



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
2019-2020*

*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
1 Méthodologie 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	22
2 Résultats de l’année hydrologique 2019-2020	22
2.1 Bilan météorologique.....	22
2.2 Bilan des concentrations en nitrates.....	23
2.3 Bilan des Q90.....	28
2.4 Bilan des flux.....	29
2.4.1 Flux mensuels	29
2.4.2 Flux spécifiques Pondérés.....	31
2.4.3 Flux annuels bruts et pondérés	33
2.4.4 Flux de Mai à Septembre	34
2.5 Bilan des ramassages d’algues vertes	36
2.6 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 et moyenne en 2019-2020.....	22
Figure 16 : Evolution des concentrations moyennes mensuelles (interannuelle à gauche et en 2019-2020 à droite).....	25
Figure 17 : Carte représentant les 21 cours d’eau suivis pour le paramètre nitrates en 2018-2019	26
Figure 18 : Graphique représentant les flux bruts mensuels 2019-2020 par cours d’eau	30
Figure 19 : Flux spécifique mensuel par cours d’eau 2019-2020	31
Figure 20 : Evolution des flux bruts et pondérés annuels par socle géologique 2003-2020	34
Figure 21 : Evolution des flux bruts et pondérés saisonniers par socle géologique 2003-2020	35
Figure 22 : ramassages par commune et par mois en 2020.	36
Figure 23 : Bilan des quantités d’algues ramassées par an dans la baie de Douarnenez.....	37
Figure 24 : ramassages des algues vertes (m3) par commune en 2020	37
Figure 25 : Evolution de l’indicateur EQR et de ses sous-indices entre 2002 et 2020.	38
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.....	20
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 2019-2020 en nitrates par cours d’eau.....	25
Tableau 9 : Concentration moyenne en nitrates par cours d’eau par an.....	27
Tableau 10 : Concentration moyenne en nitrates par cours d’eau Mai-Septembre entre 2004 et 2020	28
Tableau 11 : Evolution des Q90 par cours d’eau entre 2003 et 2020	28
Tableau 12 : Flux mensuels bruts (TN/mois) par cours d’eau 2019-2020.....	29
Tableau 13 : participation relative de chaque cours d’eau au flux total	29
Tableau 14 : Flux mensuels spécifiques par cours d’eau (en KgN/ha/mois)	31
Tableau 15 : 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 2020. 32	

Tableau 17 : Flux annuel pondéré par l'hydraulicité (TN/an)	33
Tableau 18 : Récapitulatif des flux annuels 2003-2020.....	33
Tableau 19 : Flux Mai-Septembre pondéré par l'hydraulicité	34
Tableau 20 : Récapitulatif des flux saisonniers Mai-Septembre 2003-2020.....	35
Tableau 21 : EQR 2015-2020	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 2019-2020¹.

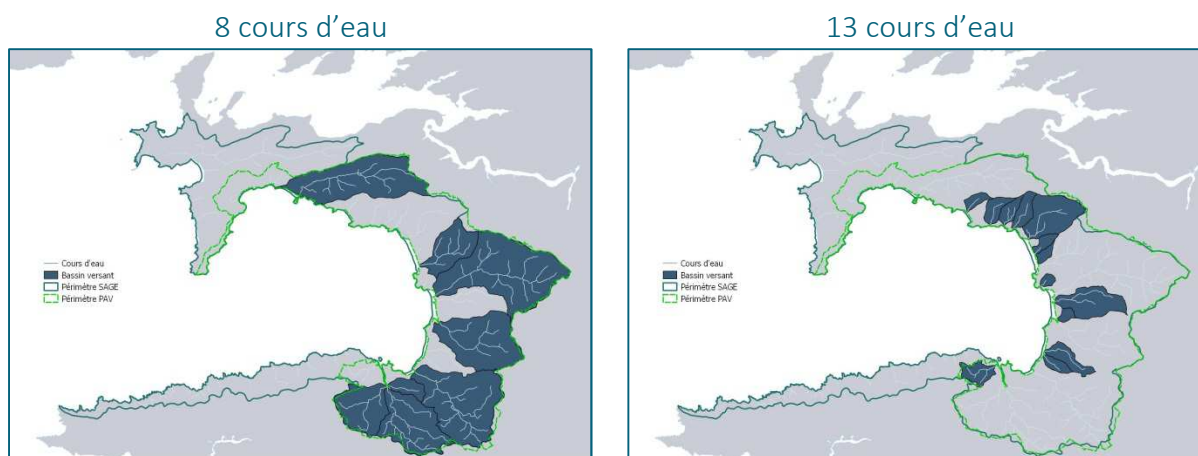


Figure 1 : Cartographie des deux ensembles de bassins versants

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, Lopic, 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.

1 METHODOLOGIE D'ÉVALUATION

1.1 CALCULER LE DÉBIT 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

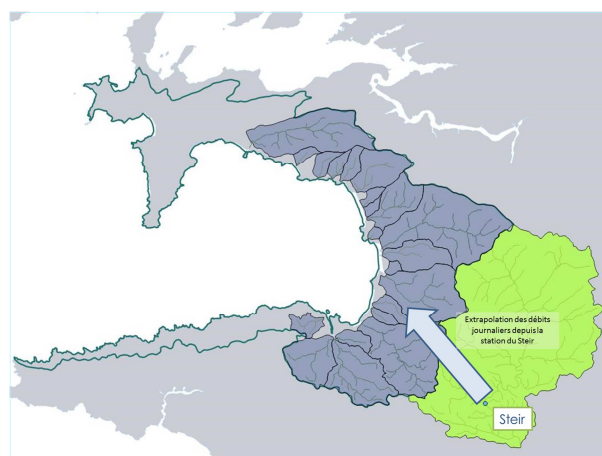


Figure 2 : Schémas d'extrapolation des débits avant 2013

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 (jusqu'en 2018), 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.

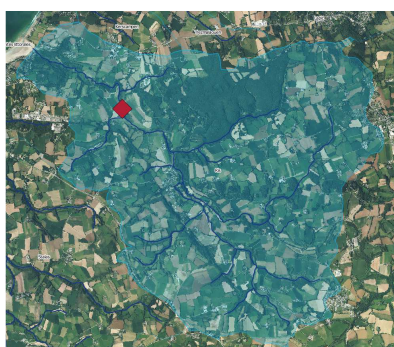


Figure 3 : Localisation de la station hydrométrique sur le bv du Ris



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.

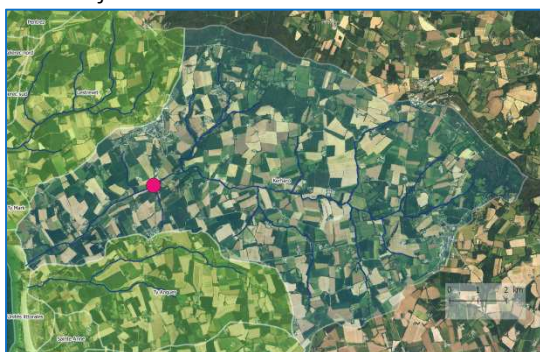


Figure 5 : Localisation de la station hydrométrique sur le bv du Kerharo



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.

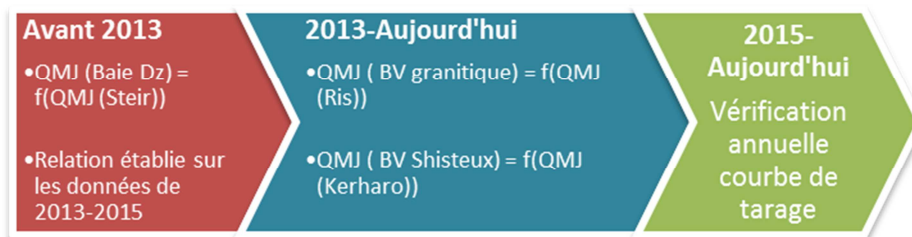


Figure 7 : Méthodes utilisées pour calculer les débits des cours d'eau dans la baie.

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.

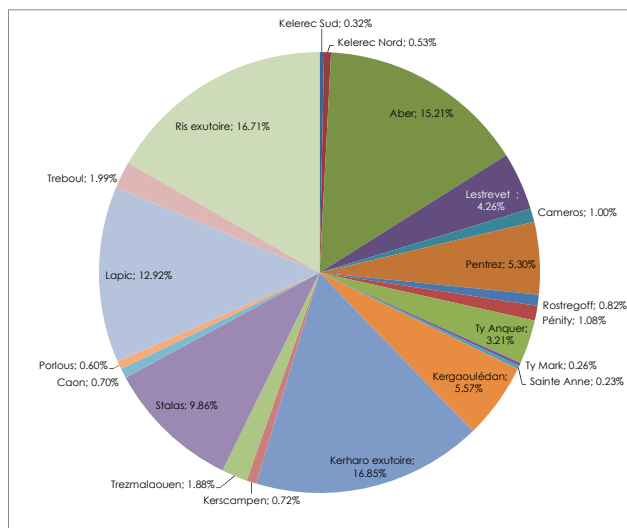


Figure 8 participation moyenne de chaque cours d'eau au débit moyen annuel (moyenné sur la période 1999 – 2016)

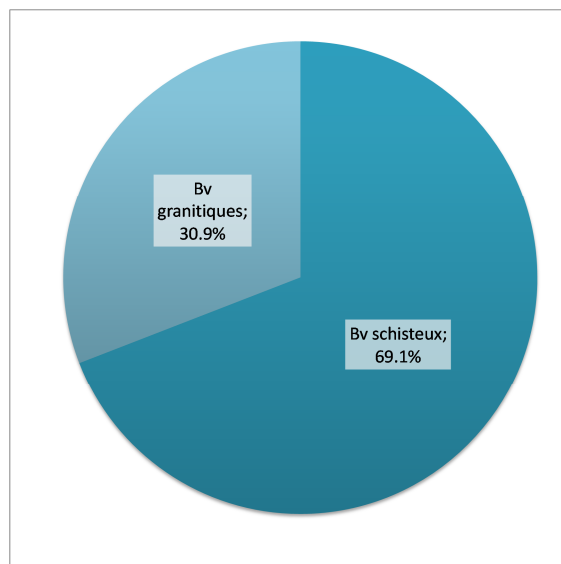


Figure 9 : Proportion au débit annuel par bassin géologique

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 interannuels 1999-2016 par cours d'eau en proportion relative.

