

# FLUX DE NITRATES VERS LA BAIE DE DOUARNENEZ

METHODOLOGIE D'ÉVALUATION  
BILAN DE L'ANNEE HYDROLOGIQUE 2021 – 2022 ET 2022 – 2023  
EVOLUTION INTERANNUELLE  
PERSPECTIVES



---

*Etablissement Public de Gestion et d'Aménagement  
de la Baie de Douarnenez*

*Rédaction : Guillemette Preux – décembre 2023*

*- Version 2 -*

Contact : [qualite.eau@epab.fr](mailto:qualite.eau@epab.fr) – 02 29 40 41 27

---

Avec le soutien de nos financeurs



## Liste des abréviations & acronymes

---

BEA : Bassin, Evaluation, Action. Logiciel de bancarisation de la donnée développé par la société SCE pour le compte de la DIREN Bretagne

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières. Le BRGM est l'établissement public de référence dans les applications des sciences de la Terre pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol

BV : Bassin versant

CE : Cours d'eau

CEVA : Centre d'Etude et de Valorisation des Algues. Le CEVA est un centre français de technologie et d'innovation dédié aux algues, aux plantes marines et à la biotechnologie marine

CSEB : Conseil Scientifique de l'Environnement de Bretagne. Cette structure n'existe plus depuis 2016, mais plusieurs de ces fonctions sont reprises par le CRESEB.

CRESEB : Centre de ressources et d'expertise scientifique sur l'eau de Bretagne.

DCE : Directive Cadre européenne sur l'Eau

DIREN : Direction régionale de l'Environnement. Ce service n'existe plus depuis 2010, ces missions ont été reprises par la DREAL

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement. Les DREAL représentent l'unique pilote au niveau régional de la mise en œuvre des politiques publiques du ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES) et du ministère de la Cohésion des territoires (MCT).

EPAB : Etablissement Public de Gestion et d'Aménagement de la baie de Douarnenez. L'EPAB est un syndicat mixte visant à faciliter la gestion équilibrée de la ressource en eau, la prévention des inondations, ainsi que la préservation et la gestion des zones humides. Il est la structure porteuse du SAGE de la Baie de Douarnenez.

Ifremer : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

MAEC : Mesure Agro-environnementale et Climatique. Les MAEC sont des outils d'accompagnement des exploitations agricoles dans leur développement ou maintien de pratiques respectueuses de l'environnement.

MEDD : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable. Ce ministère n'existe plus, ses missions sont reprises par le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.

OEB : Observatoire de l'Environnement en Bretagne. C'est un groupement d'intérêt public qui a pour mission d'accompagner la mise en œuvre des politiques publiques de l'environnement en Bretagne.

PLAV : Plan de Lutte contre les Algues Vertes

PSE : Paiements pour Services Environnementaux. Le PSE est un dispositif économique qui rémunère les agriculteurs pour des actions qui contribuent à restaurer ou maintenir des écosystèmes.

Q90 : Percentile 90

QMJ : Débit moyen journalier

RPG : Registre Parcellaire Géographique. C'est une base de données géographique servant de référence à l'instruction des aides de la Politique Agricole Commune (PAC)

PAR : Programme d'Action Régional. Issu de la directive européenne Nitrate, le PAR précise les mesures complémentaires et les renforcements éventuels nécessaires à l'atteinte des objectifs de reconquête de la qualité des eaux vis à vis de la pollution par les nitrates d'origine agricole. Le 7<sup>e</sup> PAR (PAR7) devrait entrer en vigueur en mars 2024

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux. C'est un document de planification de la gestion de l'eau et des milieux aquatiques à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente

SEQ Eau : Système d'Évaluation de la Qualité de l'eau. C'est un outil permettant de caractériser l'état physico-chimique des cours d'eau. Il sert de grille commune à tous les acteurs de l'eau en France

ZSCE : Zone Soumise à Contrainte Environnementale. C'est un dispositif de protection de la ressource en eau, qui est adapté en fonction des problématiques locales.

## Table des matières

<b>I. Introduction .....</b>	<b>1</b>
1. Contexte .....	1
2. L'objectif : limiter l'eutrophisation du littoral .....	1
3. Présentation du territoire .....	2
4. Fonctionnement hydrologique .....	3
<b>II. Méthodologie d'Evaluation .....</b>	<b>4</b>
1. Période d'évaluation .....	4
2. Concentrations en nitrate.....	5
a. Plan d'échantillonnage .....	5
b. Matériel et méthode .....	5
Traitement des données.....	6
3. Pluviométrie .....	7
4. Débit des cours d'eau .....	7
a. Mesure de la hauteur d'eau.....	8
b. Calcul des débits au niveau des stations hydrométriques .....	8
c. Calcul des débits des cours d'eau aux exutoires.....	9
d. Cas particulier de l'Aber et du Ris .....	10
5. Flux et de l'hydraulicité.....	11
a. Calcul des flux bruts .....	11
b. Calcul de l'hydraulicité et des flux pondérés.....	12
c. Calcul des flux spécifiques .....	12
<b>III. Résultats de l'année hydrologique 2021 – 2022 .....</b>	<b>13</b>
1. Conditions météorologiques et hydrologiques .....	13
2. Concentrations en nitrate.....	14
a. Jeu de données.....	14
b. Concentrations mensuelles .....	15
c. Concentrations saisonnières .....	15
d. Concentrations annuelles et Q90 .....	15
3. Résultats de flux .....	19
a. Flux mensuels .....	19
b. Flux saisonniers.....	20
c. Flux annuels .....	21
<b>IV. Résultats de l'année hydrologique 2022 – 2023 .....</b>	<b>22</b>
1. Conditions météorologiques et hydrologiques .....	22
2. Concentrations en nitrates.....	23
a. Jeu de données.....	23

b.	Concentrations mensuelles .....	24
c.	Concentrations saisonnières .....	25
d.	Concentrations annuelles et Q90 .....	25
3.	Résultats de flux .....	33
a.	Flux mensuel .....	33
b.	Flux saisonniers .....	34
c.	Flux annuels .....	35
<b>V.</b>	<b>Evolution interannuelle.....</b>	<b>36</b>
1.	Concentrations en nitrates.....	36
a.	Concentrations moyennes annuelles .....	36
b.	Concentration moyennes saisonnières.....	38
2.	Flux pondérés.....	40
<b>VI.</b>	<b>Perspectives .....</b>	<b>42</b>
1.	Evolution de la stratégie de suivi des concentrations dans les cours d'eau .....	42
a.	Etudier certains cours d'eau en période hivernale .....	42
b.	Reconsidérer le choix des cours d'eau « majeurs » .....	42
2.	Fiabilisation des données des débits .....	43
3.	Exploitation des données de suivi dans les eaux souterraines.....	43
4.	Mise en relation avec les pratiques et les évolutions du territoire.....	44
<b>VII.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>45</b>

## Liste des tableaux et figures

Tableau 1 : Cours d'eau inclus dans le PLAV et leur bassin versant .....	2
Tableau 2 : Comportement hydraulique des deux sous-ensembles hydrogéologiques du territoire. Les données sont issues des écoulements moyens sur la période 1999 - 2023 .....	3
Tableau 3 : Classes de qualité associées à l'indicateur Q90 sur les concentrations en nitrate – Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ Eau) – version 2 – MEDD et Agences de l'Eau.....	7
Tableau 4 : Classes de qualité associées à la valeur de flux spécifique – DREAL et Agrocampus Ouest, 2006 .....	12
Tableau 5 : hydraulicité calculée sur l'année 2021 - 2022 : valeur annuelle et saisonnière (mai - septembre), selon la nature des socles géologiques - EPAB, 2023 .....	13
Tableau 6 : suivi nitrate eaux de surface 2021 - 2022 – toutes valeurs - concentrations en nitrate en mg/L. La mise en forme appliquée est un dégradé de couleur du vert au rouge sur l'ensemble des données. Les valeurs encadrées en rouges sont les valeurs douteuses écartées des calculs. EPAB, 2023 .....	16
Tableau 7 : suivi nitrate eaux de surface 2021 - 2022 - statistiques saisonnières – concentrations en nitrate en mg/L .....	18
Tableau 8 : suivi nitrate eaux de surface 2021 - 2022 - statistiques annuelles – concentrations en nitrate en mg/L .....	18
Tableau 9 : hydraulicité calculée sur l'année 2022 - 2023 : valeur annuelle et saisonnière (mai - septembre), selon la nature des socles géologiques - EPAB, 2023 .....	22
Tableau 10 : suivi nitrate eaux de surface 2022 - 2023 – valeurs des 8 cours d'eau principaux - concentrations en nitrate en mg/L. La mise en forme appliquée est un dégradé de couleur du vert au rouge sur l'ensemble des données. Les valeurs encadrées en rouges sont les valeurs douteuses. Les cases grisées représentent les prélèvements non réalisés pour cause d'assec. EPAB, 2023 .....	26
Tableau 11 : suivi nitrate eaux de surface 2022 – 2023 sur les 8 cours d'eau principaux - statistiques saisonnières – concentrations en nitrate en mg/L .....	28
Tableau 12 : suivi nitrate eaux de surface 2022 - 2023 sur les 8 cours d'eau principaux - statistiques annuelles – concentrations en nitrate en mg/L.....	28
Tableau 13 : suivi nitrate eaux de surface 2022 - 2023 – valeurs des 13 autres cours d'eau – concentrations en nitrate en mg/L. La mise en forme appliquée est un dégradé de couleur du vert au rouge sur l'ensemble des données. Les valeurs encadrées en rouges sont les valeurs douteuses. Les cases grisées représentent les prélèvements non réalisés pour cause d'assec. EPAB, 2023 .....	29
Tableau 14 : suivi nitrate eaux de surface 2022 – 2023 sur les 13 autres cours d'eau - statistiques saisonnières – concentrations en nitrate en mg/L.....	32
Tableau 15 : suivi nitrate eaux de surface 2022 – 2023 sur les 13 autres cours d'eau - statistiques annuelles – concentrations en nitrate en mg/L .....	32
Tableau 16 : Valeurs de flux pondéré annuel et saisonnier pour les années 2000 - 2001 et 2022 - 2023, en fonction du socle hydrogéologique. Flux pondéré en tN sur la période considérée. ....	41

## I. Introduction

---

### 1. Contexte

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) instaurée en 2000 à l'échelle européenne, puis sa transcription en droit français, la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) en 2006, visent à la reconquête de la qualité des écosystèmes aquatiques. Elles fixent un seuil de qualité de 50 mg/L de nitrate dans les cours d'eau de la métropole. En ce sens, les cours d'eau du territoire du SAGE de la Baie de Douarnenez sont en bon état. Cependant, la baie de Douarnenez, en tant que masse d'eau côtière, est déclassée sur le paramètre « eutrophisation ». Il convient donc de limiter les apports de nitrates issus du continent. Un objectif bien plus ambitieux de 15 mg/L de nitrate a été fixé dans la commission locale de l'eau (CLE) du SAGE de la Baie de Douarnenez concernant les cours d'eau se jetant dans la baie.

La concentration en nitrate ne reflète pas complètement la quantité d'azote atteignant l'océan. La quantité d'azote sera en effet d'autant plus grande que la quantité d'eau arrivant dans la baie est importante. Il s'agit donc de prendre en compte le débit des cours d'eau, par la notion de flux. En multipliant concentration et débit, on obtient le flux, c'est-à-dire la masse d'azote issu des terres se déversant dans la baie.

Le suivi des concentrations en nitrate dans les cours d'eau du territoire est réalisé depuis une vingtaine d'année. Certains cours d'eau principaux comme le Ris étaient déjà suivis par les collectivités dès 1999, dans le cadre des programmes Bretagne Eau Pure (BEP) et Prolittoral, soit avant même la mise en place du SAGE et la création de l'EPAB. Assurer un suivi cohérent et régulier de la qualité des eaux et des débits sur les cours d'eau est essentiel, à la fois pour évaluer la marge de progression vers l'atteinte des objectifs, mais également pour mesurer l'impact des actions mises en œuvre pour limiter les apports d'azote terrigène.

Ce rapport présente tout d'abord le protocole de suivi et la méthodologie de calculs. Puis il reprend les résultats de l'année 2021 – 2022, qui n'avait pas encore fait l'objet d'un bilan, et ceux de l'année 2022 – 2023, qui vient de se terminer. Les évolutions temporelles des concentrations et des flux sont ensuite développées.

### 2. L'objectif : limiter l'eutrophisation du littoral

Apparu dans les années 50 sur les plages bretonnes, le phénomène des « marées vertes » n'a été médiatisé qu'au début des années 70 en baie de Lannion puis en baie de St Brieuc. Dans un objectif de reconquête de la qualité des eaux, notamment vis-à-vis des nitrates, plusieurs programmes se sont succédés : Bretagne Eau Pure (1994-2006), Prolittoral (2000-2006), Grand Projet 5 (2007-2013). La mise en place par l'Etat et la région Bretagne du Plan de Lutte contre les Algues Vertes (PLAV) à partir de 2010 s'inscrit dans la continuité de ces dispositifs antérieurs. Huit baies sont visées par le PLAV : la Fresnaye, St Brieuc, la Lieue de la Grève, le Douron, l'Horn-Guillec, Guillimadec, Douarnenez et la Forêt. Ce plan vise à prévenir les risques sanitaires liés au phénomène, mais aussi à mieux le comprendre et à agir pour le réduire. Actuellement, le PLAV en est à sa 3<sup>e</sup> déclinaison sur la période 2022 – 2027.

Le phénomène d'eutrophisation du littoral est complexe. Il dépend de plusieurs facteurs sur lesquels il est impossible d'agir, comme les conditions météorologiques, le morpho-dynamisme de chaque baie ou encore le stock hivernal d'algues présent dans le milieu. Mais la croissance des algues est aussi conditionnée par l'abondance de deux éléments nutritifs : le phosphore et l'azote. Si historiquement des actions ont été menées pour réduire les teneurs en phosphore, aujourd'hui seule la gestion de l'azote (et précisément des nitrates) est considérée comme un levier efficace pour contrôler le développement des algues. En effet, le phosphore est d'ores et déjà présent et relargué en abondance par les sédiments marins et ne constitue plus un facteur limitant sur lequel il est possible d'agir.

Le SAGE de la baie de Douarnenez fixe plusieurs objectifs concernant l'azote à l'horizon 2027, avec l'ambition de diviser par deux la biomasse algale par rapport à 2005 :

- Une **concentration moyenne en nitrate de 15 mg/L par cours d'eau sur la période mai-septembre**. Cette valeur est issue du modèle Mars-Ulves développé par le CEVA et l'Ifremer en 2009.

- Un flux pondéré<sup>1</sup> de 70 tonnes d'azote sur cette même période mai-septembre
- Un flux pondéré annuel de 500 tonnes d'azote.

Sur la période mai-septembre, les conditions de luminosité et de température sont propices au développement des algues vertes, et seule la quantité d'azote disponible régule leur croissance. C'est pourquoi des objectifs sont fixés sur cette période en particulier. En dehors de cette période, les conditions climatiques et météorologiques sont défavorables au développement des algues vertes, l'azote n'est donc plus le seul facteur limitant.

Pour atteindre cet objectif de réduction des nitrates, différentes actions sont menées sur les bassins versants. Ces actions sont de deux ordres :

- Limiter les apports d'azote, notamment en soutenant l'évolution des pratiques agricoles vers des systèmes à basse fuite d'azote
- Soutenir les capacités de rétention et d'autoépuration des milieux aquatiques via la restauration des zones humides et des cours d'eau

Il est bon de souligner que d'autres actions d'aménagement du paysage tels que la création de talus et la restauration du bocage permettent de limiter l'érosion des sols et contribuent à limiter le flux de phosphore et de pesticides vers les cours d'eau

### 3. Présentation du territoire

21 cours d'eau et leurs bassins versants sont pris en compte dans le PLAV actuel. Ils sont décrits dans le tableau et la carte ci-dessous

Tableau 1 : Cours d'eau inclus dans le PLAV et leur bassin versant

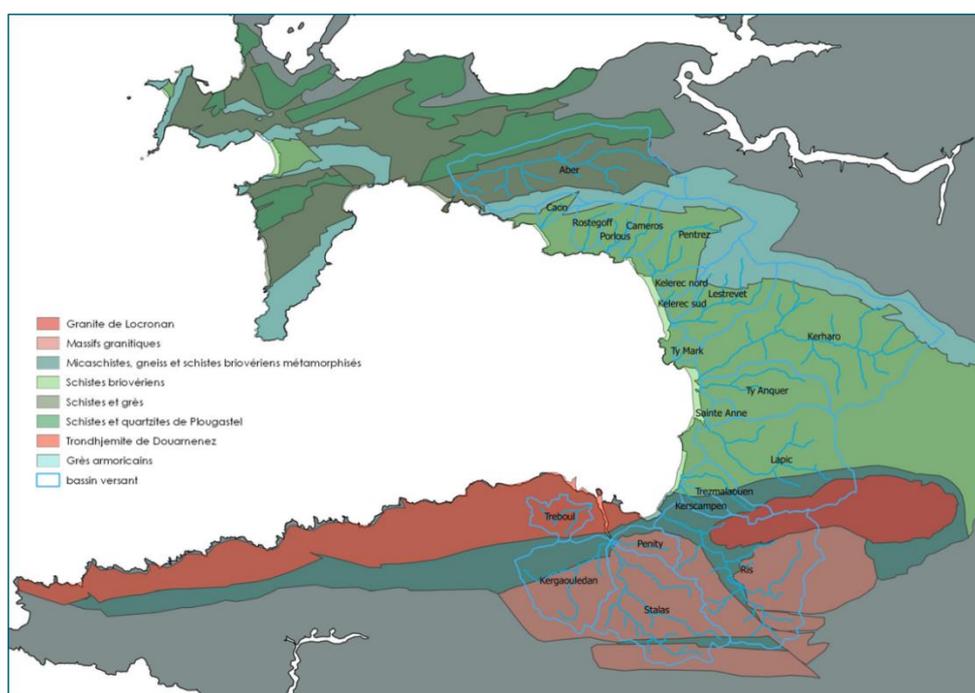
Les cours d'eau sont classés du nord au sud. La surface agricole utile (SAU) de chaque bassin versant est issue du Registre Parcellaire Géographique (RPG) de 2022 couplé au découpage des bassins versants de 2015. La nature majoritaire du socle géologique provient de l'étude géomorphologique du territoire réalisée par le bureau d'étude REAGIH en 2013. Les cours d'eau sur fond vert correspondent aux 8 cours d'eau principaux (voir le chapitre II. 2. a. sur le plan d'échantillonnage).

Nom	Superficie du bassin versant (ha)	Surface Agricole Utile (ha)	% de SAU par bassin versant	Nature majoritaire du socle géologique
Aber	3296	1694	51,4	Schistes et grès
Caon	193	30	15,5	Schistes briovériens
Rostegoff	332	225	67,8	Schistes briovériens
Porlous	264	194	73,5	Schistes briovériens
Cameros	376	261	69,4	Schistes briovériens
Pentrez	1353	783	57,9	Schistes briovériens
Kelerec Nord	190	137	72,1	Schistes briovériens
Kelerec Sud	137	92	67,2	Schistes briovériens
Lestrevet	1247	674	54,0	Schistes briovériens
Ty Mark	108	73	67,6	Schistes briovériens
Kerharo	4507	3182	70,6	Schistes briovériens
Ty Anquer	1149	935	81,4	Schistes briovériens
Ste Anne	125	77	61,6	Schistes briovériens
Lapic	2735	1959	71,6	Schistes briovériens
Trezmalaouen	476	331	69,5	Schistes briovériens

<sup>1</sup> Flux pondéré = flux brut / hydraulicité. Cette pondération permet de comparer les années entre elles qu'elles soient sèches ou pluvieuses.

Kerscampen	215	144	66,8	Micaschiste, gneiss et schistes métamorphisés
Ris	3615	2178	60,2	Granodiorite de Plogonnec
Pénity	384	122	31,8	Massif granitique
Stalas	2225	1573	70,7	Massif granitique
Kergaoulédan	1531	997	65,1	Massif granitique
Tréboul	428	184	42,9	Trondhjémite de Douarnenez

Figure 1 : carte de situation des 21 cours d'eau et bassins versants inclus dans le PLAV, nature du socle hydrogéologique majoritaire - REAGIH 2013



#### 4. Fonctionnement hydrologique

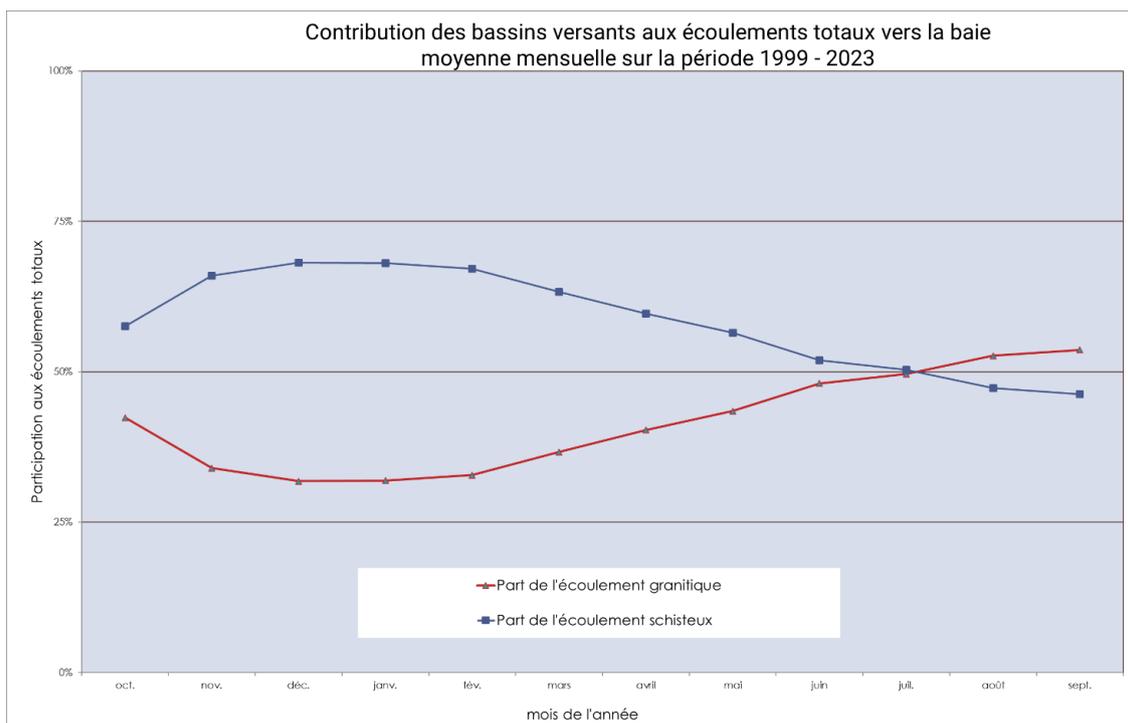
Les scientifiques ont mis en avant la différence des circulations hydrologiques selon la nature géologique des bassins versants. C'est pourquoi un distinguo est fait sur les bassins versants du territoire entre les BV sur socle schisteux au nord et à l'est de la baie (les BV de la presqu'île de Crozon et du Porzay, c'est-à-dire de l'Aber au Kerscampen) et les BV sur socle granitique au sud (les BV du secteur de Douarnenez, du Ris à Tréboul). Les comportements de ces deux sous-ensembles sont détaillés de manière approfondie dans les précédents rapports<sup>1</sup>, et peuvent être résumés ainsi :

Tableau 2 : Comportement hydraulique des deux sous-ensembles hydrogéologiques du territoire. Les données chiffrées sont issues des écoulements moyens sur la période 1999 – 2023. EPAB ; 2023

	Socle schisteux	Socle granitique
Contribution à la surface du territoire	64%	36%
Contribution moyenne à l'écoulement annuel	64%	36%
Régime hydrique	Régime pluvial avec un débit maximal au mois de janvier. Le débit baisse ensuite peu à peu jusqu'à atteindre un débit d'étiage à la fin de l'été avec un minimum au mois de septembre. S'en suit une remontée du débit qui va de pair avec la reprise des précipitations au début de l'automne.	
Période de contribution maximale aux écoulements	Automne - Hiver (maximum de 68% en janvier)	Été (maximum de 54% en septembre)
Période de contribution minimale aux écoulements	Été (minimum de 46% en septembre)	Automne - Hiver (minimum de 32% en janvier)
Comportement	Bassins versants très réactifs aux variations de pluviométrie	Bassins versants moins réactifs, soutien du débit d'étiage par les nappes souterraines

On constate que la participation de chacun des sous-ensembles à l'écoulement total varie au cours de l'année. Ainsi, malgré le fait qu'ils ne représentent qu'environ un tiers de la surface du territoire, les BV granitiques contribuent à plus de la moitié des écoulements d'eau vers la baie au cœur de l'été, grâce à un débit d'étiage soutenu. Ce constat est important, puisque c'est durant la période mai-septembre qu'il convient de limiter au maximum les flux d'azote vers le littoral pour réguler le phénomène des marées vertes. C'est pourquoi il est privilégié, depuis le 3<sup>e</sup> PLAV, de focaliser les actions sur le sud de la baie, dans le but d'obtenir des résultats significatifs en n'intervenant que sur une petite partie du territoire. Bien évidemment, cela ne doit pas empêcher de limiter les apports de nitrates sur les BV schisteux, et l'objectif de 15 mg/L s'applique à l'ensemble des cours d'eau du territoire.

Figure 2 : Contribution moyenne des bassins versants aux écoulements totaux vers la baie de Douarnenez, en fonction de la nature du socle hydrogéologique - moyenne de 1999 à 2023 – EPAB, 2023



## II. Méthodologie d'Evaluation

### 1. Période d'évaluation

Tous les calculs sont réalisés en prenant pour référentiel l'année hydrologique, c'est-à-dire du 1<sup>er</sup> octobre de l'année N au 30 septembre de l'année N+1. Ce choix permet d'inclure dans une année l'ensemble des phénomènes climatiques (étiages et crues), de manière à minimiser la variation de l'ensemble du stock d'eau du bassin versant et ainsi limiter les reports d'une année sur l'autre.

