationaux dédiés. Ils traitent des milieux aquatiques continentaux, ainsi que de l'interface entre ce milieu et les milieux littoraux (en particulier sur les flux d'eau et de polluants) ;
2. Besoins relatifs à l'évaluation et à la surveillance des **milieux littoraux et marins** : ces besoins visent à identifier les principales lacunes ou leviers de progrès pour la mise en œuvre des politiques de gestion de ces milieux, principalement la DCE- eaux littorales et la DCSMM.

Ces besoins ont été identifiés par l'OFB en lien avec les experts scientifiques et acteurs mobilisés sur ces

directives, et validés par les groupes de travail DCE et par le groupe de travail scientifique et technique de la DCSMM.

Certains besoins à l'interface de ces milieux (eaux de transition et côtières) peuvent concerner les milieux continentaux et littoraux et peuvent être présentés dans les deux parties.

Dans chaque partie, outre l'utilisation du plan qui classe les besoins en fonction des grands milieux, des mots clés ont été ajoutés pour faire des recherches en fonction du type de masse d'eau (cours d'eau, plans d'eau, eaux souterraines, pour les eaux continentales ; eaux littorales, intermédiaires et du large pour les milieux littoraux et marins). Pour faire une recherche par mot clé, utiliser la commande de recherche (faire « CTRL + F » ou « Révision/Rechercher »). Le mot clé est indiqué entre crochets « [] » et correspond à :

- [CE] : Cours d'Eau
- [PE] : Plans d'Eau
- [ESO] : Eaux Souterraines
- [ELIT] : Eaux Littorales, dont masses d'eau côtières et de transition (estuaires et lagunes) au sens de la DCE (jusqu'à 1 mile nautique généralement)
- [EINT] : Eaux Intermédiaires (de la limite extérieure des masses d'eau littorales à 12 miles nautiques ou limite des eaux territoriales)
- [ELAR] : Eaux du Large (de 12 à 200 miles nautiques)

En complément des mots-clés, dans chaque partie est présenté un tableau synthétique permettant de repérer rapidement la thématique des besoins exprimés (surveillance, évaluation ou surveillance et évaluation).

Pour chaque partie, les besoins sont numérotés et indiqués entre crochets. Exemple : **[Besoin A4]**. Chaque besoin principal présente un titre. Un besoin principal peut être décliné en sous-besoins. Exemple : Besoin A4.a.

II

Besoins relatifs aux milieux aquatiques continentaux

II. Besoins relatifs aux milieux aquatiques continentaux

Cette partie du recueil concerne les besoins relatifs à l'évaluation et à la surveillance des **milieux aquatiques continentaux, ainsi que les milieux à l'interface avec les milieux littoraux**. Elle vise à identifier les principales lacunes ou leviers de progrès pour la mise en œuvre des politiques de gestion de ces milieux, principalement la DCE et la DHFF.

Sont particulièrement concernés dans cette partie, plusieurs types de masses d'eau :

- [CE] : Cours d'Eau
- [PE] : Plans d'Eau
- [ESO] : Eaux Souterraines
- [ELIT] : Eaux Littorales, dont masses d'eau côtières et de transition (estuaires et lagunes) au sens de la DCE (jusqu'à 1 mile nautique généralement)

AVERTISSEMENT

Pour l'ensemble des projets retenus, les éléments ci-dessous devront être détaillés :

- description du jeu de données mobilisé (et métadonnées) dans le cadre du projet (volumétrie des données) ;
- bancarisation des données complémentaires acquises (si nécessaire) dans le cadre du projet et justification ;
- rédaction d'un guide d'utilisation ou l'actualisation d'un guide si déjà existant ;
- fourniture des éléments nécessaires à l'intégration de l'indice dans le service de calcul du SEEE (note descriptive de la méthode de calcul, ensemble des éventuels tableaux de coefficients nécessaires au calcul, liste des taxons contributifs avec les éventuelles correspondances, fichiers d'exemple pour les données d'entrée et les résultats associés) <https://seee.eaufrance.fr/> ;
- publication scientifique ;

Tableau 1 - Tableau récapitulatif des besoins A1 à A23 concernant les milieux aquatiques continentaux

Besoin	Type de masses d'eau				Thématique			Spécifique DROM
	[CE]	[PE]	[ESO]	[ELIT]	Physico-chimie, contaminants	Hydrobio.	Hydromorpho.	
A1	X	X		X	X			
A2		X			X			
A3	X				X	X		X
A4	X	X		X	X			X
A5	X		X	X	X			X
A6	X				X			X
A7	X					X		
A8	X	X		X		X		
A9	X					X		
A10	X					X		X
A11	X						X	
A12	X						X	
A13	X						X	
A14	X						X	
A15	X					X	X	
A16		X					X	
A17			X					
A18			X					
A19			X					
A20			X					
A21			X					
A22			X					
A23			X			X		

II.1 Besoins relatifs à la physico-chimie et aux contaminants chimiques

	Surveillance	Evaluation	Catégorie de masses d'eau	Spécifique DROM
[Besoin A1]	x		[CE], [PE], [ELIT]	
[Besoin A2]		x	[PE]	
[Besoin A3]	x		[CE]	x
[Besoin A4]		x	[CE], [PE], [ELIT]	x
[Besoin A5]		x	[CE], [ESO], [ELIT]	x
[Besoin A6]	x		[CE]	x

[Besoin A1] Expertise des stratégies de surveillance et des outils existants et développement de méthodes d'estimation des flux de nutriments

La DCE a pour objectif d'atteindre et de maintenir le bon état écologique et chimique de la totalité des masses d'eau européennes. Les activités humaines génèrent des flux de polluants et de nutriments qui peuvent impacter l'ensemble des écosystèmes aquatiques. Dans ce cadre, il apparaît indispensable d'intégrer l'ensemble des processus qui impactent la qualité des eaux tout au long de son continuum depuis les sols agricoles, forestiers ou urbains jusqu'aux zones littorales en passant par les aquifères, les plans d'eau, les cours d'eau et leurs annexes hydrauliques.

Dans le cadre de plusieurs directives (DCE, DCSMM et conventions de mers régionales), les flux issus des bassins versants sont considérés comme une pression sur les plans d'eau et le littoral. La DCE et le descripteur 5 de la DCSMM (eutrophisation) imposent notamment un bon état au regard des concentrations en nutriments dans les eaux littorales et marines. Ainsi, les questions relatives aux flux (quantification, identification des sources de pollution et estimation d'impacts) ne sont pas nouvelles et nécessitent d'être abordées de façon plus globale sur l'ensemble du continuum terre-mer. Il est rappelé par ailleurs que l'échelle de travail souhaitée dans le cadre de cet appel à manifestation d'intérêt est d'ordre national (y compris les outre-mer).

- Besoin A1.a.
Recenser et expertiser la transposabilité opérationnelle et l'utilisation en routine des outils existants pour l'estimation des flux d'eau et de contaminants arrivant sur le littoral et dans les plans d'eau, à diverses échelles (locale, de bassin, nationale). De nombreuses études ont permis de développer différentes méthodes pour calculer les flux terre-mer, mais aucun listing n'existe à l'heure actuelle. Si l'insuffisance des outils actuels est constatée, proposer les outils adaptés pour le calcul des flux (parmi les outils existants ou à développer) et estimer les incertitudes associées. Sont attendues les méthodes d'extrapolation pour la quantification des flux sur les milieux non-suivis (tenant compte de la typologie des milieux et des pressions conditionnant les flux), qui pourraient être utilisées pour évaluer les flux au titre des différentes directives et conventions (DCE / DCSMM / OSPAR / Directive nitrates). Ces outils doivent aussi permettre l'estimation des caractéristiques hydro-physico-chimiques de type de masse d'eau cours d'eau DCE mais également de taille inférieure comme les tributaires non DCE de plans d'eau. Pour les flux terre-mer de contaminants, une étude comparative des outils est attendue, incluant en particulier l'analyse des méthodologies mises en œuvre dans le programme RID-OSPAR et dans MEDPOL. [CE], [PE], [ELIT]
- Besoin A1.b.
Réaliser une analyse de la sensibilité par rapport aux flux entrants de nutriments des masses d'eau plans d'eau réceptrices dans le contexte d'une problématique d'eutrophisation. Puis, à partir de cette analyse, définir les flux (et concentrations) à ne pas dépasser pour le nitrate (N), le phosphore (P) et le Silicium (Si) dans les cours d'eau tributaires de ces plans d'eau récepteurs. [PE]
[CE]

- **Besoin A1.c.**
Réaliser une analyse de la sensibilité par rapport aux flux entrants de nutriments des masses d'eau réceptrices littorales dans le contexte d'une problématique d'eutrophisation. Puis, à partir de cette analyse, définir les flux (et concentrations) à ne pas dépasser pour le nitrate (N), le phosphore (P) et le Silicium (Si) dans les cours d'eau et plans d'eau tributaires de ces eaux littorales réceptrices. [ELIT] [CE] [PE]
- **Besoin A1.d.**
Evaluer les situations où la « charge interne » en nutriments (stocks déjà existants dans les milieux, par ex. phosphore dans les sédiments) et les conditions de leur remobilisation peuvent constituer un risque important de dysfonctionnement de l'écosystème (par rapport aux apports directs du bassin versant). [ELIT]
- **Besoin A1.e.**
Etudier le lien état-pressions reliant les niveaux de contaminants dans les rivières et fleuves (concentrations et flux), en particulier aux niveaux des embouchures, et le niveau de contamination des écosystèmes côtiers. [CE], [ELIT]

[Besoin A2] Expertise opérationnelle pour la détermination de valeurs seuils et l'amélioration des pratiques d'évaluation des plans d'eau sur la base des paramètres physico-chimiques généraux soutenant la biologie [PE]

Comme rappelé dans la partie I.2.4. du présent recueil, cet AMI a vocation à avoir une portée la plus nationale possible, en conséquence le besoin A2 concerne autant les plans d'eau métropolitains qu'ultramarins.

La DCE a pour objectifs d'atteindre et de maintenir le bon état écologique et chimique de la totalité des masses d'eau européennes. Pour évaluer l'état écologique, différents indicateurs ont été développés et leurs incertitudes ont été quantifiées au moins partiellement. Dans le cas particulier des indicateurs pour les paramètres physico-chimiques généraux soutenant la biologie en plans d'eau, les travaux de Roubéix & Danis (2014) ont permis de tester différentes stratégies pour quantifier les valeurs seuils et ont abouti à la mise à jour de valeurs seuils de certains paramètres physico-chimiques présentes dans le SEQ-Eau Plan d'Eau. Cependant, plusieurs limites ont été soulignées par ces travaux notamment la non prise en compte des réponses de tous les compartiments biologiques aux paramètres physico-chimiques (e.g. poissons, macrophytes ou invertébrés benthiques). En effet, seules les réponses des métriques biologiques de l'indicateur phytoplancton aux paramètres physico-chimiques ont abouti à des propositions de nouvelles valeurs-seuils pour le phosphore total (valeur médiane des observations en zone euphotique), l'ammonium (valeur maximale des observations en zone euphotique) et la transparence (valeur médiane des observations). Les métriques biologiques ayant permis la définition de ces seuils sont les métriques relatives à l'abondance "Métrique de Biomasse Algale", MBA (De Bortoli & Argillier, 2008) et à la composition "Métrique de Composition Spécifique", MCS (Ferret & Laplace-Treytoure, 2013) du phytoplancton. Les autres métriques des compartiments biologiques poissons, macrophytes ou invertébrés n'ont pas montré de réponse significative aux paramètres physico-chimiques testés. Cela limite la pertinence des valeurs-seuils dans le cas de paramètres physico-chimiques en soutien à la biologie en générale (et non pas uniquement au phytoplancton).

- **Besoin A2.a.**
Des travaux basés sur la méthode de Gradient Forest (Ellis *et al.*, 2012) ont permis de traiter la question de l'existence de seuils écologiques. Ainsi, à travers l'analyse des données biologiques et physico-chimiques des suivis DCE, ces travaux ont mis en évidence des seuils de réponses des communautés aux différents paramètres physico-chimiques indépendamment de métrique d'indicateur biologique. Cette approche exploratoire a révélé, dans les gradients de différents paramètres influencés par les activités anthropiques, des zones sensibles pour les communautés

pouvant être interprétées comme des seuils écologiques critiques (Roubeix & Danis, 2014 ; Roubeix & Danis, 2015 ; Roubeix *et al.*, 2016 ; Roubeix *et al.*, 2017). Les valeurs de ces seuils écologiques sont d'ailleurs potentiellement utilisables pour améliorer la pertinence des seuils actuels et permettre des choix de gestion des plans d'eau sur la base des réponses de différents compartiments biologiques.

Les sujets soumis devront proposer une méthodologie opérationnelle de prise en compte des résultats du Gradient Forest pour l'amélioration des pratiques d'évaluation des plans d'eau sur la base des paramètres physico-chimiques généraux soutenant la biologie. Le travail réalisé devra :

- Analyser et critiquer les seuils de communauté mis en évidence par la méthode de Gradient Forest ;
 - Proposer un outil d'utilisation de ces résultats pour l'amélioration de l'évaluation de l'état écologique des plans d'eau par les paramètres physico-chimiques généraux soutenant la biologie ;
 - Proposer, si nécessaire, des améliorations des méthodologies de suivi.
- **Besoin A2.b.**
Concernant le(s) paramètre(s) oxygène dissous et/ou acidification et/ou salinité parmi les paramètres physico-chimiques généraux soutenant la biologie suivis en plans d'eau (voir arrêté « Surveillance »³, NOR : TREL1819387A, Tableau 32. – *Paramètres physico-chimiques pour les plans d'eau*, groupes 1 et 3) le travail réalisé devra :
- Analyser et critiquer ces données des suivis d'oxygène dissous, d'acidification et de salinité réalisées en routine dans les réseaux de suivi DCE ;
 - En particulier, analyser leur potentialité dans l'estimation des effets des pressions anthropiques sur ces caractéristiques physico-chimiques ;
 - Proposer un outil d'utilisation de ces données pour l'évaluation de l'état écologique ;
 - Proposer, si nécessaire, des améliorations des méthodologies de suivi.
- **Besoin A2.c.**
Concernant les données sédimentaires (suivis en phase solide et dans l'eau interstitielle des sédiments) issues des paramètres physico-chimiques généraux soutenant la biologie suivis en plans d'eau (voir arrêté « Surveillance », NOR : TREL1819387A, Tableau 32. – *Paramètres physico-chimiques pour les plans d'eau*, groupes 4, 4bis et 5) le travail réalisé devra :
- Analyser et critiquer ces données des suivis sédimentaires réalisées en routine dans les réseaux de suivi DCE ;
 - En particulier, analyser leur potentialité dans l'estimation des stocks de nutriments dans les sédiments et des flux de nutriments à l'interface eau-sédiment (piégeage et relargage) ;
 - Proposer un outil d'utilisation de ces données pour l'évaluation de l'état écologique ;
 - Proposer, si nécessaire, des améliorations des pratiques de prélèvements des données sédimentaires.

NB : Le phosphore ne fait plus partie des nutriments concernés par ce besoin, étant déjà étudié dans le cadre du projet « Phosphore MOBilisable dans les SEDiments de plans d'eau » (POMOSSED), lauréat de l'édition 2018 de l'AMI, mené par l'Université de Limoges.

Les deux études menées dans le cadre du besoin A2.b. et A2.c. seront préférentiellement réalisées en parallèle afin de mutualiser la phase d'audit des données et de consultation des experts locaux, des gestionnaires et des chercheurs mais pourront également être menées de façon séparée.

³ Arrêté du 17 octobre 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement, NOR : TREL1819387A

Références :

De Bortoli J. & Argillier C., 2008. Définition des conditions de référence et des limites des classes d'état sur la base d'une approche pressions/impacts - Plans d'eau, Paramètre chlorophylle-a, Cemagref, 51 p.

Ellis N., Smith S.J., & Pitcher C.R., 2012. Gradient forests: calculating importance gradients on physical predictors. *Ecology* 93: 156-168.

Feret T. & Laplace-Treyture C., 2013. IPLAC : l'indice Phytoplancton Lacustre : Méthode de développement, description et application nationale 2012. Rapport final. Irstea.

Roubeix V. & Danis P-A., 2014. Valeurs-seuils pour les paramètres physico-chimiques soutenant la biologie : analyse des réponses des compartiments biologiques phytoplancton, macrophyte & ichtyofaune. Rapport convention Onema/Irstea 2014. Irstea, UR HYAX, Pôle Onema/Irstea, Aix-en-Provence. p. 35.

Roubeix V. & Danis P-A., 2015. Nouveaux indicateurs physico-chimiques soutenant la biologie en plans d'eau : Principes de construction et perspectives. Rapport convention Onema/Irstea 2015. Irstea, UR HYAX, Pôle Onema/Irstea, Aix-en-Provence. p. 41.

Roubeix V., Danis P-A., Feret T., & Baudoin J.-M., 2016. Identification of ecological thresholds from variations in phytoplankton communities among lakes: contribution to the definition of environmental standards. *Environmental Monitoring and Assessment* 188.

Roubeix V., Daufresne M., Argillier C., Dublon J., Maire A., Nicolas, D. *et al.* 2017. Physico-chemical thresholds in the distribution of fish species among French lakes. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 418: 14.

[Besoin A3] Etude sur la définition et la validation du Réseau de Référence Pérenne (RRP) des cours d'eau des DROM [CE]

AVERTISSEMENT

Ce besoin a été placé dans la partie « Besoins relatifs aux à la physico-chimie et aux contaminants » cependant, il s'avère qu'il aurait également pu se situer dans la partie « Hydrobiologie », le besoin de définition et de validation du RRP ultramarin ne se limitant pas aux seuls contaminants mais également aux autres compartiments (poissons, phytoplancton, macroinvertébrés, diatomées). Ainsi, les projets candidats devront inclure les deux compartiments : la physico-chimie et l'hydrobiologie, afin de réaliser une étude à spectre plus large.