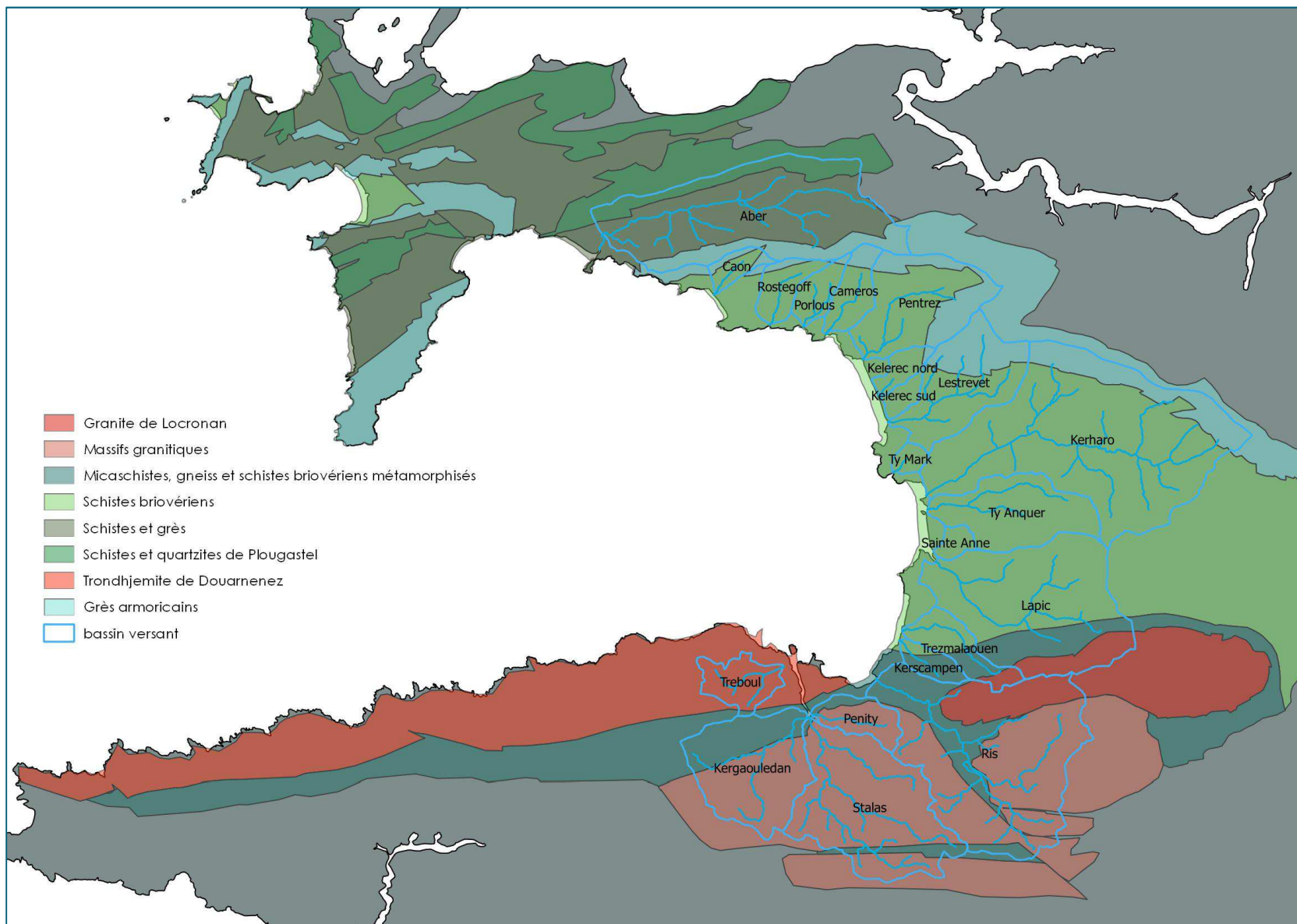


Figure 10 : Cartographie de la géologie des 21 bassins versants du PAV

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

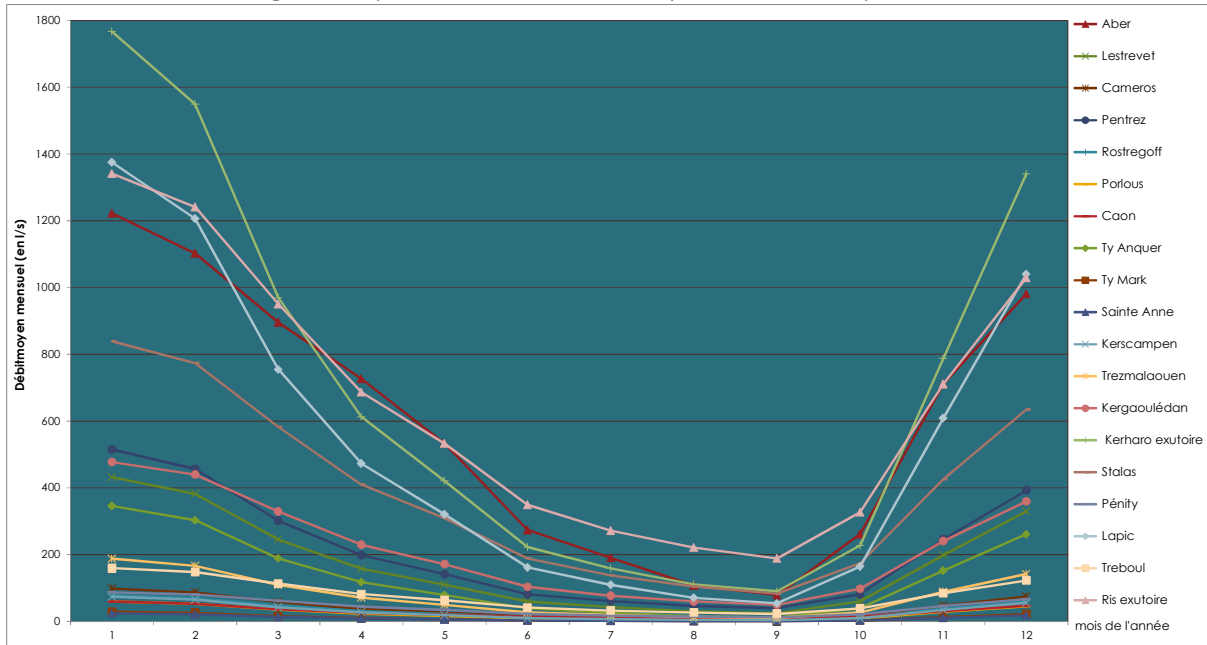


Figure 11 : Débits moyens mensuels par cours d'eau (moyenne 1999-2019)

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) :

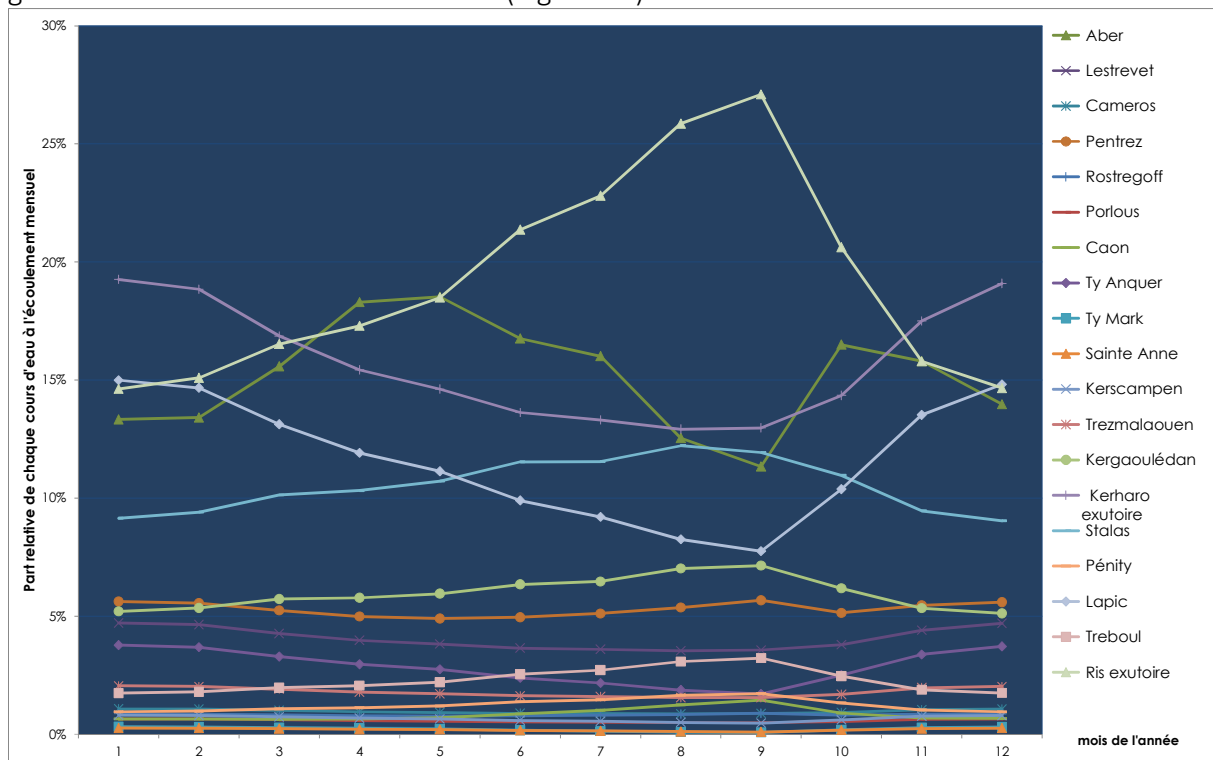


Figure 12 : Part relative de chaque cours d'eau au débit mensuel de la baie (1999-2019)

Sur ce graphique, on remarque que les bassins versants situés sur des contextes géologiques schisteux (Kerharo, en violet, Laptic 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).

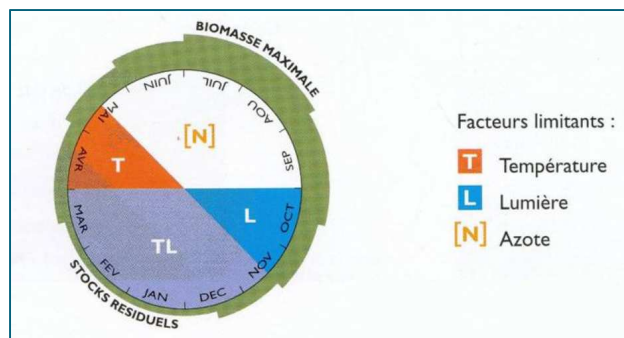


Figure 13 : Les facteurs limitants des marées vertes (source CEVA)

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

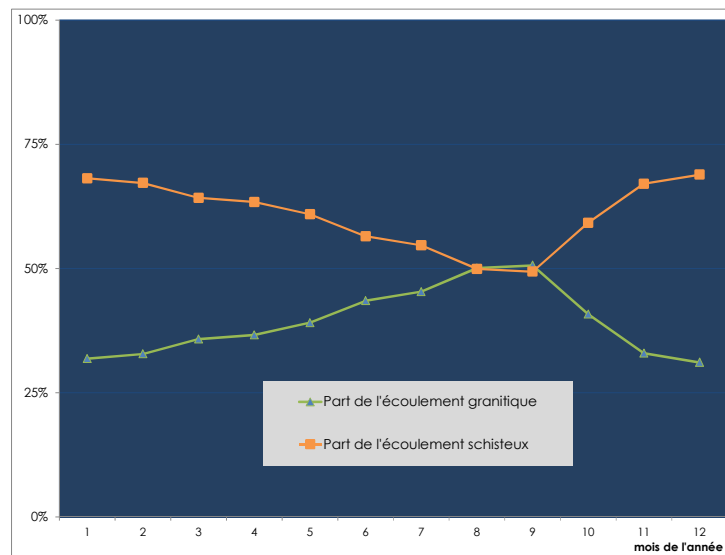


Figure 14 : Part relative des bassins granitiques et schisteux dans le débit mensuel de la baie

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 1999-2020, les facteurs d'hydraulicité annuels sont donc les suivants :

Année hydrologique	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Hydraulicité schisteux	1.20	1.12	2.10	0.68	1.12	0.63	0.47	0.73	1.14	0.72	0.89
Hydraulicité granitique	1.16	1.11	1.65	0.78	1.04	0.72	0.61	0.80	1.13	0.82	0.91
Année hydrologique	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hydraulicité schisteux	1.05	0.71	0.75	1.19	1.61	1.08	1.31	0.51	1.06	0.77	1.65
Hydraulicité granitique	1.02	0.76	0.81	1.14	1.40	1.00	1.32	0.50	1.02	0.94	1.69

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 1999-2020, les facteurs d'hydraulicité pour les mois de Mai à Septembre sont les suivants :

Année hydrologique	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Hydraulicité schisteux	1.40	2.26	1.14	1.12	0.44	0.85	0.56	0.63	1.99	1.39	0.84
Hydraulicité granitique	1.19	1.70	1.04	1.07	0.55	0.88	0.65	0.70	1.62	1.24	0.87
Année hydrologique	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hydraulicité schisteux	0.60	0.34	2.24	1.01	0.94	1.08	0.69	0.47	0.63	0.47	0.54
Hydraulicité granitique	0.70	0.47	1.63	0.99	0.98	1.02	0.95	0.68	1.13	0.88	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.