## 2. Concentrations en nitrate

### a. Plan d'échantillonnage

Les 21 cours d'eau considérés par le PLAV ne sont pas tous suivis à la même fréquence. On différencie les « 8 contributeurs majeurs » qui sont (du nord au sud) : Aber, Lestrevet, Kerharo, Laptic, Ris, Pénity<sup>2</sup>, Stalas et Kergaoulédan, des 13 autres contributeurs qui sont (du nord au sud) : Caon, Rostegoff, Porslous, Caméros, Pentrez, Kélérec Nord, Kélérec Sud, Ty Mark, Ty Anquer, Sainte Anne, Trezmalaouen, Kerscampen, et Tréboul. Les 8 contributeurs majeurs sont suivis tous les ans depuis l'année 2013 - 2014, à raison d'un prélèvement toutes les deux semaines pendant la période octobre – avril, puis une fois par semaine pendant la période mai – septembre. Ils étaient suivis avant 2013 par les collectivités avec des stratégies d'échantillonnage variables. L'année 2021 - 2022 est une année de suivi « 8 cours d'eau ». A ce suivi de base s'ajoutent, une année sur deux, les prélèvements bimensuels sur les 13 autres contributeurs, pour un total de 21 points de prélèvement. L'année 2022 – 2023 est une année de suivi « 21 cours d'eau ».

*Note : l'année 2022-2023 est une année de suivi « 21 cours d'eau ». Elle présente la particularité que sur la période mai-septembre, ce sont les 21 cours d'eau qui ont été échantillonnés à pas de temps hebdomadaire (au lieu des 8 prévus). Ce suivi renforcé a été effectué par le prestataire sur les mois de mai et juin suite à une mauvaise communication, et poursuivi lorsque les échantillonnages ont repris en interne.*

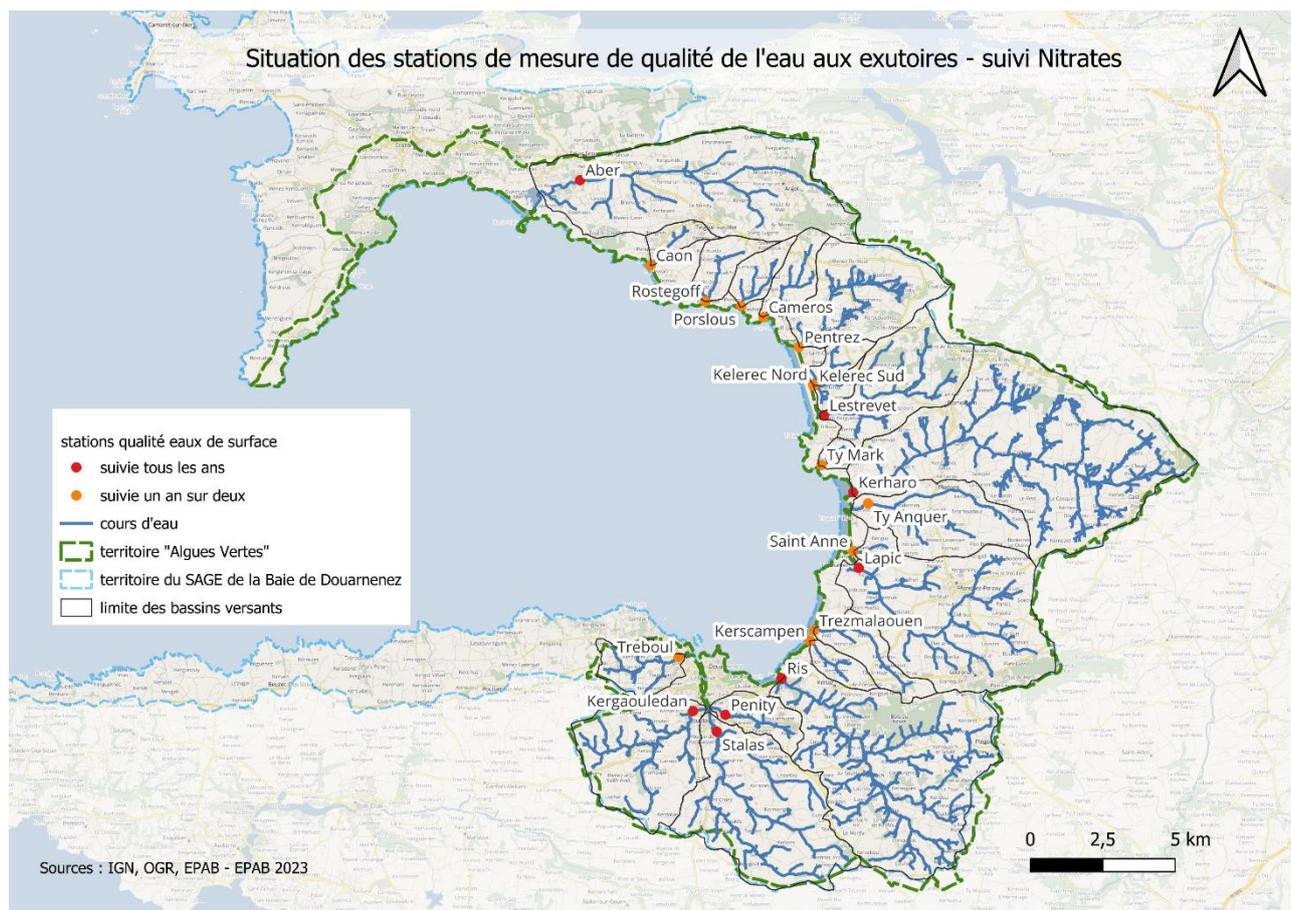
*Le plan d'échantillonnage a un impact direct sur les calculs de flux d'azote. D'après la fiche du CSEB consacrée au pas de temps d'échantillonnage (2005), le flux évalué à partir de données de concentration hebdomadaire est surestimé d'environ 5% dans les bassins versants à profil inversé, et sous-estimé d'environ 5% dans les bassins versants au profil normal. Si la périodicité des mesures passe à 15 jours, l'erreur d'estimation du flux réel peut atteindre 15%.*

### b. Matériel et méthode

Les prélèvements d'eau sont effectués aux exutoires, généralement au niveau des plages. Bien que les stations aient été localisées de manière à ne pas subir l'influence des marées, certains cours d'eau sont échantillonnés de préférence à marée basse : c'est le cas du Ris, du Kelerec Nord et du Kelered Sud. Lors des grandes marées, l'ensemble des cours d'eau est échantillonné à marée descendante ou basse, de manière à éviter tout biais dû à un mélange avec de l'eau salée. L'échantillon n'est pas prélevé si l'exutoire est en assec, c'est-à-dire si le débit est nul (en saison estivale pour le Kelerec Sud, le Ty Anquer...). Pour les cours d'eau s'infiltrant à travers un cordon de galets (Trezmalaouen, Kerharo...) le prélèvement se fait en sortie du cordon, sur une résurgence suffisamment conséquente pour prélever sans devoir enfoncer le flacon dans le sable. Le contenant est un flacon en plastique de 100 mL fourni par le laboratoire d'analyse. Les échantillons sont identifiés et transportés en glacière jusqu'au bâtiment de l'EPAB, puis stockés au réfrigérateur à 5°C±3. Ils sont pris en charge par le laboratoire agréé et mis en analyse dans les 24 heures.

<sup>2</sup> Le Pénity n'est pas à proprement parler un contributeur majeur, puisqu'il ne contribue qu'à moins de 1% du flux brut saisonnier vers la baie. Cependant, il est l'un des affluents du Port-Rhu, avec le Stalas et le Kergaoulédan. Le Port-Rhu est quant à lui le plus grand contributeur au flux d'azote vers la baie de Douarnenez, mais son exutoire étant soumis au balancement des marées, il n'est pas possible de mesurer sa concentration en nitrate de manière fiable. Son flux est reconstitué à partir des flux de ses trois affluents, qui sont donc suivis chaque année.

Figure 3 : Situation et code SANDRE des stations de mesure de la qualité de l'eau aux exutoires - suivi Nitrates – EPAB, 2023



Cours d'eau	Code SANDRE de la station de prélèvement
Tréboul	04339027
Kergaoulédan	04339005
Stalas	04339001
Pénity	04339006
Ris	04179700
Kerscampen	04339034
Trezmalaouen	04339038
Lapic	04179681
Saint-Anne	04339035
Ty Anquer	04339039

Cours d'eau	Code SANDRE de la station de prélèvement
Kerharo	04339004
Ty Mark	04339040
Lestrevet	04339007
Kelerec Sud	04339032
Kelerec Nord	04339033
Pentrez	04339008
Cameros	04339030
Porlous	04339036
Rostegoff	04339037
Caon	04339031
Aber	04179650

### c. Traitement des données

Les résultats d'analyse sont reçus environ quatre jours après le prélèvement. Leur cohérence est vérifiée dès réception, et une deuxième analyse est demandée en cas de doute. Il peut cependant arriver qu'au moment d'en faire la synthèse, des valeurs soient considérées comme douteuses. Si le choix est fait d'écarter ces valeurs des calculs, ce choix doit être justifié, et les valeurs présentées et signalées dans les tableaux de résultats.

### Bancarisation

Les valeurs de concentration en nitrate sont bancarisées en interne grâce au logiciel BEA (Bassin, Évaluation, Action) développé par la société SCE pour le compte de la DIREN Bretagne en 2002. Elles sont compilées par trimestre sous la forme d'une fiche Inf'Eau et publiées sur le site internet de l'EPAB<sup>ii</sup>. Elles sont également remontées chaque année à la DREAL et sont alors rendues accessibles au grand public via la base de données Naiaides<sup>iii</sup> et les exploitations réalisées par l'OEB.

### Calcul de la concentration moyenne annuelle

La méthode de calcul des concentrations moyennes annuelles a évolué entre les différents rapports selon les opérateurs :

- moyenne des valeurs de concentrations sur l'année ;
- moyenne des concentrations moyennes mensuelles, de manière à prendre en compte le changement de fréquence d'échantillonnage au cours de l'année (bimensuel puis hebdomadaire).

Cette différence de méthode peut amener à une variation de l'ordre de 1mg/L entre les résultats d'une année à l'autre.

La méthode utilisée est fixée depuis le rapport de juin 2022 sur les données 2020 - 2021 : la moyenne annuelle est calculée sur l'ensemble des valeurs journalières, comme proposé dans la fiche dédiée du CSEB<sup>iv</sup>.

### Calcul des percentiles 90

Le calcul du percentile 90, ou Q90 consiste à prendre en compte la valeur au-dessous de laquelle se situent 90 % des mesures réalisées au cours de la campagne annuelle du programme de surveillance. Il permet donc d'apprécier la valeur maximale sur une période donnée, c'est-à-dire la pire situation, en mettant de côté les valeurs exceptionnelles qui peuvent être dues à une erreur de prélèvement ou d'analyse, ou encore à une pollution accidentelle non représentative de l'état de la masse d'eau. La condition pour pouvoir calculer les percentiles est d'avoir un nombre d'analyses supérieur ou égal à 6, ce qui est toujours le cas sur les données utilisées dans ce rapport, du moins depuis 2010. Le calcul est fait sous Excel via la fonction CENTILE.INCLUDE (fonction CENTILE dans les anciennes versions d'Excel) avec l'argument  $k = 0,9$  sur les valeurs mesurées sur chacun des cours d'eau au cours de l'année hydrologique considérée.

Les valeurs sont présentées selon le code couleur du SEQ Eau présenté ci-dessous. On rappelle toutefois que l'utilisation des Q90 pour attribuer une classe de qualité à une masse d'eau n'est valable que si la station d'échantillonnage est représentative de l'ensemble de la masse d'eau.

Tableau 3 : Classes de qualité associées à l'indicateur Q90 sur les concentrations en nitrate – Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau (SEQ Eau) – version 2 – MEDD et Agences de l'Eau

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

## 3. Pluviométrie

Les données de pluviométrie proviennent du pluviomètre installé à l'usine de production d'eau potable de Kervignac et géré par Douarnenez Communauté. Les enregistrements sont disponibles via une interface web et l'enregistrement est réalisé avec un pas de temps de 5 minutes.

## 4. Débit des cours d'eau

Le calcul d'un flux, quel qu'il soit, nécessite d'avoir accès à des valeurs de débit des cours d'eau considérés. La méthode d'obtention des données de débit sur le territoire a évolué plusieurs fois depuis 2010. L'historique complet est décrit dans les précédents rapports, dont le rapport de 2019 – 2020, disponible sur le site internet de l'EPAB (voir entrée i de la bibliographie). Seule la méthode actuellement utilisée est décrite ci-dessous.

### a. Mesure de la hauteur d'eau

L'EPAB gère en régie deux stations hydrométriques, permettant la mesure en quasi-continu de la hauteur d'eau (pas d'enregistrement de 6 minutes). La hauteur d'eau est mesurée via un capteur piézométrique. Le suivi et la maintenance de ces deux stations font l'objet d'un processus qualité depuis juin 2023.

La station du Ris se situe au lieu-dit de Kerollier, à l'intersection avec la D39. Ce site comporte un seuil de contrôle artificiel (déversoir en V) installé juste après la station. La station d'enregistrement est gérée conjointement par l'EPAB et Douarnenez Communauté. Elle est équipée d'un module communiquant permettant l'accès aux données via une interface web.

Figure 4 : station hydrométrique du Ris avec contrôle et seuil artificiels (déversoir en V) - EPAB, 2015



La station du Kerharo se situe au niveau du délaissé de la D63 entre Plomodiern et Ploéven. Le site comporte un seuil de contrôle naturel constitué d'un dépôt de graviers. La récupération des données se fait manuellement.

Figure 5 : Station hydrométrique du Kerharo avec contrôle et seuil naturels – EPAB, 2015



### b. Calcul des débits au niveau des stations hydrométriques

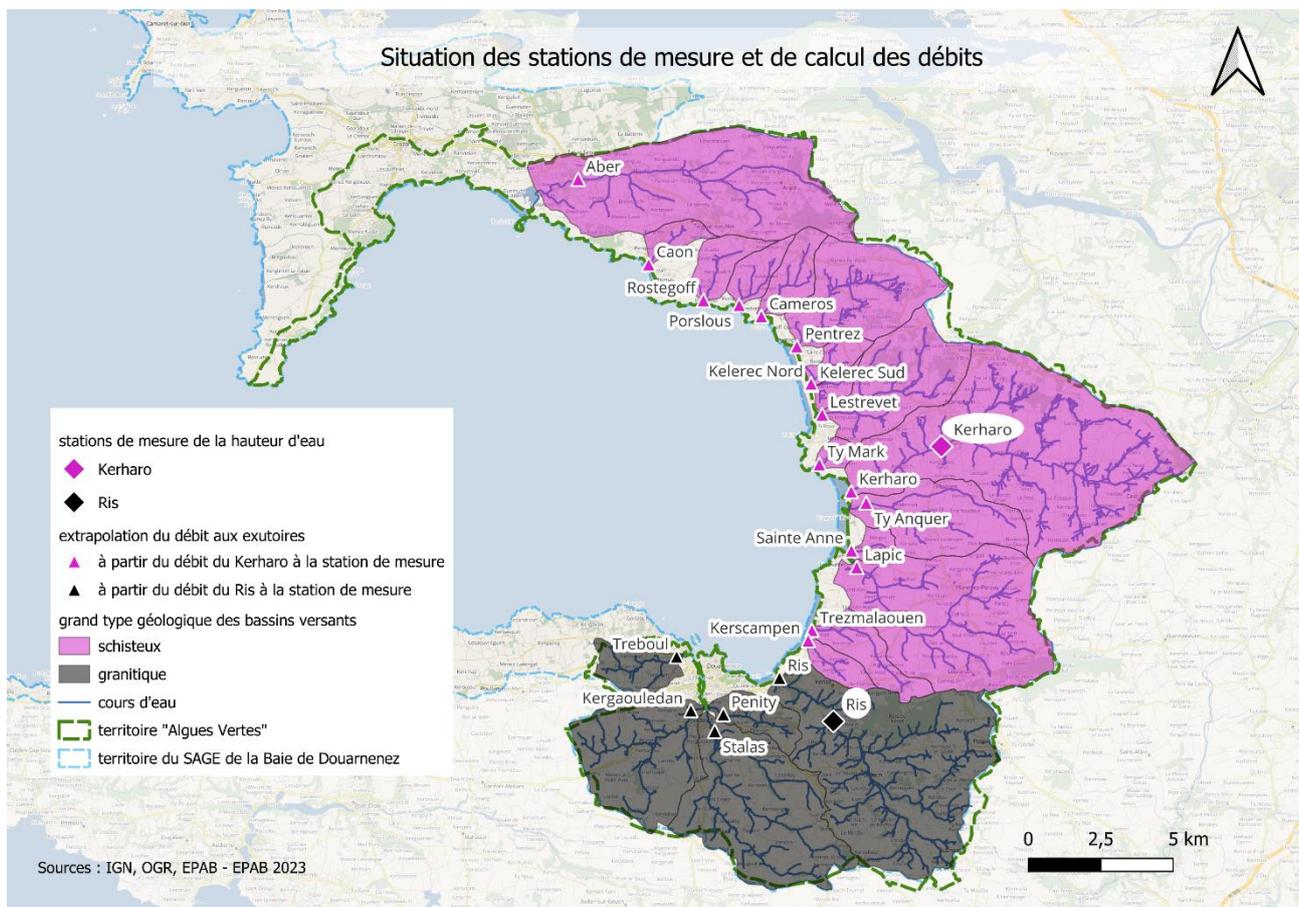
La relation entre hauteur d'eau et débit est établie grâce à une courbe de tarage propre à chaque station. Cette courbe, établie à partir de nombreuses mesures ponctuelles, n'est donc valable que pour une certaine gamme de hauteurs d'eau. La relation de tarage est dépendante du profil vertical du cours d'eau, elle est donc susceptible d'évoluer selon les épisodes hydrologiques, notamment lors des crues, qui redistribuent les sédiments. La courbe de tarage se doit d'être régulièrement contrôlée par de nouveaux jaugeages ponctuels, et actualisée le cas échéant.

Les courbes de tarage n'ont cependant pas été contrôlées de manière fiable depuis 2018. Concernant la station du Ris, la présence du seuil artificiel limite le détarage, et les mesures de contrôle effectuée en 2022 et 2023 semblent indiquer que la relation établie en 2015 est toujours valable. Concernant la station du Kerharo cependant, il a été montré que le profil vertical du cours d'eau a évolué, et la relation établie en 2015 n'est plus fiable. Dans l'attente d'une correction de la courbe de tarage, le débit du Kerharo au niveau de la station est donc calculé à partir de celui du Steïr (station DREAL J431 3010 02 : Le Steïr à Guengat - Ty Planche). Les débits de ces deux cours d'eau sont liés par un modèle établi en 2015 et bien éprouvé. Ce modèle a cependant des limites, avec des décrochages notamment sur les débits d'étiage et de descente de crue.

### c. Calcul des débits des cours d'eau aux exutoires

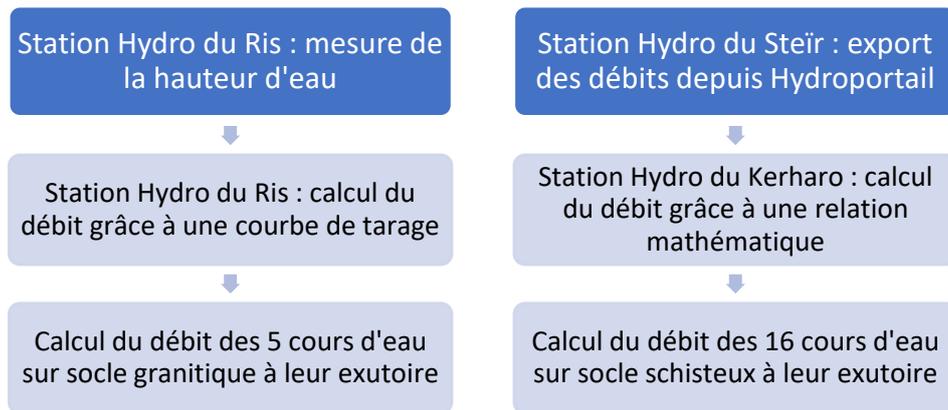
Le but de l'acquisition de données de débit étant le calcul des quantités d'azote atteignant la baie de Douarnenez, il est nécessaire de connaître le débit des cours d'eau au niveau de leur exutoire, c'est-à-dire à l'endroit où ils atteignent l'océan. Pour ce faire, des relations mathématiques ont été construites entre le débit mesuré au droit des stations et aux exutoires des 21 cours d'eau considérés dans le PLAV. Ces calculs sont différenciés en fonction du contexte géologique. Comme décrit en introduction, deux grands socles géologiques caractérisent les cours d'eau du territoire : un contexte granitique au sud et un contexte schisteux à l'est et au nord. Cette différence géologique induit une infiltration différente des pluies sur le bassin versant, menant à une réactivité différente des cours d'eau. Les cours d'eau du secteur Douarnenez/Tréboul sont donc calculés à partir des débits du Ris, alors que ceux du Porzay/Presqu'île de Crozon sont calculés à partir des débits du Kerharo. Ces modèles d'extrapolation aux exutoires montrent des limites, notamment sur les débits d'étiage où les valeurs calculées sont parfois négatives. Dans ce cas, elles sont remplacées par la valeur 0.

Figure 6 : Situation des stations de mesure de calcul des débits - EPAB, 2023



La figure suivante résume la méthodologie employée afin d'obtenir le débit des 21 cours d'eau à leur exutoire :

Figure 7 : Méthodologie de calcul des débits des 21 cours d'eau du PLAV – EPAB, 2023



Il convient de mettre en avant que les calculs de débits sont soumis à de nombreuses incertitudes : incertitude liée au capteur de hauteur d'eau, incertitude sur les jaugeages ponctuels, incertitude liée à la courbe de tarage... se cumulent. D'après la Charte Qualité de l'Hydrométrie de 2017, l'incertitude au seuil des 95% sur une station moyennement stable est de l'ordre de 10% et peut atteindre 30% sur les débits les moins fréquemment rencontrés. Cette marge d'erreur s'amplifie au fur et à mesure des différents calculs réalisés pour atteindre les valeurs de débit à l'exutoire. Il est extrêmement complexe de chiffrer cette incertitude, mais on peut considérer qu'elle est donc au minimum de 10%, et sans aucun doute bien plus importante. Cette incertitude sur les valeurs de débit se répercute inévitablement sur tous les calculs qui en découlent, et donc sur chacune des valeurs de flux présentées dans ce rapport

#### d. Cas particulier de l'Aber et du Ris

L'Aber et le Ris sont deux cours d'eau qui font l'objet de prélèvements pour la production d'eau potable. Des interrogations se posent sur la façon dont ces prélèvements ont été pris en compte dans la construction des modèles d'extrapolation aux exutoires.

La relation mathématique entre le débit de l'Aber à l'exutoire et le débit du Kerharo a été construite sur des jaugeages réalisés sur une section artificialisée proche du moulin de Kereuzen, environ 3 km en amont de l'exutoire à proprement parler. Cela se justifie par la morphologie estuarienne de l'Aber à son exutoire. Pour pallier à ce décalage géographique, une correction est appliquée au prorata des surfaces. Cependant, la section se situe avant la prise d'eau de l'usine de production d'eau potable de Poraon. Le débit calculé ne prend donc pas en compte le volume prélevé par l'usine, qui fonctionne à un débit de 90m<sup>3</sup>/h pendant environ 15h par jour en hiver, ce qui représente 1350 m<sup>3</sup>/j. L'été, la production est régulièrement à l'arrêt de manière à respecter le débit réservé pour la biodiversité de 36 L/s. Le volume prélevé semble donc assez faible par rapport à l'écoulement journalier de l'Aber, (le 1<sup>er</sup> quartile des écoulements journaliers de l'Aber depuis 1998 est de 5128m<sup>3</sup>/j).

De manière similaire, la relation mathématique entre le débit du Ris à Keratry et à l'exutoire semble avoir été construite sur des valeurs de débits mesurées en dehors des périodes de remplissage de la retenue d'eau.

Cette situation a pour conséquence que le flux calculé à cet endroit est représentatif de la quantité d'azote collectée sur le bassin versant, mais pas de la quantité d'azote qui atteint la baie. Il conviendra d'enquêter davantage sur les conséquences de cette situation sur les valeurs de flux et sur les potentielles corrections à apporter à l'équation de calcul des débits.

## 5. Flux et de l'hydraulicité

Les valeurs de flux sont soumises à des incertitudes, dues à la fois à l'incertitude sur les valeurs de débit mais également sur les valeurs de concentration. Si on estime que l'incertitude minimale sur les débits est de 10% et que l'incertitude minimale due au plan d'échantillonnage est de 5%, l'incertitude sur les valeurs de flux ne peut pas être inférieure à 15%, et est sans doute bien plus grande. Il convient donc de garder un regard critique sur des valeurs de flux prises de façon isolée. Lorsque ces valeurs s'inscrivent dans une chronique, l'incertitude s'applique de manière relativement similaire d'une année sur l'autre : les tendances d'évolution des flux (augmentation ou diminution) sont donc bien plus parlantes.

### a. Calcul des flux bruts

On estime que le flux d'azote vers la baie est dominé par sa forme « nitrate » ( $\text{NO}_3^-$ ). Dans la suite de ce rapport, on confond donc les expressions « flux d'azote » et « flux de nitrate ». Le calcul des flux bruts est réalisé à l'aide du logiciel libre Macroflux en version 3 (2007), développé par la DREAL et Agrocampus Ouest. L'opération doit être réalisée pour chacun des 21 cours d'eau. Les données d'entrée sont le débit moyen journalier ainsi que la concentration en nitrate mesurée. Le logiciel traite dans un premier temps les données de concentration de manière à obtenir une chronique journalière via une régression linéaire entre deux dates de mesure. Puis chaque concentration journalière est multipliée par le débit journalier de manière à obtenir un flux journalier. Les flux journaliers sont sommés pour obtenir le flux mensuel. Les valeurs de flux mensuels sont ensuite compilées et traitées sur Excel de manière à obtenir :

- Les flux bruts annuels
- Les flux bruts saisonniers, c'est-à-dire sur la période de mai à septembre (inclus)

Le flux brut total vers la baie est la somme des flux brut des 21 cours d'eau du PLAV. Les 21 cours n'étant échantillonnés qu'une année sur deux et uniquement depuis 2015 - 2016, il convient de reconstruire le flux total vers la baie à partir des flux schisteux et granitique. Ceux-ci sont reconstitués année par année à partir de la contribution moyenne interannuelle de chaque cours d'eau échantillonné. Il est ensuite possible de reconstituer le flux des cours d'eau non échantillonnés grâce à leur contribution moyenne respective.

