

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

Contact : 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 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^e PAR (PAR7) devrait entrer en vigueur en mars 2024

SAGE : Schéma de Gestion et d'Aménagement de l'Eau. 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

I.	Introduction	1
1.	Contexte	1
2.	L'objectif : limiter l'eutrophisation du littoral	1
3.	Présentation du territoire.....	2
4.	Fonctionnement hydrologique	3
II.	Méthodologie d'Evaluation	4
1.	Période d'évaluation	4
2.	Mesure des concentrations en nitrate.....	5
a.	Plan d'échantillonnage	5
b.	Matériel et méthode	5
	Traitement des données.....	6
3.	Pluviométrie	7
4.	Calcul du 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	10
5.	Calcul des 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
III.	Résultats de l'année hydrologique 2021 – 2022.....	13
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
IV.	Résultats de l'année hydrologique 2022 – 2023.....	22
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
V.	Evolution interannuelle	36
1.	Concentrations en nitrates	36
a.	Concentrations moyennes annuelles	36
b.	Concentration moyennes saisonnières	38
2.	Flux pondérés	40
VI.	Perspectives	42
1.	Evolution de la stratégie de suivi des concentrations dans les cours d'eau	42
a.	Etude de la variabilité hivernale	42
b.	Choix des cours d'eau suivis	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
VII.	Conclusion	44

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 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'années. Certains cours d'eau principaux comme le Ris étaient déjà suivis par les collectivités en 1999, 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^e 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 pondéré¹ 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 le bassin versant. 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

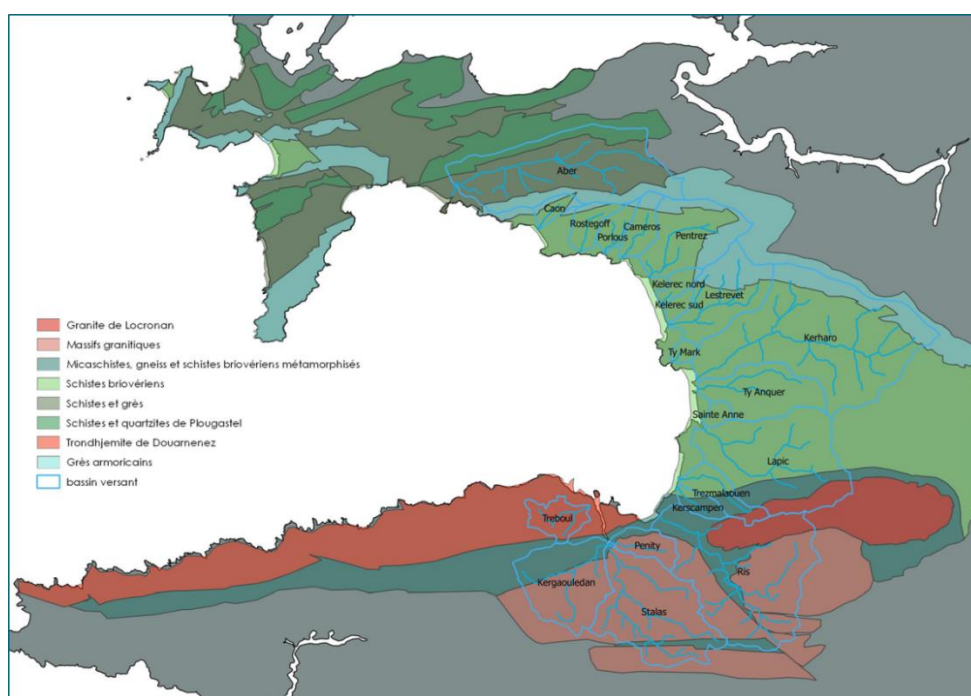
Les cours d'eau sont classés du nord au sud. La surface agricole utile (SAU) de chaque bassin versant est issue du Registre Parcellaire Géographique (RPG) de 2022 couplé au découpage des bassins versants de 2015. La nature majoritaire du socle géologique provient de l'étude géomorphologique du territoire 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)	Nature majoritaire du socle géologique
Aber	3296	1694	Schistes et grès
Caon	193	30	Schistes briovériens
Rostegoff	332	225	Schistes briovériens
Porlous	264	194	Schistes briovériens
Cameros	376	261	Schistes briovériens
Pentrez	1353	783	Schistes briovériens
Kelerec Nord	190	137	Schistes briovériens
Kelerec Sud	137	92	Schistes briovériens
Lestrevet	1247	674	Schistes briovériens
Ty Mark	108	73	Schistes briovériens
Kerharo	4507	3182	Schistes briovériens
Ty Anquer	1149	935	Schistes briovériens
Ste Anne	125	77	Schistes briovériens
Lapic	2735	1959	Schistes briovériens
Trezmalaouen	476	331	Schistes briovériens

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

Kerscampen	215	144	Micaschiste, gneiss et schistes métamorphisés
Ris	3615	2178	Granodiorite de Plogonnec
Pénity	384	122	Massif granitique
Stalas	2225	1573	Massif granitique
Kergaoulédan	1531	997	Massif granitique
Tréboul	428	184	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

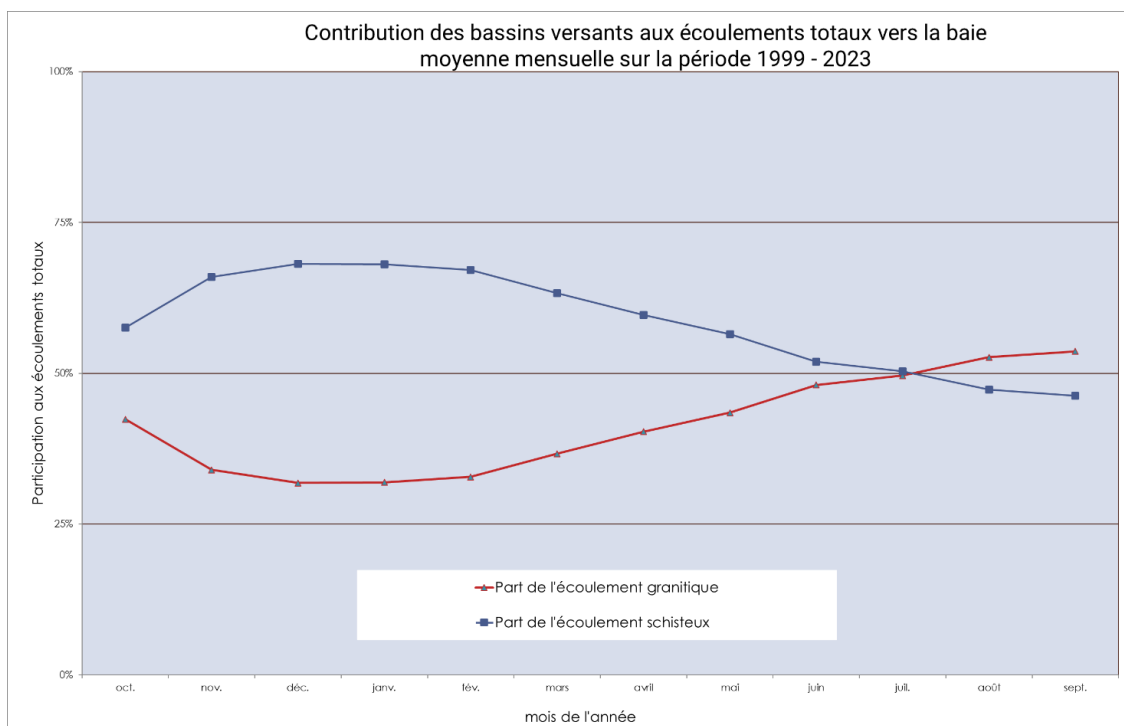
La DREAL a mis en avant depuis 2010 la différence des circulations hydrologiques selon la nature géologique des bassins versants. Aussi, depuis 2015, un distinguo est fait sur les bassins versants du territoire entre les BV sur socle schisteux au nord et à l'est de la baie (les BV de la presqu'île de 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 rapports¹, et peuvent être résumés ainsi :

Tableau 2 : Comportement hydraulique des deux sous-ensembles hydrogéologiques du territoire. Les données 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 probablement 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 qu'ils ne contribuent qu'à environ un tiers de la surface du territoire, les BV granitiques représentent 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 le parti a été pris de focaliser dans un premier temps les actions sur le sud de la baie, afin 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^{er} 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, Pénity², 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 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.

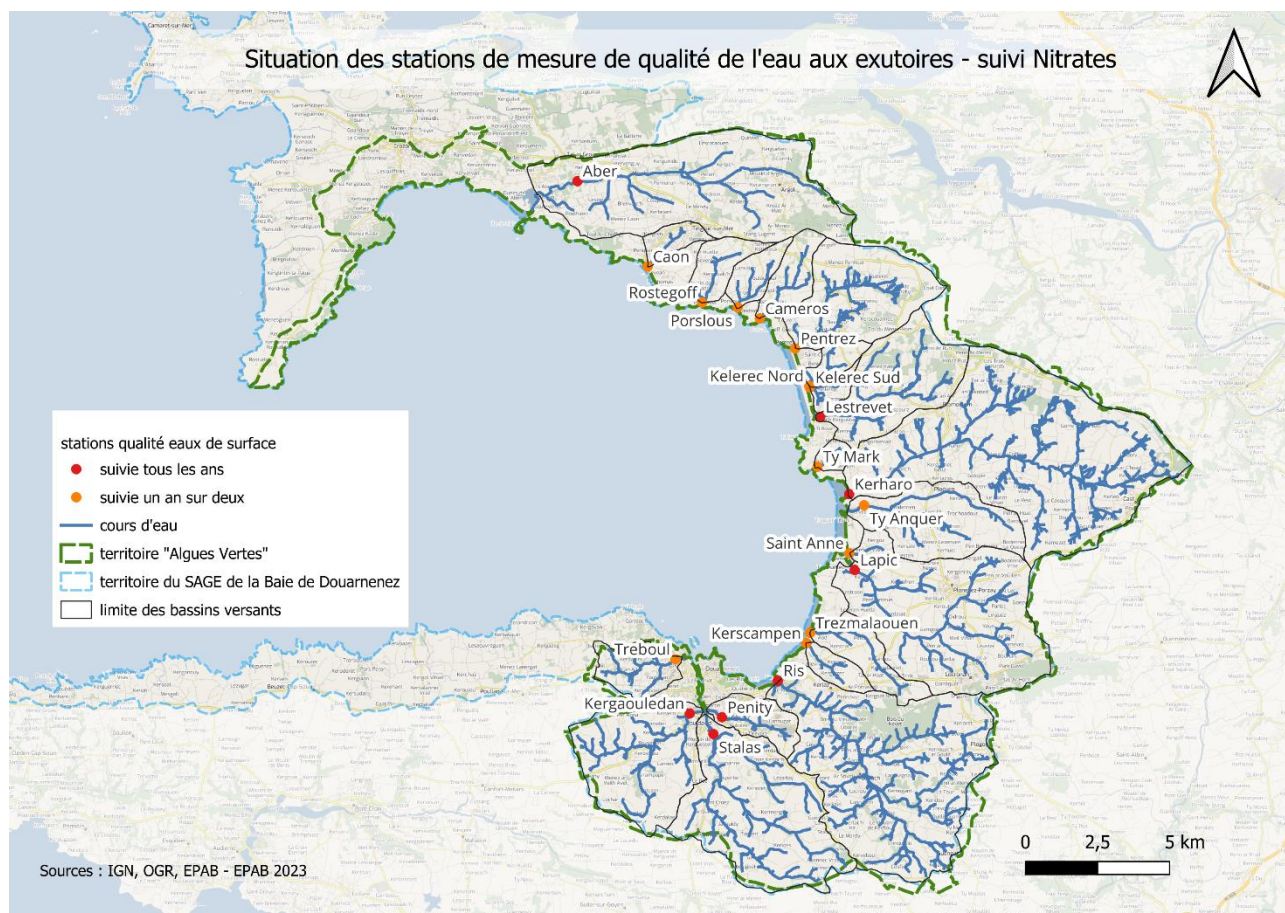
Le plan d'échantillonnage a un impact direct sur les calculs de flux d'azote. D'après la fiche du CSEB consacrée au pas de temps d'échantillonnage (2005), le flux évalué à partir de données de concentration hebdomadaire est surestimé d'environ 5% dans les bassins versants à profil inversé, et sous-estimé 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.

