



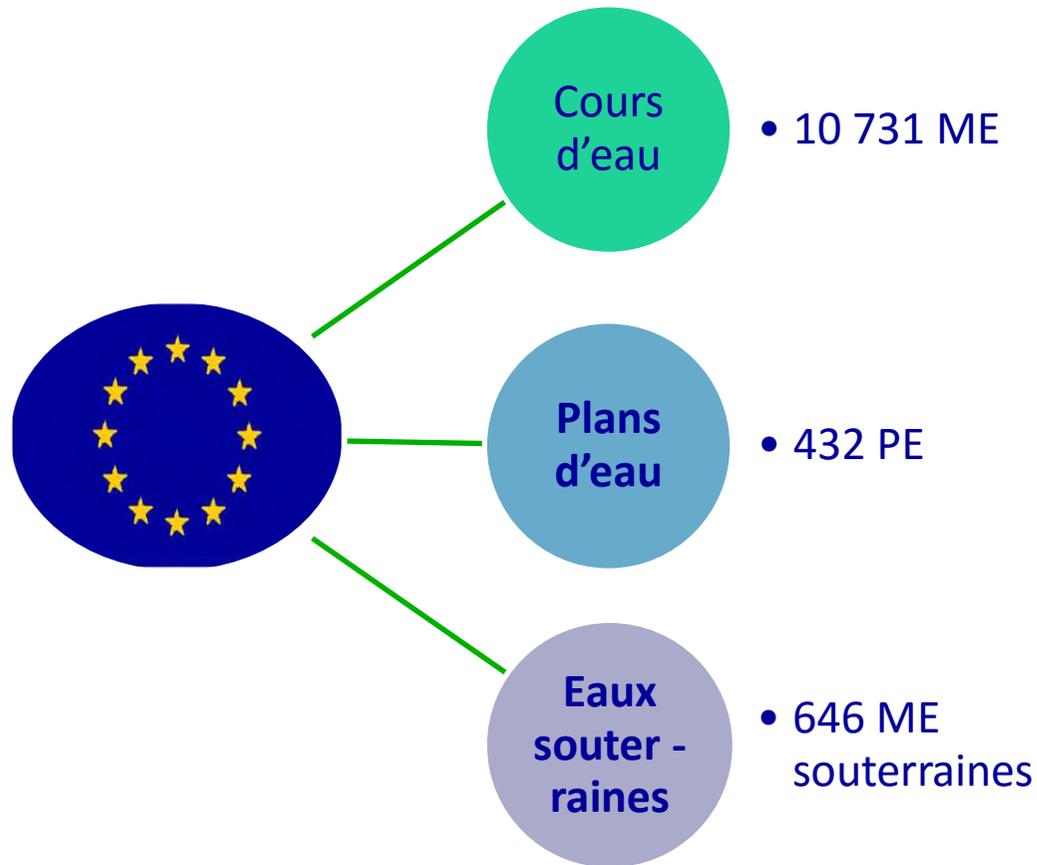
Les outils de diagnostic de la qualité de l'eau dans le cadre de la DCE

Plans d'eau – Eaux souterraines – DOM

Estelle Lefrançois, Claire Combebiac, Sarah Millet
15ème Séminaire Eau – Polytech – 16-02-2016

Introduction

- **Directive Cadre Européenne sur l'eau (DCE) 2000/60/CE** du 23 octobre 2000 => Obligation de restaurer l'état des hydrosystèmes (Cours d'eau, **plans d'eau** et **nappes souterraines**) avant 2015