Par exemple, si on considère le flux granitique sur 2021 – 2022, année pour laquelle le Tréboul n'est pas suivi : les 4 cours d'eau suivis totalisent sur cette année 161 tonnes d'azote, ce qui représente en moyenne 95,2% du flux total granitique. Le flux total granitique est donc de 169 tN ( $169=161/0,952$ ). Le Tréboul participant en moyenne à 4,8% du flux granitique, le flux du Tréboul est de 8 tN ( $8=169*0,48$ ).

Le même exercice est réalisé pour le bassin versant schisteux, pour lequel seuls 4 cours d'eau sur 13 sont échantillonnés annuellement.

Figure 8 : Méthode de reconstitution du flux brut total, puis du flux par bassin versant, lorsque seuls 8 des 21 cours d'eau sont échantillonnés - EPAB 2023

	A	B	C	D	E	F
	Cours d'eau BV granitique	Flux moyenné depuis oct.1998	Participation moyenne du CE au flux granitique depuis oct. 1998	Flux brut TN/an 2021 - 2022		
1						
2	Kergaouledan	46	15,5%	27		
3	Penity	4	1,4%	3		
4	Ris	127	43,1%	70		
5	Stalas	103	35,2%	61		
6	Treboul	14	4,8%	=D7*C6		
7	Total Granitique			=SOMME(D2:D5)/SOMME(C2:C5)		
8						

## b. Calcul de l'hydraulicité et des flux pondérés

L'hydraulicité est le rapport du débit annuel d'un cours d'eau sur sa moyenne interannuelle. Elle permet de situer l'année hydrologique par rapport aux années précédentes : la valeur d'hydraulicité d'une année donnée sera supérieure à 1 pour une année pluvieuse, ou inférieure à 1 pour une année sèche.

Deux facteurs d'hydraulicité sont calculés, toujours en fonction du contexte géologique des cours d'eau. L'hydraulicité « schisteuse » est calculée à partir du débit des cours d'eau sur socle schisteux, de même pour l'hydraulicité « granitique ».

- $Q_{mJ N}$  = moyenne annuelle du débit moyen journalier sur l'année N pour chaque cours d'eau (L/s)
- $Q_{mJ M}$  = moyenne interannuelle du débit moyen journalier pour chaque cours d'eau (L/s)
- L'hydraulicité de l'année N sur un sous-ensemble hydrogéologique se calcule en divisant la somme des  $Q_{mJ N}$  des CE de ce sous ensemble sur la somme des  $Q_{mJ M}$  des CE de ce même sous-ensemble :

$$\text{Hydraulicité de l'année N} = \frac{\sum Q_{mJ N}}{\sum Q_{mJ M}}$$

Dans le contexte de ce rapport, le facteur d'hydraulicité permet de faciliter la comparaison des résultats d'une année à l'autre, en retirant une partie de la variabilité interannuelle due aux conditions climatiques. Une année particulièrement humide comme 2013-2014 par exemple montre des flux élevés, directement proportionnels aux débits particulièrement élevés. Cette augmentation conséquente ne reflète pas l'efficacité des actions menées sur le territoire pour réduire les flux de nitrate. En pondérant les flux par l'hydraulicité, on ramène tous les flux à une année théorique « normale ».

*Note : Le facteur d'hydraulicité d'une année donnée change d'une année sur l'autre, du fait de l'ajout de nouvelles valeurs au calcul de la moyenne des débits interannuels. L'hydraulicité étant ajustée, la valeur des flux pondéré est également impactée, ce qui explique pourquoi le flux pondéré d'une année donnée varie selon les rapports.*

Les flux pondérés sont également calculés en se focalisant sur la période estivale (mai – septembre). L'hydraulicité est alors recalculée en ne prenant en compte que ces 5 mois. Cette méthode permet de s'affranchir de la variabilité saisonnière. En effet, l'hydraulicité annuelle ne tient pas compte de la répartition des débits au cours de l'année : même si l'année a été particulièrement pluvieuse, il est peu vraisemblable qu'il ait plu la même quantité tous les mois. Ainsi, si la période pluvieuse a lieu pendant la période estivale, cela n'a pas le même impact sur les flux saisonniers que si c'est l'hiver qui a été particulièrement pluvieux.

## c. Calcul des flux spécifiques

La différence de surface entre les bassins versants des différents cours d'eau rend leur comparaison difficile : on s'attend en effet à ce qu'un grand bassin versant draine une plus grande quantité d'eau, et présente donc un flux plus élevé, sans pour autant que les fuites d'azote vers les milieux aquatiques soient excessives. En divisant le flux de chaque CE par la surface de son bassin versant, on lisse une partie de cette variabilité.

Dans le cadre des premières synthèses régionales de la qualité de l'eau des bassins versants bretons, une grille d'évaluation des flux spécifiques annuels d'azote nitrique a été établie par la DREAL en collaboration avec l'Agrocampus Ouest (aujourd'hui Institut agro Rennes-Angers). Cette grille de classement des flux spécifiques d'azote à l'échelle de la Bretagne, présentée ci-dessous.

Tableau 4 : Classes de qualité associées à la valeur de flux spécifique – DREAL et Agrocampus Ouest, 2006

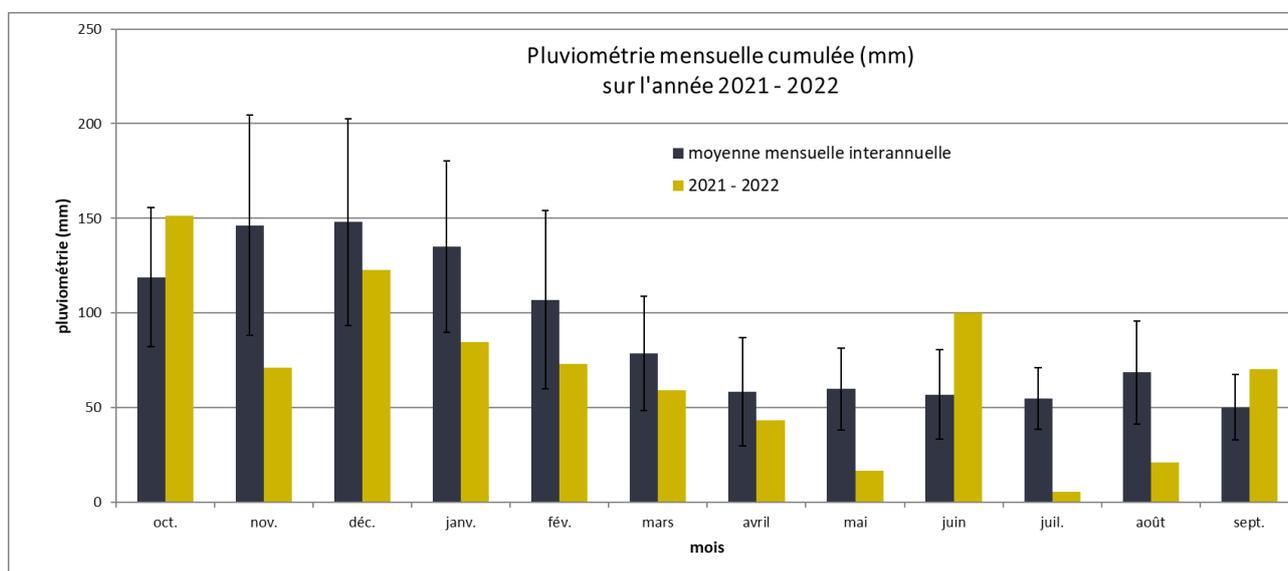
Flux spécifique en kg N-NO <sub>3</sub> /ha/an	Classe de qualité
≤ 5	Flux très faibles
> 5 et ≤ 10	Flux faibles
> 10 et ≤ 25	Flux modérés
> 25 et ≤ 40	Flux élevés
> 40 et ≤ 70	Flux très élevés
>70	Flux extrêmement élevés

### III. Résultats de l'année hydrologique 2021 – 2022

#### 1. Conditions météorologiques et hydrologiques

La pluviométrie totale sur 2021 – 2022 est de 819 mm, ce qui est 24% inférieur à la moyenne interannuelle (1082mm sur 2010 - 2023). Sur la période mai-septembre, la pluviométrie est de 214 mm, soit 26% inférieure à la moyenne interannuelle (290 mm sur 2010–2023). Cela concorde avec le ressenti d'une année globalement sèche, notamment l'été, avec une dérogation aux débits réservés accordée à l'usine de Keratry afin de garantir l'approvisionnement en eau potable. La répartition mensuelle des pluies montre que c'est l'année dans sa totalité qui a été particulièrement déficitaire, à l'exception des mois d'octobre et juin. Le manque de pluie durant l'hiver ne permettant pas le remplissage des nappes phréatiques, la période estivale a commencé avec un niveau des nappes « bas et en baisse » d'après le bulletin de situation du BRGM de fin mai 2022<sup>vi</sup>. Le mois de juin est quant à lui fortement excédentaire, avec de fortes pluies orageuses (23,8 mm cumulés sur la seule journée du 20 juin).

Figure 9 : Pluviométrie cumulée (mm) en moyenne mensuelle interannuelle sur la période 2010 - 2023 et pluviométrie cumulée (mm) mensuelle sur 2021 - 2022 - EPAB, Douarnenez Communauté, 2023



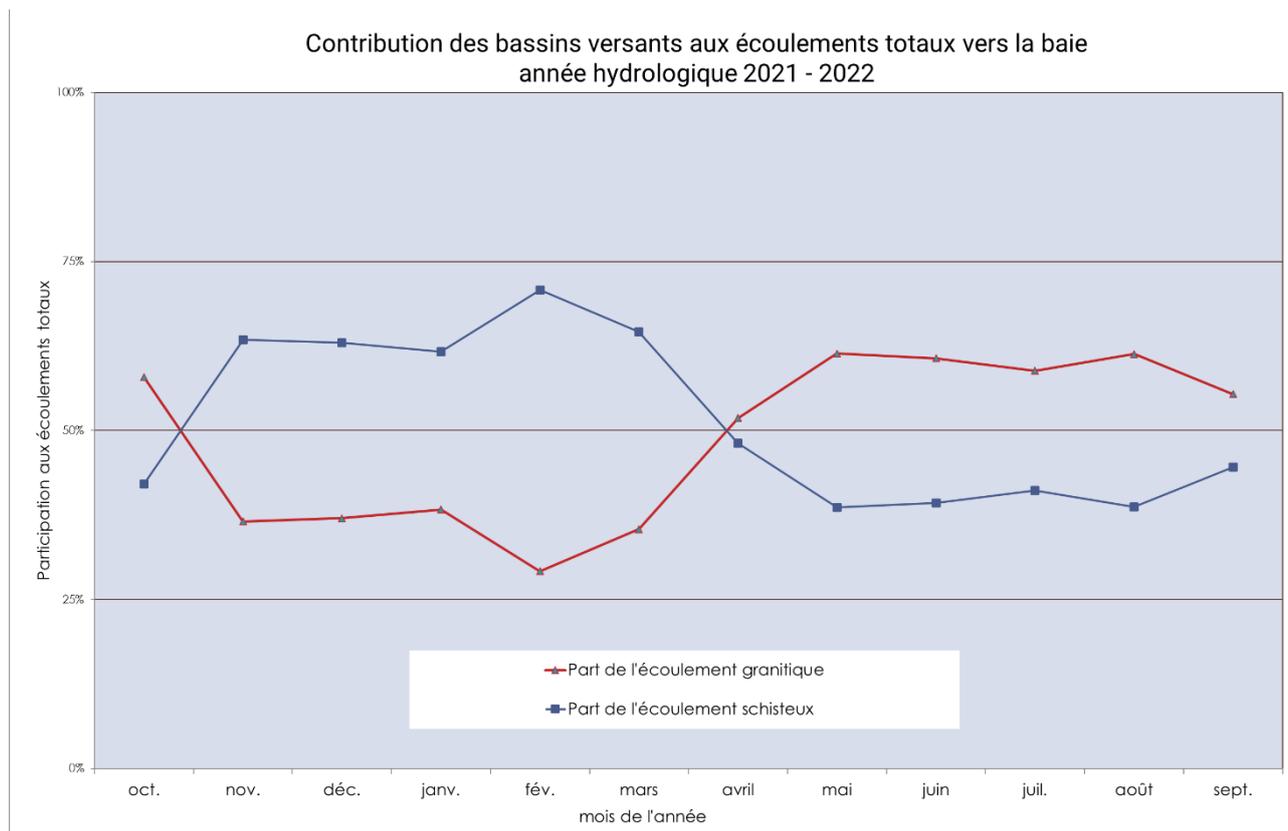
Cette sécheresse générale est également visible sur les valeurs de débit et donc d'hydraulicité, avec des valeurs très inférieures à 1, qui placent l'année 2021 – 2022 comme la 4<sup>e</sup> année la plus sèche depuis 1998.

Tableau 5 : hydraulicité calculée sur l'année 2021 - 2022 : valeur annuelle et saisonnière (mai - septembre), selon la nature des socles géologiques - EPAB, 2023

période	hydraulicité à l'échelle de la Baie	hydraulicité des BV schisteux	hydraulicité des BV granitiques
annuelle	0,66	0,63	0,70
saisonnière	0,56	0,45	0,68

On vérifie le soutien au débit d'étiage sur les bassins versants granitiques, avec une hydraulicité qui ne varie que très légèrement entre annuelle et saisonnière malgré le déficit de pluie estivale.

Figure 10 : Contribution des bassins versants à l'écoulement total vers la baie de Douarnenez en fonction de la nature du socle hydrogéologique. Année hydrologique 2021 - 2022 - EPAB 2023



Cette sécheresse se voit également sur la contribution des BV granitiques et schisteux à l'écoulement total. Sur l'année, la contribution des BV granitiques est de 38,5% contre 36% en moyenne interannuelle. Les différences entre les deux sous-ensembles sont exacerbées, avec un point d'inversion précoce au mois d'avril et une très forte contribution des BV granitiques sur toute la seconde moitié de l'année (contribution maximale de 61% en 2022 contre 54% en moyenne interannuelle). Ainsi, encore plus qu'à l'ordinaire, les BV du sud de la baie ont un poids important sur les flux mai - septembre.

## 2. Concentrations en nitrate

Ce chapitre reprend et complète les résultats présentés dans le bilan partiel de juillet 2023<sup>vii</sup>. L'analyse des résultats est cependant plus poussée dans ce présent rapport, qui est à considérer comme primant sur le précédent.

### a. Jeu de données

Toutes les tournées prévues pour la campagne 2021 - 2022 ont été effectuées, à l'exception de la semaine du 22 novembre 2021 pour laquelle aucun agent n'était disponible. Pour chaque tournée, les 8 cours d'eau ont pu être échantillonnés, hormis le Pénity en date du 18 juillet 2022 car le site était inaccessible. Ce sont donc 279 prélèvements sur les 288 prévus (36 tournées x 8 sites) qui ont été effectués et analysés, soit 97%. Le jeu de données est complet et cohérent. Cependant, deux valeurs en date du 20 juin 2022 sont étonnantes. La valeur de 24 mg/L sur le Pénity paraît anormalement élevée, et celle de 10 mg/L sur l'Aber paraît anormalement faible, au regard des valeurs habituelles sur ces cours d'eau et des valeurs retrouvées le même jour sur les autres cours d'eau. On peut imaginer une inversion des échantillons lors de leur analyse, mais sans certitude. Ces deux valeurs sont présentées dans ce rapport par souci de transparence, mais ont été écartées des calculs de moyenne. L'ensemble des données est présenté en page 16.

Les concentrations s'échelonnent entre 4 mg/L (7 décembre 2021 pour Pénity) et 35 mg/L (25 janvier 2021 pour Stalas), soit une moyenne arithmétique de 21 mg/L (écart moyen : 5 mg/L), tous cours d'eau confondus.

## **b. Concentrations mensuelles**

L'évolution des concentrations mensuelles mesurées au cours de l'année hydrologique 2021-2022 est présentée en page 17.

Les années précédentes avaient permis de définir deux profils type d'évolution des concentrations en nitrates au cours de l'année hydrologique.

- Sur les bassins versants granitiques, on observe un profil « normal » : la concentration a tendance à diminuer avec le débit, et l'on observe des concentrations maximales en janvier – février, puis une chute de concentrations pendant les mois les plus secs. Le Lopic et l'Aber, bien que sur socle schisteux, suivent également un profil normal
- Sur les bassins versants schisteux, le profil est décalé (profil « inversé ») : la concentration est basse en automne, puis augmente avec un maximum au début de l'été, pour ensuite redescendre pendant la période d'étiage.

Cette tendance est beaucoup plus floue sur cette année 2021-2022, avec des variations de concentration beaucoup moins marquées qui ne permettent pas d'identifier des profils de façon précise. Il est possible que le fort déficit pluviométrique soit l'explication à ce lissage des valeurs et à la perte des profils caractéristiques.

Bien que peu visible sur les moyennes mensuelles, l'écart à la moyenne rend compte d'un phénomène récurrent ces dernières années et bien visible sur les valeurs ponctuelles : la brusque augmentation des concentrations en l'espace de deux semaines, à la fin de l'automne. Cette année, elle a lieu au cours du mois de décembre, avec un saut de +7 mg/L au minimum (Ris) à +17 mg/L au maximum (Lopic). Lors des années précédentes, on pouvait remarquer que cette brusque augmentation était directement précédée d'une forte diminution, accentuant davantage le phénomène. La 2<sup>e</sup> campagne de novembre n'ayant pas pu être réalisée, ce comportement ne peut pas être confirmé cette année. La campagne de l'année 2022 – 2023 étant complète, une analyse plus poussée de ce phénomène est proposée dans le chapitre suivant.

## **c. Concentrations saisonnières**

Sur les données de mai à septembre, le minimum est atteint par le Kerharo (9 mg/L le 29 août 2022) et le maximum est atteint par le Stalas (34 mg/L le 31 mai 2022). La moyenne arithmétique est de 21 mg/L (écart moyen de 5 mg/L) tous cours d'eau confondus.

Le Pénity atteint l'objectif de concentration moyenne de 15 mg/L sur cette période (14 mg/L en moyenne, avec un écart moyen de 2) et le Kerharo s'en approche fortement (16 mg/L en moyenne, avec un écart moyen de 3). Les autres cours d'eau s'échelonnent graduellement jusqu'à une moyenne maximum de 31 mg/L (écart moyen de 1) pour le Stalas.

## **d. Concentrations annuelles et Q90**

Sur les données annuelles, le minimum est atteint par le Pénity (4 mg/L le 7 décembre 2021) et le maximum est atteint par le Stalas (35 mg/L le 25 janvier 2022). La moyenne arithmétique est de 21 mg/L (écart moyen de mg/L) tous cours d'eau confondus.

Les classes de qualité de la DCE appliquées sur les valeurs de 9<sup>e</sup> décile (Q90) classent 5 cours d'eau en état moyen (Q90 situé entre 10 et 25 mg/L) : Aber, Lestrevet, Kerharo, Ris et Pénity. Le Ris confirme donc son passage de l'état « médiocre » à « moyen » remarqué l'année précédente. Les 3 autres cours d'eau sont classés en état médiocre (Q90 situé entre 25 et 50 mg/L) : Lopic, Stalas, Kergaoulédan.

Tableau 6 : suivi nitrate eaux de surface 2021 - 2022 – toutes valeurs - concentrations en nitrate en mg/L. La mise en forme appliquée est un dégradé de couleur du vert au rouge sur l'ensemble des données. Les valeurs encadrées en rouges sont les valeurs douteuses écartées des calculs. EPAB, 2023

	Code	04179650	04339007	04339004	04179681	04179700	04339006	04339001	04339005
	Cours d'eau	Aber	Lestrevet	Kerharo	Lapic	Ris	Pénity	Stalas	Kergaoulédan
OCT	12	16	17	15	23	24	13	32	30
	27	11	15	14	22	20	8	29	23
NOV	9	10	18	21	28	22	12	30	24
DEC	7	5,6	14	13	16	19	4	20	14
	22	15	23	24	33	26	13	34	26
JAN	14	15	25	25	32	24	13	34	24
	25	16	23	24	32	26	14	35	27
FEV	8	12	19	21	30	24	13	33	26
	22	13	22	23	31	24	13	32	25
MARS	8	13	20	22	31	24	14	31	25
	22	13	20	20	30	24	14	33	25
AVR	4	14	20	21	30	24	16	33	26
	19	14	20	21	28	24	14	33	27
MAI	2	17	21	20	27	25	17	33	28
	10	19	22	21	28	24	16	33	28
	16	20	21	21	26	23	12	31	28
	24	20	20	21	24	25	16	33	29
	31	23	24	21	25	25	16	34	31
JUIN	7	22	18	19	22	23	15	31	27
	13	20	21	18	24	24	15	32	29
	20	10	15	14	20	18	24	28	24
	27	17	18	14	22	22	11	30	27
JUIL	4	21	20	15	23	24	15	33	29
	11	22	22	14	23	25	15	32	27
	18	21	20	12	24	23		31	29
	25	21	19	13	26	23	14	32	29
AOUT	1	20	18	15	24	22	14	31	29
	9	20	16	12	19	21	14	32	30
	16	18	17	11	23	22	11	28	22
	23	17	13	13	24	22	14	30	28
	29	16	13	9	20	21	13	30	29
SEPT	5	14	13	12	16	18	11	28	24
	12	13	13	10	18	16	11	28	26
	19	19	17	19	18	22	14	31	29
	26	18	14	17	19	21	12	31	28

Figure 11 : valeurs de concentration en nitrate (mg/L) et pluviométrie journalière (mm) mesurées sur la période 2021 – 2022. Encerclé en rouge, les brusques variations de concentration à l'origine de l'important écart moyen illustré dans la figure suivante.

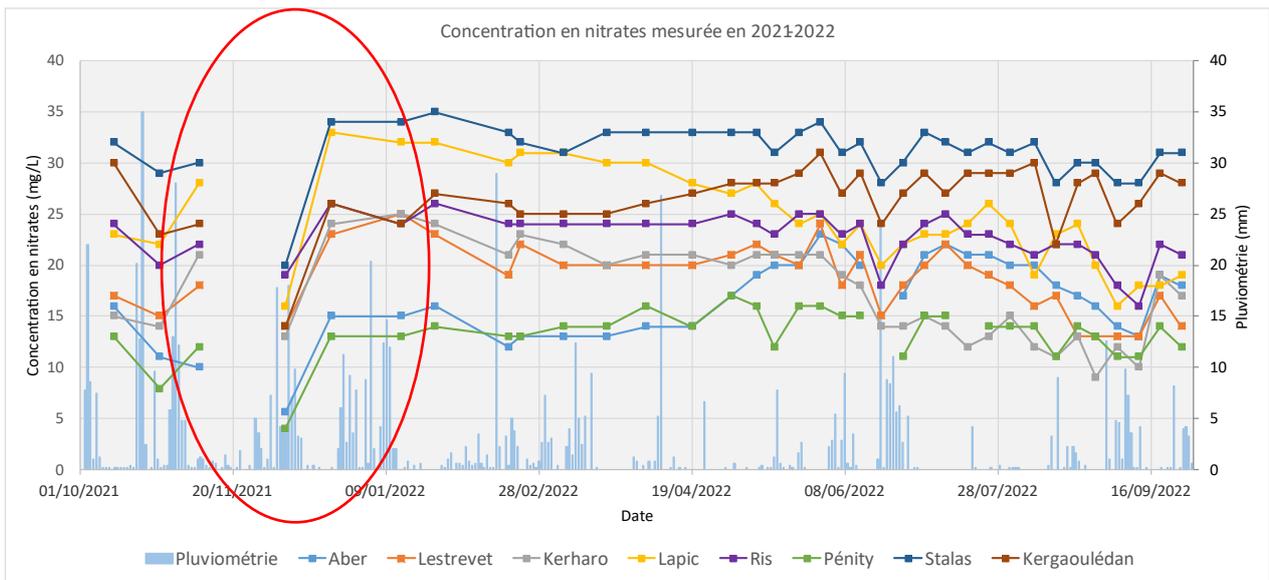


Figure 12 : moyennes mensuelles de concentration en nitrate (mg/L) et pluviométrie cumulée (mm) sur la période 2021 - 2022

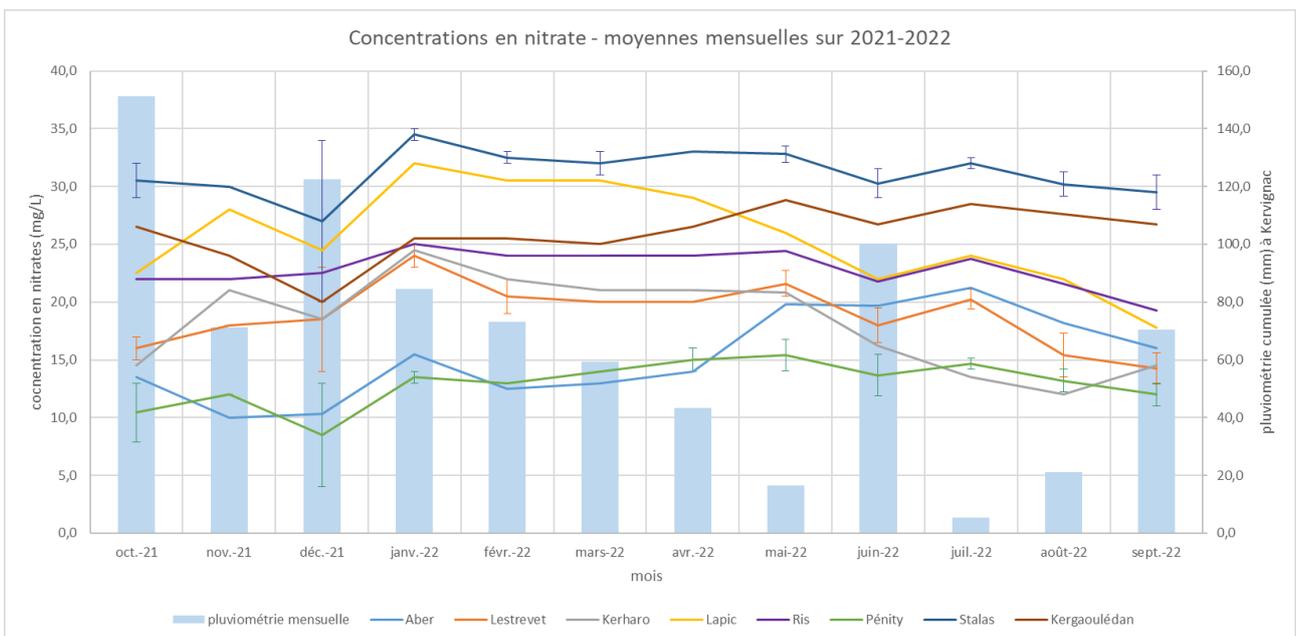


Tableau 7 : suivi nitrate eaux de surface 2021 - 2022 - statistiques saisonnières – concentrations en nitrate en mg/L.

