

Bassin Loire-Bretagne

Etat des lieux 2019

-

Note méthodologique

Masses d'eau littorale - Caractérisation des pressions pollutions diffuses brutes en azote et en phosphore



**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
Établissement public du ministère de l'Environnement



Sommaire

1.	<i>Principe de l'estimation des flux d'azote</i>	3
2.	<i>Calcul des flux azotés</i>	5
2.1.	Données issues du GP5	5
2.2.	Données issues de la convention OSPAR	6
2.3.	Données issues du modèle Pegase	7
2.4.	Données de flux ponctuels	7
2.5.	Calculs des flux arrivant aux me littorales	7
2.6.	Estimation de l'importance des flux totaux	9
3.	<i>Pression brute en azote</i>	9
4.	<i>Flux de phosphore</i>	10
5.	<i>Livrables</i>	11

Table des cartes

Carte 1 : Illustration de l'imbrication des masses d'eau cours d'eau, de transition et côtières (le trait de côte est dessiné en blanc pour la masse d'eau côtière figurée en rose foncé, dans le but d'illustrer qu'une ME côtière possède une partie terrestre qui n'est comprise dans aucun BV de ME cours d'eau ou de transition).	4
Carte 2 : Illustration des sources de données utilisées pour les calculs de flux azotés.....	5
Carte 3 : Pression pollution diffuse azotée qui s'exerce sur les ME côtières et de transition	9

Table des figures

Figure 1 : Evolution des concentrations en nitrates dans les cours d'eau bretons (Source : Observatoire de l'environnement en Bretagne)	6
---	---

Table des tableaux

Tableau 1 : seuils pour l'évaluation de la pression de flux diffus d'azote, grille de l'état des lieux de 2004	9
Tableau 2 : seuils pour l'évaluation de la pression de flux diffus de phosphore, grille de l'état des lieux de 2004	10
Tableau 3 : Evolution des flux de phosphore en baie de Vilaine et à l'estuaire de la Loire entre les deux Etats des lieux.....	10

INTRODUCTION

Couplée à l'analyse de l'état des eaux, la caractérisation des pressions permet d'identifier d'une part les masses d'eau (ME) qui risquent de ne pas atteindre les objectifs environnementaux d'ici 2027 et d'autre part les causes du risque afin d'orienter les actions du programme de mesures vers les usages ou activités concernées.

La pression en azote et en phosphore sur les ME côtières et de transition correspond aux flux d'azote et de phosphore issus des cours d'eau qui se jettent dans ces masses d'eau. L'évaluation de ces pressions consiste donc à calculer ces flux.

Qu'est-ce qu'un flux ? : *Un flux en un point de suivi d'un cours d'eau exprime une quantité (par exemple d'azote) véhiculée par le cours d'eau au droit de ce point par unité de temps. Il est calculé en faisant le produit d'un débit par une concentration.*

Les méthodes de calcul des flux d'azote et de phosphore se jetant dans les ME côtières et de transition sont strictement les mêmes que celles mises en œuvre dans le cadre des précédents état des lieux, à l'exception près de quelques cours d'eau situés au sud de la Loire. L'analyse des pressions azotée et phosphorée sur les littoraux des états des lieux de 2004, 2013 et 2019 sont donc comparables.

Le présent document présente :

- Les méthodologies appliquées ;
- Les résultats des pressions brutes pour l'azote et le phosphore diffus.

Les résultats présentés par la suite concernent uniquement les pressions brutes et non les pressions significatives (pressions à l'origine du risque de non atteinte du bon état). Ainsi il se peut que les données de pression brute et d'état des eaux souterraines ne soient pas toujours corrélées.

C'est l'analyse couplée des pressions brutes et de l'état des eaux qui permettra de définir les pressions significatives à l'origine de l'état et étant causes d'un risque de non-atteinte des objectifs environnementaux d'ici 2027.

Par exemple, il est tout à fait possible qu'une masse d'eau présente une pression en nitrate élevée, tout en ayant un bon état chimique pour ce paramètre. Dans ce cas la pression sera non significative.

Note : Dans cette note, le groupe formé par les masses d'eau côtières et de transition sera nommé « ME littorales ».