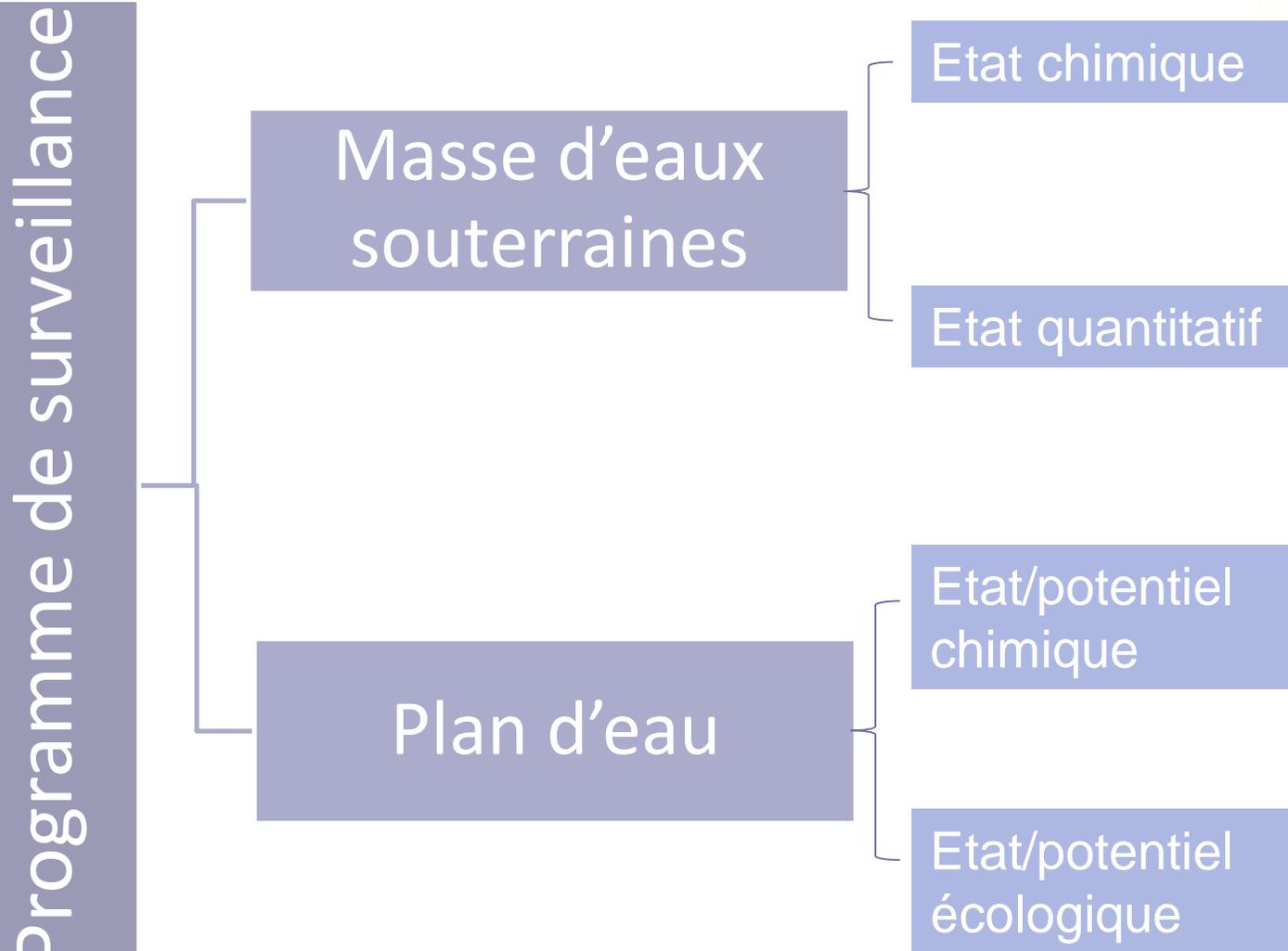
- ⇒ **Transposer la DCE en droit national**
- ⇒ **Respecter le calendrier et la méthodologie**
- ⇒ **Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux** (outils de planification et de transposition de la DCE à l'échelle des bassins) => Programmes de mesures dont programmes de surveillance
- ⇒ **Consulter le public**



Source : Agences de l'eau, ONEMA, Ministère en charge de l'environnement – Etat des lieux 2013



Cadre juridique et organisationnel



- ⇒ RCS => Image patrimoniale de la masse d'eau
- ⇒ RCO => Masses d'eau identifiées comme risquant de ne pas atteindre l'objectif de bon état
- ⇒ Réseau de contrôles additionnels (points de captage d'AEP, zones d'habitat et de protection des espèces)
- ⇒ Réseau de contrôles d'enquête (suivi de pollution accidentelles ou de phénomènes d'origine inconnue)



Les Eaux Souterraines :

Principes méthodologiques

- Les réseaux au sein desquels ont lieu les suivis (chimiques et quantitatifs) permettent :

=> Suivi sur le long terme

=> Maillage du territoire (nb de sites de mesures/km²)

=> Fréquence des mesures (min de 2/an)

=> Nb de molécules recherchées variable d'une station de mesure à l'autre (Les suivis font l'objet d'un cadrage national adapté au contexte local dans chaque BV)

Fonction du type de ME (sédimentaire, volcanique, imperméable...), de la vulnérabilité des nappes (libre, captive, karstique...) et des usages (AEP, zones humides protégées...)

- Les méthodes ou principes d'échantillonnage, de traitement et d'analyse, ainsi que des fréquences sont indiqués dans la **Directive sur les eaux souterraines** du 12 décembre 2006 (Directive fille de la DCE) et la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) votée en 2006.



Les Eaux Souterraines :

En pratique

- La méthode d'échantillonnage est détaillée par le guide FD T90-523-3 « Qualité de l'Eau – Guide de échantillonnage pour le suivi de qualité des eaux dans l'environnement – Échantillonnage d'eau souterraine ».
 - Mesure du niveau piézométrique (Mesure du débit pour les sources)
 - Mesure des paramètres PC *in situ*

Nom du paramètre	Code SANDRE	Unité	Code Unité
Température de l'eau	1301	°C	27
Potentiel REDOX (eH)	1330	mV	202
Concentration en O2 dissous	1311	mg(O2)/L	175
Taux de saturation en O2 dissous	1312	%	243
Conductivité à 25°C	1303	µS/cm	147
pH	1302	Unité pH	264
Turbidité (source)*	1295	NFU	232

*la mesure de turbidité est à réaliser in situ uniquement pour les sources.

- Vidange des ouvrages
- Prélèvement de l'eau pour les analyses au laboratoire
- Les analyses (Nitrates, micropolluants métalliques et organiques dont les pesticides) sont ensuite réalisées selon des méthodes normées et par des laboratoires agréés
- La bancarisation des données est effectuée grâce à une BDD nationale, ADES (données accessibles au public)



Les Eaux Souterraines :

Définition de l'état de la masse d'eau

- La procédure d'évaluation du bon état chimique est décrite par l'arrêté du 17 décembre 2008 lui-même basé sur la **Directive sur les eaux souterraines** du 12 décembre 2006.

