



Etablissement Public de Gestion et
d'Aménagement de la baie de
Douarnenez

LES FLUX DE NITRATES EN BAIE DE DOUARNENEZ

*Méthodologies
d'évaluation*

*Bilan de l'année hydrologique
2018-2019*

*Evolution
interannuelle*

Contact :
qualite.eau@epab.fr
02.29.40.41.27

Liste des abréviations & acronymes

AELB	Agence de l'Eau Loire Bretagne
AEP	Alimentation en Eau Potable
BAREME	Etablissement d'un BAREME d'étalonnage en hydrométrie (logiciel)
BV	Bassin versant
CCPCP	Communauté de Communes du Pays de Châteaulin et du Porzay
CSEB	Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
Dz	Douarnenez
EPAB	Etablissement Public d'Aménagement de la baie de Douarnenez
GIP	Groupement d'Intérêt Public
Q90	Percentile 90
PLAV	Plan Algues Vertes
QMJ	Débit moyen journalier
STEP	Station d'épuration

Table des matières

Introduction	5
Methodologie d’Evaluation.....	6
1.1 Calculer le débit des cours d’eau	6
1.1.1 Avant 2013.....	6
1.1.2 2013-2015.....	7
1.1.3 A partir de 2016.....	8
1.2 Calculer l’hydraulicité.....	9
1.3 Indicateurs utilisés pour le suivi des nitrates.....	16
1.3.1 La concentration.....	16
1.3.2 Calcul des flux	16
1.4 Calcul du percentile 90	17
1.5 Indicateurs utilisés pour le suivi des marées vertes.....	18
1.5.1 La mesure surfacique des échouages.....	18
1.5.2 Le ramassage des algues échouées	21
Résultats de l’année hydrologique 2018-2019	22
1.6 Bilan météorologique.....	22
1.7 Bilan des concentrations en nitrates.....	22
1.8 Bilan des Q90.....	28
1.9 Bilan des flux.....	29
1.9.1 Flux mensuels	29
1.9.2 Flux spécifiques Pondérés.....	32
1.9.3 Flux annuels bruts et pondérés	33
1.9.4 Flux de Mai à Septembre	35
1.10 Bilan des ramassages d’algues vertes	37
1.11 Bilan des échouages (EQR)	38
Conclusion.....	39
ANNEXES	41

Table des illustrations

Figure 1 : Cartographie des deux ensembles de bassins versants.....	5
Figure 2 : Schémas d'extrapolation des débits avant 2013.....	6
Figure 3 : Localisation de la station hydrométrique sur le bv du Ris	7
Figure 4 : Photographies de la station hydrométrique du Ris et du déversoir en V.....	7
Figure 5 : Localisation de la station hydrométrique sur le bv du Kerharo	7
Figure 6 : Photographies de la station hydrométrique du Kerharo	7
Figure 7 : Méthodes utilisées pour calculer les débits des cours d'eau dans la baie.	9
Figure 8 participation moyenne de chaque cours d'eau au débit moyen annuel (moyenné sur la période 1999 – 2016)	11
Figure 9 : Proportion au débit annuel par bassin géologique	11
Figure 10 : Cartographie de la géologie des 21 bassins versants du PAV	12
Figure 11 : Débits moyens mensuels par cours d'eau (moyenne 1999-2019).....	13
Figure 12 : Part relative de chaque cours d'eau au débit mensuel de la baie (1999-2019).....	13
Figure 13 : Les facteurs limitants des marées vertes (source CEVA)	14
Figure 14 : Part relative des bassins granitiques et schisteux dans le débit mensuel de la baie	14
Figure 15 : Pluviométrie mensuelle 2018-2019.....	22
Figure 16 : Carte représentant les 21 cours d'eau suivis pour le paramètre nitrates en 2018-2019	25
Figure 17 : Graphique représentant les flux bruts mensuels 2018-2019 par cours d'eau	31
Figure 18 : Flux spécifique mensuel par cours d'eau 2018-2019	32
Figure 19 : Evolution des flux bruts et pondérés annuels par socle géologique 2003-2019	35
Figure 20 : Evolution des flux bruts et pondérés saisonniers par socle géologique 2003-2019	36
Figure 21 : ramassages par commune et par mois en 2019.	37
Figure 22 : Bilan des quantités d'algues ramassées par an dans la baie de Douarnenez.....	38
Figure 23 : Evolution de l'indicateur EQR et de ses sous-indices entre 2002 et 2019.	39
Tableau 1 : Nature géologique des bassins versants.....	10
Tableau 2 : Classes de qualité du flux spécifique d'après le CSEB (2008)	17
Tableau 3 : Classes de qualité associées à l'indicateur Q90.....	18
Tableau 4 : Classes de qualité pour la métrique 1 de l'EQR.....	19
Tableau 5 : Classes de qualité pour la métrique 2 de l'EQR.....	20
Tableau 6 : Classes de qualité pour la métrique 3 de l'EQR.....	21
Tableau 7 : Classification de l'EQR3.....	21
Tableau 8 : Concentrations moyennes 2018-2019 en nitrates par cours d'eau.....	24
Tableau 9 : Concentration moyenne en nitrates par cours d'eau par an.....	26
Tableau 10 : Concentration moyenne en nitrates par cours d'eau Mai-Septembre entre 2004 et 2017	27
Tableau 11 : Evolution des Q90 par cours d'eau entre 2003 et 2019	28
Tableau 12 : Flux mensuels bruts (TN/mois) par cours d'eau 2018-2019.....	29
Tableau 13 : participation relative de chaque cours d'eau au flux total	30
Tableau 14 : Flux mensuels spécifiques par cours d'eau (en KgN/ha/mois)	31
Tableau 14 : Flux spécifiques annuels pondérés (KgN/ha/an) par cours d'eau	32
Tableau 16 : Flux spécifiques pondérés mai-septembre par cours d'eau entre 2003 et 2018.	33
Tableau 17 : Flux annuel pondéré par l'hydraulicité (TN/an)	34
Tableau 18 : Récapitulatif des flux annuels 2003-2019.....	34
Tableau 19 : Flux Mai-Septembre pondéré par l'hydraulicité	35

Tableau 20 : Récapitulatif des flux saisonniers Mai-Septembre 2003-2019	36
Tableau 22 : EQR 2014-2019	38

Introduction

Depuis une vingtaine d'années, le suivi de la qualité des eaux de surface de la baie de Douarnenez s'est progressivement mis en place pour acquérir des données suffisantes afin d'apprécier les flux d'azote présent dans la baie de Douarnenez. En effet, les ruisseaux étant de petites tailles, ils ne font pas systématiquement l'objet de suivi dans le cadre de réseaux départementaux ou régionaux.

Assurer un suivi de la qualité des eaux et des débits régulier sur les cours d'eau du territoire est essentiel pour mesurer l'évolution des teneurs et des flux en nitrates arrivant vers la baie. Ces flux permettent la modélisation du phénomène de marées vertes afin d'identifier les affluents à l'origine des proliférations algales et de fixer les objectifs d'abattement de l'azote pour l'atteinte du bon état écologique du milieu. Ce suivi est donc l'élément clé de la mesure de l'impact des actions (agricoles, bocage, zones humides) mises en œuvre sur les bassins versants. Par ailleurs la mesure des débits des cours d'eau permet de calculer les flux de nitrates déversés chaque année dans la baie de Douarnenez. Cet indicateur est utilisé sur d'autres baies et permet de rendre comparables des territoires qui ne le sont pas par ailleurs compte tenu de leur taille ou de la trop grande disparité existante au niveau de l'occupation du sol.

Ce rapport reprend d'abord les méthodologies de calculs de flux, leurs évolutions et l'impact des changements de méthodes sur les résultats. Le bilan des flux azotés est ensuite proposé sur le territoire du plan algues vertes pour l'année hydrologique 2018-2019¹.

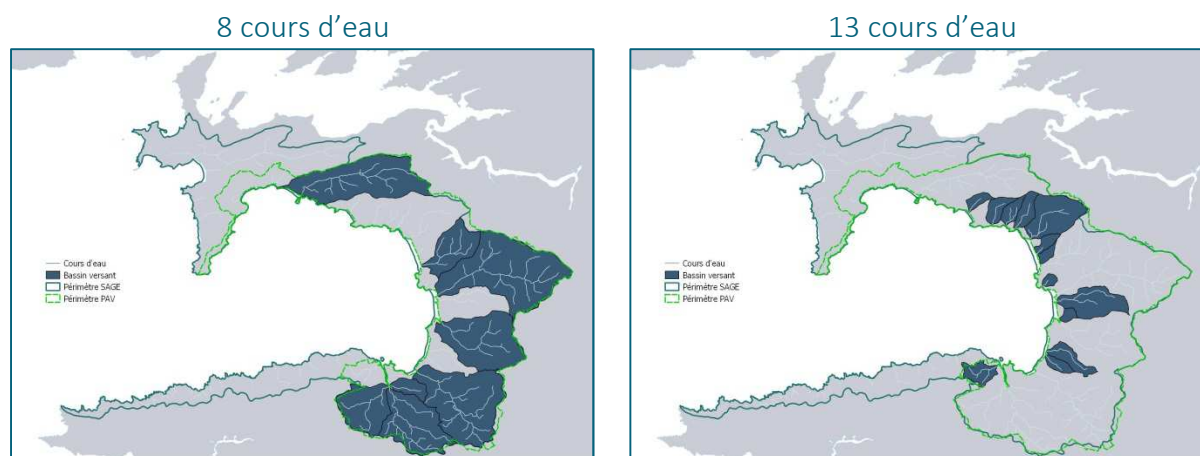


Figure 1 : Cartographie des deux ensembles de bassins versants

On dissocie les 8 cours d'eau (sur la carte de gauche) des 13 cours d'eau (sur la carte de droite) lorsque l'on fait mention des 21 cours d'eau compris dans le périmètre du plan algues vertes. Les 8 premiers (du nord au Sud : **Aber, Lestrevet, Kerharo, Lapic, Ris, Pénity, Stalas et Kergaoulédan**) ont été considérés comme principaux contributeurs au flux d'azote et ont bénéficié d'un suivi régulier depuis 2009. Les 13 autres (du nord au sud : **Caon, Rostegoff, Porslous, Caméros, Pentrez, Kélérec Nord, Kélérec Sud, Ty Mark, Ty Anquer, Sainte Anne, Trezmaouen, Kerscampen, et Tréboul**) sont suivis de façon intermittente depuis 2004, avec un premier inventaire exhaustif en 2013. Les 21 cours d'eau ne sont pas exhaustifs mais forment une large majorité des cours d'eau constituant le périmètre du plan Algues Vertes.

¹ L'année hydrologique sur le territoire de la baie de Douarnenez débute le 1^{er} Octobre et se termine le 30 Septembre de l'année suivante.

Methodologie d'Evaluation

1.1 CALCULER LE DEBIT DES COURS D'EAU

Depuis l'initiation d'un suivi portant sur les flux azotés dans la baie de Douarnenez la question de l'évaluation des débits a été au cœur des réflexions, notamment la précision de tels calculs.

Autrefois extrapolés depuis les débits mesurés par la station hydrométriques sur le Steir à Guengat et gérée par la DREAL Bretagne, les débits sont aujourd'hui mesurés de façon instantanée grâce à l'implantation sur le territoire de deux stations de mesures installées en 2013 sur le Ris et le Kerharo. Afin de comprendre la différence de protocoles utilisés au fil des années il est proposé de retracer l'historique de ces méthodes.

1.1.1 AVANT 2013

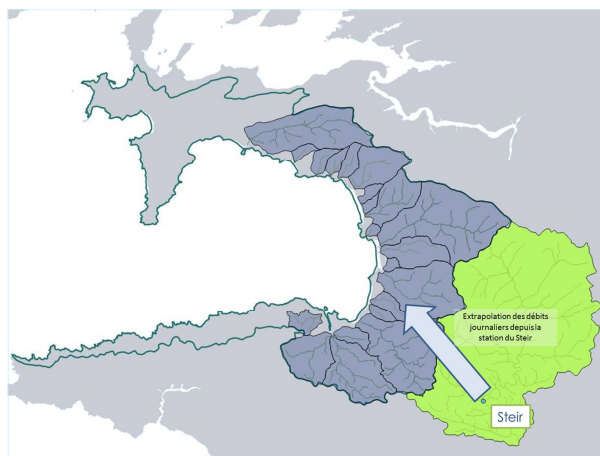


Figure 2 : Schémas d'extrapolation des débits avant 2013

Pour les années de suivi antérieures à 2013, les débits étaient extrapolés depuis le Steir. Les équations régissant ces relations étaient soit constituées à partir de jaugeages ponctuels, soit directement au prorata de la surface du bassin versant.

Ces travaux ont été réalisés par le CEVA, la DREAL Bretagne, la CCPCP et la Communauté de Communes de Douarnenez.

Les débits du Ris ont aussi pu être appréciés à l'aide de la station hydrométrique située au niveau de la station de prélèvement AEP de Keratry.

1.1.2 2013-2015

En 2013, deux stations hydrométriques ont été installées par l'EPAB et avec l'appui de la DREAL sur le territoire :

- ✓ La station du Ris, au lieu-dit du Kerollier, à l'intersection avec la D39. Ce site coïncide avec la station de prélèvement d'eau pour les suivis de l'EPAB, mais également avec celle choisie par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne dans le cadre des suivis DCE. Ce site comporte un seuil de contrôle artificiel (déversoir en V) installé à l'occasion juste après la station. En 2019, la station hydrométrique a été remplacée par un modèle permettant d'accéder en ligne aux données directement.

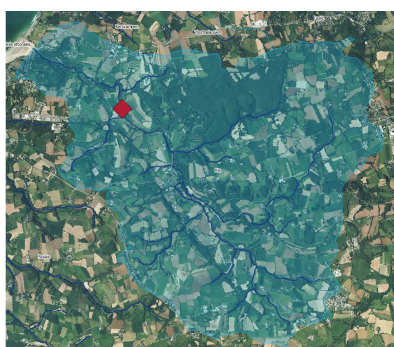


Figure 3 : Localisation de la station hydrométrique sur le bv du Ris



Figure 4 : Photographies de la station hydrométrique du Ris et du déversoir en V

- ✓ La station du Kerharo se situe au niveau du délaissé de la D63. Le site comporte un seuil de contrôle naturel constitué d'un dépôt de graviers. Ce site est plus en amont que le point de prélèvement pour le suivi des nitrates qui se situe à l'aval du marais de Kervijen.

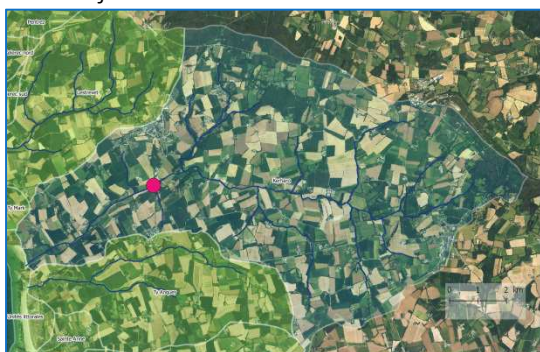


Figure 5 : Localisation de la station hydrométrique sur le bv du Kerharo



Figure 6 : Photographies de la station hydrométrique du Kerharo

Pour plus de précisions sur ces deux stations, le rapport de fin de travaux est disponible sur le site internet de l'EPAB².

Ces deux sites ont ensuite fait l'objet de jaugeages au courantomètre électromagnétique, répartis sur les différentes hauteurs d'eau étalonnables, afin de réaliser les courbes de tarage pour établir la relation hauteur d'eau – débit. La définition de la courbe de tarage est proposée en Annexe I. Une fois cette relation établie, il est nécessaire de la

² <http://www.sagebaiededouarnenez.org>

contrôler annuellement afin de détecter un éventuel détarage lié à une crue. Celui-ci s'explique par un remaniement fort du substrat meuble entraînant un remodelage du profil vertical du site, et par conséquent une nouvelle équation reliant la hauteur d'eau au débit.

Les détails techniques de ces calculs sont présentés dans le rapport « *Stations hydrométriques sur les cours d'eau du Ris et du Kerharo : Courbes de tarage et extrapolation des débits aux exutoires des 8 cours d'eau du Plan gouvernemental de lutte contre les algues vertes* » (EPAB, 2015) également disponible sur le site internet de l'EPAB.

Les jaugeages ayant toujours été réalisés à pied, les hauts débits n'ont pour l'instant pas fait l'objet de mesure et sont extrapolés à partir d'un relevé topographique ensuite intégré au logiciel de modélisation (BAREME³). Il est question de les estimer plus précisément lors du PLAV2, selon les conditions hydrologiques hivernales. Cette courbe de tarage fait toujours l'objet de vérifications annuelles.

Par ailleurs, entre 2013 et 2015, les exutoires des 8 principaux cours d'eau du PAV ont fait l'objet de mesures ponctuelles de débits afin de reconstituer les débits journaliers par extrapolation. L'extrapolation du débit d'un cours d'eau se faisait alors à partir de la station hydrométrique située sur un contexte géologique similaire, granitique pour le Ris et schisteux pour le Kerharo. La différenciation des circulations hydrologiques selon la nature géologique des bassins versants avait été mise en avant à partir de 2010 par la DREAL. Les formules d'extrapolation sont également détaillées dans le rapport cité ci-dessus.

Pour les 13 autres cours d'eau, les débits étaient encore estimés à partir des valeurs du Steir. Les formules sont proposées en annexe II.I.

1.1.3 A PARTIR DE 2016

Le rapport de 2015 cité précédemment met en avant un certain écart entre les calculs de débits extrapolés depuis le Steir et ceux calculés depuis les stations hydrométriques de la baie pour un cours d'eau. Ces deltas varient selon le contexte géologique.

En 2016, un travail a été réalisé sur l'estimation de cet écart par cours d'eau et l'influence que cela aurait pu avoir sur les évaluations faites avant 2013. Pour cela, les débits du Steir entre 2015 et 2013 étaient comparés à ceux obtenus par chacune des stations hydrométriques locales de la baie. On pouvait ainsi affiner par exemple la relation entre les débits du Steir et ceux du Kerharo à leur station hydrométrique, non plus à partir de mesures ponctuelles, mais à partir des débits journaliers mesurés sur deux années complètes. On en déduisait une relation mathématique entre ces deux débits, plus fiable que celle obtenue sur la base de mesures ponctuelles.

