

# Concentration en matières phosphorées dans les cours d'eau : méthode et analyse

Ce document accompagne le tableau de bord interactif « Matières phosphorées : concentration (Q90) dans les cours d'eau », consultable à l'adresse : [www.observatoire-eau-bretagne.fr/Tableaux-de-bord-interactifs/Eaux-de-surface/Matieres-phosphorees](http://www.observatoire-eau-bretagne.fr/Tableaux-de-bord-interactifs/Eaux-de-surface/Matieres-phosphorees)

Rédigé par *Élodie Bardon et Émilie Novince (GIPBE)*,  
 en collaboration avec *Gérard Gruau (CNRS), Josette Launay (CSEB), Marcel Guiho et Pascale Ferry (Dreal Bretagne)*.

**Analyse de l'évolution des concentrations en matières phosphorées<sup>1</sup> - percentiles 90 (Q90) - dans les cours d'eau bretons. En 2015, la concentration moyenne<sup>2</sup> en orthophosphate est 0,33 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>/l et de 0,2 mg P/l pour le phosphore total dans les cours d'eau bretons.**

## 1 Analyse

La situation vis-à-vis des matières phosphorées dans les cours d'eau est relativement moyenne sur le territoire breton avec un peu plus de la moitié des stations qui présentent un bon état depuis 2007. Ces résultats cachent néanmoins une forte disparité entre la partie orientale et occidentale de la Bretagne. En effet la majorité des stations en état médiocre ou mauvais, se situent à l'est et sur le côtier nord de la Bretagne. Le département d'Ille-et-Vilaine compte à peine 50 % de ses stations en bon état depuis 2011 alors que le Morbihan en compte autour de 70 %. Dans le même temps, le nombre de stations suivies pour les matières phosphorées a considérablement augmenté depuis les années 1995, passant de 95 à 361 stations en 2015 (395 en 2013).

Concernant le phosphore total, la concentration régionale a amorcé une légère augmentation depuis 2007, passant de 0,2 mg P/l à 0,24 mg P/l en 2011.

Depuis, la concentration est progressivement redescendue à 0,2mg P/l en 2015,.

En 2015, 65 % des stations sont au moins en bon état. 13 stations sur 360 sont en très bon état et seules 2 stations présentent un mauvais état. Globalement, le phosphore total est le paramètre déclassant sur les matières phosphorées.

La situation concernant les orthophosphates, comme pour le phosphore total, la concentration régionale a légèrement augmenté entre 2007 et 2011, passant de 0,26 à 0,5 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>/l. Depuis, la concentration redescend et atteint 0,33 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>/l en 2015. En 2015, 82 % des stations sont au moins en bon état. 48 stations sur 343 sont en très bon état et seules 4 stations présentent un mauvais état.

Il faut rester prudent quant à la représentativité de ces résultats car ils portent sur des prélèvements réalisés hors périodes de crue, n'intégrant donc pas les flux de phosphore liés aux particules érodées des sols lors des épisodes pluvieux. Or, dans des

**1- Concentration :** pour chaque station de mesure, le Q90 annuel est déterminé avec l'ensemble des analyses disponibles dans OSUR, tous dispositifs de collecte confondus.

**2- Concentration moyenne :** correspond à la moyenne des concentrations (Q90) des stations de mesures rattachées aux dispositifs de collecte considérés, pour un périmètre donné.

*Seules les analyses dont le résultat est > seuil de quantification et < au seuil de saturation ou dont le résultat = 0 sont retenues.*

bassins versants comme ceux de Bretagne, les stocks de phosphore dans les sols et leur mobilisation lors des crues constituent la part principale du phosphore rejoignant le réseau hydrographique. En effet, même si le phosphore peut être fixé en partie dans les sols, cela ne permet pas d'éviter son transfert vers les eaux par différents chemins dont les principaux sont le ruissellement et l'érosion, qui dépendent de plusieurs facteurs : l'état de surface du sol (battance), l'inclinaison, la forme et la position de la pente, et la couverture du sol.

L'analyse de l'historique des concentrations en phosphore doit donc s'effectuer avec prudence car les concentrations et les flux dépendent très fortement de la fréquence d'échantillonnage et de l'intégration, ou non, des épisodes de crue dans les séries de données. Cette restriction vaut principalement pour les formes diffuses d'origine agricole.

