



MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT,
DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER, EN CHARGE DES RELATIONS
INTERNATIONALES SUR LE CLIMAT

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

Recueil de besoins Développements en matière de surveillance et d'évaluation DCE de l'état des eaux et des milieux aquatiques

Version 2 (2018)

Date de dernière mise à jour : 19/02/18

Table des matières

1.	PREAMBULE : PRESENTATION DU DOCUMENT	3
1.1	Contexte et objectifs	3
1.2	Périmètre des besoins exprimés dans le présent document	3
1.2.1	Notion de « surveillance » de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques	3
1.2.2	Notion « d'évaluation » de l'état des eaux et des milieux aquatiques	4
1.2.3	Nature des objets et des actions concernés par les besoins exprimés dans ce recueil	4
1.3	Se retrouver dans le document	5
2.	ACTIONS TRANSVERSALES ET NATIONALES	5
2.1	Montée en compétences des opérateurs de la surveillance et de l'évaluation en chimie	5
2.2	Montée en compétences des opérateurs de la surveillance et de l'évaluation en hydrobiologie	5
2.3	Montée en compétences des opérateurs de la surveillance et de l'évaluation et des gestionnaires en diagnostic écologique des cours d'eau	6
3.	BESOINS RELATIFS A LA PHYSICO-CHIMIE ET AUX CONTAMINANTS CHIMIQUES	7
3.1	Normalisation	7
3.2	Soutien technique aux opérateurs de la surveillance et de l'évaluation chimique et physico-chimique	7
3.3	Veille et évaluations scientifiques et techniques pour la chimie et physico-chimie	10
3.3.1	Prélèvement et conditionnement des échantillons	10
3.3.2	Analyse des échantillons	10
3.3.3	Qualification et exploitation de la donnée	10
4.	BESOINS RELATIFS A L'HYDROBIOLOGIE	11
4.1	Soutien technique aux opérations de la surveillance règlementée	11
4.2	Soutien aux opérateurs de l'évaluation règlementée	11
5.	BESOINS RELATIFS A L'HYDROMORPHOLOGIE	12
5.1	Appui aux autorités sur la stratégie nationale de surveillance	12
5.2	Soutien technique aux opérations de surveillance et de l'évaluation hydromorphologique	13
5.2.1	Soutien aux opérateurs de l'évaluation règlementée	13
5.2.2	Support du transfert des outils innovants	14
5.3	Veille et évaluations scientifiques et techniques pour l'hydromorphologie	14
6.	BESOINS RELATIFS A LA SURVEILLANCE ET L'EVALUATION QUANTITATIVE DES EAUX SOUTERRAINES [MESO]	15
6.1	Mises en œuvre de méthodologies	15
6.2	Innovation, développement de nouvelles méthodologies	15
7.	ANNEXE	17

1. PREAMBULE : PRESENTATION DU DOCUMENT

1.1 Contexte et objectifs

Ce document a été rédigé par l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) après consultation des représentants désignés de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB), des Agences et Offices de l'eau et des Directions (Régionales) de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL et DEAL).

Les besoins en termes d'outils ou d'appuis aux politiques de l'eau exprimés concernent l'ensemble des catégories de masses d'eau de la métropole et des Départements d'Outre-Mer (eaux de surface continentales, eaux souterraines, eaux littorales et eaux résiduares) pour la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE)¹.

L'AFB 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'un financement de l'AFB.

Ce recueil a vocation à être régulièrement actualisé au gré des évolutions réglementaires et des progrès techniques et sa mise à jour est coordonnée par l'AFB.

Ce présent Recueil est mis en ligne sur le site de l'AFB.

1.2 Périmètre des besoins exprimés dans le présent document

1.2.1 Notion de « surveillance » de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques

En référence à la DCE, la notion de surveillance utilisée de façon générique dans ce document renvoie à toute activité de production de données, issues d'échantillons prélevés ou mesurées sur le terrain, visant à satisfaire les objectifs suivants :

- Etablir l'état réglementaire des masses d'eau
- Evaluer 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 anthropogénique. En particulier : établir la présence de toute tendance à la hausse à long terme de la concentration d'un quelconque polluant suite à l'activité anthropogénique
- Vérifier et compléter l'évaluation des pressions et des incidences détaillées à l'annexe II de la DCE
- Déterminer les causes pour lesquelles une masse d'eau ou plusieurs masses d'eau (découpage élémentaire des milieux aquatiques destinée à être l'unité d'évaluation de la DCE) n'atteignent pas les objectifs environnementaux
- Contribuer à la conception des futurs programmes de surveillance

¹ « 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

- Déterminer les conditions de référence...

1.2.2 Notion « d'évaluation » de l'état des eaux et des milieux aquatiques

L'évaluation de l'état des eaux est un processus qui permet de connaître et de comprendre l'état des eaux. L'évaluation s'appuie sur des données issues de la surveillance et repose généralement sur une comparaison de l'état observé à un état pas ou peu perturbé par les activités humaines. L'évaluation s'adresse à toutes les catégories d'eau : eaux de surface continentales (cours d'eau, plans d'eau), littorales (eaux de transition et eaux côtières) et eaux souterraines.

L'évaluation porte sur des « éléments de qualité » représentatifs des différents compartiments de la ressource ou de l'écosystème. Elle renvoie aux méthodes et critères servant à caractériser les différentes classes d'état écologique, d'état chimique et de potentiel écologique des masses d'eaux :

- L'état chimique, destiné à vérifier le respect des normes de qualité environnementales fixées par des directives européennes, ne prévoit que deux classes d'état (respect ou non-respect).
- L'état écologique se décline en cinq classes d'état (très bon à mauvais). L'évaluation se fait, principalement, sur la base de paramètres biologiques et par des paramètres physico-chimiques et hydromorphologiques soutenant la biologie.
- Le potentiel écologique est l'objectif à atteindre, pour les masses d'eau artificielles et les masses d'eau fortement modifiées. Il est défini par rapport aux valeurs des éléments de qualité pour le type de masses d'eau de surface le plus comparable, en tenant compte des caractéristiques artificielles ou fortement modifiées de la masse d'eau. Il comporte quatre classes (bon à mauvais). L'objectif chimique reste, quant à lui, inchangé.