Avec ces nouvelles corrélations, les débits sur l'ensemble des cours d'eau ont été recalculés pour les années antérieures à 2013, et par conséquent les flux d'azote associés. La méthodologie d'évaluation des flux est devenue plus fiable à l'aide de ces différentes étapes et grâce à l'acquisition d'une base de données riche sur le territoire. La Figure 7 présente une synthèse de la méthodologie pour le calcul des débits actuellement appliquée.

³ Logiciel développé par la DREAL permettant de créer les courbes de tarage.

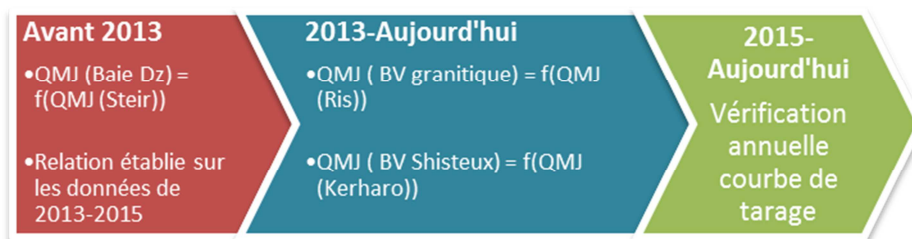


Figure 7 : Méthodes utilisées pour calculer les débits des cours d'eau dans la baie.

Le terme QMJ correspond au débit moyen journalier.

Suite aux travaux réalisés en 2016, la corrélation établie entre les débits du Steir et ceux du territoire (pour une utilisation avant 2013) est consolidée et n'a plus lieu d'être remise en cause dans les années à venir, si ce n'est sur les hauts débits, mal appréciés pour les deux sites équipés de stations hydrométriques. Lorsque ces hauts débits seront intégrés à la courbe de tarage la relation sera au besoin révisée.

1.2 CALCULER L'HYDRAULICITE

Définition : L'hydraulicité est un rapport du débit annuel d'un cours d'eau par rapport à sa moyenne interannuelle. Sa valeur sera de 1 si pour une année donnée le débit de cette année est égal à la moyenne interannuelle.

Pour une année pluvieuse, l'hydraulicité est supérieure à 1, pour une année sèche elle est inférieure à 1.

Définir un facteur d'hydraulicité unique pour la baie signifie que l'on émet l'hypothèse d'un fonctionnement hydrologique uniforme sur la baie. Avant 2017, le facteur d'hydraulicité utilisé était celui du Steir, cours d'eau pour lequel on avait le plus grand historique de données. Ces calculs permettaient d'avoir une première idée des flux pondérés, mais ces calculs sont maintenant perfectibles.

Dans le périmètre du plan algues vertes on considère 21 cours d'eau pour lesquels des calculs de flux d'azote sont effectués. On considère ces 21 cours d'eau comme représentatifs de l'ensemble des écoulements azotés de la baie. L'écoulement correspond à la quantité d'eau apportée par un cours d'eau en un point donné et sur une période donnée : par exemple, le débit journalier du Ris à son exutoire. Les caractéristiques de ces cours d'eau sont les suivantes :

Cours d'eau	Superficie en ha	Socle géologique dominant
Aber	3089	Schistes et grès
Kerharo	4465	Schistes briovériens
Kergaoulédan	1495	Massif granitique
Lapic	2711	Schistes briovériens
Lestrevet	1243	Schistes briovériens
Penity	384	Massif granitique
Ris	3590	Granodiorite de Plogonnec
Stalas	2232	Massif granitique
Cameros	376	Schistes briovériens
Caon	193	Schistes briovériens
KelerecNord	190	Schistes briovériens
Kelerec Sud	137	Schistes briovériens
Kerscampen	215	micaschiste, gneiss et schistes métamorphisés
Pentrez	1343	Schistes briovériens
Porlous	264	Schistes briovériens
Rostegoff	332	Schistes briovériens
Ste Anne	125	Schistes briovériens
Treboul	427	Trondhjémite de Douarnenez
Trezmalaouen	476	Schistes briovériens
Ty Anquer	1149	Schistes briovériens
Ty Mark	108	Schistes briovériens

Tableau 1 : Nature géologique des bassins versants

On distingue deux grands groupes géologiques distincts avec un bassin à dominante schisteuse sur le fond de baie (Porzay et sud de la presqu'île de Crozon) avec un peu de grès armoricain en tête de bassin versant (voir Figure 10) et granitique sur le sud de la baie (Douarnenez et Cap Sizun). Ces profils géologiques induisent des infiltrations d'eau différentes suivant les bassins versants (cf Annexe III: Partition de l'eau d'infiltration dans différents profils pédo-géologiques, source Reagih Environnement).

Cette première distinction conforte l'idée que l'utilisation d'un facteur d'hydraulicité unique à l'échelle du bassin versant n'est peut-être pas la méthode la mieux adaptée.

Afin de définir le facteur hydraulicité, il a donc été proposé de comparer la part des écoulements en fonction des caractéristiques géologiques des bassins versants sur la période 1999-2016. Pour le bilan de l'année 2015-2016, la période 1999-2016 est utilisée pour le calcul du facteur d'hydraulicité. Les Figures 8 et 9 présentent la proportion du débit journalier moyen de chaque cours d'eau par rapport au débit total de la baie.

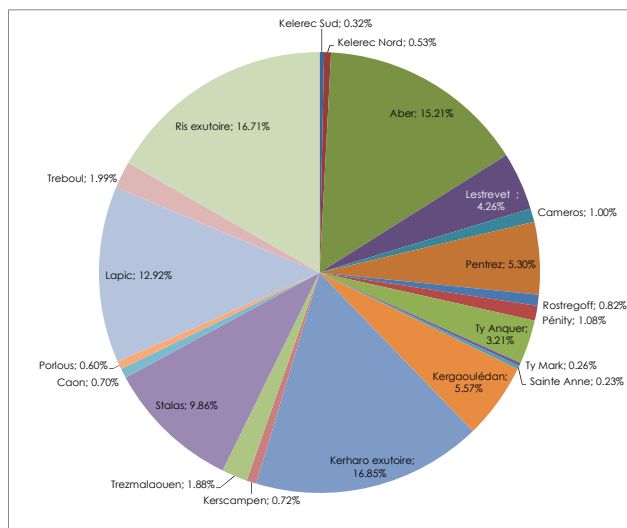


Figure 8 participation moyenne de chaque cours d'eau au débit moyen annuel (moyenné sur la période 1999 – 2016)

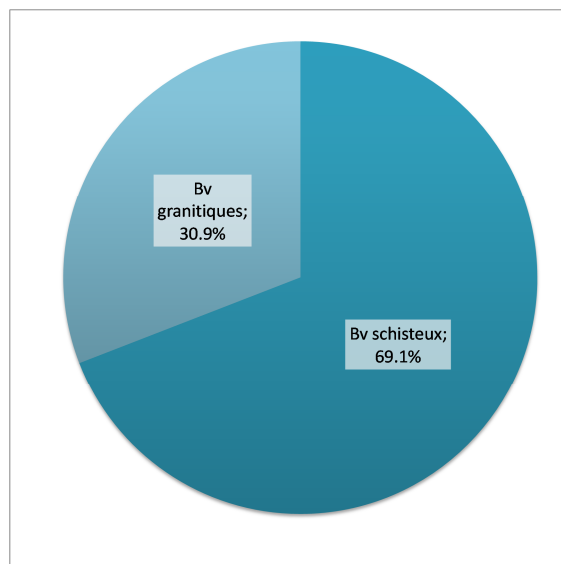


Figure 9 : Proportion au débit annuel par bassin géologique

Les écoulements moyens annuels ont pour 69 % une origine schisteuse et pour 31 % une origine granitique. Les pourcentages surfaciques de ces bassins sont de 64% pour les bassins schisteux et 36% pour les granitiques.

Par ailleurs, les écoulements au cours de l'année sont variables selon le socle géologique des bassins versants. Afin d'en rendre mieux compte il est proposé de représenter les débits mensuels moyens interrannuels 1999-2016 par cours d'eau en proportion relative.

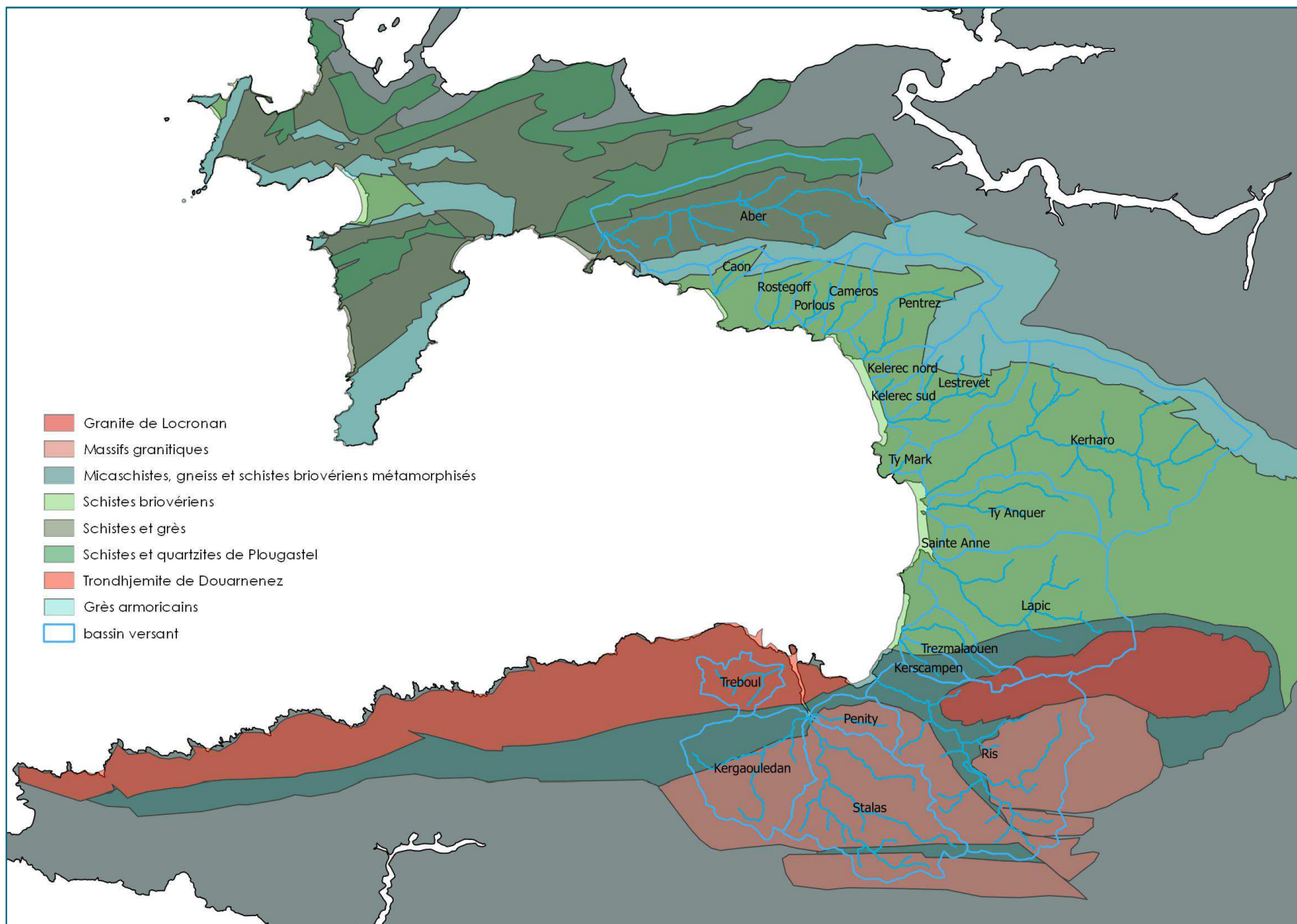


Figure 10 : Cartographie de la géologie des 21 bassins versants du PAV

Tout d'abord la Figure 11 présente les débits moyens mensuels par cours d'eau dans la baie :

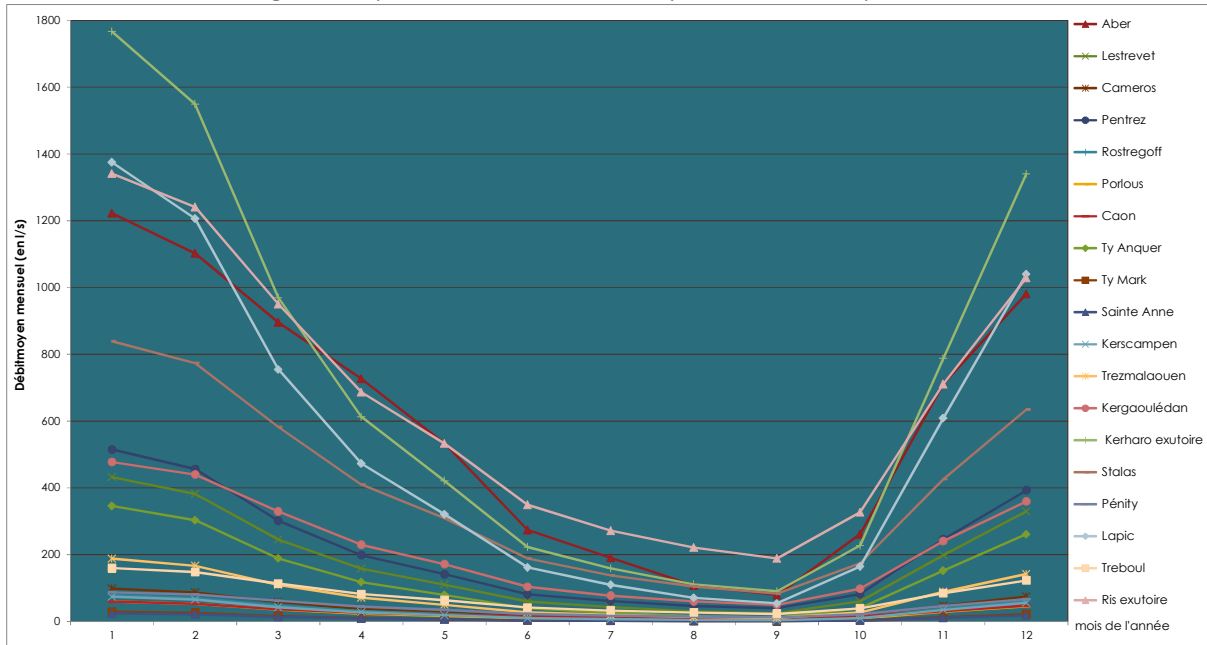


Figure 11 : Débits moyens mensuels par cours d'eau (moyenne 1999-2019)

Les cours d'eau possèdent globalement le même fonctionnement hydrologique, typique d'un régime pluvial avec un débit maximal présent au mois de janvier, à partir duquel les débits baissent peu à peu jusqu'à atteindre un débit d'étiage à la fin de l'été, le minimum se situant au mois de septembre. S'en suit une remontée du niveau qui va de pair avec la reprise des précipitations au début de l'automne.

Malgré cette apparente homogénéité, la participation relative de chaque cours d'eau au débit global est variable au cours de l'année (Figure 12) :

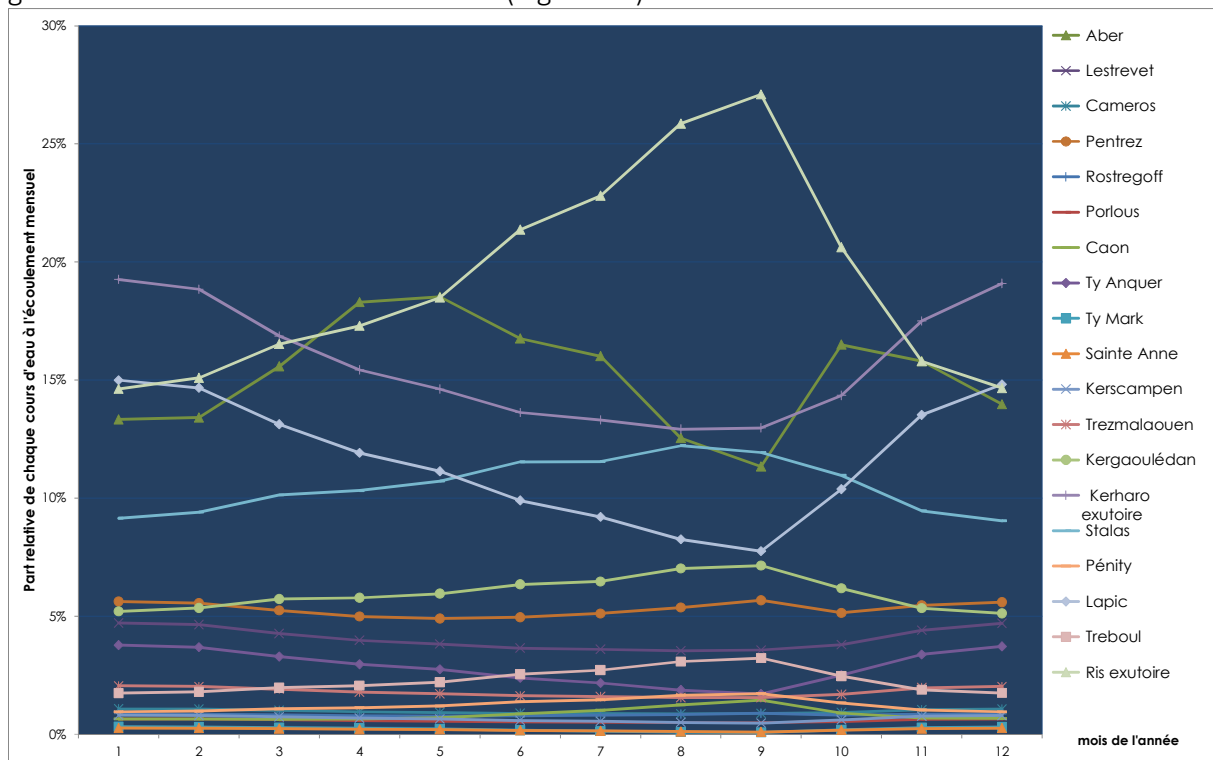


Figure 12 : Part relative de chaque cours d'eau au débit mensuel de la baie (1999-2019)

Sur ce graphique, on remarque que les bassins versants situés sur des contextes géologiques schisteux (Kerharo, en violet, Lapic en bleu clair sur le haut du graphique) ont une part prédominante (près de 35% en moyenne cumulée en janvier) dans le débit global de la baie en début et fin d'année lors des forts débits. Cependant lors de la période des basses eaux ils participent en une moindre mesure aux écoulements de la baie (environ 20 % en août – septembre).