Les rejets diffus de phosphore présentent, au niveau du réseau hydrographique, des concentrations variables dans le temps. En effet, le taux de phosphore transféré au cours d'eau sous forme particulaire (P), principalement au cours des crues, est largement majoritaire par rapport au taux de phosphore transféré sous forme soluble ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

Les rejets ponctuels de phosphore sont, eux, plus facilement quantifiables car ils sont identifiables en des points précis (stations d'épuration, usines) et leurs concentrations subissent moins de fluctuations temporelles. Dans ce cas, le phosphore est principalement sous forme dissoute (orthophosphates) et des mesures mensuelles suffisent généralement à l'évaluer.

## 2 Généralités

Le phosphore est un composant essentiel dans la physiologie animale et végétale. Il intervient dans le processus de formation de l'ADN, dans la production d'énergie par les cellules et est présent dans les os sous forme de phosphate de calcium. Pour les plantes, il s'agit d'un élément nutritif indispensable à la croissance, au développement des racines et à la maturation des fruits et des graines.

La charge en phosphore des milieux aquatiques continentaux et littoraux provient pour l'essentiel des milieux terrestres (y compris urbains) constituant leurs bassins versants. Elle impacte l'équilibre des écosystèmes, les excès de phosphore provoquant, dans certaines conditions, une surproduction végétale et une pollution associée : l'eutrophisation.

En eau douce, le phosphore est l'élément nutritif limitant et donc le facteur de contrôle de la production primaire algale. Il est aussi un des facteurs limitant des macrophytes. Ce phénomène est accentué dans les retenues et dans les cours d'eau à faible écoulement en période estivale.

Concernant les eaux marines et les ulves qui prolifèrent sur certaines baies bretonnes (marées vertes), le phosphore est un élément qui contribue à leur croissance mais il n'est pas un facteur de maîtrise des marées vertes. En effet, il est concentré dans les sédiments côtiers contrairement aux nitrates qui ne présentent pas de stockage dans le milieu côtier et s'avèrent alors limitant pour la croissance des ulves.

Les concentrations en phosphore observées généralement dans les milieux aquatiques ne représentent pas directement de nocivité pour l'homme. En Bretagne, le phosphore présent dans les milieux aquatiques est soit d'origine agricole (épandage de lisier, de fumier ou d'engrais minéraux), soit d'origine industrielle et urbaine (rejets de stations d'épurations, lessives, détergents).

Le phosphore est un élément faiblement soluble, peu volatil, avec une forte capacité de fixation sur les particules du sol. Les stocks de phosphore dans les sols et les apports annuels constituent les sources principales de phosphore transportés vers le réseau hydrographique. La mise en culture des sols accélère les transferts de phosphore particulaire vers les milieux aquatiques, notamment via les ruissellements de surface et l'érosion en période de crue. Le phosphore total mesuré dans l'eau représente notamment toutes les formes de phosphore présentes dans le sol.

Le phosphore se retrouve dans les eaux de surface sous forme particulaire ( $> 0,45 \mu\text{m}$ ) ou soluble ( $< 0,45 \mu\text{m}$ ). Le phosphore particulaire regroupe toutes les formes de phosphore, minérales ou organiques, associé à la charge solide (sur les débris divers, matières en suspension ou incorporées dans les organismes). Pour l'essentiel, le phosphore soluble est constitué d'ions phosphates ou orthophosphates qui sont assimilables par les végétaux et qui, dans le réseau hydrographique, interviennent directement dans l'eutrophisation des eaux. Le phosphore soluble est aussi présent dans la solution du sol mais en faible quantité.

### 3 Contexte réglementaire

Les paramètres orthophosphate et Phosphore total sont retenus pour la caractérisation de l'état des masses d'eau, en application de la directive cadre sur l'eau (éléments de qualité physico chimique – nutriments). Dans l'attente des résultats finalisés des travaux de définition des règles d'évaluation de l'état écologique, qui établiront les valeurs-seuils des éléments physico-chimiques en accord avec les termes de la DCE, les classes de qualité (code couleur - valeurs seuils (Q90)) à prendre en compte sont :

- pour le paramètre orthophosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :
  - Rouge - Mauvais :  $\text{Q90} \geq 2 \text{ mg/l}$  ;
  - Orange - Médiocre :  $1 \leq \text{Q90} < 2 \text{ mg/l}$  ;
  - Jaune - Moyen :  $0.5 \leq \text{Q90} < 1 \text{ mg/l}$  ;
  - Vert - Bon :  $0.1 \leq \text{Q90} < 0.5 \text{ mg/l}$  ;
  - Bleu - Très bon :  $\text{Q90} < 0.1 \text{ mg/l}$ .
  