² 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 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

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 n'y a donc normalement pas de raison pour mettre des valeurs de côté à posteriori. Cependant, une partie des prélèvements sur les années 2022 et 2023 a été effectuée par un prestataire, et l'absence d'un agent en interne pour la vérification des résultats au fur et à mesure laisse la porte ouverte à certains doutes, notamment sur les conditions d'assec. Dans un souci de transparence, les valeurs douteuses écartées des calculs sont tout de même présentées et signalées dans le tableau 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'EPABⁱⁱ. Elles sont également remontées chaque année à la DREAL et sont alors rendues accessibles au grand public via la base de données Naiaidesⁱⁱⁱ 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 discrètes 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^{iv}.

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 fait 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 est équipée d'un module communicant 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

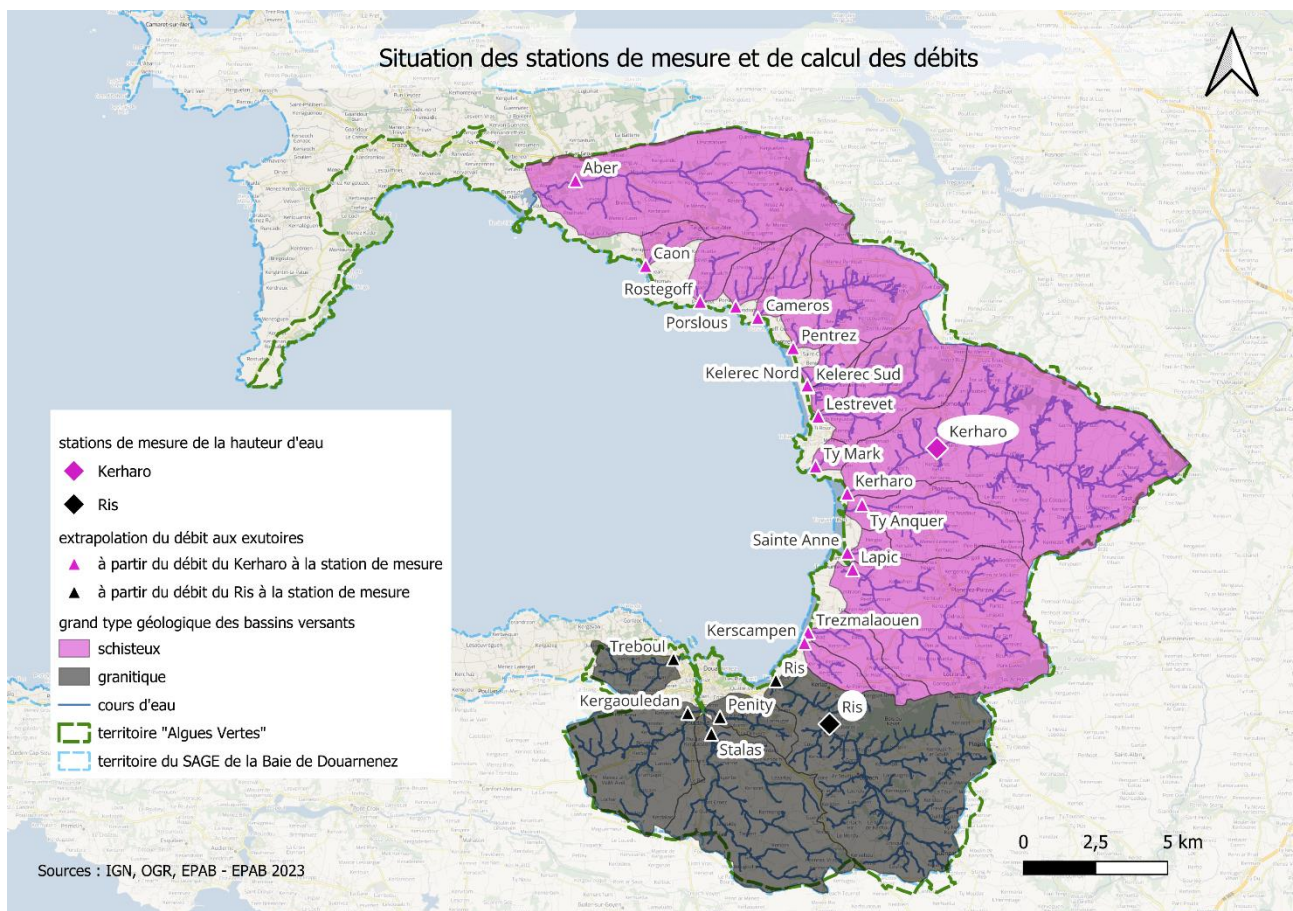
La relation entre hauteur d'eau et débit est établie grâce à une courbe de tarage propre à chaque station. Cette courbe, établie à partir de nombreuses mesures ponctuelles, n'est donc valable que pour une certaine gamme de hauteurs d'eau. La relation de tarage est dépendante du profil vertical du cours 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 effectuées 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, notamment sur les débits d'étiage et de descente de crue.

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

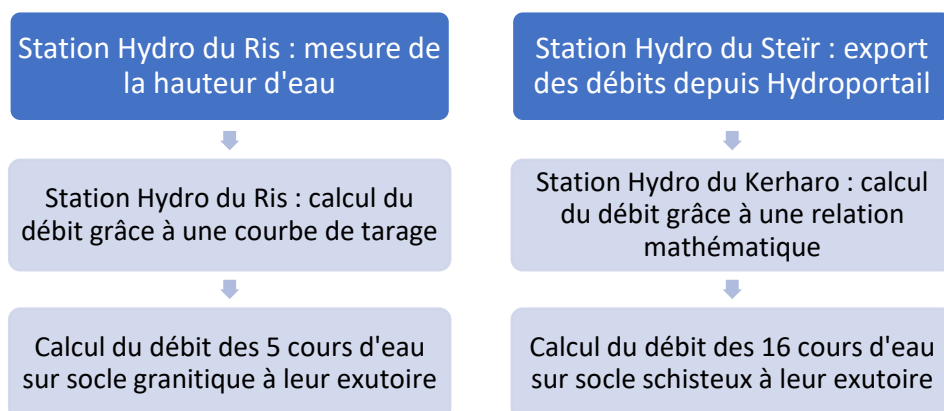
Le but de l'acquisition de données de débit étant le calcul des quantités d'azote atteignant la baie de Douarnenez, il est nécessaire de connaître le débit des cours d'eau au niveau de leur exutoire, c'est-à-dire à l'endroit où ils atteignent l'océan. Pour ce faire, des relations mathématiques ont été 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

Le cas particulier de l'Aber est source d'interrogations. 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 90m³/h pendant environ 15h par jour en hiver, ce qui représente 1350 m³/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 cependant assez faible par rapport à l'écoulement journalier de l'Aber, (le 1^{er} quartile des écoulements journaliers de l'Aber depuis 1998 est de 5128m³/j). Pourtant, 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. Une autre conséquence est qu'une partie de l'azote est comptée deux fois, une première fois sur l'Aber et une deuxième fois sur le bassin versant du Kerloc'h, via les communes desservies en eau potable par le réservoir de Crozon. Cela n'a pas d'impact dans le contexte de ce rapport puisque le Kerloc'h n'est pas suivi dans le cadre du PLAV. 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 être inférieure à 15%, et est sans doute bien plus grande. Il convient donc de garder un regard critique sur ces valeurs de flux et de les considérer pour ce qu'elles sont : un outil parmi d'autres d'évaluation des actions menées sur le territoire.

a. Calcul des flux bruts

On estime que le flux d'azote vers la baie est dominé par sa forme « nitrate » (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	Kergaouedan	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 d'une nouvelle année au calcul de la moyenne des débits interannuels. L'hydraulicité étant ajustée, la valeur des flux pondérés est également impactée, ce qui explique pourquoi le flux pondéré d'une année N 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

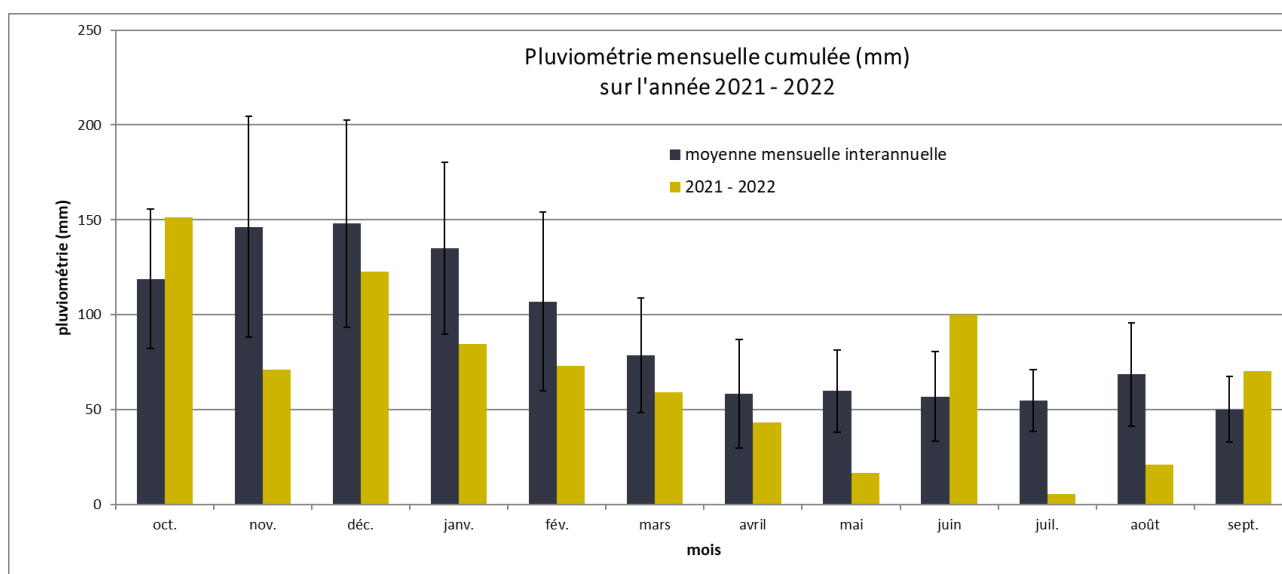
Flux spécifique en kg N-NO ₃ /ha/an	Classe de qualité
≤ 5	Flux très faibles
> 5 et ≤ 10	Flux faibles
> 10 et ≤ 25	Flux modérés
> 25 et ≤ 40	Flux élevés
> 40 et ≤ 70	Flux très élevés
>70	Flux extrêmement élevés

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^v. 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



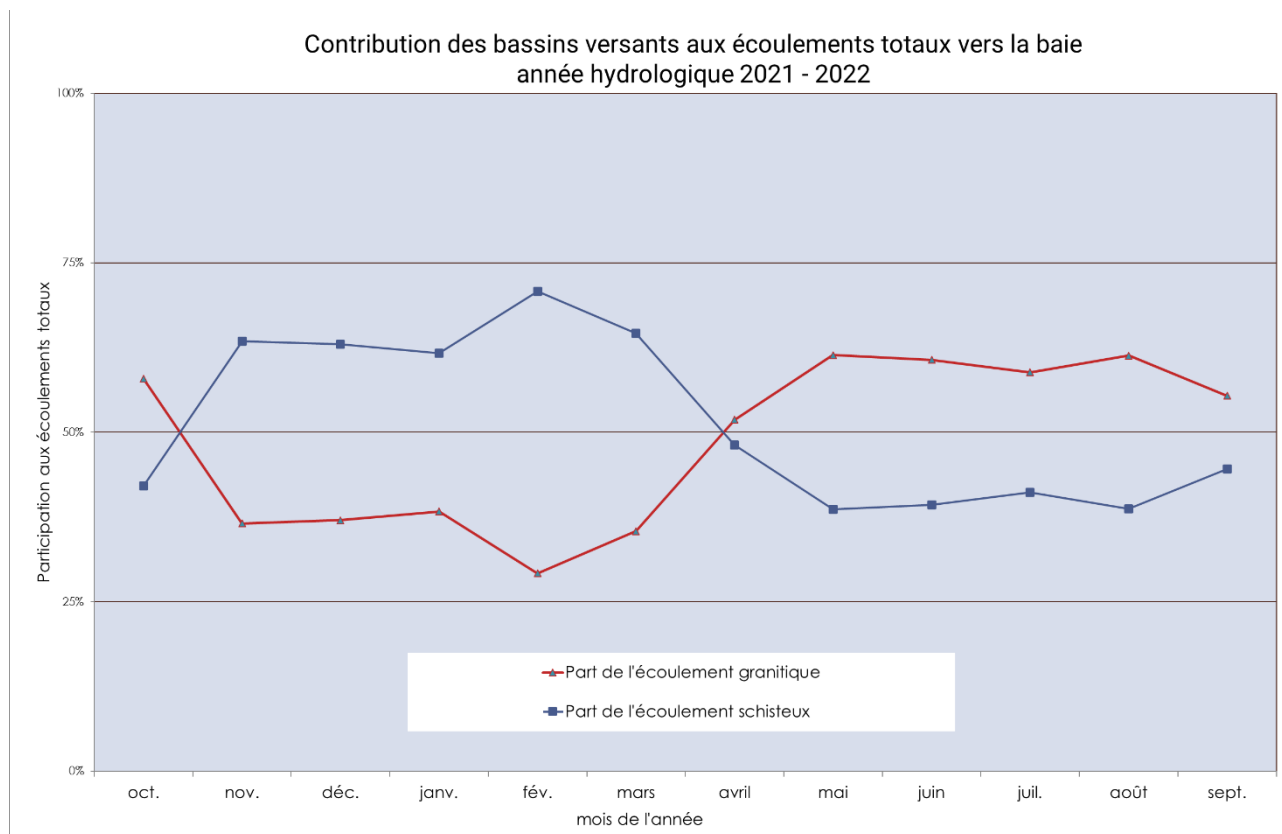
Cette sécheresse générale est également visible sur les valeurs de débit et donc d'hydraulicité, avec des valeurs très inférieures à 1, qui placent l'année 2021 – 2022 comme la 4^e année la plus sèche depuis 1998.