En revanche, le cours d'eau du Ris (en vert clair), qui représente la plus grande part des écoulements d'origine granitiques, présente une augmentation progressive de janvier à Septembre dans sa part au débit global de la baie. Cela signifie que l'étiage est moins sévère sur ce bassin que sur les bassins d'origine schisteux.

Ce phénomène est d'autant plus important que le phénomène de marées vertes est conditionné par les flux d'azote dans la baie sur la période Mai-Septembre (cf Figure 13).

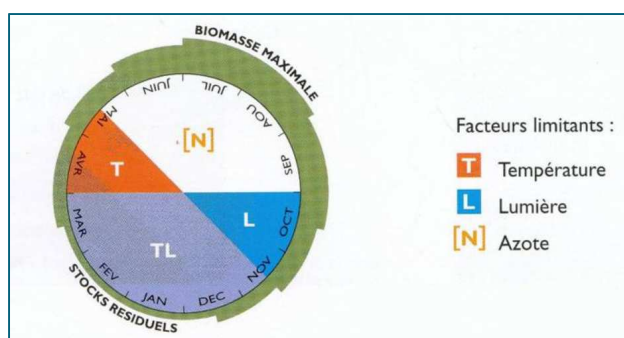


Figure 13 : Les facteurs limitants des marées vertes (source CEVA)

Si l'on additionne la participation relative des cours d'eau par contexte géologique on obtient le graphique suivant :

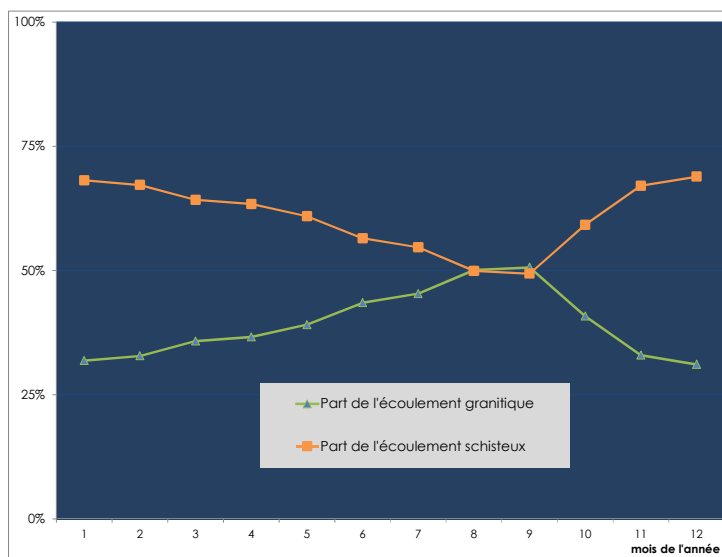


Figure 14 : Part relative des bassins granitiques et schisteux dans le débit mensuel de la baie

Par conséquent on obtient la même dynamique en sommant la globalité des écoulements par nature géologique de bassin : la part des écoulements provenant du bassin schisteux décroît avec le débit total des bassins de la baie alors que celle des bassins granitiques présente un soutien d'étiage plus important. Aux mois d'août et septembre la

participation des deux bassins se rejoint même à 50% chacune, malgré une différence assez importante des superficies drainantes, du moins celles superficielles, des bassins versants.

Ce constat doit permettre de mieux apprécier l'origine des flux azotés et comprendre la faible pertinence qu'il y a se focaliser sur un secteur en particulier. Ces constatations sont aussi essentielles pour déterminer un facteur d'hydraulicité pertinent à l'échelle de la baie.

Au vu des fonctionnements hydrologiques binaires présents dans la baie et compte tenu du fait que l'ensemble de ces débits sont calculés à partir de deux stations hydrométriques, il est proposé de calculer **un facteur d'hydraulicité par contexte géologique**.

Ces facteurs seront ensuite rattachés aux flux provenant des mêmes bassins géologiques pour obtenir deux flux pondérés. La somme de ces flux correspondra au flux total déversé dans la baie.

Pour rappel, le facteur d'hydraulicité étant calculé à partir de la moyenne des débits interannuels, sa valeur change chaque année pour l'ensemble des années étudiées.

Pour la période 1999-2018, les facteurs d'hydraulicité annuels sont donc les suivants :

1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
1.21	1.17	2.07	0.73	1.12	0.69	0.53	0.77	1.18	0.77	0.94	1.04	0.74	0.80	1.23	1.61	1.09	1.31	0.54	1.06	0.81
1.20	1.15	1.70	0.81	1.07	0.74	0.63	0.83	1.17	0.85	0.94	1.05	0.79	0.84	1.18	1.44	1.03	1.36	0.51	1.05	0.97

Il est nécessaire de calculer une hydraulicité saisonnière pour l'associer aux calculs de flux saisonnier. Ce double facteur permet d'être indépendant de la variabilité saisonnière de l'hydrologie.

Par exemple en 2012 les précipitations cumulées entre mai et septembre atteignaient 370 mm à la station de Douarnenez alors qu'en moyenne sur cette période elles sont de 290 mm (moyenne 2010-2016), soit un surplus de 27 %. En revanche sur l'année, les précipitations n'ont été que de 11% supérieure à la moyenne 2010-2016 (1175 mm contre 1060 mm moyen).

Pour la période 1999-2018, les facteurs d'hydraulicité pour les mois de Mai à Septembre sont les suivants :

1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
1.34	2.18	1.15	1.12	0.41	0.84	0.53	0.62	2.09	1.41	0.83	0.57	0.31	2.10	1.02	0.93	1.05	0.65	0.44	0.62	0.44
1.18	1.69	1.03	1.06	0.54	0.87	0.65	0.70	1.61	1.24	0.86	0.69	0.47	1.62	0.98	0.97	1.02	0.94	0.68	1.12	0.87

1.3 INDICATEURS UTILISES POUR LE SUIVI DES NITRATES

1.3.1 LA CONCENTRATION

La concentration moyenne en nitrates, exprimée en mg/l, est calculée sur la période Mai-Septembre et annuellement sur chacun des cours d'eau. Elle est mesurée par un laboratoire agréé après prélèvement dans le milieu réalisé par l'EPAB. L'objectif fixé dans le SAGE est d'atteindre en 2027 une concentration par cours d'eau et pour la période Mai-Septembre de 15 mg/l dans le but de réduire de moitié le phénomène de marées vertes.

Pour calculer la concentration en nitrates moyenne annuelle, il faut d'abord calculer la moyenne mensuelle puis faire la moyenne de ces valeurs mensuelles. En effet, suivant les années, les prélèvements d'eau ne sont pas réalisés à la même fréquence tous les mois. En calculant simplement une moyenne annuelle en faisant la moyenne des valeurs on induit un biais dans le calcul de la concentration moyenne. La même technique est utilisée pour les calculs de concentration moyenne mai septembre.

1.3.2 CALCUL DES FLUX

Définition établie par l'Agrocampus Ouest à Rennes :

Le calcul des flux associe une valeur journalière de débit à une valeur journalière de concentration. Ce calcul commence l'année où les données de débits et concentrations sont suffisantes.

Les mesures de concentration n'étant pas quotidiennes, des valeurs journalières sont reconstituées par interpolation: les concentrations journalières sont calculées grâce à une régression linéaire entre deux dates de mesures, afin de s'adapter aux mesures de débit journalières.

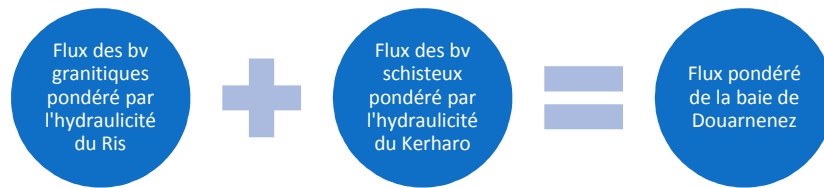
L'EPAB utilise l'outil Macroflux⁴ proposé par la DREAL et l'Agrocampus Ouest et dont le téléchargement est libre sur internet.

Les indicateurs suivants sont privilégiés pour réaliser le bilan annuel :

- ✓ Le flux brut mensuel et annuel, en tonnes d'azote(TN) : c'est le produit du débit et de la concentration. Cet indicateur est très dépendant du débit, et donc difficilement comparable compte tenu des écarts de débits entre les bassins versants de la baie. Par ailleurs il peut aussi être très variable selon la pluviométrie annuelle. Il est en revanche intéressant pour évaluer le lien entre les proliférations et les flux saisonniers ou mensuels et pour la modélisation du phénomène.

⁴ <http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/outil-macro-flux-a2699.html>

- ✓ Le flux pondéré par l'hydraulicité (il peut également être nommé « flux pondéré » dans le rapport). A partir des flux mensuels l'EPAB réalise un calcul des flux comme suit :



- ✓ Le flux spécifique correspond au flux brut rapporté à la surface du bassin versant. Par exemple, pour un flux total de 20 TN/mois sur un bassin de 20 ha, le flux spécifique sera de 1TN/ha/mois. Ce flux permet de comparer les bassins versants entre eux quel que soit leur taille. A l'occasion des premières synthèses régionales de calcul de flux d'azote par bassin versant (2008), le CSEB avait proposé une grille de classement des flux spécifiques d'azote suivante :

Flux spécifique en kg N-NO ₃ /ha/an	Classe de qualité
< 5]	Flux très faibles
]5 – 10]	Flux faibles
]10 – 25]	Flux modérés
]25 – 40]	Flux élevés
]40 – 60]	Flux très élevés
>60	Flux extrêmement élevés

Tableau 2 : Classes de qualité du flux spécifique d'après le CSEB (2008)

Cette grille est utilisée pour apprécier la qualité des bassins de la baie au regard de cet indice.

1.4 CALCUL DU PERCENTILE 90

Le percentile 90, ou Q90, consiste à prendre en compte la valeur en deçà de laquelle se situent 90 % des mesures réalisées (concentrations en nitrates) au cours de la campagne annuelle du programme de surveillance. Cet indicateur est l'indicateur de référence demandé par la DCE, c'est pourquoi il est calculé sur la baie de Douarnenez.

Le Q90 est considéré comme une valeur maximale de référence sur une période donnée et pour un bassin versant. Il permet également de comparer les bassins versants entre eux quelle que soit leur taille. La règle du percentile 90 permet d'obtenir une valeur maximale sans les valeurs exceptionnelles qui peuvent être dues à une erreur de l'opérateur lors du prélèvement ou de l'analyse, ou encore à une pollution accidentelle non représentative de l'état de la masse d'eau.

La méthodologie de calcul du Q90, telle qu'expliquée par le GIP Bretagne⁵ est la suivante :

Pour chaque station, le percentile 90 (exprimé en mg/l) est calculé soit par année civile (période du 1er janvier au 31 décembre de l'année n) soit par année hydrologique (période du 1er octobre de l'année n au 30 septembre de l'année n+1). Le Q90 est calculé, selon le nombre d'analyses disponibles (na), comme suit :

na < 6 : pas de calcul de Q90 ;

na ≥ 6 : classement des résultats par ordre décroissant ;

Rang du résultat à retenir = arrondis (0.9 x na + 0.5)

Exemple : 10 analyses : rang du résultat à retenir = 9,5 donc valeur de la 10^e analyse

15 analyses : rang du résultat à retenir = 13,9 donc valeur de la 14^e analyse

21 analyses : rang du résultat à retenir = 19,4 donc valeur de la 19^e analyse

Etc

La représentation est celle du Seq- Eau⁶ :

Q90 en mg NO3/l	Classe de qualité
≤2	Très bon
>2 et ≤10	Bon
>10 et ≤25	Moyen
>25 et ≤50	Médiocre
>50	Mauvais

Tableau 3 : Classes de qualité associées à l'indicateur Q90

1.5 INDICATEURS UTILISES POUR LE SUIVI DES MAREES VERTES

1.5.1 LA MESURE SURFACIQUE DES ECHOUAGES

L'indicateur principal permettant de mesurer l'importance des marées vertes est inscrit dans l'arrêté du 27 Juillet 2015 *modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement*. Cet arrêté décrit les méthodes d'évaluation des marées vertes pour répondre aux directives européennes dans le cadre de la DCE.

Cet indicateur est l'EQR (Equivalent Quality Ratio)⁷ pour les marées vertes de type I.

Il est précisé que l'EQR varie en fonction du type de marées vertes : dans la baie de Douarnenez on est dans le cas de marées vertes de type I, c'est-à-dire des développements massifs d'ulves ayant lieu dans les grandes baies sableuses peu profondes.

⁵ Rapport « Concentration en nitrates dans les cours d'eau : méthode et analyse »,

Élodie Bardon et Émilie Novince (GIPBE), en collaboration avec Anne-Paule Duboulet (AELB), Marcel Guiho (Dreal Bretagne), Josette Launay (CSEB). Octobre 2016.

⁶ Le [Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau](#) permet d'évaluer la qualité de l'eau et son aptitude à assurer certaines fonctionnalités

⁷ Indicateur de qualité exprimé en ratio

L'EQR est composé de 3 métriques. Pour chacune de ces métriques, et en fonction de la valeur du pourcentage de la métrique on associe une classe de qualité : très bonne, bonne, moyenne, médiocre et mauvaise. Un EQR intermédiaire est calculé pour chaque métrique. Pour rappel, la DCE demande à ses états membres l'atteinte du bon état écologique.

METRIQUE 1 LE POURCENTAGE MAXIMUM DE L'AIRE POTENTIELLEMENT COLONISABLE (APC) RECOUVERTE PAR LES ALGUES VERTES.

L'aire présentant des échouages d'ulves est exprimée en ha equi 100 (couverture algale équivalent 100%). Elle est obtenue en multipliant l'aire de chaque dépôt algal par son taux de recouvrement. Plusieurs campagnes de survols des zones d'échouages sont réalisées chaque année pour définir les surfaces colonisées et pendant lesquelles les estrans sont photographiés. Celles-ci ont lieu à basse mer en périodes de grandes marées pour analyser une surface maximale. Les photos sont ensuite analysées pour calculer les surfaces d'échouages. Des analyses de terrain permettent de compléter la photo-interprétation en identifiant les espèces algales échouées et en estimant ponctuellement des pourcentages de couverture.

Par exemple, on mesurera sur photo aérienne une surface d'un hectare recouverte d'ulves. Si l'évaluation du taux de couverture indique que le pourcentage de couverture réel des algues n'est que de 80%, la surface sera donc de 0.8 ha equi 100. Les taux de couverture sont déterminés par photo interprétation sur l'aérien, à l'aide d'un manuel qui décrit pour chaque typologie de dépôt un taux de couverture correspondant, établi par traitement d'image.

Pour mesurer ces surfaces, on utilise les trois campagnes de survol de mai, juillet et septembre. Le maximum de chaque année (parmi les trois inventaires) est moyenné sur les 6 dernières années de mesure.

Cette moyenne est rapportée à l'aire potentiellement colonisable (APC) par les algues vertes, aire définie par la zone d'estran meuble comprise entre le trait de côte⁸ et le niveau de basse mer coeff 120⁹. En baie de Douarnenez, cette surface est de 969 ha environ.

Cette métrique permet d'identifier les masses d'eau touchées par d'importantes marées vertes, même sur de courtes périodes.

seuil inf	seuil sup	classe qualité	EQR sup	EQR inf
0	0.5	Très bon	1	0.8
0.5	1.5	Bon	0.8	0.6
1.5	4	Moyen	0.6	0.4
4	10	Médiocre	0.4	0.2
10	100	Mauvais	0.2	0

Tableau 4 : Classes de qualité pour la métrique 1 de l'EQR

⁸ Le trait de côte est la limite maximale des eaux marines et correspond à la limite atteinte par les eaux calmes à pleine mer lors des marées de plus fort coefficient.

⁹ Le coefficient de marée 120 définit la plus forte marée possible.

Pour une métrique, on calcule un EQR associé nommé EQR_m , avec m le numéro de la métrique. L' EQR_m , est calculé comme suit :

$$EQR_m = EQR_{sup} - \frac{(valeur\ métrique - seuil\ inférieur)}{(seuil\ supérieur - seuil\ inférieur)} * (EQR\ sup - EQR\ inf)$$

Par exemple, entre 2010 et 2015 la moyenne du pourcentage maximum de l'APC recouverte par les algues vertes était de 8.93 %. Cette valeur est comprise entre les valeurs seuil 4 et 10 correspondant à la classe de qualité médiocre. Les EQR supérieurs et inférieurs correspondant à cette classe de qualité sont 0.2 et 0.4

Le calcul de l' EQR_m est donc le suivant :

seuil inf	seuil sup	classe qualité	EQR sup	EQR inf
0	0.5	Très bon	1	0.8
0.5	1.5	Bon	0.8	0.6
1.5	4	Moyen	0.6	0.4
4	10	Médiocre	0.4	0.2
10	100	Mauvais	0.2	0

$$EQR_m = 0.4 - \frac{(8.93-10)}{(10-4)} * (0.4 - 0.2) = 0.23$$

Le pourcentage maximal sur 6 années pour être en bon état écologique au regard de cette métrique est de 1.5% de l'APC. Pour la baie de Douarnenez, cela correspond à une moyenne interannuelle des maximums équivalente à 14.54 ha.

METRIQUE 2 LE POURCENTAGE MOYEN DE L'AIRE POTENTIELLEMENT COLONISABLE (APC) RECOUVERTE PAR LES ALGUES VERTES.