- pour le paramètre Phosphore total (P) :
  - Rouge - Mauvais :  $\text{Q90} \geq 1 \text{ mg/l}$  ;
  - Orange - Médiocre :  $0.5 \leq \text{Q90} < 1 \text{ mg/l}$  ;
  - Jaune - Moyen :  $0.2 \leq \text{Q90} < 0.5 \text{ mg/l}$  ;
  - Vert - Bon :  $0.05 \leq \text{Q90} < 0.2 \text{ mg/l}$  ;
  - Bleu - Très bon :  $\text{Q90} < 0.05 \text{ mg/l}$ .
  
- pour les matières phosphorées, la classe d'état retenue pour une station est la classe d'état la plus déclassante entre les paramètres phosphore total et orthophosphates pour cette même station, sans valeurs seuils. Le paramètre matières phosphorées étant intégrateur des paramètres phosphore total et orthophosphates, ni analyses, ni Q90 ne lui sont associés.

Les valeurs retenues pour la caractérisation de l'état physico-chimiques des masses d'eau en application de la DCE sont celles appliquées dans le Système d'évaluation de la qualité de l'eau (SEQ-Eau). Les matières phosphorées sont prises en compte par le SEQ-Eau pour leurs impacts néfastes sur la qualité de l'eau (efflorescences algales, blooms à cyanobactéries toxiques, marées vertes, etc.). Le niveau d'altération des masses d'eau par les matières phosphorées est évalué selon la grille normalisée du SEQ-Eau douce.

À noter que cette grille SEQ-Eau est beaucoup moins sévère que certaines grilles utilisées dans d'autres pays. Par exemple, pour la classe « très bon » au Québec, la teneur en phosphore total est inférieure à  $0,02 \text{ mg P/l}$  pour les rivières débouchant dans un lac, et inférieure à  $0,03 \text{ mg P/l}$  pour les autres.

Concernant les effets sur la santé humaine, le phosphore ne constitue pas une menace directe aux doses et sous les formes rencontrées dans les eaux de boisson provenant du réseau d'eau potable, et il ne présente aucune toxicité. Cependant, la pollution des eaux par le phosphore favorise la prolifération de cyanobactéries, qui elles-mêmes, peuvent produire des toxines très dangereuses, pour l'homme et les animaux.

## 4 Récolte des données de mesures

Les données traitées proviennent de :

- AELB : export de la base de données OSUR, plateforme d'accès aux données brutes de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne.
- DREAL : export de la BD Hydre/BEA (suivis qualité effectué sur les stations bilans dans le cadre des contrats de territoire) et de la BD CORPEP.
- IUEM (Institut Universitaire Européen de la Mer) : export de la BD Ecoflux.

Les critères retenus sont :

- Paramètre Phosphore total (1350), Orthophosphates (1433)
- Support Eau (3)
- Analyse dans le domaine de validité (Code remarque analyse 1).

Les exports sont réalisés sur l'ensemble des données disponibles sur la période 01/1995 – 12/2015, tous dispositifs de collecte confondus. Le traitement des doublons de bancarisation est géré par le GIP.

L'intégralité de l'historique des données est reprise à chaque mise à jour, afin que les résultats proposés dans les tableaux de bord intègrent les corrections apportées par les producteurs dans la base de données. Des évolutions dans l'historique des résultats sont donc possibles d'une année sur l'autre.