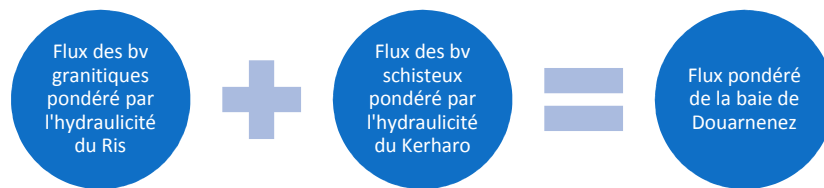
Les mesures de concentration n'étant pas quotidiennes, des valeurs journalières sont reconstituées par interpolation: les concentrations journalières sont calculées grâce à une régression linéaire entre deux dates de mesures, afin de s'adapter aux mesures de débit journalières.

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

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

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.
- ✓ 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*

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

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.

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.

⁷ Indicateur de qualité exprimé en ratio

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.

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

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 1994-2020. 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.

2 RESULTATS DE L'ANNEE HYDROLOGIQUE 2019-2020

2.1 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. L'EPAB utilise les données de l'usine de Kervignac depuis 2017 pour établir le profil météorologique de l'année.

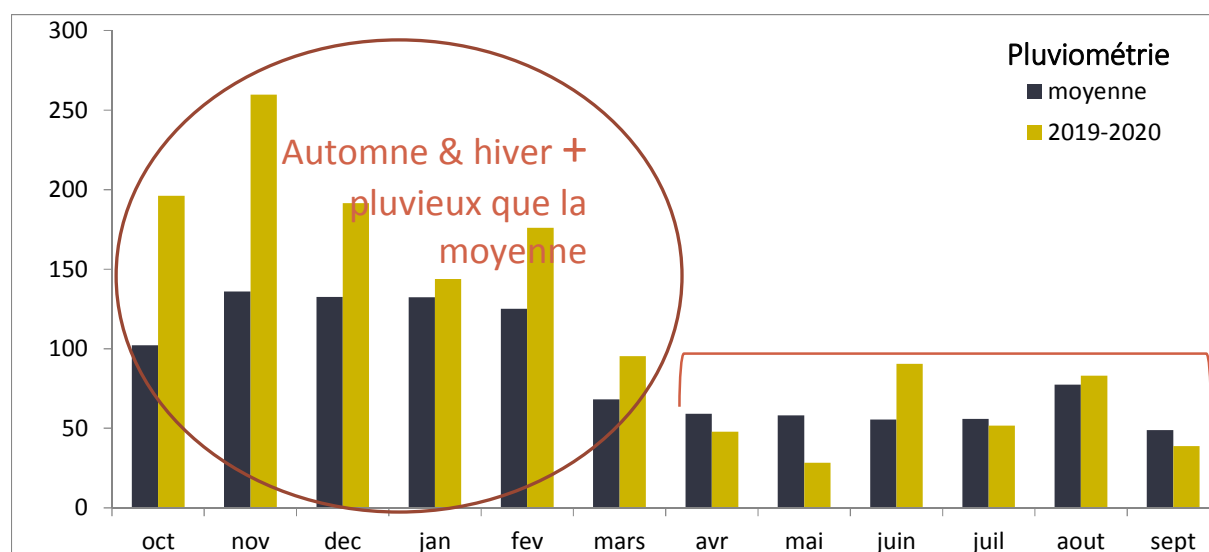


Figure 15 : Pluviométrie mensuelle et moyenne en 2019-2020.

Les précipitations moyennes interannuelles sont de 1085mm. La pluviométrie totale mesurée en 2019-2020 est de 1402 mm, ce qui est 29% supérieur à la moyenne interannuelle. Cependant les précipitations sont déséquilibrées : on a un automne et un hiver très pluvieux, avec par exemple en novembre +190% par rapport aux précipitations moyennes. A l'inverse la période printemps été est globalement plus sèche que les années moyennes. Cela se traduit bien par le facteur d'hydraulicité, on a une hydraulicité annuelle autour de 1,6 et mai – septembre, pour les schistes à 0,5. Ce déséquilibre météorologique va favoriser un fort

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

lessivage des sols pendant l'hiver et toutefois des flux plus faibles sur la période mai-septembre, la plus sensible au facteur azote pour le développement de marées vertes.

2.2 BILAN DES CONCENTRATIONS EN NITRATES

Le suivi 2019-2020 a porté sur 8 des 21 bassins versants du périmètre du Plan Algues vertes principaux contributeurs au flux d'azote. Ces 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.

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 calcul des moyennes mensuelles permet de voir si les concentrations en nitrates pour un cours d'eau donné évoluent au cours de l'année ou restent globalement stables.

Pour l'année hydrologique 2019-2020 (Tableau 8 & Figure 16) on observe que les conditions météorologiques ont nettement impacté les concentrations en nitrates, en particulier sur la partie automne-hiver. En effet on observe sur tous les cours d'eau une forte augmentation des concentrations en nitrates entre les mois d'octobre et novembre suivi d'une diminution au mois de décembre.

Hormis cette brusque variation, les tendances mensuelles en 2019-2020 correspondent aux moyennes interannuelles. On retrouve deux catégories d'évolutions :

- Le profil normal : les cours d'eau dont les concentrations évoluent dans le même sens que le débit. Les valeurs minimales en nitrates sont retrouvées à l'étiage (septembre-octobre), puis augmentent pour atteindre un maximum en janvier février, puis diminuent lentement de nouveau jusqu'à la fin de l'été. Les variations sont plus importantes lorsqu'elles suivent ce schéma (delta jusqu'à 15 mg/l en moyenne pluriannuelle sur le Lopic).
- Le profil inversé : les cours d'eau qui ont un niveau bas en nitrates en automne, puis ce niveau augmente pour atteindre un maximum en été et diminuer à nouveau jusqu'à l'étiage

A l'exception de l'Aber, qui présente un profil normal, les cours d'eau schisteux présentent un profil inversé. Les cours d'eau granitiques présentent un profil normal.

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)													
		Annuelle	Mai - Septembre	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept
04179650	Aber	14	18	9	10	5	15	13	15	10	17	19	20	17	19
04179681	Lapic	28	27	18	31	17	35	33	33	28	31	28	26	22	30
04179700	Ris	24	25	17	22	20	26	24	26	24	28	25	25	23	25
04339001	Stalas	33	35	25	32	22	37	34	35	34	37	34	35	34	34
04339004	Kerharo	20	18	15	23	15	26	25	24	17	21	20	19	16	16
04339005	Kergaouledan	26	30	17	21	17	27	25	27	25	30	29	32	29	30
04339006	Penity	13	14	6			15	12	14	12	16	13	15	13	16
04339007	Lestrevet	20	21	13	23	14	25	24	23	17	22	22	24	19	20

Tableau 8 : Concentrations moyennes 2019-2020 en nitrates par cours d'eau

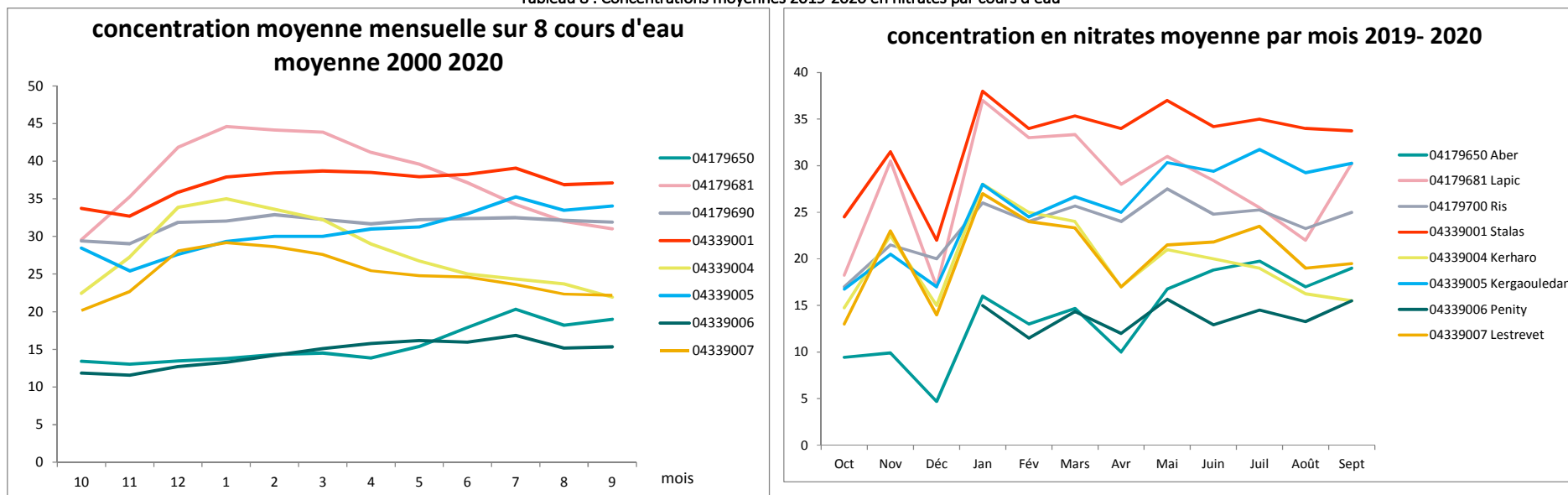


Figure 16 : Evolution des concentrations moyennes mensuelles (interannuelle à gauche et en 2019-2020 à droite)