Pour calculer ce pourcentage, la moyenne des moyennes annuelles de couvertures algales mesurées en mai, juillet et septembre est calculée sur 6 années, puis rapportée à l'APC.

Cette métrique permet d'évaluer la colonisation moyenne d'une masse d'eau par les algues vertes par rapport à son potentiel de recouvrement maximal. Elle rend compte de l'intensité et de la longueur du phénomène.

seuil inf	seuil sup	classe qualité	EQR sup	EQR inf
0	0.25	Très bon	1	0.8
0.25	0.75	Bon	0.8	0.6
0.7	2	Moyen	0.6	0.4
2	5	Médiocre	0.4	0.2
5	100	Mauvais	0.2	0

Tableau 5 : Classes de qualité pour la métrique 2 de l'EQR

Le bon état écologique au regard de la métrique 2 est atteint lorsque la colonisation moyenne interannuelle ne dépasse pas 7.2 ha, soit 0.75% de l'aire potentiellement colonisable (APC).

METRIQUE 3 LA FREQUENCE DES DEPOTS D'ALGUES VERTES > 1.5% DE L'AIRE POTENTIELLEMENT COLONISABLE

Cette métrique permet d'évaluer la longueur du phénomène de bloom, c'est-à-dire le nombre de fois que l'on est au-dessus du seuil de 1.5 %.

seuil inf	seuil sup	classe qualité	EQR sup	EQR inf
0	10	Très bon	1	0.8
10	30	Bon	0.8	0.6
30	60	Moyen	0.6	0.4
60	90	Médiocre	0.4	0.2
90	100	Mauvais	0.2	0

Tableau 6 : Classes de qualité pour la métrique 3 de l'EQR

Sur 6 ans, 18 campagnes d'échantillonnages sont réalisées pour le calcul de cet indice. On peut en déduire la classification suivante :

Nb de campagnes avec AV > 1.5% APC	Fréquence (en %)	Seuils	Etat écologique	EQR
0	0.0	0-10	Très bon	1-0.8
1	5.6	0-10	Très bon	1 - 0.8
2	11.1	10-30	Bon	0.8 - 0.6
3	16.7	10-30	Bon	0.8 - 0.6
4	22.2	10-30	Bon	0.8 - 0.6
5	27.8	10-30	Bon	0.8 - 0.6
6	33.3	30-60	Moyen	0.6 - 0.4
7	38.9	30-60	Moyen	0.6 - 0.4
8	44.4	30-60	Moyen	0.6 - 0.4
9	50.0	30-60	Moyen	0.6 - 0.4
10	55.6	30-60	Moyen	0.6 - 0.4
11	61.1	60-90	Médiocre	0.4 - 0.2
12	66.7	60-90	Médiocre	0.4 - 0.2
13	72.2	60-90	Médiocre	0.4 - 0.2
14	77.8	60-90	Médiocre	0.4 - 0.2
15	83.3	60-90	Médiocre	0.4 - 0.2
16	88.9	60-90	Médiocre	0.4 - 0.2
17	94.4	90-100	Mauvais	0.2 - 0
18	100.0	90-100	Mauvais	0.2 - 0

Tableau 7 : Classification de l'EQR3

Le bon état écologique au regard de la métrique 3 est atteint lorsque le nombre de campagnes pour lesquelles on relève un pourcentage de recouvrement algal inférieur à 1.5% de l'APC est de 5 maximum.

L'EQR total est ensuite calculé en moyennant les trois métriques avec un poids identique donné à chaque métrique.

1.5.2 LE RAMASSAGE DES ALGUES ECHOUÉES

Le ramassage des algues vertes est un indicateur présenté sur la période 1994-2019. Les données sont récupérées annuellement auprès des communes. C'est un indicateur de la nuisance ressentie et de l'effort consenti par les communes. Les ramassages sont conditionnés par les moyens des communes d'une part, et par les conditions climatiques d'autre part. Pour des raisons logistiques par exemple, un ramassage peut être programmé sans pour autant être déclenché. Les quantités comptabilisées sont donc loin d'être exhaustives.

Résultats de l'année hydrologique 2018-2019

1.6 BILAN METEOROLOGIQUE

La baie de Douarnenez compte deux postes de mesures de la pluviométrie sur le territoire : la station basée à Lanvéoc (historique météo Bretagne¹⁰ sur la période 1981-2010) et les mesures faites à l'usine de Kervignac par l'équipe technique municipale de Douarnenez.

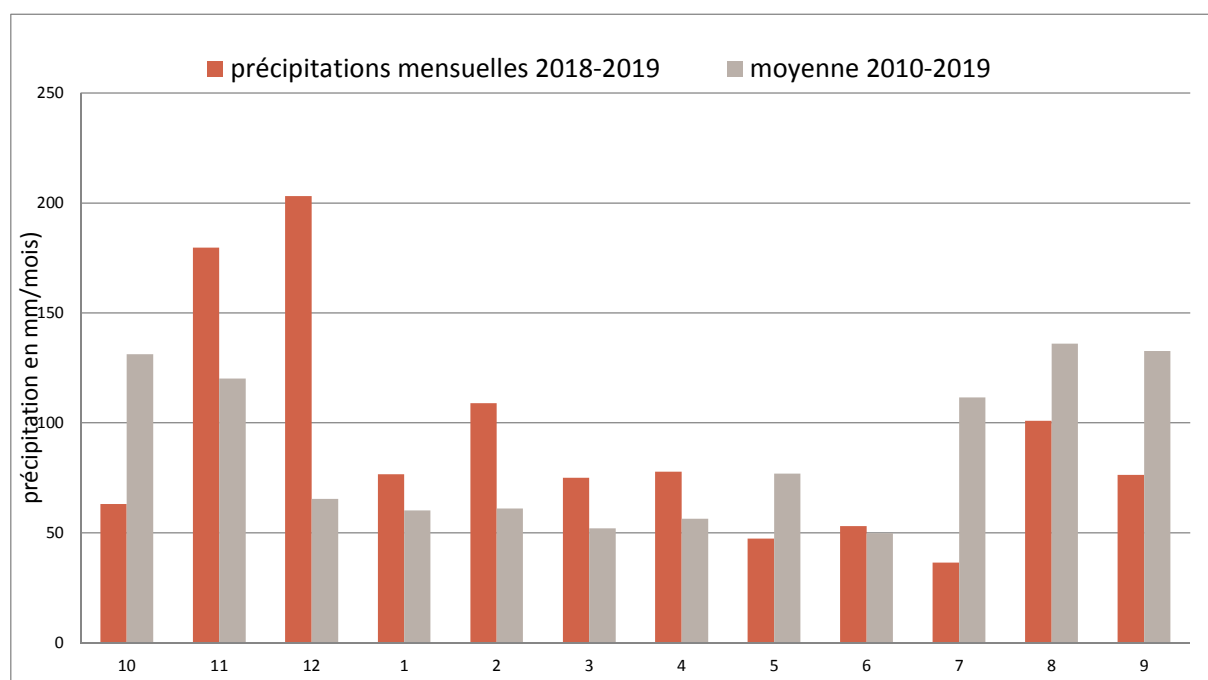


Figure 15 : Pluviométrie mensuelle 2018-2019

D'après les données de la station de Kervignac, l'année hydrologique 2018-2019 est une année moyenne en terme de pluviométrie avec un total de 1098 mm annuel contre 1043 mm en moyenne interannuelle. Toutefois, certains mois présentent des déficits hydriques marqués (octobre -38% ; janvier -42% ; juillet -35%) et d'autres des surplus importants (septembre et décembre : +53%). La période novembre – avril présente globalement un surplus de précipitations quand la période fin de printemps – été est plus sèche (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cela explique l'écart entre l'hydraulicité annuelle et l'hydraulicité mai-septembre avec un indice entre 0.4 et 0.8 selon la géologie, les roches granitiques permettant un meilleur soutien d'étiage que les roches schisteuses (plus de rétention d'eau dans la roche).

Pour les bassins schisteux, on a donc un écoulement sur la période printemps été qui est de 40% de la moyenne interannuelle.

1.7 BILAN DES CONCENTRATIONS EN NITRATES

¹⁰ <http://www.meteo-bretagne.fr/climatologie-normales-Lanveoc-Poulmic>

Le suivi 2018-2019 a porté sur les 21 bassins versants du périmètre du Plan Algues vertes principaux contributeurs au flux d'azote. Les 8 principaux cours d'eau ont été suivis de façon hebdomadaire entre mai et septembre et tous les quinze jours le reste de l'année. Les 13 cours d'eau les plus petits ont été suivis tous les quinze jours uniquement.

Remarque : les couleurs dégradées dans les tableaux suivants (à l'exception du tableau 14) sont générées par la mise en forme conditionnelle du logiciel Excel afin de permettre une visualisation rapide des valeurs les unes par rapport aux autres. Ces couleurs ne représentent pas les classes de qualité décrites dans le paragraphe sur la méthodologie et ne sont en aucun cas comparables d'un tableau à l'autre.

CONCENTRATIONS MENSUELLES ET INDICATEURS ANNUELS

Le

Tableau 8 présente les moyennes annuelles et mai – septembre des concentrations en nitrates.

La concentration moyenne mensuelle maximale est relevée sur le ruisseau du Stalas au mois de Mars. La concentration moyenne mensuelle minimale est de 10 mg/l et est relevée à la fois sur l'Aber en Octobre et sur le Pénity en Janvier.

Le pénity atteint l'objectif fixé dans le SAGE de la baie de Douarnenez pour 2027 avec une concentration moyenne mai-septembre de 14 mg/l.

La Figure 10 précise la localisation des différents bassins versants.

	Concentration en nitrates moyenne (mg/l)		Concentration moyenne par mois (mg/l)											
	Annuelle	Mai - Septembre	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept
Aber	16	18	17	15	13	15	16	14	13	17	16	22	18	18
Cameros	33	35	36	25	36	31	35	32	31	34	33	40	36	32
Caon	19	17	25	20	18	21	21	17	18	17	19	15	19	14
Kelerec Nord	35	34	36	32	32	39	38	38	35	41	38	36	34	20
Kelerec Sud	22	25		18	34	21	29	16	12	22	19			33
Kergaoulédan	28	31	30	22	19	25	28	27	27	30	29	33	32	30
Kerharo	19	18	15	16	24	24	27	22	19	17	16	19	17	18
Kerscampen	37	36	36	28	41	39	43	40	38	38	36	37	38	32
Lapic	27	25	21	20	31	33	36	32	31	29	25	26	25	22
Lestrevet	21	21	19	17	26	24	27	22	20	22	19	24	20	19
Pénity	13	14	14	10	6	13	15	14	13	16	13	15	13	14
Pentrez	24	23	18	21	32	29	29	24	23	23	22	24	23	23
Porlous	41	43	40	32	49	43	44	39	40	38	37	49	42	47
Ris	25	25	25	21	22	26	26	26	25	26	25	26	25	25
Rostegoff	29	27	22	19	36	36	36	32	31	32	27	28	26	22
Stalas	35	36	35	28	29	35	37	36	36	37	35	37	37	34
St-Anne	36	32	24	20	48	46	50	44	40	39	31	34	31	25
Tréboul	24	25	26	17	19	24	27	24	23	26	25	26	27	21
Trezmalaouen	32	31	30	24	29	36	38	35	34	35	32	33	31	25
Ty Anquer	23	21	18	17	26	28	30	25	23	23	18	20	20	26
Ty Mark	20	14		15	29	30	31	26	23	24	21	19	4	3

Tableau 8 : Concentrations moyennes 2018-2019 en nitrates par cours d'eau

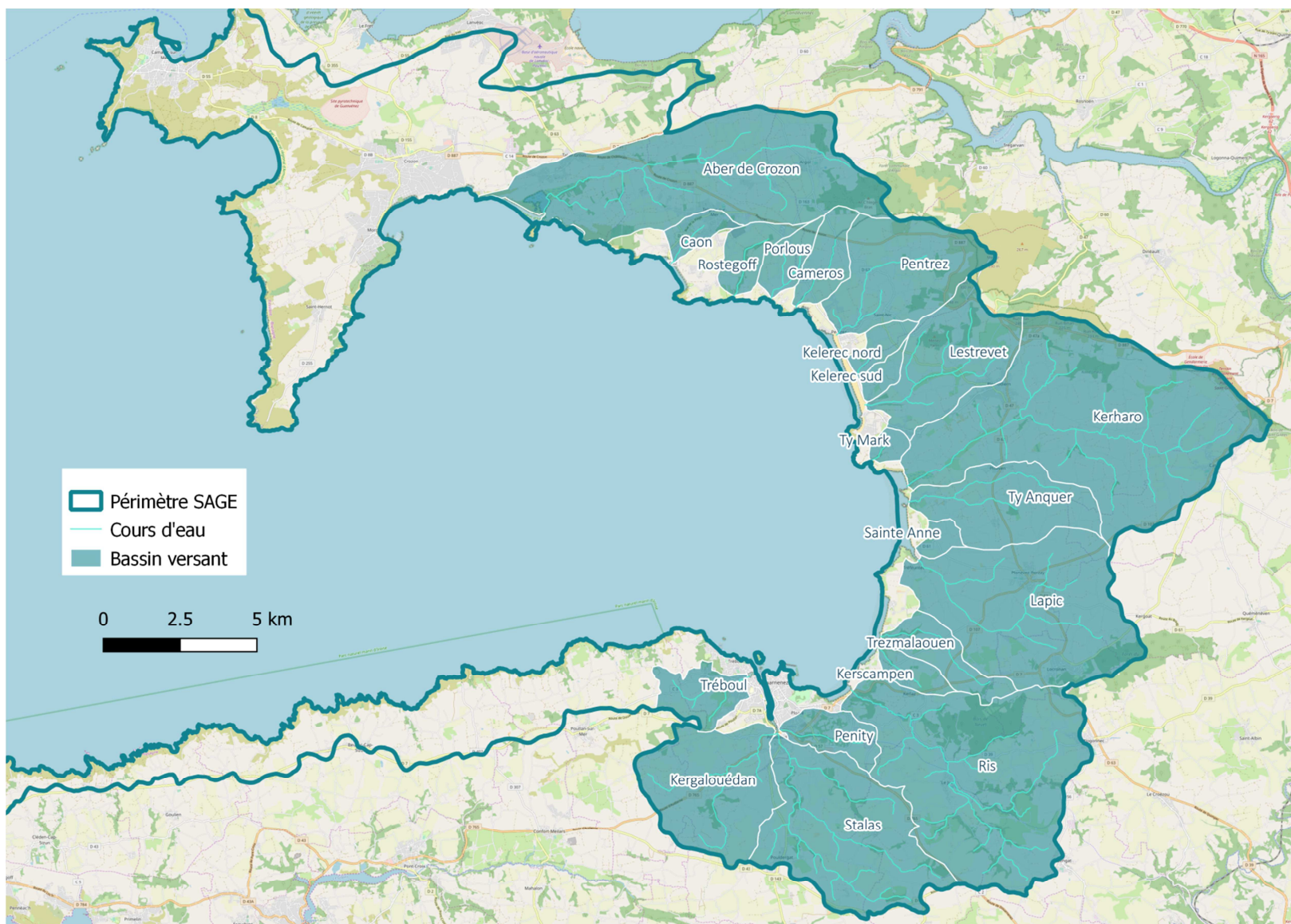


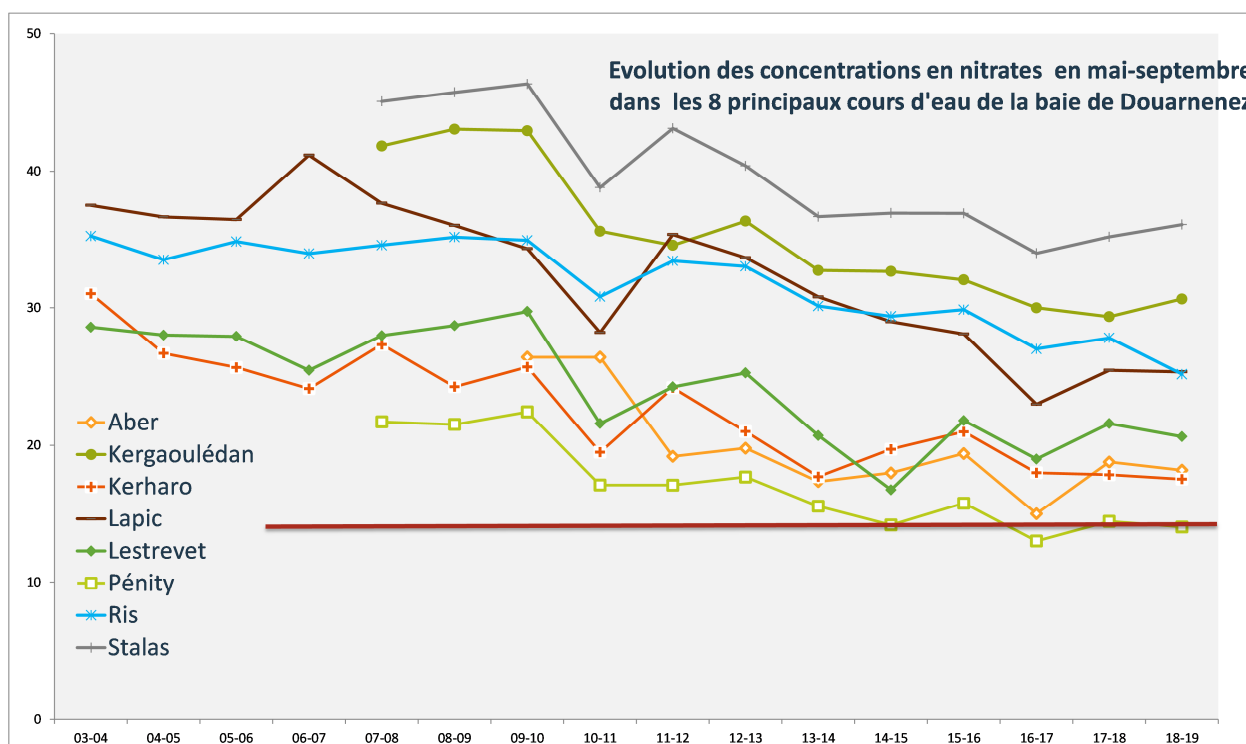
Figure 16 : Carte représentant les 21 cours d'eau suivis pour le paramètre nitrates en 2018-2019