=> des normes de qualité fixées au niveau européen pour 2 paramètres

Polluant	NQ
Nitrates	50 mg/L
Pesticides*, métabolites, produits de dégradation	0,1 µg/L 0,5 µg/L (total)
*Sauf pour aldrine, dieldrine, heptachlorépoxyde, heptachlore	0,03 µg/L

✿ Si ces valeurs ne garantissent pas la qualité des eaux de surface ou des écosystèmes terrestres alors les seuils peuvent être abaissés

=> des valeurs seuils pour les paramètres contribuant à caractériser les ME comme étant RNABE en 2015 (As, Cd, Pb, Hg, NH₄⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, trichloréthylène, tétrachloréthylène, conductivité + d'autres polluants spécifiques de la ME). Ces valeurs seuils, basées sur les normes AEP, ont été établies pour chaque BV en tenant compte des usages et des écosystèmes aquatiques associés.

✿ Pas de définition des valeurs seuil ni d'évaluation de l'état si fond géochimique particulier

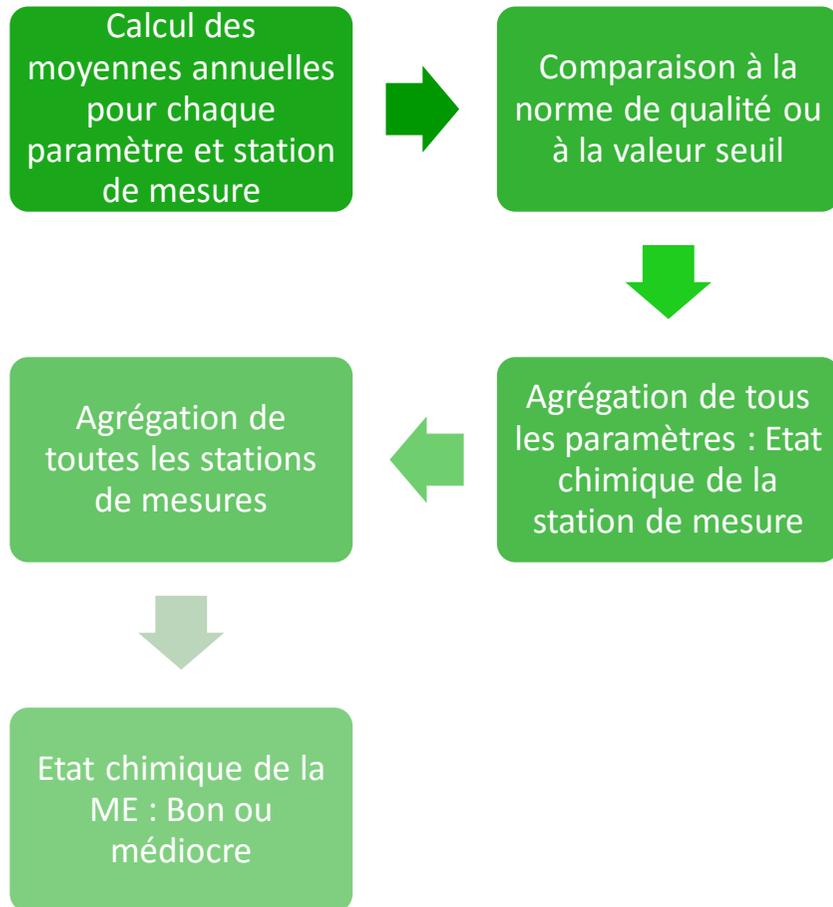


Les Eaux Souterraines :

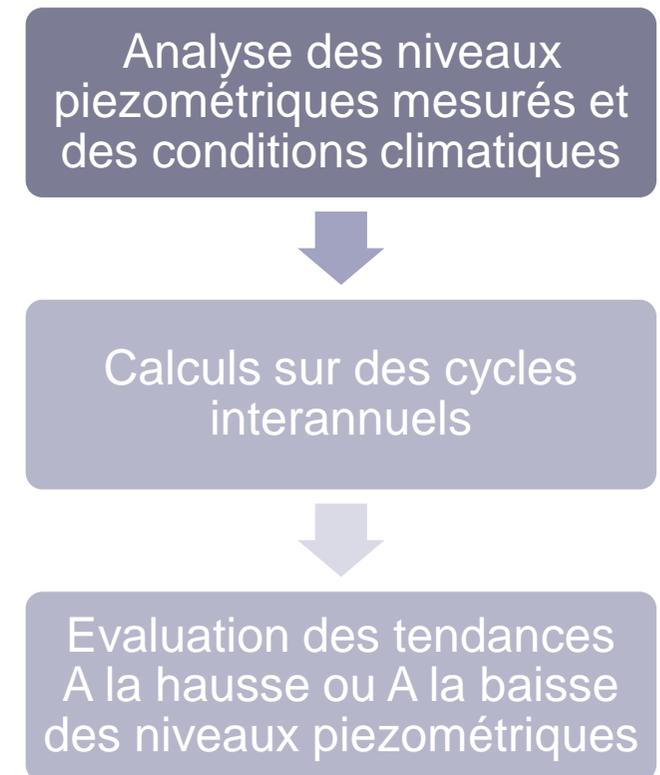
Evaluation du Bon Etat chimique et quantitatif

=> bon état général de la ME (Système d'évaluation de l'état des eaux SEEE)