Le principe de la circulaire 2004-08 relative à la constitution du réseau de référence⁴ n'a pas été appliqué dans la majorité des DROM et les travaux nationaux pour la définition du réseau de référence pérenne ont porté uniquement sur la métropole. Chaque DROM se trouve ainsi dans une situation très différente vis-à-vis de la construction de son réseau de référence. Afin de construire et de valider un réseau cohérent à l'échelle des DROM, il est nécessaire de proposer une méthodologie de validation des sites candidats en concertation avec les gestionnaires de bassins selon différentes étapes :

- Identifier les rapports et études préexistants sur la constitution du RRP ultramarin pour chaque DROM ;
- Faire un audit des données issues des programmes de surveillance et des développements des bio-indicateurs dans chaque DROM auprès des offices de l'eau et des DEAL, mais également auprès des organismes de recherche ou bureaux d'étude qui ont développé des indicateurs biologiques spécifiques aux DROM afin d'examiner si les chroniques de données collectées peuvent répondre aux éléments de cadrage fixés par la réglementation ;
- Définir une (ou des) scénario(s) / méthodes de validation des sites RRP cours d'eau aux DROM ;
- Identifier les besoins de données complémentaires et les outils pour acquérir ces données.

⁴ Arrêté du 17 octobre 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement

[Besoin A4] Réflexion sur la définition de seuils physico-chimiques des éléments de qualité dans les DROM [CE], [PE], [ELIT]

Mener une réflexion sur la définition de seuils physico-chimiques des différents éléments de qualité (température, bilan d'oxygène, pH, alcalinité, salinité, nutriments) pour l'ensemble des catégories d'eau spécifiques aux ou à chacun des DROM. Il s'agira, en concertation avec les gestionnaires de bassins et les experts locaux et nationaux, de définir les enjeux et les modalités de construction des indicateurs pour les différents paramètres physico-chimiques. Outre un audit et une compilation des données disponibles, une proposition de démarche sera à construire, en tenant compte d'une part, du continuum terre-mer et d'autre part, de la « Directive nitrates » et des démarches régionales concernant l'évaluation physico-chimique de l'état des eaux (convention de Carthagène). Ces travaux pourront nourrir ou être nourris des réflexions menées au niveau national sur les flux de nutriments (voir besoins formulés plus hauts). L'objectif global consistera à proposer des seuils physico-chimiques :

- Adaptés au contexte des DROM pour toutes les catégories de masses d'eau (cours d'eau, plans d'eau, eaux de transition, eaux côtières et intermédiaires, tenant compte du continuum terre-mer) ;
- Cohérents avec l'évaluation biologique ;
- Utiles pour la gestion ;
- Cohérents et progressif entre les seuils (garantir et veiller à une continuité eaux continentales - eaux littorales).

[Besoin A5] Révision des fonds géochimiques en éléments traces des DROM [CE], [ESO], [ELIT]

Une étude réalisée en 2014 par le BRGM (Lions *et al.*, 2014) a permis, à partir d'une première étude de définition et de mise en œuvre d'une campagne d'échantillonnage dans les cours d'eau et les eaux souterraines de Guyane, l'interprétation des résultats et la rédaction des recommandations pour la détermination des valeurs seuils de bon état chimique des eaux souterraines. Cependant, certaines concentrations naturelles d'éléments traces déclassent encore certaines masses d'eau. Ce problème apparaît non seulement en Guyane mais également dans les autres DROM (Malcuit *et al.*, 2019 ; Serniguet *et al.*, 2020).

Il est ainsi demandé une étude proposant la révision des fonds géochimiques en éléments traces afin de déterminer des valeurs seuils de bon état chimique des eaux souterraines ou des seuils limites de qualité environnementale pour les cours d'eau par élément.

Il est demandé, au préalable, d'élargir la gamme des éléments chimiques (arsenic, plomb, arsenic, fer, manganèse, radon, zinc, cuivre, cadmium, aluminium, nickel, etc.) pour le calcul des valeurs seuils et la détermination des fonds géochimiques. Il conviendra de préciser quels éléments seront ajoutés, en vue des problématiques qu'ils posent pour le bon état chimique des cours d'eau et des eaux souterraines mais aussi les stratégies de prélèvements. Ensuite, il conviendra de ré-évaluer les valeurs seuils actuellement en vigueur.

Références :

Lions J., Blum A., Courbin A., Joseph B., 2014. Caractérisation des fonds géochimiques des cours d'eau et des eaux souterraines de Guyane. Rapport final. BRGM/RP-63670-FR., 115 p.

Malcuit E., Serniguet H., Eddam S., Ratsimihara T., Gourcy L., 2019. Caractérisation des fonds hydrogéochimiques des eaux souterraines et des cours d'eau de Mayotte. BRGM/RP-68526-FR. 192p., 75 ill., 61 tabl.

Serniguet H., Ratsimihara T., & Mendiboure T., 2020. Suivi des réseaux de contrôle de surveillance de l'état qualitatif des masses d'eau souterraine et cours d'eau de Mayotte. Année 2019. Rapport final. BRGM/RP-69888-FR, 96 p., 15 ill., 18 tabl., 7 ann.

[Besoin A6] Promouvoir les approches de biosurveillance active dans les DROM [CE]

La surveillance de l'état chimique des milieux aquatiques continentaux et côtiers telle qu'inscrite dans la DCE se base sur leur conformité aux normes de qualité environnementales (NQE). Suite à la publication de la directive 2013/39/UE du Parlement européen et du Conseil du 12 août 2013 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau, des NQE ont été proposés pour le biote. Dans les DROM, des problèmes se posent cependant sur la faisabilité de la surveillance via le biote du fait du caractère diadromes de nombreuses espèces dulçaquicoles.

Il est ainsi demandé de réaliser une étude de faisabilité concernant la surveillance des substances chimiques à l'aide d'invertébrés provenant de populations de référence ou d'élevages d'espèces locales, et engagés dans le milieu pour assurer une prise d'information, spécifique au site, des niveaux de contamination chimique. Cette étude s'attachera, en respect avec la réglementation en vigueur sur l'introduction et la propagation d'espèces animales exotiques envahissantes, à concevoir et optimiser les dispositifs d'encagement afin d'assurer la survie des organismes, de définir des conditions d'utilisation de ces dispositifs, notamment vis-à-vis de la physico-chimie du milieu, et de proposer une stratégie de déploiement adaptée à l'échelle d'un réseau de surveillance (i.e., durée et période d'encagement, fréquence de déploiement, etc.).

II.2 Besoins relatifs à l'hydrobiologie

	Surveillance	Evaluation	Catégorie de masses d'eau	Spécifique DROM
[Besoin A7]		x	[CE]	
[Besoin A8]		x	[CE], [PE], [ELIT]	
[Besoin A9]		x	[CE]	
[Besoin A10]		x	[CE]	x

[Besoin A7] Etude de faisabilité d'un modèle d'extrapolation de l'état écologique des cours d'eau [CE]

Réaliser une évaluation préalable sur la faisabilité d'un modèle permettant d'extrapoler le calcul de l'état écologique (pour les différents éléments de qualité physico-chimique, hydrobiologie et hydromorphologique) des cours d'eau de l'échelle stationnelle à l'échelle de la masse d'eau, notamment à partir des données de surveillance et de pression s'exerçant sur les milieux aquatiques.

[Besoin A8] Préparer la bioindication du futur [CE], [PE], [ELIT]

Jusqu'à présent les travaux de recherche ont principalement envisagé l'utilisation des techniques génétiques au sein du système d'évaluation DCE pour remplacer les méthodes d'échantillonnage et d'identification classiques tout en conservant les outils de bioindication existants. Les approches développées obtiennent des résultats corrélés à ceux obtenus par les méthodes classiques tout en permettant des gains de rapidité et de précision pour l'échantillonnage et l'identification des espèces (par exemple pour les diatomées ou les poissons). Toutefois, des passerelles restent encore à établir afin de rendre ces approches tout à fait opérationnelles.

Parallèlement à ces approches, il semble prometteur de construire de nouveaux outils de bioindication exploitant directement les résultats des techniques génétiques sans nécessairement passer par une phase d'identification des espèces ; en particulier pour les éléments de qualité et catégories de masses d'eau pour lesquels aucun indicateur n'est défini à l'heure actuelle, ou ceux pour lesquels l'échantillonnage actuel est destructif ou faiblement représentatif.

D'où le besoin suivant : pour les couples catégorie de masse d'eau*élément de qualité biologique pour lesquels cela est le plus pertinent (i.e. cas où la surveillance actuelle est destructrice pour les milieux – comme par exemple pour les poissons en plans d'eau, ou dans le cas où aucun indicateur d'évaluation n'existe actuellement – c'est le cas pour certains éléments de qualité et certaines catégories de masses d'eau dans les DROM) :

- Définir une stratégie d'échantillonnage à l'échelle de l'ensemble du territoire d'intérêt, permettant de disposer de données biotiques et abiotiques en quantité suffisante et correspondant à un gradient de pressions suffisamment large, afin de pouvoir envisager à l'avenir le développement d'un indicateur d'évaluation de l'état pour le ou les éléments de qualité biologique étudiés, au sens de la DCE ;
- Proposer des indicateurs potentiels, étant entendu que le développement en lui-même de l'outil d'évaluation ne pourra pas être réalisé tant que les données ne seront pas disponibles ; en revanche la définition de la stratégie d'échantillonnage nécessitera qu'une réflexion soit entreprise sur la façon dont concevoir l'indicateur ;
- Réaliser les échantillonnages en question ;
- Développer un outil permettant de bancariser cette donnée, afin de préparer le futur développement.

[Besoin A9] Développement d'indices biologiques pour les cours d'eau de métropole [CE]

- **Besoin A9.a.**
Préciser les valeurs seuils de limites de classe en très grands cours d'eau (TGCE) pour l'indice biologique macrophytique en rivières (IBMR).
- **Besoin A9.b.**
Les changements globaux et notamment le changement climatique conduisent à s'interroger sur l'évolution des conditions de référence de manière à s'assurer de la fiabilité de l'évaluation des états écologiques. Etablies sur la base des données 2005-2007 et actualisées pour certains indicateurs en 2015-2016 (I2M2 par exemple), les conditions de référence seront potentiellement à actualiser dans les prochaines années.
D'où la nécessité de réaliser un bilan de l'évolution des conditions de référence depuis le début de la mise en œuvre de la DCE afin d'estimer l'ampleur de la dérive (éventuelle) de ces conditions ; ainsi que l'impact associé sur l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau surveillées. Il s'agit d'examiner à la fois l'évolution des peuplements faunistiques ou floristiques des indicateurs biologiques des cours d'eau de métropole (indice biologique diatomées (IBD), indice invertébrés multi-métrique (I2M2), indice poisson rivière (IPR), indice biologique macrophytique en rivière (IBMR)), ainsi que des conditions environnementales associées afin de tenter d'expliquer cette dérive éventuelle des peuplements biologiques. Enfin, réaliser une projection vers l'avenir afin de prédire l'évolution probable des conditions de référence à un horizon de 2 à 3 cycles de gestion au sens de la DCE (i.e. 12 à 18 ans).

[Besoin A10] Développement d'indices biologiques pour les cours d'eau des DROM [CE]

- **Besoin A10.a.**
Révision approfondie de l'Indice Réunion Poisson (IRP) prenant en compte non seulement une « métrique » macro-crustacés mais également les pressions (dont la pression pêche) et les caractéristiques hydromorphologiques (débit, pente, habitats, etc.) des cours d'eau de La Réunion en termes de distribution d'espèces.
- **Besoin A10.b.**
Etudier la robustesse des trois indices DCE de Guyane : SMEG (Score Moyen des Ephéméroptères de Guyane), IPG Global (Indice Poissons Guyane global) et IBMG (Indice Biologique Macro-invertébrés Guyane) et confronter les résultats qu'ils fournissent non seulement face à une mesure de gradient de pressions anthropiques s'exerçant sur les cours d'eau de Guyane mais

également en rapport à la nature des habitats prospectés. Cette étude de la robustesse devra précéder une proposition d'amélioration de ces trois indicateurs.

- **Besoin A10.c.**
Pour les trois indices DCE Guyane : SMEG (Score Moyen des Ephéméroptères de Guyane), IPG Global (Indice Poissons Guyane global) et IBMG (Indice Biologique Macro-invertébrés Guyane), réaliser un travail sur les métriques pour étendre la pertinence de l'indice à l'évaluation de l'état de l'hydro-écorégion de la plaine du littoral HER 51 (cours d'eau sous influence de la marée).
- **Besoin A10.d.**
Pour l'IBMG (Indice Biologique Macro-invertébrés Guyane) : Etudier dans quelle mesure le SMEG (Score Moyen des Ephéméroptères de Guyane) pourrait être intégré à cet indice en tant que nouvelle métrique et vérifier si son apport renforce la robustesse de l'indice.
- **Besoin A10.e.**
Développement d'un indicateur pour l'EQB phytoplancton pour les grands / très grands cours d'eau (GCE/TGCE) de Guyane répondant aux exigences de la DCE.
- **Besoin A10.f.**
Développement d'un indicateur répondant aux exigences de la DCE pour l'élément de qualité biologique poissons pour les cours d'eau de Mayotte. Les travaux s'appuieront sur les résultats du projet REZORD-MAY, lauréat de l'édition 2018 de l'AMI, qui s'était intéressé à l'évaluation des conditions de référence pour l'élément de qualité poissons et macro-crustacés d'eau douce de Mayotte.

N.B : pour le besoin A10.f, le rapport final du projet REZORD-MAY n'étant pas encore disponible en ligne, vous trouverez le document sur la page d'actualité de l'OFB relative à la publication de l'AMI, onglet « Documents à télécharger » sous format zip.

II.3 Besoins relatifs à l'hydromorphologie

	Surveillance	Evaluation	Surveillance et Evaluation	Catégorie de masses d'eau
[Besoin A11]		x		[CE]
[Besoin A12]		x		[CE]
[Besoin A13]			x	[CE]
[Besoin A14]	x			[CE]
[Besoin A15]		x		[CE]
[Besoin A16]			x	[PE]

[Besoin A11] Développer une approche intégrée d'évaluation des altérations hydromorphologiques des cours d'eau [CE]

Pour les masses d'eau cours d'eau, développer une approche intégrée (i.e. combinant différentes échelles d'analyse), permettant l'évaluation des altérations hydromorphologiques des cours d'eau à partir des données et des outils existants. Travailler en particulier à la définition des conditions non perturbées, au sens de l'annexe V (§1.2.1) de la DCE. Il est demandé un indicateur par élément de qualité hydromorphologique : régime hydrologique, continuité de la rivière et conditions morphologiques.

[Besoin A12] Développer une approche intégrée permettant d'appuyer le diagnostic du niveau d'altération hydromorphologique des cours d'eau et des incidences de ces altérations sur les habitats et la biologie [CE]

Pour les masses d'eau cours d'eau, développer une approche intégrée permettant d'appuyer le diagnostic du niveau d'altération des éléments de qualité hydromorphologiques (hydrologie, continuité, morphologie) et des incidences de ces altérations sur les habitats et la biologie à partir des données et des outils existants. L'approche développée devra permettre d'orienter les actions de préservation et de restauration à mener en ciblant les altérations hydromorphologiques en fonction de leur impact sur les habitats et la biologie.

[Besoin A13] Permettre l'adaptation des méthodes de surveillance et d'évaluation aux cours d'eau intermittents [CE]

- **Besoin A13.a.**
Définir une typologie de cours d'eau intermittents afin d'améliorer/adapter les protocoles de surveillance et d'évaluation de ces cours d'eau : après avoir recensé et récupéré les données issues de réseaux d'observation existants (ONDE, réseau hydrométrique national (banque hydro), initiatives locales, etc.), établir à partir de ces données d'observation, des valeurs de référence permettant de définir une typologie de cours d'eau intermittents caractérisant l'hydrologie de ces systèmes en fonction de plusieurs critères : durée des assecs, saisonnalité des assecs, tendance à la hausse ou à la baisse du caractère intermittent (Beaufort *et al.*, 2018).
- **Besoin A13.b.**
Identifier les données de contexte et de pressions anthropiques nécessaires et établir des méthodes pour classer les cours d'eau intermittents en fonction du degré d'importance des causes anthropiques dans leur caractère intermittent par rapport aux causes naturelles.
- **Besoin A13.c.**
Définir les conditions de référence des cours d'eau naturellement intermittents pour les éléments de qualité biologique macroinvertébrés, poissons, macrophytes, et phytobenthos en s'appuyant sur les travaux INRAE 2016-2018. Cela implique notamment de définir le seuil d'intermittence au-delà duquel la méthode de surveillance et/ou d'évaluation doit être adaptée.

Références :

Beaufort A., Lamouroux N., Pella H., Datry T., & Sauquet E., 2018. Extrapolating regional probability of drying of headwater streams using discrete observations and gauging networks. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(5), 3033-3051.