La nature et les valeurs-seuils de ces paramètres ne sont pas précisément définies par la DCE. Chaque Etat-membre a donc la possibilité de proposer des méthodologies et des outils dans la mesure où ils répondent aux exigences de la DCE. L'évaluation de l'état des eaux suppose donc de calculer pour les différents éléments de qualité de chacune des catégories d'eau, des indicateurs consolidés fixés par des arrêtés nationaux.

1.2.3 Nature des objets et des actions concernés par les besoins exprimés dans ce recueil

Les besoins précis exprimés ci-après (à partir du paragraphe 2.) 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), par la mise à disposition d'expertise sur des questions ciblées ayant trait à la surveillance et l'évaluation de la qualité des eaux
- **La mise à disposition de méthodologies** ayant vocation à servir à la communauté des opérateurs de la surveillance et de l'évaluation ou des gestionnaires des milieux aquatiques dans le cadre de la mise en œuvre de la réglementation sur la qualité de l'eau, actuelle ou en devenir.
- La mise à disposition d'outils permettant de **mettre en œuvre ou de transférer des méthodologies** de production ou de traitement des résultats de surveillance et

d'évaluation, et de faire monter en compétences les opérateurs.

- L'innovation : favoriser et soutenir le **développement de nouvelles méthodologies** et de nouveaux outils opérationnels pour répondre aux mieux aux exigences de la DCE.

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.

1.3 Se retrouver dans le document

Outre l'utilisation du plan qui classe les besoins en fonction de la thématique d'évaluation de l'état des milieux aquatiques, des mots clés ont été ajoutés pour faire des recherches en fonction du milieu concerné (cours d'eau, plan d'eau, eaux souterraines, eaux littorales). Pour faire une recherche par mot clé, utiliser la commande de recherche (faire « CTRL + F » ou « Révision/Rechercher »). Le mot clé est indiqué entre [] et correspond :

- [CE] : Cours d'Eau
- [PLEau] : Plan d'Eau
- [MESO] : Masse d'Eau Souterraine
- [MELIT] : Masse d'Eau Littorale

2. ACTIONS TRANSVERSALES ET NATIONALES

2.1 Montée en compétences des opérateurs de la surveillance et de l'évaluation en chimie

Formation des laboratoires : En complément des actions en cours sur ces sujets dans le cadre des actions Aquaref² : Explorer les opportunités de monter des formations ciblées sur l'analyse des substances à enjeux réglementaires imminents et mal maîtrisées par les prestataires nationaux (ex. substances pertinentes-liste B de l'Arrêté « Surveillance »³ ...).

2.2 Montée en compétences des opérateurs de la surveillance et de l'évaluation en hydrobiologie

Conception, organisation ou participation d'experts à des sessions de formation des opérateurs (taxinomie, protocole de terrain, calcul des indicateurs) sur :

- Les indices biologiques des DOM [CE] :

- Indice Diatomées Antilles cours d'eau (IDA)
- Indice Diatomées Réunion cours d'eau (IDR)
- Indice Biologique Macro-invertébrés Antilles cours d'eau (IBMA)
- Indice Réunion Macro-invertébrés cours d'eau (IRM)
- Score Moyen des Ephéméroptères de Guyane cours d'eau (SMEG)
- Indice Poissons Guyane Global cours d'eau (IPG-global).

² http://www.aquaref.fr/system/files/Programme_annuel_2016-2018_VF.pdf et <http://www.aquaref.fr/tous-les-produits>

³ Dernière version en vigueur de l'arrêté modifié 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 (version 2018)

- Les éléments de qualité des DOM [MELIT] :

- Benthos de substrats meuble des eaux côtières de La Réunion (taxinomie, protocole de terrain, calcul des indicateurs, notamment AMBI et M-AMBI)
- Phytoplancton des eaux côtières de La Réunion (protocole de terrain, protocole de conservation, principe d'analyses et exploitation des résultats en l'absence d'indicateurs Réunion)
- Métrologie pour l'acquisition des paramètres physico-chimiques soutenant la biologie des eaux côtières de La Réunion.

2.3 Montée en compétences des opérateurs de la surveillance et de l'évaluation et des gestionnaires en diagnostic écologique des cours d'eau

Depuis plusieurs années, ont été développés et transférés aux opérateurs via des formations, des méthodes et outils (indices...) visant la caractérisation des différents compartiments biologiques (poissons, invertébrés, macrophytes, diatomées..), les paramètres physico-chimiques, et le fonctionnement hydromorphologique des cours d'eau. Les systèmes d'information sur l'eau se sont largement enrichis des données afférentes, et les opérateurs ont développé de bonnes capacités à collecter ces données normalisées de façon homogène, et à produire des indicateurs partiels sur l'état des masses d'eau. Mais aujourd'hui, un besoin se fait jour et s'exprime notamment lors des formations sur les bioindicateurs, de développer la capacité des opérateurs et gestionnaires à croiser et à interpréter ces données multiples, et à intégrer de façon systémique ces savoirs et données, de façon à construire une ou des méthodes d'appréciation intégrée du bon fonctionnement écologique des écosystèmes aquatiques⁴ [CE] :

- Production d'outils de transfert tels que des guides techniques et des supports de formation pour établir un diagnostic écologique du fonctionnement des écosystèmes aquatiques (différentes échelles possibles) sur la base des données disponibles.

- Construction et expérimentation d'un pilote de formation sur ce sujet du diagnostic écologique à partir des données existantes (biologiques, physico-chimiques, hydromorphologiques ou concernant les pressions affectant les sites ou les masses d'eau). Cette formation expérimentale viserait les personnels des bureaux d'études, des maîtres d'ouvrages, des gestionnaires, des associations, des collectivités, services de l'Etat ou agences de l'eau, qui ont besoin de mobiliser ces compétences dans différentes situations : études d'impact, suivi de projets, aide à la décision en matière de gestion, mise en œuvre de la doctrine « éviter - réduire - compenser » ; cet appel à manifestations d'intérêt porte sur la conception et la mise en œuvre de cette formation expérimentale, mais non nécessairement sur le portage lui-même, l'AFB étant opérateur de formation et pouvant assurer ce portage. Le porteur de projet peut également se proposer pour ce portage, à son choix.