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^{vi}. 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 discrètes : 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^e 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^e 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.

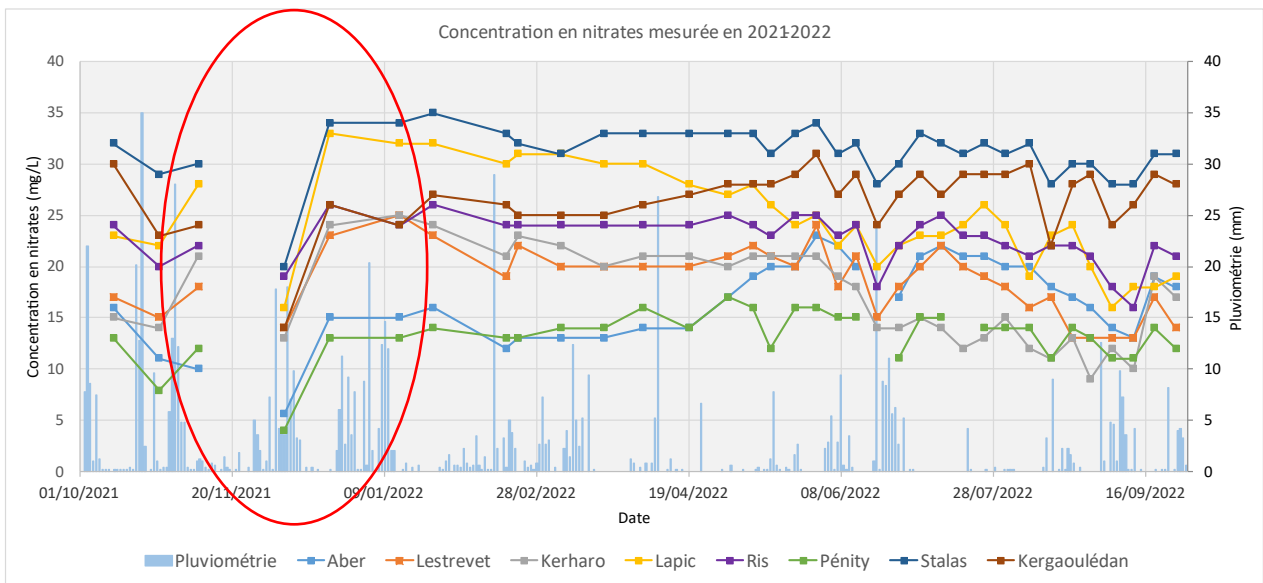


Figure 12 : moyennes mensuelles de concentration en nitrate (mg/L) et pluviométrie cumulée (mm) sur la période 2021 - 2022

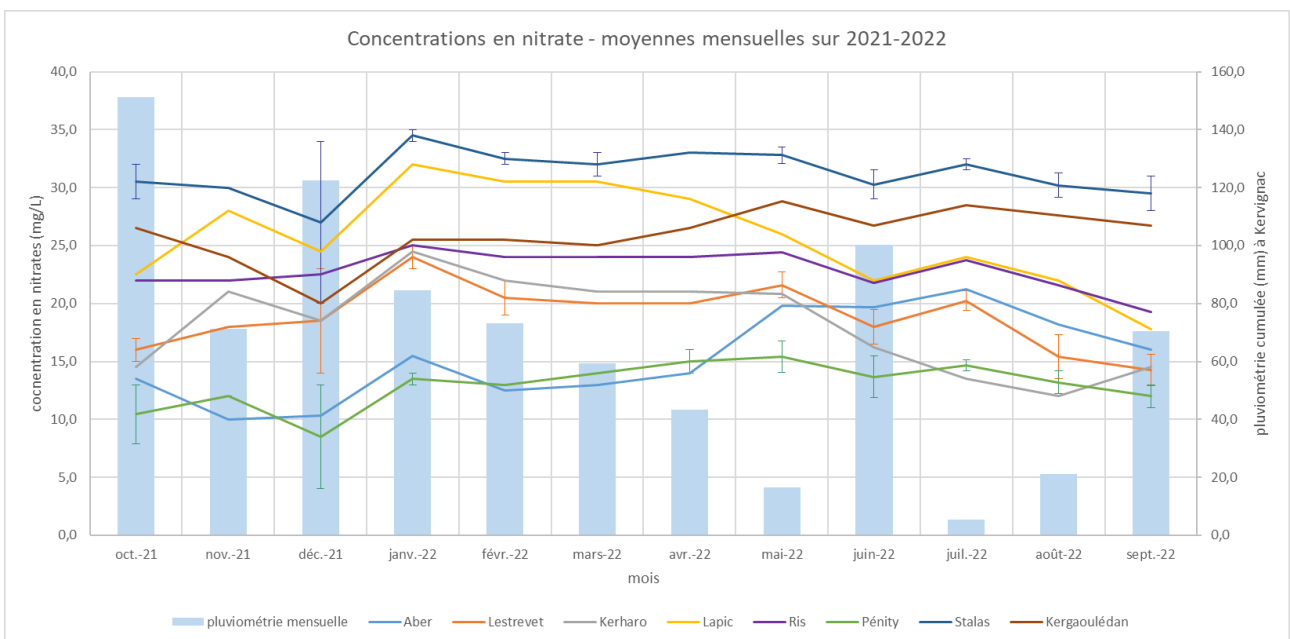


Tableau 7 : suivi nitrate eaux de surface 2021 - 2022 - statistiques saisonnières – concentrations en nitrate en mg/L.

Code	04179650	04339007	04339004	04179681	04179700	04339006	04339001	04339005
Cours d'eau	Aber	Lestrevet	Kerharo	Lapic	Ris	Pénity	Stalas	Kergaoulédan
valeurs saisonnières 2021 - 2022								
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
valeurs saisonnières 2020 - 2021								
moyenne	16	18	17	24	23	13	32	28
valeurs saisonnières 2019 - 2020								
moyenne	18	21	18	27	25	14	35	30
valeurs saisonnières 2018 - 2019								
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
valeurs annuelles 2021 - 2022								
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
valeurs annuelles 2020 - 2021								
Q90	19	23	23	32	25	15	34	30
moyenne	14	18	18	26	23	12	31	25
valeurs annuelles 2019 - 2020								
Q90	21	25	24	34	28	16	37	32
moyenne	14	20	20	28	24	13	33	26
valeurs annuelles 2018 - 2019								
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

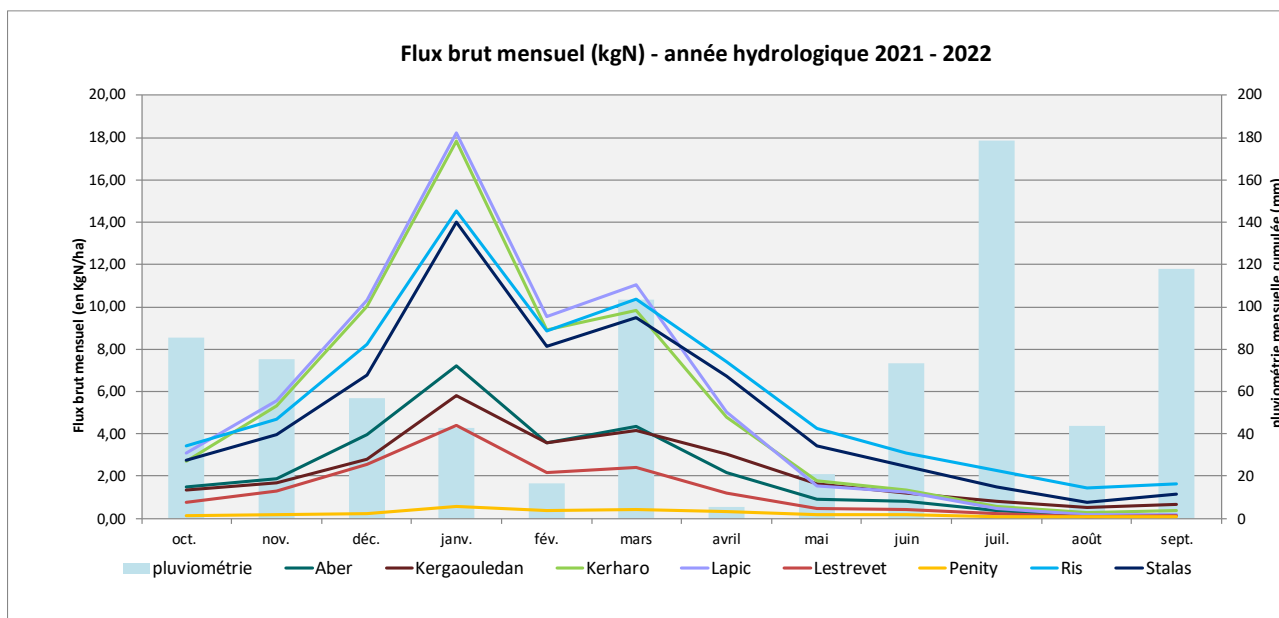
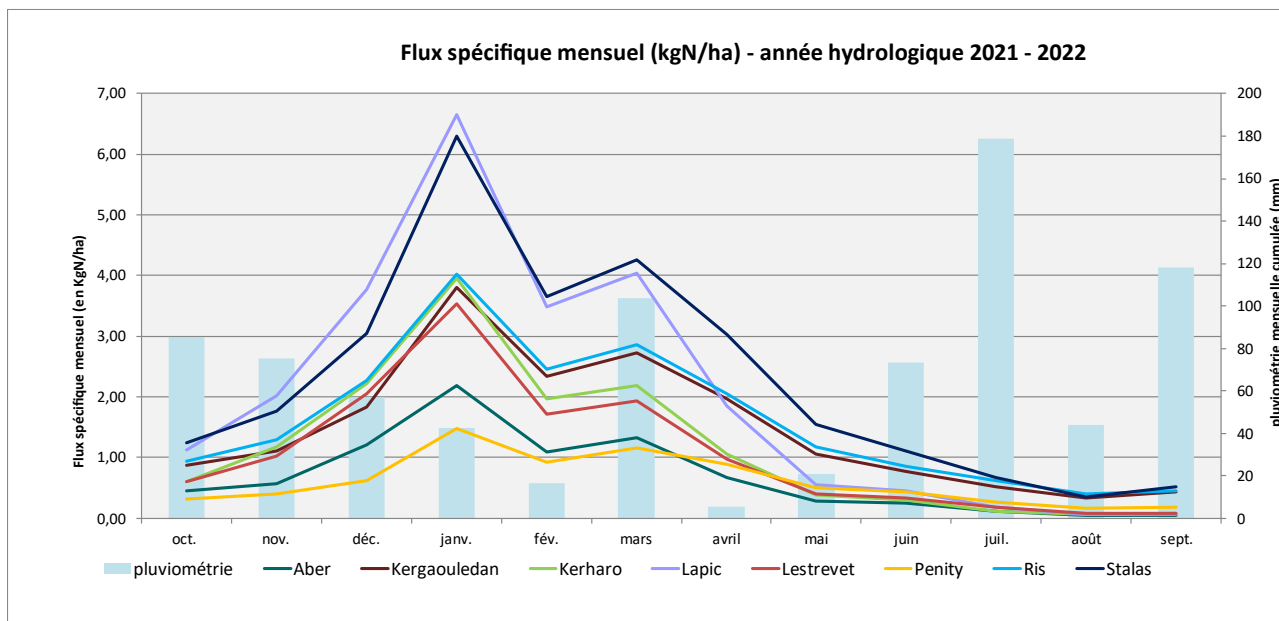


Figure 14 : Flux spécifique mensuel (kgN/ha) et pluviométrie mensuelle (mm). Année 2021 - 2022 - EPAB, 2023



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.