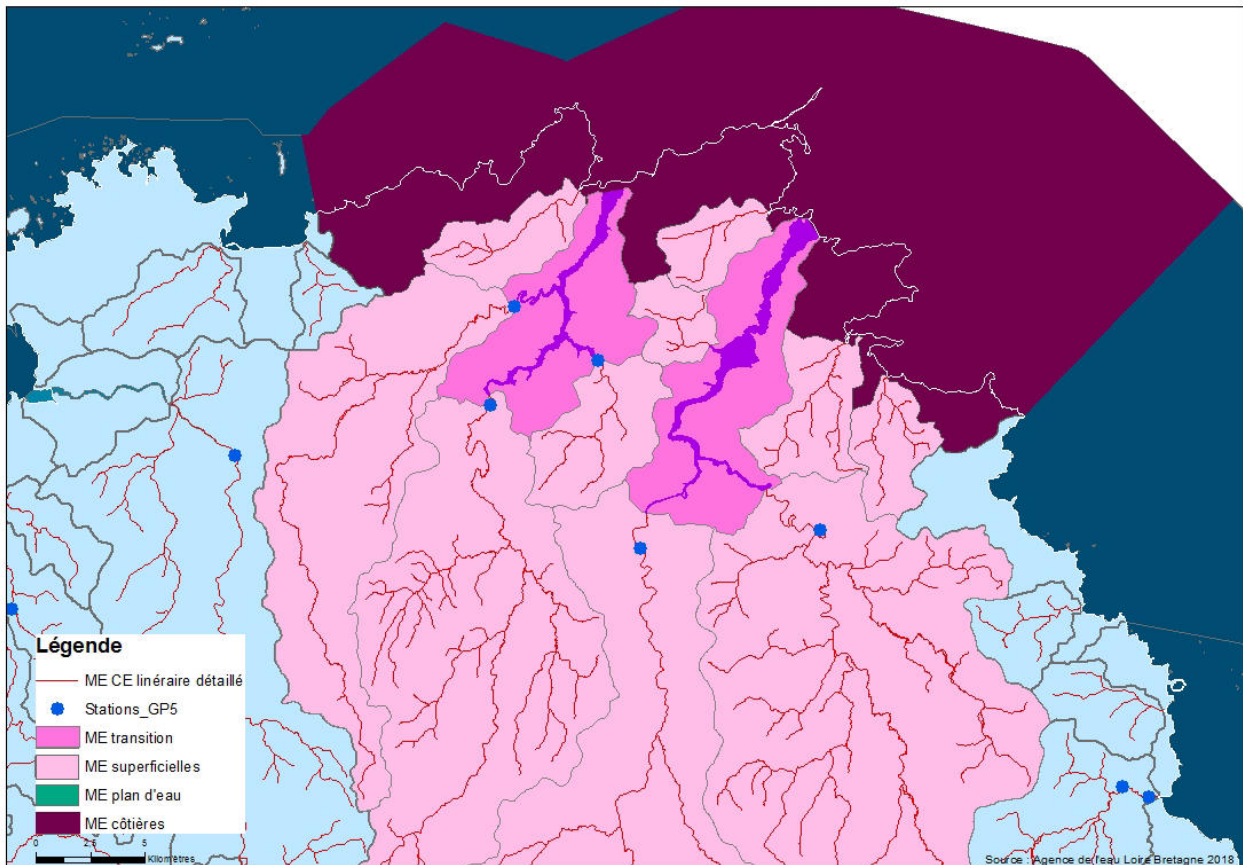
1. PRINCIPE DE L'ESTIMATION DES FLUX D'AZOTE

L'ensemble des flux d'azote se déversant dans les masses d'eau côtières ou de transition a été pris en compte. On distingue deux types de flux avant de les cumuler :

- Les flux provenant des rivières qui intègrent l'ensemble des rejets (diffus et ponctuels) de toutes les activités des bassins versants,
- Les rejets directs des stations d'épuration des industries isolées et des collectivités littorales qui ne peuvent pas être pris en compte par les estimations précédentes.

L'évaluation des flux reposent sur trois calculs imbriqués (carte 1 ci-dessous) :