⁴ Le « bon fonctionnement écologique » d'un écosystème aquatique, étant, dans une première approximation, caractérisé par un état des fonctionnalités écologiques favorisant une bonne résilience, et une diversité et qualité d'habitats suffisantes au maintien, ou à la colonisation par les groupes fonctionnels nécessaires à l'évolution continue et/ou à la stabilité de l'écosystème.

3. BESOINS RELATIFS A LA PHYSICO-CHIMIE ET AUX CONTAMINANTS CHIMIQUES

3.1 Normalisation

L'AFNOR prépare et applique la stratégie française de normalisation et exerce une mission générale de recensement, d'identification et de programmation des besoins en normes nouvelles aux plans national, européen et international.

En appui ou complément des actions Aquaref² (cf. thème H du programme Aquaref) :

- Besoin d'expertise pour porter des propositions pour l'évolution de ces normes en fonction des besoins nationaux

- Besoin de veille sur les normes en cours de finalisation pour le prélèvement et l'analyse afin d'assurer la mise à jour des guides nationaux à destination des opérateurs de la surveillance.

3.2 Soutien technique aux opérateurs de la surveillance et de l'évaluation chimique et physico-chimique

- Utilisation des moyens de télédétection et/ou d'autres méthodes de prospection surfacique (remote-sensing) applicables pour les besoins de surveillance des éléments physico-chimiques pour les eaux littorales dans le cadre de la DCE / DCSSM⁵ :

- Apport des dispositifs de suivi à haute fréquence ou en continu sur la perception du fonctionnement des écosystèmes littoraux et marins.
- Méthodes d'analyse de la représentativité des mesures *in-situ* ponctuelles et stationnelles par rapport à la représentation temporelle et spatiale des systèmes aquatiques (masses d'eau) obtenue par les méthodes de télédétection ou de suivis à haute fréquence [MELIT].

- Quelles stratégies de surveillance mettre en place et quels outils d'évaluation utiliser pour estimer les flux de polluants arrivant sur le littoral et en mer ?

En effet, de nombreuses études ont permis de développer différentes méthodes pour calculer les flux terre-mer, ex. méthodes OSPAR (SOEs) pour les nutriments, méthodes développées sur l'évaluation des flux par l'Université de Tours, modélisation biogéochimique (ex. PyNuts, PEGASE, Seneque), estimations probabilistes (ex. IRSTEA, INRA pour les pollutions d'origine agricole)... Faire un état des lieux et une expertise des différentes méthodes existantes et proposer une/des méthode(s) d'estimation des flux de substances provenant du continent vers le littoral [MELIT].

- Le document technique européen portant sur la mise en œuvre des NQE biote (EC 2014 : Guidance Document No. 32 on biota monitoring under the Water Framework Directive), identifie les méthodes qui pourront être utilisées pour procéder à l'ajustement, à un niveau

⁵ Directive-cadre « stratégie pour le milieu marin » : Directive 2008/56/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin

trophique « standard », des données de contamination du biote par des substances chimiques, pour des fins d'harmonisation des résultats de la surveillance. Ces ajustements permettent de tenir compte des différences en termes de bioaccumulation entre le niveau trophique auquel la NQE biote se rapporte (i.e. NT 4), et le niveau trophique de l'espèce qui est effectivement utilisée pour la surveillance. Parmi les métriques de bioaccumulation décrites dans ce guide, figurent les facteurs d'amplification trophique (TMFs : Trophic Magnification Factors), traduisant le niveau moyen de bioamplification d'une substance chimique sur l'ensemble de la chaîne trophique considérée. Des critères de sélection de TMFs valides, potentiellement utilisables dans le contexte de la DCE ont récemment été définis, mais un travail de recensement des valeurs de ces TMF, à partir d'études publiées, reste à faire [CE], [PLEau], [MELIT].

Un travail similaire est à mener sur le recensement des valeurs des TMF adaptées aux chaînes trophiques ultra-marines (DOM) [CE], [PLEau], [MELIT].

- Paramètre Acidification et/ou paramètre Salinité parmi les paramètres physico-chimiques généraux soutenant la biologie suivis en plans d'eau [PLEau] :

Environ 400 plans d'eau déjà suivis à ce jour depuis 2005 ;

Paramètres suivis : alcalinité, pH et conductivité... (voir arrêté « Surveillance »⁶, NOR : DEVL1513988A, Tableau 25. – *Paramètres physico-chimiques pour les plans d'eau, groupes 1 et 3*) ;

- Analyser et critiquer ces données des suivis 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 ;
Se rapprocher du pôle AFB-Irstea des Plans d'Eau, Aix-en-Provence pour toute question sur ces données.

- Données sédimentaires issues des paramètres physico-chimiques généraux soutenant la biologie suivis en plans d'eau [PLEau] :

Environ 400 plans d'eau déjà suivis à ce jour depuis 2005 ;

Suivi en phase solide et dans l'eau interstitielle des sédiments ;

Paramètres suivis : phosphore, azote, carbone organique... (voir arrêté « Surveillance »⁷, NOR : DEVL1513988A, Tableau 25. – *Paramètres physico-chimiques pour les plans d'eau, groupes 4, 4bis et 5*) ;

- Analyser et critiquer ces données des suivis sédimentaires réalisées en routine dans les réseaux de suivi DCE ;

⁶ Dernière version en vigueur de l'arrêté modifié 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 (version 2018)

⁷ Dernière version en vigueur de l'arrêté modifié 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 (version 2018)

- 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 ;
- Se rapprocher du pôle AFB-Irstea des Plans d'Eau, Aix-en-Provence pour toute question sur ces données.*

Les deux études ci-dessous seront préférentiellement menées 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.