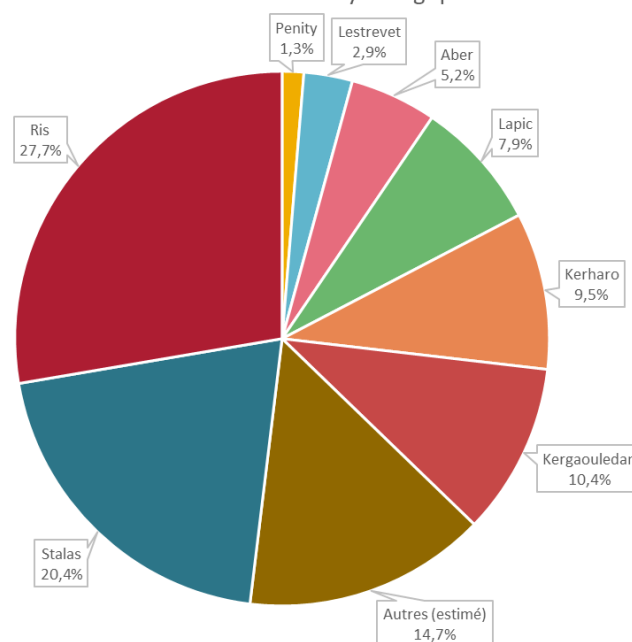
b. Flux saisonniers

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	1,6%	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.

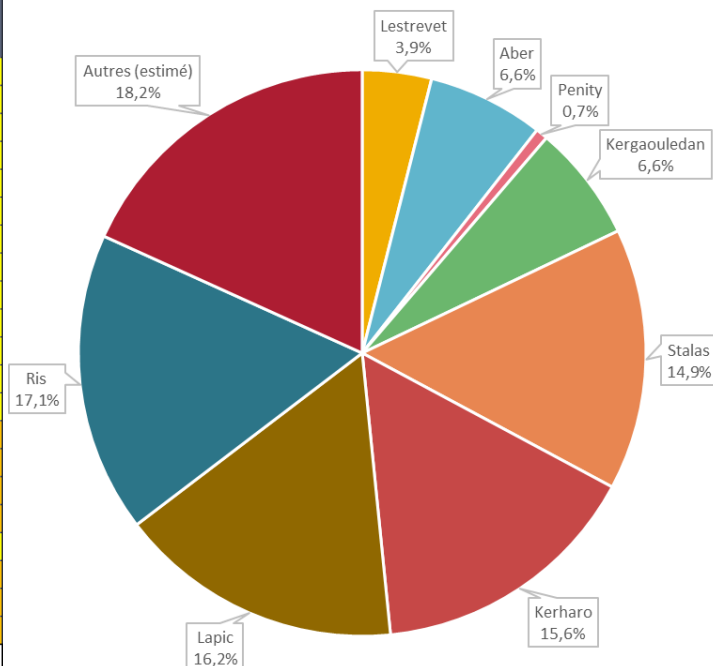
c. Flux annuels

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	
TOTAL	410			621	

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 vers la baie, pondéré par l'hydraulicité, est de 620 TN ±93, pour un objectif de 500 TN en 2027.

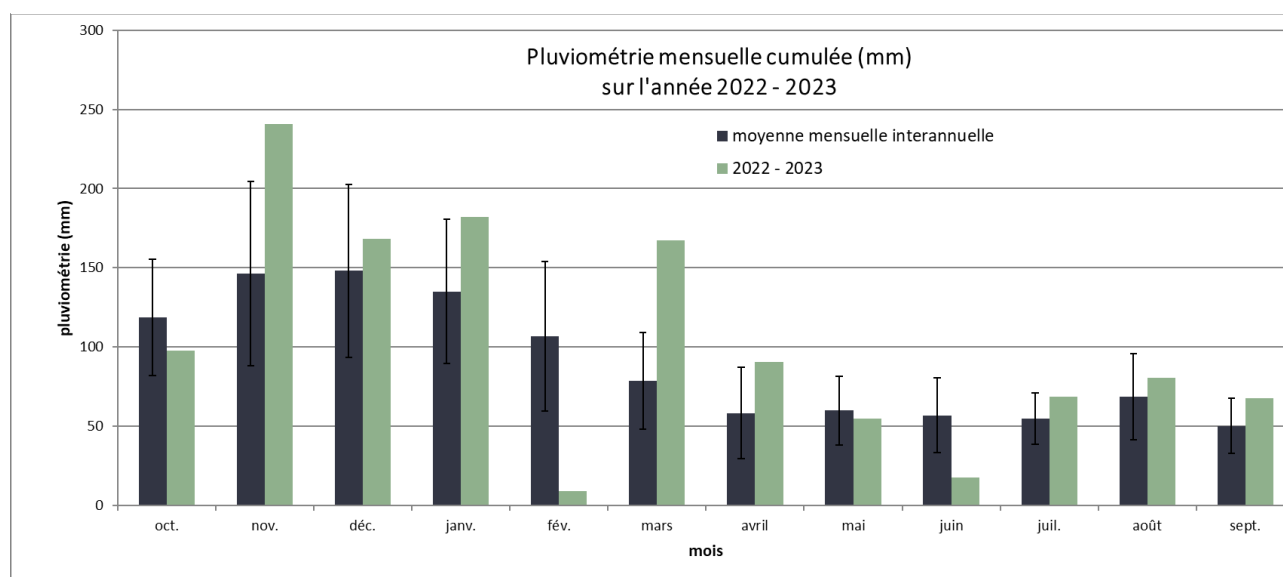
IV. Résultats de l'année hydrologique 2022 – 2023

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^{vii}.

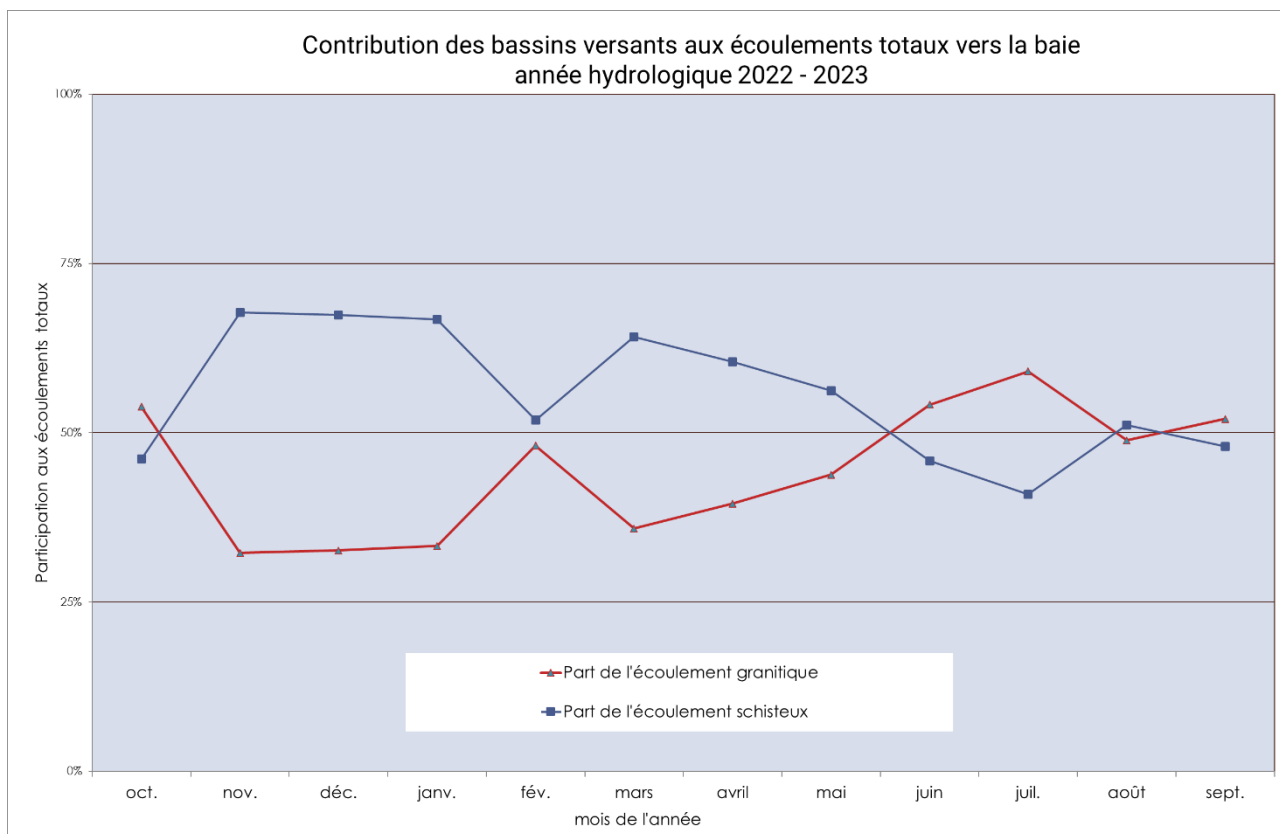
Figure 17 : Pluviométrie cumulée en moyenne mensuelle interannuelle sur la période 2010 - 2023 et pluviométrie cumulée mensuelle sur 2022 - 2023 - EPAB, Douarnenez Communauté, 2023



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^e 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 depuis 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

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, 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 simplement 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 pourront apporter un éclairage fiable sur ces variations.

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^{er} 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^e 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

		Code	04179650	04339007	04339004	04179681	04179700	04339006	04339001	04339005
		Nom	Aber	Lestrevet	Kerharo	Lapic	Ris	Pénity	Stalas	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
	FEV	30	16	24	24	31	24	14	34	25
		13	15	22	22	31	25	14	35	26
	MARS	27	15	21	21	31	26	16	36	26
		13	10	22	4	26	19	7	29	21
	AVR	27	11	23	15	29	19	7	30	20
		11	12	20	13	29	22	12	32	23
	MAI	24	11	18	10	26	21	10	31	22
		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
	JUIN	25	5	18	18	26	23	14	33	25
		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
	AOÛT	19	16	21	12	24	24	13	33	29
		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
	SEPT	30	17	15	17	20	21	12	30	26
		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

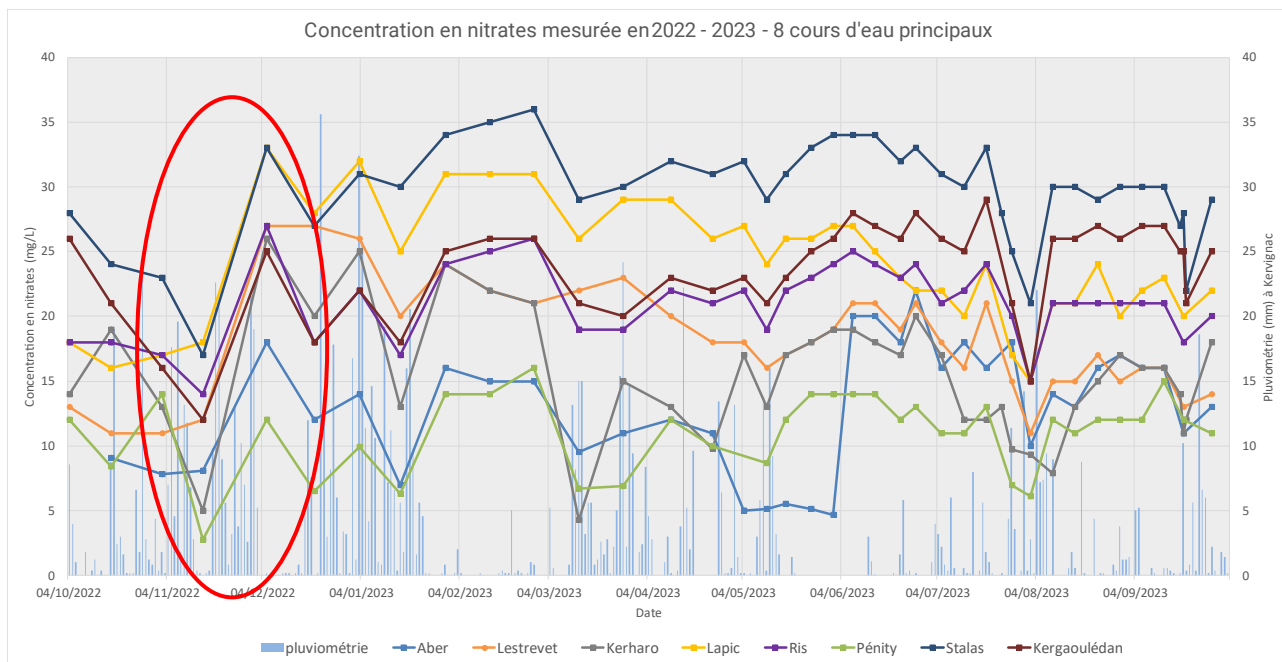


Figure 19 : moyennes mensuelles de concentration en nitrate (mg/L) sur les 8 cours d'eau principaux et pluviométrie cumulée (mm). Période 2022 – 2023.