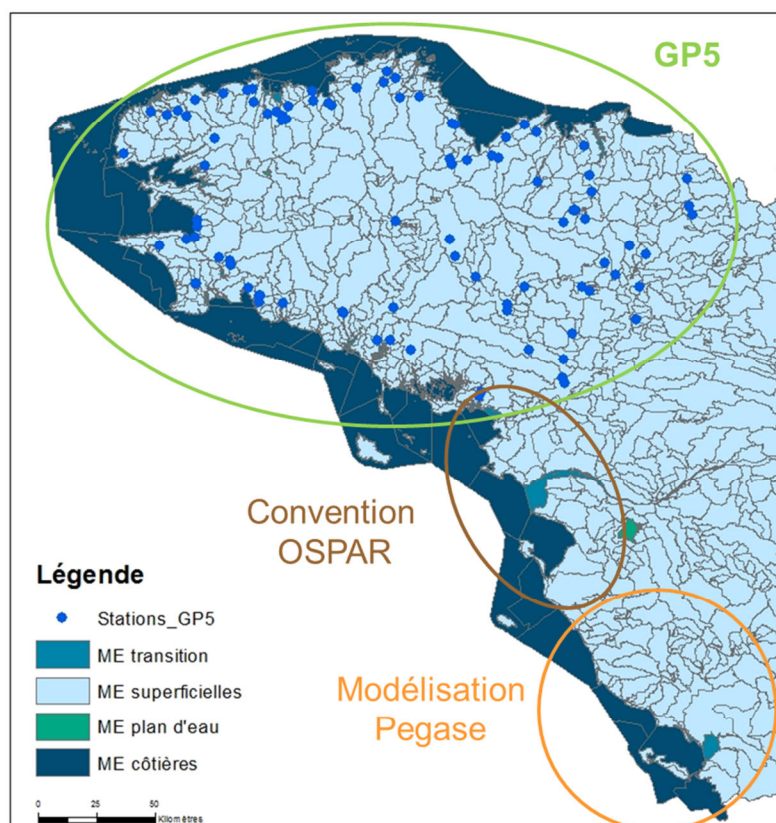
- Les flux à l'exutoire des ME cours d'eau,
- Les flux à l'exutoire des ME de transition,
- Les flux arrivants aux ME côtières.



Carte 1 : Illustration de l'imbrication des masses d'eau cours d'eau, de transition et côtières (le trait de côte est dessiné en blanc pour la masse d'eau côtière figurée en rose foncé, dans le but d'illustrer qu'une ME côtière possède une partie terrestre qui n'est comprise dans aucun BV de ME cours d'eau ou de transition).

Pour apprécier les flux, trois secteurs ont été distingués, du nord au sud, en fonction des données disponibles (Carte 2 ci-dessous) :

- **Les fleuves de Bretagne :**
L'appréciation des flux d'azote issus des 63 bassins versants est faite sur la base des flux spécifiques (Kg N-NO₃/ha/an) du grand projet n°5 (GP5) du contrat de Projet Etat-Région Bretagne 2007-2013 intitulé « Poursuivre la reconquête de la qualité de l'eau et atteindre le bon état écologique des milieux aquatiques ».
- La **Loire**, la **Vilaine**, l'**Erdre**, la **Sèvre Nantaise**, le **Lay** et la **Sèvre Niortaise** : un flux annuel de 2015 est issu des données du rapportage fait par la France à OSPAR.
- Les autres **fleuves au sud de la Loire** dont le Jaunay et la Vie. La configuration de ces fleuves et leur fonctionnement hydraulique particulier ne permet pas de disposer de données naturelles, notamment des débits. L'estimation des flux est faite sur la base de la modélisation Pegase.



Carte 2 : Illustration des sources de données utilisées pour les calculs de flux azotés

2. CALCUL DES FLUX AZOTES

2.1. DONNEES ISSUES DU GP5

Les résultats de flux sont tirés des flux spécifiques (Kg N-NO₃ / ha / an) du grand projet n°5 (GP5) des contrats de Projet Etat-Région Bretagne intitulé « Poursuivre la reconquête de la qualité de l'eau et atteindre le bon état écologique des milieux aquatiques. Le site internet interactif ci-dessous permet de géolocaliser les bassins versants et de télécharger l'ensemble des données :

<https://public.tableau.com/profile/gipbe.oeb#!/vizhome/Evolutiondesconcentrationsennitratesdanslescoursdeaubreton/TBI>

Les pages suivantes permettent d'accéder à des éléments de méthode :

- <http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/suivi-de-la-qualite-de-l-eau-dans-les-bassins-r988.html>
- <http://www.observatoire-eau-bretagne.fr/Tableaux-de-bord-interactifs/Eau-de-surface2/Nitrates>

NITRATES - EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DANS LES COURS D'EAU