- Etude sur la définition et la validation du Réseau de Référence Pérenne (RRP) des cours d'eau des DOM [CE] ;

Le principe de la circulaire 2004-08 relative à la constitution du réseau de référence n'a pas été appliqué dans la majorité des DOM et les travaux nationaux pour la définition du réseau de référence pérenne ont porté uniquement sur la métropole. Chaque DOM 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 DOM, il est nécessaire de proposer une méthodologie de validation des sites candidats en concertation avec les gestionnaires de bassins selon différentes étapes :

- Faire un audit des données issues des programmes de surveillance et des développements des bio-indicateurs dans chaque DOM 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 DOM ;
- Définir une (ou des) scénario(s) de validation des sites RRP cours d'eau aux DOM ;
- Identifier les besoins de données complémentaires

- Mener une réflexion sur la définition de seuils physico-chimiques des différents éléments de qualité (température, bilan d'oxygène, pH, alcalinité, salinité, nutriments) spécifiques pour l'ensemble des catégories d'eau spécifiques aux ou à chacun des DOM. 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). L'objectif global consistera à proposer des seuils physico-chimiques [CE], [PLEau], [MELIT] :

- adaptés au contexte des DOM pour toutes les catégories de masses d'eau (cours d'eau, plans d'eau, eaux de transition, eaux côtières) ;
- cohérents avec l'évaluation biologique ;
- potentiellement utiles pour la gestion ;
- cohérents entre le littoral et les eaux continentales.

3.3 Veille et évaluations scientifiques et techniques pour la chimie et physico-chimie

Evaluation des méthodes, des pratiques et des performances des opérateurs de la surveillance, états de l'art de méthodes ou outils (performances, utilisations, etc...).

3.3.1 Prélèvement et conditionnement des échantillons

Etat de l'art des stratégies d'échantillonnage développées hors de France, pour les diverses matrices (Eau et sédiments).

3.3.2 Analyse des échantillons

Veille et opportunités offertes par les options techniques existantes pour l'analyse des substances nouvellement réglementées.

- o Eau : Substances pertinentes françaises à surveiller dans l'eau (liste B de l'Arrêté « Surveillance »⁸)
- o Sédiments : Substances prioritaires DCE à suivre en tendance, Substances pertinentes françaises à surveiller dans les sédiments (Liste B)
- o Biote : substances à surveiller dans l'eau mais bénéficiant d'une NQE biote utilisable.

3.3.3 Qualification et exploitation de la donnée

- Proposer une démarche opérationnelle pour la priorisation des substances pertinentes à surveiller mesurées sur matrices « sédiment » (liste de l'Arrêté « Surveillance »⁹) dans le cadre du cycle DCE 2016-2021, sur la base des concentrations établies par les programmes de surveillance bassins ou autres études et de la compilation d'informations sur le danger et les propriétés physico-chimiques des substances concernées [CE], [PLEau], [MELIT].

- Dans le contexte de la mise en œuvre des NQE biote (Directive 2013/39/UE), la construction de valeurs seuils en PCB-NDL (Polychlorobiphényles Non Dioxin-Like) utilisées en screening pour suivre la contamination des poissons des cours d'eau permettrait de limiter le nombre d'analyses coûteuses de dioxines et PCB-DL (Polychlorobiphényles Dioxin-Like), composés auxquels se rapporte la NQE. De nombreuses études montrent la faisabilité et l'intérêt d'une telle approche (par ex. Bhavsar et al. 2007, *Environ. Toxicol. Chem.* 28(8) : 1622-1628 ; Babut et al. 2009, *Environ. Pollut.* 157 : 3451-3456 ; Gandhi et al. 2015, *Environ. Sci. Technol.* 49 :123-131).

Des seuils en PCB-NDL correspondant à la valeur de la NQE seront établis pour déterminer, avec un taux d'erreur défini, la conformité/non-conformité des poissons d'eau douce en dioxines et PCB-DL (TEQ_{OMS2005}), pour les principales espèces ciblées dans le cadre de la surveillance DCE (i.e. chevaine, barbeau fluviatile, perche, truite de rivière, gardon et brème commune), à partir de l'exploitation statistique de l'ensemble des données du plan national PCB et plans complémentaires de bassin [CE], [PLEau], [MELIT].

⁸ Dernière version en vigueur de l'arrêté modifié 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 (version 2018)

⁹ Dernière version en vigueur de l'arrêté modifié 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 (version 2018)

4. BESOINS RELATIFS A L'HYDROBIOLOGIE

Note : l'utilisation du biote pour évaluer l'état chimique du milieu est traitée dans la partie chimie.

4.1 Soutien technique aux opérations de la surveillance règlementée

- o Eaux Littorales métropole [MELIT]
- Utilisation des moyens de télédétection et/ou d'autres méthodes de prospection surfacique (remote-sensing) applicables pour les besoins de surveillance du paramètre chlorophylle *a* pour les eaux littorales dans le cadre de la DCE / DCSMM :
- Apport des dispositifs de suivi à haute fréquence ou en continu sur la perception du fonctionnement des écosystèmes littoraux et marins.
- Méthodes d'analyse de la représentativité des mesures in-situ ponctuelles et stationnelles par rapport à la représentation temporelle et spatiale des systèmes aquatiques (masses d'eau) obtenue par les méthodes de télédétection ou de suivis à haute fréquence.
- o Cours d'eau des DOM [CE]
- Etude sur la définition et la validation du Réseau de Référence Pérenne (RRP) des cours d'eau des DOM [CE] : voir détail de l'action déjà décrite au § 3.2 ;