Evaluation de l'état chimique à l'échelle de la ME

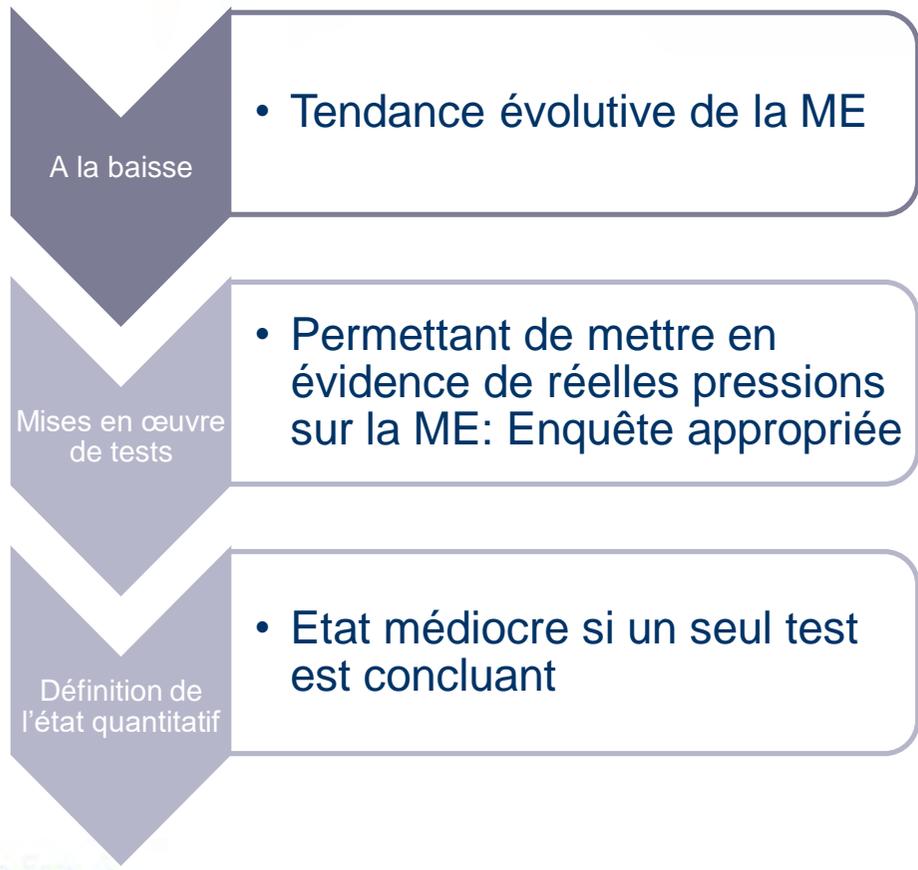
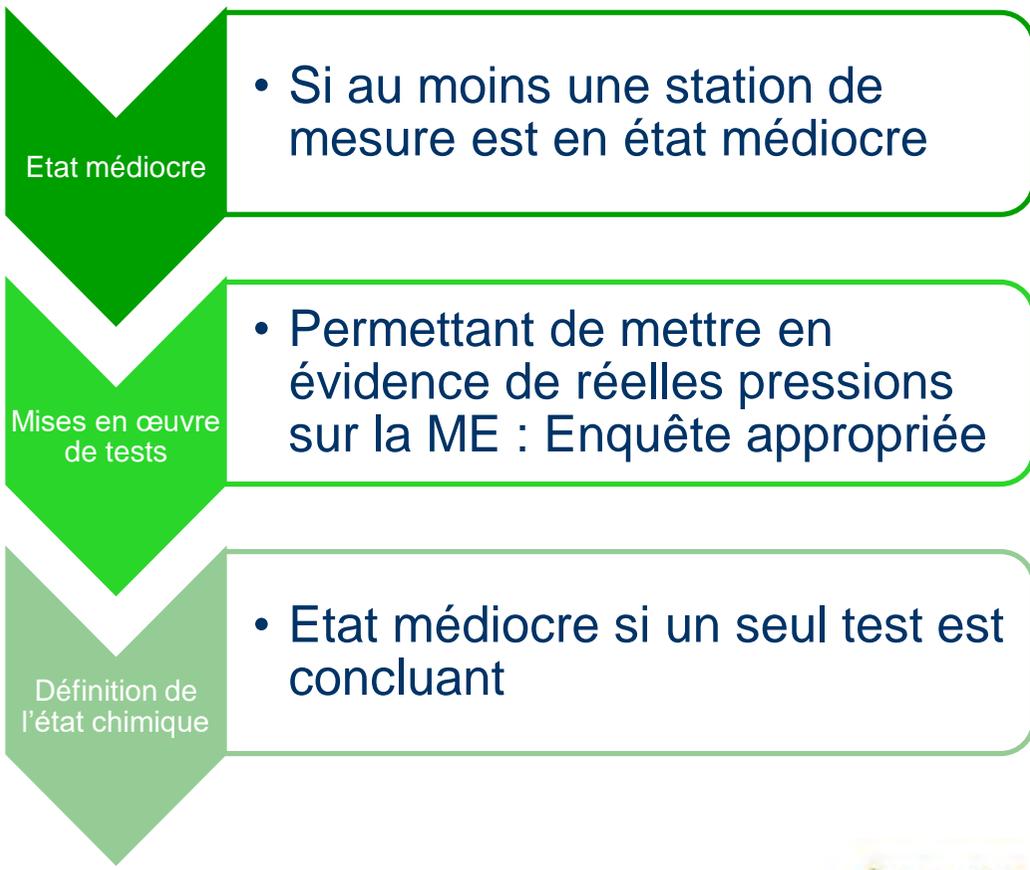