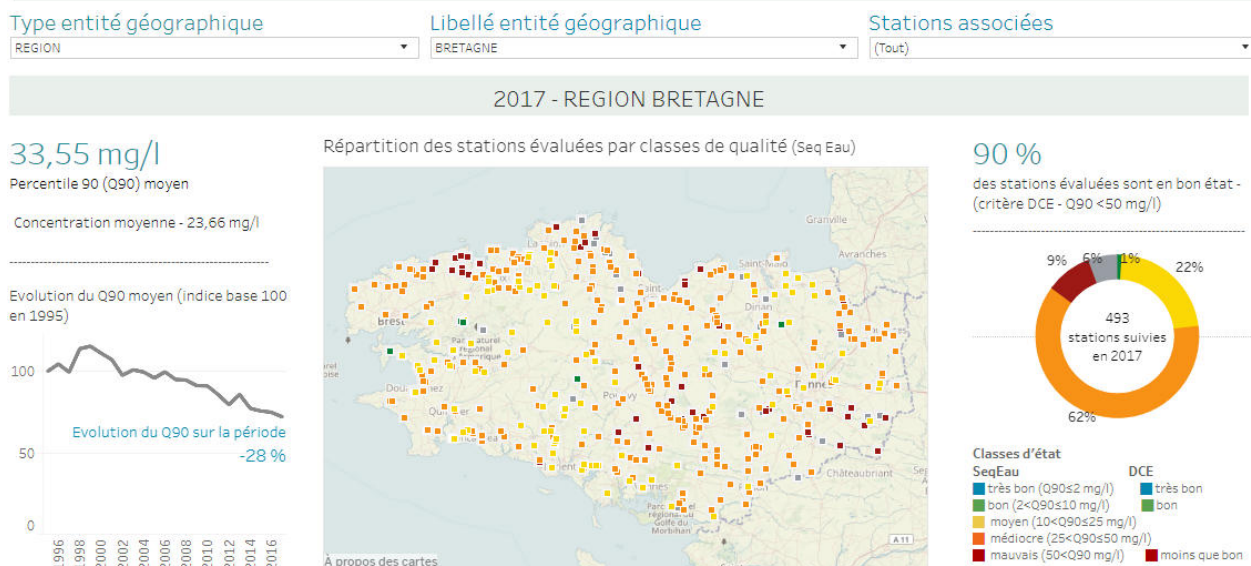


Figure 1 : Evolution des concentrations en nitrates dans les cours d'eau bretons (Source : Observatoire de l'environnement en Bretagne)

Les intérêts des résultats de cette étude sont multiples :

- elle donne des informations sur 63 bassins versants ou sous-bassins versants de Bretagne ;
- elle utilise les dernières données disponibles, jusqu'en 2015 ;
- elle fournit des flux spécifiques (Kg N-NO₃ / ha / an) qui peuvent permettre d'étendre les calculs à la surface totale des bassins versants. Ce qui donne une estimation du flux à la mer de la ou des rivières se jetant dans une masse d'eau côtière. Ils sont de plus pondérés par l'hydraulicité, ce qui en fait des estimations moyennes sur les dernières années ;
- les résultats ont été validés par les scientifiques, les agronomes et les partenaires bretons, ce qui leur donne une fiabilité reconnue.

Les mesures de concentration sont effectuées au niveau des stations bilan des cours d'eau à chacune desquelles il est possible de rattacher une station hydrométrique. Aucune de ces stations n'est située près du littoral. Au mieux, elles sont positionnées à la dernière station eau douce, au-dessus du front de remontée de la marée dynamique.

Les flux d'azote nitrique (N-NO₃) sont calculés sur l'année (concentration x débit) et sont rapportés au point de la station de mesure hydraulique. Le **flux spécifique annuel en Kg N-NO₃/ha/an** est ensuite rapporté à la superficie du bassin versant amont de cette station de mesure.

Les débits, et donc les flux, dépendent de la pluviométrie. Afin de corriger les variations interannuelles des flux de la variabilité climatique, les mesures obtenues sont pondérées par l'hydraulicité¹.

2.2. DONNEES ISSUES DE LA CONVENTION OSPAR

Les flux de la Loire, de la Vilaine, de l'Erdre, de la Sèvre Nantaise, du Lay et de la Sèvre Niortaise sont calculés à partir des données de rapportage français pour la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est, ou Convention OSPAR (OSPAR pour « Oslo-Paris »), qui définit les modalités de la coopération internationale pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est.

Pour la France, le service de la donnée et des études statistiques (SDES) fournit des flux de nitrates (NO₃-N), en kt/an flux. L'année la plus récente disponible est l'année 2015.

¹ Rapport du débit annuel à sa moyenne interannuelle. Cette correction est toutefois partielle car elle ne permet pas de s'affranchir de la variabilité des concentrations en nitrates liées aux variations climatiques qui modifient le cycle de l'azote.

2.3. DONNEES ISSUES DU MODELE PEGASE

Dans le cadre de l'Etat des lieux 2013, l'estimation des flux à l'exutoire de la Sèvre Niortaise, du Lay, du Jaunay, de la Vie, du Falleron et de l'Etier de Sallertaine a été menée sur la base d'une modélisation (BETURE 1999 – 2002). En effet, La configuration de ces fleuves et leur fonctionnement hydraulique particulier ne permet pas de disposer de données naturelles, notamment des débits.