4.2 Soutien aux opérateurs de l'évaluation règlementée

- Méthode de spatialisation et d'extrapolation du diagnostic/évaluation à la masse d'eau à partir des données stationnelles : passer de l'habitat (station de surveillance) à la masse d'eau composée par toute une mosaïque d'habitats. Cette demande permettra de répondre à la fois aux trois directives (dans la zone spatiale commune) : DCE, DHFF¹⁰ et DCSMM [MELIT].
- Relations indicateurs hydrobiologiques / pressions [MELIT]
 - Tester l'effet d'une ou de quelques pressions connues mesurées ou calculées à grosse maille nationale sur la biologie.
 - Identifier les données sur les pressions à acquérir à l'échelle nationale ou à une échelle spatio-temporelle pertinente plus fine.
- Réalisation d'atlas dans les DOM [MELIT] :
 - Réaliser un atlas de l'endofaune de substrats meubles pour La Réunion ;
 - Réaliser un atlas de l'épifaune de substrats durs pour La Réunion.
- o Indices biologiques pour les cours d'eau des DOM [CE] :
- Indice Réunion Macroinvertébrés (IRM) : définition des valeurs de référence pour l'HER

¹⁰ Directive Habitats-Faune-Flore : Directive 92/43/CEE DU CONSEIL du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages

« versants sud-ouest secs » ;

- Renforcement des indices poissons Guyane IPG « Résidus » et IPG « Global » ;
- Indice Réunion Poissons (IRP) : redéfinition des conditions de référence prenant en compte les pressions hydromorphologiques sur la continuité écologique ;
- Développements d'indicateurs macrocrustacés pour les cours d'eau de La Réunion.

o Indices biologiques pour les eaux de transition DOM [MELIT]

- Proposer une méthode d'évaluation de l'état écologique basée sur le phytoplancton des masses d'eau de transition de La Réunion ;
- Evaluer la pertinence de l'élément de qualité biologique « diatomées » pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau de transition de La Réunion, et le cas échéant développer les indicateurs correspondants.

o Indices biologiques pour les eaux côtières DOM [MELIT]

- Développer des indicateurs basés sur l'endofaune de substrat meuble pour les Antilles ;
- Développer des indicateurs basés sur les macroalgues pour Mayotte ;
- Développer des indices phytoplanctoniques basés sur l'imagerie satellitale cohérents avec les indices in situ pour Mayotte ;
- Développer des indices "phytoplancton" pour les suivis réalisés par microscopie inversée, par cytométrie en flux et par analyse pigmentaire pour La Réunion ;
- Expertiser la pertinence de l'EQB poisson pour les DOM insulaires.

o Indices biologiques pour les eaux littorales métropole [MELIT]

- Etat de l'art des indicateurs hydrobiologiques (par ex. utilisés dans les autres Etats-membres pour l'évaluation DCE des eaux littorales) : étude comparative de la sensibilité aux perturbations anthropiques.
- 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).
- Développement des indicateurs biologiques axés sur la flore et faune benthique invertébrée des estuaires (portion oligohaline ou dulçaquicole affectée par la marée dynamique) : pertinence et étude de faisabilité.
- Recensement des pressions anthropiques dans les lagunes et indicateurs biologiques sensibles pertinents (notamment un indicateur qui permette d'évaluer le lien entre les habitats et les poissons) : étude bibliographique (expérience internationale).

5. BESOINS RELATIFS A L'HYDROMORPHOLOGIE

5.1 Appui aux autorités sur la stratégie nationale de surveillance

Masses d'eau de type "cours d'eau" [CE]

Besoins en lien avec la mise en œuvre et l'optimisation des réseaux de surveillance cours d'eau :

- Optimisation du suivi de l'Elément de Qualité Hydromorphologique (EQ HYMO)

« Conditions morphologiques » : renseigner les stations RCS non prospectables à pieds (grands cours d'eau, cours d'eau profonds, sites inaccessibles) en adaptant des méthodes de suivi (adaptation du protocole CarHy-CE). Les besoins concernent les perspectives offertes par la télédétection fluviale, notamment le recours aux techniques Lidar, pour surveiller les cours d'eau particulièrement pour l'EQ Conditions morphologiques et ses paramètres (mesures à distance de la géométrie du cours d'eau, caractérisation de la ripisylve, nature du substrat...).

- Dans le cadre de la mise en place du Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO), préciser de façon fine les éléments hydromorphologiques à suivre et les indicateurs qui pourraient être calculés sur les stations en fonction du type de pressions exercées (prélèvement, altérations physiques, obstacles à la continuité...) pour préciser les éléments indiqués dans l'annexe IX de l'Arrêté « Surveillance »¹¹.

5.2 Soutien technique aux opérations de surveillance et de l'évaluation hydromorphologique

5.2.1 Soutien aux opérateurs de l'évaluation réglementée

Masses d'eau littorales [MELIT]

Une méthodologie de surveillance hydromorphologique des masses d'eau côtières et de transition basée sur différentes métriques (perturbation des fonds, modification des apports des bassins versants...) a été mise en œuvre par le BRGM afin d'évaluer l'état hydromorphologique de ces masses d'eau dans le cadre de la DCE.

- L'étape suivante serait le développement d'une méthode de modélisation hydro-morpho-sédimentaire de la zone littorale pour décrire les habitats et leur évolution dans le temps sous l'effet des pressions anthropiques, à partir des données acquises (bathymétrie, trait de côte, flux des matières en suspension, courants, structures artificielles/morphologie...). Ces résultats sont attendus pour pouvoir notamment répondre à la problématique des masses d'eau fortement modifiées (MEFM) et du bon potentiel et potentiel maximum. Ce travail sera à faire en lien avec le projet du BRGM sur l'analyse des pressions agissant sur l'hydromorphologie des MEFM, en différenciant celles qui sont « obligatoires » pour l'usage et donc non compressibles, des autres pressions, et leurs impacts sur les habitats biologiques littoraux.

Masses d'eau de type "cours d'eau" [CE]

- Développer une approche intégrée d'évaluation de la qualité physique des cours d'eau (indicateur par EQ HYMO : hydrologie, continuité et conditions morphologiques) à partir des données et des outils existants. A titre d'exemple, l'indicateur de continuité pourrait intégrer à la fois la continuité biologique, la continuité hydro-sédimentaire et la continuité latérale ; une représentation sous forme d'un diagramme Radar pourrait être le mode de mise en relation des données le plus approprié.