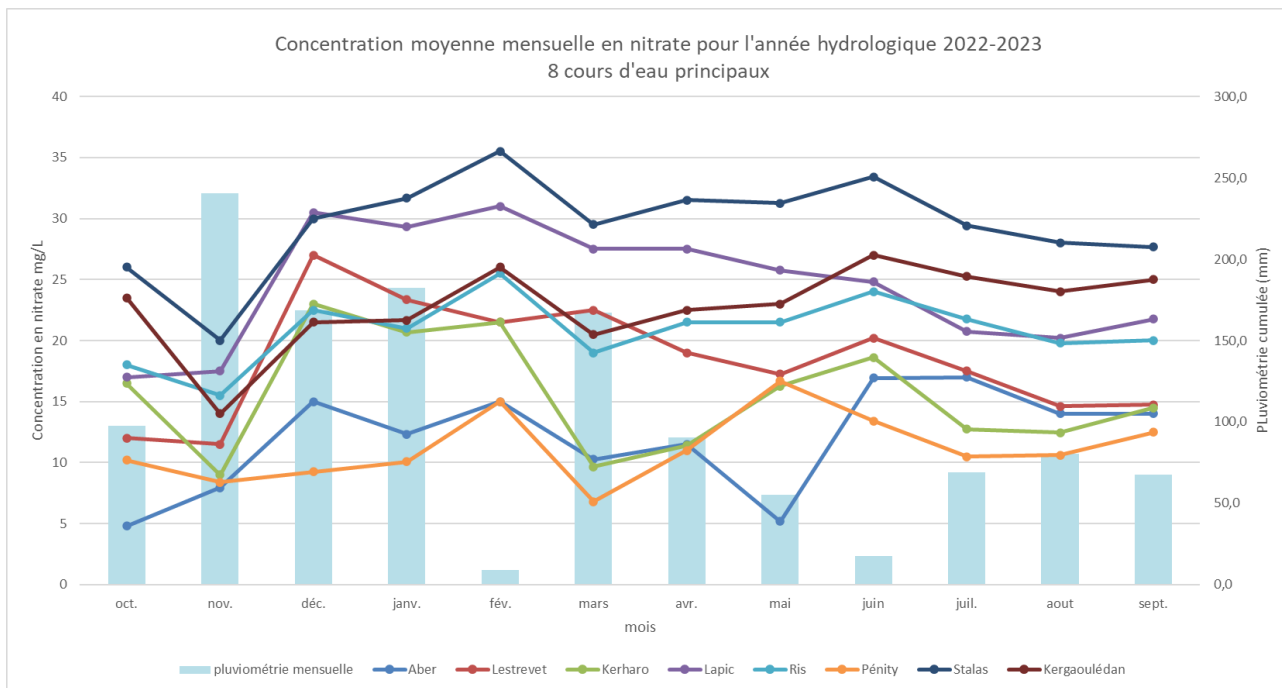


Tableau 11 : suivi nitrate eaux de surface 2022 – 2023 sur les 8 cours d'eau principaux - statistiques saisonnières – concentrations en nitrate en mg/L

Code	04179650	04339007	04339004	04179681	04179700	04339006	04339001	04339005
Cours d'eau	Aber	Lestrevet	Kerharo	Lapic	Ris	Pénity	Stalas	Kergaoulédan
valeurs saisonnières 2021 - 2022								
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
valeurs saisonnières 2021 - 2022								
moyenne	19	18	16	23	22	14	31	28
valeurs saisonnières 2020 - 2021								
moyenne	16	18	17	24	23	13	32	28
valeurs saisonnières 2019 - 2020								
moyenne	18	21	18	27	25	14	35	30
valeurs saisonnières 2018 - 2019								
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
valeurs annuelles 2022 - 2023								
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
valeurs annuelles 2021 - 2022								
Q90	21	23	23	31	25	16	34	29
moyenne	17	19	17	25	23	13	31	27
valeurs annuelles 2020 - 2021								
Q90	19	23	23	32	25	15	34	30
moyenne	14	18	18	26	23	12	31	25
valeurs annuelles 2019 - 2020								
Q90	21	25	24	34	28	16	37	32
moyenne	14	20	20	28	24	13	33	26
valeurs annuelles 2018 - 2019								
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

		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
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
	FEV	30	21	34	35	26	28	27	35	38	36	40	44	23	35
		13	17	33	32	24	24	23	34	39	20	40	39	22	32
	MARS	27	17	32	31	23	23	23	35	41	19	38	38	22	32
		13	17	32	35	29	23	22	30	29	23	37	36	15	22
	AVR	27	18	32	35	30	24	25	32	36	23	37	42	18	29
		11	21	29	30	23	24	24	33	34	18	36	39	20	31
	MAI	24	17	26	27	21	18	21	32	34	14	34	36	18	30
		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
	JUIL	22	13	26	33	22	12	13	29	36		34	28	21	28
		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
	AOÛT	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									
		27	11	21	16	15	7	7	18	27		34	16	10	21
	SEPT	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.

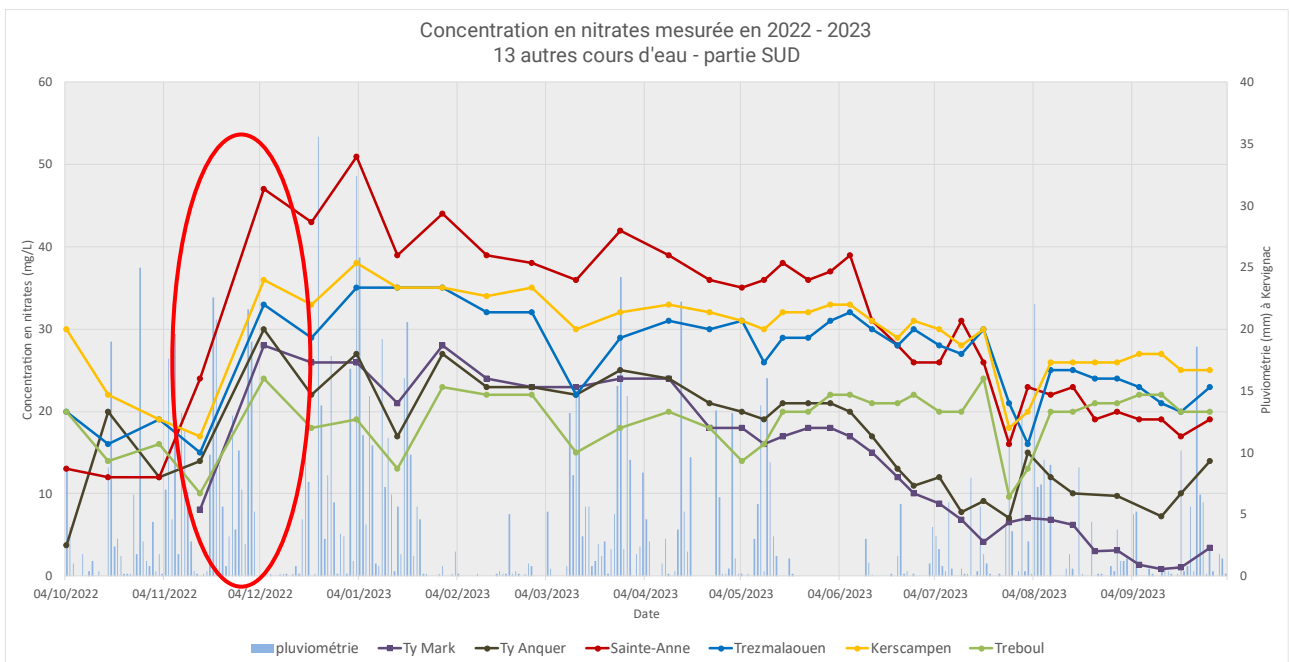
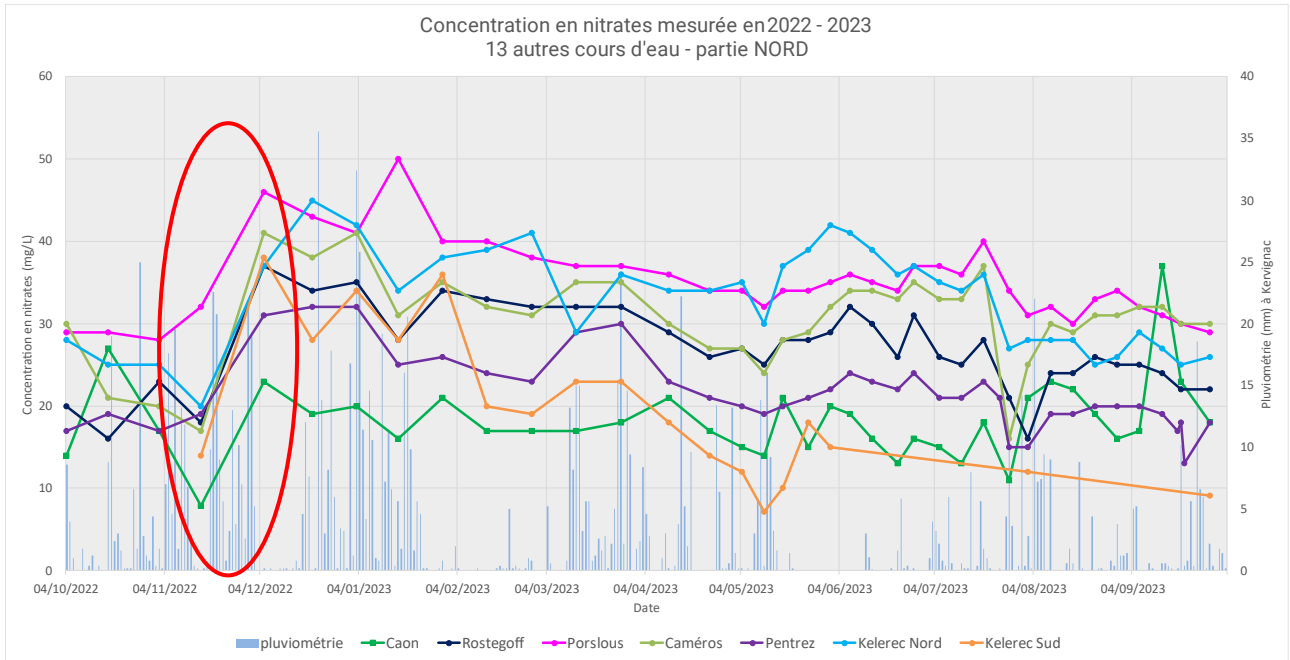


Figure 21 : moyennes mensuelles de concentration en nitrate (mg/L) sur les 13 autres cours d'eau et pluviométrie cumulée (mm) sur la période 2022 - 2023