Evaluation de l'état quantitatif à l'échelle d'une ME



Les Eaux Souterraines :

Définition de l'état de la masse d'eau



Les Plans d'Eau:

Les paramètres mesurés

Paramètres mesurés pour définir l'état chimique	Méthode
<p>Polluants définis dans l'Annexe 8 de l'arrêté du 27 juillet 2015</p> <ul style="list-style-type: none">• 45 substances (ou groupe de substances) prioritaires + 8 substances dangereuses (à partir du 22 déc 2015)• Ces analyses sont effectuées dans l'eau, le sédiment et biote (NQE parfois non disponibles)• Les NQE ainsi que les règles d'évaluation du respect de ces NQE pour chaque substance sont définies pour les moyennes annuelles et les concentrations maximales admissibles	<p>Méthodes de prélèvement définies par la DCE 2000/60/CE du 23 octobre 2000</p> <p>Méthodes analytiques normées et réalisées par des laboratoires agréés</p>



Les Plans d'Eau:

Les paramètres mesurés

Paramètres mesurés pour définir l'état écologique	Méthode	Relation pression/Impact évaluée
Paramètres généraux définissant la qualité physico-chimique du milieu	Transparence, Bilan O ₂ (Ilox), Conc. en nutriments, + polluants spécifiques (synthétiques ou non) de l'état écologique	Pondère l'état écologique
Phytoplancton	Composition, abondance et biomasse (seul indicateur dans les PE marnants >2m)	Dégradation générale de la qualité du milieu en particulier l'eutrophisation (corrélé à la Conc en Phosphore dans la colonne d'eau)
Flore aquatique autre (angiospermes, macrophytes, macroalgues) et phytobenthos (en cours de développement)	Ne concerne que les PE non marnants	Dégradation générale de la qualité du milieu : Eutrophisation + Pollution organique
Ichtyofaune	Ne concerne que les PE naturels Composition, abondance et structure de l'âge	Dégradation générale de la qualité du milieu (pression anthropique sur le peuplement piscicole)
Faune benthique invertébrés (en cours de développement)	Composition, abondance et diversité	
Régime hydrologique & Conditions morphologiques		Pondère le très bon état écologique



Les Plans d'Eau:

Le phytoplancton

- Protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en œuvre de la DCE (IRSTEA - version 3.3.1, septembre 2009)
- Concerne tous les PE (y compris les PE marnants, artificiels)
- 4 campagnes de prélèvement : hiver, printemps, été et automne
 - ❑ - prélèvement intégré sur la zone euphotique (=2,5*limpidité au disque de Secchi), au point de plus grande Profondeur
 - ❑ - comptage et identification du phytoplancton avec la méthode Utermöhl (NF EN 15204, 2006)
 - ❑ - dosage de la chlorophylle a
 - ❑ - Calcul de 2 métriques (MCS et MBA) qui permettent le calcul de l'IPLAC (Indice Planctonique Lacustre) grâce à l'outil gratuit PHYTOBS mis à disposition par l'Irstea depuis décembre 2015, selon la formule :

$$\text{IPLAC} = ((2 * \text{MCS} + \text{MBA}) / 3) \text{ [compris entre 0 et 1]}$$

Transformation en EQR* par
comparaison aux conditions de
références

Métrique de Composition Spécifique
(composition du peuplement)

Métrique de Biomasse Algale
(quantité de phytoplancton)



Les Plans d'Eau:

Le phytoplancton

- Interprétation des résultats en fonction des classe de qualité définies pour chaque type de PE (en fonction de la profondeur)

Tableau 47: Valeurs des limites de classes d'état exprimées en EQR pour l'indice phytoplanctonique lacustre (IPLAC)

ÉLÉMENTS DE QUALITÉ	INDICE	LIMITES DES CLASSES D'ÉTAT en EQR			
		Très bon/Bon	Bon/Moyen	Moyen/Médiocre	Médiocre/Mauvais
Phytoplancton	IPLAC (indice planctonique lacustre)	0,8	0,6	0,4	0,2

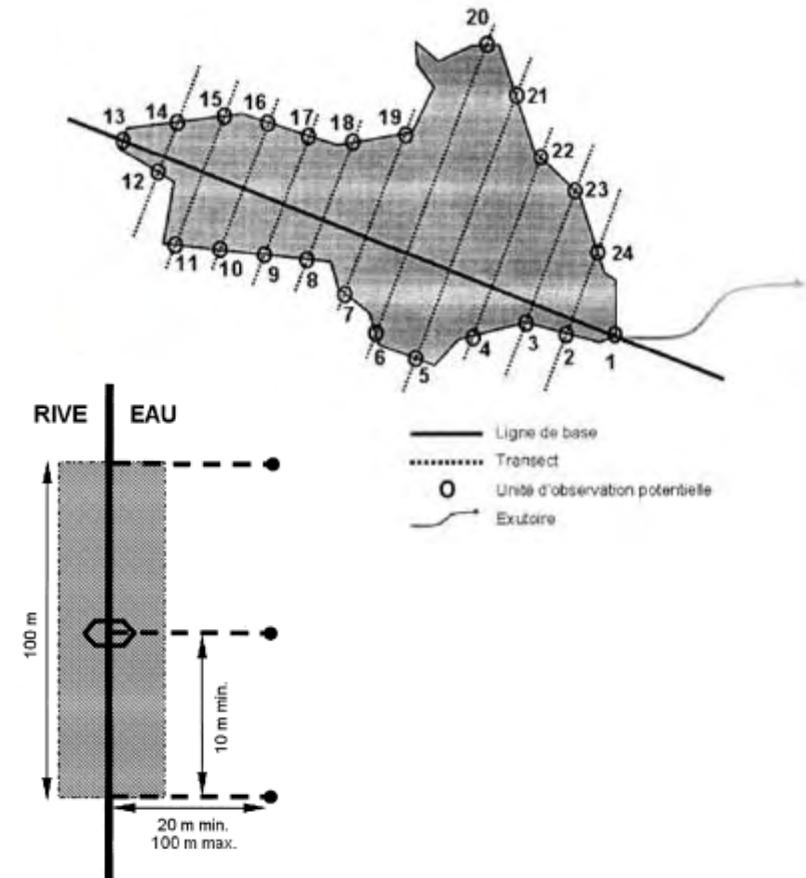
- Un code couleur est attribuer au PE selon la classe de qualité attribuée pour l'IPLAC