Pour l'évaluation des pressions de l'Etat des lieux 2019, cette modélisation n'est plus disponible. La **modélisation PEGASE** permet néanmoins d'extrapoler les débits et les concentrations en macropolluants en tout point du réseau hydrographique. Ce modèle est aujourd'hui utilisé par toutes les agences de l'eau françaises, notamment pour évaluer l'impact des rejets ponctuels sur le risque de non atteinte du bon état des eaux.

Le modèle Pegase a été développé dans les années 1990 par trois laboratoires universitaires : le Centre d'Etude et de Modélisation de l'Environnement de l'université de Liège, l'Unité d'Ecologie des Eaux Douces des Facultés Universitaires de Namur, et le Laboratoire de traitement des eaux de l'Université Libre de Bruxelles.

Il permet d'avoir une vision globale de la qualité des eaux à l'échelle de grands bassins versants et d'orienter les choix en matière de gestion par la prévision de la qualité physicochimique et de l'état d'eutrophisation des eaux de surface.

Pegase est constitué de deux principaux modules (Smitz et al. 1997) :

- un module hydraulique et de calcul des températures de l'eau. Les débits des cours d'eau sont d'abord estimés à partir des données disponibles, et calculés en fonction de la surface et de l'altitude des bassins versants. Les largeurs des cours d'eau sont soit connues, soit estimées selon l'approche géomorphologique de Strahler. Les variables hydrauliques (vitesses, hauteurs d'eau) sont ensuite soit calculées par un calcul de ligne d'eau pour les cours d'eau navigables, soit par application de la formule de Manning pour les autres cours d'eau ;
- un module de calcul de la qualité physico-chimique de l'eau, et de la dynamique du phytoplancton.

C'est donc cette modélisation qui a été utilisée pour calculer les flux arrivants aux ME littorales dans les cours d'eau amont ne disposant ni de stations bilans du GP5, ni de données OSPAR.

Pour ces cours d'eau, une mesure de débit et une mesure de concentration en nitrates ont été collectées à leurs exutoires à la mer.

2.4. DONNEES DE FLUX PONCTUELS

Aux flux des fleuves ci-dessus sont ajoutés les rejets ponctuels des stations d'épuration collectives et industrielles qui se trouvent en aval des stations de mesures qualités des eaux retenues pour les calculs de flux.

Leur sélection a été faite par géolocalisation des points de rejets lorsque l'information était disponible, et dans le cas contraire, par géolocalisation de l'établissement lui-même.

Les données de flux sont issues des données de fonctionnement des stations collectées par l'agence de l'eau Loire-Bretagne.

Pour les ME de transition, les flux des rejets d'assainissement et d'industries retenus sont ceux qui se font directement dans le linéaire « d'estuaire » de cette masse d'eau de transition.

Pour les ME côtières, les flux des rejets d'assainissement et d'industries retenus sont ceux qui se font dans la portion de terre n'appartenant à aucun bassin versant de cours d'eau ou de ME de transition.

2.5. CALCULS DES FLUX ARRIVANT AUX ME LITTORALES

Les flux d'azote qui intéressent la présente étude sont ceux arrivant au littoral. Les flux calculés grâce à la modélisation pegase correspondent donc au besoin. Par contre, les stations de prélèvements et de jaugeages utilisées dans le cadre de l'étude GP5 et du rapportage OSPAR ne sont jamais au niveau du littoral, mais au mieux en amont de l'estuaire et de l'impact de la marée dynamique. Aussi, Les calculs des flux à la mer sont réalisés en 3 étapes successives pour les ME concernées:

- calcul aux masses d'eau continentales de bordure ;
- calcul aux masses d'eau de transition ;
- calcul aux masses d'eau côtières.

Les hypothèses de calcul suivantes ont été faites :

- **Extrapolation des flux spécifiques à toute la surface du bassin versant d'alimentation de la masse d'eau côtière ou de transition :**