Crabot J. 2019. Continuité écologique, fragmentation et dynamique spatio-temporelle des communautés en rivières intermittentes. Thèse de doctorat. Ecologie, Environnement. Université de Lyon, 2019. Français. NNT : 2019LYSE1319. tel-02482647v2. <http://www.theses.fr/2019LYSE1319>

Gauthier M. 2020. Dynamique des métacommunautés dans les têtes de bassin versant fragmentées : une perspective moléculaire. Thèse de doctorat. Ecologie, Environnement. Université de Lyon, 2020. Français. <http://www.theses.fr/s201043>

Projet H2020 Dryver (<https://www.dryver.eu/>)

[Besoin A14] Pour les masses d'eau de type « cours d'eau » : consolidation des réseaux de surveillance et veille scientifique et technique pour l'hydromorphologie [CE]

- **Besoin A14.a.**
Appuyer le Plan d'application satellitaire (PAS 2018-2022) : fiche 18 – « Suivre et caractériser l'hydromorphologie des cours d'eau » : utiliser les ressources de la télédétection satellitaire, pour

aider à la surveillance de l'hydromorphologie DCE notamment pour les cours d'eau non prospectables à pied, en métropole et en DROM (environ 500 stations de surveillance). » Il s'agit notamment de proposer une typologie des données (images sat') disponibles, des conditions d'accès, des traitements nécessaires, et de leur utilité et perspectives pour la caractérisation DCE de l'hydromorphologie. »

- Besoin A14.b.
En lien avec le besoin précédent, développer un document d'accompagnement (rédaction d'un guide technique par exemple) de l'exploitation de la télédétection afin de permettre également d'aider les opérateurs et gestionnaires à appliquer les techniques idoines de suivi des cours d'eau par la télédétection fluviale.
- Besoin A14.c.
Pour les masses d'eau de type « cours d'eau » de métropole et DROM, identifier de nouvelles stations pas ou peu soumises à des pressions anthropiques afin de rendre les modèles de référence contributifs à l'Indice morphologique global - Carhyce (IMG - Carhyce) plus robustes dans les hydro-écorégions où cela est nécessaire.

Référence :

Ministère de la transition écologique et solidaire (MTES), Ministère de la cohésion des territoires. Plan d'applications satellitaires 2018, Des solutions spatiales pour connaître le territoire, Juillet 2018, 89 p.
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20d%E2%80%99applications%20satellites%202018.pdf>

[Besoin A15] Etudier le lien entre la réalisation de mesures de restauration hydromorphologique et les gains biologiques [CE]

- Besoin A15.a.
Etudier le lien biologie/hydromorphologie sur les masses d'eau fortement modifiées (MEFM) à partir des données des actions de restauration hydromorphologique déjà bancarisées dans des bases locales et des données hydrobiologiques produites dans le cadre de la surveillance DCE. Il s'agit plus particulièrement d'identifier dans quelle mesure, à partir de ces données, il est possible de quantifier les gains biologiques produits par les diverses actions d'atténuation des pressions hydromorphologiques en MEFM (pour l'analyse des gains biologiques, il pourra être utile de ne pas se limiter uniquement aux indicateurs biologiques existants utilisés pour l'évaluation au titre de la DCE, mais d'étendre l'étude à des métriques spécifiques). L'objectif à long terme est d'être en mesure de proposer pour l'évaluation du potentiel écologique des valeurs seuils pour les éléments de qualité biologique conformes au cadre européen.
- Besoin A15.b.
Préciser, par grand type de mesures d'atténuation hydromorphologique, l'échelle minimale à laquelle la mesure d'atténuation doit être appliquée afin de garantir une efficacité sur le plan biologique mesurable et perceptible à l'échelle de la masse d'eau (pour toutes les masses d'eau cours d'eau : naturelles, fortement modifiées et artificielles).

[Besoin A16] Pour les masses d'eau de type « plan d'eau » [PE]

Des travaux sont actuellement menés par le pôle Ecla (OFB-INRAE) pour l'élaboration d'une méthode d'évaluation quantitative de la qualité hydromorphologique des plans d'eau qui soit compatible avec les exigences de la DCE. Cette méthode, intitulée « LHYMO », prend en compte un ensemble de métriques permettant de caractériser chacun des six paramètres hydromorphologiques de l'état écologique des plans d'eau fixés par la DCE. Les projets répondant aux besoins cités ci-après devront donc être développés de façon à pouvoir s'inscrire dans cette approche intégrée d'évaluation de la qualité

hydromorphologique des plans d'eau.

- Besoin A16.a.
Proposer le développement d'un système de surveillance opérationnel (moyens humains et financier ainsi que l'acquisition, la gestion et la mise à disposition de la donnée) du marnage des plans d'eau.

NB : Des travaux sont déjà menés par le pôle Ecla (OFB-INRAE) afin de surveiller les variations de niveau d'eau des plans d'eau par des méthodes de télédétection (Simon *et al.*, 2015). Les projets proposés dans le cadre de ce besoin devront donc être complémentaires de ces travaux existants. Pour en savoir plus sur les travaux du pôle Ecla : <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/455>

- Besoin A16.b.
Proposer le développement d'un système de surveillance opérationnel (moyens humains et financier ainsi que l'acquisition, la gestion et la mise à disposition de la donnée) des débits entrants et sortants des plans d'eau.
- Besoin A16.c.
Proposer le développement d'un système de surveillance opérationnel (moyens humains et financier ainsi que l'acquisition, la gestion et la mise à disposition de la donnée) de la vitesse de comblement sédimentaire des plans d'eau.

Référence :

Simon R.N., Tormos T. & Danis P-A., 2015. Very high spatial resolution optical and radar imagery in tracking water level fluctuations of a small inland reservoir. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 38: 36-39. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.12.007>

II.4 Besoins relatifs à la surveillance et l'évaluation quantitative des eaux souterraines

	Surveillance	Evaluation	Surveillance et Evaluation	Catégorie de masses d'eau
[Besoin A17]			x	[ESO]
[Besoin A18]			x	[ESO]
[Besoin A19]			x	[ESO]
[Besoin A20]			x	[ESO]
[Besoin A21]	x			[ESO]
[Besoin A22]	x			[ESO]
[Besoin A23]				[ESO]

[Besoin A17] Prélèvements quantitatifs sur la ressource en eau [ESO]

Enrichissement de la connaissance des prélèvements quantitatifs sur la ressource en eau en précisant le milieu impacté dans le cas des sources.

[Besoin A18] Impact des prélèvements en eaux souterraines sur les eaux de surface [ESO]

Il est indispensable d'améliorer la connaissance des échanges et des interactions parfois fortes qu'il peut y avoir entre les eaux de surface et les eaux souterraines dans une optique d'amélioration du test ESO/ESU. Ce test vise à identifier les masses d'eaux souterraines pour lesquelles les prélèvements sont à l'origine d'une dégradation de l'état écologique des eaux de surface ou d'un risque de non atteinte des objectifs environnementaux. [Le guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines 2019 du Ministère de](#)

la [Transition écologique et solidaire](#) présente, pour ce test, un logigramme de mise en œuvre qui a été utilisé pour l'état des lieux (EDL) 2019. L'utilisation de ce logigramme pour l'EDL 2019 a permis d'en cerner les limites. Ainsi, il semble aujourd'hui pertinent de réaliser une étude permettant de :

- Faire le bilan de l'utilisation de ce test dans le cadre de l'EDL 2019 ;
- Évaluer les améliorations à apporter aussi bien sur les étapes du test en elles-mêmes (en particulier l'étape 2 d'évaluation de l'état des masses d'eau souterraines sous-jacentes aux masses d'eau de surface sélectionnées selon 3 critères) que sur l'enchaînements des étapes et des points entre eux ;
- Apporter les améliorations pointées au sein du test.

L'étude réalisée devra également s'intéresser aux cours d'eau traversant des massifs karstiques pour lesquels des compléments de connaissance sur les échanges nappes/rivières sont nécessaires.

Référence :

Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES). Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines, Juillet 2019, 72 p. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/guide_d_evaluation_etat_des_eaux_souterraines.pdf

[Besoin A19] Amélioration de la méthode d'estimation des pressions-prélèvement [ESO]

Amélioration de la connaissance de l'impact des prélèvements en eau souterraine sur les eaux de surface : développement d'outils à l'échelle des masses d'eau DCE en mobilisant de nouvelles connaissances pour l'évaluation des échanges nappes/rivières.

Améliorer la méthode existante d'estimation des pressions prélèvement sur les ressources en eau souterraine à travers les pistes listées ci-dessous :

- Prise en compte des aspects de prélèvements et de consommation des eaux dans les carrières ;
- Amélioration du calcul de la recharge des masses d'eau souterraine en prenant en compte les échanges nappes/rivières ou nappes/écosystèmes terrestres dépendants ;
- Définition des seuils ratio prélèvement/recharge et identification des éléments de décision pour le test balance pour les DROM, notamment en contexte insulaire volcanique ;
- Les modalités de prise en compte des études de détermination des volumes maximums prélevables (EVP).

[Besoin A20] Impact des prélèvements en eaux souterraines sur les écosystèmes terrestres liés [ESO]

Améliorer la connaissance de l'impact des prélèvements en eaux souterraines sur les écosystèmes terrestres dépendant de ces eaux souterraines. Par exemple, dans le cadre de l'AMI 2017, le projet SoHuMID « Les eaux souterraines dans les zones humides » piloté par le BRGM a permis de développer une méthode d'évaluation des besoins quantitatifs en eau souterraine des zones humides pour assurer un bon fonctionnement, dans une approche multidisciplinaire autour de l'hydrogéologie, de l'écologie (habitats/espèces) et de la pédologie (critères stress hydrique) et à tester sa faisabilité sur une quinzaine de sites pilotes. Ainsi, les projets proposés devront :

- Besoin A20.a.
Développer les protocoles de suivi du lien entre masses d'eau souterraines et écosystèmes terrestres associés ;
- Besoin A20.b.
Recalibrer les indicateurs Rhoméo et Ligéro à l'échelle nationale issus du protocole piézométrique

Rhoméo ;

- Besoin A20.c.
Produire un document de réflexion sur la mise en place d'un réseau de suivi piézométrique des écosystèmes terrestres associés à l'échelle nationale.

Pour plus d'informations, lire la note de cadrage « Écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines : quelles méthodes pour appliquer la directive cadre européenne sur l'eau ? » située en Annexe 4. du présent recueil des besoins [VI.4].

[Besoin A21] Stratégie de surveillance de la conductivité pour le risque intrusion saline [ESO]

Définir une stratégie de surveillance de la conductivité pour le risque d'intrusion saline (ex. mise en œuvre d'un monitoring et de la collecte de la donnée avec un dimensionnement du réseau de suivi si nécessaire, etc.).

[Besoin A22] Développement d'une démarche d'application du test intrusion saline [ESO]

Proposer une démarche pour appliquer le test DCE « intrusion saline » quantité (cf [Besoin A21]).

[Besoin A23] Réflexion sur le développement d'indices biologiques pour les eaux souterraines de métropole [ESO]

Faire un état de l'art sur la biodiversité des eaux souterraines en France métropolitaine en vue de la construction de bio-indicateurs pour rendre compte de l'état des masses d'eaux souterraines ou signer les échanges entre eaux de surface (ESU) et eaux souterraines (ESO).

Cet état de l'art devra notamment répondre aux objectifs suivants :

- Développer et regrouper les connaissances sur l'écologie des populations métropolitaines d'invertébrés aquatiques souterrains (espèces, répartition, abondance, l'écologie, nature des habitats) à l'échelle des différentes masses d'eau souterraines mais également agrégées au niveau national ;
- Désigner les espèces d'invertébrés aquatiques souterrains identifiées en première partie qui seraient les meilleures candidates pour une utilisation comme bio-indicateur, sur les deux objectifs indiqués en préambule (indicateur d'état et indicateur d'échange) dans les aquifères constituant leurs habitats selon leur sensibilité aux perturbations anthropiques et leur sensibilité à des contaminants spécifiques mais aussi aux effets cocktails) ;
- Mettre en exergue les défauts de connaissance à combler pour le développement de l'utilisation de bio-indicateurs dans les eaux souterraines ;
- Donner des préconisations pour la mise au point d'un programme d'étude et de recherche pour permettre une utilisation en routine de certains bio-indicateurs pour qualifier les échanges ESU-ESO et la qualité des ESO.

Références :

Ferreira D, Dole Olivier M-J, Malard F, Deharveng L, Gibert J, Bou C, Brancelj A, Coineau N, Falkner M, Falkner G, Galassi D, Giani N, Ginet R, Henry J-P, Jouin-Toulmond C, Juget J, Lescher-Moutoué F, Magniez G, Marmonier P, Mathieu J, Richoux P, Turquin M-J. 2003 Faune aquatique souterraine de France : base de données et éléments de biogéographie. In: Karstologia : revue de karstologie et de spéléologie physique, n°42, 2e semestre 2003. Les cavités glaciaires sous le regard des spéléologues. pp. 15-22. DOI : <https://doi.org/10.3406/karst.2003.2528>

Paran F & Augeard B (coordinateurs), 2017. Guide technique Interactions nappe/rivière : des outils pour comprendre et mesurer les échanges. Agence française pour la biodiversité, collection Guides et protocoles, 102 pages. <https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/notice/guide-technique-interactions-nappe-riviere-des-outils-pour-comprendre-et-mesurer-les-echanges0>

III

Besoins relatifs aux milieux littoraux et marins

III. Besoins relatifs aux milieux littoraux et marins

Cette partie du recueil concerne les besoins relatifs à l'évaluation et à la surveillance des **milieux littoraux et marins** qui visent à identifier les principales lacunes ou leviers de progrès pour la mise en œuvre des politiques de gestion de ces milieux, principalement la DCE- eaux littorales et la DCSMM.

Sont particulièrement concernés dans cette partie, plusieurs types de masses d'eau :

- [ELIT] : Eaux Littorales, dont masses d'eau côtières et de transition (estuaires et lagunes) au sens de la DCE (jusqu'à 1 mile nautique généralement)
- [EINT] : Eaux Intermédiaires (de la limite extérieure des masses d'eau littorales à 12 miles nautiques ou limite des eaux territoriales)
- [ELAR] : Eaux du Large (de 12 à 200 miles nautiques)

AVERTISSEMENT

Pour l'ensemble des projets retenus, les éléments ci-dessous devront être détaillés :

- description du jeu de données mobilisé (et métadonnées) dans le cadre du projet (volumétrie des données) ;
- bancarisation des données complémentaires acquises (si nécessaire) dans le cadre du projet et justification ;
- rédaction d'un guide d'utilisation ou l'actualisation d'un guide si déjà existant ;
- fourniture des éléments nécessaires à l'intégration de l'indice dans le service de calcul du SEEE (note descriptive de la méthode de calcul, ensemble des éventuels tableaux de coefficients nécessaires au calcul, liste des taxons contributifs avec les éventuelles correspondances, fichiers d'exemple pour les données d'entrée et les résultats associés) <https://seee.eaufrance.fr/> ;
- publication scientifique.

Tableau 2 - Tableau récapitulatif des besoins B1 à B15 concernant les milieux aquatiques littoraux et marins

Besoin	Type de masses d'eau			Thématique		Spécifique DROM
	[ELIT]	[EINT]	[ELAR]	Physico-chimie, contaminants	Diversité biologique	
B1	x	x	x	x		
B2	x	x	x	x		
B3	x				x	
B4	x	x	x		x	
B5	x				x	x
B6	x				x	
B7	x				x	
B8	x	x			x	
B9	x	x			x	
B10	x	x	x		x	
B11	x				x	
B12	x				x	
B13	x	x	x		x	

III.1 Besoins relatifs à la physico-chimie et aux contaminants chimiques

	Surveillance	Evaluation	Catégorie de masses d'eau
[Besoin B1]	x		[ELIT], [EINT], [ELAR]
[Besoin B2]		x	[ELIT], [EINT], [ELAR]

[Besoin B1] Bilan des flux en nutriments (atmosphériques, fluviaux et rejets) en Sous-Région Marine Méditerranée Occidentale [ELIT], [EINT], [ELAR]

L'atmosphère est un vecteur de distribution d'éléments nutritifs (azote, phosphore), de contaminants (métaux) et d'éléments particuliers dans l'océan mondial. A titre d'exemple, 40 % de l'azote réactif d'origine anthropique était rejeté dans l'atmosphère au milieu des années 1990s, et ce chiffre atteindra 50 % à l'horizon 2050 (Duce *et al.* 2009). Ainsi, exception faite des écosystèmes côtiers pour lesquels les apports fluviaux constituent la principale source de nutriments azotés, le dépôt atmosphérique est le principal processus d'apport d'azote réactif aux écosystèmes naturels terrestres et marins (Galloway *et al.* 2008). Ces quantités d'azote atmosphérique anthropique pourraient représenter jusqu'à 1/3 de l'apport extérieur d'azote (non recyclé) à l'océan (en haute mer) et jusqu'à 3 % de la production nouvelle annuelle.

Ces apports atmosphériques revêtent une importance particulière dans les bassins semi-fermés comme le bassin Méditerranéen, particulièrement sensible aux activités anthropiques, où ils s'ajoutent au bilan des pressions d'eutrophisation locales (apports fluviaux, rejets des STEPs) et aux apports naturels en provenance d'Afrique du Nord (apports sahariens ; Powley *et al.* 2017). Ces apports supplémentaires conditionnent les concentrations en nutriments du milieu (critère D5C1 – DCSMM et élément qualité physico-chimiques de la DCE). Leur réduction est d'ailleurs envisagée dans le cadre de la définition des Objectifs Environnementaux 2nd cycle du Programme thématique « Eutrophisation » de la DCSMM (DO5-OE5-ind1 : Réduire les apports d'azote atmosphérique (Nox) au niveau national). Au contraire, dans le milieu oligotrophe comme l'écosystème Méditerranéen, les OE 2nd cycle vise la stabilité des apports fluviaux en nutriments azotés et phosphatés (D05-OE03: Ne pas augmenter les apports de nutriments dans les zones peu ou pas impactées par l'eutrophisation).

Il s'agira de conduire **une analyse pressions/risques permettant de déconvoluer l'origine des flux de nutriments (apports atmosphériques, apports fluviaux, rejets des STEPs), de les quantifier et d'appréhender leurs impacts potentiels sur les paramètres qualité de l'eau (phytoplancton, nutriments) en Méditerranée occidentale et les zones à enjeux de surveillance.** Sont attendus en particulier (i) un bilan chiffré global des flux en nutriments (azotés, phosphatés ; bilan de masses) provenant des dépôts atmosphériques, des fleuves et des rejets de STEPs ; (ii) une analyse de la variabilité interannuelle des flux en fonction des outils et séries temporelles disponibles (intégration de données *in situ*) et (iii) une approche prédictive permettant d'envisager les effets de différents scénarios d'évolution sur les paramètres qualité de l'eau associés au processus d'eutrophisation (i.e. nutriments, chlorophylle-a).