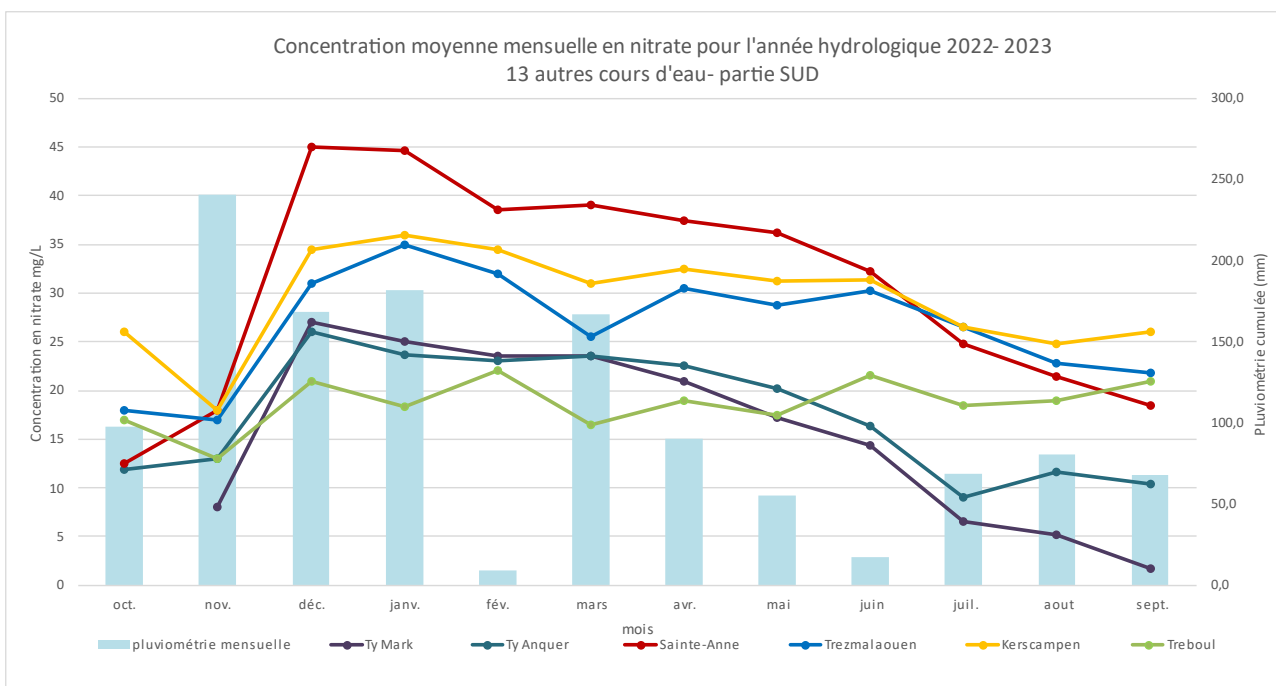
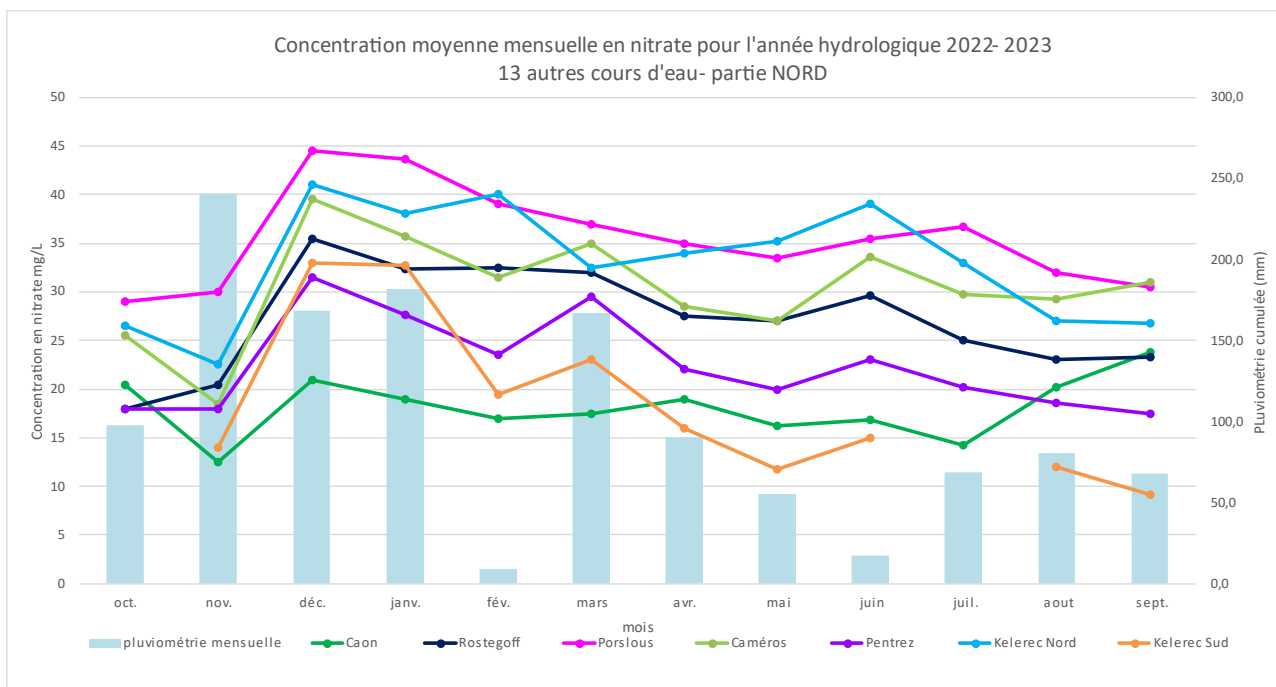


Tableau 14 : suivi nitrate eaux de surface 2022 – 2023 sur les 13 autres cours d'eau - statistiques saisonnières – concentrations en nitrate en mg/L

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
valeurs saisonnières 2021 - 2022													
moyenne	18	26	30	20	9	14	28	32	12	34	27	20	26
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
valeurs saisonnières 2020 - 2021													
moyenne	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
valeurs saisonnières 2018 - 2019													
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
valeurs annuelles 2022 - 2023													
Q90	23	33	36	29	25	25	35	41	34	40	42	22	32
moyenne	18	27	31	22	14	17	29	33	20	35	30	19	27
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
valeurs annuelles 2020 - 2021													
Q90	16	24	30	22	18	19	33	30	16	36	32	20	29
moyenne	21	29	35	26	24	26	38	37	31	42	42	25	33
valeurs annuelles 2018 - 2019													
Q90	24	37	39	31	31	31	42	41	33	50	51	29	38
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

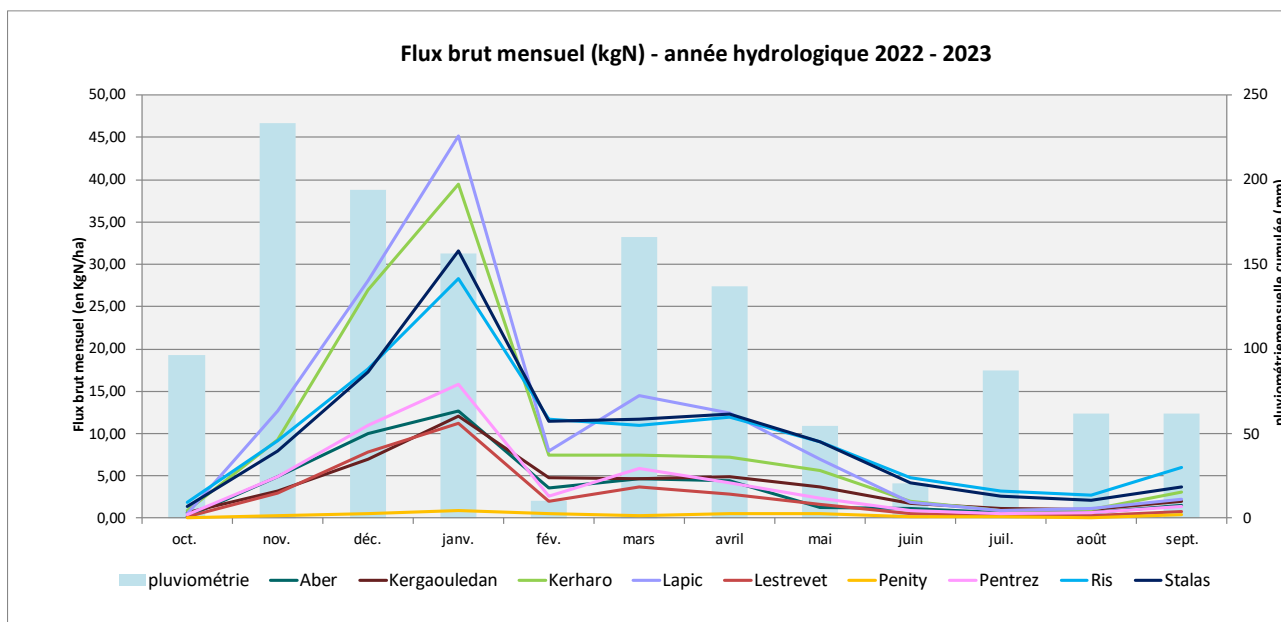
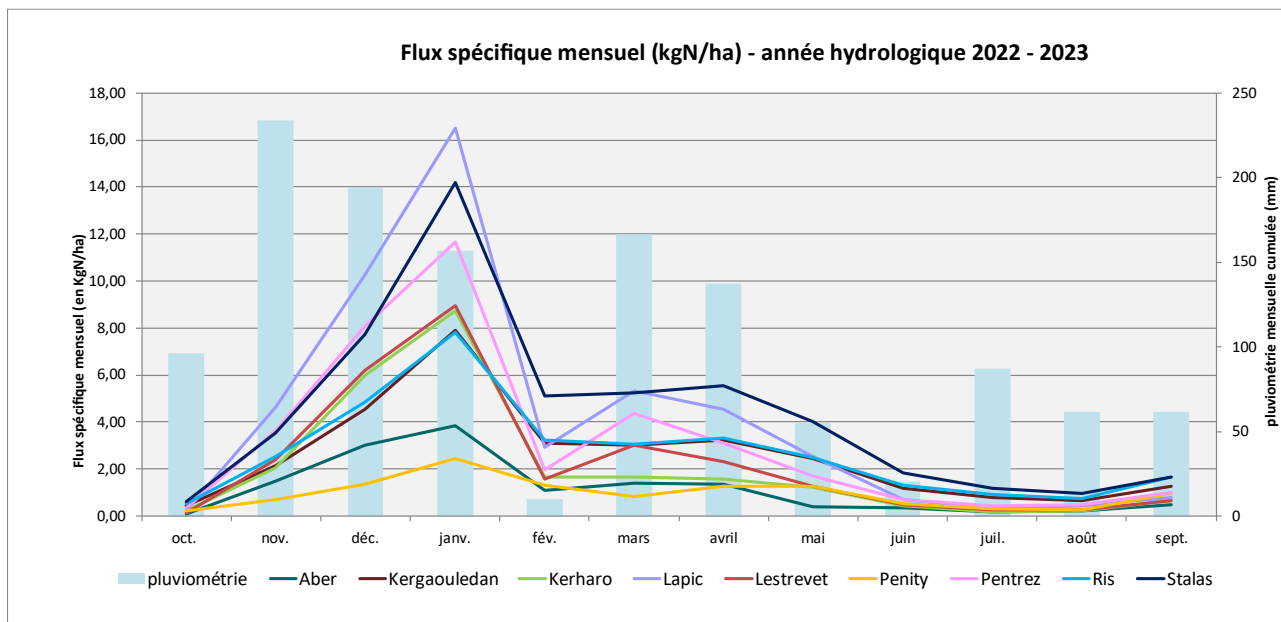


Figure 23 : Flux spécifique mensuel (kgN) et pluviométrie mensuelle (mm). Année 2022 - 2023 – EPAB, 2023



Le flux brut hivernal est principalement dû aux apports du Kerharo et du Laptic, 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 au flux moyens comme Lestrevet et le Kergaoulédan. L'Aber et le Pénity confortent leur position de contributeurs minoritaires.