À noter que le protocole actuel de suivi du phosphore, tel qu'il est préconisé par la DCE dans le cadre du RCS (de façon régulière et indépendamment des épisodes pluvieux, afin de dégager une tendance générale), est insuffisant pour rendre compte des concentrations en phosphore total et faire une évaluation des flux. En effet, les flux importants de P (en particulier particulaire) se produisent pendant de très courtes périodes autour des pics de débit ou de crue. Afin de les évaluer, il faut disposer d'une fréquence plus élevée de prélèvements et combiner éventuellement des prélèvements hors crues et pendant les crues. Des préconisations ont été faites en ce sens par le Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne (CSEB) et elles sont déjà suivies depuis plusieurs années dans certains bassins versants de Bretagne.

## 5 Calcul du percentile 90

Pour chaque station, le percentile 90 (exprimé en mg/l) est calculé par année civile (période du 1er janvier au 31 décembre de l'année n) et par année hydrologique (période du 1er octobre de l'année n au 30 septembre de l'année n+1). L'ensemble des analyses disponibles sur une station, tous dispositifs de collecte confondus et toutes sources de données confondues (traitement des doublons de bancarisation), est utilisé pour le calcul du Q90. Le Q90 est calculé, selon le nombre d'analyses disponibles (na), comme suit :

- $na < 6$  : pas de calcul de Q90 ;
- $na \geq 6$  :
  - classement des résultats par ordre décroissant ;
  - Rang du résultat à retenir = arrondi ( $0.9 \times na + 0.5$ )
  - Exemple : 10 analyses : Q90 = 9,5 donc valeur de la 10<sup>e</sup> analyse  
15 analyses : Q90 = 13,9 donc valeur de la 14<sup>e</sup> analyse ; 21 analyses : Q90 = 19,4 donc valeur de la 19<sup>e</sup> analyse ; Etc.

La représentation est celle du Seq- Eau (comme définie au § Contexte réglementaire).

**Calcul appliqué selon la méthode du SEQ v1, également recommandée dans *Le guide technique sur l'évaluation des eaux douces de surface de métropole, mars 2009.***

S'agissant du rendu et de l'interprétation des résultats, il est nécessaire de bien préciser quelles sont les formes du phosphore concernées (P soluble dit P orthophosphate ou P total) et en quelle unité elles sont exprimées ( $\text{PO}_4^{3-}$  ou P). Quant aux calculs de flux, ils sont généralement exprimés en P aussi bien pour le P dissous ou l'orthophosphate que pour le P total.

Sans ces précisions, certains résultats sont ininterprétables. Par exemple, on peut trouver : P soluble = 2,4 mg/l et P total = 1 mg/l. Comme le P soluble est une part du P total, on émet alors l'hypothèse que le P soluble est en fait exprimé en  $\text{PO}_4^{3-}$ , ce qui devrait donc conduire à l'expression suivante : P soluble = 0,8 mg P/l et P total = 1 mg P/l, puisque  $1 \text{ mg } \text{PO}_4^{3-} = 0,3262 \text{ mg P}$ . De même pour les flux, si le flux de P dissous est supérieur au flux de P total, on doit émettre l'hypothèse que le flux de P dissous est en fait un flux exprimé en  $\text{PO}_4^{3-}$ . Pour éviter ces problèmes, il est préférable d'exprimer tous les flux en P.

## 6 Sources

- [Osus web : mesure de la qualité des eaux de surface du bassin Loire-Bretagne](#)
- [Guide technique - Évaluation de l'état des eaux douces de surface de métropole](#). Ministère chargé de l'écologie - 2009
- [Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 - Méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface](#)
- [Arrêté du 11 janvier 2007 - limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine](#)
- [Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau SEQ-Eau](#) - MEDD & Agences de l'eau - 2003
- [Directive 2000/60/CE, dite Directive cadre sur l'eau](#)
- [Circulaire DCE 2006/16 - Constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance des eaux](#)
- [Fiches techniques pour la compréhension des bassins versants et le suivi de la qualité de l'eau](#) - 2005 - 2008
- [Le phosphore, un polluant d'avenir ?](#) - 2005
- [La pollution par les matières phosphorées en Bretagne](#) - B. LERMERCIER - 2003
- [Le phosphore dans l'environnement : bilan des connaissances sur les impacts, les transferts et la gestion environnementale](#) - Jean-Marcel Dorioz, Pierre Aourousseau, Guilhem Bourrié, éditeurs scientifiques - 2009
- [Le phosphore dans les sols : nécessité agronomique, préoccupation environnementale](#) - 2009