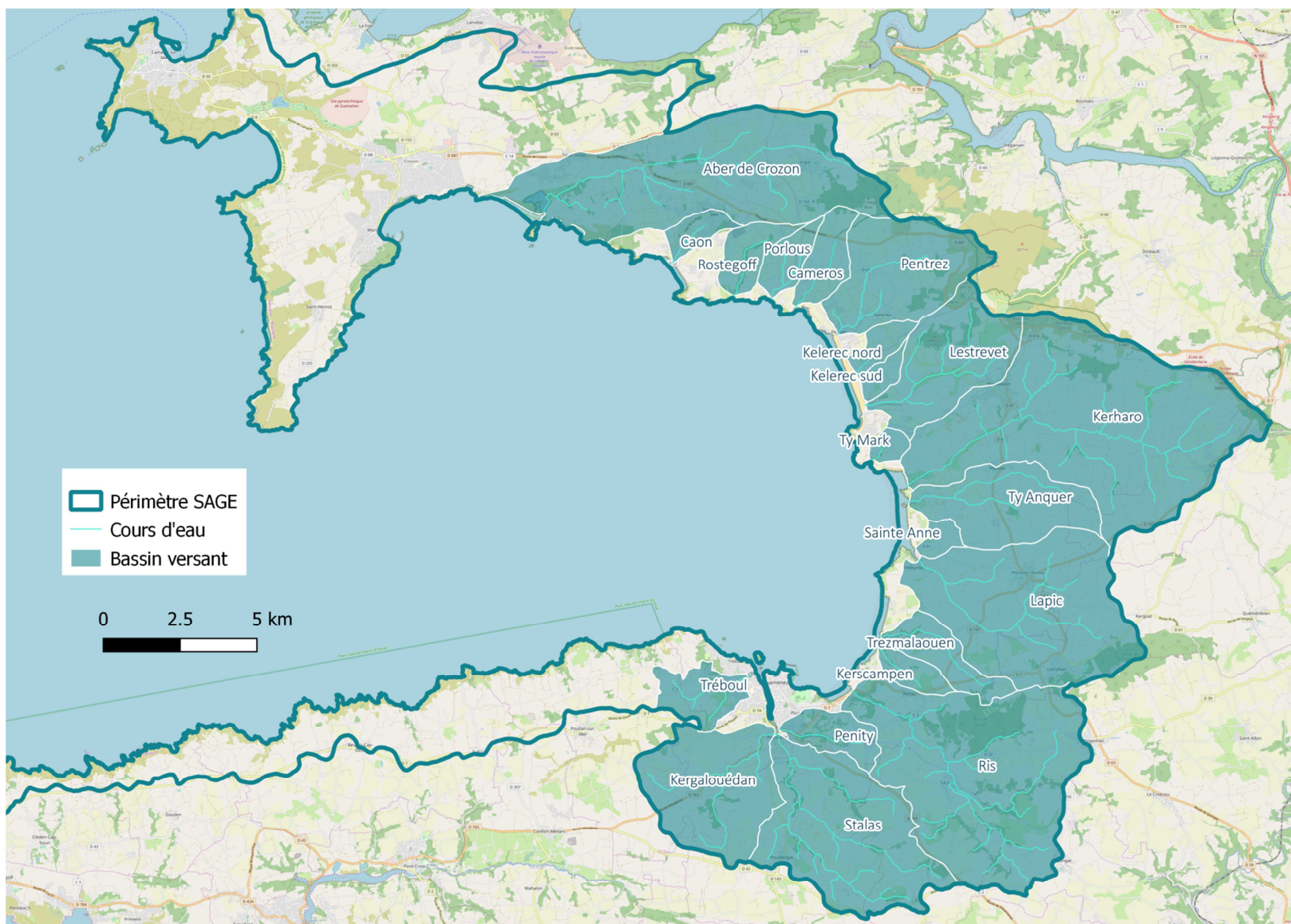


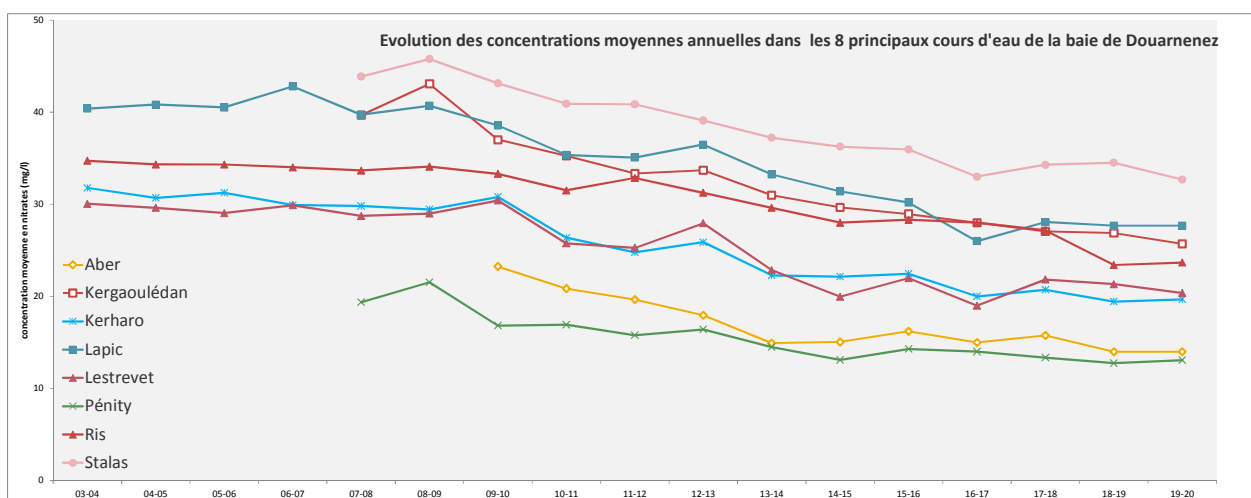
Figure 17 : Carte représentant les 21 cours d'eau suivis pour le paramètre nitrates en 2018-2019

CONCENTRATIONS ANNUELLES

Le Tableau 9 présente l'évolution des concentrations moyennes annuelles :

Concentration moyenne annuelle 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	19-20
Aber							23	21	20	18	15	15	16	15	16	14	14
Kergaoulédan					40	43	37	35	33	34	31	30	29	28	27	27	26
Kerharo	32	31	31	30	30	29	31	26	25	26	22	22	22	20	21	19	20
Lapic	40	41	41	43	40	41	39	35	35	36	33	31	30	26	28	28	28
Lestrevet	30	30	29	30	29	29	30	26	25	28	23	20	22	19	22	21	20
Pénity					19	22	17	17	16	16	14	13	14	14	13	13	13
Ris	35	34	34	34	34	34	33	32	33	31	30	28	28	28	27	23	24
Stalas					44	46	43	41	41	39	37	36	36	33	34	35	33

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



L'évolution des concentrations moyennes annuelles montre une diminution sur l'ensemble des cours d'eau entre le début du suivi (2003 à 2009 selon les cours d'eau) et les années 2015-2016. Depuis 2016, la tendance globale est à la stagnation des concentrations moyennes annuelles.

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 jusqu'en 2019, 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	19-20
Aber							26	26	19	20	17	18	19	15	19	18	18
Kergaouledan					42	43	43	36	35	36	33	33	32	30	29	31	30
Kerharo	31	27	26	24	27	24	26	20	24	21	18	20	21	18	18	18	18
Lapic	37	37	36	41	38	36	34	28	35	34	31	29	28	23	25	25	27
Lestrevet	29	28	28	25	28	29	30	22	24	25	21	17	22	19	22	21	21
Pénity					22	22	22	17	17	18	16	14	16	13	14	14	14
Ris	35	34	35	34	35	35	35	31	33	33	30	29	30	27	28	25	25
Stalas					45	46	46	39	43	40	37	37	37	34	35	36	35

Tableau 10 : Concentration moyenne en nitrates par cours d'eau Mai-Septembre entre 2004 et 2020

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

Cette année, 1 seul cours d'eau atteint l'objectif que le SAGE Baie de Douarnenez a fixé pour 2027 : 15mg/l en moyenne sur Mai-Septembre : le Pénity.

Les cours d'eau présentant les plus fortes concentrations moyennes mai-septembre sont le Stalas (35 mg/l), le Kergaouledan (30 mg/l) et le Lapic (27 mg/l).

2.3 BILAN DES Q90

Le bilan des nitrates au vu de l'indicateur Q90 pour l'année hydrologique 2019-2020 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	2019-2020
Aber							28	28	21	23	21	21	19	22	22	21
Lestrevet	38	35	32	40	34	35	36	33	33	33	28	26	23	24	26	25
Kerharo	42	40	42	42	36	37	40	36	35	36	30	29	24	29	25	24
Lapic	53	50	49	52	47	50	48	45	44	44	39	38	31	35	35	34
Ris	38	38	39	39	37	38	37	36	36	35	34	31	30	29	27	28
Pénity					24		24	23	19	21	19	16	17	17	17	16
Stalas					46		48	46	46	43	41	39	37	37	38	37
Kergaouledan					43		45	42	38	39	37	35	32	32	33	32
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 2020

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, 4 cours d'eau présentent un état moyen (Q90 entre 10 et 25 mg/l) et 4 cours d'eau présentant un Q90 correspondant à une classe de qualité médiocre (Q90 entre 25 et 50 mg/l).

2.4 BILAN DES FLUX

2.4.1 FLUX MENSUELS

Les flux bruts mensuels par cours d'eau pour l'année 2019-2020 sont les suivants :

	oct-19	nov-19	déc-19	janv-20	févr-20	mars-20	avr-20	mai-20	juin-20	juil-20	août-20	sept-20
Aber	1.87	10.06	8.37	8.80	10.43	8.61	1.36	1.21	0.61	0.24	0.20	0.17
Kergaouledan	1.5	8.6	11.3	10.5	10.3	10.6	3.2	2.2	1.4	1.2	1.1	0.8
Kerharo	5.0	38.3	38.1	26.7	33.9	24.2	3.4	2.9	1.3	0.7	0.4	0.4
Lapic	5.4	39.1	33.4	25.6	33.4	24.9	3.8	3.2	1.3	0.6	0.4	0.5
Lestrevet	1.2	9.4	8.6	6.3	7.9	5.7	0.9	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1
Penity	0.1	0.7	1.2	1.0	0.9	1.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Ris	5.0	25.1	35.0	28.8	27.9	28.0	9.1	6.2	4.5	3.8	3.5	2.4
Stalas	4.3	23.4	26.5	24.8	24.9	24.9	7.5	4.9	3.1	2.4	2.3	1.6

Tableau 12 : Flux mensuels bruts (TN/mois) par cours d'eau 2019-2020

Le flux brut total pour l'année hydrologique 2019-2020 pour les 8 cours d'eau est de 838 TN. En estimant celui des 13 autres bassins versants on a un flux total estimé en 2019-2020 de 1015 TN, ce qui en fait un des plus forts flux bruts d'azote depuis le début du suivi (sensiblement égal à celui de 2003 et 2007). 87% des 838 TN mesurés par les 8 cours d'eau principaux l'ont été sur la période novembre – mars. Sur ce flux novembre – mars, 80% de l'azote est apporté par 4 cours d'eau : le Kerharo, le Lapic, le Ris et le Stalas. Le Kerharo est le plus fort contributeur, notamment en raison de sa grande surface et donc d'un débit plus élevé que sur les autres cours d'eau.

Comme les autres années, sur la période mi-septembre la tendance s'inverse et ce sont les cours d'eau granitiques qui apportent le plus fort flux d'azote, en particulier le Ris (35% du flux total des 8 cours) et le Stalas (25% du flux total).

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 novembre et janvier sur un même bassin montrent l'influence nette des précipitations hivernales sur les flux bruts.

Le tableau ci-dessous présente les participations relatives de chaque cours d'eau au flux brut annuel et au flux brut mai septembre pour l'année hydrologique 2019-2020.

	Participation relative au flux annuel (8 CE)	Participation relative au flux mai-septembre (8 CE)
Aber	6.2%	4.2%
Kergaouledan	7.5%	11.6%
Kerharo	20.9%	9.9%
Lapic	20.5%	10.3%
Lestrevet	5.0%	2.8%
Penity	0.7%	1.3%
Ris	21.4%	35.2%
Stalas	18.0%	24.7%

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

On note que, conformément aux observations faites sur l'hydrologie, 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 20% sur le flux annuel à 9% sur le flux saisonnier. Pour le Ris, on a une participation relative de 21% sur l'année mais une participation de 35% sur Mai-Septembre.

La Figure 18 représente les flux bruts mensuels par cours d'eau pour 2019-2020. Le pic hivernal est très long cette année. Par ailleurs, on a habituellement des flux hivernaux bien plus élevés sur le Kerharo et le Laptic, que sur le Ris et Stalas : cette année on constate que ces 4 cours d'eau ont des niveaux équivalents sur la période hivernale, avec parfois des valeurs pour le ris supérieures à ceux des cours d'eau schisteux. Le pic de flux est atteint en décembre.

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.

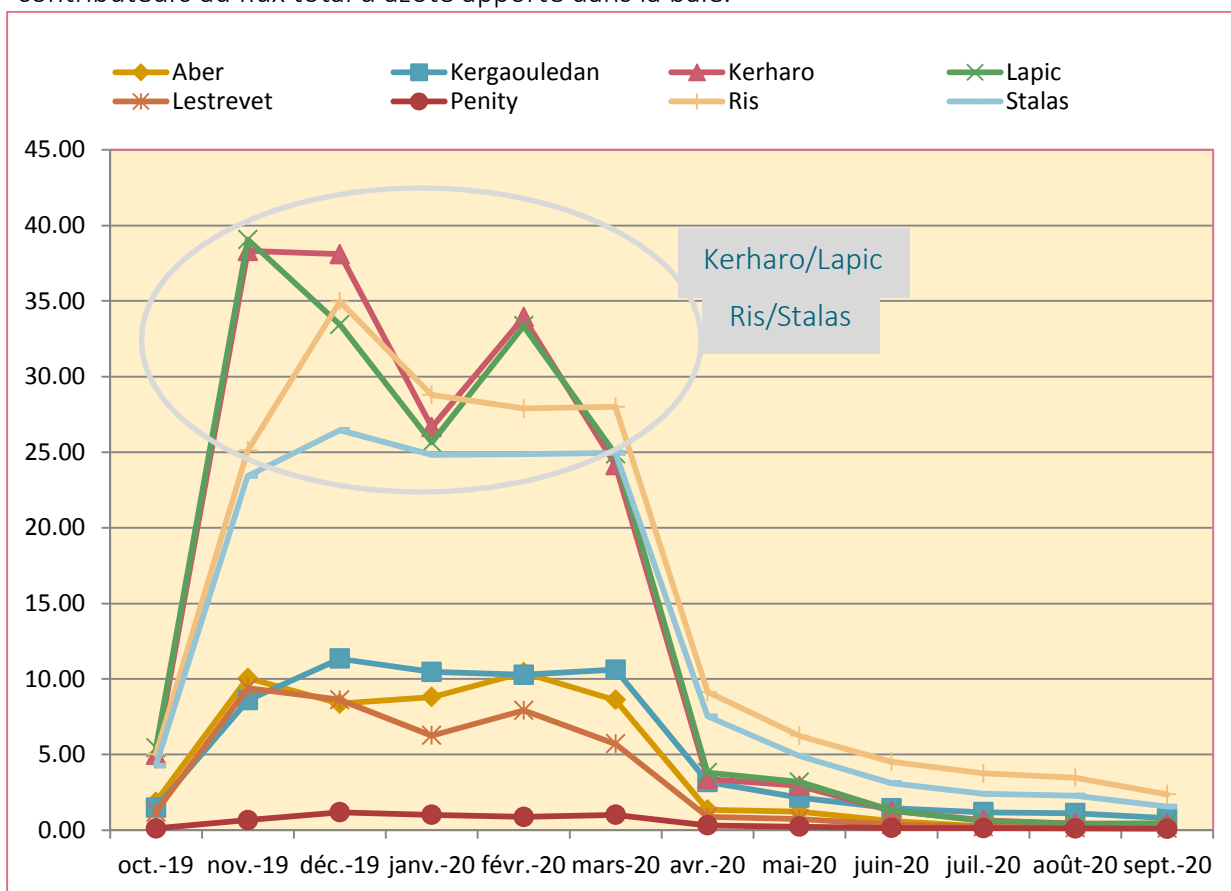


Figure 18 : Graphique représentant les flux bruts mensuels 2019-2020 par cours d'eau