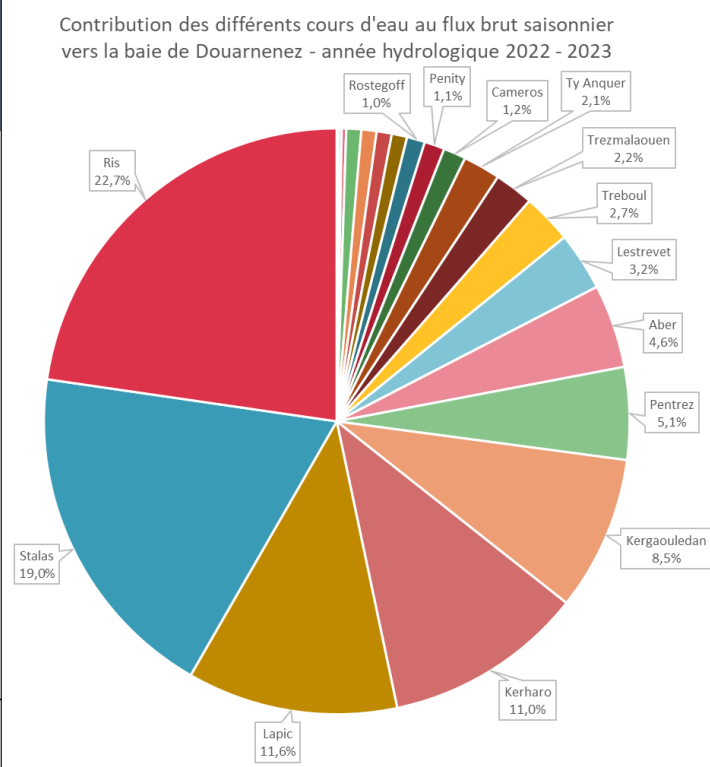
L'évolution mensuelle des flux d'azote montre un pic au mois de janvier. Ce maximum hivernal se retrouve chaque année, entre novembre et janvier, et ne semble pas corrélé à la pluviométrie, du moins par directement. De plus, il est visible sur les huit cours d'eau principaux, malgré leur réactivité différente 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 113 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	5,2	4,6%	1,6	4,2	1,3
Caon	1,0	0,8%	5,0	0,8	4,0
Rostegoff	1,1	1,0%	3,4	0,9	2,7
Porlous	8,7	7,7%	32,9	0,8	2,9
Cameros	1,4	1,2%	3,7	1,1	3,0
Pentrez	5,8	5,1%	4,3	4,6	3,4
Kelerec Nord	0,9	0,8%	5,0	0,8	4,0
Kelerec Sud	0,2	0,2%	1,3	0,1	1,0
Lestrevet	3,7	3,2%	2,9	2,9	2,3
Ty Mark	0,1	0,1%	1,2	0,1	1,0
Kerharo	12,5	11,0%	2,8	10,0	2,2
Ty Anquer	2,3	2,1%	2,0	1,9	1,6
Ste Anne	0,3	0,2%	2,2	0,2	1,8
Lapic	13,2	11,6%	4,8	10,5	3,8
Trezmalaouen	2,4	2,2%	5,1	1,9	4,1
Kerscampen	0,9	0,8%	4,4	0,7	3,5
Ris	25,7	22,7%	7,1	19,6	5,4
Penity	1,3	1,1%	3,3	1,0	2,5
Stalas	21,5	19,0%	9,7	16,4	7,4
Kergaouledan	9,7	8,5%	6,3	7,4	4,8
Treboul	3,1	2,7%	7,3	2,4	5,5
sous total BV granitique	61	54,1%		46,6	
sous total BV schisteux	52	45,9%		41,6	
TOTAL	113			88,2	



Sur la période mai-septembre, le Stalas et le Ris sont toujours 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 Anquer 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, pondéré par l'hydraulicité, est de 80 TN ±12, pour un objectif de 70 TN en 2027.

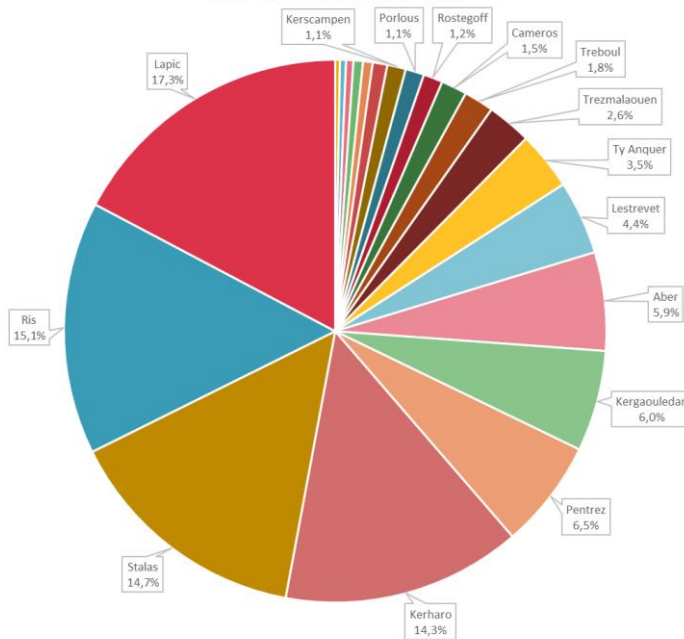
c. Flux annuels

Le flux brut annuel vers la baie en 2022 – 2023 est de 780 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	45,7	5,9%	13,9	36,9	11,2
Caon	4,5	0,6%	23,2	3,6	18,7
Rostegoff	9,0	1,2%	27,1	7,3	21,8
Porlous	8,7	1,1%	32,9	7,0	26,6
Cameros	12,0	1,5%	31,9	9,7	25,8
Pentrez	50,6	6,5%	37,4	40,8	30,2
Kelerec Nord	6,8	0,9%	35,7	5,5	28,8
Kelerec Sud	2,8	0,4%	20,5	2,3	16,6
Lestrevet	34,3	4,4%	27,5	27,7	22,2
Ty Mark	2,2	0,3%	20,4	1,8	16,5
Kerharo	111,3	14,3%	24,7	89,8	19,9
Ty Anquer	27,1	3,5%	23,6	21,9	19,0
Ste Anne	3,4	0,4%	27,1	2,7	21,9
Lapic	134,7	17,3%	49,2	108,7	39,7
Trezmalaouen	20,6	2,6%	43,4	16,7	35,0
Kerscampen	8,6	1,1%	40,2	7,0	32,4
Ris	117,4	15,1%	32,5	89,4	24,7
Penity	4,4	0,6%	11,4	3,3	8,7
Stalas	114,9	14,7%	51,7	87,5	39,3
Kergaouledan	46,9	6,0%	30,6	35,7	23,3
Treboul	13,9	1,8%	32,5	10,6	24,7
sous total BV granitique	298	38,2%		227	
sous total BV schisteux	482	61,8%		389	
TOTAL	780			616	

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 vers la baie, pondéré par l'hydraulicité, est de 616 TN ±92, pour un objectif de 500 TN en 2027.

V. Evolution interannuelle

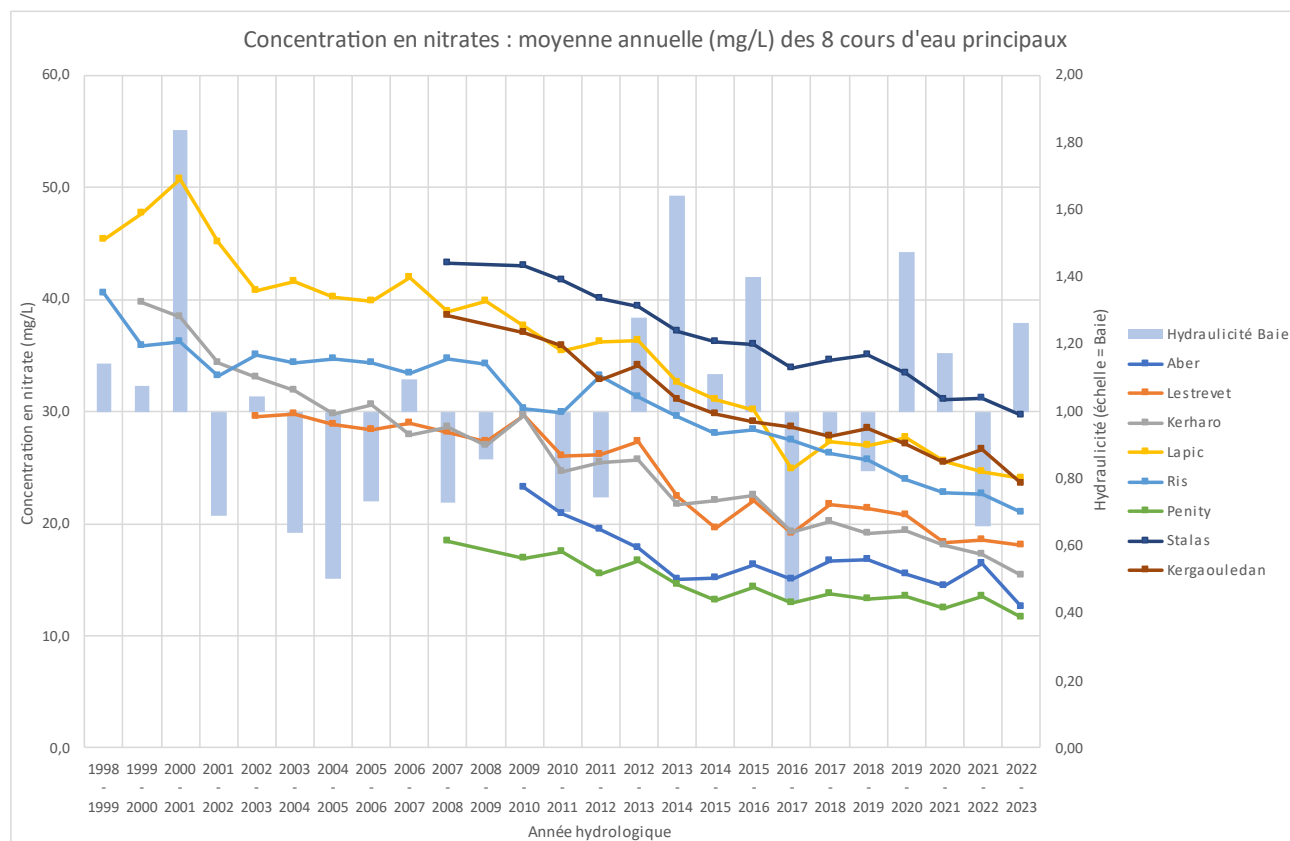
1. Concentrations en nitrates

Pour chacun des 21 cours d'eau, il serait intéressant de reprendre l'historique des pressions (agricoles et assainissement), celui des travaux de restauration menés par les différents acteurs, ainsi que les concentrations relevées dans les eaux souterraines, et de le mettre en relation avec les concentrations observées dans les eaux de surface.