CONCENTRATIONS ANNUELLES

Le Tableau 9 présente l'évolution des concentrations interannuelles :

Concentration moyenne annuelle en nitrates (mg/l)												
Année hydro	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Aber						18	15	15	16	15	16	16
Cameros	41	41	40	42	40	39			34	32		33
Caon	29	30	34	24	22	18			17	17		19
Kelerec Nord	40	44	44	45	42	40			35	32		35
Kelerec Sud	29	26	27	27	25	27			17	11		22
Kergaoulédan					40	34	31	30	29	28	27	28
Kerharo	32	31	31	30	30	26	22	22	22	20	21	19
Kerscampen	41	43	44	44	46	46			39	35		37
Lapic	40	41	41	43	40	36	33	31	30	26	28	27
Lestrevet	30	30	29	30	29	28	23	20	22	19	22	21
Pénity					19	16	14	13	14	14	13	13
Pentrez	27	28	26	28	28	29			24	22		24
Porious	48	50	47	49	48	48			42	40		41
Ris	35	34	34	34	34	31	30	28	28	28	27	25
Rostegoff	39	41	38	43	42	39			30	26		29
Stalas					44	39	37	36	36	33	34	35
St-Anne				57	52	51			37	31		36
Tréboul					38	32			25	23		24
Trezmalaouen	48	46	48	48	48	43			36	32		32
Ty Anquer	33	33	34	39	32	31			24	17		23
Ty Mark			42	43	44	39			27	17		20

Tableau 9 : Concentration moyenne en nitrates par cours d'eau par an



L'évolution des concentrations moyennes mai-septembre montre globalement une diminution moindre par rapport aux années précédentes. Cette observation semble se généraliser à l'échelle de la Bretagne et la piste principale pour l'expliquer évoque le délai entre la mise en place d'actions agricoles et leur effet sur les concentrations mesurées à l'exutoire des cours d'eau, notamment du fait du temps de transit de l'eau dans le compartiment souterrain qui varie entre 10 et 20 ans. Sur la baie de Douarnenez, une étude portée par l'Observatoire des

Sciences de l'Univers de l'Université de Rennes I a débuté en 2018 et sera finalisée dans le courant de l'année 2020. Cette étude consiste à dater l'âge des eaux en différents points du bassin versant du Ris et du Kerharo pour évaluer ce mélange d'eau, modéliser le transfert d'azote dans les nappes et les interactions nappes/rivières. Cette étude permettra d'avoir plus d'éléments localement pour expliquer la stagnation, voire la hausse des concentrations dans les cours d'eau observées sur l'année 2018-2019, année hydrologiquement dans la moyenne.

Certains cours d'eau présentent malgré tout une baisse des concentrations, c'est le cas du Kerharo pour lequel l'EPAB maintient une gestion des vannes du marais de Kervijen en aval et permet d'optimiser la dénitrification d'une partie des eaux par le marais. Le Ris présente également une baisse continue des concentrations moyennes, cependant la localisation du point de prélèvement a été déplacée en 2018 et peut expliquer cette tendance différente des autres cours d'eau.

CONCENTRATIONS MAI - SEPTEMBRE

Le Tableau 10 présente l'évolution des concentrations mai-septembre :

Concentration moyenne mai-septembre en nitrates (mg/l)																
Année hydro	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Aber							26	26	19	20	17	18	19	15	19	18
Cameros	39	40	41	39	40	41	40	34	35	39			35	34		35
Caon	34	37	38	21	23					16			16	16		17
Kelerec Nord	40	41	44	46	43					39			36	34		34
Kelerec Sud	13	23	25	16	25					20			9	9		25
Kergaoulédan					42	43	43	36	35	36	33	33	32	30	29	31
Kerharo	31	27	26	24	27	24	26	20	24	21	18	20	21	18	18	18
Kerscampen	42	41	43	45	46					45			37	35		36
Lapic	37	37	36	41	38	36	34	28	35	34	31	29	28	23	25	25
Lestrevet	29	28	28	25	28	29	30	22	24	25	21	17	22	19	22	21
Pénity					22	22	22	17	17	18	16	14	16	13	14	14
Pentrez	26	26	25	26	28	28	26	22	27	26			23	21		23
Porlous	44	47	47	45	48					47			44	40		43
Ris	35	34	35	34	35	35	35	31	33	33	30	29	30	27	28	25
Rostegoff	38	38	38	41	42					36			28	23		27
Stalas					45	46	46	39	43	40	37	37	37	34	35	36
St-Anne				55	52					45			29	28		32
Tréboul					39	38	39	32	31	33			26	23		25
Trezmalaouen	50	45	48	48	48	47	46	39	43	42			35	31		31
Ty Anquer	26	24	31	38	33	22	22	18	32	26			18	12		21
Ty Mark			42	40	45					34			26	16		14

Tableau 10 : Concentration moyenne en nitrates par cours d'eau Mai-Septembre entre 2004 et 2017

Les évolutions interannuelles sur la période mai-septembre suivent les évolutions des moyennes interannuelles.

Cette année, 2 cours d'eau ont atteint l'objectif que le SAGE Baie de Douarnenez a fixé pour 2027 : 15mg/l en moyenne sur Mai-Septembre : le Pénity et le Ty Mark. Ce second cours d'eau est toutefois en assec une partie de l'été.

Les cours d'eau présentant les plus fortes concentrations moyennes mai-septembre sont le Porlous avec 43 mg/l de nitrates moyen, le Kerscampen et le Stalas avec 36 mg/l, le Cameros avec 35mg/l et le Kelerec Nord avec 34 mg/l.

A noter que le Kelerec Sud, qui présentait des concentrations moyennes de 9 mg/l en 2016-2017 et 25 en 2018-2019 est un cours d'eau qui présente fréquemment des assecs l'été et cela impacte la qualité des évaluations interannuelles.

1.8 BILAN DES Q90

Le bilan des nitrates au vu de l'indicateur Q90 pour l'année hydrologique 2018-2019 est présenté dans le Tableau 11 présentant les résultats en Q90.

Q90	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2016-2017	2017-2018	2018-2019
Aber							28	28	21	23	21	21	19	22	22
Lestrevet	38	35	32	40	34	35	36	33	33	33	28	26	23	24	26
Kerharo	42	40	42	42	36	37	40	36	35	36	30	29	24	29	25
Lapic	53	50	49	52	47	50	48	45	44	44	39	38	31	35	35
Ris	38	38	39	39	37	38	37	36	36	35	34	31	30	29	27
Pénity					24		24	23	19	21	19	16	17	17	17
Stalas					46		48	46	46	43	41	39	37	37	38
Kergaoulédan					43		45	42	38	39	37	35	32	32	33
Caon	36	46	47	35	26					22			21		24
Rostegoff	52	46	43	56	49					44			34		37
Porslous	59	54	51	61	54					52			47		50
Cameros	50	45	44	52	45	46	47	43	44	43			37		39
Pentrez	34	31	29	35	33	31	33	32	33	33			25		31
Kelerec nord	52	50	49	51	50					44			40		41
Kelerec sud	51	45	34	50	40					38			20		33
Ty Mark			51	63	54					46			27		31
Ty Anquer	49	47	42	51	45	45	45	41	41	39			27		31
Sainte Anne				73	65					59			45		51
Trezmalaouen	56	49	54	56	52	53	51	49	49	47			37		38
Kerscampen	49	48	49	51	50					49			39		42
Treboul					41		41	39	35	35			28		29

Tableau 11 : Evolution des Q90 par cours d'eau entre 2003 et 2019

Comme pour la concentration moyenne, on note une stagnation, voire une augmentation depuis 2018 des Q90 sur la baie et sur l'ensemble du suivi. D'après la classification proposée par la DREAL Bretagne et pour la DCE, 3 cours d'eau présentent un état moyen (Q90 entre 10 et 25 mg/l), 16 cours d'eau présentant un Q90 correspondant à une classe de qualité médiocre (Q90 entre 25 et 50 mg/l) et 2 cours d'eau sont classés en qualité mauvaise au regard de cet indice.

1.9 BILAN DES FLUX

1.9.1 FLUX MENSUELS

Les flux bruts mensuels par cours d'eau pour l'année 2018-2019 sont les suivants :

mois >	oct-18	nov-18	déc-18	janv-19	févr-19	mars-19	avr-19	mai-19	juin-19	juil-19	août-19	sept-19
Aber	0.36	3.04	11.59	8.95	9.11	8.19	4.15	1.99	0.83	0.30	0.41	0.20
Cameros	0.09	0.36	2.84	0.74	1.60	0.63	0.42	0.24	0.15	0.08	0.09	0.06
Caon	0.14	0.20	0.85	0.33	0.56	0.25	0.19	0.13	0.11	0.08	0.10	0.07
Kerelec Nord	0.07	0.23	1.30	0.48	0.95	0.39	0.27	0.18	0.10	0.07	0.07	0.04
Kerelec Sud	0.02	0.09	0.81	0.16	0.43	0.11	0.06	0.06	0.01			0.02
Kergaouedan	0.76	2.16	8.15	4.81	6.60	4.17	2.85	2.08	1.30	1.02	1.51	0.94
Kerharo	0.52	3.66	34.65	9.15	20.96	7.15	4.06	1.75	1.02	0.55	0.62	0.42
Kerscampen	0.04	0.28	2.49	0.65	1.42	0.57	0.36	0.18	0.09	0.03	0.04	0.02
Lapic	0.35	3.77	35.01	9.54	21.73	7.99	4.95	2.33	1.03	0.28	0.43	0.18
Lestrevet	0.19	1.02	9.11	2.39	5.34	1.85	1.12	0.64	0.33	0.19	0.20	0.12
Penity	0.08	0.18	0.56	0.46	0.64	0.40	0.28	0.23	0.14	0.11	0.14	0.10
Pentrez	0.32	1.62	13.02	3.56	7.49	2.56	1.69	0.96	0.61	0.37	0.40	0.31
Porslous	0.05	0.27	2.32	0.61	1.28	0.48	0.32	0.16	0.10	0.05	0.06	0.04
Ris	2.46	6.23	24.93	14.10	18.16	11.75	8.14	6.06	4.02	3.15	4.19	2.96
Rostegoff	0.06	0.25	2.32	0.69	1.39	0.54	0.35	0.20	0.11	0.07	0.07	0.05
Stalas	1.43	4.97	21.29	11.63	15.96	10.08	6.74	4.81	2.93	2.02	3.15	1.97
Ste Anne	0.002	0.08	0.94	0.24	0.55	0.20	0.11	0.05	0.02	0.0007	0.004	0.001
Treboul	0.31	0.62	2.65	1.55	2.13	1.33	0.89	0.72	0.51	0.38	0.52	0.32
Trezmalaouen	0.12	0.59	4.67	1.58	3.22	1.33	0.85	0.46	0.25	0.11	0.13	0.07
Ty Anquer	0.06	0.74	7.42	2.04	4.77	1.54	0.92	0.43	0.15	0.03	0.07	0.04
Ty Mark	0.001	0.05	0.68	0.18	0.40	0.14	0.07	0.03	0.01		0.00043	0.00008

Tableau 12 : Flux mensuels bruts (TN/mois) par cours d'eau 2018-2019

Le flux brut total pour l'année hydrologique 2018-2019 pour les 21 cours d'eau est de 574 TN. Les bassins du Kerharo et du Lapic, les plus vastes sur socles schisteux, présentent les teneurs les plus élevées en janvier avec un pic autour de 35 TN par cours d'eau pour le mois de Janvier. Les fortes variations entre les mois de janvier et février sur un même bassin montrent l'influence nette des précipitations hivernales sur les flux bruts.

Le tableau ci-dessous présente les participations relative de chaque cours d'eau au flux brut annuel et au flux brut mai septembre pour l'année hydrologique 2018-2019.

	Participation relative au flux brut annuel	Participation relative au flux brut mai-septembre
Ris	17.96%	30.43%
Lapic	14.82%	6.34%
Stalas	14.72%	22.20%
Kerharo	14.30%	6.49%
Aber	8.31%	5.57%
Kergaouledan	6.15%	10.22%
Pentrez	5.57%	3.97%
Lestrevet	3.81%	2.21%
Ty Anquer	3.08%	1.07%
Trezmalaouen	2.27%	1.53%
Treboul	2.02%	3.66%
Cameros	1.23%	0.92%
Kerscampen	1.04%	0.53%
Rostegoff	1.03%	0.75%
Porslous	0.97%	0.60%
Kerelec Nord	0.70%	0.68%
Penity	0.56%	1.07%
Caon	0.51%	0.73%
Ste Anne	0.37%	0.11%
Kerelec Sud	0.30%	0.13%
Ty Mark	0.26%	0.05%

Tableau 13 : participation relative de chaque cours d'eau au flux total

On note que, conformément aux observations faites sur l'hydrologie de l'année 2016-2017, les flux d'azote saisonniers par rapport aux valeurs annuelles des bassins schisteux décroissent proportionnellement à ceux des bassins granitiques. Par exemple, la participation du Kerharo passe de 14% sur le flux annuel à 6.5% sur le flux saisonnier. Pour le Ris, on a une participation relative de 18% sur l'année mais une participation de 30% sur Mai-Septembre.

La Figure 17 représente les flux bruts mensuels par cours d'eau pour 2018-2019. Le pic hivernal est plus marqué que les années précédentes et culmine au mois de Janvier, les pluies ayant été très abondantes au mois de Janvier. Les deux plus grands bassins schisteux (Lapic et Kerharo) dominent ce pic.

Le Ris et le Stalas seront pour les mois suivants (mars à septembre), les plus gros contributeurs au flux total d'azote apporté dans la baie.

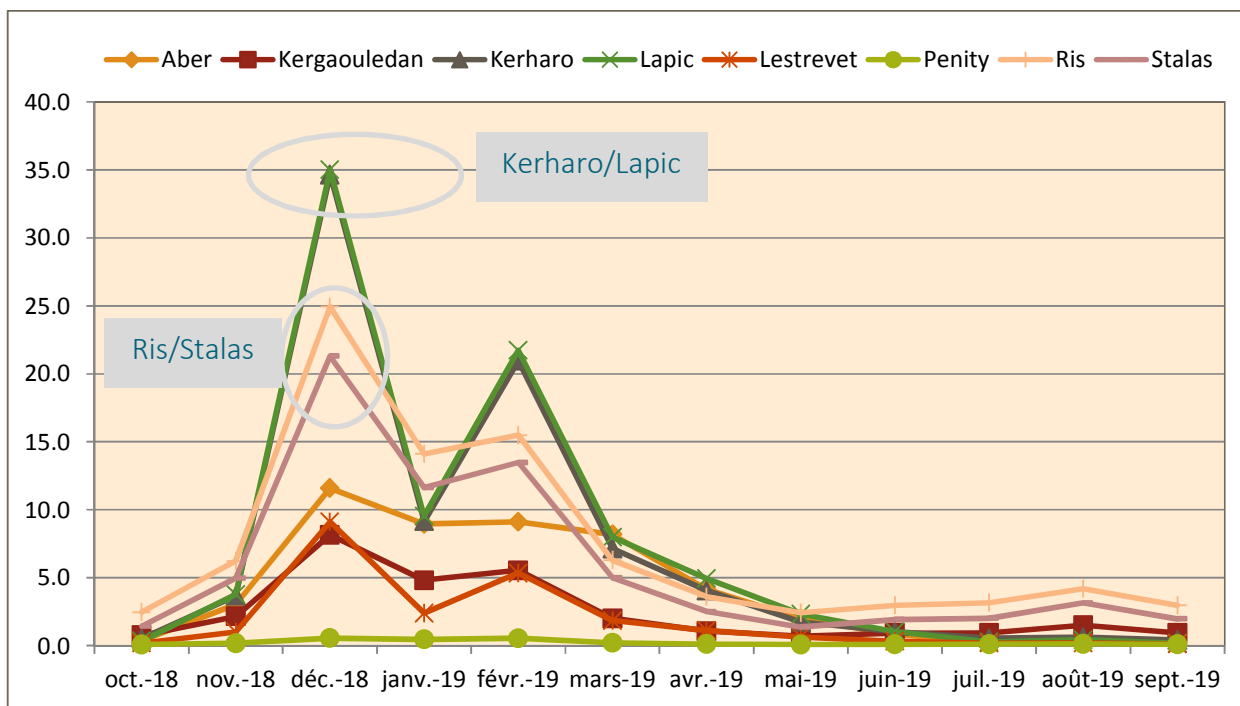


Figure 17 : Graphique représentant les flux bruts mensuels 2018-2019 par cours d'eau

Si l'on exprime les données en flux spécifique, à savoir avec une valeur indicielle à l'hectare, les flux mensuels bruts sont, pour les 8 principaux cours d'eau, les suivants :

	oct-18	nov-18	déc-18	janv-19	févr-19	mars-19	avr-19	mai-19	juin-19	juil-19	août-19	sept-19
Aber	0.1	0.6	3.8	1.3	2.5	1.0	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1	0.05
Kergaouledan	0.5	1.4	5.5	3.2	3.7	1.3	0.7	0.5	0.6	0.6	1.0	0.6
Kerharo	0.1	0.8	7.8	2.0	4.7	1.6	0.9	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1
Lapic	0.1	1.4	12.9	3.5	8.0	2.9	1.8	0.9	0.4	0.1	0.2	0.1
Lestrevet	0.1	0.8	7.3	1.9	4.3	1.5	0.9	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1
Penity	0.2	0.5	1.5	1.2	1.4	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3
Ris	0.7	1.7	6.9	3.9	4.3	1.8	1.0	0.7	0.8	0.9	1.2	0.8
Stalas	0.6	2.2	9.5	5.2	6.0	2.2	1.1	0.6	0.9	0.9	1.4	0.9

Tableau 14 : Flux mensuels spécifiques par cours d'eau (en KgN/ha/mois)

On note que les valeurs maximales sont toujours présentes en hiver, surtout en décembre et février, suivant les pics de pluviométrie et du fait de la hausse de débit. Cependant, ces mesures permettent une meilleure comparabilité entre les cours d'eau.