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-19	nov-19	déc-19	janv-20	févr-20	mars-20	avr-20	mai-20	juin-20	juil-20	août-20	sept-20
Aber	0.6	3.3	2.7	2.8	3.4	2.8	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1	0.05
Kergaouledan	1.0	5.7	7.6	7.0	6.9	7.1	2.1	1.4	1.0	0.8	0.7	0.5
Kerharo	1.1	8.6	8.5	6.0	7.6	5.4	0.8	0.7	0.3	0.1	0.1	0.1
Laptic	2.0	14.4	12.3	9.5	12.3	9.2	1.4	1.2	0.5	0.2	0.2	0.2
Lestrevet	1.0	7.6	6.9	5.0	6.4	4.6	0.7	0.6	0.3	0.2	0.1	0.1
Penity	0.3	1.7	3.1	2.7	2.3	2.6	0.8	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3
Ris	1.4	7.0	9.7	8.0	7.8	7.8	2.5	1.7	1.3	1.0	1.0	0.7
Stalas	1.9	10.5	11.9	11.1	11.1	11.2	3.4	2.2	1.4	1.1	1.0	0.7

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

On note que les valeurs maximales sont toujours présentes en automne-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 :

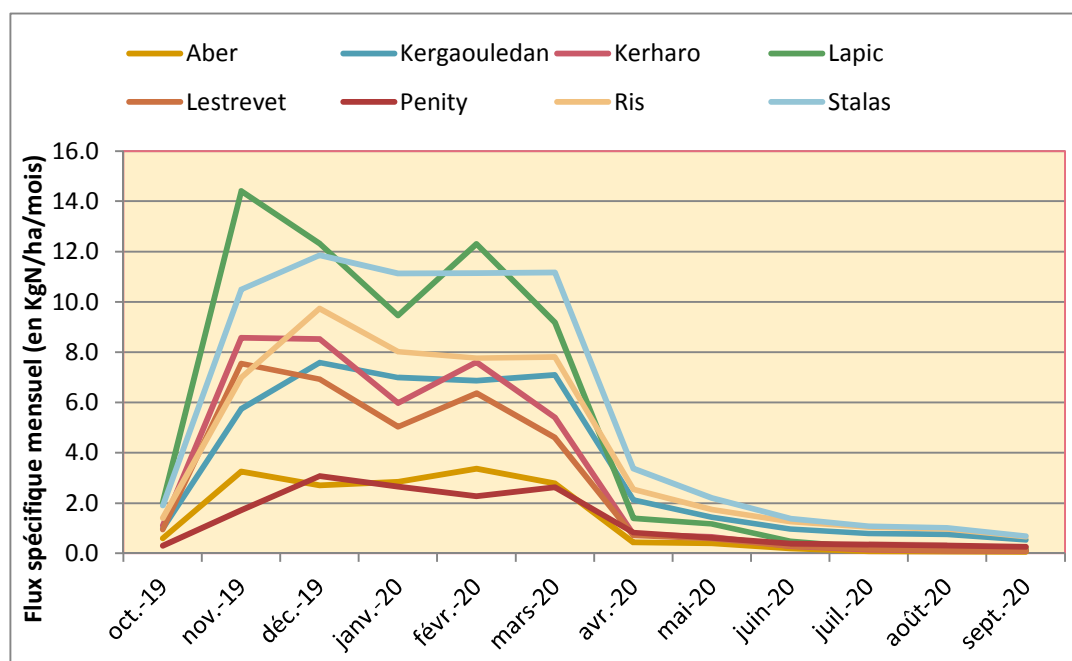


Figure 19 : Flux spécifique mensuel par cours d'eau 2019-2020

On constate que le Stalas apporte le plus d'azote à l'hectare à l'exception des mois où les précipitations ont été très importantes (novembre décembre février) pendant lesquels c'était le Lapic.

2.4.2 FLUX SPECIFIQUES PONDERES

L'évolution des flux spécifiques pondérés annuels entre 2003 et 2020 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	2020	
Aber											20.0	15.6	20.2	16.1	12.0	12.4	13.3	13.2	14.0	13.7	10.2	
Cameros				34.6	35.4	33.9	32.2	35.9	33.5	27.6	31.9	29.3	30.2	29.3			26.3	27.7			25.2	
Caon				25.5	31.2	36.1	33.6	23.5	27.2					18.4			17.3	20.8			20.2	
Kerelec Nord				0.0	37.2	39.2	36.6	36.8	33.3					31.4			27.4	28.3			28.5	
Kerelec Sud				25.8	27.9	20.4	21.5	24.9	20.9					19.9			16.4	6.2			16.7	
Kergaouledan										42.0	34.1	37.9	35.1	31.7	27.6	26.9	28.8	25.5	26.6	31.7	24.8	
Kerharo	46.8	45.4	39.0	40.3	40.0	36.1	37.2	38.1	34.4	34.7	37.1	34.6	30.0	31.3	29.3	25.8	28.9	22.8	27.1	24.6	23.8	
Kerscampen				47.5	44.3	42.0	45.0	46.2	45.7					44.8			39.1	32.8			37.3	
Lapic	73.3	73.5	63.1	66.4	65.8	56.5	59.3	63.6	56.6	62.0	59.1	55.0	53.6	53.6	52.0	46.2	48.1	38.8	44.6	42.1	38.3	
Lestrevet				33.9	34.4	30.8	31.6	34.7	30.8	29.5	31.2	28.6	27.7	29.0	25.4	21.8	25.5	19.9	24.0	23.6	20.3	
Penity										16.8	10.6	13.8	12.8	11.4	8.8	9.1	10.5	10.0	9.7	11.3	9.1	
Pentrez				34.6	34.8	34.6	32.4	35.6	34.5	31.9	33.8	33.4	34.1	33.6			31.0	23.4			31.9	
Porslous				34.9	34.5	34.4	32.0	36.7	34.1					31.3			27.6	29.5			28.3	
Ris	43.8	45.2	44.2	40.3	53.4	60.0	50.2	43.8	49.7	45.2	40.3	44.1	45.7	36.5	31.9	32.6	35.3	36.0	33.5	38.6	29.5	
Rostegoff				34.5	32.7	32.4	30.6	34.9	34.2					28.8			22.7	18.7			23.9	
Stalas										53.8	49.7	54.7	53.4	45.8	40.8	41.3	45.3	38.7	42.8	50.8	39.9	
Ste Anne								35.2	28.8					29.8			25.2	12.2			23.0	
Treboul										50.1	41.8	43.6	42.2	37.7			33.3	35.7			36.4	
Trezmalaouen				63.0	58.7	54.4	58.2	57.8	56.3	53.4	52.2	51.7	49.7	49.6			42.6	33.7			36.6	
Ty Anquer				37.3	34.1	29.2	32.3	36.2	26.7	30.0	31.0	27.6	27.2	27.4			25.7	9.3			20.6	
Ty Mark							32.7	39.4	31.8					30.6			22.6	13.8			18.9	

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

En 2019-2020, 3 cours d'eau présentent un flux spécifique classé médiocre (classification CSEB), quatre cours d'eau un flux spécifique moyen, et un cours d'eau, le Pénity, est en bonne qualité. Ces résultats, témoignant d'une amélioration de la qualité de l'eau par rapport aux années précédentes, sont toutefois à prendre avec précaution, car les flux sont pondérés par une hydraulicité particulièrement forte, compte tenu des précipitations importantes lors de l'automne et l'hiver 2019-2020.

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

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aber													1.5	0.8	4.6	2.0	1.5	1.8	1.3	0.7	1.0	0.7	0.8
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	4.5
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	1.3
Kerscampen						1.8	3.9	2.4	3.0	10.0	7.1					5.0			2.7	1.6		1.6	
Lapic			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	2.2
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	1.3
Penity												2.9	2.5	1.4	4.0	2.6	2.3	2.1	2.3	1.4	2.3	1.9	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		11.5	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	5.8	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	6.8	6.4
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	
Trezmalaouen						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 2020

On retrouve la même tendance que dans la Figure 19 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.

2.4.3 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 2019-2020.

Le Tableau 17 présente les flux annuels pondérés par l'hydraulicité entre 2003 et 2020 par cours d'eau.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aber								62	48	63	50	37	38	41	41	43	42	31
Cameros	13	13	13	12	14	13	10	12	11	11	11			10	10		9	
Caon	5	6	7	6	5	5					4			3	4		4	
Kerelec Nord		7	7	7	7	6					6			5	5		5	
Kerelec Sud	4	4	3	3	3	3					3			2	1		2	
Kergaouledan							63	51	57	52	47	41	40	43	38	40	47	37
Kerharo	180	179	161	166	170	153	155	166	154	134	140	131	115	129	102	121	110	106
Kerscampen	10	10	9	10	10	10					10			8	7		8	
Lapic	180	178	153	161	172	153	168	160	149	145	145	141	125	130	105	121	114	104
Lestrevet	42	43	38	39	43	38	37	39	36	34	36	32	27	32	25	30	29	25
Penity							6	4	5	5	4	3	4	4	4	4	4	3
Pentrez	46	47	46	44	48	46	43	45	45	46	45			42	31		43	
Porlous	9	9	9	8	10	9					8			7	8		7	
Ris	145	192	215	180	157	178	162	145	158	164	131	114	117	127	129	120	139	106
Rostegoff	11	11	11	10	12	11					10			8	6		8	
Stalas							120	111	122	119	102	91	92	101	86	96	113	89
Sle Anne					4	4					4			3	2		3	
Treboul							21	18	19	18	16			14	15		16	
Trezmalaouen	30	28	26	28	28	27	25	25	25	24	24			20	16		17	
Ty Anquer	43	39	33	37	42	31	34	36	32	31	32			30	11		24	
Ty Mark				4	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. Toutefois, l'indice d'hydraulicité étant important cette année il diminue fortement les flux bruts

Par exemple, pour le Stalas on a une concentration de 35mg/l contre 36 mg/l l'an passé. Cependant, en flux pondéré on retrouve 89 TN/an contre 113 l'an passé. En flux brut, le Stalas a apporté 151 TN contre 89 TN l'an passé. Lorsque les indices d'hydraulicité sont très forts (1,7 en 2019-2020) ils tendent à amplifier la pondération.

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.