Code	04179650	04339007	04339004	04179681	04179700	04339006	04339001	04339005
Cours d'eau	Aber	Lestrevet	Kerharo	Lapic	Ris	Pénity	Stalas	Kergaoulédan
<b>valeurs saisonnières 2021 - 2022</b>								
moyenne	19	18	16	23	22	14	31	28
écart moyen	2	3	3	3	2	2	1	2
minimum	13	13	9	16	16	11	28	22
maximum	23	24	21	28	25	17	34	31
<b>valeurs saisonnières 2020 - 2021</b>								
moyenne	16	18	17	24	23	13	32	28
<b>valeurs saisonnières 2019 - 2020</b>								
moyenne	18	21	18	27	25	14	35	30
<b>valeurs saisonnières 2018 - 2019</b>								
moyenne	18	21	18	25	25	14	36	31

Tableau 8 : suivi nitrate eaux de surface 2021 - 2022 - statistiques annuelles – concentrations en nitrate en mg/L.

Code	04179650	04339007	04339004	04179681	04179700	04339006	04339001	04339005
Cours d'eau	Aber	Lestrevet	Kerharo	Lapic	Ris	Pénity	Stalas	Kergaoulédan
<b>valeurs annuelles 2021 - 2022</b>								
Q90	21	23	23	31	25	16	34	29
moyenne	17	19	17	25	23	13	31	27
écart moyen	3	3	4	4	2	2	2	2
minimum	6	13	9	16	16	4	20	14
maximum	23	25	25	33	26	17	35	31
<b>valeurs annuelles 2020 - 2021</b>								
Q90	19	23	23	32	25	15	34	30
moyenne	14	18	18	26	23	12	31	25
<b>valeurs annuelles 2019 - 2020</b>								
Q90	21	25	24	34	28	16	37	32
moyenne	14	20	20	28	24	13	33	26
<b>valeurs annuelles 2018 - 2019</b>								
Q90	22	26	25	35	27	17	38	33
moyenne	16	21	19	27	25	13	35	28

### 3. Résultats de flux

On rappelle que toutes les valeurs de flux présentées sont soumises à une incertitude d'au minimum 15%.

#### a. Flux mensuels

Figure 13 : Flux brut mensuel (kgN) et pluviométrie mensuelle (mm). Année 2021 - 2022 – EPAB, 2023

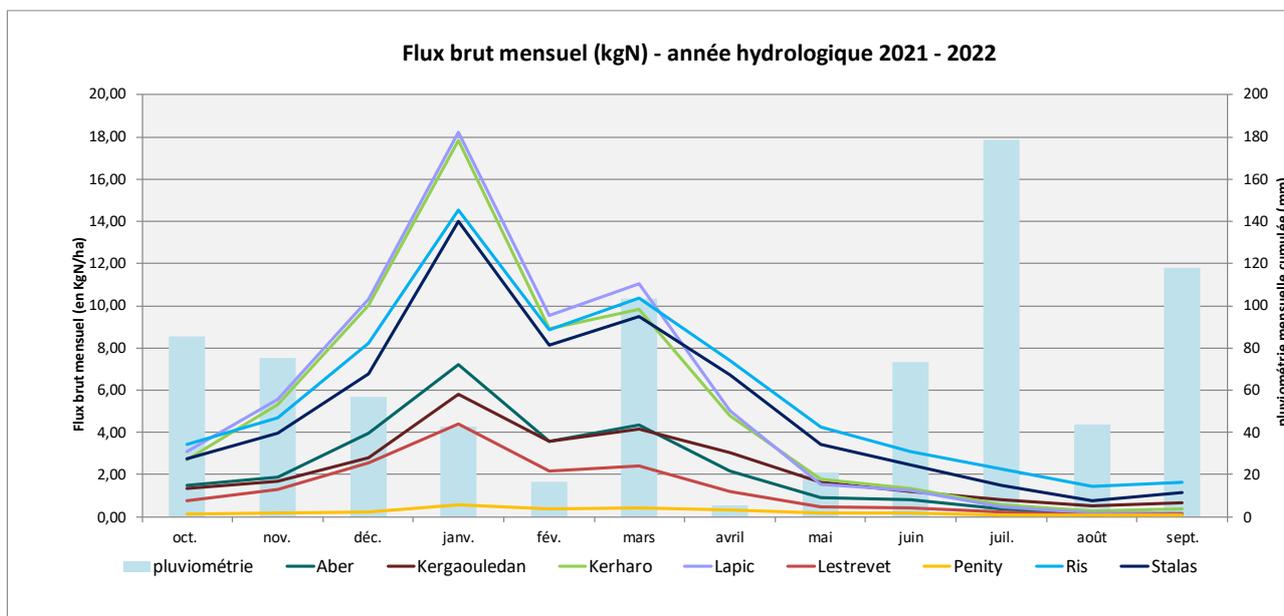
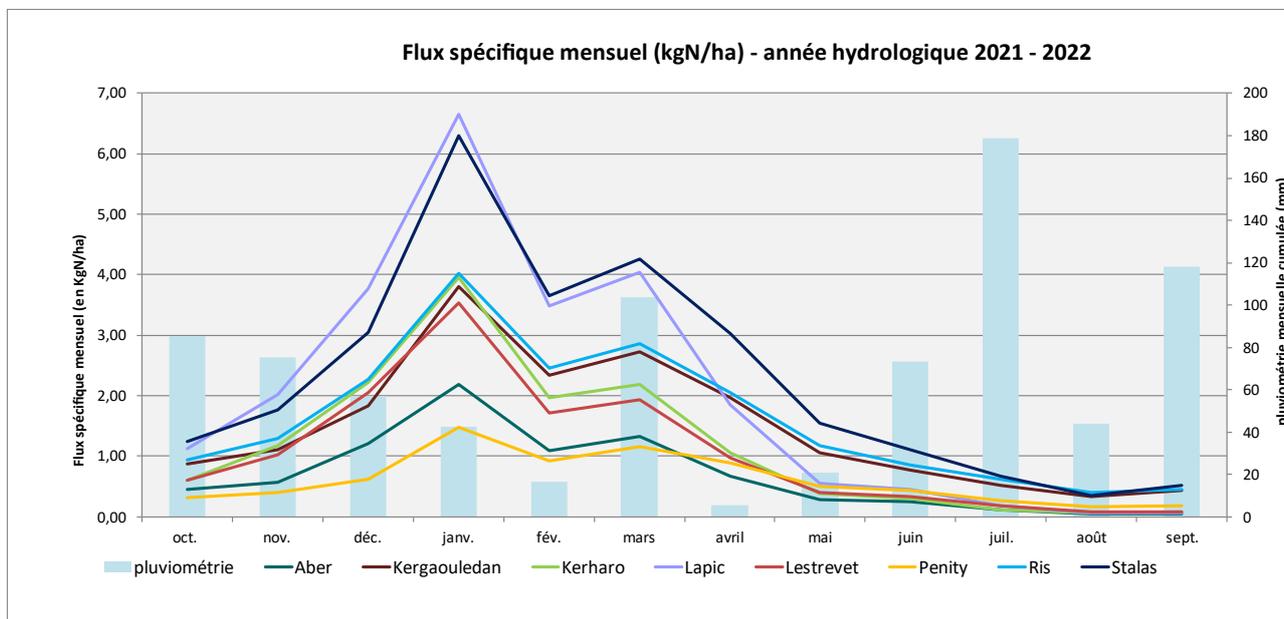


Figure 14 : Flux spécifique mensuel (kgN/ha) et pluviométrie mensuelle (mm). Année 2021 - 2022 - EPAB, 2023



Le flux brut hivernal est principalement dû aux apports du Kerharo et du Lapic, les deux plus grands cours d'eau sur socle schisteux (hormis l'Aber dont le comportement fait figure d'exception sur le territoire). Ensuite viennent le Ris et le Stalas, les deux plus grands cours d'eau sur socle granitique. Ces deux cours d'eau deviennent ensuite majoritaires à partir du mois d'avril et pour la totalité de la période estivale, ce qui est en adéquation avec leur contribution plus importante au débit. Si on rapporte le flux de chacun des cours d'eau à sa surface, on constate que le Stalas contribue alors presque autant que le Lapic. Ces deux cours d'eau se démarquent fortement d'un groupe « moyen » constitué par le Ris, le Kerharo, le Kergaoulédan et le Pentrez, tandis que l'Aber et le Pénity confortent leur position de contributeurs minoritaires.

L'évolution mensuelle des flux d'azote montre un premier pic au mois de janvier. Ce maximum hivernal se retrouve chaque année, entre novembre et janvier, et ne semble pas directement corrélé à la pluviométrie. Un deuxième maximum est présent en mars, qui lui semble relié à la pluviométrie. Encore une fois, ce comportement se vérifie sur les données historiques : des flux en « cloche » avec un maximum en janvier, avec parfois un décrochage à la baisse en février/mars donnant l'impression de deux pics hivernaux comme c'est le cas cette année, mais également en 2019-2020 par exemple. Cette augmentation hivernale des flux est à mettre en parallèle avec l'augmentation des concentrations à la fin de l'automne.

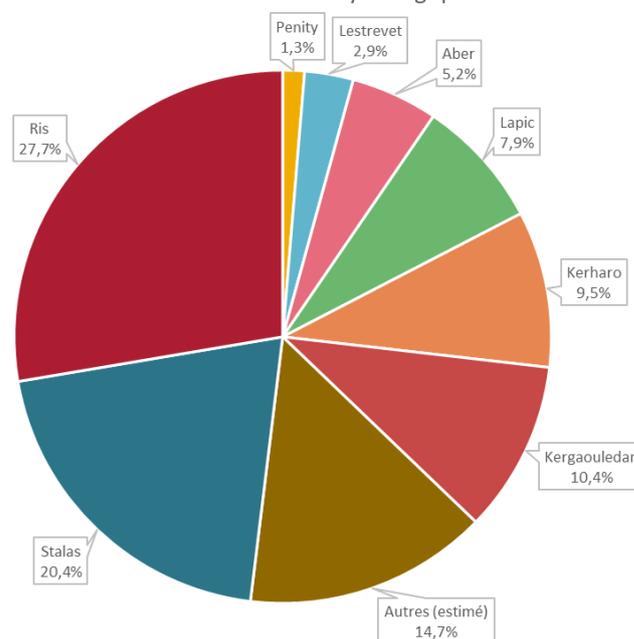
## b. Flux saisonniers

Le flux brut saisonnier vers la baie en 2021 – 2022 est de 45,8 tonnes d'azote. La contribution de chacun des cours d'eau est présentée ci-dessous. On rappelle que sur cette année, seuls les 8 cours d'eau principaux sont suivis, le flux des 13 autres est estimé par la méthode décrite dans le chapitre dédié.

Figure 15 : Valeur et répartition des différents flux d'azote sur la période mai – septembre 2022. EPAB, 2023

Cours d'eau	flux brut saisonnier (tN)	Contribution au flux total	flux spécifique saisonnier (kgN/ha)	flux pondéré saisonnier (tN)	flux spécifique pondéré saisonnier (kgN/ha)
Aber	2,4	5,2%	0,7	5,3	1,6
Caon	0,3	0,6%	1,3	0,6	2,9
Rostegoff	0,3	0,7%	1,0	0,7	2,1
Porslous	0,3	0,6%	1,0	0,6	2,2
Cameros	0,4	0,9%	1,1	0,9	2,4
Pentrez	1,6	3,5%	1,2	3,6	2,7
Kelerec Nord	0,2	0,5%	1,3	0,5	2,8
Kelerec Sud	0,1	0,2%	0,5	0,2	1,2
Lestrevet	1,3	2,9%	1,1	3,0	2,4
Ty Mark	0,1	0,1%	0,5	0,1	1,1
Kerharo	4,3	9,5%	1,0	9,6	2,1
Ty Anquer	0,7	1,5%	0,6	1,6	1,4
Ste Anne	0,1	0,2%	0,7	0,2	1,5
Lapic	3,6	7,9%	1,3	7,9	2,9
Trezmalaouen	0,9	1,9%	1,8	1,9	4,0
Kerscampen	0,3	0,7%	1,4	0,7	3,1
Ris	12,7	27,7%	3,5	18,7	5,2
Penity	0,6	1,3%	1,6	0,9	2,3
Stalas	9,3	20,4%	4,2	13,8	6,2
Kergaouledan	4,8	10,4%	3,1	7,0	4,6
Treboul	1,5	3,3%	3,6	2,2	5,2
sous total BV granitique	28,9	63,1%		42,6	
sous total BV schisteux	16,9	36,9%		37,3	
TOTAL	45,8			79,9	

Contribution des différents cours d'eau au flux brut saisonnier vers la baie de Douarnenez - année hydrologique 2021 - 2022



Sur la période mai-septembre, le Stalas et le Ris contribuent à eux seuls à presque la moitié du flux brut d'azote vers la baie. De manière plus globale, les BV sur socle granitique contribuent à près de deux tiers du flux total. Cela est encore plus flagrant sur les valeurs de flux spécifique : les cinq BV sur socle granitique figurent alors parmi les six cours d'eau le plus contributeurs. Cela n'est pas surprenant considérant que cette période a été très sèche, ce qui renforce la contribution de ces BV dont l'étiage est soutenu par les eaux souterraines. La concentration en nitrates des eaux souterraines contribuant à ces bassins versants est très variable, et certaines sources comme la fontaine Bodonap (contribuant au Stalas) montrent des concentrations très élevées, rarement inférieures à 70mg/L en période de basses eaux.

**Le flux total vers la baie sur la période mai-septembre, pondéré par l'hydraulicité, est de 80 TN ±12, pour un objectif de 70 TN en 2027.**

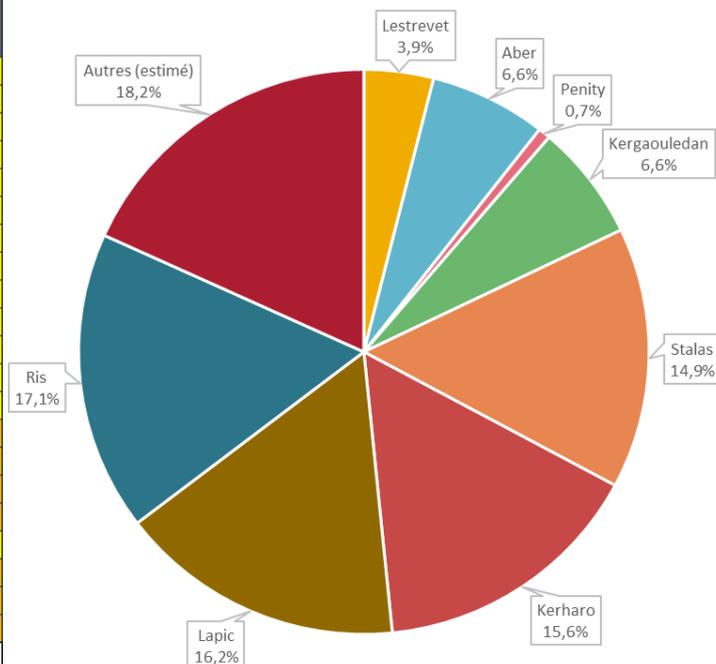
### c. Flux annuels

Le flux brut annuel vers la baie en 2021 – 2022 est de 410 tonnes d'azote. La contribution de chacun des cours d'eau est présentée ci-dessous. On rappelle que sur cette année, seuls les 8 cours d'eau principaux sont suivis, le flux des 13 autres est estimé par la méthode décrite dans le chapitre dédié.

Figure 16 : Valeur et répartition des différents flux d'azote sur l'année hydrologique 2021 – 2022. EPAB, 2023

Cours d'eau	flux brut annuel (tN)	Contribution au flux total	flux spécifique annuel (kgN/ha)	flux pondéré annuel (tN)	flux spécifique pondéré annuel (kgN/ha)
Aber	27,1	6,6%	8,2	42,9	13,0
Caon	1,8	0,4%	9,5	2,9	15,1
Rostegoff	3,7	0,9%	11,3	5,9	17,8
Porslous	3,5	0,9%	13,2	5,5	20,9
Cameros	4,9	1,2%	13,1	7,8	20,7
Pentrez	19,3	4,7%	14,3	30,6	22,6
Kelerec Nord	2,5	0,6%	13,1	3,9	20,7
Kelerec Sud	1,1	0,3%	7,9	1,7	12,5
Lestrevet	16,1	3,9%	12,9	25,5	20,5
Ty Mark	1,0	0,2%	9,2	1,6	14,6
Kerharo	63,7	15,6%	14,1	100,8	22,4
Ty Anquer	12,7	3,1%	11,0	20,0	17,4
Ste Anne	1,4	0,3%	11,2	2,2	17,7
Lapic	66,4	16,2%	24,3	105,1	38,4
Trezmalaouen	10,5	2,6%	22,1	16,6	34,9
Kerscampen	4,1	1,0%	18,9	6,4	29,9
Ris	70,2	17,1%	19,4	99,9	27,6
Penity	2,8	0,7%	7,4	4,0	10,5
Stalas	61,2	14,9%	27,5	87,1	39,1
Kergaouledan	27,2	6,6%	17,8	38,7	25,3
Treboul	8,1	2,0%	19,0	11,6	27,0
sous total BV granitique	170	41,4%		241	
sous total BV schisteux	240	58,6%		379	
<b>TOTAL</b>	<b>410</b>			<b>621</b>	

Contribution des différents cours d'eau au flux brut annuel vers la baie de Douarnenez - année hydrologique 2021 - 2022



Le flux brut d'azote vers la baie, à l'échelle annuelle, sont principalement apportés par le Ris, le Lapic, le Kerharo et le Stalas, qui contribuent chacun à environ 15% du flux total. Il est intéressant de remarquer qu'à cette échelle, les 13 autres cours d'eau contribuent autant que l'un de ces quatre contributeurs majeurs. L'Aber contribue relativement peu au flux considérant la taille de son bassin versant. De même, rapporté au flux spécifique, le Kerharo devient un contributeur moyen au même titre que Lestrevet.

**Le flux total annuel 2021-2022 vers la baie, pondéré par l'hydraulicité, est de 620 TN ±93, pour un objectif de 500 TN en 2027.**

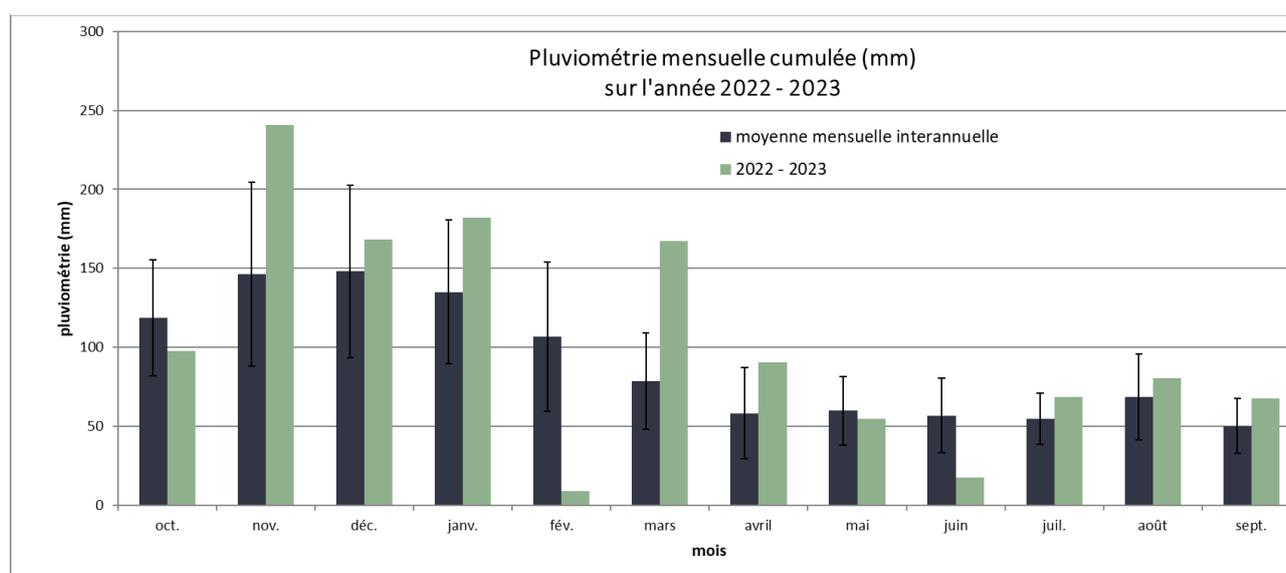
## IV. Résultats de l'année hydrologique 2022 – 2023

### 1. Conditions météorologiques et hydrologiques

La pluviométrie totale sur 2022 – 2023 est de 1246 mm, ce qui est 15% supérieur à la moyenne interannuelle (1082mm sur 2010 - 2023). Sur la période mai-septembre, la pluviométrie est de 290mm, soit égale à la moyenne interannuelle (290mm sur 2010–2023).

La répartition mensuelle des pluies montre une année globalement excédentaire, avec des pics marqués en novembre et mars, contrebalancés par deux mois fortement déficitaires en février et juin. La période estivale a commencé avec un niveau des nappes « très haut et en baisse » d'après le bulletin de situation du BRGM de fin mai 2023<sup>viii</sup>.

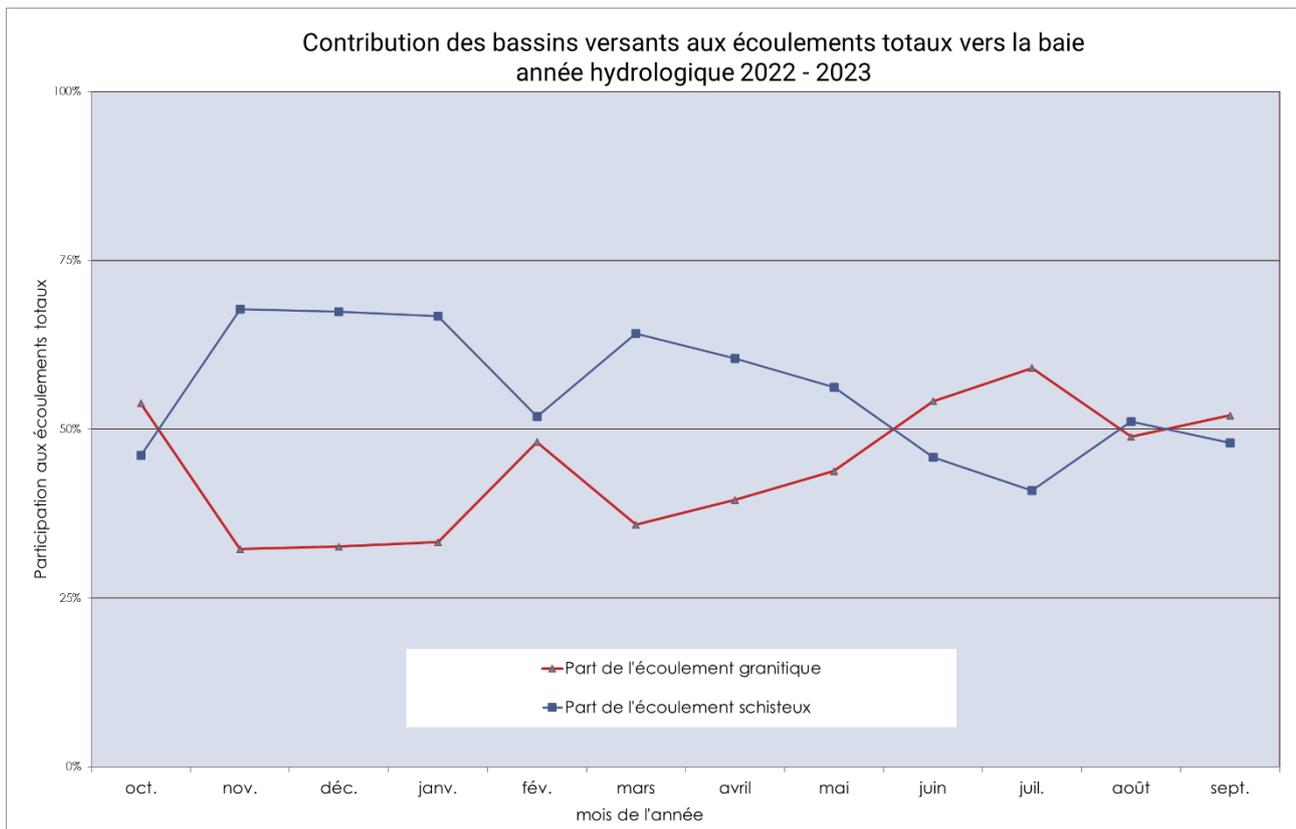
Figure 17 : Pluviométrie cumulée en moyenne mensuelle interannuelle sur la période 2010 - 2023 et pluviométrie cumulée mensuelle sur 2022 - 2023 - EPAB, Douarnenez Communauté, 2023



Cet excédent pluviométrique est également visible sur les valeurs de débit et donc d'hydraulicité, avec des valeurs supérieures à 1, qui placent l'année 2022 – 2023 comme la 6<sup>e</sup> année la plus humide depuis 1998 à l'échelle de la baie :

Tableau 9 : hydraulicité calculée sur l'année 2022 - 2023 : valeur annuelle et saisonnière (mai - septembre), selon la nature des socles géologiques - EPAB, 2023

période	hydraulicité à l'échelle de la Baie	hydraulicité des BV schisteux	hydraulicité des BV granitiques
annuelle	1,27	1,24	1,31
saisonnière	1,28	1,25	1,32



L'influence de la pluviométrie est également visible sur la répartition des écoulements entre BV granitique et schisteux. Sur l'année, la contribution des BV granitiques est de 37,4%, ce qui reste au-dessus de la moyenne interannuelle de 36%. La faible contribution des BV schisteux au mois d'octobre est la conséquence directe de la sécheresse de l'été 2022. Elle augmente au fur et à mesure du retour de la pluie à partir du le mois de septembre 2022 et redevient normale aux alentours de 66% dès le mois de novembre. Durant l'hiver, le mois de février anormalement sec voit une nette augmentation de la contribution des BV granitiques, apportant une nouvelle fois la preuve d'un soutien des débits et d'une plus grande inertie de ces cours d'eau. Les contributions quasiment équilibrées (48% granitiques/52% schisteux) visibles en février ne se retrouvent habituellement qu'en été. L'inversion des contributions, qui a lieu d'ordinaire au mois d'août, a lieu cette année une première fois en juin de manière assez précoce, mais qui est cohérente avec une pluviométrie relativement faible en mai et juin. La seconde inversion constatée au mois d'août est peu habituelle, mais là encore cohérente avec la pluviométrie, puisque le dernier trimestre de cette année 2022 - 2023 montre une pluviométrie importante qui soutient la contribution des cours d'eau schisteux.