Les Plans d'Eau:

Les macrophytes

- Norme XP T 90-328, 2011: Échantillonnage des communautés de macrophytes en plans d'eau
- PE non ou faiblement marnants (<2 m)
- Prélèvement lors du développement maximal de la végétation aquatique
 - ❑ Définition d'unités d'observation correspondant aux types d'occupation des rives (3 à 8 selon la taille du plan d'eau)
 - ❑ Inventaire des macrophytes de la zone littorale et sur 3 transects perpendiculaires à la berge (observations directs et à l'aveugle à l'aide de rateaux à manches télescopiques)
 - ❑ Prélèvement des taxons indéterminés *in situ*
 - ❑ Calcul de l'IBML (Indice Biologique Macrophytique en Lac) effectué par l'Irstea à partir des relevés et déterminations. Il est basé sur une seule métrique (=Note de trophie)



Les Plans d'Eau:

Les macrophytes

- Interprétation des résultats

ÉLÉMENTS DE QUALITÉ	INDICE	LIMITES DES CLASSES D'ÉTAT IBML en EQR			
		Très bon/Bon	Bon/Moyen	Moyen/Médiocre	Médiocre/Mauvais
Macrophytes	IBML	0,8	0,6	0,4	0,2



Potentilla palustris



Menyanthes trifoliata

- Un code couleur est attribuer au PE selon la classe de qualité attribuée pour l'IBML pour les PE non marnants (<2m)



- Pour les plans d'eau marnants => Examen des héliophytes et hydrophytes dans certaines zones => Inventaire => Potentiel d'accueil du milieu pour les macrophytes mais les communautés de macrophytes ne permettent pas de définir un état écologique (sens DCE)



Les Plans d'Eau:

Les diatomées benthiques

- PE non marnants (<2 m)
- Prélèvement : substrat minéral et végétal sur les UO des macrophytes , norme XP T90-328 et du protocole expérimental IRSTEA d' «Echantillonnage des communautés de phytobenthos en plans d'eau »
- Inventaire des diatomées actuellement selon la norme T90-354 (CE)
 - Préparation des lames permanentes et observation (microscope x1000 à immersion)
 - Inventaires spécifiques et détermination des abondances relatives
 - Calcul de l'IBD (Indice Biologique Diatomées) : non pris en compte pour l'établissement de la qualité biologique => Objectif pour 3^{ème} cycle DCE (2022-2027)



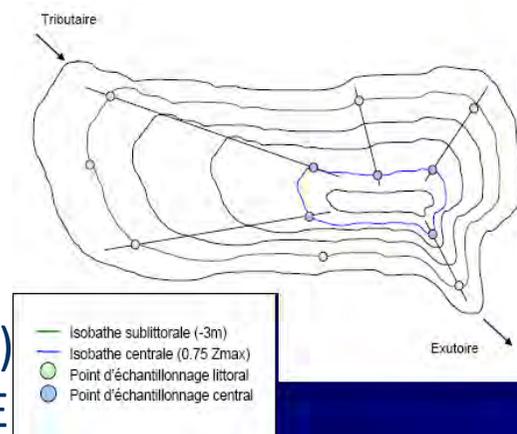
Les Plans d'Eau:

Les invertébrés benthiques

- Les indices employées avant la DCE :
 - IMOL, Indice Mollusques (Mouthon, 1993)
 - IOBL, Indice Oligochètes de Bioindication Lacustre, norme AFNOR : NF T90-391 (Lafont, 2005)
 - IBL, Indice Biologique Lacustre (Verneaux, 2004)
- => Elaboration d'un indice Biologique Lacustre simplifié : l'IBL simplifié

- Protocole d'échantillonnage des invertébrés benthiques adapté aux plans d'eau naturels profonds développé par l'Irstea
- Tous les invertébrés sont prélevés afin de répondre aux exigences de la directive cadre européenne. Au début du printemps afin de minimiser l'effet des variations saisonnières sur l'abondance due à l'émergence des insectes.
- Prélèvement au printemps de sédiments fins selon un plan d'échantillonnage précis
- Tri et détermination à différents niveaux taxonomiques selon le groupe étudié => densité en Nb d'individus/m²