		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Flux brut (TN/an)	Schistes	715	401	268	429	714	403	503	621	382	398	629	743	447	619	192	452	330	596
	Granites	359	267	222	289	396	282	330	346	255	269	358	425	287	379	140	279	245	419
	Total	1074	669	489	718	1111	686	833	967	637	667	987	1168	734	998	331	730	575	1015
Flux pondéré (TN/an)	Schistes	636	636	574	591	626	563	568	591	542	530	529	461	414	473	375	426	429	361
	Granites	346	371	364	359	351	345	363	340	334	331	314	304	287	287	280	273	261	248
	Total	982.2109	1006.83	938.4439	950	977	908	931	931	876	861	843	765	701	760	655	699	690	608.86
Hydraulicité	Schistes	1.1	0.6	0.5	0.7	1.1	0.7	0.9	1.1	0.7	0.8	1.2	1.6	1.1	1.3	0.5	1.1	0.8	1.7
	Granites	1.0	0.7	0.6	0.8	1.1	0.8	0.9	1.0	0.8	0.8	1.1	1.4	1.0	1.3	0.5	1.0	0.9	1.7

Tableau 18 : Récapitulatif des flux annuels 2003-2020

Le flux brut 2019-2020 est de 1015 TN, soit +43% d'augmentation par rapport à l'année précédente. Les concentrations en nitrates étant sensiblement égales sur les 8 principaux contributeurs aux flux d'azote, cette augmentation est largement liée à la pluviométrie excédentaire de l'année hydrologique. On obtient d'ailleurs un flux pondéré en 2019-2020 inférieur à celui de 2018-2019, avec 609 TN. Ce flux correspond à l'objectif fixé par le SAGE Baie de Douarnenez pour l'année hydrologique 2020-2021, cependant il est à prendre avec précaution en raison d'une pondération importante en raison de l'indice d'hydraulicité fort.

Cette année le flux total est mesuré sur 8 cours d'eau et estimé sur les 13 autres.

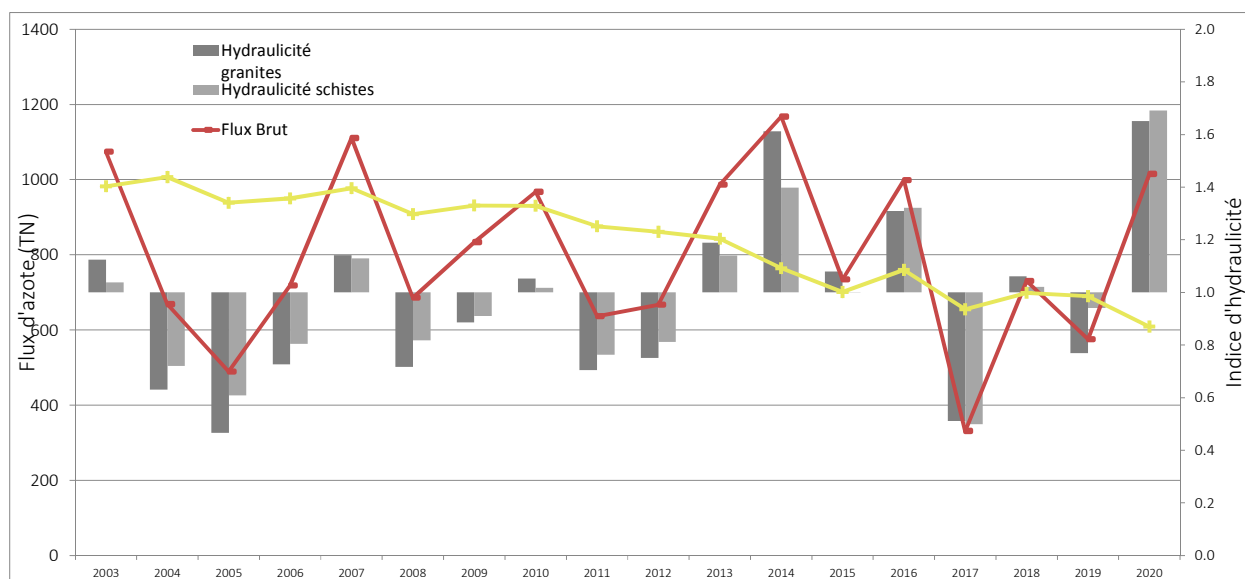


Figure 20 : Evolution des flux bruts et pondérés annuels par socle géologique 2003-2020

On observe sur la Figure 20 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.

2.4.4 FLUX DE MAI A SEPTEMBRE

Le Tableau 19 présente les valeurs de flux saisonniers de 2003 à 2020 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.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Aber								7.7	7.0	6.4	6.1	5.1	5.1	5.6	4.4	4.9	4.8	4.5
Cameros	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.3	1.4			1.3	1.4			1.3
Caon	2.5	1.4	2.0	1.9	0.6	0.7					0.6			0.8	1.2			1.0
Kerelec Nord	1.2	0.9	1.1	1.1	0.9	0.8					0.9			0.9	0.9			1.0
Kerelec Sud	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3					0.2			0.1	0.2			0.2
Kergaouledan							11.4	12.8	12.9	6.8	9.2	8.8	7.9	11.4	11.1	13.2	14.8	12.5
Kerharo	17.7	17.6	15.1	15.0	13.3	14.7	14.3	15.3	12.0	14.8	12.4	9.5	10.5	12.1	10.6	10.2	9.5	10.7
Kerscampen	0.9	1.0	0.9	1.0	1.1	1.1					1.1			0.8	0.7			0.8
Lapic	13.1	15.4	13.9	15.2	16.9	15.7	14.4	13.4	9.8	16.4	14.3	12.2	11.5	11.0	8.3	9.9	9.2	11.1
Lestrevet	4.3	4.3	4.3	4.4	3.6	4.1	4.3	4.7	3.9	3.9	3.7	3.0	2.6	3.4	2.9	3.1	3.2	3.0
Penity							1.3	1.6	1.6	0.7	1.0	0.9	0.8	1.3	1.2	1.4	1.6	1.4
Pentrez	6.2	5.4	6.2	6.0	4.8	5.4	5.9	6.1	6.6	5.4	5.4			5.1	4.8			5.7
Porslous	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0					1.0			0.9	0.9			0.9
Ris	44.0	34.2	38.1	36.9	23.9	27.7	33.5	38.3	44.2	20.0	29.2	28.4	24.9	37.2	37.9	39.4	44.3	38.0
Rostegoff	1.5	1.3	1.4	1.4	1.2	1.3					1.2			1.0	1.0			1.1
Stalas							21.9	24.5	22.7	15.4	19.0	18.0	16.6	24.0	22.0	29.7	32.3	26.6
Ste Anne					0.4	0.4					0.3			0.2	0.1			0.2
Treboul							4.3	5.1	5.5	2.3	3.5			3.8	4.4			5.3
Trezmalaouen	3.3	3.3	3.1	3.4	3.1	3.1	3.1	3.1	2.9	2.7	2.9			2.4	2.0			2.2
Ty Anquer	2.3	2.8	2.7	3.1	3.9	3.4	2.8	2.3	1.4	3.8	2.7			1.9	1.0			1.5
Ty Mark				0.2	0.3	0.3								0.1	0.1			0.1

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

		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Flux brut (TN/an)	Schistes	74	27	53	33	39	115	82	48	36	17	136	55	40	46	33	19	25	20	22
	Granites	66	40	60	44	48	98	79	61	50	29	101	63	56	57	54	36	56	46	44
	Total	141	64	113	75	86	222	165	109	86	47	235	118	98	104	87	55	85	66	70
Flux pondéré (TN/an)	Schistes	66	62	62	60	61	58	59	57	60	50	61	54	43	42	48	41	40	43	42
	Granites	62	73	68	67	69	60	64	70	71	62	62	64	57	56	57	53	50	52	51
	Total	128	135	130	127	130	118	123	127	131	112	123	118	100	98	105	94	90	95	93
Hydraulicité	Schistes	1.1	0.4	0.9	0.6	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	0.5
	Granites	1.1	0.5	0.9	0.7	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	0.9

Tableau 20 : Récapitulatif des flux saisonniers Mai-Septembre 2003-2020

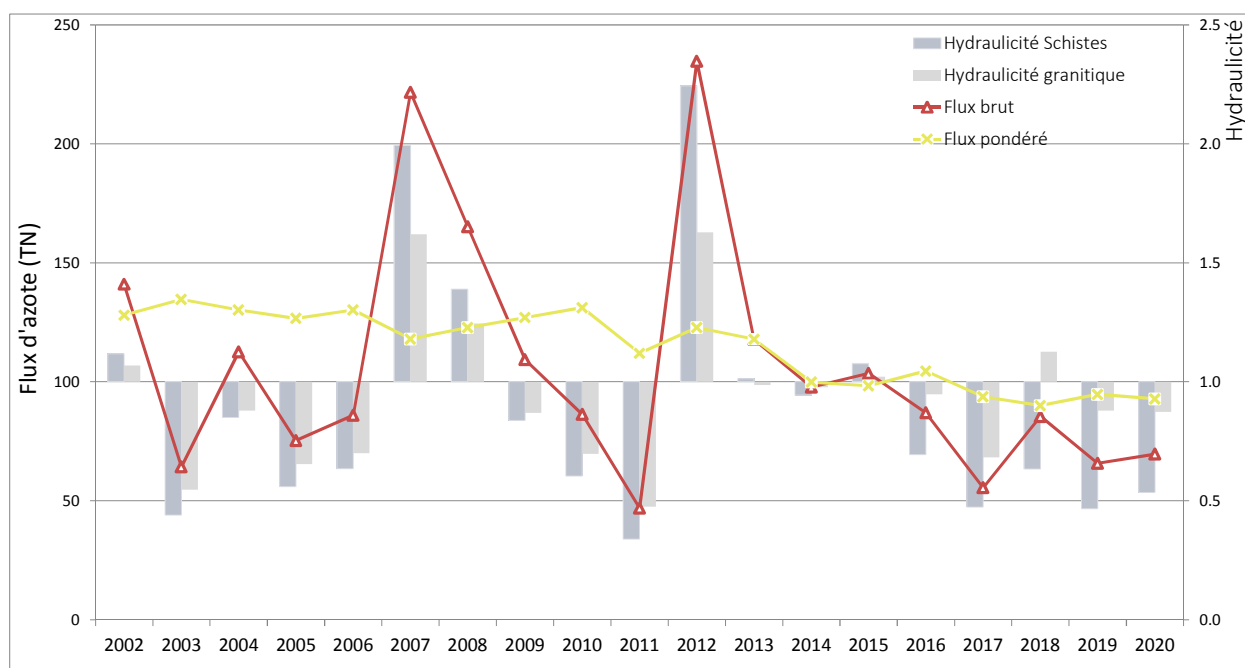


Figure 21 : Evolution des flux bruts et pondérés saisonniers par socle géologique 2003-2020

La période mai-septembre est à l'opposé de l'année hydrologique entière en matière d'hydraulicité : on a un indice de 0,9 sur les granites (contre 1,7 à l'année) et 0,5 sur les schistes (contre 1,7 également l'année). On note que sur les schistes, même avec une période hivernale avec de fortes précipitations, c'est le déficit de précipitations sur la période mai-septembre qui va directement influencer le débit du cours d'eau. Sur le Kerharo, on note que sur de longues périodes sèches, les hauteurs d'eau atteignent un seuil qui n'évolue plus trop malgré le manque de précipitation.

Le flux brut est relativement faible en raison de ces bas débits : il est sensiblement le même que 2019 qui a également été une année sèche. On a un flux mai-septembre pondéré de 93 TN. L'objectif pour 2021 est de 87 ± 4 TN, ce qui est assez proche de la valeur de 2020.

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 2020, comme les 3 dernières années, cette différence est remarquable puisque l'hydraulicité est proche d'une année moyenne pour les bassins granitiques (0,9), mais elle est seulement de 0.5 pour les bassins schisteux.

2.5 BILAN DES RAMASSAGES D'ALGUES VERTES

Les communes de la baie sont tenues de ramasser les algues vertes lorsqu'elles sont fraîches, et dans un délai de 48h après échouage, avec un délai maximum de 36 entre le ramassage et le traitement (compostage dans la baie de Douarnenez).