Références :

Duce R.A., Galloway J.N. et Liss P.S., 2009. The Impacts of Atmospheric Deposition to the Ocean on Marine Ecosystems and Climate. World Meteorological Organization Bulletin 58 (1): 61-66. <https://public.wmo.int/en/bulletin/impacts-atmospheric-deposition-ocean-marine-ecosystems-and-climate>

Galloway J.N., Townsend A.R., Erisman J.W. *et al.*, 2008. Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions. Science, 320: 889-892. <https://science.sciencemag.org/content/320/5878/889>

Powley H. R., Krom M. D. & Van Cappellen P., 2017. Understanding the unique biogeochemistry of the Mediterranean Sea: Insights from a coupled phosphorus and nitrogen model. Global Biogeochemical Cycles, 31(6), 1010-1031. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017GB005648>

[Besoin B2] Développement d'un outil diagnostic d'identification des pressions à l'origine d'une dégradation du milieu [ELIT], [EINT], [ELAR]

Proposer des outils de diagnostic permettant d'identifier les pressions à l'origine d'un état moins que « bon » déterminé par un ou plusieurs bio-indicateurs. L'outil peut être basé sur les différentes métriques pouvant être obtenues à partir des données de biosurveillance (sélectionnées vis-à-vis de leur « sensibilité » aux différents proxys de pressions) et de données physico-chimiques et hydro-morphologiques. Une approche écosystémique est à privilégier, à savoir, la prise en compte de plusieurs compartiments biologiques caractérisant l'écosystème. Un guide adressé aux gestionnaires est attendu pour permettre de rechercher les pressions les plus probables à l'origine de la dégradation indiquée.

III.2 Besoins relatifs à relatifs à la diversité biologique

	Surveillance	Evaluation	Surveillance & Evaluation	Catégorie de masses d'eau	Spécifique DROM
[Besoin B3]		x		[ELIT]	
[Besoin B4]		x		[ELIT], [EINT], [ELAR]	
[Besoin B5]		x		[ELIT]	x
[Besoin B6]	x			[ELIT]	
[Besoin B7]	x			[ELIT]	
[Besoin B8]			x	[ELIT], [EINT]	
[Besoin B9]			x	[ELIT], [EINT]	
[Besoin B10]			x	[ELIT], [EINT], [ELAR]	
[Besoin B11]			x	[ELIT]	
[Besoin B12]			x	[ELIT]	
[Besoin B13]			x	[ELIT], [EINT], [ELAR]	

[Besoin B3] Etude de faisabilité sur le développement de bio-indicateurs des marais salés, des schorres, des slikkes et des polders [ELIT]

- Besoin B3.a.
Etude de faisabilité sur le développement d'indicateurs biologiques axés sur les marais salés (arrières-littoraux), les schorres et slikkes (basés notamment sur les phytocénoses caractéristiques et/ou les fonctionnalités des schorres et des slikkes), et les polders en lien avec les pressions multiples s'y exerçant (en réponse aux directives DCE, DCSMM, DHFF).
- Besoin B3.b.
Etude de faisabilité sur le développement de bio-indicateurs axés sur la flore (planctonique incluse) et faune benthique invertébrée des estuaires sur leurs portions oligohalines ou dulçaquicoles affectées par la marée dynamique, en lien avec les pressions multiples s'y exerçant. Les méthodes d'évaluation indirectes (ex extrapolation à partir des milieux connexes tenant compte du continuum fluvio-estuarien, modélisation) pour ces milieux complexes peuvent être proposées.

[Besoin B4] Etat des lieux des indicateurs de l'effet de contamination sur l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire [ELIT], [EINT], [ELAR]

Réaliser un état des lieux des indicateurs permettant d'évaluer l'effet de la contamination chimique chronique et de l'eutrophisation sur l'état de conservation des habitats d'intérêt communautaire (DHFF) en milieu côtier et marin. Par exemple : projet de suivi couplage pression/impact sur un habitat ou espèce en lien avec la qualité de l'eau pour identifier les indicateurs et seuils pertinents.

[Besoin B5] Indices biologiques pour les eaux côtières des DROM [ELIT]

- Besoin B5.a.
Développer des indicateurs basés sur l'endofaune de substrats meubles pour les Antilles ;
- Besoin B5.b.
Développer des indicateurs basés sur les macroalgues pour Mayotte ;
- Besoin B5.c.
Développer un indicateur phytoplanctonique basé sur la biomasse, l'abondance, et la composition pour les eaux côtières des Antilles. Il s'appuiera sur des données qualifiées acquises en Martinique et en Guadeloupe sur les paramètres i) analyses pigmentaires ii) les dénombrements de micro, nano et pico-phytoplancton et iii) les travaux en cours de publication sur l'interprétation des images satellitaires. Ce travail prendra en compte les résultats des études déjà réalisées (à savoir : Lampert (2017) ; Buchet (2014) ; Creocan (2012) ; Gailhard-Rocher *et al.*, 2012 ; Belin *et al.*, 2014a ; Belin *et al.*, 2014b ; Belin *et al.*, 2015 ; Belin & Lamoureux (2015) ; Daniel & Lamoureux (2015a) ; Daniel & Lamoureux (2015b) ; Daniel & Lamoureux (2015c) ; Huguet (2015) ; Huguet & Soudant (2015) ; Prévost & Artigas (2015)) et devra s'articuler aux réflexions sur ce même compartiment pour les eaux de métropole ;
- Besoin B5.d.
Etude de faisabilité sur le développement de bio-indicateurs basés sur la faune piscicole et crustacés (crevettes) dans la zone côtière de Guyane.

Références :

Belin C., Daniel A., Artigas F. & Huguet A., 2014a. Convention n° SPEB/EMA/2013-001 du 31/10/2013 portant sur l'appui à l'élaboration de métriques et d'indices basés sur le phytoplancton pour le suivi de surveillance des masses d'eau littorales au titre de la DCE. Entre DEAL Martinique, ODE Martinique, Ifremer Nantes et CNRS-ULCO. Période du 1er mars 2013 au 31 décembre 2014. RAPPORT FINAL.

Belin C., Daniel A., Artigas F. & Huguet A., 2014b. Convention n° SPEB/EMA/2013-001 du 31/10/2013 portant sur l'appui à l'élaboration de métriques et d'indices basés sur le phytoplancton pour le suivi de surveillance des masses d'eau littorales au titre de la DCE. Entre DEAL Martinique, ODE Martinique, Ifremer Nantes et LOG Wimereux. Rapport intermédiaire, période du 1er mars au 31 décembre 2014. Rapport DYNECO/VIGIES/13-17. 24 p.

Belin C., Daniel A., Huguet A., Artigas F., Thouard E., 2015. Compte-rendu de missions en Guyane, Martinique et Guadeloupe, 27 octobre au 5 novembre 2014. Diffusé en janvier 2015, actualisé en juin 2015. 62 p.

Belin C. & Lamoureux A., 2015. Evaluation de la qualité des masses d'eau pour l'indicateur Phytoplancton en Martinique, selon les exigences de la DCE. Rapport DYNECO / VIGIES / 15-11. Version juillet 2015. 53 p.

Buchet R., 2014. Mise en œuvre de la surveillance pour la Directive Cadre Européenne sur l'eau dans les départements d'Outre-mer. Volet littoral. Rapport Ifremer, 132 p.

Creocan, 2012. Acquisition de connaissance sur le compartiment phytoplancton dans les masses d'eau côtières de Martinique : pertinence du suivi pour la DCE. Rapport, 85 p.

Daniel A. & Lamoureux A., 2015a. Evaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eaux côtières de Martinique. Elément de qualité : température. Rapport interne DYNECO/PELAGOS/15.04. Version juillet 2015. 26 p.

Daniel A. & Lamoureux A., 2015b. Evaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eaux côtières de Martinique. Elément de qualité : transparence. Rapport interne DYNECO/PELAGOS/15.05. Version juillet 2015. 26 p.

Daniel A. & Lamoureux A., 2015c. Evaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eaux côtières de Martinique. Élément de qualité : oxygène dissous. Rapport interne DYNECO/PELAGOS/15.06. Version juillet 2015. 25 p.

Gailhard-Rocher I. *et al.*, 2012. Traitement des données phytoplanctoniques et pigmentaires disponibles dans les DOM. Analyse complémentaire des nouvelles données acquises et proposition de nouvelles acquisitions et approches complémentaires. Rapport Ifremer-CNRS. Livrable 1 : premières métriques et seuils pour les DOM à partir des données bancarisées dans Quadrigé. Examen des données non bancarisées en vue de définir leur qualité, de proposer des métriques et des seuils, 42 p. Livrable 2 : rapport sur l'application de possibles indices phytoplanctoniques dans les DOM à partir de l'analyse des données disponibles ; proposition de métriques et seuils, 31 p.

Huguet A., 2015. Organisation détaillée des données benthiques Martinique dans Quadrigé. Note du 15 juillet 2015. 16 p.

Huguet A. & Soudant D., 2015. Utilisation des données satellite pour la surveillance de l'environnement marin en Martinique. Rapport DYNECO/VIGIES. Version juillet 2015. 40 p.

Lampert L., 2017. Calcul d'un indice de composition phytoplanctonique pigmentaire pour les eaux guyanaises (DCE). RST ODE/DYNECO/PELAGOS 2017-02

Prévost E. & Artigas L.F., 2015. Analyse des abondances nano- et pico-phytoplanctoniques dans les eaux côtières de la Martinique (2013-2014). Rapport juillet 2015. 37 p.

[Besoin B6] Amélioration et standardisation du suivi des oiseaux marins nicheurs par l'utilisation de techniques innovantes (drone et deeplearning) [ELIT]

Traditionnellement réalisé par des méthodes de comptage au sol, le suivi des oiseaux marins nicheurs présente certaines limites en termes d'échantillonnage, notamment pour les suivis dans les milieux difficilement accessibles ou pour le suivi des espèces sensibles au dérangement et peu visibles depuis le sol.

Il s'agira de développer une méthode de suivi des oiseaux marins par drone (photos et caméras thermiques) complémentaire aux méthodes de comptages traditionnels au sol, notamment pour les milieux difficilement accessibles, ou pour les espèces nicheuses sensibles au dérangement ou peu visibles depuis le sol, et dont l'analyse des données sera basée sur du deeplearning. Toutes les espèces d'oiseaux marins nicheurs sont concernées par ce suivi à l'exception des espèces vivant dans des terriers ou cavités, telles que les Océanites tempêtes, les Puffins ou encore les Macareux moine.

La méthode de suivi développée devra notamment :

- Développer, standardiser, cadrer, et définir les limites et l'opérationnalité d'une méthode d'échantillonnage novatrice, qui allie nouvelle technologie (drones) et expertise ornithologique de terrain ;
- Diminuer le temps d'analyse par l'automatisation du dénombrement des colonies d'oiseaux nicheurs, et par la reconnaissance des espèces via le deeplearning et machine learning ;
- Comblent les lacunes de connaissances sur les populations de certaines espèces d'oiseaux marins nicheurs ;
- Associer les compétences techniques et les savoirs des acteurs locaux à large échelle.

La méthode de suivi proposée aura vocation à contribuer à l'évaluation des critères du bon état écologique de la DCSMM relatifs à l'abondance des populations (D1C2) et aux caractéristiques démographiques des populations (D1C3), en fournissant des données pour le calcul des indicateurs « Abondance des couples d'oiseaux nicheurs » et « Succès reproducteur des couples d'oiseaux nicheurs ». Ce suivi permettra également d'acquérir des données relatives aux habitats fonctionnels des oiseaux marins en lien avec l'indicateur relatif aux « Surface d'habitat fonctionnel des oiseaux marins dans les zones humides des communes littorales » défini par l'objectif environnemental OE D01-OE5 de la DCSMM.

Office français de la biodiversité

Site de Vincennes
« Le Nadar », hall C
5 square Félix Nadar
94300 Vincennes
www.ofb.gouv.fr

Les données qui seront collectées via la méthode proposée devront pouvoir contribuer au renseignement d'indicateurs spécifiques définis dans le cadre des conventions de mer régionales OSPAR (indicateurs « Marine bird abundance » (B1) et « Marine bird breeding success/failure » (B3)) et Barcelone (« Population abundance of selected species » (CI4) et « Population demographic characteristics » (CI5)). Enfin, elles pourront également contribuer à l'évaluation de l'abondance des nicheurs telle que définie par la Directive Oiseaux (DO), en alimentant les indicateurs sur les tendances des populations au niveau national (colonie littorale et continentale).

[Besoin B7] Développement d'une méthodologie de suivi des oiseaux marins nicheurs (Océanites et Puffins) par acoustique passive [ELIT]

Certaines espèces d'oiseaux marins nicheurs vivent dans des terriers qui ne peuvent être prospectés pour des raisons de difficulté d'accès. Plusieurs d'entre elles viennent à terre uniquement la nuit, rendant impossible le comptage traditionnel visuel.

Ces stratégies de nidification, spécifiques notamment aux Océanites et aux Puffins, font que pour ces espèces, les connaissances en termes de répartition et de tendance restent assez lacunaires. L'utilisation de technologies innovantes, telle que l'acoustique passive, pour le suivi de ces espèces pourrait ainsi permettre d'acquérir davantage de connaissances concernant l'abondance de ces populations en France métropolitaine, tout en répondant aux contraintes du suivi des espèces.

Pour ce besoin, il s'agira de développer une méthodologie de suivi par acoustique passive, des densités de population, des espèces d'oiseaux marins nicheurs qui se reproduisent dans les terriers et viennent à terre essentiellement la nuit (Océanites / Puffins).

Le suivi proposé aura vocation à contribuer à l'évaluation des critères du bon état écologique de la DCSMM relatifs à l'abondance des populations (D1C2), en fournissant des données pour le calcul des indicateurs « Abondance des couples d'oiseaux nicheurs » pour les espèces pour lesquelles les connaissances sont lacunaires. Ce suivi permettra également d'acquérir des données relatives aux habitats fonctionnels des oiseaux marins en lien avec l'indicateur relatif aux « Surface d'habitat fonctionnel des oiseaux marins dans les zones humides des communes littorales » défini par l'objectif environnemental (OE) D01-OE5 de la DCSMM.

Les données collectées pourront également contribuer au renseignement d'indicateurs spécifiques définis dans le cadre des conventions de mer régionales OSPAR (indicateurs « Marine bird abundance » (B1)) et Barcelone (« Population abundance of selected species » (CI4)).

Enfin, elles pourront également contribuer à l'évaluation de l'abondance des nicheurs telle que définie par la Directive Oiseaux, en alimentant les indicateurs sur les tendances des populations au niveau national (colonie littorale et continentale).

[Besoin B8] Développement méthodologique des protocoles, stratégie de surveillance et indicateurs des poissons côtiers rocheux de méditerranée se basant sur l'analyse des données historiques AMPs [ELIT], [EINT]

Afin de définir et calibrer les indicateurs du bon état écologique (BEE) pour l'évaluation DCSMM des poissons côtiers en milieu rocheux il est nécessaire de collecter des données d'abondance, de biomasse et de spectre de taille pour toutes les espèces composant le peuplement, et ce le long des principaux gradients de pressions anthropiques affectant les poissons ou leur habitat. Cela inclut l'échantillonnage au sein de zones de références du BEE (*e.g.* les réserves intégrales, face aux pressions de pêches) et à l'extérieur de celles-ci.

Au niveau local, les Aires Marines Protégées (AMPs) de Méditerranée ont, pour la plupart, défini des enjeux relatifs aux poissons (voire céphalopodes) de roche et/ou d'herbier, avec souvent des mesures de gestion associées. Elles ont par conséquent mis en place des suivis de ces peuplements de poissons et/ou espèces patrimoniales (telles que mérus et corb) sur le long terme.

Il apparaît donc incontournable pour la mise en œuvre de la DCSMM de chercher à se baser sur les suivis existants au sein des AMPs afin de bénéficier des données historiques déjà collectées et pour mutualiser tant que possible les efforts de suivis répondant aux besoins locaux des AMPs et aux besoins façades de la DCSMM.

Concernant la façade Méditerranée, un recensement des suivis poissons réalisés dans et autour de 10 AMPs intégrant des réserves intégrales (RI) a été réalisé en 2019 et 2020 par l'UMS PatriNat. Ce recensement, souligne les 5 différents types de suivis réalisés communément dans les AMPs :

- comptage visuel en plongée selon des transects ;
- comptage visuel en plongée selon un temps défini ;
- suivi de la pêche professionnelle ;
- suivi de la pêche récréative ;
- suivi par pêche expérimentale.

Une première analyse des protocoles montre une certaine hétérogénéité entre ces 5 familles de suivis. Les **suivis par comptage visuels en plongée selon transects en milieux rocheux** sont réalisés dans la plupart des AMPs depuis plusieurs décennies et présentent de ce fait une relative cohérence bien qu'une harmonisation des stratégies d'échantillonnage serait certainement avantageuse pour l'analyse façade. Cette harmonisation semble possible mais devra prendre en compte les besoins locaux et préserver les séries temporelles des AMPs. L'intégration de ces suivis comptages visuels AMPs dans le Programme de Surveillance « Poissons et Céphalopodes », sous-programme 1 « milieux démersaux de substrats durs et habitats biogéniques » semble très prometteuse.

Cette réflexion, partagée par les gestionnaires d'AMP, a permis de mettre au jour un plan de travail, coconstruit AMP – OFB, en vue du développement d'une stratégie d'échantillonnage partagée qui puisse répondre aux besoins des AMPs et au renseignement des critères et indicateurs D1, D2, D4 PC de la DCSMM.