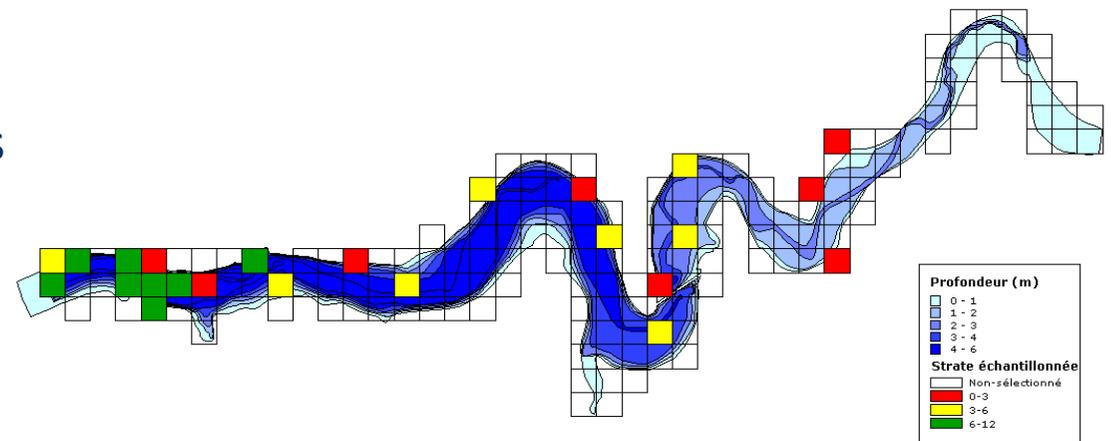
Limites => protocole pas DCE compatible (pas pour PE marnant ou artificiels)
=> bioindicateur pertinent ??, pas utilisé dans les autres pays de l'UE



Les Plans d'Eau:

L'ichtyofaune

- Echantillonnage sur la base des Normes CEN 14 757 modifiée en juillet 2015 (Echantillonnage des poissons à l'aide de filets maillants) + CEN 14 962 (Qualité de l'eau – Guide sur l'étendue et la sélection de méthodes d'échantillonnages du poisson)
 - ❑ PE naturels métropolitains (tous les PE font néanmoins l'objet d'inventaires piscicoles)
 - ❑ Echantillonnage en fin d'été
 - ❑ Réalisation du plan d'échantillonnage en fonction de la bathymétrie du PE
- => zones benthiques et littorales sont prospectées à l'aide de filets benthiques de type araignées multi-maillages
- => La zone de profondeur maximale est échantillonnée au moyen de filets Pélagiques (à la discrétion de l'opérateur)



- ❑ Profil PC (T°C, pH, O₂ dissous) au cours de l'échantillonnage



Les Plans d'Eau: L'ichtyofaune

- Inventaire et biométrie des poissons
 - LT
 - Masse
 - Diamètre de la maille
 - Métriques calculées :
 - Composition spécifique (Abondance relative exprimée/biomasse ou effectif) sur l'ensemble des filets
 - Captures Par Unité d'Efforts de pêche=Biomasse ou effectif/100m² de filet
- Pour toutes les espèces et pour les espèces omnivores
- ⇒ Calcul de l'Indice Ichtyofaune Lacustre (IIL) en fonction des conditions de références établies en fonction de la surface, la profondeur, la surface du BV, l'altitude, la T°)
- ⇒ Détermination de l'état du PE en fonction des limites des classes EQR (idem autre EQB)
- Distribution des poissons par classe de taille pour les espèces les plus abondantes (Appréciation de la reproduction)



(Script et des fonctions R sont disponibles dans le Guide de calcul et d'application de l'Indice Ichtyofaune Lacustre, IIL, Logez, M. / Argillier, C., 2014)



Les Plans d'Eau:

L'hydromorphologie

- **Bathymétrie** : protocole de juin 2010 réalisé par IRSTEA et l'ONEMA (Alleaume et al., Juin 2010, Bathymétrie des plans d'eau - Protocole d'échantillonnage et descripteurs morphométriques, Rapport du pôle ONEMA/CEMAGREF, 24 p)



- Traitement des données afin d'obtenir des isobathes et une carte bathymétrique

- Echosondeur connecté à un GPS et à une centrale d'acquisition pour enregistrer en continu l'ensemble des données [XYZ] (=Profondeur géoréférencée)
- Radiale centrale suit la plus grande longueur du PE, radiales perpendiculaires tous les 50 à 100m, pourtour du PE ($z > 0,5m$)
- 8 points de rive pour définir la limite terre-eau



Les Plans d'Eau: L'hydromorphologie

- **Hydromorphologie** : protocole Alber & Charli :

- Alber : Protocole de caractérisation des Altérations des Berges, Alleaume et al., décembre 2012, Pôle ONEMA / IRSTEA 33 p.

Collecte des données
par observation des
berges



transcription
cartographique des
modifications de
berges observées
réalisée sous forme
d'un SIG



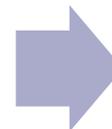
Renforcement, Apport
de matière, Extraction
de matière,
Compactage/érosion,
Hydrologie,
Equipements, Autre

- Charli : Protocole de Caractérisation des Habitats, des Rives et du Littoral. Alleaume et al., janvier 2013, Rapport du Pôle ONEMA / IRSTEA, 30 p.