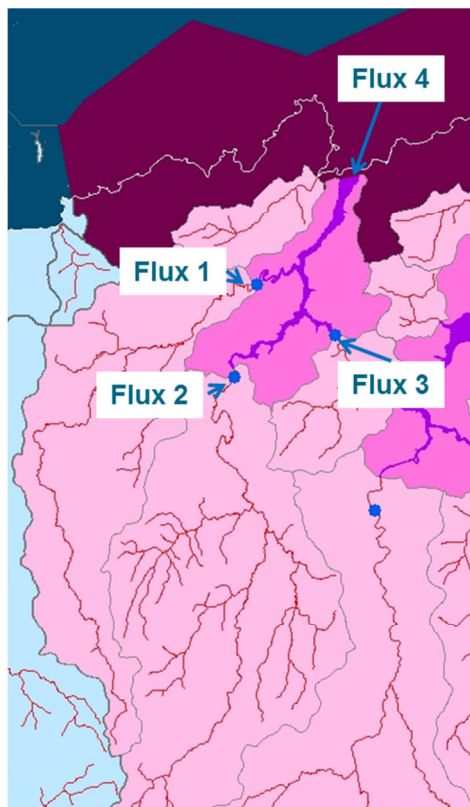
Les données du GP5 donnent le flux spécifique du bassin versant situé au-dessus de la station de mesure de la qualité. Cette valeur de flux spécifique est extrapolée à la surface totale des BV des masses d'eau de transition et côtières, en faisant l'hypothèse que les activités humaines du bassin versant amont étaient similaires à celles de l'aval. A cette valeur de flux sera ensuite sommés les flux des rejets ponctuels d'assainissement et d'industries situés en aval de la station GP5.

- **Extrapolation grâce à une moyenne des flux pondérés par les surfaces des BV en cas de multiplicité des stations GP5 sur le bassin de la ME littorale :**

Certaines masses d'eau sont alimentées par plusieurs rivières. Parfois, les données du GP5 permettent de disposer de calculs de flux spécifiques au niveau de plusieurs affluents des ME. Afin d'estimer au mieux les apports globaux à la masse d'eau, ces flux spécifiques sont pondérés par la surface amont respective des bassins qu'ils représentent selon la formule suivante :

Flux ME littorale = \sum [Flux spécifiques à la station GP5 amont] * [Superficie du BV de la station] / [Somme des superficies des BV des stations GP5 amont].

Le flux global ainsi trouvé peut être divisé par la surface totale du bassin d'alimentation de la masse d'eau pour estimer un flux spécifique moyen du bassin.



Remarque : Il est à noter que les chroniques de flux spécifiques GP5 de certaines stations bilan présentent des manques, ce qui peut expliquer pourquoi le flux à la masse d'eau ne soit pas calculé pour certaines années.

A ces flux calculés à l'exutoire des ME côtières ou de transition, sont ensuite sommés les flux ponctuels issus de l'assainissement collectif et industriel.

Ainsi, **le flux d'une masse d'eau de transition est obtenu par cumul :**

- des flux calculés à ses masses d'eau contributives, à savoir les masses d'eau continentales de bordure qui se jettent directement dans la masse d'eau côtière ;
- du flux calculé pour la partie de son bassin versant non incluse dans les bassins versants de ses masses d'eau contributives, ce uniquement dans le cas des masses d'eau de transition associées à des stations bilan GP5 ;
- des flux des exutoires PEGASE directement associés à la masse d'eau de transition (cas des exutoires qui n'ont pas pu être associés à une masse d'eau continentale de bordure) ;
- des flux des rejets directs d'assainissement et d'industries dans la masse d'eau côtière.

Le flux d'une masse d'eau côtière est obtenu par cumul :

- des flux calculés à ses masses d'eau contributives, à savoir :
 - o les masses d'eau continentales de bordure qui se jettent directement dans la masse d'eau côtière ;
 - o les masses d'eau de transition qui se jettent dans la masse d'eau côtière ;
- des flux des exutoires PEGASE directement associés à la masse d'eau côtière (cas des exutoires qui n'ont pas pu être associés à une masse d'eau continentale de bordure) ;
- des flux des rejets directs d'assainissement et d'industries dans la masse d'eau côtière.