Dans le cadre de cet AMI, il est proposé de réaliser les actions suivantes, pour la partie **comptages visuels en plongée selon transects**, qui est la stratégie la plus utilisée par les AMPs :

- (1) Centralisation des jeux de données en comptage visuel en plongée selon des **transects** ;
- (2) Développement méthodologique des protocoles, stratégie et indicateurs, par l'analyse des données historiques centralisées et la tenue d'ateliers entre gestionnaires et experts. Cette analyse des données existantes devra permettre de répondre à plusieurs questions :
 - L'hétérogénéité actuelle des suivis AMPs est-elle vraiment un frein à la valorisation de ces données pour renseigner les critères D1PC de la DCSMM ? Les AMPs peuvent-elles également tirer avantage, individuellement et collectivement, d'une harmonisation ?
 - S'il apparaît avantageux d'homogénéiser pour la DCSMM et/ou AMPs, quelle serait la stratégie d'échantillonnage commune à mettre en œuvre : celle qui maximise la mutualisation de l'effort d'échantillonnage, en garantissant les besoins de la DCSMM et les besoins des AMPs, notamment préserver les séries historiques ?
 - Des ateliers organisés par le candidat devront permettre de travailler avec les gestionnaires afin de :
 - Atelier 1 : Définir précisément leurs besoins et planifier précisément les analyses de données à réaliser ;
 - Atelier 2 : (suite aux analyses) : Restituer les résultats, définir les ajustements à apporter dans les stratégies d'échantillonnages afin d'aboutir à un consensus méthodologique.

Références :

Delesalle, M., Lonni. V., Thiriet, P. 2021. Recensement des dispositifs de suivis poissons en milieux côtiers rocheux et herbiers dans 10 Aires Marines Protégées de Méditerranée. Rapport UMS PatriNat (OFB-MNHN-

CNRS), Dinard. [disponible sur demande : envoyer un mail à eva.thierry@ofb.gouv.fr]

2021. UMS Patrinat. Acou et al. Compte-Rendu de Webinaire des 27 et 28 mai 2021. Surveillances des poissons côtiers, comment mutualiser les efforts au niveau AMP et DCSMM ? [disponible sur demande : envoyer un mail à eva.thierry@ofb.gouv.fr]

N.B : ces références n'étant pas encore disponible en ligne, vous trouverez les document sur la page d'actualité de l'OFB relative à la publication de l'AMI, onglet « Documents à télécharger » sous format zip.

[Besoin B9] Développement exploratoire d'indicateurs basés sur données issues des sciences participatives complémentaires aux suivis conventionnels [ELIT], [EINT]

Le programme de surveillance DCSMM pour la composante « Poissons et céphalopodes » en milieu côtier repose actuellement sur le développement méthodologique de dispositifs de surveillance « conventionnels » (ie : comptage visuel en plongée, échosondage, etc.). Ces méthodes engendrent des coûts humains et financiers importants qui ont tendance à limiter la couverture spatio-temporelle de ces suivis et donc la capacité de ces sciences conventionnelles à évaluer les patrons de distributions biogéographiques des espèces à large échelle, et/ou la détection d'espèces à occurrences rares.

En 2019, le MNHN-Dinard et l'UMS PatriNat ont publié un rapport (Louisy *et al.*, 2019) qui démontre que les sciences participatives permettraient cependant de compléter les sciences conventionnelles en apportant une couverture spatio-temporelle complémentaire, à coût contrôlés.

Trois grands types de protocoles complémentaires ont été identifiés :

- les dispositifs d'enquêtes/observations opportunistes (apport concernant l'aire de répartition des espèces : D1C4)
- les programmes protocolés locaux animés (apport de données d'abondances, spectre de taille : D1C2 et D1C3)
- les missions encadrées (apport de données d'abondances, spectre de taille : D1C2 et D1C3, et diversité D4)

L'analyse qualitative montre que ces trois approches pourraient potentiellement contribuer au renseignement du D1PC (Poissons et Céphalopodes), du D4 (Réseau trophique) et du D2 (ENI) et ce de manière complémentaire.

Un certain nombre de dispositif a d'ores et déjà été identifié par le réseau Vigie-Mer ainsi l'analyse exploratoire portera prioritairement sur ces derniers puisqu'ils ont déjà pu bénéficier d'une analyse qualitative (voir la liste des dispositifs « poissons » de Sciences participatives recensés par Vigie-Mer, en Annexe 2 - VI.2). Cependant, si d'autres dispositifs de sciences participatives sont identifiés comme pertinents ils pourront être intégré à l'étude.

Il conviendra donc dans un premier temps de :

- (1) Centraliser les données issues des différents dispositifs de sciences participatives ciblant les populations/peuplements de poissons.
- (2) Etudier la faisabilité de développement d'indicateurs du bon état écologique à partir de l'analyse des différents jeux de données. Ces analyses devront notamment permettre de renseigner les critères D1C2, D1C3, D1C4 et éventuellement les critères du D4 et donc de valider quantitativement l'apport de chacune des grandes familles de dispositifs pour la surveillance DCSMM.

Référence :

Louisy P., Thiriet P. & Feunteun E., 2019. *Programmes de surveillance DCSMM des poissons et céphalopodes des milieux côtiers : dans quelle mesure les sciences participatives peuvent-elles y contribuer ?* Rapport MNHN-Station Marine de Dinard. 28 pages + annexes

[Besoin B10] Etat de l'art sur le potentiel de l'ADNe pour les différents compartiments biocénétiques marins et réflexion sur les possibilités de mutualisation [ELIT], [EINT], [ELAR]

L'utilisation de l'ADN environnemental (ADNe) pour suivre les patrons spatio-temporels de la biodiversité est en plein essor. Cependant, malgré les potentialités apparentes de l'ADNe, peu de dispositifs de surveillance réglementaires reposent sur cette méthode.

Ainsi, dans le cadre de cet AMI, il conviendra de réaliser un état de l'art des travaux « ADNe » menés sur les différentes composantes biocénétiques marines en France. Cet état de l'art portera sur l'ensemble des composantes du D1 « Biodiversité » et du D2 « Espèces non-indigènes » et croisera avec les enjeux de la DCE et de la DHFF. Les composantes ciblées sont : mammifères marins et tortues marines ; habitats benthiques ; habitats pélagiques ; poissons ; ENI ; oiseaux marins.

Cette analyse devra permettre d'identifier les composantes écosystémiques, directives (DCSMM, DHFF, DCE), critères, indicateurs que pourrait renseigner l'ADNe. Il doit également tant que possible détailler les protocoles déjà employés dans la littérature pour chacune des composantes en vue de faire un premier diagnostic de la possibilité de mutualiser les suivis ADNe entre composantes.

Dans un deuxième temps, il s'agira d'identifier les possibilités de mutualiser certaines étapes (si pertinent) entre les différentes composantes écosystémiques. A savoir, s'il est possible, pour certaines composantes, de mutualiser l'échantillonnage et/ou la partie labo et/ou la partie bio-informatique.

[Besoin B11] Distribution, abondance des ENI, et impacts sur le fonctionnement des écosystèmes [ELIT]

Parmi les plus de 480 espèces non indigènes (ENI) marines recensées en France métropolitaine (Massé & Guérin, 2018) et les nombreuses espèces susceptibles d'arriver sur nos côtes dans les années à venir, 76 espèces au caractère invasif ont été identifiées (cf liste présentée en Annexe 3 - **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et font l'objet d'une attention particulière en termes de surveillance, d'évaluation et de mesures. Afin que les mesures de prévention et de gestion soient efficaces, les connaissances sur ces espèces doivent être les plus complètes possible.

Dans ce contexte, tous travaux de recherche, qu'ils soient bibliographiques, basés sur des expérimentations ou sur des suivis *in situ*, permettant de mieux connaître et comprendre ces 76 ENI marines sont attendus.

Cela peut concerner :

- (1) les évolutions temporelle et spatiale de la distribution et de l'abondance (critère DCSMM D2C2 : abondance et répartition des ENI établies, en particulier envahissantes), à la fois au travers de prédictions (travaux de modélisation) ou bien *via* la surveillance du milieu.
- (2) l'évaluation des impacts : sur les habitats, les communautés et le fonctionnement des écosystèmes (critère DCSMM D2C3 : proportion du groupe d'espèces ou étendue spatiale du grand type d'habitat subissant des altérations néfastes dues à la présence d'ENI en particulier envahissantes).

Référence :

Massé C. & Guérin L., 2018. Évaluation du descripteur 2 « espèces non indigènes » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM. Muséum National d'Histoire Naturelle (UMS 2006 Patrimoine Naturel), stations marines de Dinard et d'Arcachon. 141p.

[Besoin B12] Le crabe bleu en Méditerranée occidentale : distribution, abondance, et impacts sur le fonctionnement des écosystèmes [ELIT]

Depuis son premier signalement en 2014 en Corse, le crabe bleu américain *Callinectes sapidus* Rathbun, 1897 progresse chaque année un peu plus sur les côtes méditerranéennes françaises. Cette espèce fait l'objet de plans d'actions régionaux en Corse et en Occitanie et est en cours de réglementation en France métropolitaine (article L411-5 du Code de l'environnement⁵). Une analyse de risque a été déposée à la commission européenne afin de l'inscrire dans la liste des espèces exotiques envahissantes de l'Union Européenne (règlement d'exécution, conformément au règlement UE 1143/2014⁶). Face à la progression de ce prédateur, de nombreuses questions se posent à tous les niveaux du processus d'invasion.

Les projets proposés traiteront d'une ou plusieurs problématiques listées ci-dessous :

- (1) Identification des voies et vecteurs d'introduction, l'origine (introduction depuis l'aire native ou introduction secondaire depuis une zone déjà envahie ou les deux) ;
- (2) Suivis des évolutions temporelle et spatiale de la distribution et de l'abondance (critère DCSMM D2C2 : abondance et répartition des ENI établies, en particulier envahissantes), à la fois au travers de prédictions (travaux de modélisation) ou bien via la surveillance du milieu ;
- (3) Analyse du cycle de vie et évaluation des impacts (critère DCSMM D2C3 : proportion du groupe d'espèces ou étendue spatiale du grand type d'habitat subissant des altérations néfastes dues à la présence d'ENI en particulier envahissantes) sur les habitats, les communautés et le fonctionnement des écosystèmes.

Références :

UICN France et AFB. 2019. *Callinectes sapidus*. Base d'information sur les espèces introduites et leur gestion. Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. <http://especies-exotiques-envahissantes.fr/espece/callinectes-sapidus/>

Noel, P & Buron, D. in : DORIS, 19/01/2021 : Callinectes sapidus Rathbun, 1896, <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/4312>

[Besoin B13] Collecter des données télémétriques et développer des indicateurs d'évaluation du bon état écologique des populations de tortues marines pour la DCSMM et la DHFF [ELIT], [EINT], [ELAR]

Pour le 2^{ème} cycle de surveillance DCSMM (2021-2026) et pour la DHFF, le besoin de développer et tester sur toutes les sous-régions marines (SRM) des indicateurs d'évaluation du bon état écologique des populations de tortues marines a été identifié et fait l'objet de travaux préliminaire d'experts régionaux. Ces travaux, menés sous le pilotage de la France, ont conclu à l'intérêt des données de télémétrie pour l'évaluation du bon état écologique (BEE) (STEG 2020 et guidance D1 article 8 en cours de révision).

Sur les tortues marines, et en particulier en Méditerranée, un besoin particulier d'acquisition de données et de développement des critères D1C4 : « distribution spatiale » et D1C5 « Habitats des espèces » a été identifié en France, et l'exercice d'évaluation du BEE et des OE, ainsi que le choix de mesures adaptées, ne pourront être menés à bien tant que ce besoin ne sera pas satisfait.

En Méditerranée française, les données en mer consistent principalement en données d'échouage et de survol aérien, lesquelles ne permettent ni d'identifier les espèces, ni d'analyser la répartition saisonnière, possibilité qu'offrent en revanche les données de suivi télémétrique. Ces dernières présentent également l'avantage de fournir des localisations géographiques précises, des informations sur l'utilisation de

⁵ Article L411-5 du code de l'environnement relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI0000038846270

⁶ Règlement (UE) n ° 1143/2014 du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes

l'habitat (temps de résidence), sur les tailles / stades de vie et éventuellement le sexe des individus.

Les experts régionaux (*Sea Turtle Expert Group*- STEG, animé depuis 2019 par le MNHN PatriNat dans le cadre de la DCSMM et de la convention OSPAR en coordination avec le JRC et l'UNEP MAP) ayant réfléchi aux méthodes d'évaluation recommandent que les données disponibles soient utilisées pour cartographier la distribution des espèces à l'aide de plusieurs méthodes statistiques ; (i) la méthode du krigeage ou interpolation spatiale, (ii) le calcul des densités par la méthode du noyau (KDE = Kernel Density Estimation) sur une grille pour cartographier la distribution, ainsi que (iii) la modélisation (STEG, 2020) sont autant de méthodes qui pourront être utilisées. Des cartes de répartition distinctes seront établies pour les **différentes populations et stades de vie**. L'aire de répartition sera estimée séparément **pour différentes saisons**. Concernant le critère D1C5 : habitats de l'espèce, les experts préconisent de modéliser l'étendue des habitats appropriés en considérant séparément en mer les zones d'alimentation, de développement, d'hivernage et à terre les Plages de nidification.

L'étendue de l'habitat doit être cartographiée séparément en fonction des différentes saisons. Plusieurs approches de modélisation ont été proposées que nous nous proposons de tester : modélisation des niches écologiques (Almpanidou *et al.*, soumis), entropie maximale (MAXENT), modélisation de surface de densité. Les variables prédictives potentielles suivantes seront utilisées :

- Variables bioclimatiques (basées sur la température de surface de la mer) : par ex. température moyenne sur la période étudiée, gamme diurne moyenne, isothermalité, saisonnalité des températures, température maximale du mois le plus chaud, température minimale du mois le plus froid, gamme de températures sur la période étudiée etc.
- Production primaire nette
- Salinité de la surface de la mer
- Hauteur de la surface de la mer
- Énergie cinétique de Foucault
- Pente, profondeur, distance à la côte, distance à l'isobathe de 200 m
- Latitude et longitude

L'approche de modélisation de niche écologique basée sur des données de télémétrie (échelle régionale) a été utilisée récemment par Almpanidou *et al.* (soumis) pour modéliser l'étendue des aires d'alimentation adultes de tortues caouannes *Caretta caretta* (dans cette étude, individus > 66,5 cm CCL) à l'échelle de l'ensemble de la mer Méditerranée.

Il s'appuie sur les données de télémétrie par satellite disponibles en mer Méditerranée. En fonction de l'espèce, du stade biologique et de l'habitat (zones d'alimentation ou de développement) considérés, l'emplacement et les données environnementales pertinentes doivent être utilisés dans les modèles (en fonction des classes de taille pertinentes et de la période de l'année). Par exemple, l'étude d'Almpanidou *et al.* (soumis) est axée sur les tortues caouannes adultes situées dans des sites d'alimentation connus et les données environnementales recueillies entre septembre et mars, lorsque les caouannes adultes sont les plus susceptibles d'être présentes dans les aires d'alimentation. Dans cette approche, la distribution modélisée des tortues, basée sur des données de télémétrie, et des variables climatiques est utilisée pour estimer l'étendue de l'habitat convenable.

Les experts régionaux proposent d'utiliser un ensemble de modèles de distribution d'espèces. En effet, il a été démontré que le recours à une combinaison de différents modèles fournit des résultats plus robustes que les approches à modèle unique (Araújo & New, 2007). Cette approche a été utilisée avec succès pour générer des cartes de répartition des aires d'alimentation adultes de tortues caouannes *Caretta caretta* en Méditerranée à l'aide du package biomod R (Thuillet *et al.*, 2009; Almpanidou *et al.*, soumis).

Dans la présente proposition, il s'agit notamment de collecter des données télémétriques permettant d'améliorer la compréhension de l'écologie spatiale et d'identifier les habitats (alimentation, hivernage, migration) pour confirmer les résultats des tests préliminaires et pour renseigner les critères D1C4- Distribution spatiale des populations et D1C5- Habitat des espèces de la DCSMM, dans les différentes sous-régions marines. L'analyse de données de suivi télémétrique des tortues marines permettra

également l'identification et la cartographie des zones d'interactions avec les activités anthropiques pour le calcul de l'Objectif Environnemental DCSMM D01-MT-OE03-ind2 « Proportion de zones « à risque de collision élevé » où le risque a été minimisé », et pour la réalisation des Analyses Risque Pêche dans le cadre de Natura 2000.

Références:

Almpanidou V., Tsapalou V., Cardona L., Claro F., Hostetter P, Yakup Kaska, Antonios D. & Mazaris. (Submitted). Foraging grounds of loggerhead sea turtles across the Mediterranean Sea: key sites and hotspots of risk.

Araújo M. & New M., 2007. Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in Ecology and Evolution*, 22: 42-47.

STEG, 2020. Telemetry based methodological recommendations for sea turtle MSFD D1C4 & D1C5 assessments. Report. MNHN Paris, 4pp.

Thuillet W., Lafourcade B., Engler R. & Araújo M.B., 2009. BIOMOD-a platform for ensembles forecasting of species distribution. *Ecography* 32:369-373

IV. Bibliographie

IV.1 Bibliographie relative aux besoins

A

Almpanidou V., Tsapalou V., Cardona L., Claro F., Hostetter P., Yakup Kaska, Antonios D. Mazaris. (Submitted). Foraging grounds of loggerhead sea turtles across the Mediterranean Sea: key sites and hotspots of risk.

Araújo M. and New M. (2007). Ensemble forecasting of species distributions. *Trends in Ecology and Evolution*, 22: 42-47.

B

Beaufort, A., Lamouroux, N., Pella, H., Datry, T., & Sauquet, E., 2018. Extrapolating regional probability of drying of headwater streams using discrete observations and gauging networks. *Hydrology and Earth System Sciences*, 22(5), 3033-3051.

Belin C., Daniel A., Artigas F. & Huguet A., Convention n° SPEB/EMA/2013-001 du 31/10/2013 portant sur l'appui à l'élaboration de métriques et d'indices basés sur le phytoplancton pour le suivi de surveillance des masses d'eau littorales au titre de la DCE. Entre DEAL Martinique, ODE Martinique, Ifremer Nantes et CNRS-ULCO. Période du 1er mars 2013 au 31 décembre 2014. RAPPORT FINAL.