Collecte des données
par observation de la
zone littorale



transcription
cartographique des
composantes
d'habitats réalisée
sous forme d'un SIG



Hydrologie, Substrat,
Sous-berge,
Végétation, Autre



Les Plans d'Eau:

La physico-chimie générale pour l'établissement de l'état écologique

- 4 campagnes de prélèvement : hiver, printemps, été et automne
- 4 paramètres : Phosphore total (médiane), Ammonium (Val max), Profondeur au disque de Secchi (médiane), Nitrates (Val max), O₂ (Bilan O₂ pour les PE non stratifiés et ILox)
- La physico-chimie peut déclasser l'état écologique en état bon ou moyen mais pas en médiocre ou mauvais.

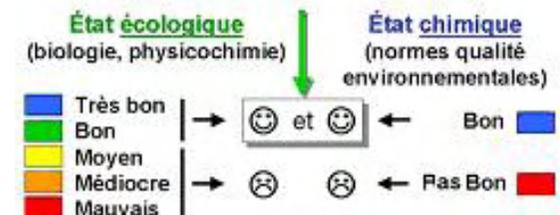
Les polluants spécifiques pour l'établissement de l'état écologique

- Définis par l'Arrêté du 27 juillet 2015 : NQE établies pour les concentrations moyennes annuelles

Les règles d'intégration pour l'établissement de l'état écologique

- L'état écologique est donné par l'EQB le plus déclassant.
- Il faut que l'Etat écologique soit bon ou très bon ET l'état chimique bon pour que le PE soit considéré en bon état
- Ces règles d'intégrations sont appliquées par des logiciels (SEEE, S3R)

La notion de bon état eaux de surface



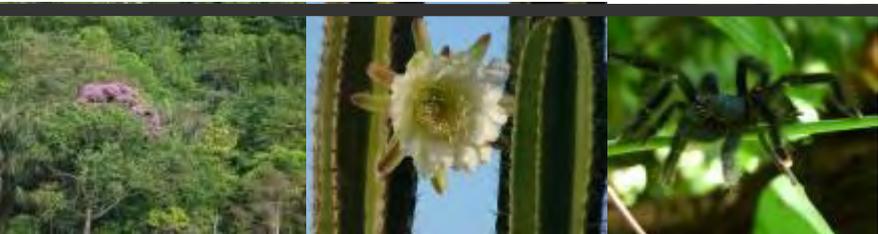
Source : Agence de l'eau Loire Bretagne



Les Plans d'Eau:

Limites des outils actuels

- Pb taxonomiques
- Calcul IBML uniquement pour les PE non marnants, méthode de calcul non disponible pour les BE
- LQ pour les analyses de substances polluantes parfois non adaptées aux NQE
- Pas d'indices pour les diatomées benthiques, les macro-invertébrés, ni pour l'hydromorphologie



Les DROM & COM

	CE	PE	Eaux Souterraines
Antilles	67	1	12
Réunion	24	3	27
Mayotte	26	0	6
Guyane	841	1	2

=> **Même protocole qu'en métropole**

Qualité chimique en CE

- Campagnes annuelles dans le cadre des RCS et RCO
- Réseaux d'impacts (ex : Pesticides)
- Les molécules recherchées pour la définition de l'état chimique sont les mêmes qu'en métropole (Arrêté du 28 juillet 2015)
- Pb de mise en œuvre de la DCE (Certains aspects de la norme impossibles à respecter)



Les DROM & COM

Qualité écologique en CE => Les outils biologiques

- 1^{er} cycle DCE => Les outils métropolitains sont inadaptés
- Programmes de Recherche destinés à mettre au point des outils adaptés :
 - Outils basés sur le phytobenthos en Cours d'eau => IDA, IDR (Asconit Irstea)
 - Définition des EQR et des limites de classes d'état permettant d'interpréter les notes indicielles pour chaque HER
 - Prescriptions réglementaires pour le 2^{ème} cycle DCE (Arrêté Surveillance du 28 août 2015)
 - En Nouvelle Calédonie : Les travaux sont en cours (Asconit Irstea) (=>fin 2016)
 - A Mayotte : Les travaux sont en cours (Approche classique & moléculaire (INRA Thonon))
 - Outils basés sur les Invertébrés en Cours d'eau => IBMA aux Antilles (Asconit Ecolab) , IRM à La Réunion (CNRS ARDA), SMEG Outil multimétrique en Guyane (Hydreco Ecolab), récent inventaire à Mayotte (Ethyc'O) + approche moléculaire (INRA Thonon)
 - Outils basés sur les Macrophytes en Cours d'eau : Mission exploratoire de l'IRSTEA en 2012 et 2013 => Pas de développement de cet EQB dans les DOM actuellement
 - Outils basés sur le Phytoplancton en Très Grands Cours d'eau : => prévu au cours du 3^{ème} cycle DCE



Les DROM & COM :

- Outils basés sur l'EQB poisson en Cours d'eau
 - ❑ La réunion dispose de l'Indice Réunion Poisson (IRP)
 - ❑ La Guyane dispose de l'Indice Poisson Guyane global (IPG-global)
 - ❑ Forte spécificité de ce compartiment biologique (Amphidromie) => Expertise menée par le groupe de travail « amphihalins dans les DOM insulaires » a montré qu'un Indice de Bioindication basé sur les Poissons et les Macrocrustacés dans les DOM insulaires était possible sur la base de métriques spécifiques.
- Les paramètres PC et polluants spécifiques de l'état écologique
 - ❑ Adaptée aux DROM/COM (Température, O₂, les polluants spécifiques synthétiques comme la Chlordécone)



Pas de développement d'outils adaptés aux PE à ce jour



Merci de votre attention