- Rédiger un guide méthodologique sur l'évaluation du très bon état des cours d'eau. Etablir

¹¹ Dernière version en vigueur de l'arrêté modifié 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 (version 2018)

les critères d'évaluation du très bon état morphologique pour l'état des lieux 2019. Confronter les critères des bassins et le dire d'expert, l'utilisation du SYRAH-CE, la grille d'évaluation « Rivière sauvage », la grille "pressions" du Réseau de Référence Pérenne (« évaluation terrain des pressions d'une station du RRP »).

5.2.2 Support du transfert des outils innovants

Masses d'eau de type "cours d'eau" [CE]

- Créer un Système d'Information national en Hydromorphologie des cours d'eau : rassembler dans une base de données multi-thématique et un WebSIG unique l'ensemble des données servant à caractériser et suivre l'hydromorphologie des cours d'eau en France avec une bancarisation et visualisation des données en hydromorphologie à des niveaux multi-scalaires (des HER jusqu'aux stations CarHy-CE en passant par les échelles du SYRAH-CE et du RHUM ; ROE).

5.3 Veille et évaluations scientifiques et techniques pour l'hydromorphologie

Masses d'eau de type "cours d'eau" [CE]

- Investir le potentiel de la télédétection fluviale en proposant des solutions techniques applicables aux enjeux nationaux de caractérisation et de suivi de l'hydromorphologie des corridors fluviaux. L'utilisation la télédétection (aux échelles et à la résolution adaptées), l'application de méthode de traitement rapide des images (orientée objet, modules automatisés sous SIG), l'approche diachronique (évolution temporelle) et l'amélioration des coûts d'acquisition des images seraient à proposer pour satisfaire ce nouveau mode de fonctionnement.

- En lien avec le besoin précédent, disposer d'un accompagnement (rédaction d'un guide technique par exemple) de l'exploitation la télédétection permettrait également d'aider les opérateurs et gestionnaires à appliquer les techniques idoines de suivi des cours d'eau par la télédétection fluviale.

Masses d'eau de type "Plan d'eau" [PLEau]

- Développer et proposer un système de surveillance opérationnel (moyens humains et financier + acquisition, gestion et mise à disposition de la donnée) du marnage des plans d'eau.

- Développer et proposer un système de surveillance opérationnel (moyens humains et financier + acquisition, gestion et mise à disposition de la donnée) des débits entrants et sortants des plans d'eau.

- Développer et proposer un système de surveillance opérationnel (moyens humains et financier + acquisition, gestion et mise à disposition de la donnée) de la vitesse de comblement sédimentaire des plans d'eau.

6. BESOINS RELATIFS A LA SURVEILLANCE ET L'EVALUATION QUANTITATIVE DES EAUX SOUTERRAINES

[MESO]

6.1 Mises en œuvre de méthodologies

- Enrichissement de la connaissance des prélèvements quantitatifs sur la ressource en eau en précisant le milieu impacté dans le cas des sources.
- Amélioration de la connaissance de l'impact des prélèvements en eau souterraine sur les eaux de surface : formations sur les outils existants pour la mise en évidence des échanges nappes/rivières.

6.2 Innovation, développement de nouvelles méthodologies

- Améliorer la méthode existante d'estimation des pressions prélèvement sur les ressources en eau souterraine à travers les sous-points listés ci-dessous :
 - a. Prendre en compte les aspects de prélèvements et de consommation des eaux dans les carrières,
 - b. Améliorer le calcul de la recharge des masses d'eau souterraines en prenant en compte les échanges nappes/rivières ou nappes/écosystèmes terrestres dépendants.
- Améliorer la connaissance de l'impact des prélèvements ESO sur les écosystèmes terrestres dépendant des ESO. De précédents travaux ont développé des méthodes d'identification du lien entre eau souterraine et écosystèmes terrestres que sont les zones humides... Le projet « Les eaux souterraines dans les zones humides » piloté par le BRGM s'attachera en 2018 et 2019 plus particulièrement à construire une méthode d'évaluation des besoins quantitatifs en eau souterraine des zones humides pour avoir 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.

Des études complémentaires sont nécessaires pour améliorer ces connaissances (voir les besoins identifiés plus précisément dans la note de cadrage « Ecosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines : quelles méthodes pour appliquer la DCE ? » en ANNEXE).
- 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...).
- Proposer une démarche pour appliquer le test DCE « intrusion saline » quantité (cf point précédent).

- Proposer des méthodologies d'extrapolation du comportement des aquifères ayant une faible densité de suivi piézométrique pour l'évaluation quantitative des masses d'eau concernées.

7. ANNEXE

Ecosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines : quelles méthodes pour appliquer la directive cadre européenne sur l'eau ?

Note de cadrage pour un appel à contribution de la recherche

Décembre 2016

Table des matières

Table des matières	1
1 Contexte réglementaire et bilan des pratiques	2
1.1 Que dit la directive cadre européenne sur l'eau ?	2
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 »	2
1.1.2 Caractérisation initiale des masses d'eau souterraine : « l'existence d'écosystèmes terrestres directement dépendants »	3
1.1.3 Caractérisation détaillée : un inventaire détaillé, des directions et taux d'échange entre la masse d'eau souterraine et les écosystèmes terrestres	3
1.2 Quelles méthodes sont proposées dans les guides techniques européens pour appliquer ce texte ?	4
1.3 Comment ce texte est-il appliqué en France ?	5
2 Principales difficultés et résultats attendus d'un projet de recherche	8
2.1 Développer des indicateurs sur la dépendance d'un écosystème terrestre aux eaux souterraines	8
2.2 Déterminer une méthode d'estimation du risque de dégradation	9
2.3 Caractériser la dégradation d'un écosystème terrestre liées à une dégradation des eaux souterraines (quantité/qualité)	10
2.4 Proposer une démarche générale pour appliquer le test	10
Annexe 1 : retour d'expériences des pays européens	13
Annexe 2 : Analyse de l'existant concernant les indicateurs de suivi des Milieux Humides	15

Introduction

La DEB (MEEM), l'Onema 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 en annexe de la circulaire du 23 octobre 2012) 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 et de proposer l'utilisation de ces critères dans le cadre du futur état des lieux 2019.