Belin C., Daniel A., Artigas F. & Huguet A., 2014. Convention n° SPEB/EMA/2013-001 du 31/10/2013 portant sur l'appui à l'élaboration de métriques et d'indices basés sur le phytoplancton pour le suivi de surveillance des masses d'eau littorales au titre de la DCE. Entre DEAL Martinique, ODE Martinique, Ifremer Nantes et LOG Wimereux. Rapport intermédiaire, période du 1er mars au 31 décembre 2014. Rapport DYNECO/VIGIES/13-17. 24 p.

Belin C., Daniel A., Huguet A. (Ifremer Nantes et Brest), Artigas F. (CNRS-ULCO), Thouard E. (Ifremer Martinique), 2015. Compte-rendu de missions en Guyane, Martinique et Guadeloupe, 27 octobre au 5 novembre 2014. Diffusé en janvier 2015, actualisé en juin 2015. 62 p.

Belin C. & Lamoureux A., 2015. Evaluation de la qualité des masses d'eau pour l'indicateur Phytoplancton en Martinique, selon les exigences de la DCE. Rapport DYNECO / VIGIES / 15-11. Version juillet 2015. 53 p.

Buchet R., 2014. Mise en œuvre de la surveillance pour la Directive Cadre Européenne sur l'eau dans les départements d'Outre-mer. Volet littoral. Rapport Ifremer, 132 p.

C

Crabot J., 2019. Continuité écologique, fragmentation et dynamique spatio-temporelle des communautés en rivières intermittentes. Thèse de doctorat. Ecologie, Environnement. Université de Lyon, 2019. Français. NNT : 2019LYSE1319. tel-02482647v2. <http://www.theses.fr/2019LYSE1319>

Creocean, 2012. Acquisition de connaissance sur le compartiment phytoplancton dans les masses d'eau côtières de Martinique : pertinence du suivi pour la DCE. Rapport, 85 p.

D

Daniel A. & Lamoureux A., 2015. Evaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eaux côtières de Martinique. Elément de qualité : température. Rapport interne DYNECO/PELAGOS/15.04. Version juillet 2015. 26 p.

Daniel A. & Lamoureux A., 2015. Evaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eaux côtières de Martinique. Elément de qualité : transparence. Rapport interne DYNECO/PELAGOS/15.05. Version juillet 2015. 26 p.

Daniel A. & Lamoureux A., 2015c. Evaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eaux côtières de Martinique. Elément de qualité : oxygène dissous. Rapport interne DYNECO/PELAGOS/15.06. Version juillet 2015. 25 p.

De Bortoli J. & Argillier C., 2008. Définition des conditions de référence et des limites des classes d'état sur la base d'une approche pressions/impacts - Plans d'eau, Paramètre chlorophylle-a, Cemagref, 51 p.

Duce R.A., Galloway J.N. et Liss P.S., 2009. The Impacts of Atmospheric Deposition to the Ocean on Marine Ecosystems and Climate. World Meteorological Organization Bulletin 58 (1): 61-66. <https://public.wmo.int/en/bulletin/impacts-atmospheric-deposition-ocean-marine-ecosystems-and-climate>

E

Ellis N., Smith S.J., et Pitcher C.R., 2012. Gradient forests: calculating importance gradients on physical predictors. Ecology 93: 156-168.

F

Ferreira, D., Dole, O., Malard, F., Deharveng, L., Gibert, J., Bou, C., Brancelj A., Coineau, N., Falkner, M., Falkner, G., Galassi, D., Giani Narcisse, Ginet René, Henry J.-P., Jouin-Toulmond C., Juget Jacques, Lescher-Moutoué, F., Magniez G., Marmonier, P., Mathieu Julien, Richoux, P., Turquin, M-J. Faune aquatique souterraine de France : base de données et éléments de biogéographie. In: *Karstologia* : revue de karstologie et de spéléologie physique, n°42, 2e semestre 2003. Les cavités glaciaires sous le regard des spéléologues. pp. 15-22. DOI : <https://doi.org/10.3406/karst.2003.2528>

Feret, T., Laplace-Treytore, C., 2013. IPLAC : l'indice Phytoplancton Lacustre : Méthode de développement, description et application nationale 2012. Rapport final. Irstea.

G

Gailhard-Rocher I. *et al.*, 2012. Traitement des données phytoplanctoniques et pigmentaires disponibles dans les DOM. Analyse complémentaire des nouvelles données acquises et proposition de nouvelles acquisitions et approches complémentaires. Rapport Ifremer-CNRS. Livrable 1 : premières métriques et seuils pour les DOM à partir des données bancarisées dans Quadrigé. Examen des données non bancarisées en vue de définir leur qualité, de proposer des métriques et des seuils, 42 p. Livrable 2 : rapport sur l'application de possibles indices phytoplanctoniques dans les DOM à partir de l'analyse des données disponibles ; proposition de métriques et seuils, 31 p.

Galloway J.N., Townsend A.R., Erismann J.W. *et al.*, 2008. Transformation of the Nitrogen Cycle: Recent Trends, Questions, and Potential Solutions. Science, 320: 889-892. <https://science.sciencemag.org/content/320/5878/889>

Gauthier M., 2020. Dynamique des métacommunautés dans les têtes de bassin versant fragmentées : une perspective moléculaire. Thèse de doctorat. Ecologie, Environnement. Université de Lyon, 2020.

Français. <http://www.theses.fr/s201043>

H

Huguet A., 2015. Organisation détaillée des données benthiques Martinique dans Quadrigé. Note du 15 juillet 2015. 16 p.

Huguet A. & Soudant D., 2015. Utilisation des données satellite pour la surveillance de l'environnement marin en Martinique. Rapport DYNECO/VIGIES. Version juillet 2015. 40 p.

L

Lampert L., 2017. Calcul d'un indice de composition phytoplanctonique pigmentaire pour les eaux guyanaises (DCE). RST ODE/DYNECO/PELAGOS 2017-02

Lions J., Blum A., Courbin A., Joseph B., 2014. Caractérisation des fonds géochimiques des cours d'eau et des eaux souterraines de Guyane. Rapport final. BRGM/RP-63670-FR., 115 p.

Louisy P., Thiriet P. et Feunteun E. (2019). *Programmes de surveillance DCSMM des poissons et céphalopodes des milieux côtiers: dans quelle mesure les sciences participatives peuvent-elles y contribuer ?* Rapport MNHN-Station Marine de Dinard. 28 pages + annexes

M

Malcuit E., Serniguet H., Eddam S., Ratsimihara T., Gourcy L., 2019. Caractérisation des fonds hydrogéochimiques des eaux souterraines et des cours d'eau de Mayotte. BRGM/RP-68526-FR. 192p., 75 ill., 61 tabl.

Massé C. & Guérin L., 2018. Évaluation du descripteur 2 « espèces non indigènes » en France métropolitaine. Rapport scientifique pour l'évaluation 2018 au titre de la DCSMM. Muséum National d'Histoire Naturelle (UMS 2006 Patrimoine Naturel), stations marines de Dinard et d'Arcachon. 141p.

Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES). Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines, Juillet 2019, 72 p.

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/guide_d_evaluation_etat_des_eaux_souterraines.pdf

Ministère de la transition écologique et solidaire (MTES), Ministère de la cohésion des territoires. Plan d'applications satellitaires 2018, Des solutions spatiales pour connaître le territoire, Juillet 2018, 89 p.

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20d%E2%80%99applications%20satellites%2018.pdf>

Munsch C., Tixier C., Pollono C., Bely N., Héas-Moisan K., Olivier N., 2018. Veille sur les nouveaux polluants organiques persistants dans les mollusques marins – Veille-POP. Rapport convention ONEMA(AFB)-IFREMER 2017, 53 p.

N

Noel, P & Buron, D. in : DORIS, 19/01/2021 : Callinectes sapidus Rathbun, 1896, <https://doris.ffesm.fr/ref/specie/4312>

P

Paran F., Augeard B. (coordinateurs), 2017. Guide technique Interactions nappe/rivière : des outils pour comprendre et mesurer les échanges. Agence française pour la biodiversité, collection Guides et protocoles, Avril 2017, 102 p. <https://www.documentation.eauetbiodiversite.fr/notice/guide-technique-interactions-nappe-riviere-des-outils-pour-comprendre-et-mesurer-les-echanges0>

Powley H. R., Krom M. D. & Van Cappellen P., 2017. Understanding the unique biogeochemistry of the Mediterranean Sea: Insights from a coupled phosphorus and nitrogen model. *Global Biogeochemical Cycles*, 31(6), 1010-1031. <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017GB005648>

Prévost E. & Artigas L.F., 2015. Analyse des abondances nano- et pico-phytoplanctoniques dans les eaux côtières de la Martinique (2013-2014). Rapport juillet 2015. 37 p.

R

Roubeix V. & Danis P-A., 2014. Valeurs-seuils pour les paramètres physico-chimiques soutenant la biologie : analyse des réponses des compartiments biologiques phytoplancton, macrophyte & ichtyofaune. Rapport convention Onema/Irstea 2014. Irstea, UR HYAX, Pôle Onema/Irstea, Aix-en-Provence. p. 35.

Roubeix V. & Danis P-A., 2015. Nouveaux indicateurs physico-chimiques soutenant la biologie en plans d'eau : Principes de construction et perspectives. Rapport convention Onema/Irstea 2015. Irstea, UR HYAX, Pôle Onema/Irstea, Aix-en-Provence. p. 41.

Roubeix V., Danis P-A., Feret T., et Baudoin J.-M., 2016. Identification of ecological thresholds from variations in phytoplankton communities among lakes: contribution to the definition of environmental standards. *Environmental Monitoring and Assessment* 188.

Roubeix V., Daufresne M., Argillier C., Dublon J., Maire A., Nicolas, D. *et al.* 2017. Physico-chemical thresholds in the distribution of fish species among French lakes. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 418: 14.

S

Serniguet H., Ratsimihara T., et Mendiboure T., 2020. Suivi des réseaux de contrôle de surveillance de l'état qualitatif des masses d'eau souterraine et cours d'eau de Mayotte. Année 2019. Rapport final. BRGM/RP-69888-FR, 96 p., 15 ill., 18 tabl., 7 ann.

Simon R.N., Tormos T. & Danis P-A., 2015. Very high spatial resolution optical and radar imagery in tracking water level fluctuations of a small inland reservoir. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 38: 36-39. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.12.007>

Sire A., Amouroux I., 2016. Détermination de Valeurs Guides Environnementales (VGE) mollusques alternatives aux Normes de Qualités Environnementales (NQE) eau définies dans la DCE. Rapport Ifremer RBE/BE/ARC/2016.01, janvier 2016, 81 p.

STEG (2020). Telemetry based methodological recommendations for sea turtle MSFD D1C4 & D1C5 assessments. Report. MNHN Paris, 4pp.

T

Thuillet W., Lafourcade B., Engler R. and Araújo M.B. (2009). BIOMOD-a platform for ensembles forecasting of species distribution. *Ecography* 32:369-373

U

UICN France & AFB, 2019. *Callinectes sapidus*. Base d'information sur les espèces introduites et leur gestion. Centre de ressources Espèces exotiques envahissantes. <http://especes-exotiques-envahissantes.fr/espece/callinectes-sapidus/>

IV.2 Bibliographie réglementaire et législative

DCE : « Directive Cadre européenne sur l'Eau » : Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ;

DHFF et DO : « Directive Habitats-Faune-Flore (92/43/EEC) et directive Oiseaux (2009/147/EC, version codifiée du texte d'origine, la directive 79/409/EEC), établissant un cadre pour la conservation de la nature au sein de l'Union européenne ;

DCSSM : « Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin » : Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre pour une politique communautaire pour le milieu marin ;

Décision européenne (UE) 2017/848 du 17 mai 2017 établissant des critères et des normes méthodologiques applicables au bon état écologique des eaux marines ainsi que des spécifications et des méthodes normalisées de surveillance et d'évaluation, relative à la définition du bon état écologique des eaux marines de la DCSMM, guide et les tables de rapportage de la DCE, menaces et pressions de la DHFF

Directive nitrates : Directive 91/676/CEE du Conseil, du 12 décembre 1991, concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles.

Article L411-5 du code de l'environnement relatif à la prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000038846270

¹ [Règlement \(UE\) n ° 1143/2014 du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 relatif à la prévention et à la gestion de l'introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes](#)

V. Sigles et abréviations

AMI = Appel à Manifestation d'Intérêt

AMP(s) = Aire(s) Marine(s) Protégée(s)

ARP = Analyse Risque Pêche

BEE = Bon Etat Ecologique

BRGM = Bureau de Recherche Géologiques et Minières

CE = Cours d'Eau

DCE = Directive Cadre sur l'Eau

DCSMM = Directive Cadre Stratégie sur le Milieu Marin

DEAL = Directions de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement

DREAL = Directions Régionales de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement

DEB = Direction de l'Eau et de la Biodiversité

DFM : Délégation de Façade Maritime

DHFF = Directive Habitat Faune Flore

DIRM = Directions Interrégionales de la Mer

DREAL = Directions Régionales de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement

DROM = Départements et Régions d'Outre-Mer

EDL = Etat des lieux

EIL = Exercices Inter-Laboratoires

EINT = Eaux Intermédiaires (de la limite extérieure des masses d'eau littorales à 12 miles nautiques ou limite des eaux territoriales)

ELAR = Eaux du Large (de 12 à 200 miles nautiques)

ELIT = Eaux Littorales (dont masses d'eau côtières et de transition (estuaires et lagunes) au sens de la DCE)

ENI : Espèces non indigènes

EQB = Elément de Qualité Biologique

ESO = Eaux Souterraines

ESU = Eaux de Surface

Office français de la biodiversité

Site de Vincennes
« Le Nadar », hall C
5 square Félix Nadar
94300 Vincennes
www.ofb.gouv.fr

EUNIS = European Nature Information System (typologie de classification des habitats)

EVP = Etude de détermination des volumes maximums prélevables, dite étude volumes prélevables

HER = Hydro-écorégion

IBMG = Indice Biologique Macro-invertébrés Guyane

INRAE = Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

IPG = Indice Poisson Guyane

IRP = Indice Réunion Poisson

IPR = Indice Poisson Rivière

IRM = Indice biologique de La Réunion basé sur l'EQB « macro-invertébrés »

KDE = Kernel Density Estimation (estimation de la densité par méthode statistique du noyau)

MBA = Métrique de Biomasse Algale

MCS = Métrique de Composition Spécifique

MEA = Masse d'Eau Artificielle

MEDPOL = Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution marine dans la région méditerranéenne

MEFM = Masse d'Eau Fortement Modifiée

NQE = Norme de Qualité Environnementale

NT = Niveaux Trophiques

OE = Objectifs Environnementaux

OFB = Office Français de la Biodiversité

ONB = Observatoire National de la Biodiversité

ONDE = Observatoire national des étiages

OPNL = Observatoire du Patrimoine Naturel

OSPAR = Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est, dite Convention OSPAR

PAS = Plan d'Application Satellitaire

PCB = Polychlorobiphényles

PCB-NDL = Polychlorobiphényles Non Dioxine-Like

PE = Plans d'Eau

PSEE = Polluants Spécifiques de l'Etat Ecologique

RI = Réserve Intégrale

RID-OSPAR = The Comprehensive Riverine Inputs and Direct Discharges (RID) programme aims to monitor and assess all inputs and discharges of selected contaminants to the OSPAR maritime area

RNF= Réserves Naturelles de France

RRP = Réseau de Référence Pérenne

SDES = Service de la donnée et des études statistiques

SEEE = Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux

SIG = Système d'Information Géographique

SMEG = Score Moyen des Ephéméroptères de Guyane

SRM = Sous-Région Marine (au sens de la DCSMM)

STEP = STation d'EPuration des eaux usées

TMF = facteurs d'amplification trophique

VGE = Valeurs Guides Environnementales

VI. Annexes

VI.1 Annexe 1. Critères du Bon Etat Ecologique DCSMM

Descripteur DCSMM BEE Version courte officielle (juin 2019) Traduction FR de la liste de référence GES component de la CE	Critères primaires / secondaires Version courte officielle (juin 2019) Traduction FR de la liste de référence GES component de la CE <i>(NB : certains critères peuvent être primaires ou secondaire en fonction des espèces considérées)</i>
D1 - Biodiversité - Oiseaux	D1C1 - Taux de mortalité par captures accidentelles
	D1C2 - Abondance des populations
	D1C3 - Caractéristiques démographiques des populations
	D1C4/D1C4 - Distribution spatiale des populations
	D1C5/D1C5 - Habitat des espèces
D1 - Biodiversité - Mammifères	D1C1 - Taux de mortalité par captures accidentelles
	D1C2 - Abondance des populations
	D1C3 - Caractéristiques démographiques des populations
	D1C4/D1C4 - Distribution spatiale des populations
	D1C5/D1C5 - Habitat des espèces
D1 - Biodiversité - Tortues	D1C1 - Taux de mortalité par captures accidentelles
	D1C2 - Abondance des populations
	D1C3 - Caractéristiques démographiques des populations
	D1C4/D1C4 - Distribution spatiale des populations
	D1C5/D1C5 - Habitat des espèces
D1 - Biodiversité - Poissons	D1C1 - Taux de mortalité par captures accidentelles
	D1C2 - Abondance des populations
	D1C3/D1C3 - Caractéristiques démographiques des populations
	D1C4/D1C4 - Distribution spatiale des populations
	D1C5/D1C5 - Habitat des espèces
D1 - Biodiversité - Céphalopodes	D1C1 - Taux de mortalité par captures accidentelles
	D1C2 - Abondance des populations
	D1C3/D1C3 - Caractéristiques démographiques des populations
	D1C4/D1C4 - Distribution spatiale des populations
	D1C5/D1C5 - Habitat des espèces
D1 - Biodiversité - Habitats pélagiques	D1C6 - Caractéristiques du type d'habitat pélagique
D1 - Biodiversité - Habitats benthiques	D6C4 - Etendue de la perte du type d'habitat benthique
	D6C5 - Étendue des effets néfastes sur l'état du type d'habitat benthique
D2 - Espèces non indigènes	D2C1 - Espèces non indigènes nouvellement introduites
	D2C2 - Espèces non indigènes établies