## 2. Concentrations en nitrates

### a. Jeu de données

En raison de l'absence d'un agent en interne pour la réalisation des prélèvements, la majeure partie des prélèvements sur l'année hydrologique 2022-2023 a été confiée à un prestataire (du 1<sup>er</sup> octobre 2022 au 22 juin 2023, soit 17 campagnes de prélèvements). Les prélèvements ont repris en régie à partir du 27 juin 2023.

Toutes les tournées prévues pour la campagne 2022 - 2023 ont été effectuées. Pour chaque tournée, les 21 cours d'eau ont été échantillonnés, sauf pour les périodes d'assec constatés sur le Kelerec Sud et le Ty Anquer. Ce sont donc 754 prélèvements sur les 777 prévus (37 tournées x 21 sites) qui ont été effectués et analysés, soit 97%. A cela s'ajoutent 3 campagnes réalisées par temps de pluie en date du 24 juillet et du 18 et 20 septembre sur le Pentrez, le Kerharo, le Kergaoulédan et le Stalas. Ces prélèvements, réalisés en même temps que les échantillonnages pour analyse des molécules phytosanitaires, avaient pour but d'évaluer l'impact d'une forte pluie, et donc de l'érosion des sols et de la remobilisation des sédiments, sur les concentrations en nitrates. Le jeu de données est complet et cohérent. Cependant, deux valeurs sont étonnantes :

- La valeur inférieure à 0,5 mg/L sur l'Aber en date du 4 octobre 2022. Cela signifie que la concentration en nitrate est inférieure au seuil de détection de l'appareil d'analyse par colorimétrie, ce qui est douteux pour n'importe quel cours d'eau du territoire, même si l'Aber présente des concentrations parmi les plus faibles. Cette valeur est présentée dans ce rapport par souci de transparence, mais a été écartée des calculs de moyenne, faute d'éléments explicatifs.
- La valeur de 32 mg/L sur le Pénity en date du 4 mai 2023. Cette concentration très élevée pour ce cours d'eau est plus de 3 fois supérieure aux valeurs de la semaine précédente et suivante. Cela peut s'expliquer par la présence d'animaux d'élevage à proximité du point de prélèvement : des chèvres et moutons qui pâturent et entretiennent le bassin d'orage. L'accès au cours d'eau n'est normalement pas possible pour les animaux car des clôtures ont été mises en place sur les deux berges. Cependant, il a été signalé fin juin la présence de déjections sur l'escalier d'accès. Il n'est pas impossible que des excréments aient contaminés le point de prélèvement. Considérant que dans ce cas cette valeur est conséquente à une pollution ponctuelle, elle est également écartée des calculs.

Les prélèvements ayant été effectués par un prestataire pendant tout le premier semestre 2023, peu d'informations terrain sont disponibles, et aucune contre analyse n'a été demandée. L'ensemble des données est présenté en pages 26 et 29. Les périodes d'assec sont signalées par les cases grisées.

Les concentrations s'échelonnent entre 0,8 mg/L (13 septembre 2022 pour Ty mark) et 51 mg/L (3 janvier pour Ste Anne), soit une moyenne arithmétique de 23 mg/L (écart moyen : 7 mg/L) tous cours d'eau confondus.

### **b. Concentrations mensuelles**

L'évolution des concentrations mensuelles mesurées au cours de l'année hydrologique 2022-2023 est présentée en pages 27 et 30.

Les années précédentes avaient permis de définir deux profils type d'évolution des concentrations en nitrates au cours de l'année hydrologique.

- Sur les bassins versants granitiques, on observe un profil « normal » : la concentration a tendance à diminuer avec le débit, et l'on observe des concentrations maximales en janvier – février, puis une chute de concentrations pendant les mois les plus secs. Le Lopic et l'Aber, bien que sur socle schisteux, suivent également un profil normal.
- Sur les bassins versants schisteux, le profil est décalé (profil « inversé ») : la concentration est basse en automne, puis augmente avec un maximum au début de l'été, pour ensuite redescendre pendant la période d'étiage.

Sur cette année 2022 - 2023, les profils ne ressortent pas nettement, et seule une analyse statistique pourrait indiquer si les variations observées sont significatives ou bien le fruit de la variabilité naturelle due aux conditions climatiques à l'échelle journalière.

La brusque augmentation observée sur les valeurs de 2021 – 2022 se retrouve, et est également visible sur les concentrations moyennes puisqu'elle a eu lieu entre novembre et décembre, c'est-à-dire 2 semaines plus tôt que l'année précédente. On retrouve un saut de +9 mg/L au minimum (Pénity) à +24 mg/L au maximum (Kelerec Sud). La brusque diminution évoquée sur les données de l'année précédente semble être un artefact de séparation par année hydrologique. Il semble en effet que l'évolution des concentrations suive un cycle, avec un minimum en novembre, puis une brusque augmentation en décembre pour diminuer au fur et à mesure pour atteindre à nouveau un minimum en novembre suivant.

Plusieurs pistes sont évoquées pour expliquer ce phénomène. Il pourrait s'agir de l'effet de la reprise des précipitations sur un sol plus ou moins bien couvert par la végétation. Le facteur température pourrait également entrer en compte de plusieurs manières : en influençant la croissance du couvert végétal et donc en limitant la quantité d'azote prélevée, ou en jouant sur les vitesses de minéralisation dans le sol. Sans doute une combinaison de plusieurs facteurs entre en jeu. Mais seule une étude bibliographique couplée à une analyse statistique des données pourrait apporter un éclairage fiable sur ces variations.

Il serait intéressant que le CRESEB et acteurs scientifiques compétents se saisissent de cette question.

### **c. Concentrations saisonnières**

Sur les données de mai à septembre, le minimum est atteint par le Ty Mark (0,8 mg/L le 13 septembre 2023) et le maximum est atteint par le Kelerec Nord (42 mg/L le 1<sup>er</sup> juin 2023). La moyenne arithmétique est de 22 mg/L (écart moyen de 7 mg/L) tous cours d'eau confondus.

6 cours d'eau atteignent l'objectif de 15 mg/L ou moins : Aber, Kelerec Sud, Ty Mark, Kerharo, Ty Anquer et Pénity. Le Ty Mark montre la concentration minimum avec 9 mg/L (écart moyen de 5). Lestrevet et Caon s'approchent fortement de l'objectif avec 17 et 18 mg/L respectivement. Ils atteignent en effet la valeur de 15 mg/L si l'on soustrait l'écart moyen. Les autres cours d'eau s'échelonnent graduellement jusqu'à une moyenne maximum de 34 mg/L (écart moyen de 1) pour Porslous. On notera la très grande différence entre Kelerec Nord et Sud, respectivement à 32 et 12 mg/L en moyenne sur la saison, alors que ces cours d'eau sont très proches l'un de l'autre et présentent un taux de SAU similaire (72% et 67% respectivement). Il serait intéressant de rechercher les origines de cette différence en explorant davantage le mode d'occupation des sols et les pressions qui pèsent sur chacun de ces deux cours d'eau.

### **d. Concentrations annuelles et Q90**

Sur les données annuelles, le minimum est atteint par le Ty Mark (0,8 mg/L le 13 septembre 2023) et le maximum est atteint par Sainte Anne (51 mg/L le 3 janvier 2023). La moyenne arithmétique est de 23 mg/L (écart moyen de 7 mg/L) tous cours d'eau confondus.

Les classes DCE appliquées sur les valeurs de 9<sup>e</sup> décile (Q90) classent 8 des 21 cours d'eau en état moyen (Q90 situé entre 10 et 25 mg/L) : Aber, Caon, Lestrevet, Kerharo, Ty Anquer, Ris, Pénity et Tréboul. Les 13 autres cours d'eau sont classés en état médiocre (Q90 situé entre 25 et 50 mg/L). Notamment, 4 cours d'eau classés en état « moyen » en 2020 – 2021 repassent cette année en état « médiocre », c'est-à-dire au même état qu'en 2018 – 2019 : le Rostegoff, le Pentrez, le Ty Mark et le Kelerec Sud.

Tableau 10 : suivi nitrate eaux de surface 2022 - 2023 – valeurs des 8 cours d'eau principaux - concentrations en nitrate en mg/L. La mise en forme appliquée est un dégradé de couleur du vert au rouge sur l'ensemble des données. Les valeurs encadrées en rouges sont les valeurs douteuses. Les cases grisées représentent les prélèvements non réalisés pour cause d'assec. EPAB, 2023

			04179650 Aber	04339007 Lestrevet	04339004 Kerharo	04179681 Lapic	04179700 Ris	04339006 Pénity	04339001 Stalas	04339005 Kergaoulédan
2022	OCT	4	0,5	13	14	18	18	12	28	26
		17	9	11	19	16	18	8	24	21
	NOV	2	8	11	13	17	17	14	23	16
		15	8	12	5	18	14	3	17	12
	DEC	5	18,0	27	26	33	27	12	33	25
		20	12	27	20	28	18	7	27	18
2023	JAN	3	14	26	25	32	22	10	31	22
		16	7	20	13	25	17	6	30	18
		30	16	24	24	31	24	14	34	25
	FEV	13	15	22	22	31	25	14	35	26
		27	15	21	21	31	26	16	36	26
	MARS	13	10	22	4	26	19	7	29	21
		27	11	23	15	29	19	7	30	20
	AVR	11	12	20	13	29	22	12	32	23
		24	11	18	10	26	21	10	31	22
	MAI	4	5	18	17	27	22	32	32	23
		11	5	16	13	24	19	9	29	21
		17	6	17	17	26	22	12	31	23
		25	5	18	18	26	23	14	33	25
	JUIN	1	5	19	19	27	24	14	34	26
		7	20	21	19	27	25	14	34	28
		14	20	21	18	25	24	14	34	27
		22	18	19	17	23	23	12	32	26
	JUIL	27	22	21	20	22	24	13	33	28
		5	16	18	17	22	21	11	31	26
		12	18	16	12	20	22	11	30	25
		19	16	21	12	24	24	13	33	29
	AOÛT	24			13				28	
		27	18	15	10	17	20	7	25	21
		2	10	11	9	15	15	6	21	15
		9	14	15	8	21	21	12	30	26
		16	13	15	13	21	21	11	30	26
		23	16	17	15	24	21	12	29	27
		30	17	15	17	20	21	12	30	26
SEPT	6	16	16	16	22	21	12	30	27	
	13	16	16	16	23	21	15	30	27	
	18			14				27	25	
	19	11	13	11	20	18	12	28	25	
	20			12				22	21	
	28	13	14	18	22	20	11	29	25	

Figure 18 : valeurs de concentration en nitrate (mg/L) et pluviométrie journalière (mm) mesurées sur la période 2022 – 2023. Encadré en rouge, les brusques sauts de concentration entre novembre et décembre

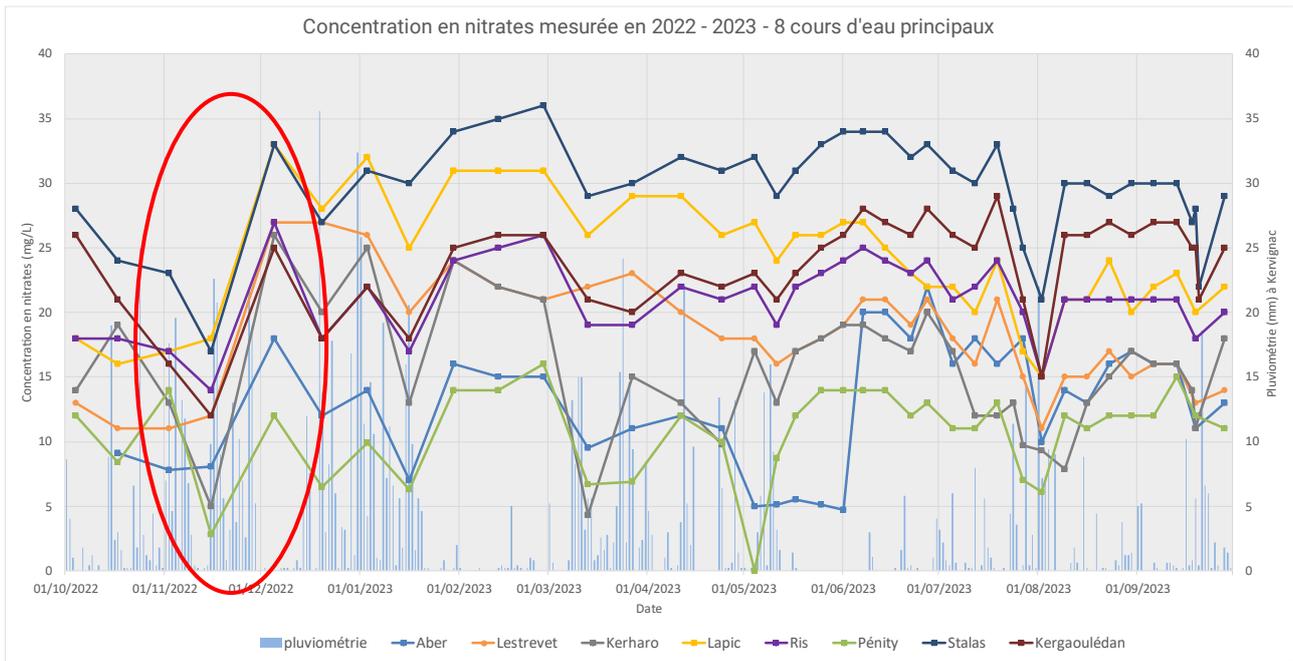
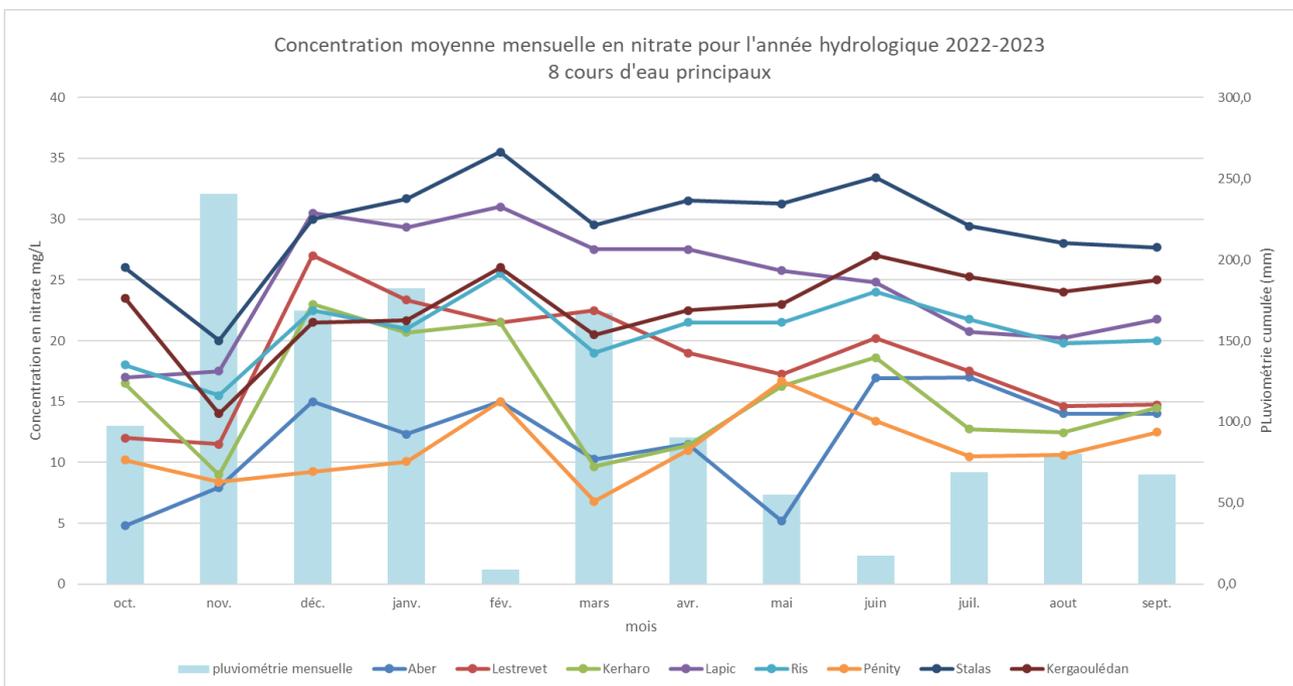


Figure 19 : moyennes mensuelles de concentration en nitrate (mg/L) sur les 8 cours d'eau principaux et pluviométrie cumulée (mm). Période 2022 – 2023.



**Tableau 11 : suivi nitrate eaux de surface 2022 – 2023 sur les 8 cours d'eau principaux - statistiques saisonnières – concentrations en nitrate en mg/L**

Code	04179650	04339007	04339004	04179681	04179700	04339006	04339001	04339005
Cours d'eau	Aber	Lestrevet	Kerharo	Lapic	Ris	Pénity	Stalas	Kergaoulédan
<b>valeurs saisonnières 2021 - 2022</b>								
moyenne	14	17	15	23	21	12	30	25
écart moyen	5	2	3	2	2	2	2	2
minimum	5	11	8	15	15	6	21	15
maximum	22	21	20	27	25	15	34	29
<b>valeurs saisonnières 2021 - 2022</b>								
moyenne	19	18	16	23	22	14	31	28
<b>valeurs saisonnières 2020 - 2021</b>								
moyenne	16	18	17	24	23	13	32	28
<b>valeurs saisonnières 2019 - 2020</b>								
moyenne	18	21	18	27	25	14	35	30
<b>valeurs saisonnières 2018 - 2019</b>								
moyenne	18	21	18	25	25	14	36	31

**Tableau 12 : suivi nitrate eaux de surface 2022 - 2023 sur les 8 cours d'eau principaux - statistiques annuelles – concentrations en nitrate en mg/L**

Code	04179650	04339007	04339004	04179681	04179700	04339006	04339001	04339005
Cours d'eau	Aber	Lestrevet	Kerharo	Lapic	Ris	Pénity	Stalas	Kergaoulédan
<b>valeurs annuelles 2022 - 2023</b>								
Q90	18	23	21	31	24	14	34	27
moyenne	13	18	15	24	21	11	30	24
écart moyen	4	3	4	4	2	2	3	3
minimum	5	11	4	15	14	3	17	12
maximum	22	27	26	33	27	16	36	29
<b>valeurs annuelles 2021 - 2022</b>								
Q90	21	23	23	31	25	16	34	29
moyenne	17	19	17	25	23	13	31	27
<b>valeurs annuelles 2020 - 2021</b>								
Q90	19	23	23	32	25	15	34	30
moyenne	14	18	18	26	23	12	31	25
<b>valeurs annuelles 2019 - 2020</b>								
Q90	21	25	24	34	28	16	37	32
moyenne	14	20	20	28	24	13	33	26
<b>valeurs annuelles 2018 - 2019</b>								
Q90	22	26	25	35	27	17	38	33
moyenne	16	21	19	27	25	13	35	28

Tableau 13 : suivi nitrate eaux de surface 2022 - 2023 – valeurs des 13 autres cours d'eau – concentrations en nitrate en mg/L. La mise en forme appliquée est un dégradé de couleur du vert au rouge sur l'ensemble des données. Les valeurs encadrées en rouges sont les valeurs douteuses. Les cases grisées représentent les prélèvements non réalisés pour cause d'assec. EPAB, 2023

			04339031 Caon	04339037 Rostegoff	04339030 Cameros	04339008 Pentrez	04339040 Ty Mark	04339039 Ty Anquer	04339034 Kerscampen	04339033 Kelerec N	04339032 Kelerec S	04339036 Porlous	04339035 Ste Anne	04339027 Tréboul	04339038 Trezmalouen
2022	OCT	4	14	20	30	17		4	30	28		29	13	20	20
		17	27	16	21	19		20	22	25		29	12	14	16
	NOV	2	17	23	20	17		12	19	25		28	12	16	19
		15	8	18	17	19	8	14	17	20	14	32	24	10	15
	DEC	5	23	37	41	31	28	30	36	37	38	46	47	24	33
		20	19	34	38	32	26	22	33	45	28	43	43	18	29
2023	JAN	3	20	35	41	32	26	27	38	42	34	41	51	19	35
		16	16	28	31	25	21	17	35	34	28	50	39	13	35
		30	21	34	35	26	28	27	35	38	36	40	44	23	35
	FEV	13	17	33	32	24	24	23	34	39	20	40	39	22	32
		27	17	32	31	23	23	23	35	41	19	38	38	22	32
	MARS	13	17	32	35	29	23	22	30	29	23	37	36	15	22
		27	18	32	35	30	24	25	32	36	23	37	42	18	29
	AVR	11	21	29	30	23	24	24	33	34	18	36	39	20	31
		24	17	26	27	21	18	21	32	34	14	34	36	18	30
	MAI	4	15	27	27	20	18	20	31	35	12	34	35	14	31
		11	14	25	24	19	16	19	30	30	7	32	36	16	26
		17	21	28	28	20	17	21	32	37	10	34	38	20	29
		25	15	28	29	21	18	21	32	39	18	34	36	20	29
	JUIN	1	20	29	32	22	18	21	33	42	15	35	37	22	31
		7	19	32	34	24	17	20	33	41		36	39	22	32
		14	16	30	34	23	15	17	31	39		35	31	21	30
		22	13	26	33	22	12	13	29	36		34	28	21	28
	JUIL	27	16	31	35	24	10	11	31	37		37	26	22	30
		5	15	26	33	21	9	12	30	35		37	26	20	28
		12	13	25	33	21	7	8	28	34		36	31	20	27
		19	18	28	37	23	4	9	30	36		40	26	24	30
		24				21									
	AOÛT	27	11	21	16	15	7	7	18	27		34	16	10	21
		2	21	16	25	15	7	15	20	28	12	31	23	13	16
		9	23	24	30	19	7	12	26	28		32	22	20	25
		16	22	24	29	19	6	10	26	28		30	23	20	25
		23	19	26	31	20	3		26	25		33	19	21	24
		30	16	25	31	20	3	10	26	26		34	20	21	24
SEPT	6	17	25	32	20	1,4		27	29		32	19	22	23	
	13	37	24	32	19	0,8	7	27	27		31	19	22	21	
	18				17										
	19	23	22	30	18	1,1	10	25	25		30	17	20	20	
	20				13										
28	18	22	30	18	3	14	25	26	9	29	19	20	23		

Figure 20 : valeurs de concentration en nitrate (mg/L) sur les 13 autres cours d'eau et pluviométrie journalière (mm) mesurées sur la période 2022 – 2023. Encerclé en rouge, les brusques sauts de concentration entre novembre et décembre. EPAB, 2023