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 Directive Cadre 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 seuils de qualité des substances concernées par la DCE doivent être revus au regard des interactions entre la masse d'eau souterraine et les écosystèmes terrestres dépendants et que ces nouveaux seuils doivent être utilisés pour caractériser le bon état. 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). En 2013 a eu lieu un retour d'expérience européen de l'application de cette partie de la directive (EU 2014, synthétisé dans l'annexe 1).

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 (annexes de la circulaire de 2012) et dans le cadre de la réalisation de l'état des lieux 2013, 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.
- **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). Le croisement de ces données a été fait à l'échelle du bassin hydrographique ou de certains sites, mais pas au niveau national (contrairement aux données hydrogéologiques, les données écologiques n'étant pas disponibles à l'échelle nationale, sauf en partie pour les sites Natura 2000).
- **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).

Pour préparer le deuxième cycle, plusieurs initiatives ont été lancées :

- **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 Uni 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.
- **Détermination d'un niveau de dégradation et surveillance des écosystèmes** : depuis 2014, le MEDDE 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 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).

Le retour d'expérience des autres états européens sur le sujet est synthétisé en annexe 1, le rapport de 2013 décrivant plus en détails les choix de chaque pays. Par ailleurs, en annexe 2 sont listés les indicateurs actuels de suivi des milieux humides en France.

Exemples de méthodologie utilisée dans les bassins versants français pour le test ESO/ZH (état des lieux 2013)

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 du bassin (export avril 2012)	voir méthodologie définie dans le rapport BRGM 62452-FR de juin 2013 (pages 47 à 52) http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-62452-FR.pdf site Natura 2000 de surface >20% de la surface de la MESO en zone de prélèvement important 3 indicateurs : prélèvements importants, prélèvements à la hausse, dégradation de la MESO par test ESU-ESO +« site Natura 2000 associé à l'ESU »	ce test n'a pas été pris en compte dans l'évaluation de l'état quantitatif*
Loire Bretagne	Sur la base de l'inventaire des zones humides (40% du territoire) / Natura2000	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. Par ailleurs, le Forum des Marais Atlantique et l'ONEMA ont été consultés pour retour de leur part sur d'autres ZH/ET en lien avec ESO et dégradés : RAS Enfin lors de la consultation de l'EDL2013, aucun autre retour n'a été noté	2 MESO déclassées pour ce test (quantité uniquement)
SN	Natura 2000 avec une zone humide + croisement critère écologique (espèces, habitat caractéristiques) et hydrologique (profondeur de nappe)+ études locales + dires d'experts ; total : 128 sites	Pollution « avérée » sur 30 sites (10 masses d'eau concernées) et pas de pollution sur 8 sites ; faute de données suffisantes, pas de caractérisation possible sur 90 sites	10 masses d'eau pour la qualité

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

/!\ Sont surlignés **en vert** les besoins pour lesquelles des études sont déjà en cours de réalisation et pour lesquels de nouveaux projets ne sont pas attendus actuellement.

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 surface¹²)
- 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.

¹² 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.

On note qu'en s'appuyant sur ce type d'indicateurs écologiques, on ignore les écosystèmes dépendants des eaux souterraines, mais 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 (cf travail du BRGM), utilisation des données locales de piézométrie lorsqu'elles sont disponibles (comment les valoriser ?).

Des travaux scientifiques pourraient être menés sur :

- le développement d'une méthodologie pour 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 (reprise d'indicateurs du projet Rhoméo et suites à donner) ;
- 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.

Bibliographie :

Auterives C., Allier D., Pinson S. (2012) Proposition d'une méthodologie d'identification des liens eau souterraine et écosystèmes terrestres. Rapport final. BRGM/RP-61677-FR, 85 p

EU (2003). Guidance Document No 12. Horizontal Guidance on the Role of Wetlands in the Water Framework Directive.

EU (2009). Guidance Document No18. Guidance on groundwater status and trend assessment.

EU (2011a). Technical Report No. 6. Technical Report on Groundwater Dependent Terrestrial Ecosystems.

EU (2011b). Links between the Water Framework Directive and Nature Directives. Links between the Water Framework Directive (WFD 2000/60/EC) and Nature Directives (Birds Directive 2009/147/EC and Habitats Directive 92/43/EEC). Frequently Asked Questions.

EU (2014) Technical Report N°8. Technical report on methodologies used for assessing groundwater dependent terrestrial ecosystems. Technical Report 2014-081

Puissauve R., Hérard K., 2015. Liste préliminaire des sites Natura 2000 pour l'actualisation du Registre des zones protégées de la Directive cadre sur l'eau (2015) Note méthodologique. Rapport MNHN-SPN 2015 -1. Service du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 10 pages

Annexe 1 : retour d'expériences des pays européens

Cette annexe synthétise un rapport de 2013 qui présente les pratiques de différents états membres pour prendre en compte les écosystèmes terrestres dépendants des eaux souterraines dans l'application de la DCE. Ce rapport s'appuie les réponses à un questionnaire envoyé à tous les états membres.

1. Identification des écosystèmes terrestres potentiellement dépendants des eaux souterraines :

La plupart des pays ont utilisé les sites Natura 2000 complétés par d'autres désignations nationales pour pré-identifier les écosystèmes potentiellement intéressants.

Pour l'identification finale, une ou plusieurs pistes ont été suivies :

- Utilisation de la typologie des habitats des sites Natura 2000
- Définition de critères communs pour décider si un milieu humide est considéré comme écosystème dépendant des eaux souterraines ou non
- Dire d'experts est souvent requis.
- Approche bottom-up (avec des données terrain)

2. Estimation de la dégradation de l'écosystème, quantification de cette dégradation

Tous les états membres disent que c'est difficile. Certains utilisent des critères particuliers de dégradation, d'autres utilisent le rapportage pour Natura 2000, des études terrain (comparaison écosystème « référence » et écosystème avec des pressions connues exercées sur l'ESO) avec ou des jugements d'experts. D'autres se sont appuyés sur des facteurs abiotiques (pressions, tendances) pour déterminer si la nappe pouvait dégrader l'écosystème, plutôt que de considérer l'écosystème lui-même.