	D2C3 - Effets néfastes dus à la présence d'espèces non indigènes
D3 - Espèces commerciales	D3C1 - Taux de mortalité par pêche
	D3C2 - Biomasse du stock reproducteur
	D3C3 - Distribution des populations par âge/taille
D4 - Réseaux trophiques	D4C1 - Diversité des espèces de la guildes trophique
	D4C2 - Abondance dans les guildes trophiques
	D4C3 - Distribution des tailles de guildes trophique
	D4C4 - Productivité de guildes trophique
D5 - Eutrophisation	D5C1 - Concentrations en nutriments
	D5C2 - Concentration en chlorophylle-a
	D5C3 - Blooms d'algues nuisibles
	D5C4 - Limite photique (transparence) de la colonne d'eau
	D5C5 - Concentration en oxygène dissous
	D5C6 - Abondance des macroalgues opportunistes
	D5C7 - Communautés de macrophytes des habitats benthiques
	D5C8/D5C8 - Communautés de macrofaune des habitats benthiques
D6 - Intégrité des fonds marins	D6C1 - Perte physique des fonds marins
	D6C2 - Perturbation physique des fonds marins
	D6C3 - Effets néfastes dus aux perturbations physiques
D7 - Changements hydrographiques	D7C1 - Modification permanente des conditions hydrographiques
	D7C2 - Effets néfastes dus à la modification permanente des conditions hydrographiques
D8 - Contaminants	D8C1 - Contaminants dans l'environnement
	D8C2 - Effets des contaminants sur les espèces et les habitats
	D8C3 - Épisodes significatifs de pollution aiguë
	D8C4 - Effets des épisodes significatifs de pollution aiguë
D9 - Questions sanitaires	D9C1 - Contaminants dans les produits de la mer destinés à la consommation humaine
	D9C2 - Contamination microbiologique pathogène
D10 - Déchets marins	D10C1 - Déchets (hors micro-déchets)
	D10C2 - Micro-déchets
	D10C3 - Déchets ingérés
	D10C4 - Effets néfastes des déchets
D11 - Bruit sous-marin	D11C1 - Bruit impulsif anthropique
	D11C2 - Bruit continu anthropique à basse fréquence

VI.2 Annexe 2. Liste des dispositifs « poisson » de sciences participatives recensés par Vigie-Mer

Animaux Marins
BioLit-A vos observations
BioObs Amis de BioObs_FFESSM
CapOeRa-sentinelles
CIGESMED for divers
Cybelle Méditerranée
Diable de Mer
Evaluation des peuplements de poissons (protocole FAST)
Faune France
Fish Watch Forum
Grand Large
Hippo-Atlas
Suivi ichtyo-Plancton
POLARIS – Corbs
POLARIS – Veille environnementale
Programme national de recensement des observations de requins pélerins
SYNTHSE
Voyage Bio Sous-Marine – protocole Fish Watch
Voyage Bio Sous-Marine – protocole micro/macro habitat
Voyage Bio Sous-Marine – protocole présence-absence sur transects temporels
Voyage Bio Sous-Marine – recensement des poissons lessepsiens en Turquie
Animaux Marins
BioLit-A vos observations
BioObs Amis de BioObs_FFESSM
CapOeRa-sentinelles
CIGESMED for divers
Cybelle Méditerranée
Diable de Mer
Evaluation des peuplements de poissons (protocole FAST)

VI.3 Annexe 3. Liste des 76 espèces non indigènes (ENI) envahissantes concernées par le [Besoin B11]

<i>Acrothamnion preissii</i> (Sonder) E.M.Wollaston, 1968	<i>Grateloupia turuturu</i> Yamada, 1941
<i>Agarophyton vermiculophyllum</i> (Ohmi) Gurgel, J.N.Norris & Fredericq, 2018	<i>Hemigrapsus sanguineus</i> (De Haan, 1835)
<i>Anguillicoloides crassus</i> (Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974) Moravec & Taraschewski, 1988	<i>Hemigrapsus takanoi</i> Asakura & Watanabe, 2005
<i>Arcuatula senhousia</i> (Benson, 1842)	<i>Hydroïdes dianthus</i> (Verrill, 1873)
<i>Asparagopsis armata</i> Harvey, 1855	<i>Hydroïdes ezoensis</i> Okuda, 1934
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de Saint-Léon, 1845	<i>Kappaphycus alvarezii</i> (Doty) Doty ex P.C.Silva, 1996
<i>Asterias amurensis</i> Lutken, 1871	<i>Lagocephalus sceleratus</i> (Gmelin, 1789)
<i>Asterocarpa humilis</i> (Heller, 1878)	<i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793)
<i>Austrominius modestus</i> (Darwin, 1854)	<i>Mnemiopsis leidyi</i> A. Agassiz, 1865
<i>Blackfordia virginica</i> Mayer, 1910	<i>Mytilicola intestinalis</i> Steuer, 1902
<i>Boccardia polybranchia</i> (Haswell, 1885)	<i>Mytilicola orientalis</i> Mori, 1935
<i>Boccardia proboscidea</i> Hartman, 1940	<i>Ocenebrellus inornatus</i> (Récluz, 1851)
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> Hariot, 1891	<i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853)
<i>Botrylloides diegensis</i> Ritter & Forsyth, 1917	<i>Perna viridis</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Botrylloides violaceus</i> Oka, 1927	<i>Plotosus lineatus</i> (Thunberg, 1787)

<i>Brachidontes pharaonis</i> (P. Fischer, 1870)	<i>Pseudodiaptomus marinus</i> Sato, 1913
<i>Bugula neritina</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Pterois miles</i> (Bennett, 1828)
<i>Bugulina stolonifera</i> (Ryland, 1960)	<i>Pterois volitans</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)
<i>Caprella mutica</i> Schurin, 1935	<i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams & Reeve, 1850)
<i>Caulacanthus okamurae</i> Yamada, 1933	<i>Rugulopteryx okamurae</i> (Dawson) I.K.Hwang, W.J.Lee & H.S.Kim, 2009
<i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder, 1845	<i>Sargassum muticum</i> (Yendo) Fensholt, 1955
<i>Caulerpa serrulata</i> (Forsskål) J.Agardh, 1837	<i>Schizoporella japonica</i> Ortmann, 1890
<i>Caulerpa taxifolia</i> (M.Vahl) C.Agardh, 1817	<i>Siganus luridus</i> (Rüppell, 1829)
<i>Celleporaria brunnea</i> (Hincks, 1884)	<i>Siganus rivulatus</i> Forsskål & Niebuhr, 1775
<i>Celtodoryx ciocalyptoides</i> (Burton, 1935)	<i>Spartina alterniflora</i> Loisel.
<i>Ciona robusta</i> Hoshino & Tokioka, 1967	<i>Spartina townsendii</i> var. <i>anglica</i> C.E. Hubbard
<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot, 1889	<i>Styela clava</i> Herdman, 1881
<i>Cordylophora caspia</i> (Pallas, 1771)	<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)
<i>Corella eumyota</i> Traustedt, 1882	<i>Teredo navalis</i> Linnaeus, 1758
<i>Crepidula fornicata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Tricellaria inopinata</i> d'Hondt & Occhipinti Ambrogi, 1985
<i>Dasyatisphonia japonica</i> (Yendo) H.-S.Kim, 2012	<i>Tritia neritea</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Didemnum vexillum</i> Kott, 2002	<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar, 1873
<i>Ensis leei</i> M. Huber, 2015	<i>Urosalpinx cinerea</i> (Say, 1822)
<i>Eriocheir sinensis</i> H. Milne Edwards, 1853	<i>Watersipora subatra</i> (Ortmann, 1890)
<i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Fauvel, 1923)	<i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R.E.Norris, 1992
<i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838	<i>Xenostrobus securis</i> (Lamarck, 1819)
<i>Grandidierella japonica</i> Stephensen, 1938	<i>Zostera japonica</i> Ascherson & Graebner, 1907

VI.4 Annexe 4. Note de cadrage « Écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines : quelles méthodes pour appliquer la directive cadre européenne sur l'eau ? »

Introduction

La DEB (MTE), l'OFB et les agences de l'eau souhaitent mobiliser des chercheurs pour développer des méthodologies permettant aux bassins de mieux évaluer l'incidence des eaux souterraines sur les écosystèmes terrestres qui en dépendent, dans le cadre de l'application de la directive cadre européenne sur l'eau. Au niveau national, cette évaluation est actuellement menée à l'aide du test « écosystèmes terrestres » ([guides d'évaluation de l'état chimique et quantitatif](#) de juillet 2019) qui vise à identifier les écosystèmes terrestres dont la qualité est dégradée à cause de prélèvements ou de pollution dans les eaux souterraines et de déclasser le cas échéant la masse d'eau considérée.

Cette note présente le contexte réglementaire, les étapes pressenties pour appliquer cette réglementation et les besoins en recherche identifiés. Elle sera utilisée pour mobiliser les chercheurs des domaines concernés. L'objectif de cette mobilisation est de définir des indicateurs qui permettront de traduire l'incidence des eaux souterraines sur les écosystèmes terrestres dépendants en terme quantitatif et qualitatif.

1 Contexte réglementaire et bilan des pratiques

1.1 Que dit la directive cadre européenne sur l'eau ?

1.1.1 L'évaluation de l'état chimique et quantitatif : « des dommages importants aux écosystèmes terrestres qui dépendent directement de la masse d'eau souterraine »

La directive cadre sur l'eau (DCE) impose aux Etats membres de l'Union Européenne de veiller à la non-dégradation de la qualité des eaux et d'atteindre d'ici à 2015 (report en 2021 ou 2027 possible) un bon état général des eaux et notamment des eaux souterraines. Le territoire national a donc été découpé en « masses d'eau souterraine » (environ 550 en France) dont l'état est déterminé par la plus mauvaise valeur de son état quantitatif et de son état chimique.

Or, pour évaluer l'état quantitatif et l'état chimique d'une masse d'eau, la DCE impose de prendre en compte les « écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines » dans un test spécifique, ainsi qu'indiqué en annexe 5 et la notion de « dommages importants » est utilisée pour qualifier cette incidence :

« Le bon état quantitatif est celui où le niveau de l'eau souterraine dans la masse d'eau est tel que le taux annuel moyen de captage à long terme ne dépasse pas la ressource disponible de la masse d'eau souterraine. En conséquence, le niveau de l'eau souterraine n'est pas soumis à des modifications anthropogéniques telles qu'elles :

- *empêcheraient d'atteindre les objectifs environnementaux pour les eaux de surfaces associées ;*
- *entraîneraient une détérioration importante de l'état de ces eaux ;*
- *occasionneraient des dommages importants aux écosystèmes terrestres qui dépendent directement de la masse d'eau souterraine (...) ; »*

« Le bon état chimique est celui où « la composition chimique de la masse d'eau souterraine est telle que les concentrations de polluants :

- *(...) ne montrent pas d'effets d'une invasion d'eau salée ou autre ;*
- *ne dépassent pas les normes de qualité environnementale précisés ci-après ;*
- *ne sont pas telles qu'elles empêcheraient d'atteindre les objectifs environnementaux spécifiés au titre de l'article 4 pour les eaux de surface associées, entraîneraient une diminution importante de la qualité écologique ou chimique de ces masses ou occasionneraient des dommages importants aux écosystèmes terrestres associés.(...) »*

1.1.2 Caractérisation initiale des masses d'eau souterraine : « l'existence d'écosystèmes terrestres directement dépendants »

La DCE demande de dresser un état des lieux de l'ensemble des ressources en eau des bassins hydrographiques. Pour les eaux souterraines, cela se traduit par une caractérisation initiale et l'identification du risque de non atteinte des objectifs de la DCE. Une caractérisation détaillée est requise pour les masses d'eau à risque. Les écosystèmes terrestres dépendants sont cités dans ces caractérisations (annexe 2).

« Les États membres effectuent une caractérisation initiale de toutes les masses d'eaux souterraines pour évaluer leurs utilisations et la mesure dans laquelle elles risquent de ne pas répondre aux objectifs de chaque masse d'eau souterraine prévus à l'article 4. Les États membres peuvent regrouper des masses d'eaux souterraines aux fins de cette caractérisation initiale. Cette analyse peut utiliser des données existantes sur les plans hydrologiques, géologique, pédologique, sur celui de l'utilisation des sols, des rejets, des captages ainsi que d'autres données, mais elle doit définir :

- l'emplacement et les limites de la masse ou des masses d'eau souterraine,
- les pressions auxquelles la ou les masses d'eau souterraine sont susceptibles d'être soumises, y compris :
- les sources de pollution diffuses,
- les sources de pollution ponctuelles,
- le captage,
- la recharge artificielle,
- le caractère général des couches supérieures de la zone de captage dont la masse d'eau souterraine reçoit sa recharge,
- **les masses d'eau souterraines pour lesquelles il existe des écosystèmes d'eaux de surface ou des écosystèmes terrestres directement dépendants.** »

1.1.3 Caractérisation détaillée : un inventaire détaillé, des directions et taux d'échange entre la masse d'eau souterraine et les écosystèmes terrestres

« Après la caractérisation initiale, les États membres effectuent une caractérisation plus détaillée de ces masses ou groupes, de masses d'eau souterraine qui ont été recensées comme courant un risque, afin d'établir une évaluation plus précise de l'importance de ce risque et de déterminer toute mesure requise en vertu de l'article 11. En conséquence, cette caractérisation doit comporter des informations pertinentes sur l'incidence de l'activité humaine et, le cas échéant, des informations pertinentes concernant :

- les caractéristiques géologiques de la masse d'eau souterraine, y compris l'étendue et le type des unités géologiques,
- les caractéristiques hydrogéologiques de la masse d'eau souterraine, y compris la conductivité hydraulique, la porosité et le confinement,
- les caractéristiques des dépôts superficiels et des sols dans la zone de captage dont la masse d'eau souterraine reçoit sa recharge, y compris l'épaisseur, la porosité, la conductivité hydraulique et les propriétés d'absorption des dépôts et des sols,
- les caractéristiques de stratification de l'eau souterraine au sein de la masse,
- **un inventaire des systèmes de surface associés, y compris les écosystèmes terrestres et les masses d'eau de surface auxquels la masse d'eau souterraine est dynamiquement liée,**
- **des estimations des directions et taux d'échange de l'eau entre la masse souterraine et les systèmes de surface associés, et des données suffisantes pour calculer le taux moyen annuel à long terme de la recharge totale,**
- la caractérisation de la composition chimique des eaux souterraines, y compris la spécification des contributions découlant des activités humaines. Les États membres peuvent utiliser des typologies pour la caractérisation des eaux souterraines lorsqu'ils établissent des niveaux naturels pour ces masses d'eau souterraine. »

A noter que les états membres doivent mettre en place des mesures pour éviter ou remédier à tout dommage significatif de ces écosystèmes terrestres lorsque ces dommages sont le résultat d'altération anthropogénique du niveau de la nappe ou de sa qualité.

1.2 Quelles méthodes sont proposées dans les guides techniques européens pour appliquer ce texte ?

La Commission européenne a proposé plusieurs guides qui traitent de ce sujet (guide sur les milieux humides dans la directive cadre sur l'eau EU 2003, guide général sur l'état des eaux souterraines EU, 2009, rapport technique spécifiquement sur les écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines EU 2011a, rapport sur le lien entre la directive habitat et la directive eau EU 2011b).

Dans la plupart de ces documents, il est proposé de travailler en séquences :

- **Identification des écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines** : souvent, il est proposé de travailler à partir des délimitations de Natura 2000 et d'identifier les sites qui sont

dépendants des eaux souterraines (via la typologie des habitats ou la végétation spécifique par exemple), et de compléter avec d'autres sites qui sont remarquables du point de vue écologique ou socio-économique.

- **Détermination du risque / du niveau de dégradation de l'écosystème** : deux approches (combinables) sont proposées : s'appuyer sur les données de la masse d'eau souterraine (approche « risque ») ou de l'écosystème (approche « besoins »). Dans l'approche « risque » (EU 2003), il est proposé d'analyser les pressions exercées sur la masse d'eau souterraine identifiée (i.e. les modifications fortes du niveau de la nappe ou de la qualité de l'eau) puis de pousser l'analyse pour savoir s'il y a une dégradation avérée (ou à venir) de l'écosystème. Le guide de 2011 propose d'appliquer le concept de « source/pathways/receptor ». Dans l'approche « besoin de l'écosystème » (EU 2011), les écologues proposent de définir la quantité et la qualité de l'eau souterraine nécessaire à l'écosystème pour son fonctionnement écologique ou socio-économique ; cela permet notamment de définir des seuils de concentration de polluants en eau souterraine à ne pas dépasser (en tenant compte des processus de dilution/atténuation) pour ne pas dégrader les écosystèmes (seuils qui servent alors à définir l'état chimique des eaux souterraines).
- **Etablissement d'un système de surveillance** combinant l'hydrogéologie et l'écologie pour les écosystèmes à risque qui permet de comprendre les liens entre le niveau (ou la qualité) de la masse d'eau souterraine et les éventuelles dégradations de l'écosystème afin de déterminer l'état de la masse d'eau souterraine ; à noter qu'il n'y a pas d'obligation claire de suivre les écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines dans la DCE ; le suivi des niveaux et de la qualité des eaux souterraines devant, quant à lui, être cohérent avec la définition de l'état des masses d'eau.
- **Détermination de l'état de la masse d'eau souterraine** : connaissant les pressions quantitatives et qualitatives exercées sur la masse d'eau souterraine, le lien avec l'écosystème, les besoins de cet écosystème et le cas échéant l'état de dégradation, on en déduit le résultat du test « écosystème terrestre dépendants des eaux souterraines » dans la définition de l'état chimique ou quantitatif. La question de la surface relative de l'écosystème concerné par rapport à la masse d'eau souterraine doit dans certains cas être considérée (cf EU, 2011)
- **Mise en place de mesures** pour éviter ou remédier aux dommages causés aux écosystèmes ; ce point est relativement peu détaillé dans les guides.