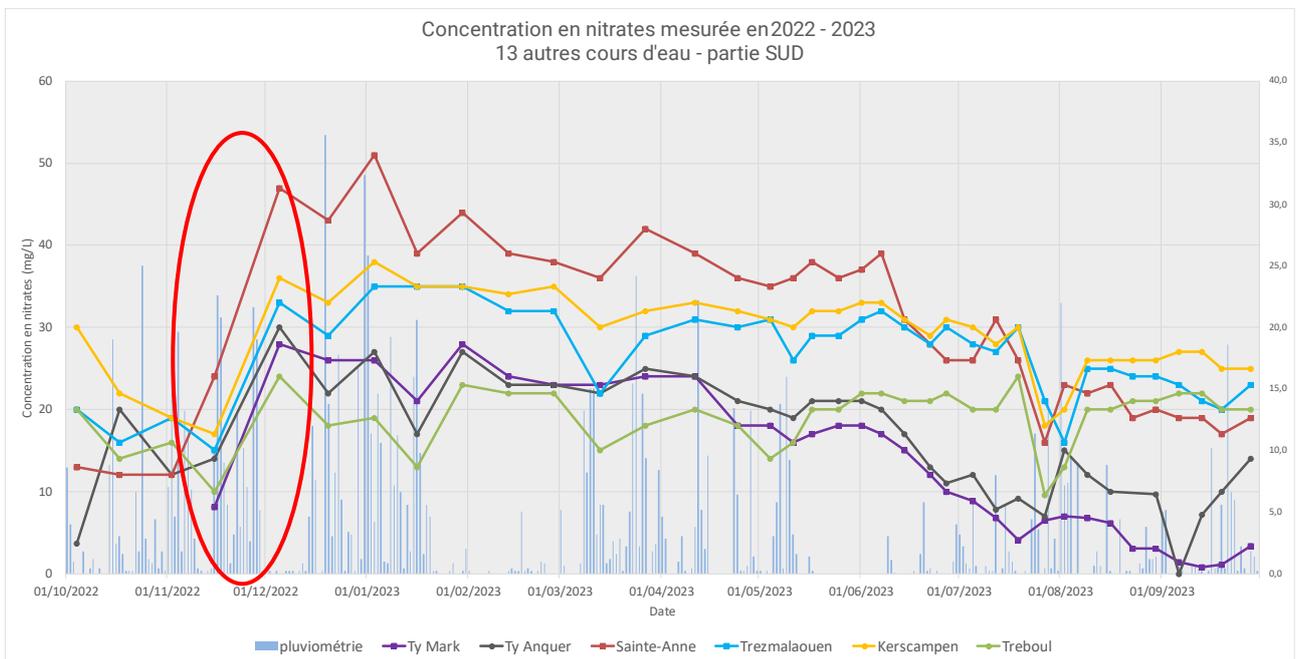
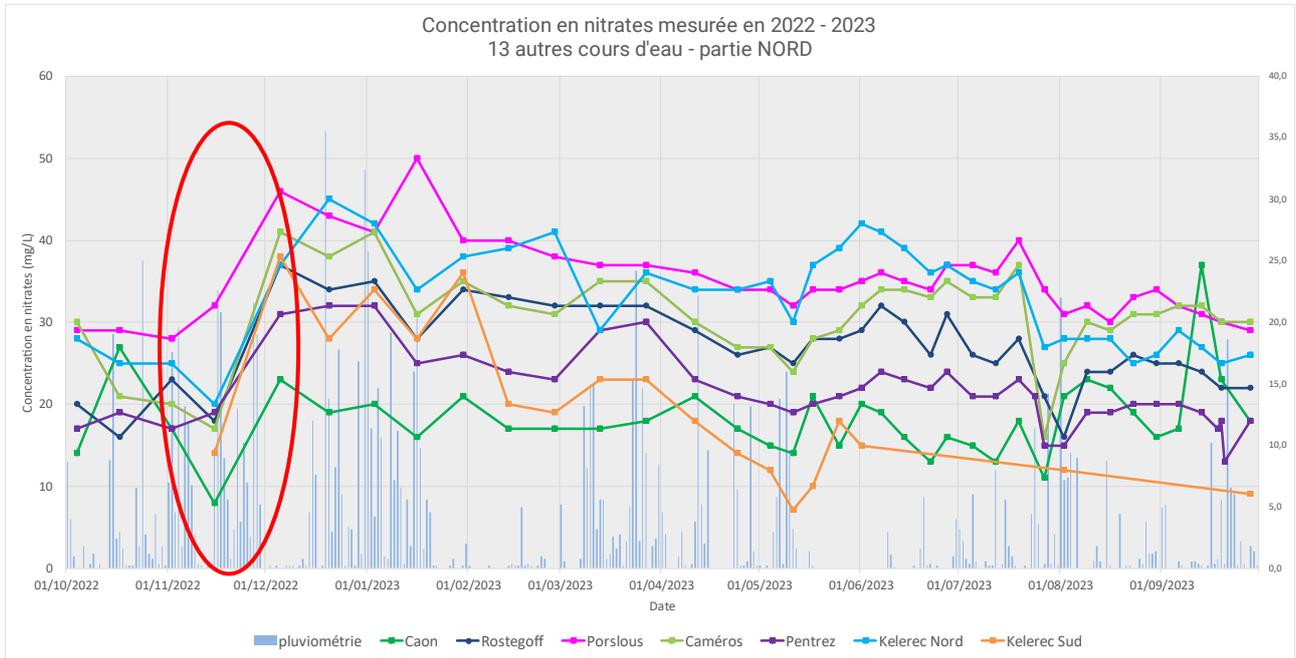


Figure 21 : moyennes mensuelles de concentration en nitrate (mg/L) sur les 13 autres cours d'eau et pluviométrie cumulée (mm) sur la période 2022 - 2023

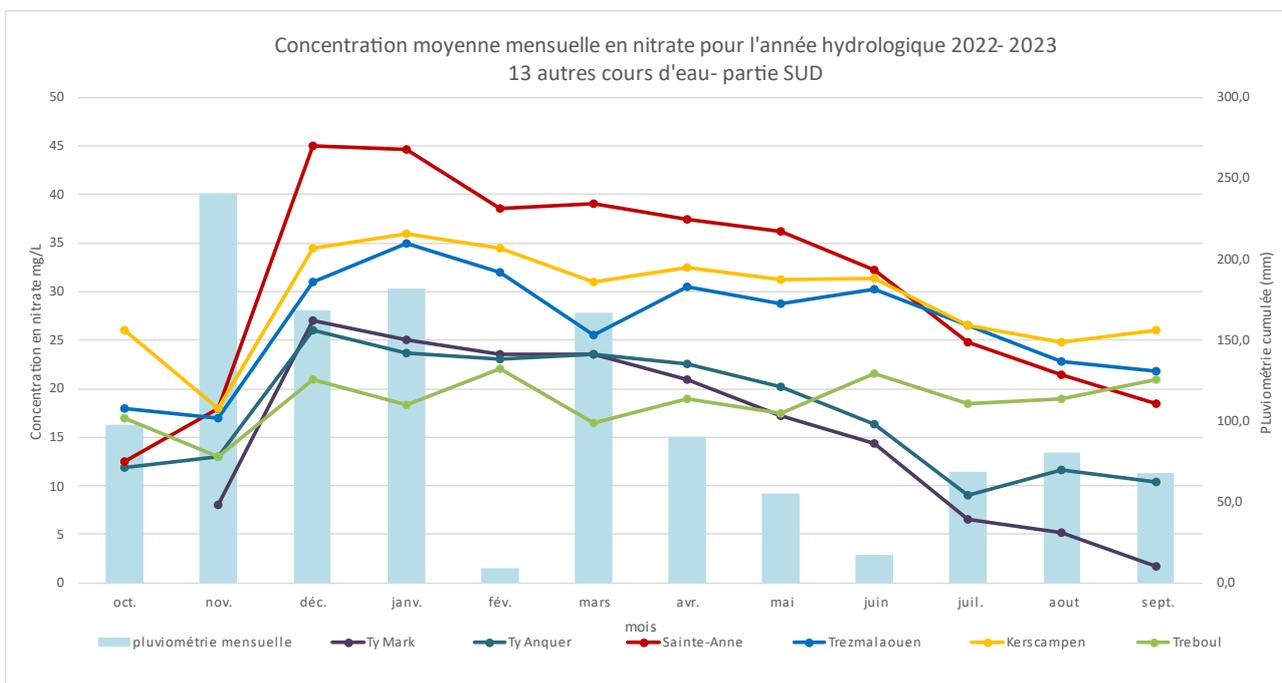
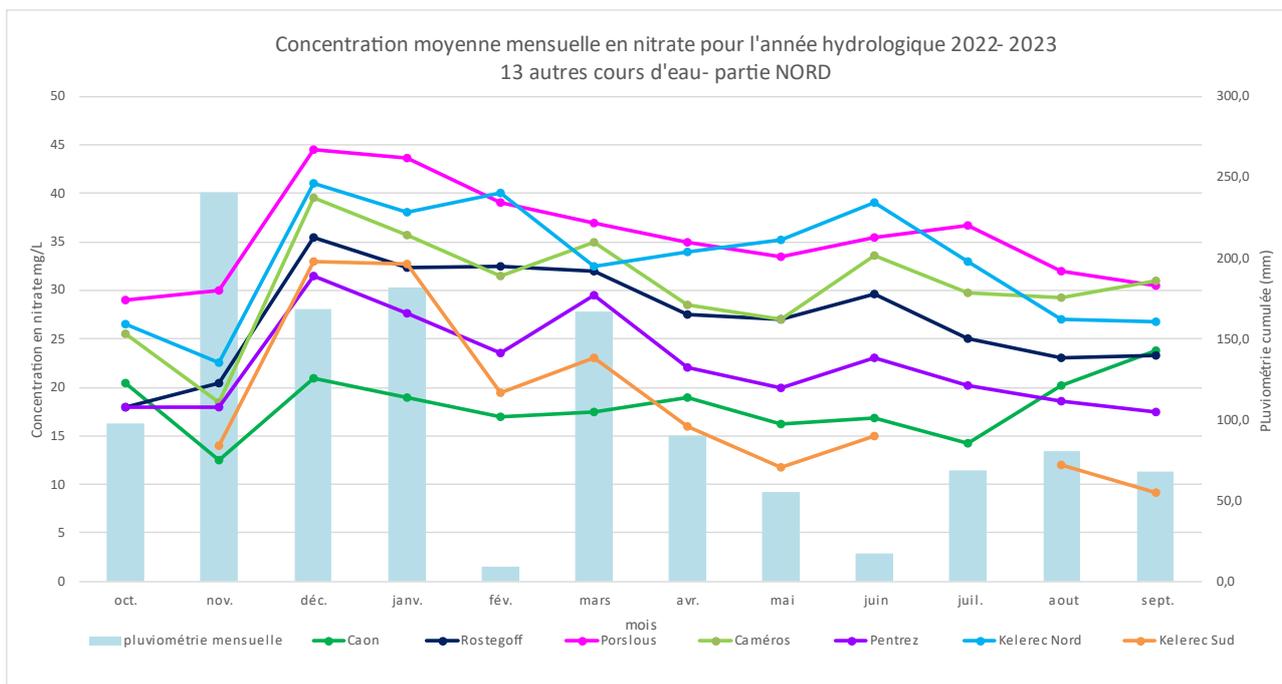


Tableau 14 : suivi nitrate eaux de surface 2022 – 2023 sur les 13 autres cours d'eau - statistiques saisonnières – concentrations en nitrate en mg/L

Code	04339031	04339037	04339030	04339008	04339040	04339039	04339034	04339033	04339032	04339036	04339035	04339027	04339038
Cours d'eau	Caon	Rostegoff	Cameros	Pentrez	Ty Mark	Ty Anquer	Kerscampen	Kelerec N	Kelerec S	Porlous	Ste Anne	Tréboul	Trezmalouen
<b>valeurs saisonnières 2021 - 2022</b>													
moyenne	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>26</b>
écart moyen	4	3	3	2	5	4	3	5	3	2	6	2	4
minimum	11	16	16	13	1	7	18	25	7	29	16	10	16
maximum	37	32	37	24	18	21	33	42	18	40	39	24	32
<b>valeurs saisonnières 2020 - 2021</b>													
moyenne	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
<b>valeurs saisonnières 2018 - 2019</b>													
moyenne	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Tableau 15 : suivi nitrate eaux de surface 2022 – 2023 sur les 13 autres cours d'eau - statistiques annuelles – concentrations en nitrate en mg/L

Code	04339031	04339037	04339030	04339008	04339040	04339039	04339034	04339033	04339032	04339036	04339035	04339027	04339038
Nom	Caon	Rostegoff	Cameros	Pentrez	Ty Mark	Ty Anquer	Kerscampen	Kelerec N	Kelerec S	Porlous	Ste Anne	Tréboul	Trezmalouen
<b>valeurs annuelles 2022 - 2023</b>													
Q90	<b>23</b>	<b>33</b>	<b>36</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	<b>22</b>	<b>32</b>
moyenne	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>29</b>	<b>33</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>19</b>	<b>27</b>
écart moyen	3	4	4	3	8	6	4	5	7	4	9	3	5
minimum	8	16	16	13	1	4	17	20	7	28	12	10	15
maximum	37	37	41	32	28	30	38	45	38	50	51	24	35
<b>valeurs annuelles 2020 - 2021</b>													
Q90	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>20</b>	<b>29</b>
moyenne	21	29	35	26	24	26	38	37	31	42	42	25	33
<b>valeurs annuelles 2018 - 2019</b>													
Q90	<b>24</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>33</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>29</b>	<b>38</b>
moyenne	19	29	33	24	20	23	37	35	22	41	36	24	32

### 3. Résultats de flux

On rappelle que toutes les valeurs de flux présentées sont soumises à une incertitude d'au minimum 15%.

#### a. Flux mensuel

Figure 22 : Flux brut mensuel (kgN) et pluviométrie mensuelle (mm). Année 2022 - 2023 – EPAB, 2023

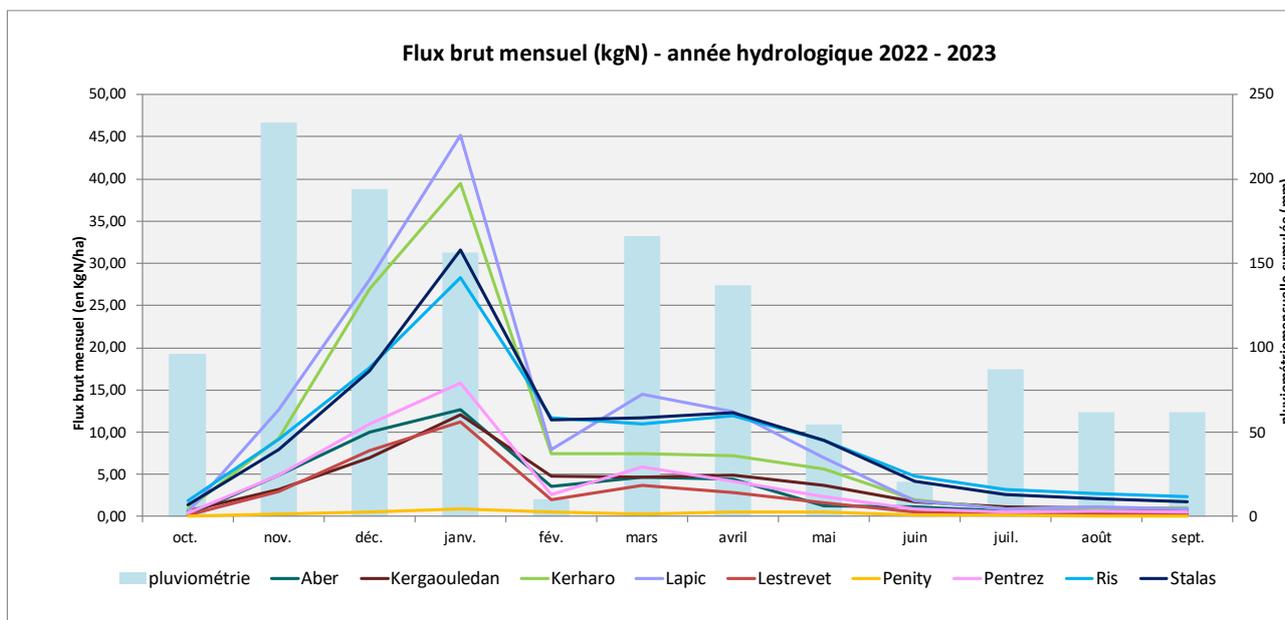
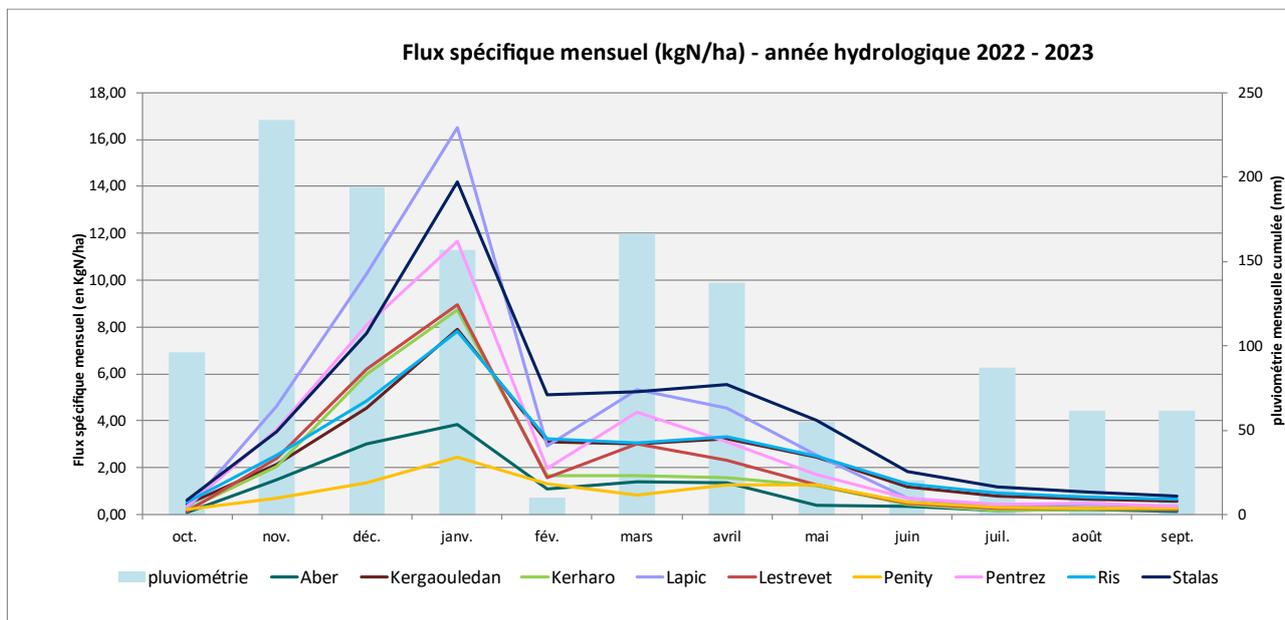


Figure 23 : Flux spécifique mensuel (kgN) et pluviométrie mensuelle (mm). Année 2022 - 2023 – EPAB, 2023



Le flux brut hivernal est principalement dû aux apports du Kerharo et du Lapic, les deux plus grands cours d'eau sur socle schisteux (hormis l'Aber dont le comportement fait figure d'exception sur le territoire). Ensuite viennent le Ris et le Stalas, les deux plus grands cours d'eau sur socle granitique. Ces deux cours d'eau présentent des flux très similaires qui deviennent majoritaires à partir du mois d'avril et pour la totalité de la période estivale, ce qui est en adéquation avec leur contribution plus importante au débit. Si on rapporte le flux de chacun des cours d'eau à sa surface, on constate que le Stalas et le Pentrez contribuent davantage que le Kerharo. Le Kerharo et le Ris se fondent alors parmi les cours d'eau aux flux moyens comme Lestrevet et le Kergaoulédan. L'Aber et le Pénity confortent leur position de contributeurs minoritaires.

L'évolution mensuelle des flux d'azote montre un pic au mois de janvier. Ce maximum hivernal se retrouve chaque année, entre novembre et janvier, et ne semble pas corrélé à la pluviométrie, du moins par directement. De plus, il est visible sur les huit cours d'eau principaux, malgré leur réactivité différente lors des temps de pluie, ce qui semble justifier la piste d'une cause autre que la pluviométrie. Le fort déficit hydrique du mois de février tire ensuite les valeurs de flux vers le bas, ce qui accentue l'intensité du pic hivernal. Malgré la reprise de la pluviométrie en mars, les flux restent stables sur la période printanière, de manière qu'on ne retrouve pas le deuxième pic printanier observé sur d'autres années. L'augmentation hivernale des flux est à mettre en parallèle avec l'augmentation des concentrations à la fin de l'automne.

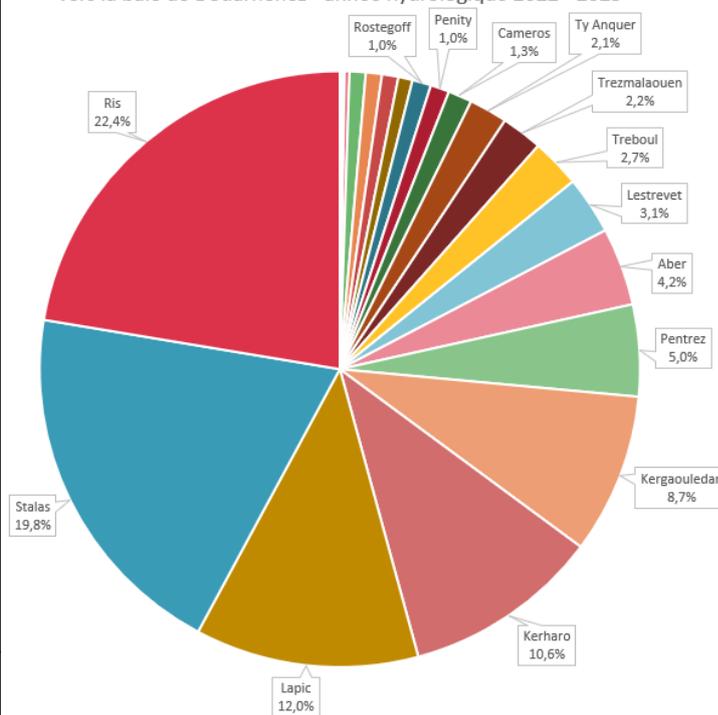
### b. Flux saisonniers

Le flux brut saisonnier vers la baie en 2022 – 2023 est de 99 tonnes d'azote. La contribution de chacun des cours d'eau est présentée ci-dessous.

Figure 24 : Valeur et répartition des différents flux d'azote sur la période mai – septembre 2023. EPAB, 2023

Cours d'eau	flux brut saisonnier (tN)	Contribution au flux total	flux spécifique saisonnier (kgN/ha)	flux pondéré saisonnier (tN)	flux spécifique pondéré saisonnier (kgN/ha)
Aber	4,2	4,2%	1,3	3,3	1,0
Caon	0,8	0,8%	3,9	0,6	3,1
Rostegoff	1,0	1,0%	3,0	0,8	2,4
Porlous	0,9	0,9%	3,3	0,7	2,6
Cameros	1,3	1,3%	3,4	1,0	2,7
Pentrez	4,9	5,0%	3,6	3,9	2,9
Kelerec Nord	0,9	0,9%	4,5	0,7	3,6
Kelerec Sud	0,1	0,1%	0,9	0,1	0,7
Lestrevet	3,1	3,1%	2,5	2,5	2,0
Ty Mark	0,1	0,1%	1,1	0,1	0,9
Kerharo	10,5	10,6%	2,3	8,4	1,9
Ty Anquer	2,0	2,1%	1,8	1,6	1,4
Ste Anne	0,3	0,3%	2,1	0,2	1,7
Lapic	11,9	12,0%	4,4	9,5	3,5
Trezmalaouen	2,2	2,2%	4,6	1,8	3,7
Kerscampen	0,9	0,9%	4,0	0,7	3,2
Ris	22,1	22,4%	6,1	16,8	4,7
Penity	1,0	1,0%	2,6	0,8	2,0
Stalas	19,6	19,8%	8,8	14,9	6,7
Kergaouledan	8,6	8,7%	5,6	6,5	4,3
Treboul	2,6	2,7%	6,1	2,0	4,7
sous total BV granitique	54,0	54,5%		41,1	
sous total BV schisteux	45,1	45,5%		36,0	
TOTAL	99,1	100,0%		77,0	

Contribution des différents cours d'eau au flux brut saisonnier vers la baie de Douarnenez - année hydrologique 2022 - 2023



Sur la période mai-septembre, le Stalas et le Ris sont les principaux contributeurs au flux brut, suivi par le Lapic et le Kerharo. On peut noter que le Pentrez n'est pas considéré comme l'un des huit contributeurs principaux, alors qu'il participe davantage au flux saisonnier que l'Aber ou Lestrevet qui sont suivis tous les ans. Les cours d'eau régulièrement « à sec » pendant la période estivale montrent un flux saisonnier très faible, puisque le débit à l'exutoire est régulièrement nul. C'est le cas du Ty Anker ou du Kelerec Sud. Ces cours d'eau ne sont pas complètement taris, mais le débit est suffisamment faible pour charger en eau la zone humide rétrolittorale.

**Le flux total vers la baie sur la période mai-septembre 2022-2023, pondéré par l'hydraullicité, est de 77 TN ±12, pour un objectif de 70 TN en 2027.**

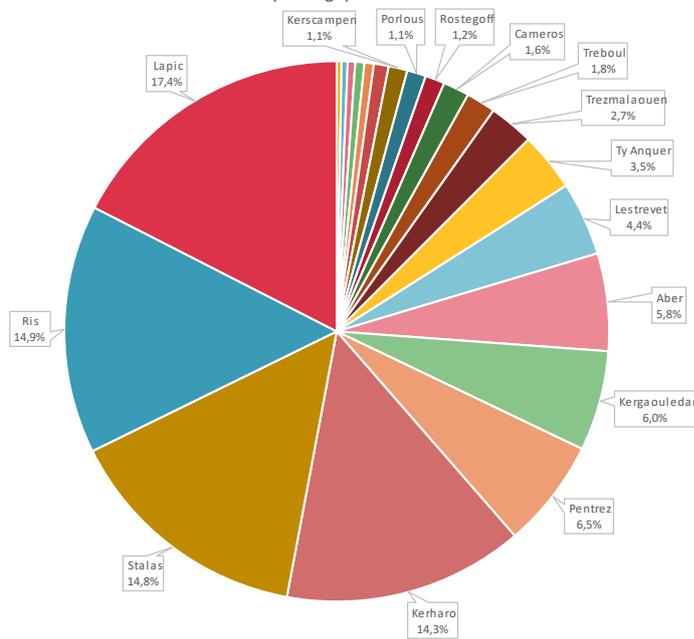
### c. Flux annuels

Le flux brut annuel vers la baie en 2022 – 2023 est de 766 tonnes d'azote. La contribution de chacun des cours d'eau est présentée ci-dessous.

Figure 25 : Valeur et répartition des différents flux d'azote sur l'année hydrologique 2022 - 2023. EPAB, 2023

Cours d'eau	flux brut annuel (tN)	Contribution au flux total	flux spécifique annuel (kgN/ha)	flux pondéré annuel (tN)	flux spécifique pondéré annuel (kgN/ha)
Aber	44,7	5,8%	13,5	36,0	10,9
Caon	4,3	0,6%	22,2	3,5	17,9
Rostegoff	8,9	1,2%	26,7	7,1	21,5
Porfous	8,6	1,1%	32,6	7,0	26,3
Cameros	11,9	1,6%	31,6	9,6	25,5
Pentrez	49,7	6,5%	36,8	40,1	29,7
Kelerec Nord	6,7	0,9%	35,2	5,4	28,4
Kelerec Sud	2,8	0,4%	20,2	2,2	16,3
Lestrevet	33,7	4,4%	27,0	27,2	21,8
Ty Mark	2,2	0,3%	20,4	1,8	16,4
Kerharo	109,3	14,3%	24,2	88,2	19,6
Ty Anquer	26,8	3,5%	23,4	21,7	18,8
Ste Anne	3,4	0,4%	27,0	2,7	21,8
Lapic	133,4	17,4%	48,8	107,7	39,4
Trezmalaouen	20,4	2,7%	42,9	16,5	34,6
Kerscampen	8,6	1,1%	39,8	6,9	32,1
Ris	113,8	14,9%	31,5	86,7	24,0
Penity	4,1	0,5%	10,8	3,1	8,2
Stalas	113,1	14,8%	50,8	86,1	38,7
Kergaouledan	45,9	6,0%	29,9	34,9	22,8
Treboul	13,4	1,8%	31,3	10,2	23,9
sous total BV granitique	290	37,9%		221	
sous total BV schisteux	475	62,1%		384	
<b>TOTAL</b>	<b>766</b>	<b>100,0%</b>		<b>605</b>	

Contribution des différents cours d'eau au flux brut annuel vers la baie de Douarnenez année hydrologique 2022- 2023



Le flux brut d'azote vers la baie, à l'échelle annuelle, est principalement apporté par le Ris, le Lapic, le Kerharo et le Stalas, qui contribuent chacun à environ 15% du flux total. L'Aber contribue très peu au flux considérant la taille de son bassin versant. Il est même un contributeur minoritaire, juste après le Pénity, au regard des flux spécifiques. De même, rapporté au flux spécifique, le Kerharo devient un contributeur moyen comparable au Ty Anquer.