3. Bancarisation des données

La moitié des états membres ont collecté les données concernant les écosystèmes dépendants des eaux souterraines à partir des réseaux de surveillance nationaux. Certains pays se sont appuyés sur des études sur des habitats, d'autres ont des programmes spécifiques de collecte d'information sur le sujet.

4. Qui bancarise les données ? qui coordonne ?

Le pilotage est souvent national. Certains pays ont des groupes de travail, qui travaillent à des échelles locales.

5. Quelles sont les retours d'expérience utiles pour le deuxième cycle ?

Plusieurs axes d'améliorations ont été proposés :

- Développer des critères sur la dépendance à l'eau souterraine et sur la dégradation d'un écosystème
- Améliorer les méthodologies d'évaluation des « conditions » de l'écosystème dépendant des eaux souterraines et développer des critères abiotiques avec des seuils

- Collecter plus de données de suivi
- Améliorer la connaissance des pressions et des circulations d'eau souterraine dans les milieux humides et les relier à des mesures

Le rapport souligne le fait que tout le processus va prendre du temps : déterminer quels milieux humides a besoin d'être évalué, de collecter assez de données pour l'évaluer et de mettre en œuvre les mesures pour atténuer les pressions qui les affectent.

Il faudrait également plus de lien entre les écologues et les hydrogéologues, plus d'échanges entre les pays, en particulier sur les critères de sélections des écosystèmes dépendants, d'évaluation de la dégradation, sur la démarche en général et sur l'utilisation de critères de suivi des écosystèmes. Les pays souhaiteraient également l'établissement d'un état de référence vers lequel tendre et l'échange de connaissances sur le lien pression – condition des écosystèmes pour à terme identifier les mesures à prendre.

Difficultés majeures

Il n'y a pas une manière unique d'identifier et de catégoriser les écosystèmes dépendants des eaux souterraines en Europe, qui pourrait être pertinente du point de vue écologique et permettre des critères pour chaque catégorie. De plus il est difficile de définir la notion de « dégradation significative » de cet écosystème. Certains états membres ont fait beaucoup de progrès mais la traduction d'exigences estimées pour un site spécifique en critère pour une masse d'eau souterraine dans sa globalité reste un challenge.

Annexe 2 : Analyse de l'existant concernant les indicateurs de suivi des Milieux Humides

Indicateur du projet national MHÉO

Le projet MHÉO a pour objet de proposer des éléments de cadrage pour la mise en place de suivis et d'indicateurs de l'état des milieux humides dans les bassins versants et leur prise en compte dans les SDAGE .

A ce stade du projet, voici ci-dessous la liste des protocoles de suivi proposés pour être mis en commun au niveau national :

•P01 (RhoMéO, 2013) Pédologie

Le sol est décrit après prélèvement à la tarière (gouge, Edelman ou canne pédologique) sur la partie supérieure du sol (50 à 60 premiers centimètres). Pour des cas spécifiques où le sol ne peut être prélevé, des fosses pédologiques peuvent être réalisées à la bêche. Chaque horizon est caractérisé à l'aide des descripteurs de la fiche terrain.

Les différents horizons sont caractérisés par les modalités (généralement 4 possibles) de 17 descripteurs de texture, de structure et de couleur.

•P02 (RhoMéO, 2013) Flore

La flore d'un site est évaluée par la réalisation d'inventaires (les relevés) sur un ensemble de placettes réparties de manière à échantillonner le plus d'habitats naturels possibles. Sur chaque placette, on note l'ensemble des espèces présentes à l'intérieur de celle-ci et on en estime le recouvrement. On note également la taille de la placette, la physionomie de la végétation, le recouvrement et la hauteur des différentes strates de la végétation.

La position des placettes est mesurée avec un GPS, de même que la distance au point d'origine du transect.

•P03 (RhoMéO, 2013) Piézométrie

Il s'agit de suivre les variations de la nappe d'eau dans le sol et de traduire la dynamique hydrologique de la zone humide. Pour cela, un piézomètre, servant de puits d'observation, est installé et équipé d'une sonde de pression permettant l'enregistrement automatique des valeurs de hauteur de nappe.

•P04 (RhoMéO, 2013) Odonates

Les données collectées sont des informations de présence/absence des espèces, complétées d'informations semi-quantitatives et qualitatives sur un réseau de points d'observation.

L'échantillonnage est stratifié pour répartir la pression d'observation sur les différents habitats odonatologiques.

- P05 Amphibiens (Rhoméo 2013, à adapter)

Sur base du protocole décrit dans la boîte à outils RhoMÉO, 2013 ayant pour objectif de réaliser un inventaire calibré et reproductible du peuplement d'amphibiens de la zone humide, le plus complet possible dans un minimum de temps, il est proposé un travail mutualisé à l'échelle nationale pour l'élaboration d'un protocole partagé permettant le lien avec d'autres protocoles utilisés largement, et l'utilisation dans le cadre de l'évaluation des fonctions.

- P06 Pression de l'artificialisation (RhoMÉO, 2013)

Le protocole consiste à modéliser l'espace artificialisé à partir des données vectorielles spatialisées (bâti et réseaux de transport) et de la qualifier suivant la structure du bâti. Les résultats sont ensuite extraits à deux échelles géographiques : le site et le territoire dans lequel il s'inscrit. En cas d'utilisation de la BD Topo, composante géographique du Référentiel à Grande Échelle (RGE) de l'IGN, les thèmes bâti et réseaux de transport sont utilisés.

- P07 Pression de pratiques agricoles (RhoMÉO, 2013)

Le protocole consiste à croiser les enveloppes géographiques des sites (contour zone humide et périphérie immédiate) et de leur territoire (bassin versant de masse d'eau) avec les données spatialisées des îlots cultureux extraites du Registre Parcellaire Graphique (RPG), un système d'information Géographique permettant l'identification des parcelles agricoles.