1.3 Comment ce texte est-il appliqué en France ?

Synthèse nationale

Sur la base des guides d'évaluation de l'état chimique et quantitatif (https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/guide_d_evaluation_etat_des_eaux_souterraines.pdf) et dans le cadre de la réalisation de l'état des lieux 2019, les écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines ont été abordés en France de la façon suivante :

- **Identification des écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines** : elle s'est faite à dire d'experts, en tenant compte des sites Natura 2000 mais également d'autres zones protégées ou remarquables. Les approches n'étaient pas homogènes suivant les bassins hydrographiques ; les écologues et hydrogéologues n'avaient pas de définition commune.
- **Evaluation la nature des interactions entre les eaux souterraines et les écosystèmes terrestres dépendant** : elle peut être faite à partir d'études spécifiques ou de modèles hydrogéologiques.
- **Détermination du risque ou du niveau de dégradation** : une priorisation des écosystèmes à étudier plus en détail (comme demandé par la DCE) a été faite en se basant sur les pressions et la vulnérabilité des différents sites identifiés dans l'étape 1 ; les dégradations de ces écosystèmes n'ont pas été étudiées car il n'y a pas de méthode standard pour cela.
- **Etablissement d'un système de surveillance** : il n'y a pas de surveillance spécifique à la question des écosystèmes dépendants des eaux souterraines ; cependant, il est possible de s'appuyer sur des études locales et des réseaux de surveillance existants : suivi des milieux humides (150 milieux

suivis tous les 10 ans), suivi des eaux souterraines (qualité, quantité). Des réflexions sont en cours entre l'OFB, le BRGM et la DEB pour établir un réseau de surveillance sur les zones humides.

- **Détermination de l'état de la masse d'eau souterraine :** suite aux étapes ci-dessus, certaines masses d'eau ont été dégradées par le test « écosystème terrestre dépendants » au premier cycle (voir tableau page suivante). Les masses d'eau considérées dans cette analyse sont celles dont 10% de leur surface est en connexion directe avec un ou plusieurs écosystèmes terrestres associés dégradés.

Dans le guide de 2019, les principales étapes du test sont résumées par le logigramme de la Figure 1.

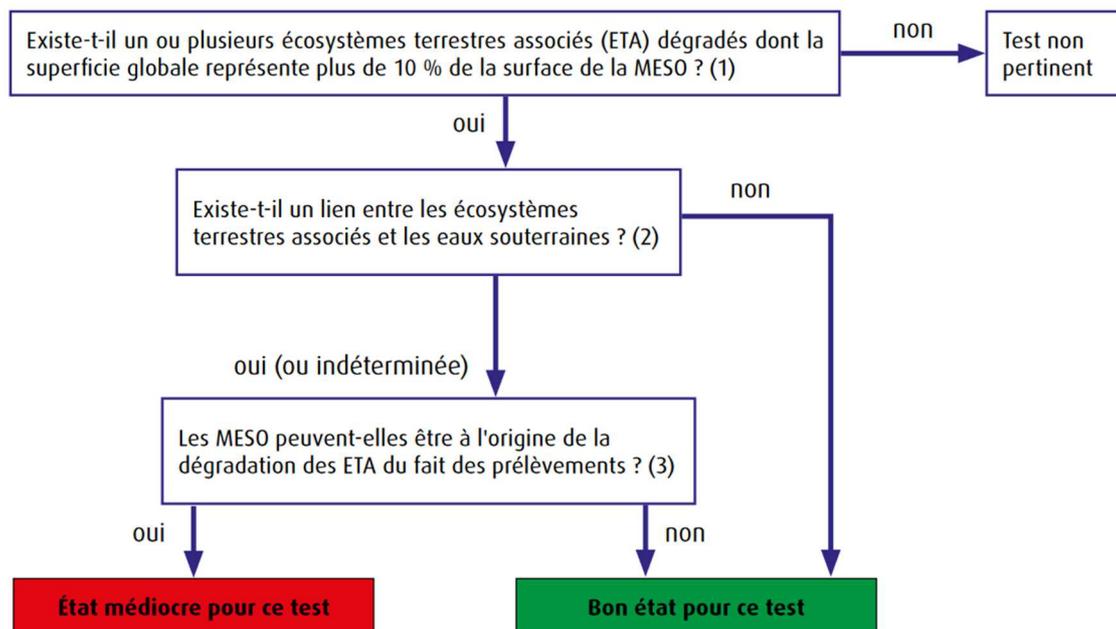


Figure 1 -logigramme du test Ecosystème terrestre associé

Plusieurs initiatives ont été lancées afin d'améliorer la réalisation de ces différentes étapes :

- **Identification des écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines :** le BRGM a fait un travail à l'échelle nationale pour identifier les sites Natura 2000 ayant des habitats ou des espèces spécifiques aux écosystèmes dépendants des eaux souterraines (Auterives et al. 2012). La méthodologie, et en particulier la liste des habitats, était issue de l'expérience du Royaume Unis et mériterait d'être adaptée aux écosystèmes français. Ces zones ont ensuite été croisées avec une cartographie de l'épaisseur moyenne de la zone non saturée (donc la profondeur de la nappe libre). Pour 20% des sites Natura 2000 comparés (280 sites sur 1368 analysés), la présence d'une espèce ou d'un habitat indicateur d'une eau souterraine est confirmée par la présence d'une nappe proche de la surface. Pour 15% d'entre eux, les deux approches s'accordent pour montrer une absence de lien avec les eaux souterraines. Pour le reste (65% des sites étudiés), les résultats ne convergent pas ou ne sont pas significatifs pour l'une ou l'autre approche. Cette méthode doit donc être complétée. A noter que le MNHN (Puissauve et Hérard 2015) a proposé une liste des zones Natura 2000 à composante « eau » (souterraine ou de surface, à partir des espèces et des habitats « aquatiques-humides » et de l'occupation du sol « zone humide » ou « surface en eau » de Corine land cover) pour les inclure dans le registre des zones protégées au titre de la DCE. La spécificité eau souterraine n'a pas pu être prise en compte dans ce travail faute d'une méthode consolidée.
- **Evaluation de la contribution des eaux souterraines dans le fonctionnement des écosystèmes :** lors du premier appel à manifestation d'intérêt lancé en 2017, le projet soHumid piloté par le

BRGM et en partenariat avec les bureaux d'études Ecomed et Géonord, spécialisés en écologie et pédologie respectivement, a étudié sur 5 sites les liens entre eau souterraine, sol, plante. Certaines espèces dépendantes des eaux souterraines ont été mises en évidence sur ces sites et des propositions pour améliorer le suivi de ces écosystèmes en interaction avec les eaux souterraines ont été faites (Auterives et al., 2021).

- **Détermination d'un niveau de dégradation et surveillance des écosystèmes :** depuis 2014, le MTE fédère les agences autour de la question de la surveillance des milieux humides pour harmoniser les pratiques et les indicateurs utilisés. Les indicateurs du projet « Rhomeo » proposé par l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse serviraient de base à cette réflexion. Cette initiative pourrait contribuer à mieux caractériser à la fois le lien aux eaux souterraines (le niveau d'eau et sa variabilité font partie des indicateurs) et la dégradation éventuelle de l'écosystème. Par ailleurs, l'Onema en 2016, devenu depuis OFB, a effectué une enquête auprès de gestionnaires de milieux humides (incluant des zones Natura 2000, mais pas seulement) pour savoir si et comment les données sur les eaux souterraines étaient collectées (nombre de piézomètres, fréquence de mesures etc).

Exemples de méthodologie utilisée dans les bassins versants français pour le test ESO/ZH (EDL 2019)

Bassin	Identification des écosystèmes terrestres dépendants : sites déjà reconnus (Natura 2000 etc)	Evaluation du risque de dégradation ou de la dégradation avérée de l'écosystème (indicateurs utilisés le cas échéant ?)	Nb de MESO déclassée (qualité, quantité)
Adour Garonne	- zones Natura 2000, - sites Natura 2000 sélectionnés pour le Registre des zones protégées de la DCE en lien avec le MNHN - zones humides RAMSAR - enveloppes des milieux potentiellement humides issues des modélisations INRA/AGROCAMPUS-OUEST	Test réalisé sur l'ensemble des ETA sélectionnés application du guide d'évaluation de l'état quantitatif ESO MTES 2019	Aucune des MESO évaluées (1/4 MESO libres du bassin) le risque potentiel de dégradation (mais non la dégradation en tant que telle) a été évalué comme faible.
Loire Bretagne	Sur la base de l'inventaire des zones humides (40% du territoire) / Natura2000	Faute de données sur les écosystèmes terrestres, le test n'a pas été suivi et l'évaluation a été réalisée à dire d'expert Constat partagé et bien connu concernant le marais Poitevin depuis les années 90/2000 : observation de la baisse des niveaux piézométriques au printemps/été en lien avec une diminution de l'emprise de la ZH au nord et au sud et altération du fonctionnement de la ZH en période estivale.	1 MESO déclassées pour ce test (quantité uniquement)
Seine Normandie	Natura 2000 avec au moins un milieu aquatique sans distinction de taille de ce milieu + croisement critère écologique (espèces, habitat caractéristiques) et hydrologique (profondeur de nappe)+ études locales + dires d'experts ; total : 200 sites répertoriés	Evaluation menée par expertise locale sur le volet quantitatif.	seule 1 masse d'eau a été déclassée sur le volet quantitatif (Isthme du Cotentin)

2 Principales difficultés et résultats attendus d'un projet de recherche

2.1 Développer des indicateurs sur la dépendance d'un écosystème terrestre aux eaux souterraines

L'expérience des différents pays européens a montré l'intérêt d'utiliser des zones Natura 2000 et des zones remarquables ou protégées existantes. Il faut alors identifier celles qui sont dépendantes des eaux souterraines à partir d'indicateurs.

Indicateurs écologiques: ceux-ci s'appuient sur la présence ou non d'une espèce ou d'un habitat dépendant des eaux souterraines. Mais plusieurs questions se posent sur la définition (pas de liste nationale existante) et l'utilisation de ces indicateurs (cf. rapport BRGM/RP-61677-FR):

- L'absence d'espèce ou d'habitat est-elle une absence avérée ou une lacune dans l'inventaire ?
- En cas d'absence d'espèce ou d'habitat indicateur d'eau souterraine, peut-on conclure à une absence de dépendance ? (cas où d'autres pressions s'exercent sur les espèces indicatrices comme la fauche ou pâture ou cas où ce sont les flux d'eau sortant de l'écosystème qui dépendent du niveau de la nappe, la végétation pouvant être indicatrice de présence d'eau de surface⁷)
- A partir de quel seuil (exprimé en nombre d'individus, en surface d'habitat par exemple) considère-t-on que l'écosystème est dépendant des eaux souterraines ?
- Peut-on qualifier la sensibilité des espèces ou habitats à la présence d'eau souterraine, sensibilité qui pourrait être incluse dans un indicateur ?

Des travaux scientifiques pourraient être menés pour améliorer les indicateurs écologiques reflétant une alimentation en eau souterraine d'un milieu humide :

- valider et compléter la liste des espèces et habitats identifiés comme révélateurs d'une dépendance de l'écosystème terrestre aux eaux souterraines, en tenant compte de leur sensibilité à ces eaux souterraines (liste à présenter par zone géographique ?). L'intégration des départements d'outre-mer à cette réflexion serait un plus.
- proposer des indicateurs écologiques (ex : nombre d'individu par surface, % surface de tel habitat, pondération avec la sensibilité, etc) et des seuils à partir desquels l'écosystème terrestre peut être considéré comme dépendant des eaux souterraines. Ces indicateurs peuvent être développés par types de milieu.

On note qu'en s'appuyant sur ce type d'indicateurs écologiques, on ignore les écosystèmes dépendants des eaux souterraines dont la dégradation ou le mode de gestion est tel qu'il n'y plus les espèces ou les habitats spécifiques de cette dépendance.

Indicateurs hydrogéologiques : pour compléter les indicateurs écologiques, il peut être intéressant de regarder l'hydrogéologie des sites. Plusieurs pistes sont envisageables: diagnostic rapide du fonctionnement hydrologique des sites Natura 2000 (bilan entrée sortie d'eau) en utilisant par exemple une typologie (plutôt pour une approche nationale donc), utilisation de bases de données nationales sur la profondeur de la nappe (ADES), utilisation des données locales de piézométrie lorsqu'elles sont disponibles (comment les valoriser ?). Le projet SoHuMID (lauréat de l'édition 2017 de l'AMI Surveillance & Evaluation) a permis de progresser sur cette question en fournissant des éléments de méthodes pour étudier les liens entre les variations de la masse d'eau et les variations du niveau d'eau au sein du milieu humide. Il a notamment mis en évidence des « points de basculements » sur certains sites où le milieu humide n'est plus suffisamment alimenté par la masse d'eau souterraine lorsque le niveau de celle-ci descend en deçà d'un certain seuil.

⁷ Ce cas doit être retenu pour le test de l'évaluation de l'état quantitatif des eaux souterraines, mais pas pour le test de l'évaluation chimique, car la qualité des eaux de la nappe n'influencera pas la qualité des eaux qui transitent dans l'écosystème.

Des travaux scientifiques pourraient être menés sur :

- la généralisation d'une méthode afin d'estimer si (i) une eau souterraine alimente (significativement ?) un milieu humide (ii) les sorties d'eau du milieu humide vers une nappe sont significatives et contrôlées par le niveau de la nappe (approche nationale et locale)
- des indicateurs issus de ces résultats pour caractériser un site dépendant des eaux souterraines
- des méthodes pour combiner les indicateurs écologiques et hydrogéologiques : quelles incertitudes liées à chacun d'eux, comment faire lorsque les résultats divergent ?

Autres indicateurs ? Les approches écologiques et hydrogéologiques sont celles trouvées dans la littérature grise. Il peut exister d'autres approches potentiellement intéressantes pour caractériser la dépendance d'un écosystème à une eau souterraine, par exemple des approches pédologiques, des mesures de température de l'eau ou l'utilisation d'autres traceurs.

Point de vigilance : ces indicateurs devront être appliqués sur un grand nombre de sites en France, il est donc important de les bâtir à partir de données disponibles à l'échelle nationale, ou faciles à collecter.

2.2 Déterminer une méthode d'estimation du risque de dégradation

Il s'agit à ce stade d'étudier si le site identifié dans la première phase a un risque d'être dégradé par la masse d'eau souterraine dont il dépend. Il est donc proposé de travailler ici sur les pressions anthropiques exercées sur les eaux souterraines qui se répercutent sur l'écosystème. Les pressions sur les masses d'eau étant relativement bien connues et identifiées, il s'agit surtout de comprendre le lien avec l'écosystème. Puis, le site devra ensuite faire l'objet d'une analyse plus détaillée ; la détermination du besoin de l'écosystème et de sa dégradation par les pressions se faisant à l'étape suivante.

Des travaux scientifiques pourraient être menés pour :

- Améliorer la connaissance sur le lien potentiel entre les pressions anthropiques (pollution et prélèvement) et les milieux humides, notamment à partir des circulations d'eau souterraine vers et dans les milieux humides.

Point de vigilance : utiliser dans la mesure du possible les informations existantes sur les pressions telles qu'elles sont collectées dans le cadre de la DCE.

2.3 Caractériser la dégradation d'un écosystème terrestre liée à une dégradation des eaux souterraines (quantité/qualité)

Cette caractérisation semble particulièrement délicate d'après les retours d'expérience. Il est possible de travailler sur :

- les « besoins » (ou « conditions ») des écosystèmes terrestres (besoin en terme de quantité et de qualité d'eau) ;
- l'évolution de leur « qualité » qu'il faut ensuite relier à l'évolution de la qualité/quantité des eaux souterraines.

Des travaux scientifiques doivent être menés pour :

- définir des indicateurs sur la dégradation d'un écosystème terrestre ; ces travaux pourront compléter les données collectées dans le cadre de Natura 2000 et devront être menés en lien avec le projet d'homogénéisation de la surveillance du fonctionnement des milieux humides ;
- développer des méthodologies d'évaluation des « besoins » ou « conditions » de l'écosystème vis-à-vis de la quantité ou de la qualité des eaux souterraines et développer des indicateurs abiotiques avec des seuils
- proposer des méthodologies de suivis des écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines pour suivre les écosystèmes terrestres à risque, leur dégradation et les effets d'éventuelles mesures prises pour limiter cette dégradation

Point de vigilance : pour cette étape, il sera stratégique de se placer sur des sites spécifiques, en essayant de couvrir tous les types de milieux humides présents en France, et en comparant des sites dont la masse d'eau souterraine est préservée avec des sites dont la masse d'eau souterraine est altérée.

2.4 Proposer une démarche générale pour appliquer le test

La démarche exposée dans les parties précédentes reprend les étapes proposées dans les guides et/ou appliquées dans certains pays. Néanmoins, il est possible que ces étapes ne soient pas toutes pertinentes et faisables ; **les travaux de recherche pourront également portés sur l'amélioration de la démarche générale.**

En particulier, l'exploitation de l'étape décrite au paragraphe 2.3 pour la définition de l'état d'une masse d'eau requiert de passer de l'échelle d'un site Natura 2000 à une masse d'eau souterraine dont la surface peut être importante ou contraire réduite par rapport à celle du site. Ce changement d'échelle sera à considérer dans l'élaboration de la démarche générale. Il est proposé à ce stade de s'intéresser aux zones humides dont la superficie est significative par rapport à la superficie de recharge de la masse d'eau souterraine.