**Le flux total annuel 2022-2023 vers la baie, pondéré par l'hydraulicité, est de 605 TN ±91, pour un objectif de 500 TN en 2027.**

## V. Evolution interannuelle

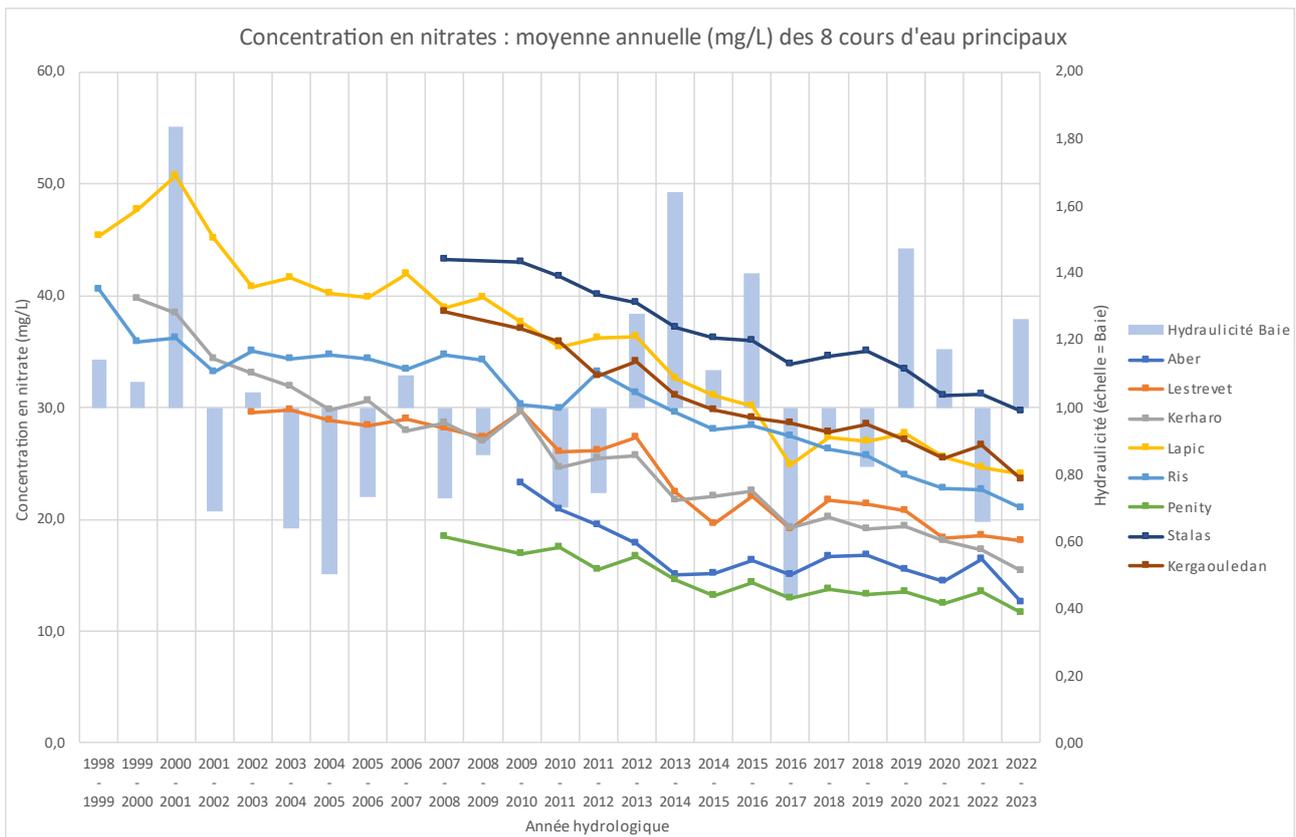
### 1. Concentrations en nitrates

Les concentrations moyennes (annuelles comme saisonnières) ne sont calculées et représentées que si au moins une valeur par mois est disponible sur la période concernée.

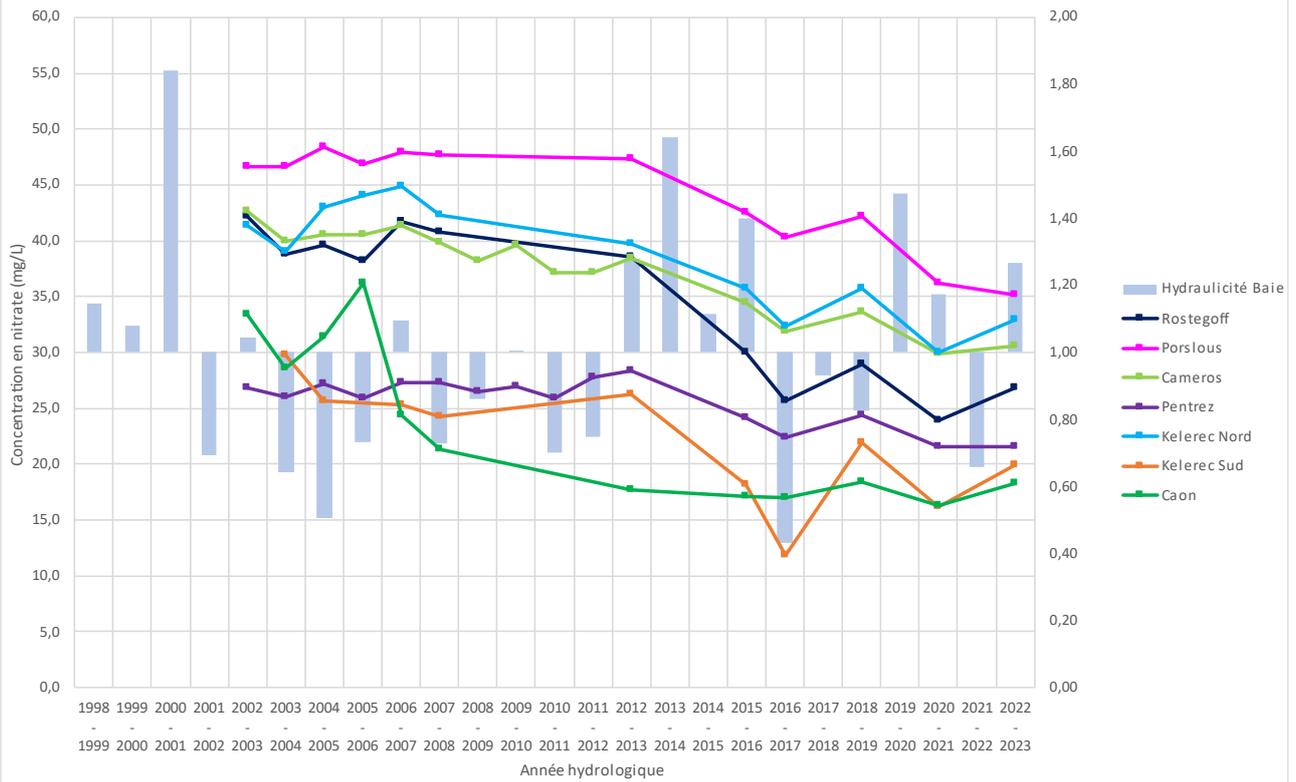
#### a. Concentrations moyennes annuelles

Les écarts moyens, non représentés sur les graphiques pour des raisons de lisibilité, s'échelonnent de 2 à 22 mg/L selon les cours d'eau et les années. Les concentrations moyennes annuelles sont globalement à la baisse sur tous les cours d'eau du territoire. Cette baisse est plus ou moins linéaire, et l'hydraulicité semble influencer les valeurs lors des années « extrêmes » comme en 2016 – 2017, bien que cela se constate surtout sur les petits cours d'eau schisteux. Graphiquement, les différences de fréquence d'échantillonnage entre les cours d'eau jusqu'en 2016 induit des biais de représentation. Ainsi, les cours d'eau échantillonnés tous les ans semblent montrer une diminution plus régulière que les autres cours d'eau, ce qui n'est en réalité qu'un effet de « lissage » qui s'estompera avec la poursuite de la chronique. Le Caon montre un profil très différent des autres, avec une baisse marquée entre 2005 et 2007, qui semble laisser la place à un plateau sur les années suivantes. A l'inverse, le Porslous montre un plateau jusque 2012 – 2013 avant d'amorcer une diminution nette.

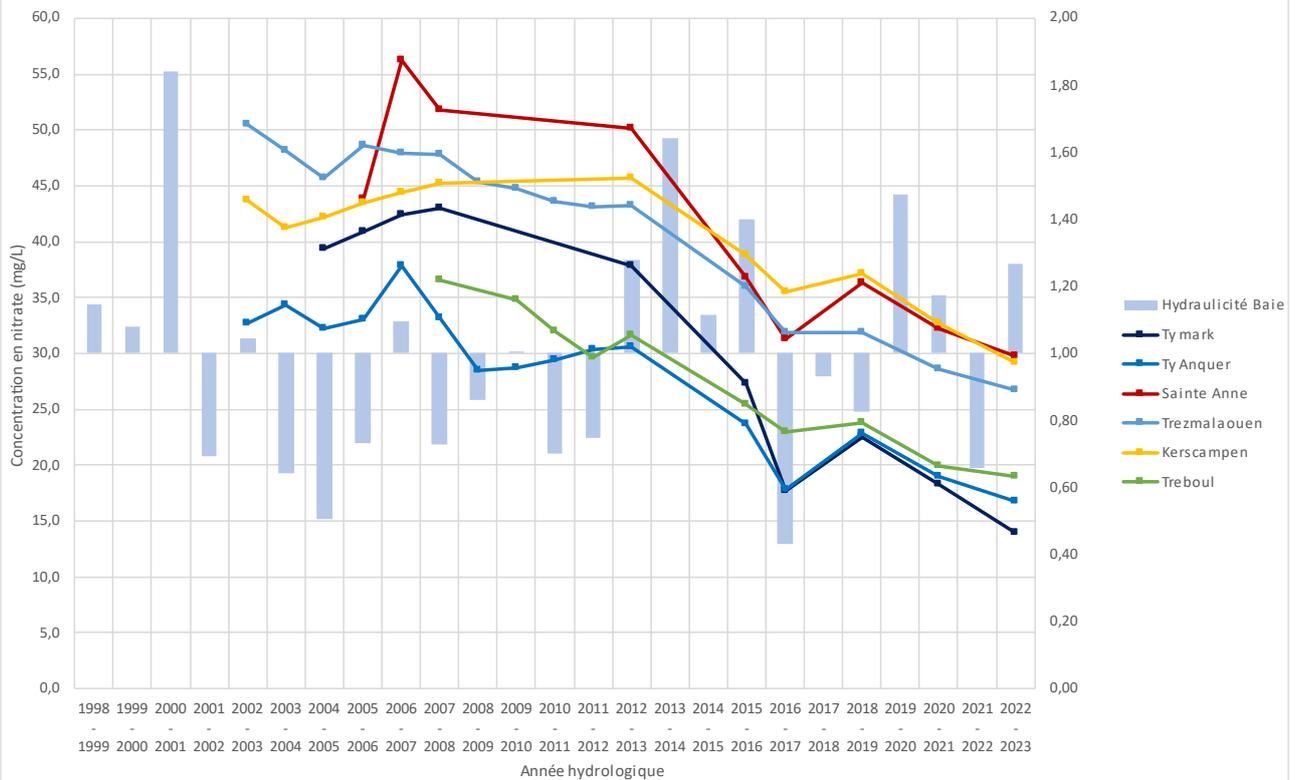
Figure 26 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en nitrate (mg/L) dans les 21 cours d'eau du PLAV. Hydraulicité annuelle à l'échelle de la baie. Chronique de 1998 à 2023.



Concentration en nitrates : moyenne annuelle (mg/L) des 13 autres cours d'eau- Partie NORD



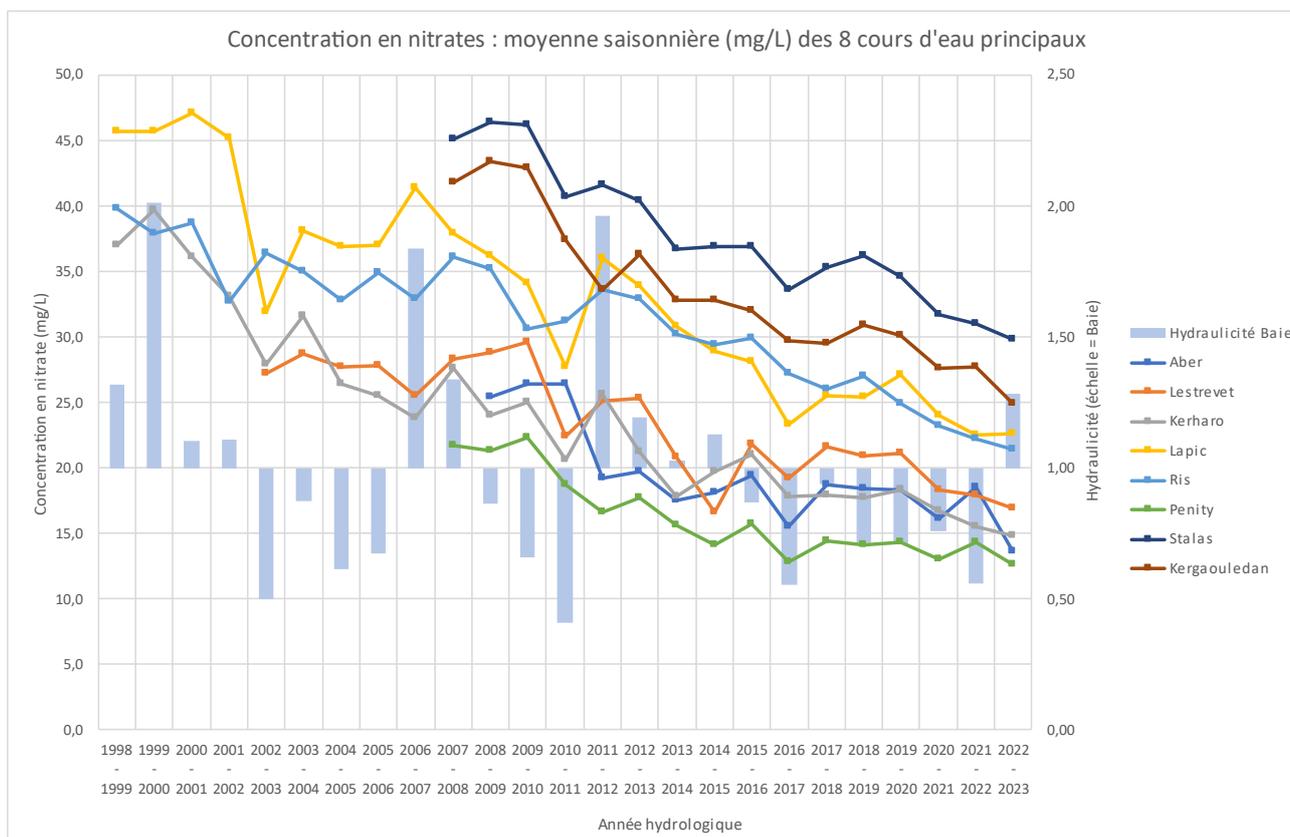
Concentration en nitrates : moyenne annuelle (mg/L) des 13 autres cours d'eau- partie SUD



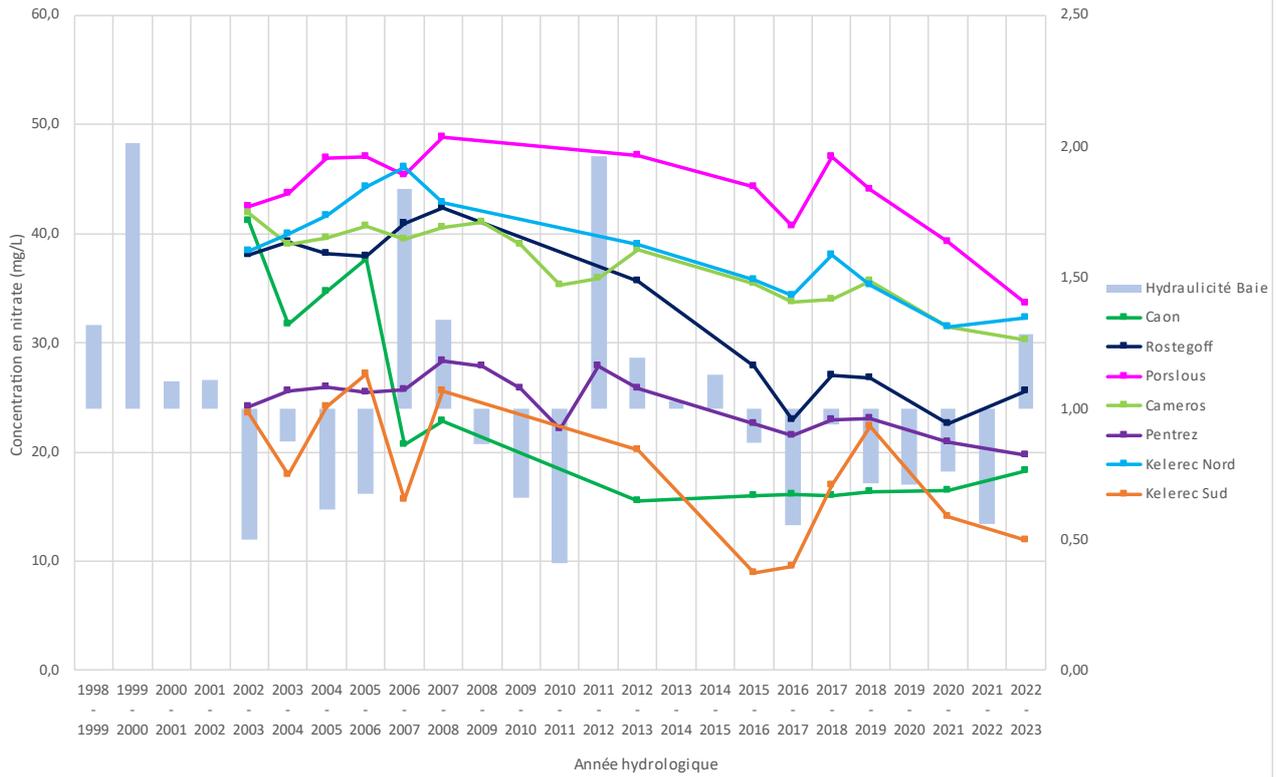
## b. Concentration moyennes saisonnières

Les écarts moyens, non représentés sur les graphiques pour des raisons de lisibilité, s'échelonnent de 1 à 22 mg/L selon les cours d'eau et les années. Les concentrations moyennes sur mai-septembre sont globalement à la baisse sur tous les cours d'eau du territoire. Contrairement aux moyennes annuelles, les moyennes saisonnières semblent davantage influencées par l'hydraulicité, comme cela est particulièrement visible sur le Lapic ou le Ty Anquer. Graphiquement, les différences de fréquence d'échantillonnage entre les cours d'eau jusqu'en 2016 induit des biais de représentation. Ainsi, les cours d'eau échantillonnés tous les ans semblent montrer une variabilité interannuelle bien moindre que les autres cours d'eau, ce qui n'est en réalité qu'un effet de « lissage » qui s'estompera avec la poursuite de la chronique. On retrouve le profil particulier du Caon, avec une baisse marquée entre 2002 et 2007, qui semble laisser la place à un plateau sur les années suivantes. Cette diminution des concentrations en nitrate coïncide avec une diminution de la concentration en orthophosphates : le Q90 était de 2,60 en 2006 et de 0,61 en 2008. Cette diminution conjointe laisse supposer qu'une partie de l'azote mesurée à l'exutoire serait issue de l'assainissement. Sur la période mai-septembre en particulier, il serait intéressant d'étudier la balance entre pression agricole et pression urbaine, et d'évaluer l'impact éventuel de l'afflux touristique sur le fonctionnement de la station d'épuration située sur le Caon.

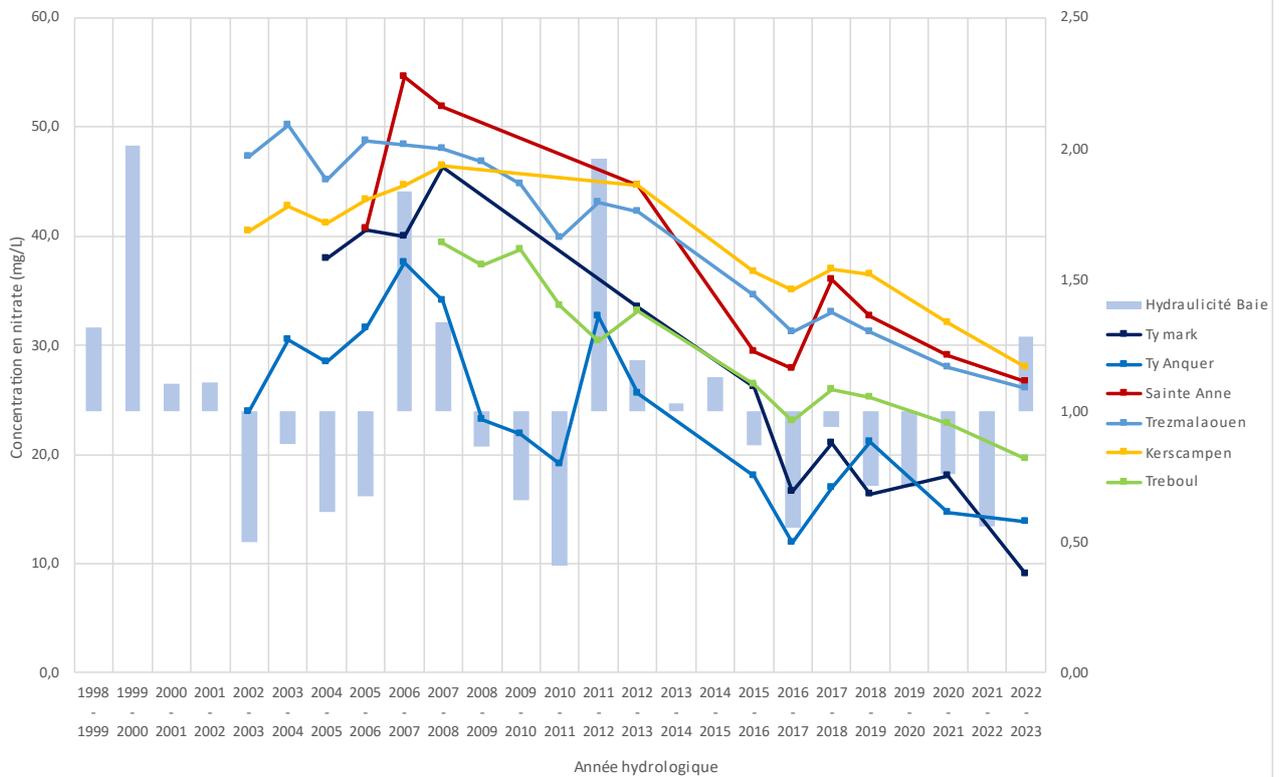
Figure 27 : Evolution des moyennes saisonnières (période mai - septembre) des concentrations en nitrate (mg/L) dans les 21 cours d'eau du PLAV. Hydraulicité saisonnière à l'échelle de la baie. Chronique de 1998 à 2023.



Concentration en nitrates : moyenne saisonnière (mg/L) des 13 autres cours d'eau partie NORD



Concentration en nitrates : moyenne saisonnière (mg/L) des 13 autres cours d'eau partie SUD



## 2. Flux pondérés

On rappelle que toutes les valeurs de flux présentées dans ce rapport sont soumises à une incertitude d'au minimum 15%.