Certaines communes choisissent de mettre en place des protocoles particuliers pour le ramassage, comme celui d'instaurer un ramassage uniquement lorsque les coefficients de marées successifs diminuent, car lorsque les coefficients de marée augmentent, les algues sont systématiquement reprises par la marée, quitte à être redéposées à la marée haute suivante. C'était le cas de la commune de Douarnenez qui a opéré ce choix pendant les années 2010. En 2020, la municipalité a choisi de ramasser les algues à chaque échouage. Ces différents protocoles influencent évidemment les quantités d'algues de ramassage, car l'effort de ramassage n'est pas le même.

En 2020, les ramassages ont essentiellement eu lieu en juillet et août (voir Figure 22)

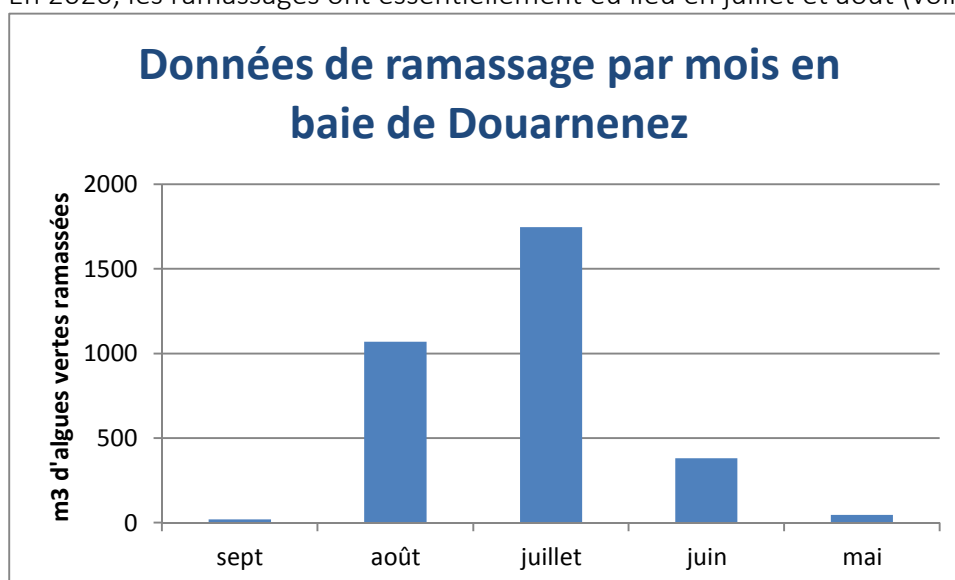


Figure 22 : ramassages par commune et par mois en 2020.

Concernant la caractérisation des marées vertes en baie de Douarnenez, le bulletin édité par le CEVA fait le bilan d'une saison 2020 (bulletin octobre 2020) :

« La baie de Douarnenez a présenté une prolifération « hors norme » en 2020. Cette baie habituellement précoce était peu chargée jusqu'en juillet et a connu des surfaces très supérieures aux moyennes pluriannuelle en août puis septembre d'un mélange d'algues (ulves et algues vertes filamenteuses et algues brunes et rouges filamenteuses, suivant les plages). En octobre, les surfaces sont net repli, et importantes surtout sur le Ry (Ris) (environ 3 fois le niveau moyen, ulves et algues vertes filamenteuses). Les plages du Nord (Lestrevet, Pentrez, Kervijen) sont épargnées et les plages de Trezmalaouen et Sainte Anne la Palud étaient relativement peu chargées (ulves et algues d'arrachage, en mélange). »

La Figure 23 présente l'évolution des ramassages d'algues en baie de Douarnenez sur la période 1994-2020. 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.

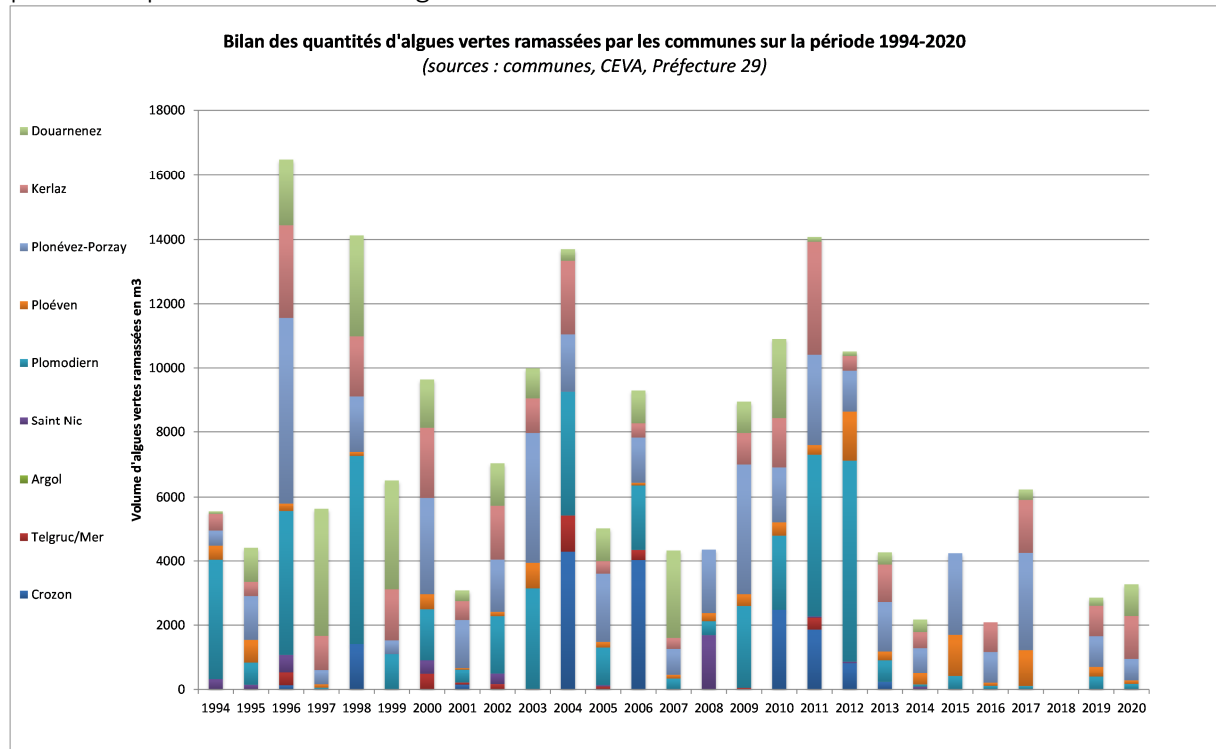


Figure 23 : Bilan des quantités d'algues ramassées par an dans la baie de Douarnenez

Ces ramassages englobent les mélanges d'algues évoqués par le CEVA, et notamment les algues vertes filamenteuses, qui ne sont pas intégrées pour le calcul de l'EQR marées vertes mais qui sont comptabilisées dans les ramassages, car indissociables des ulves.

Sur la Figure 24, on note que la répartition parmi les communes de la baie est assez inégale, les communes de Douarnenez et Kerlaz ont ramassé 70% des algues ramassés en 2020.

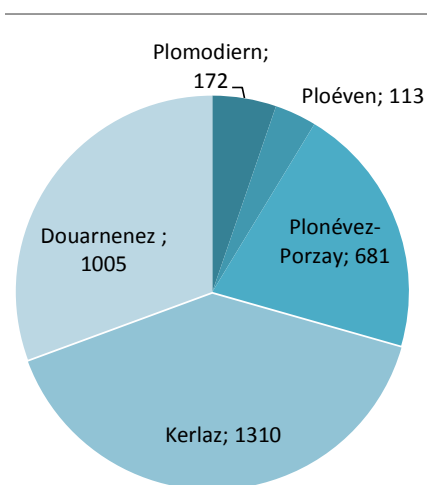


Figure 24 : ramassages des algues vertes (m3) par commune en 2020

2.6 BILAN DES ECHOUAGES (EQR)

Les résultats proposés se basent encore sur des données provisoires. Les données finalisées sont attendues pour avril 2021.

Le calcul de l'EQR pour la période 2015-2020 donne les résultats suivants :

Calcul EQR	
EQR1	0.38
EQR2	0.37
EQR3	0.43
EQR total	0.39

Tableau 21 : EQR 2015-2020

La valeur de l'EQR est de 0,39, soit une qualité médiocre. On constate depuis plusieurs années l'augmentation progressive des valeurs d'EQR, sans que toutefois celles-ci ne passe en classe de qualité moyenne. En 2020, l'année 2014 n'est plus comptabilisée mais elle est remplacée par une année relativement similaire (2020) :

La courbe (Figure 25) 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)

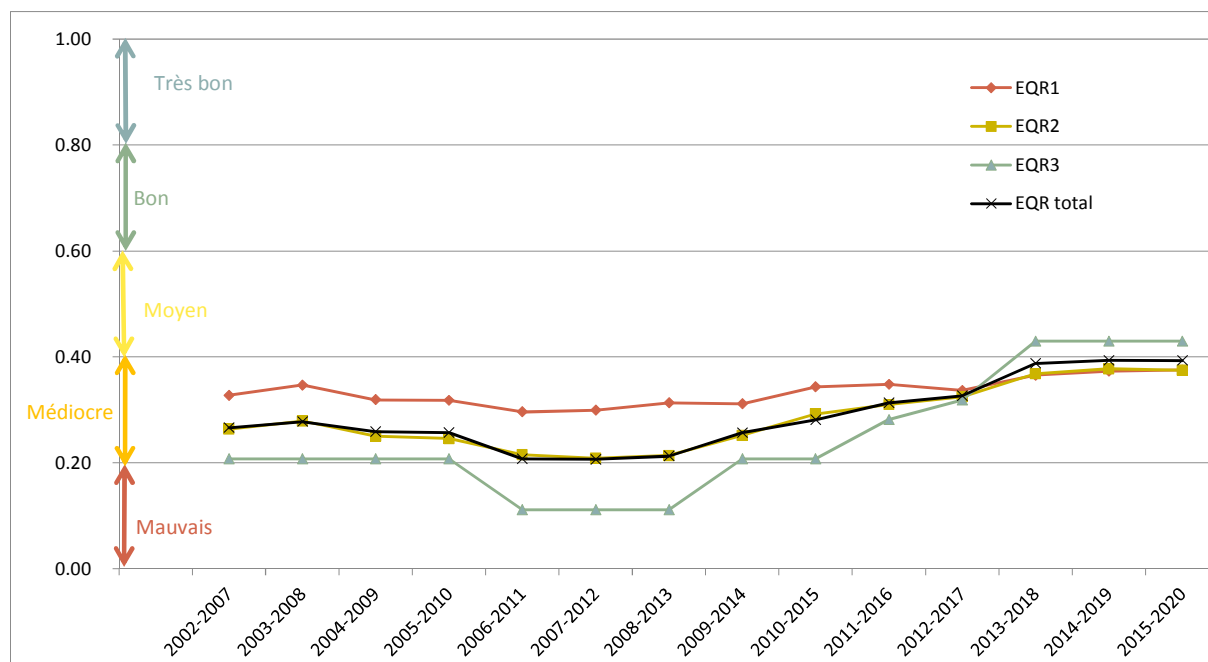


Figure 25 : Evolution de l'indicateur EQR et de ses sous-indices entre 2002 et 2020.