La représentation graphique des flux spécifiques mensuels permet de relativiser la part de chaque cours d'eau dans l'apport d'azote dans la baie :

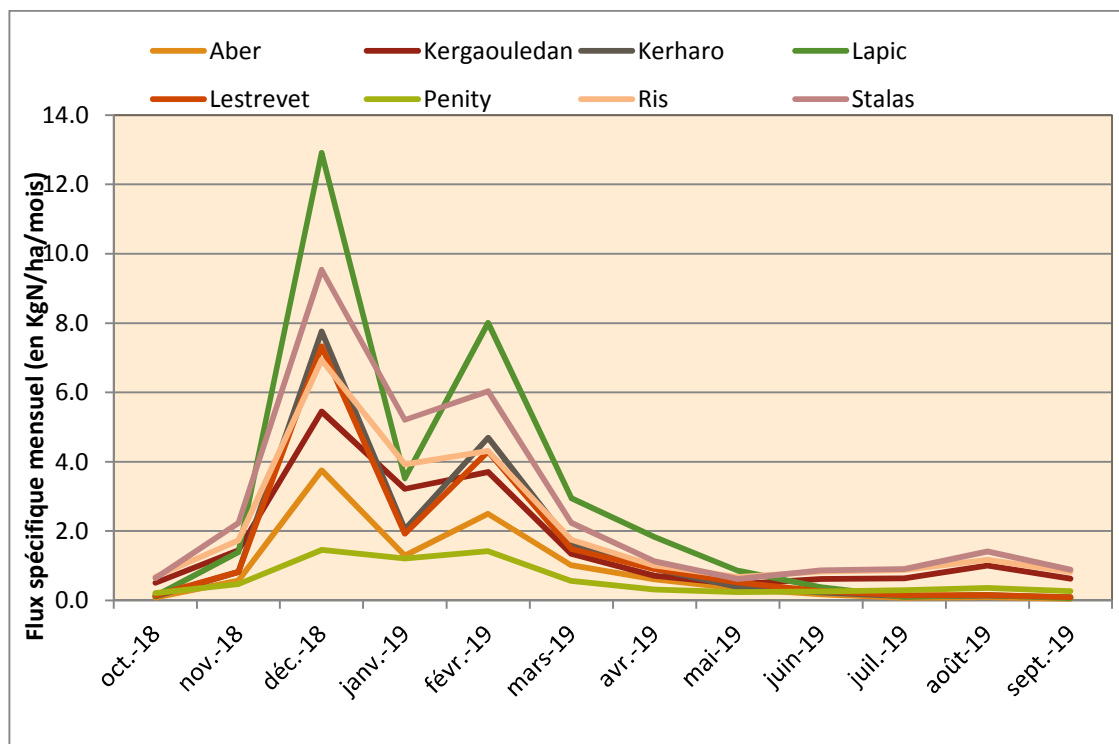


Figure 18 : Flux spécifique mensuel par cours d'eau 2018-2019

On constate que si en hiver les bassins situés sur des contextes schisteux sont ceux qui apportent le plus à l'hectare d'azote dans la baie, la tendance s'inverse cette année à partir du mois de Mai.

1.9.2 FLUX SPECIFIQUES PONDERES

L'évolution des flux spécifiques pondérés annuels entre 2003 et 2019 est la suivante :

Dans le Tableau 15, les couleurs utilisées sont celles évoquées dans le § 1.3.2 et suivent la classification proposée par le CSEB en 2008.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Aber											21.0	11.0	15.2	19.2	19.3	13.4	17.4	6.7	14.8	10.5
Cameros				38.9	22.3	15.8	23.4	41.0	24.0	24.4	33.6	20.7	22.7	34.8			34.5	14.2		19.4
Caon				28.7	19.7	16.8	24.4	26.9	19.5					21.9			22.6	10.6		15.5
Kerelec Nord					23.5	18.3	26.6	42.0	23.9					37.4			35.9	14.5		21.9
Kerelec Sud				29.0	17.6	9.5	15.6	28.4	15.0					23.6			21.5	3.2		12.8
Kergaouledan										37.2	35.8	26.7	26.3	37.6	44.5	29.0	37.7	13.1	27.1	24.3
Kerharo	52.5	95.5	26.3	45.2	25.2	16.8	27.0	43.4	24.6	30.8	39.1	24.4	22.5	37.2	47.3	27.9	37.8	11.7	28.7	18.9
Kerscampen				53.4	27.9	19.6	32.7	52.7	32.8					53.3			51.2	16.8		28.7
Lapic	82.3	154.5	42.6	74.6	41.5	26.3	43.1	72.5	40.5	55.0	62.2	38.8	40.3	63.8	83.9	49.9	63.0	19.9	47.3	32.3
Lestrevet				38.1	21.7	14.4	23.0	39.5	22.1	26.2	32.8	20.2	20.8	34.5	41.0	23.5	33.4	10.2	25.4	18.1
Penity										14.9	11.1	9.7	9.6	13.5	14.2	9.8	13.7	5.1	9.9	8.7
Pentrez				38.9	21.9	16.1	23.6	40.6	24.7	28.2	35.6	23.6	25.6	40.0			40.5	12.0		24.5
Porslous				39.2	21.8	16.0	23.3	41.9	24.4					37.2			36.1	15.1		21.8
Ris	48.8	74.4	34.6	45.2	33.7	27.9	36.4	50.0	35.6	40.1	42.4	31.1	34.3	43.3	51.4	35.2	46.3	18.4	34.2	29.6
Rostegoff				38.8	20.7	15.1	22.2	39.8	24.5					34.2			29.8	9.5		18.4
Stalas										47.6	52.3	38.5	40.1	54.4	65.8	44.6	59.3	19.8	43.7	39.0
Ste Anne								40.2	20.7					35.4			33.0	6.3		17.7
Treboul										44.4	44.0	30.8	31.7	44.8			43.6	18.3		27.9
Trezmalouen				70.8	37.0	25.3	42.3	66.0	40.3	47.3	54.9	36.5	37.4	58.9			55.7	17.2		28.1
Ty Anquer				41.9	21.5	13.6	23.5	41.3	19.1	26.6	32.6	19.5	20.4	32.6			33.6	4.7		15.8
Ty Mark							23.8	44.9	22.8					36.4			29.6	7.1		14.5

Tableau 15 : Flux spécifiques annuels pondérés (KgN/ha/an) par cours d'eau

En 2019, 6 cours d'eau présentent un flux spécifique classé médiocre (classification CSEB), un cours d'eau, le Pénity est en bonne qualité.

Deux cours d'eau ont un flux spécifique classé en mauvaise qualité : le Laptic et le Stalas. Ces cours d'eau ont des flux qui rapporté à l'hectare, dépassent les 40 KgN/an. Ces taux restent élevés, bien qu'en diminution depuis le début du suivi où le Laptic était à 70 KgN/ha/an et le stalas à 50 KgN/ha/an en 2009.

Les flux spécifiques Mai-Septembre interannuels sont présentés dans le Tableau 16.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Aber											1.5	0.8	4.6	2.0	1.5	1.8	1.3	0.7	1.0	0.7
Cameros				1.8	3.2	2.3	2.5	7.2	5.3	3.3	2.4	1.3	7.7	3.7			2.4	1.7		1.6
Caon				5.7	6.3	5.7	6.2	5.8	5.2					3.2			2.8	2.8		2.5
Kerelec Nord				2.7	4.0	3.2	3.8	9.1	6.2					4.7			3.3	2.3		2.4
Kerelec Sud				1.3	1.2	1.4	1.3	2.6	3.2					1.8			0.5	0.6		0.6
Kergaouledan										6.4	5.2	2.9	10.1	6.3	5.5	5.7	5.3	3.5	5.6	4.6
Kerharo	11.6	5.5	4.5	1.7	3.3	1.9	2.1	5.9	4.6	2.7	2.1	0.9	7.5	2.8	2.0	2.5	1.9	1.1	1.5	1.0
Kerscampen				1.8	3.9	2.4	3.0	10.0	7.1					5.0			2.7	1.6		1.6
Laptic	16.4	8.4	7.5	2.1	4.8	2.9	3.6	12.4	8.1	4.5	3.0	1.2	13.5	5.3	4.2	4.6	2.8	1.5	2.3	1.6
Lestrevet				1.5	2.9	2.0	2.2	5.8	4.5	2.9	2.3	1.1	7.0	3.0	2.2	2.2	1.9	1.1	1.6	1.2
Penity										2.9	2.5	1.4	4.0	2.6	2.3	2.1	2.3	1.4	2.3	1.9
Pentrez				2.0	3.4	2.6	2.8	7.1	5.6	3.7	2.8	1.7	9.0	4.1			2.6	1.7		2.0
Porslous				1.4	3.0	2.1	2.4	7.1	5.4					3.7			2.4	1.7		1.5
Ris	16.0	10.3	8.9	5.4	8.1	5.9	6.5	13.3	10.7	7.8	6.4	4.2	12.5	8.2	7.5	7.5	7.2	5.0	7.0	5.7
Rostegoff				2.0	3.3	2.4	2.7	7.1	5.4					3.6			2.1	1.4		1.5
Stalas										8.2	6.6	3.4	15.4	8.6	7.6	8.0	7.5	4.7	8.4	6.7
Ste Anne							6.3	4.0					2.5				1.0	0.4		0.6
Treboul										8.4	7.2	4.3	12.2	8.3			6.2	4.9		5.7
Trezmaouen				3.1	5.9	3.6	4.5	12.9	9.1	5.5	3.9	2.1	12.9	6.1			3.5	2.0		2.1
Ty Anquer				0.9	2.1	1.3	1.7	6.8	4.1	2.0	1.2	0.4	7.5	2.4			1.1	0.4		0.6
Ty Mark						1.2	5.7	4.1						2.1			0.8	0.3		0.3

Tableau 16 : Flux spécifiques pondérés mai-septembre par cours d'eau entre 2003 et 2018

On retrouve la même tendance que dans la Figure 18 à savoir que les flux spécifiques de printemps/été sont en grande partie d'origine granitique. Ce constat est bien sûr à mettre en perspective des surfaces des bassins versants, cependant il est intéressant de noter que la teneur à l'hectare en azote est très variable selon le socle géologique et corrobore l'hypothèse évoquée dans le §1.2 concernant la remarquable différence entre débits sur socles granitiques et schisteux.

1.9.3 FLUX ANNUELS BRUTS ET PONDERES

Enfin l'étude des flux annuels et saisonniers, pondérés par l'hydraulicité et interannuels permet de conclure sur le bilan des flux 2018-2019.

Le Tableau 17 présente les flux annuels pondérés par l'hydraulicité entre 2003 et 2019 par cours d'eau.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Aber											60	47	61	48	36	37	40	40	42	41
Cameros				13	13	12	12	13	12	10	12	11	11	11			10	10		9
Caon				5	6	7	6	4	5					3			3	4		4
Kerelec Nord					7	7	7	7	6					6			5	5		5
Kerelec Sud				3	4	3	3	3	3					3			2	1		2
Kergaouledan										61	49	55	51	46	40	39	42	37	38	46
Kerharo	203	197	169	174	173	156	161	165	149	151	161	150	130	135	127	112	125	99	117	107
Kerscampen				10	9	9	9	10	10					9			8	7		8
Lapic	193	193	166	175	173	149	156	167	149	163	156	145	141	141	137	122	127	102	117	111
Lestrevet				41	41	37	38	42	37	36	38	35	33	35	31	26	31	24	29	28
Penity										6	4	5	5	4	3	3	4	4	4	4
Pentrez				45	45	45	42	46	45	42	44	44	44	44			40	31		42
Porslous				9	9	9	8	9	9					8			7	8		7
Ris	152	157	154	140	186	209	175	153	173	158	141	154	159	127	111	114	123	125	116	134
Rostegoff				11	11	10	10	11	11					9			7	6		8
Stalas										116	108	118	116	99	88	90	98	84	93	110
Ste Anne								4	3					4			3	1		3
Treboul										21	17	18	17	16			14	15		15
Trezmalouen				29	27	25	27	27	26	25	24	24	23	23			20	16		17
Ty Anquer				42	38	33	36	40	30	33	35	31	30	31			29	10		23
Ty Mark							3	4	3					3			2	1		2

Tableau 17 : Flux annuel pondéré par l'hydraulicité (TN/an)

Les flux pondérés par l'hydraulicité sont variables selon les cours d'eau. Ils suivent de façon globale les concentrations en nitrates, avec une stabilisation, voire une remontée des valeurs sur certains cours d'eau.

Pour le Kerharo, les flux d'azote sont partiellement liés à l'efficacité du marais de Kervijen qui participe à dénitrifier une partie des eaux du bassin. Le bilan des concentrations du Kerharo et l'influence du marais de Kervijen sont proposés en Annexe IV.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Flux brut (TN/an)	Schistes	780	1440	397	715	401	267	429	714	403	503	622	382	398	629	745	448	619	192	452	330
	Granites	382	584	271	355	264	219	286	392	279	330	346	255	269	358	425	288	379	140	279	245
	Total	1162	2024	668	1070	665	487	715	1106	683	833	967	637	667	987	1170	736	998	331	731	574
Flux pondéré (TN/an)	Schistes	674	665	571	617	617	557	573	607	546	551	573	526	514	513	448	403	459	364	414	416
	Granites	333	344	336	331	355	349	344	336	331	352	329	323	321	304	295	278	278	271	265	252
	Total	1006	1009	907	949	972	906	917	944	877	903	903	850	835	817	743	681	737	635	679	668
Hydraulicité	Schistes	1.2	2.2	0.7	1.2	0.7	0.5	0.7	1.2	0.7	0.9	1.1	0.7	0.8	1.2	1.7	1.1	1.3	0.5	1.1	0.8
	Granites	1.1	1.7	0.8	1.1	0.7	0.6	0.8	1.2	0.8	0.9	1.1	0.8	0.8	1.2	1.4	1.0	1.4	0.5	1.1	1.0

Tableau 18 : Récapitulatif des flux annuels 2003-2019

Le flux brut 2018-2019 est de 574 TN, soit -157 tonnes par rapport à l'année précédente, mais avec une hydraulicité inférieure en 2018-2019 les bassins ont logiquement drainé moins de nitrates. Cette valeur intègre non seulement les flux des 21 bassins versants mesurés : l'an dernier, le flux était mesuré sur 8 cours d'eau et estimé sur les 13 autres.

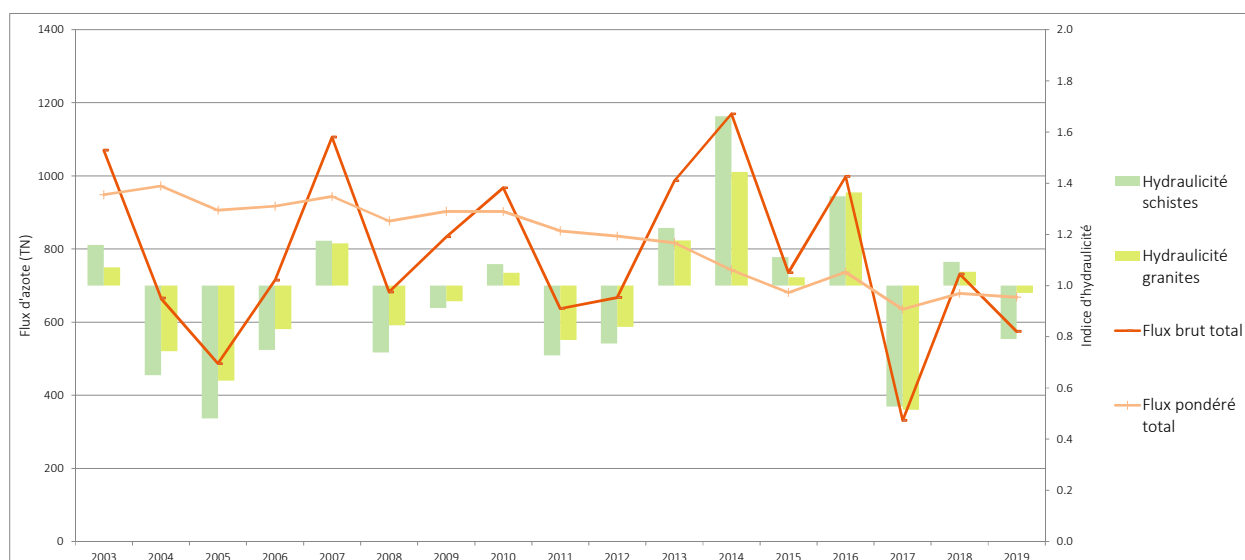


Figure 19 : Evolution des flux bruts et pondérés annuels par socle géologique 2003-2019

On observe sur la Figure 19 l'importance de proposer des flux pondérés par l'hydraulicités. Si les flux bruts présentent des variations importantes d'une année à l'autre, les flux pondérés suivent l'évolution des concentrations en nitrates et traduisent la baisse des flux observés depuis plusieurs années.

1.9.4 FLUX DE MAI A SEPTEMBRE

Le Tableau 19 présente les valeurs de flux saisonniers de 2003 à 2019 par cours d'eau. Le maximum est constamment relevé sur le Ris, bien que ce flux soit globalement en baisse, et particulièrement cette année.

Les flux de ces cours d'eau suivent les évolutions de teneurs en nitrates précédemment évoquées.