2.6. ESTIMATION DE L'IMPORTANCE DES FLUX TOTAUX

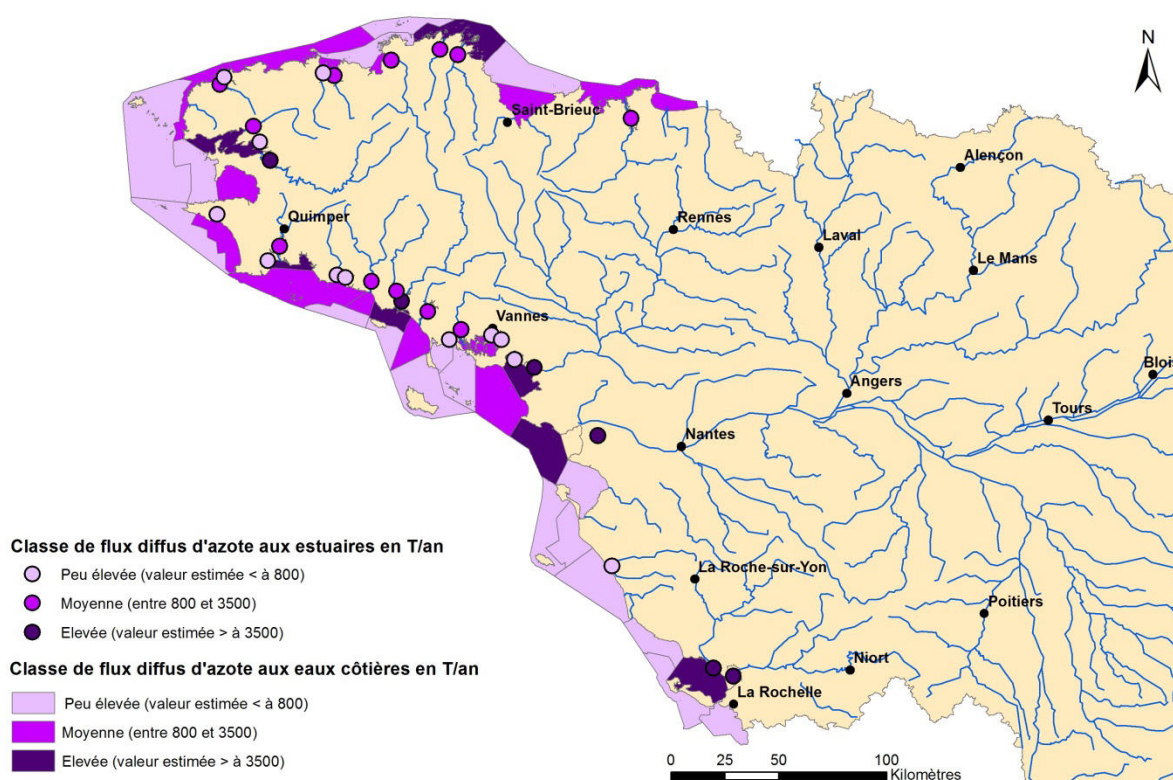
Lors de l'élaboration de l'Etat des lieux 2004, le groupe d'experts responsable de la partie pressions au littoral avait acté des seuils de classement des apports à une masse d'eau. Ces seuils sont conservés dans l'Etat des lieux 2013 puis dans l'Etat des lieux 2019 :

Classe de flux diffus N-NO3 en T/an	Evaluation de la pression
< 800	Faible
800 < Flux < 3500	Moyen
> 3500	Fort

Tableau 1 : seuils pour l'évaluation de la pression de flux diffus d'azote, grille de l'état des lieux de 2004

3. PRESSION BRUTE EN AZOTE

Les classes de pression pollution diffuse azotée aux masses d'eau côtières et de transition sont représentées dans la carte ci-dessous :



Carte 3 : Pression pollution diffuse azotée qui s'exerce sur les ME côtières et de transition

Ces classes de pression pollutions diffuses en azote sur les eaux littorales sont globalement stables depuis le précédent Etat des lieux.

On peut observer une diminution des classes de pression sur les masses d'eau suivantes :

- ME de transition :
 - La Penzé,
 - L'Aber Wrac'h,
 - La Vie ;

- ME de côtières :
 - o Baie du Mont Saint Michel,
 - o Rance-Fresnaye,
 - o Les Abers (large),
 - o Baie de Bourgneuf,
 - o Nord sables d'Olonne,
 - o La Rochelle.

Une masse d'eau présente cependant une augmentation de la classe de pression :

- ME de côtières :
 - o Baie de Douarnenez de peu élevée à moyenne.

4. FLUX DE PHOSPHORE

Le phosphore n'est pris en compte que lorsque les masses d'eau sont déclassées sur le critère eutrophisation phytoplanctonique. Seules les masses d'eau de la baie de Vilaine et de la Loire sont concernées.

Les calculs de flux de phosphore arrivant à ces masses d'eau côtières sont issus des données du rapportage OSPAR pour 2015.

De la même manière que pour le paramètre azote, les flux sont calculés en cascade à l'exutoire des cours d'eau, puis des masses d'eau de transition, et enfin pour la masse d'eau côtière.

Les flux spécifiques moyens annuels d'OSPAR sont ramenés aux exutoires des bassins versants au prorata de leurs surfaces. Enfin, les rejets ponctuels en phosphore situés en aval des points de suivi OSPAR (assainissement et industries) sont ajoutés pour obtenir les flux finaux.

Lors de l'élaboration de l'Etat des lieux 2004, le groupe d'experts responsable de la partie pressions au littoral avait également acté des seuils de classement des apports de phosphore à une masse d'eau. Ces seuils sont conservés dans l'Etat des lieux 2013 puis dans l'Etat des lieux 2019 :

Classe de flux diffus de P en T/an	Evaluation de la pression
< 50	Faible
50 < Flux < 100	Moyen
> 100	Fort

Tableau 2 : seuils pour l'évaluation de la pression de flux diffus de phosphore, grille de l'état des lieux de 2004

La baie de Vilaine est soumise aux apports très importants de phosphore de la Loire et de la Vilaine. Ces derniers sont stables, tandis que les flux de phosphore parvenant de la Loire sont en hausse de près de 25 %.