Conclusion

L'année hydrologique 2019-2020 est caractérisée par une pluviométrie remarquable et très contrastée : avec un excédent annuel de 300mm à l'année, et un déficit sur les mois mai-septembre, la pluviométrie impacte largement les résultats de flux d'azote relevés pour cette année. Les indices d'hydraulicité annuels importants induisent une forte pondération d'un flux total à l'année parmi les plus forts calculé depuis le début du suivi. Le flux pondéré annuel correspond ainsi à l'objectif attendu pour l'année 2021, tandis que le flux mai-septembre frôle l'objectif prévu pour l'été prochain. Les concentrations en nitrates, exprimés tant en moyenne annuelle qu'en moyenne mai-septembre, montrent une stagnation des valeurs relevées dans les cours d'eau de la baie de Douarnenez pour la 3^e année consécutive. Il est nécessaire de comprendre cette stagnation des concentrations en nitrates pour pouvoir poursuivre la diminution attendue des concentrations en nitrates : sur certains cours d'eau, les taux d'azote sont encore très élevés, parfois plus du double de ce qui est attendu pour 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

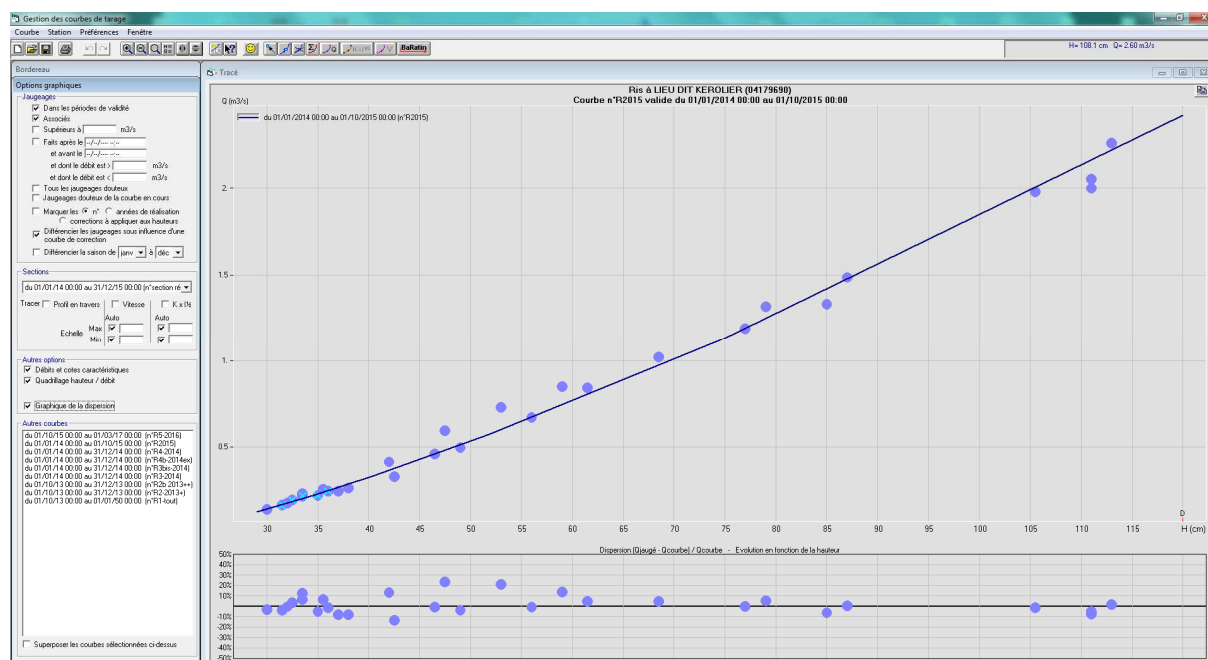
Annexe I. Courbe de tarage – Principe et réalisation

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

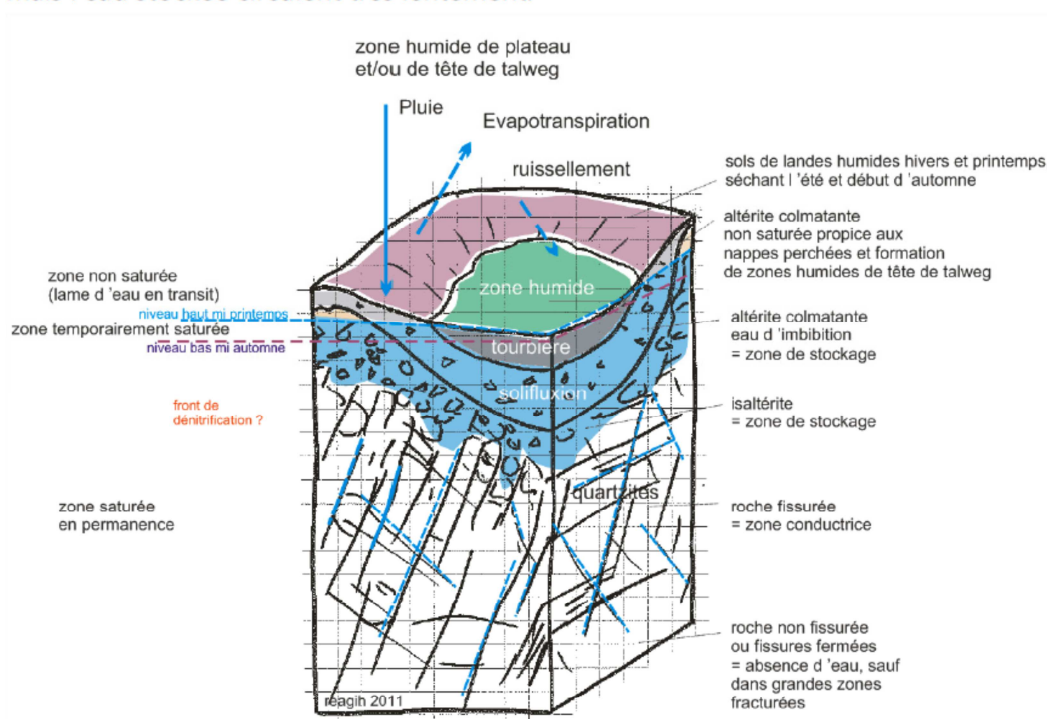
Cours d'eau	Formule de régression
Caon	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.00621065 + 2.83040227$
Rostégoff	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.00886582 - 2.35343843$
Porlous	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.00704413 - 3.4506532$
Caméros	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.01139792 - 4.8654784$
Pentrez	$Q = Q_{\text{steir}} \times 0.05645328 - 14.7139759$
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)

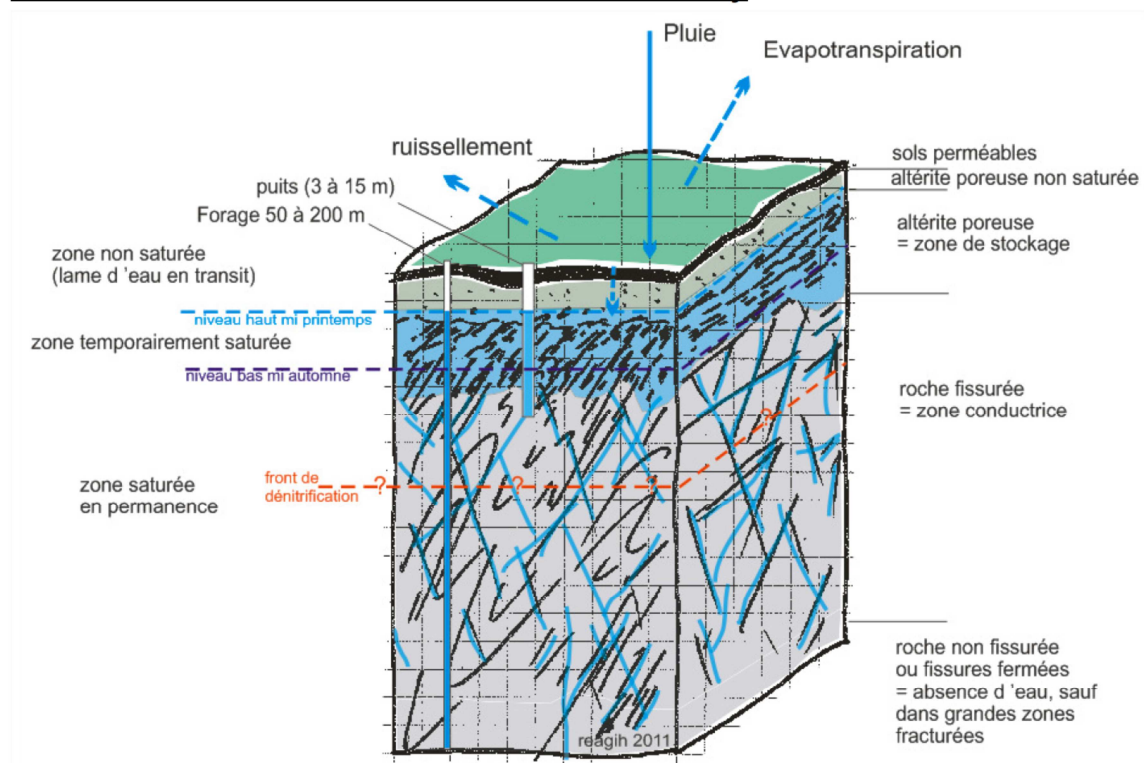
Sur grès quartziteux (grès armoricain)

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.



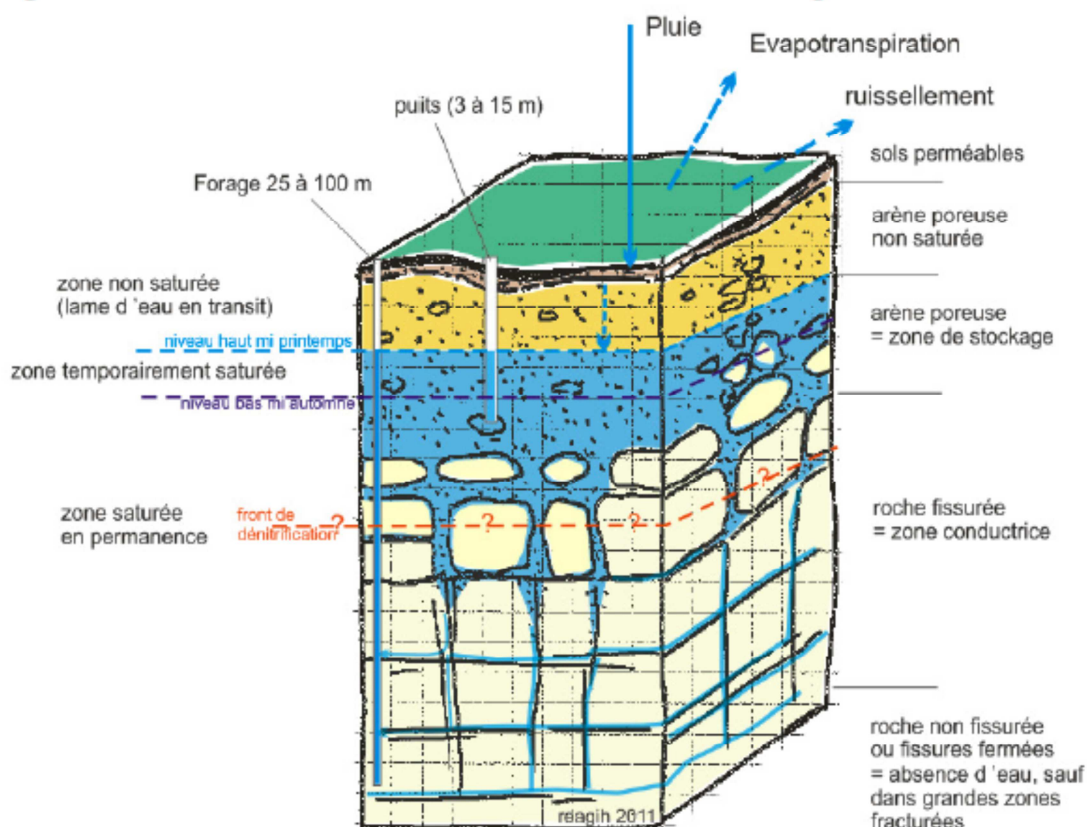
Pluie	1100 mm / an	11 000 m3/ha/an
Evapotranspiration Réelle (40% estimation)	440 mm/an	4400 m3/ha/an
Pluie efficace : part ruissellement (fort dès faible pente, estimé à 20%)	220 mm/an	2200 m3/ha/an
Pluie efficace : part écoulement de subsurface (nappe perchée) (% augmente avec forte pente)	Non connu, 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