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Aber																			
Cameros			1.5	1.4	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.3	1.4			1.3	1.4		1.4
Caon			2.6	1.5	2.0	1.9	0.6	0.7					0.6			0.8	1.2		1.1
Kerelec Nord			1.2	0.9	1.1	1.2	0.9	0.9					0.9			0.9	1.0		1.0
Kerelec Sud			0.4	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3					0.3			0.1	0.2		0.2
Kergaouledan									11.7	13.1	13.1	6.9	9.4	9.0	8.1	11.7	11.3	13.5	15.0
Kerharo	21.8	18.5	18.0	17.9	15.4	15.3	13.5	15.0	14.6	15.6	12.2	15.2	12.7	9.7	10.7	12.3	10.8	10.4	9.5
Kerscampen			0.9	1.0	0.9	1.0	1.1	1.1					1.1			0.9	0.7		0.8
Lapic	20.3	18.5	13.3	15.7	14.2	15.5	17.2	16.1	14.7	13.7	10.0	16.7	14.6	12.4	11.8	11.3	8.5	10.1	9.3
Lestrevet			4.3	4.4	4.4	4.5	3.7	4.1	4.4	4.8	4.0	4.0	3.8	3.0	2.6	3.4	3.0	3.2	3.2
Penity									1.3	1.6	1.6	0.7	1.0	1.0	0.8	1.3	1.2	1.4	1.6
Pentrez			6.3	5.5	6.4	6.1	4.9	5.6	6.1	6.3	6.8	5.5	5.5			5.2	4.9		5.8
Porslous			0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0					1.0			0.9	1.0		0.9
Ris	33.1	29.3	44.9	35.0	38.9	37.7	24.4	28.3	34.2	39.1	45.1	20.4	29.8	29.0	25.4	38.0	38.7	40.3	44.6
Rostegoff			1.5	1.3	1.5	1.4	1.2	1.3					1.2			1.0	1.0		1.1
Stalas									22.4	25.0	23.1	15.7	19.4	18.4	16.9	24.5	22.4	30.3	32.5
Ste Anne							0.4	0.4					0.3			0.2	0.1		0.2
Treboul									4.4	5.2	5.6	2.4	3.6			3.9	4.5		5.4
Trezmalaouen			3.4	3.4	3.2	3.5	3.1	3.2	3.2	3.2	3.0	2.8	2.9			2.4	2.1		2.2
Ty Anquer			2.4	2.9	2.7	3.2	4.0	3.5	2.8	2.3	1.4	3.9	2.8			1.9	1.0		1.6
Ty Mark						0.2	0.3	0.3					0.2			0.1	0.1		0.1

Tableau 19 : Flux Mai-Septembre pondéré par l'hydraulicité

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Flux brut (TN/an)	Schistes	174	85	73	27	53	33	39	115	82	48	36	17	136	55	40	45	33	19	25	20
	Granites	118	76	66	40	60	44	48	98	79	61	50	29	101	63	56	57	54	36	56	45
	Total	297	162	140	64	112	75	86	221	165	109	86	47	235	118	98	103	87	55	85	65
Flux pondéré (TN/an)	Schistes	79	76	67	63	63	61	63	59	60	58	61	51	62	56	43	43	49	41	41	43
	Granites	70	74	62	73	68	67	69	61	64	70	72	62	63	64	58	56	57	53	50	52
	Total	149	150	129	136	132	128	132	120	124	128	133	113	124	119	101	99	106	95	91	95
Hydraulicité	Schistes	2.2	1.1	1.1	0.4	0.8	0.5	0.6	2.0	1.4	0.8	0.6	0.3	2.2	1.0	0.9	1.1	0.7	0.5	0.6	0.5
	Granites	1.7	1.0	1.1	0.5	0.9	0.6	0.7	1.6	1.2	0.9	0.7	0.5	1.6	1.0	1.0	1.0	0.9	0.7	1.1	0.9

Tableau 20 : Récapitulatif des flux saisonniers Mai-Septembre 2003-2019

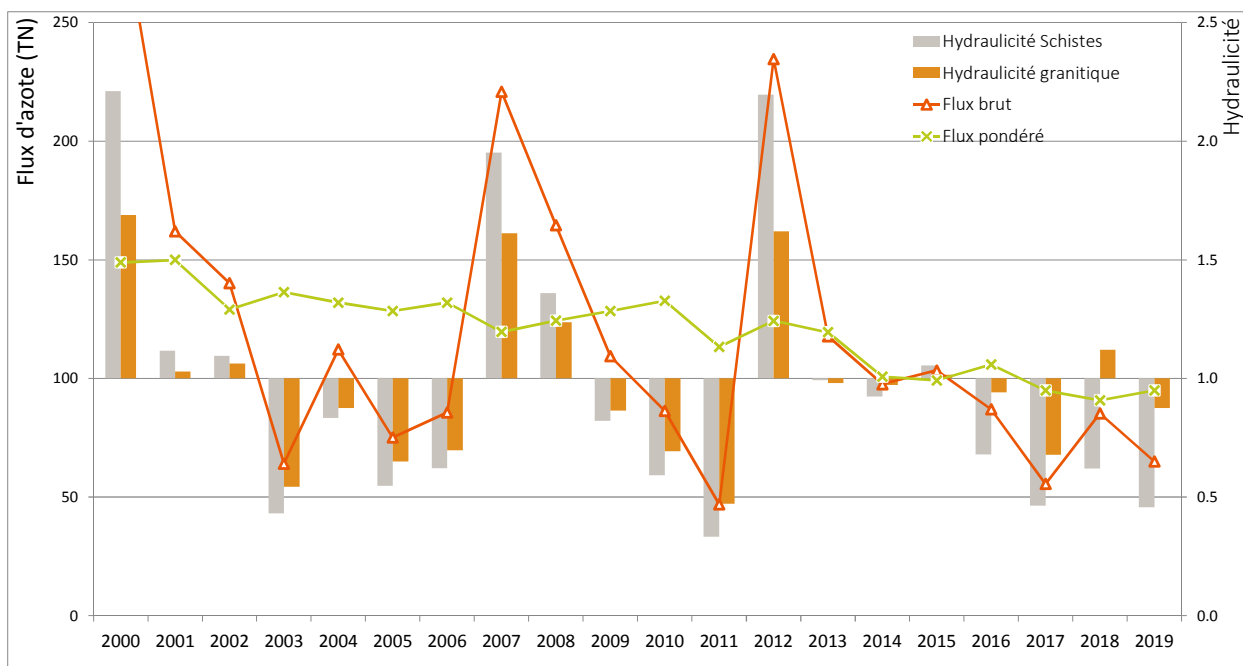


Figure 20 : Evolution des flux bruts et pondérés saisonniers par socle géologique 2003-2019

On note que l'hydraulicité est différenciée par rapport au contexte géologique, on retrouve un soutien d'étiage plus marqué pour les bassins à dominante granitique (plus de débits lors des phases d'assèchement), que sur les bassins schisteux. En 2018, cette différence est remarquable puisque l'hydraulicité est proche d'une année moyenne pour les bassins granitiques (1.1), mais elle est seulement de 0.6 pour les bassins schisteux.

Malgré cela, les flux pondérés sont presque égaux sur la période mai-septembre, l'hydraulicité relative corrigeant les différences hydrologiques de ces deux types de bassin versant.

1.10 BILAN DES RAMASSAGES D'ALGUES VERTES

Les communes de la baie sont libres d'organiser des campagnes de ramassages d'algues vertes lorsqu'elles le jugent nécessaires. Les algues vertes sont généralement évacuées des plages pour pallier un risque sanitaire pour le public.

En 2019, les ramassages ont essentiellement eu lieu en juin (voir Figure 21)

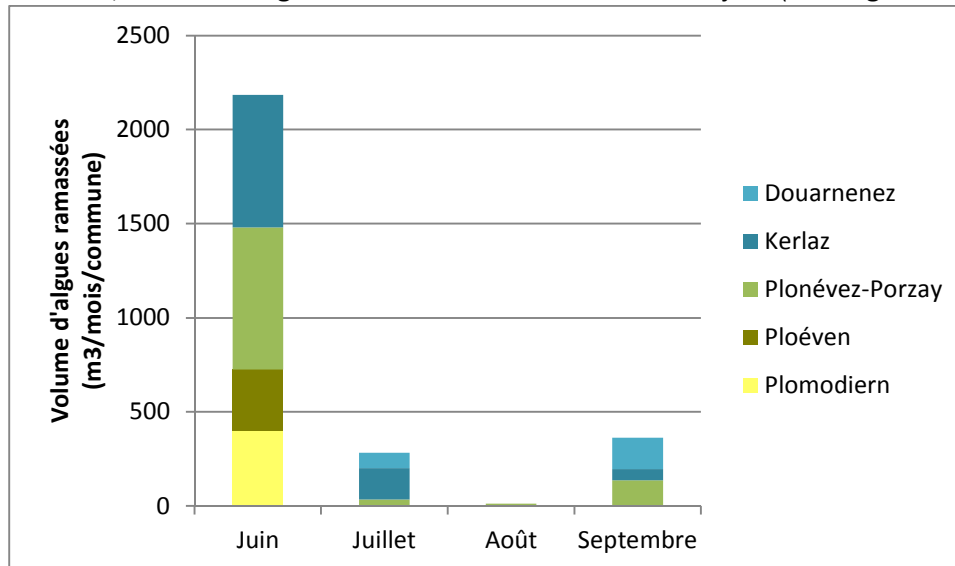


Figure 21 : ramassages par commune et par mois en 2019.

Concernant la caractérisation des marées vertes en baie de Douarnenez, le bulletin édité par le CEVA fait le bilan d'une saison 2019 :

« La **baie de Douarnenez** est habituellement particulièrement précoce ce qui n'a pas été le cas de l'année 2019. Sur l'ensemble de la saison, les échouages d'ulves (en mélange avec algues brunes et rouges filamenteuses) ont été fortement inférieur au niveau moyen (de 2 à 6 fois suivant les inventaires).

PRINTEMPS :

En mai, on notait la présence d'ulves sur l'anse du Ry, Kervel/ Trezmalouen, Sainte Anne et Kervijen mais à un niveau modeste. En juin la progression est importante mais le niveau absolu inférieur à la moyenne de juin (environ – 50 %). Les échouages étaient, le jour du vol, surtout massifs sur Kervijen ; les autres plages présentaient surtout des algues en rideau (ulves et un peu d'algues rouges filamenteuses en arrière rideau).

ETE :

En juin puis juillet **les surfaces étaient inférieures au niveau moyen pluriannuel** et les ulves étaient en mélanges avec d'autres algues rouges et brunes filamenteuses. Lors du survol d'août les **échouages étaient très peu présents**, ce qui était attendu étant données les conditions dispersives du début août. Certains secteurs présentaient des algues en rideaux (ou léger échouage) qui semblent dominés par les ulves (nord de Kervel, sud de Saint Anne) quand d'autres semblent dominés par les algues brunes filamenteuse (Lestrevet, Ry). Pour autant, les secteurs apparemment dominés par les algues brunes lors des contrôles de terrain présentait des ulves en mélange (ulves épiphytées, signe de leur séjour infralittoral). L'évaluation provisoire des surfaces **couverte par les ulves pour l'ensemble de la baie qui serait 5 à 6 fois inférieur** au niveau moyen.

AUTOMNE :

En octobre, les plages **sont indemnes d'algues et aucun rideau** n'est perceptible. Cela était attendu du fait des faibles quantités de l'été et des conditions devenues précocement dispersives. »

La Figure 22 présente l'évolution des ramassages d'algues en baie de Douarnenez sur la période 1994-2017. Depuis 2013 on note une diminution marquée des quantités ramassées d'algues sur la baie. Bien qu'en 2017 les quantités d'algues ramassées aient été supérieures à 6000 m³, on ne retrouve plus les volumes d'algues d'entre 2009 2012 et avant, où l'on pouvait dépasser 10000 m³ d'algues ramassés.

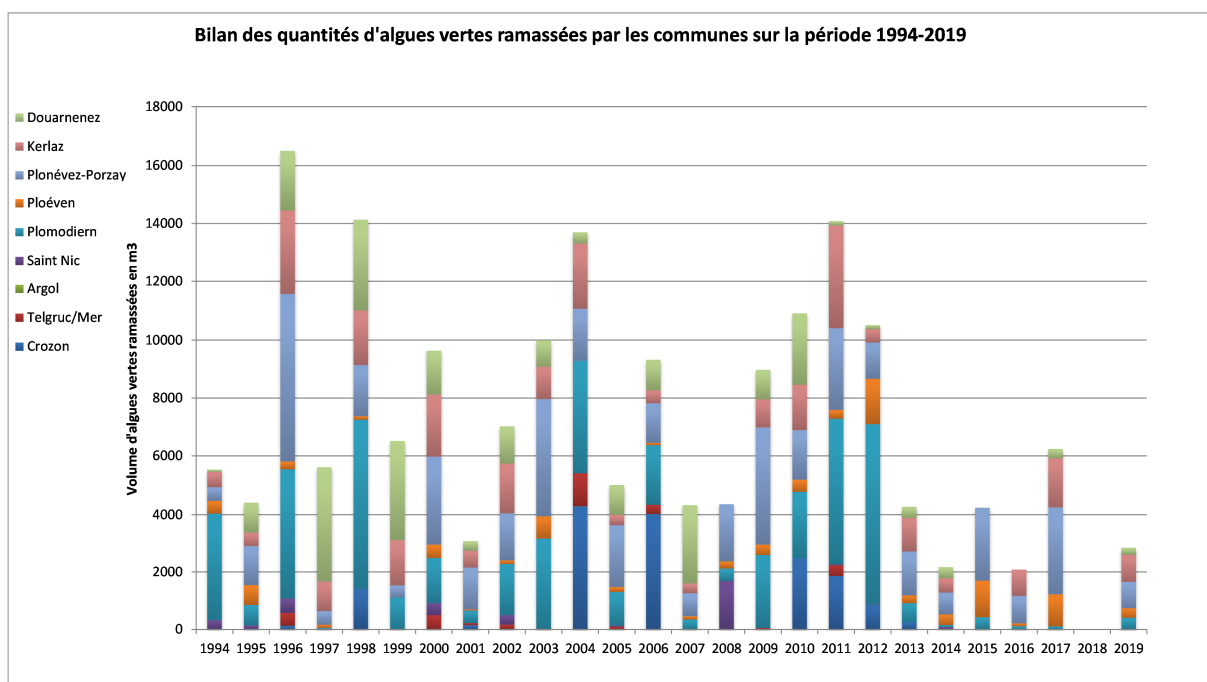


Figure 22 : Bilan des quantités d'algues ramassées par an dans la baie de Douarnenez

1.11 BILAN DES ECHOUAGES (EQR)

Le calcul de l'EQR pour la période 2014-2019 donne les résultats suivants :

	Calcul EQR
EQR1	0.37
EQR2	0.38
EQR3	0.47
EQR total	0.4066

Tableau 21 : EQR 2014-2019

Pour la première fois depuis le début des survols réalisés par le CEVA et le calcul de l'indicateur européen EQR, on atteint la qualité moyenne (EQR entre 0.4 et 0.6).

La courbe (Figure 23) montre l'évolution de cet indicateur et des indices associés. On note en particulier la progression de l'indice EQR 3 qui est lié à la fréquence des marées vertes (fréquence des échouages > 1.5% de l'aire de la baie)

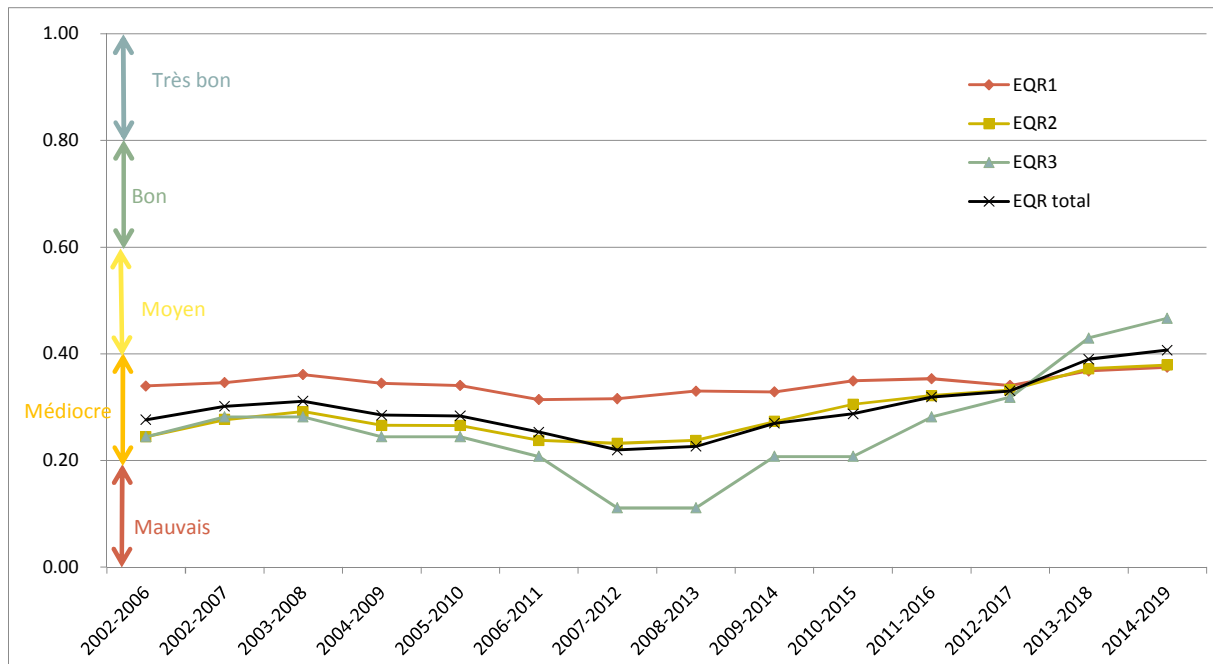


Figure 23 : Evolution de l'indicateur EQR et de ses sous-indices entre 2002 et 2019.

Conclusion

L'année hydrologique 2018-2019 fait suite à une année 2017-2018 dépourvue d'échouages d'algues vertes. En 2018-2019, le flux total pondéré est l'un des plus bas calculé depuis le début des suivis. On note une stagnation, voire une augmentation des concentrations en nitrates sur certains cours d'eau, quand d'autres poursuivent leur baisse. La datation des eaux souterraines et l'étude des phénomènes d'interaction nappe/rivière sont les thématiques principales des deux études en cours sur la baie de Douarnenez, études retenues par la Région Bretagne dans le cadre de l'appel à projet pour l'amélioration des connaissances scientifiques sur les phénomènes de marées vertes. Ces études apporteront des éléments pour comprendre cette stagnation et faire le parallèle avec les évolutions des pratiques agricoles sur le territoire.