Figure 28 : Evolution des **flux annuels bruts et pondérés (tN)** d'azote vers la baie de Douarnenez. Flux annuel pondéré selon le socle hydrogéologique (tN). Hydraulicité annuelle à l'échelle de la baie. Chronique de 1998 à 2023. EPAB, 2023

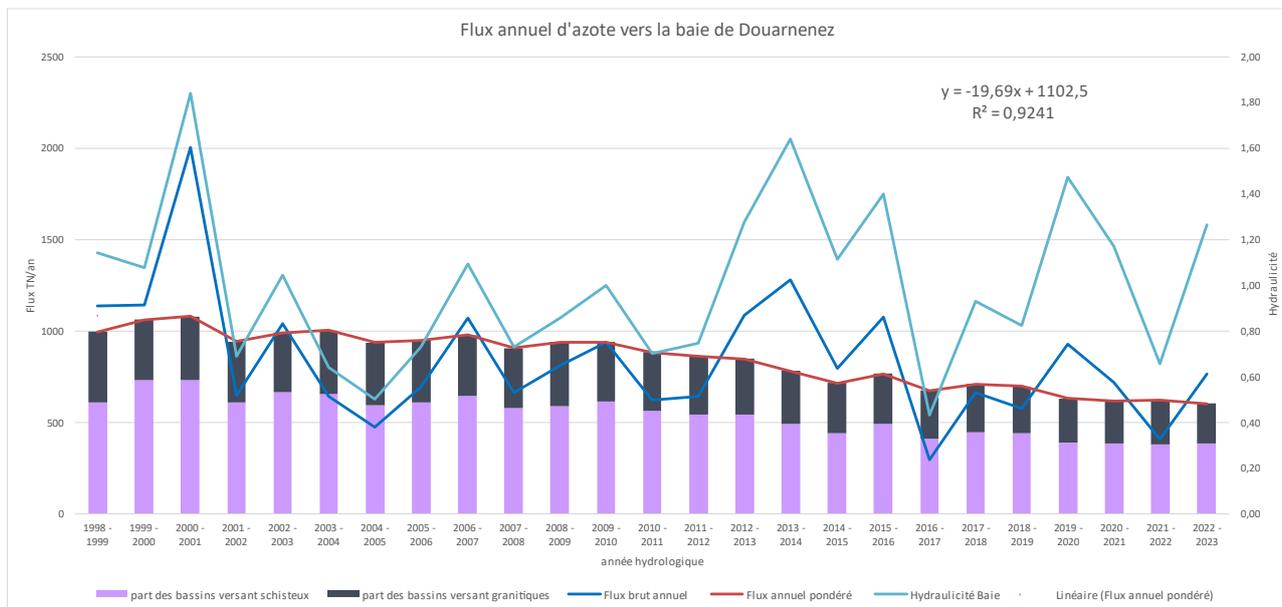
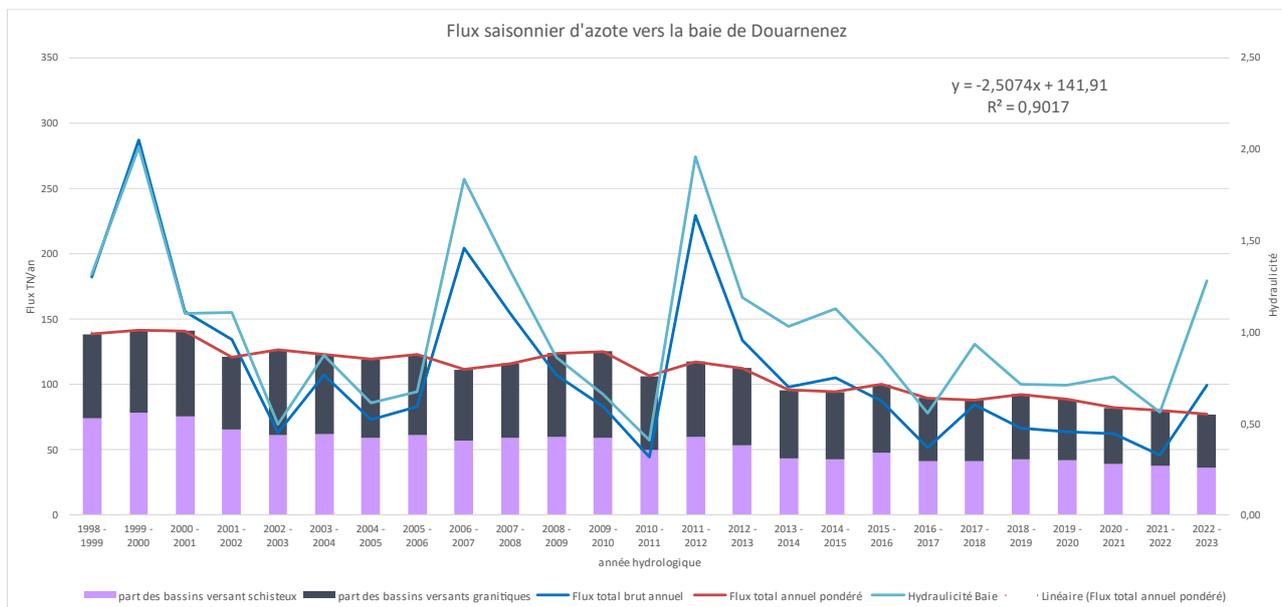


Figure 29 : Evolution des **flux saisonniers bruts et pondérés (tN)** d'azote vers la baie de Douarnenez. Flux saisonnier pondéré selon le socle hydrogéologique (tN). Hydraulicité saisonnière à l'échelle de la baie. Chronique de 1998 à 2023. EPAB, 2023



Dans un premier temps, on observe ici l'importance de pondérer les valeurs de flux par l'hydraulicité, le flux brut total vers la baie étant directement relié à l'hydraulicité, ce qui masque totalement son évolution. Que ce soit sur la période annuelle ou saisonnière, la diminution des flux pondérés depuis les années 2000 est nette. Le flux global vers la baie de Douarnenez a diminué de 44% en valeur annuelle et 45% en valeur saisonnière depuis l'année 2000 – 2001, qui présente le flux maximum. Cette diminution est visible aussi bien sur les flux schisteux que granitiques. Les flux pondérés schisteux ont diminué de 48% en valeur annuelle et

de 52% en valeur saisonnière depuis l'année 2000 – 2001. Les flux pondérés granitiques ont quant à eux diminué de 36% en valeur annuelle et 38% en valeur saisonnière depuis cette même année.

Tableau 16 : Valeurs de flux pondéré annuel et saisonnier pour les années 2000 - 2001 et 2022 - 2023, en fonction du socle hydrogéologique. Flux pondéré en tN sur la période considérée.

Valeurs annuelles				
Flux pondéré	2000 - 2001	Objectif 2021	2022 - 2023	Objectif 2027
Total baie	1082	600	605	500
Schisteux	734		384	
Granitique	348		221	

Valeurs saisonnières (mai-septembre)				
Flux pondéré	2000 - 2001	Objectif 2021	2022 - 2023	Objectif 2027
Total baie	141	85	77	70
Schisteux	75		36	
Granitique	66		41	

Les valeurs ponctuelles de flux sont soumises à une forte incertitude, qui cependant s'intègre d'une année sur l'autre. L'exploitation de la chronique de flux dans son ensemble est donc fiable, et permet de réaliser des projections. Ainsi l'équation de la courbe de tendance (linéaire) sur les valeurs de flux pondéré mai-septembre permet de calculer que l'objectif de 70 TN/saison serait atteint au cours de la 28e période ( $x = 28,6$  pour  $y = 70$ ) c'est-à-dire pendant l'année hydrologique 2025 – 2026. De même, l'équation de la courbe de tendance (linéaire) sur les valeurs de flux pondéré annuel permet de calculer que l'objectif de 500 TN/an serait atteint au cours de la 30e période ( $x = 30,6$  pour  $y = 500$ ) c'est-à-dire pendant l'année hydrologique 2027 – 2028.

**Ces projections ne sont valables que si la dynamique de baisse des flux reste la même durant les années à venir.** Cela implique que le même effort de réduction des flux soit mené sur les prochaines années, alors que la marge de manœuvre s'amointrit : on peut s'attendre à ce que les fuites majeures d'azote aient d'ores et déjà été maîtrisées, et qu'il ne reste à présent qu'une pollution que l'on peut qualifier de diffuse, plus faible mais continue, à plus large échelle. **Les objectifs inscrits dans le SAGE sont réalistes, mais ne pourront être atteints qu'en poursuivant les efforts déjà fournis et en proposant des mesures adaptées au territoire.** Il convient également de garder à l'esprit que **les actions réalisées actuellement ne montreront leurs résultats que dans cinq à dix ans, ce qui correspond au temps de réponse des milieux<sup>ix</sup>.**

## VI. Perspectives

---

Plusieurs questionnements et remarques sont ressortis lors de la rédaction de ce rapport, de même que ses précédents, année après année. Ce chapitre tente de les synthétiser, tout en insistant sur le fait que la raison pour laquelle les investigations suivantes n'ont pas été réalisées ces dernières années sont le manque de temps à y accorder et le manque de continuité sur le poste de chargé de suivi de la qualité de l'eau.

### 1. Evolution de la stratégie de suivi des concentrations dans les cours d'eau

#### a. Etudier certains cours d'eau en période hivernale

En période hivernale, certains cours d'eau présentent une forte variabilité mensuelle à relier aux précipitations : les concentrations en nitrates pouvant alors soit fortement augmenter, soit fortement diminuer. Les deux phénomènes s'expliquent par la taille du bassin versant, ainsi que par l'occupation des sols : un lessivage de sols riches en nitrates conduisant à une augmentation des concentrations dans la rivière, alors qu'à l'inverse il peut simplement se produire une dilution.

A contrario, en été, les variabilités sont faibles. Cette stabilité peut s'expliquer par le fait qu'à l'étiage, la rivière est majoritairement soutenue par la nappe phréatique. La qualité de l'eau mesurée correspond donc surtout à celle de la nappe, qui par nature est stable.

Ainsi, dans un objectif d'améliorer la connaissance des bassins versants, il pourrait être intéressant de sortir du prisme « mai-septembre » et d'étudier certains cours d'eau de manière hebdomadaire. Cette fréquence accrue permettrait de différencier les cours d'eau pour lesquels une augmentation en nitrates se produit dans la rivière en lien avec un événement pluvieux et ceux pour lesquels une dilution se produit. Le 1<sup>er</sup> cas pourrait ensuite faire l'objet d'un suivi plus fin à l'échelle des sous-bassins versants, afin de trouver les zones les plus émettrices et de comprendre pourquoi elles le sont.

#### b. Reconsidérer le choix des cours d'eau « majeurs »

Le classement du Pentrez comme « contributeur mineur » est questionnable. En effet, ce cours d'eau participe en moyenne à 5,2% du flux total vers la baie, c'est-à-dire autant que l'Aber (5,6%) et davantage que Lestrevet (4,2%). Pourtant, il n'est pourtant suivi qu'une année sur deux, à fréquence bimensuelle, alors que l'Aber et Lestrevet sont suivis tous les ans à fréquence bimensuelle ou hebdomadaire selon la période de l'année. De plus, la reconstitution des flux sur les années de suivi « 8 cours d'eau » passe par les sous-ensembles « granitique » et « schisteux ». Le flux granitique est reconstitué à l'aide de 4 cours d'eau sur les 5 qu'il comprend. Le flux schisteux n'est reconstitué qu'à l'aide de 4 cours d'eau sur les 16 qu'il comprend. Le suivi annuel du Pentrez permettrait une reconstitution plus précise du flux schisteux, en prenant en compte l'un de ses contributeurs majeurs (8,1% du flux schisteux en moyenne).

A contrario, le suivi annuel du Pénity ne se justifie que par sa contribution au flux total du Port Rhu, 1<sup>er</sup> contributeur au flux brut total vers la baie. Cependant, la contribution du Pénity est anecdotique par rapport aux contributions du Stalas et du Kergaoulédan. Le Pénity ne participe en effet en moyenne qu'à 2,8% du flux brut total du Port Rhu, et sa contribution est stable depuis 2009 avec un écart moyen de 0,13%.

L'année 2024 – 2025 sera une année de suivi des 21 cours d'eau. Elle permettra de confirmer les contributions moyennes actuelles. Ce sera alors l'occasion de prendre du recul et de redéfinir la stratégie de suivi des cours d'eau, notamment en reconsidérant la sélection des 8 contributeurs majeurs parmi les 21 cours d'eau considérés par le PLAV.

## 2. Fiabilisation des données des débits

Après la sécheresse de 2022, et dans un contexte plus global de sécurisation de la ressource en eau potable, la production locale de données de débits est un grand atout pour le territoire. La mise en place d'études HMUC (Hydrologie, Milieux, Usages et Climat) sur le territoire breton nécessite également d'avoir accès à des données précises et fiables à l'échelle locale. Un immense travail a été accompli entre les années 2013 et 2016 de manière à créer les courbes de tarage des deux stations hydrométriques et les relations entre celles-ci et les différents exutoires. Durant les années suivantes, les priorités ont été reportées sur d'autres thématiques et le suivi des débits n'a pas été aussi soutenu. Il convient à présent de fiabiliser et consolider les données produites : contrôler la courbe de tarage sur le Ris et actualiser celle sur le Kerharo, réaliser des mesures en hautes eaux et également contrôler les relations aux exutoires. Plusieurs problématiques ont été soulevées lors de la rédaction de ce rapport :

- La façon dont sont pris en compte les volumes prélevés par les usines de production d'eau potable (Poraon sur l'Aber et Keratry sur le Ris) dans les relations mathématiques aux exutoires ;
- Le contrôle des équations aux exutoires pour les faibles débits. En effet, les modèles produisent des valeurs de débit négatives aux exutoires pendant les périodes d'étiage ;
- L'influence des cordons de galets ou de sable qui ralentissent voire bloquent complètement le cours d'eau en période estivale. Ce phénomène est positif sur les concentrations en nitrates : la zone humide rétro-littorale se charge en eau, comme sur le Kerharo ou le Trezmalaouen, et le ralentissement de l'eau permet de soutenir l'action dénitrifiante de l'écosystème. Cet effet de tampon implique cependant une surestimation du débit et donc du flux lorsque le cordon est en place (souvent en été, lorsque la puissance du courant ne permet pas de contrebalancer l'apport de matériaux par la marée), puis une sous-estimation lors de l'ouverture du cordon et la vidange progressive des zones humides. En poussant le raisonnement, on peut également s'interroger sur l'impact des travaux de restauration des cours d'eau et des zones humides sur la modélisation du débit à l'exutoire.

Ces axes de travail permettraient de mieux estimer la quantité d'eau qui transite vers la baie, et donc de fiabiliser l'ensemble des calculs de flux d'eau et d'azote, tant sur leur valeur intrinsèque que sur leur répartition au cours de l'année.

## 3. Exploitation des données de suivi dans les eaux souterraines

Si jusqu'à présent, la communication « réduire les algues vertes » a beaucoup été axée sur les bilans en nitrates dans les rivières, c'est-à-dire dans les eaux de surface visibles et accessibles, il est également nécessaire de sensibiliser à l'importance de la qualité des eaux souterraines dans le bilan global des flux d'azote rejetés dans la baie.

L'étude MORAQUI<sup>x</sup> a montré que : « *En baie de Douarnenez tout comme sur le Douron, les valeurs obtenues sont proches de celles des sources. **Ce résultat conforte le fait que les eaux de la rivière sont en grande partie issues des eaux souterraines.** Il est important de noter que ces valeurs d'âge importantes, bien que stables dans le temps aux deux périodes étudiées, **ne sont probablement pas représentatives de ce qu'on obtiendrait dans la rivière en toutes saisons.** En effet, cette dernière est aussi alimentée par des eaux plus superficielles durant les périodes de fortes précipitations et de saturation de la nappe qui n'ont pas été échantillonnées dans cette étude. Ces eaux superficielles ne sont probablement peu ou pas impliquées dans la recharge des sources ou les forages qui ont systématiquement des âges d'au moins une dizaine d'années. La réalisation de ces deux campagnes prélevées en moyennes-eaux ainsi que la stabilité des concentrations mesurées dans les rivières et dans les eaux souterraines et l'importance des temps de résidence associés permettent d'indiquer que **durant la majorité de l'année, la rivière est essentiellement alimentée par les eaux souterraines.** » Cette étude concluait aussi que, lorsqu'il y a un changement de la pression azotée, alors « *le temps pour observer une première réponse est de quelques années, le temps pour voir la moitié de l'effet d'un changement de pratique est de 5 à 20 ans selon les bassins étudiés alors que le temps de retour à un nouvel équilibre est supérieur à 50 ans.* » Et qu'il est donc « **indispensable de continuer à réduire les fuites vers le milieu souterrain** ».*

Ainsi, les actions engagées depuis plusieurs années au niveau des pratiques agricoles (optimisation de la fertilisation azotée, développement des couverts végétaux, ...) ont contribué à réduire les flux en nitrates au niveau des écoulements superficiels, mais aussi à moins polluer les nappes phréatiques. Cependant, s'il est

relativement aisé de mesurer ce qu'il se passe en surface, il est beaucoup plus complexe de mesurer, connaître et comprendre ce qu'il se passe sous la surface. L'EPAB suit la concentration en nitrate de 23 résurgences d'eau souterraine, lavoirs et fontaines, mais les données produites n'ont été que très peu décortiquées et valorisées. Les analyses effectuées sur les forages servant à la production d'eau potable constituent également une source d'informations facilement mobilisable. Un travail sera réalisé en 2024 pour mettre en regard les valeurs retrouvées dans les eaux souterraines et les eaux de surface. L'objectif est d'intégrer l'analyse des données d'eaux souterraines aux futurs rapports de présentation des concentrations et des flux calculés sur les cours d'eau, afin de mettre en avant la forte interaction nappe-rivière présente sur le territoire.

#### 4. Mise en relation avec les pratiques et les évolutions du territoire

Ce rapport présente l'état actuel et l'évolution des concentrations et flux de nitrates vers la baie, mais n'avance pas ou peu de facteurs explicatifs des phénomènes observés. Quelles actions ont permis la diminution des flux sur tel bassin versant ? Voit-on une relation entre l'évolution de la Surface Agricole Utile, de la taille des cheptels, du couvert des sols, la modernisation des stations d'épuration, la mise en conformité de l'assainissement non collectif... avec les flux d'azote ? Ces questions, que se posent tous les acteurs impliqués dans la lutte contre les algues vertes, sont extrêmement complexes, tant les paramètres en jeu sont nombreux et interdépendants. Les étudier demande une prise de recul conséquente, le croisement de nombreuses données, des études statistiques, une méthode pluridisciplinaire entre sciences de l'environnement, économie, sociologie.... Plusieurs organismes s'intéressent aux questions de l'azote et des algues vertes : le CRESEB, le CEVA, l'Observatoire de l'Environnement Bretagne, pour ne citer que ceux-ci, qui accomplissent un important travail et sont sources de nombreuses analyses à l'échelle de la région Bretagne.

A l'échelle plus locale, deux projets de recherche sont actuellement en cours. Le premier est un nouveau travail de modélisation, par le couplage du modèle EcoMARS3D-Ulves (CEVA) avec le modèle TNT2 (INRAE-SCHEME). Ce couplage a pour but de tester différents scénarii de pratique agricole et d'évaluer l'impact sur le niveau d'eutrophisation de la baie de Douarnenez. Ce modèle n'a pas vocation à définir les pratiques à mettre en place sur le territoire : il s'agit « d'évaluer le risque d'avoir une forte ou une faible prolifération en fonction de tel ou tel scénario d'actions agricoles »<sup>xi</sup>. Le deuxième projet est Greenseas, lancé en 2023, et qui rassemble des chercheurs de 9 unités différentes. Il a pour objectif « d'étudier l'adaptation passée et actuelle des systèmes côtiers vulnérables, exposés à une eutrophisation de longue durée, ainsi que les voies de transformation possibles vers des futurs plus durables et plus justes »<sup>xii</sup>. Cette approche est transdisciplinaire (agronomie, écologie, biogéochimie, anthropologie sociale, histoire environnementale, sciences politiques et économie) et doit « contribuer à la co-conception de stratégies de gestion de l'eutrophisation et de politiques publiques adaptée ».

En tant qu'acteur local, l'EPAB participe activement à ces deux projets complémentaires, qui apporteront un nouvel éclairage sur la problématique des algues vertes dans la baie de Douarnenez.

## VII. Conclusion

---

A l'échelle de la baie, les concentrations en nitrates dans les cours d'eau sont régulièrement à la baisse depuis 20 ans. Ces baisses sont encourageantes avec des diminutions pouvant aller jusqu'à 50% et qui se répercutent sur les flux. En effet, les flux pondérés par l'hydraulicité montrent une diminution régulière depuis 20 ans avec un abattement moyen de 20 TN/an, ce qui signifie que l'objectif d'un flux annuel de 500TN à l'horizon 2027 est atteignable.

Cependant, l'objectif fixé de 15 mg/L en moyenne par cours d'eau en période estivale est loin d'être atteint pour une partie des ruisseaux du territoire, notamment car certains ruisseaux présentaient une concentration initiale bien plus élevée que les autres. Les actions engagées sur l'ensemble du territoire doivent être proposées de manière adaptée aux caractéristiques de chaque bassin versant. Au niveau agricole, de nombreux agriculteurs de la baie se sont déjà engagés volontairement dans de bonnes pratiques (PSE, MAEC, actions collectives agricoles...), et les contraintes réglementaires se durcissent, notamment avec la nouvelle version du PAR (PAR 7) prévu pour mars 2024. Quant à l'arrêté ZSCE<sup>xiii</sup> pris en septembre 2022, il se base sur une adhésion volontaire pendant trois ans, avant de basculer sur du réglementaire pour les exploitations qui ne se seraient pas encore engagées.

En parallèle de cette diminution des flux d'azote, on observe une amélioration de l'indicateur « eutrophisation » sur la baie de Douarnenez, qui est l'EQR de type 1. Cet indicateur est calculé à partir des surfaces colonisées par les algues vertes, et prend en compte à la fois la surface maximale, la surface moyenne et la fréquence des échouages. L'EQR est compris entre 0 et 1, 0 étant la pire situation d'un point de vue eutrophisation, et 1 l'absence totale de surface colonisée. Cet indicateur, lissé sur 6 ans afin de limiter la part de variabilité climatique, n'a cessé d'augmenter depuis 2012. Il est en effet passé de 0,21 (période 2007-2012) à 0,47 (période 2018-2023, donnée provisoire). Le SDAGE 2022-2027 fixe pour la baie de Douarnenez un « Objectif Moins Strict », à savoir un EQR de 0,4 correspondant à un état d'eutrophisation moyen. Cet objectif est atteint depuis 2021. Cependant, on ne peut pas se contenter de l'objectif moins strict, mais au contraire, continuer d'avancer vers l'objectif du SAGE de la baie de Douarnenez, qui est l'atteinte du « bon état » concernant le paramètre eutrophisation, et donc un EQR de 0,6.

Le sujet des « marées vertes » questionne beaucoup de thématiques, tant environnementales qu'économiques et sociales. Nombreux sont les citoyens et associations de défense de l'environnement qui interpellent les pouvoirs publics afin de connaître les actions mises en place et les avancées qui en découlent. Également, les agriculteurs sont beaucoup sollicités pour faire évoluer leurs pratiques et limiter les pertes d'azote vers les cours d'eau. Il est donc primordial de continuer à suivre la qualité des cours d'eau vis-à-vis de l'azote, de produire des données chiffrées, et de communiquer les résultats de ce suivi en portant un message clair et factuel sur la situation. Ceci tant pour prouver la transparence et le bien-fondé des actions réalisées, que pour soutenir un engagement important des acteurs du territoire dans la lutte contre les marées vertes.

## Bibliographie

---

- <sup>i</sup> Les flux de nitrates en baie de Douarnenez – bilan de l'année hydrologique 2019-2020  
<https://www.sagebaiededouarnenez.org/site/wp-content/uploads/2021/09/EPAB-Bilan-flux-nitrates-2019-2020.pdf>
- <sup>ii</sup> Fiches Inf'eau : qualité de l'eau de surface sur le territoire du SAGE de la baie de Douarnenez  
<https://www.sagebaiededouarnenez.org/site/qualite-de-leau/page-resultats-qualite-de-leau/#INFEAU2>
- <sup>iii</sup> Banque de données NAIADES sur la qualité des eaux de surface à l'échelle de la France  
<https://naiades.eaufrance.fr/>
- <sup>iv</sup> Pour la compréhension des bassins versants et le suivi de la qualité de l'eau : recueil de fiches techniques & scientifiques. CSEB 2005 – 2008  
<https://www.creseb.fr/comprehension-bassins-versants-suivi-qualite-eau/>
- Volet E : Indicateurs pour la représentation des données de suivi et leur méthode de calcul  
Fiche 1 : Calcul des flux annuels de nitrate par année civile / par année hydrologique  
Fiche 3 : Modes de calcul des concentrations moyennes annuelles en nitrates  
Volet G : Protocoles de suivi de la qualité de l'eau dans les bassins versants  
Fiche 2 : Les pas de temps d'échantillonnage pour un suivi de la qualité de l'eau (N, P, MO)
- <sup>v</sup> Charte qualité de l'hydrométrie, Guide de bonnes pratiques – Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI), janvier 2017
- <sup>vi</sup> Etat des nappes d'eau souterraine de la Bretagne à fin mai 2022 – BRGM, juin 2022  
[https://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/bulletin\\_brgm\\_nappe\\_06-2022.pdf](https://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/bulletin_brgm_nappe_06-2022.pdf)
- <sup>vii</sup> Evolution des concentrations et des flux de nitrates en baie de Douarnenez - rapport d'activités 2022  
Ce rapport intermédiaire n'est pas publié sur le site de l'EPAB mais est disponible à la demande
- <sup>viii</sup> Etat des nappes d'eau souterraine de la Bretagne à fin mai 2023 – BRGM, juin 2023  
[https://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/bulletin\\_brgm\\_nappe\\_06-2023.pdf](https://sigesbre.brgm.fr/IMG/pdf/bulletin_brgm_nappe_06-2023.pdf)
- <sup>ix</sup> Projet MORAQUI - Modélisation de la réactivité des aquifères dans les bassins algues vertes – CNRS, INRAE, janvier 2021  
[https://www.creseb.fr/voy\\_content/uploads/2021/03/Moraqui\\_RapportFinal\\_2021.pdf](https://www.creseb.fr/voy_content/uploads/2021/03/Moraqui_RapportFinal_2021.pdf)
- <sup>x</sup> Projet MORAQUI - Modélisation de la réactivité des aquifères dans les bassins algues vertes – CNRS, INRAE, janvier 2021  
[https://www.creseb.fr/voy\\_content/uploads/2021/03/Moraqui\\_RapportFinal\\_2021.pdf](https://www.creseb.fr/voy_content/uploads/2021/03/Moraqui_RapportFinal_2021.pdf)
- <sup>xi</sup> Page de présentation du projet EcoMARS3D Ulves – TNT2 - Modélisation du développement des algues vertes, consultée le 8 janvier 2024  
<https://www.creseb.fr/mars-tnt-modelisation-developpement-algues-vertes/>
- <sup>xii</sup> Page de présentation du projet Greenseas, consultée le 8 janvier 2024 <http://greenseas.fr/>
- <sup>xiii</sup> Arrêté préfectoral définissant le programme d'action volontaire de la baie de Douarnenez visant à diminuer les flux de nitrates contribuant à la prolifération des algues vertes, 12 septembre 2022  
<https://www.finistere.gouv.fr/contenu/telechargement/53077/366755/file/Arr%C3%AAt%C3%A9+ZSCE+Baie+de+Douarnenez.pdf>