	Flux P (t/an) EdL 2013 (moyenne sur 5 ans)	Flux P (t/an) EdL 2019 (année 2015)
Baie de Vilaine	261	278
Loire	2 212	2 748

Tableau 3 : Evolution des flux de phosphore en baie de Vilaine et à l'estuaire de la Loire entre les deux Etats des lieux

5. LIVRABLES

Dans le cadre de la concertation technique sera livré un fichier Excel contenant les onglets suivants :

- Dictionnaire de données : précise les champs des onglets qui suivent.
- FluxP-côtières contenant les champs suivants :

CdMasseEau	Code de la ME côtière
NomGC	Nom des ME côtières
Source	Source de la donnée
SuperficieBassinVersant (km²)	Superficie de la totalité du bassin versant de la ME côtière
Flux 2015 (kg PO4-P/an)	Flux de phosphore reçu par la ME côtière en 2015 (en kg)
Flux 2015 (T PO4-P/an)	Flux de phosphore reçu par la ME côtière en 2015 (en T)
Flux 2015 (T P/an)	Flux spécifique de phosphore
Pression Brute	Pression brute azotée reçue par la ME côtière
Flux total P 2013 en T/an	Flux de phosphore reçu par la ME côtière en 2013 (en T)

- FluxN-côtières (fichier de travail pour les ME côtières) contenant les champs suivants :

CdMasseEau	Code de la ME côtière
NomGC	Nom des ME côtières
Source	Source de la donnée
SuperficieBassinVersant (km²)	Superficie de la totalité du bassin versant de la ME côtière
FluxSpécifique (T N-NO3/an)	Flux spécifique de la ME côtière
Flux EdL 2019 (T N-NO3/an)	Flux d'azote reçu par la ME côtière, Etat des lieux 2019
Pression brute	Pression brute azotée reçue par la ME de transition
Flux EdL 2013 (T N-NO3/an)	Flux d'azote reçu par la ME côtière, Etat des lieux 2013

- FluxN-transition (fichier de travail pour les ME côtières) contenant les champs suivants :

CodeGC2	Code des ME côtières
CodeGT	Code des ME de transition
NomGT	Nom des ME de transition
Estuaire	Estuaire
SuperficieBassinVersantGT	Superficie de la totalité du bassin versant de la ME de transition
FluxSpécifique (T N-NO3/an)	Flux spécifique de la ME de transition
Flux MET (T N-NO3/an)	Flux d'azote reçu par la ME de transition
Pression Brute	Pression brute azotée reçue par la ME de transition

- FluxN-détaillés, donnant tous les détails jusqu'au niveau cours d'eau, contenant les champs suivants :

CodeGC2	Code des ME côtières
NomGC	Nom des ME côtières
SuperficieBassinVersantGC	Superficie de la totalité du bassin versant de la ME côtière
FluxSpécifique (T N-NO3/an)	Flux spécifique de la ME côtière
Flux (T N-NO3/an)	Flux d'azote reçu par la ME côtière

Flux côtières 2013	Flux d'azote calculé en 2013
CodeGT	Code des ME de transition
NomGT	Nom des ME de transition
Estuaire	Estuaire
SuperficieBassinVersantGT	Superficie de la totalité du bassin versant de la ME de transition
FluxSpecifique (T N-NO3/an)	Flux spécifique de la ME de transition
Flux MET (T N-NO3/an)	Flux d'azote reçu par la ME de transition
CodeGR	Code des ME cours d'eau
NomGR	Nom des ME cours d'eau
SuperficieBassinVersantGR	Superficie de la totalité du bassin versant de la ME cours d'eau
FluxSpecifique (T N-NO3/an)	Flux spécifique de la ME cours d'eau
Flux MECE (T N-NO3/an)	Flux d'azote reçu par la ME cours d'eau
Surface CE 2013 (km²)	Surface des ME CE pris en compte en 2013
Flux CE 2013	Flux estimés à l'exutoire des CE en 2013
Stationbilan	Station bilan du GP5 prise en compte pour le calcul de flux
RmqGP5	Mention "association par proximité géographique" lorsque le cours d'eau n'avait pas de station bilan et reçoit la donnée flux d'une station voisine
BVGP5	Nom du BV
FleuveGP5	Fleuve concerné