Le passage en qualité moyenne de l'indice EQR témoigne d'une amélioration certaine de l'intensité des marées vertes depuis quelques années en baie de Douarnenez. Passer de l'état médiocre à l'état moyen était l'objectif fixé dans le SAGE pour 2021. Il est atteint dès 2019. La seconde étape est d'atteindre le bon état en 2027.

Bibliographie :

[Classement DCE des masses d'eau côtières et de transition des bassins Loire-Bretagne et Seine –Normandie, Element de qualité biologique macroalgues de bloom, N. Rossi \(CEVA\), Décembre 2011.](#)

[Concentration en nitrates dans les cours d'eau : méthode et analyse, Élodie Bardon et Émilie Novince \(GIPBE\), en collaboration avec Anne-Paule Duboulet \(AELB\), Marcel Guiho \(Dreal Bretagne\), Josette Launay \(CSEB\), Octobre 2016](#)

[Protocole Régional de suivi de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques dans les bassins versants bretons, Dreal Bretagne, AELB , Avril 2015.](#)

[Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement](#)

[Charte qualité de l'hydrométrie, Guide bonnes pratiques, Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la Mer, Janvier 2017.](#)

Station hydrométriques sur les cours d'eau du Ris et du Kerharo : Courbes de tarage et extrapolation des débits aux exutoires des 8 cours d'eau du Plan gouvernemental de lutte contre les algues vertes, EPAB, Avril 2015.

Suivi du débit des cours d'eau : installation de stations hydrométriques sur le Ris et le Kerharo, EPAB, Avril 2013.

ANNEXES

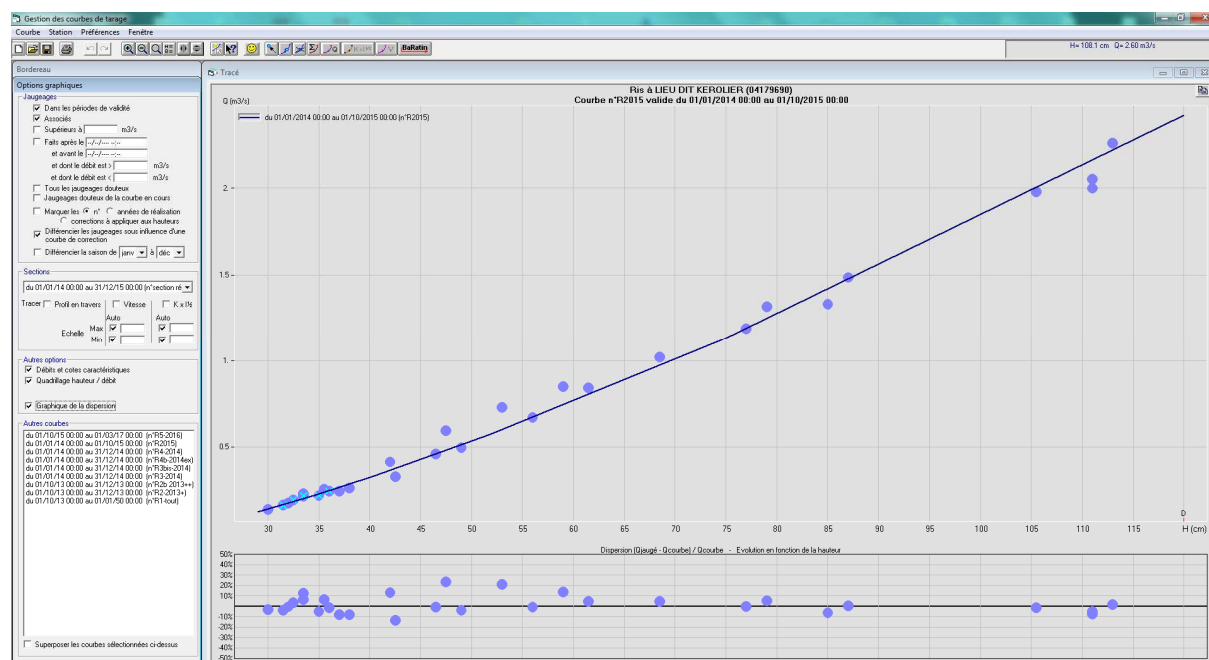
Annexe I. Courbe de tarage – Principe et réalisation

Il s'agit de la courbe décrivant la relation entre la hauteur d'eau et le débit.

La hauteur d'eau est mesurée à l'aide de la station hydrométrique et se fait en continu (le pas de temps est paramétrable).

Les débits sont mesurés ponctuellement. Chaque site est équipé d'une échelle limnimétrique permettant de situer le jaugeage par rapport à la hauteur d'eau mesurée par la sonde. Cette échelle permet aussi de recalibrer au besoin le capteur de la station hydrométrique.

Les courbes sont tracées à l'aide du logiciel BAREME, un logiciel développé par la DREAL dont voici une capture d'écran ci-dessous :



Le logiciel réalise le tracé de la courbe de tarage et fournit l'équation associée et présente également la dispersion des jaugeages par rapport à cette courbe (courbe en bas). Ces courbes sont révisées annuellement.

La charte qualité de l'hydrométrie proposée par le Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (01/2017) présente une description détaillée des courbes de tarage et du fonctionnement des stations hydrométriques.

Annexe II. Relations établies avant 2013 entre les débits des cours d'eau du territoire du PAV et la station située sur le Steir

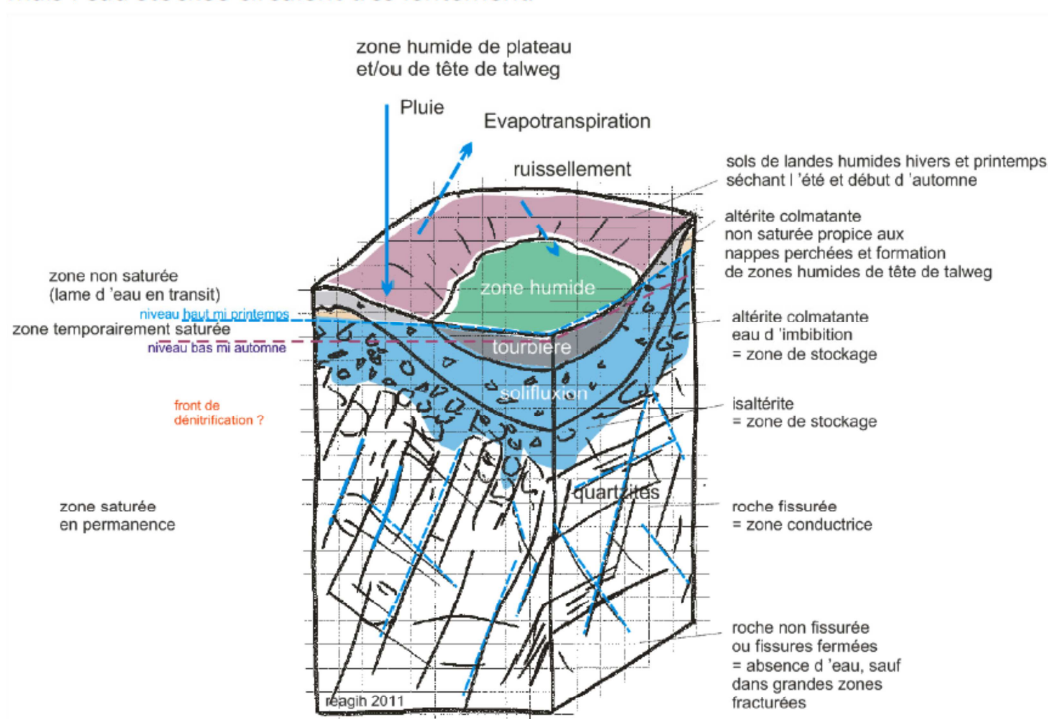
Cours d'eau	Formule de régression
Caon	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.00621065 + 2.83040227$
Rostégoff	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.00886582 - 2.35343843$
Porlous	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.00704413 - 3.4506532$
Caméros	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.01139792 - 4.8654784$
Pentrez	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.05645328 - 14.7139759$
Kélérec nord	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.00546714 - 0.8276913$
Kélérec sud	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.00344345 - 0.84684286$
Ty Mark	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.00360634 - 4.01757041$
Ty Anquer	$Q = 1.06 \times (Q_{\text{steir}} \times 0.04041546 - 40.8336027)$
Ste Anne	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.00288473 - 2.41508317$
Trezmalaouen	$Q = 1.09 \times (Q_{\text{steir}} \times 0.01979947 - 9.2461885)$
Kerscampen	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.0086361 - 5.24527724$
Tréboul	$Q = Q_{\text{Ris}} \times 0.119$

Avec : Q le débit en l/s

Annexe III. Partition de l'eau d'infiltration dans différents profils pédo-géologiques (source Reagih)

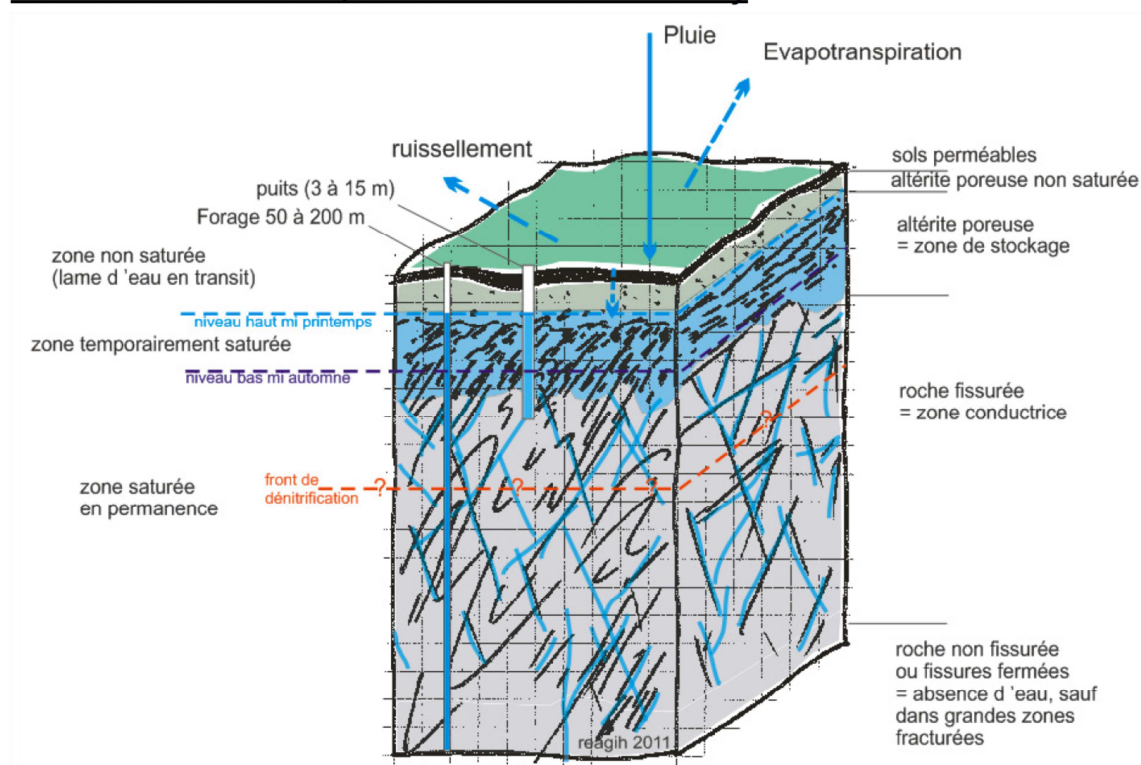
Sur grès quartziteux (grès armoricain)

Ce quartzite donne des altérites beaucoup plus fines que celle d'un grès. Cela implique beaucoup de phénomènes liés à la circulation de l'eau dans le sol et sous-sol. Dans ce contexte particulier se développent beaucoup de zones humides et tourbières en tête de talweg. L'eau est principalement stockée dans des formations de subsurface (tourbières, zones humides étendues). Les zones humides et tourbières jouent ici un rôle important dans les soutiens d'été. La nappe souterraine existe, mais l'eau stockée circule très lentement.



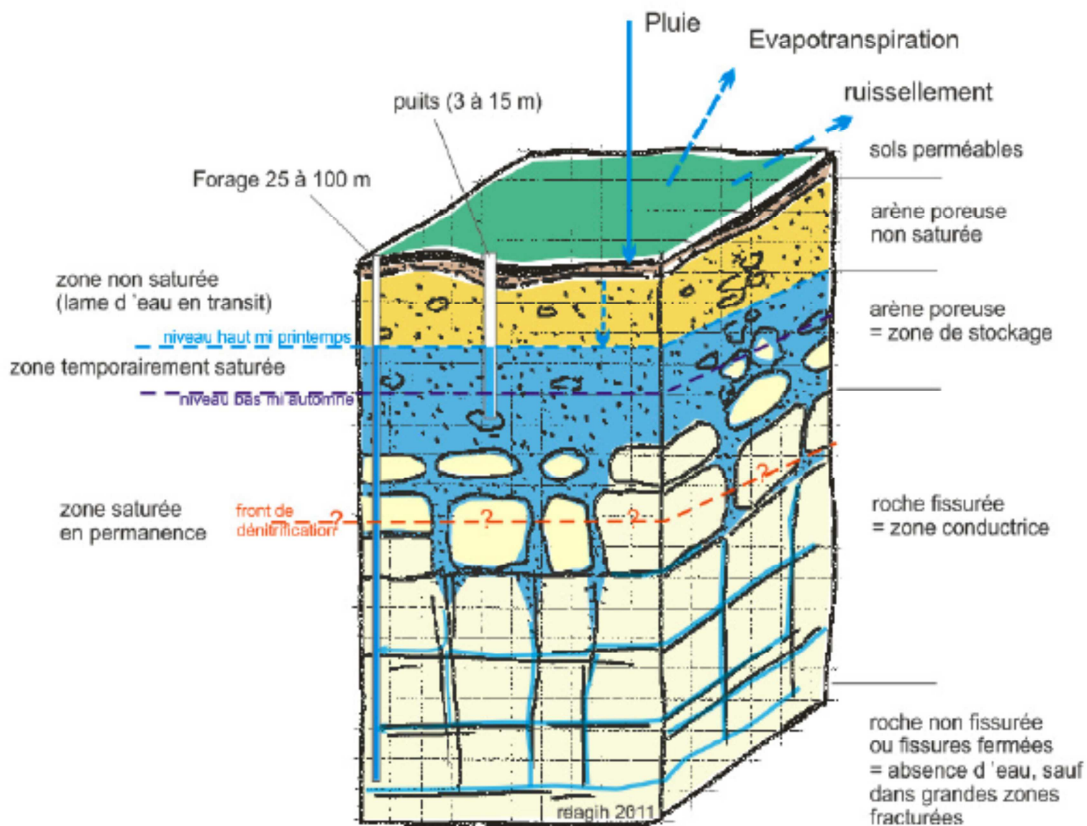
Pluie	1100 mm / an	11 000 m3/ha/an
Evapotranspiration Réelle (40% estimation)	440 mm/an	4400 m3/ha/an
Pluie efficace : part ruissellement (fort dès faible pente, estimé à 20%)	220 mm/an	2200 m3/ha/an
Pluie efficace : part écoulement de subsurface (nappe perchée) (% augmente avec forte pente)	Non connu, mais très important, fréquemment observé sur faible et forte pente. Durée quelques	A étudier de près

Sur schistes briovériens, secteur de Plonevez-Porzay



Pluie	970 mm / an	9700 m³/ha/an
Evapotranspiration Réelle (50% estimation)	485 mm/an	4850 m ³ /ha/an
Pluie efficace : part ruissellement (7 à 10% sur périmètre du PEK, faible pente)	100 mm/an	1000 m ³ /ha/an
Pluie efficace : part écoulement de subsurface (nappe perchée) (% augmente avec forte pente)	Non connu, mais important, fréquemment observé sur faible et forte pente. Durée quelques jours à quelques semaines	A étudier de près
Pluie efficace : part infiltration vers nappe	385 mm/an	3850 m ³ /ha/an
Volume d'eau présent dans l'altérite limono-sableuse saturée	Si porosité efficace de 5%, il y a 50 litres d'eau par m ³	Si 3 m d'altérite saturée en moyenne, cela fait pour 1 ha : 30 000 x 50 = 1500 m ³ d'eau stockée
Volume d'eau présent dans la roche fissurée	porosité efficace varie de 0.1 à 2%. Si on prend l'hypothèse 1%, il y a 10 litres d'eau dans 1 m ³ de roches moyennement fissurées	Si les fissures sont ouvertes sur 80 m d'épaisseur, cela représente pour 1 ha : 800 000 x 10 = 8000 m ³ d'eau stockée

Sur granite, dans le secteur de Locronan : Les terrains sont globalement infiltrants.



Pluie	950 mm / an	9500 m ³ /ha/an
Evapotranspiration Réelle (50% estimation)	475 mm/an	4750 m ³ /ha/an
Pluie efficace : part ruissellement (5 à 10% si faible pente)	95 mm/an	950 m ³ /ha/an
Pluie efficace : part écoulement de subsurface (nappe perchée) (% augmente avec forte pente)	Non connu, mais faible sur faible pente, et déjà observé sur forte pente. Durée quelques jours	A étudier de près
Pluie efficace : part infiltration vers nappe	380 mm/an	3800 m ³ /ha/an
Volume d'eau présent dans l'arène sableuse saturée	Si porosité efficace de 15%, il y a 150 litres d'eau par m ³	Si 3 m d'arène sableuse saturée en moyenne, cela fait pour 1 ha : 30 000 x 150 = 4500 m ³ d'eau stockée
Volume d'eau présent dans la roche fissurée	porosité efficace varie de 0.1 à 2%. Si on prend l'hypothèse 1%, il y a 10 litres d'eau dans 1 m ³ de roches moyennement fissurées	Si les fissures sont ouvertes sur 80 m d'épaisseur, cela représente pour 1 ha : 800 000 x 10 = 8000 m ³ d'eau stockée

Annexe IV. Bilan nitrates dans le marais de Kervijen