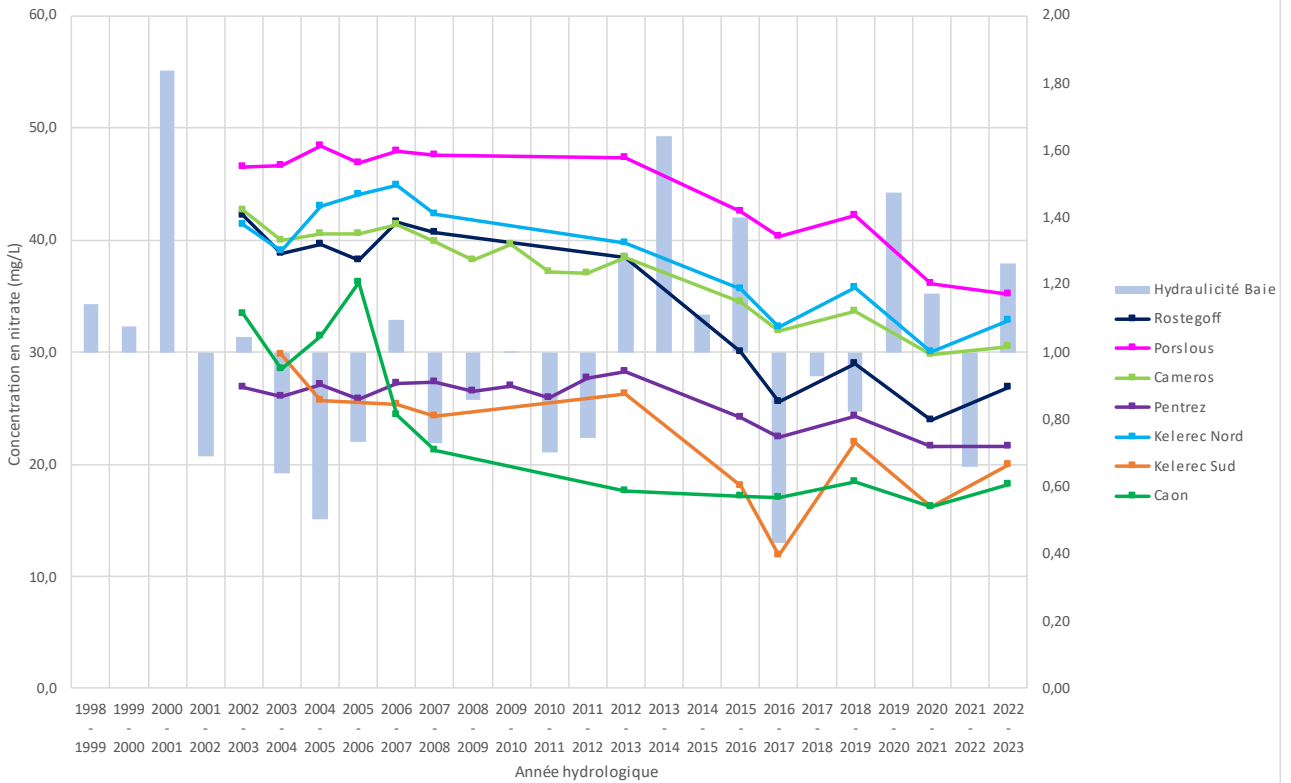
a. Concentrations moyennes annuelles

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 2002 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.

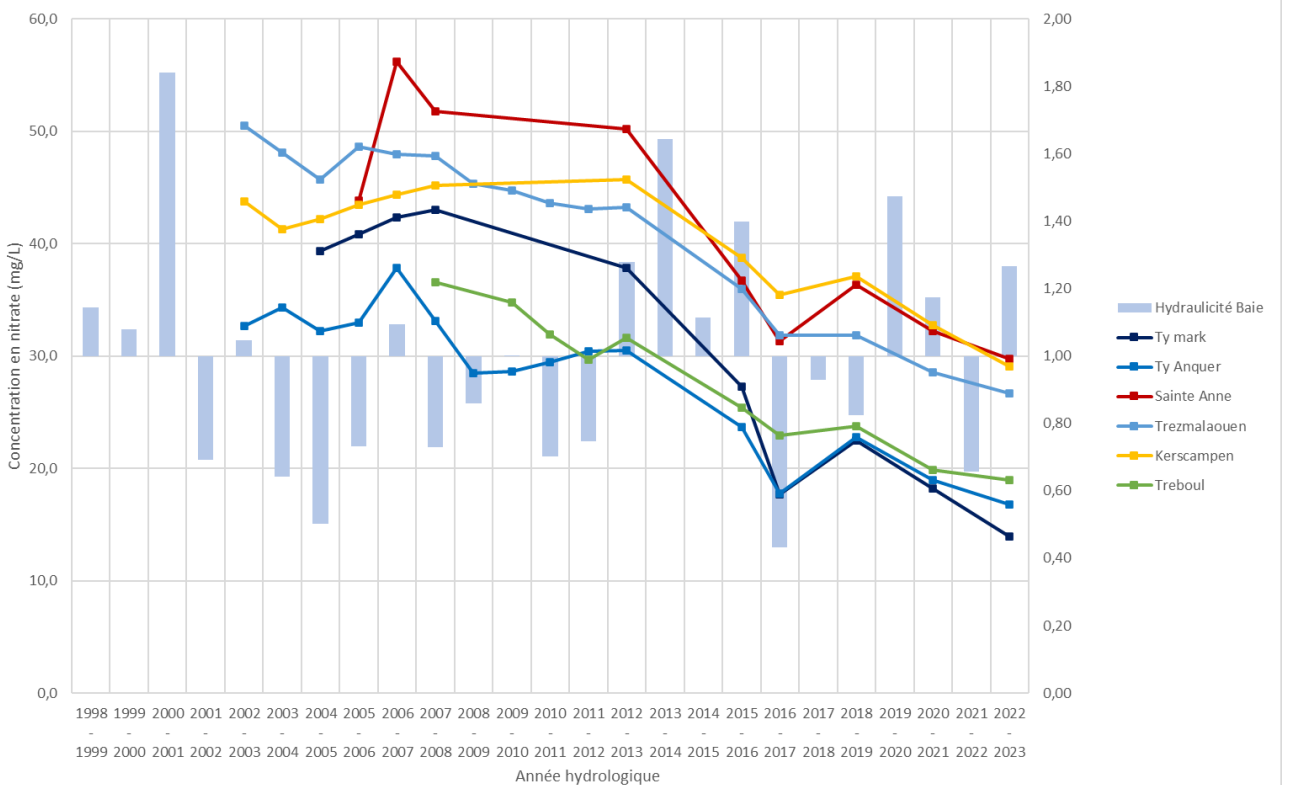
Figure 26 : Evolution des moyennes annuelles des concentrations en nitrate (mg/L) dans les 21 cours d'eau du PLAV. Hydraulicité annuelle à l'échelle de la baie. Chronique de 1998 à 2023.



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



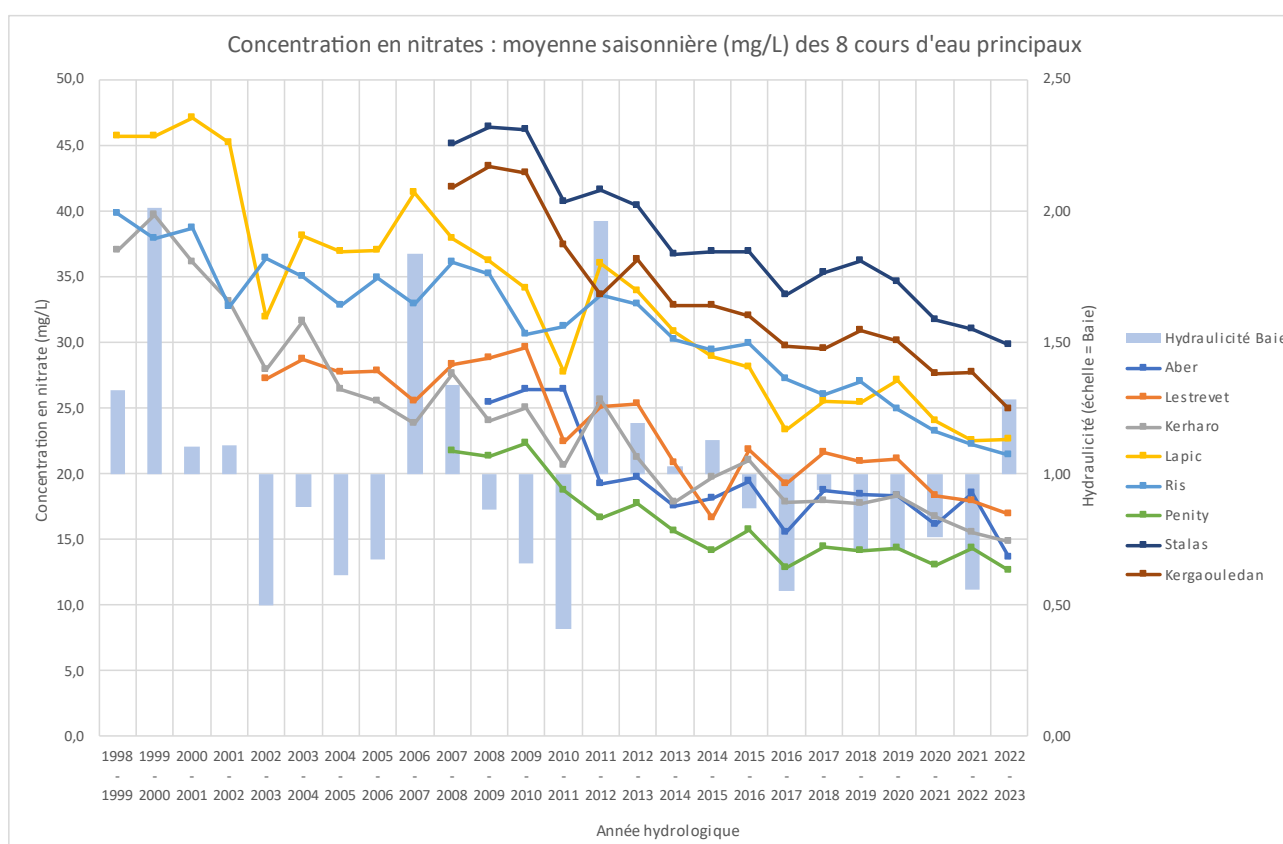
Concentration en nitrates : moyenne annuelle (mg/L) des 13 autres cours d'eau - partie SUD



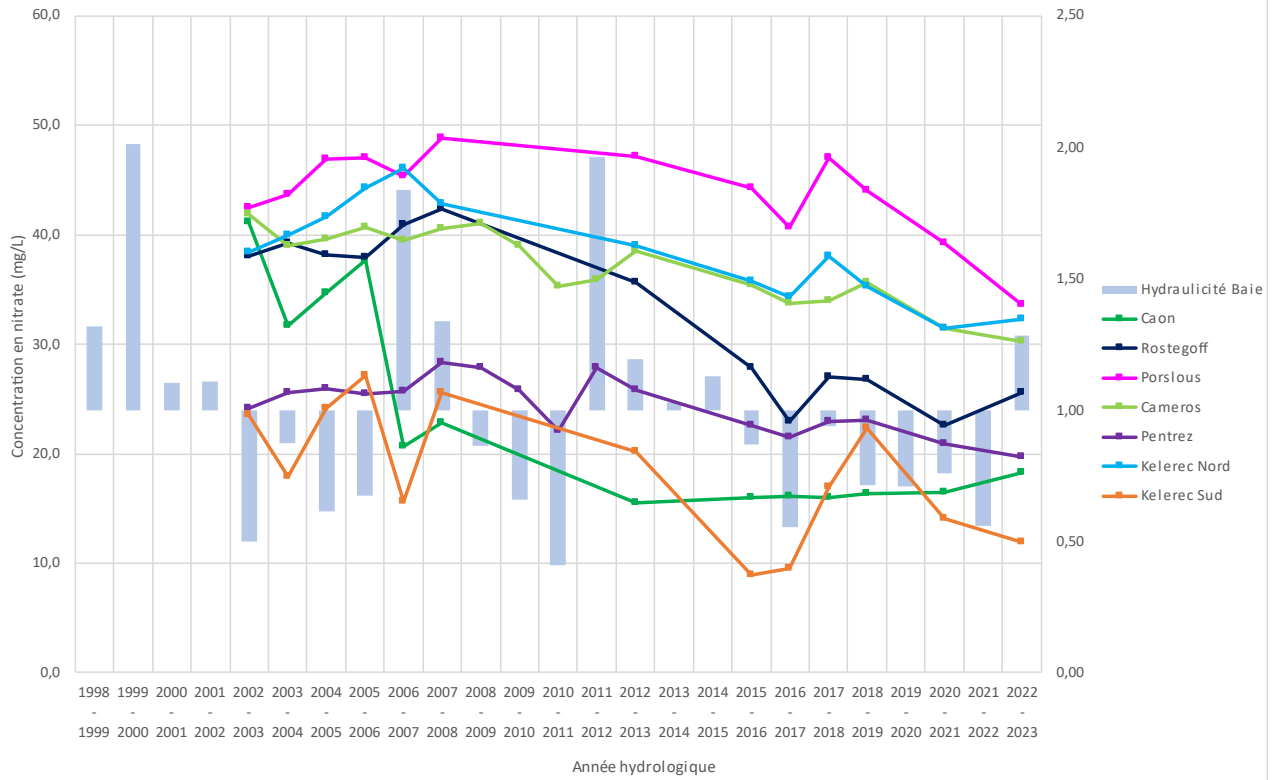
b. Concentration moyennes saisonnières

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. Sur la période mai-septembre en particulier, il serait intéressant d'évaluer l'impact de l'afflux touristique, avec non seulement une plus grande charge vers les stations d'épuration, mais également l'occupation des résidences secondaires souvent non habitées en hiver.

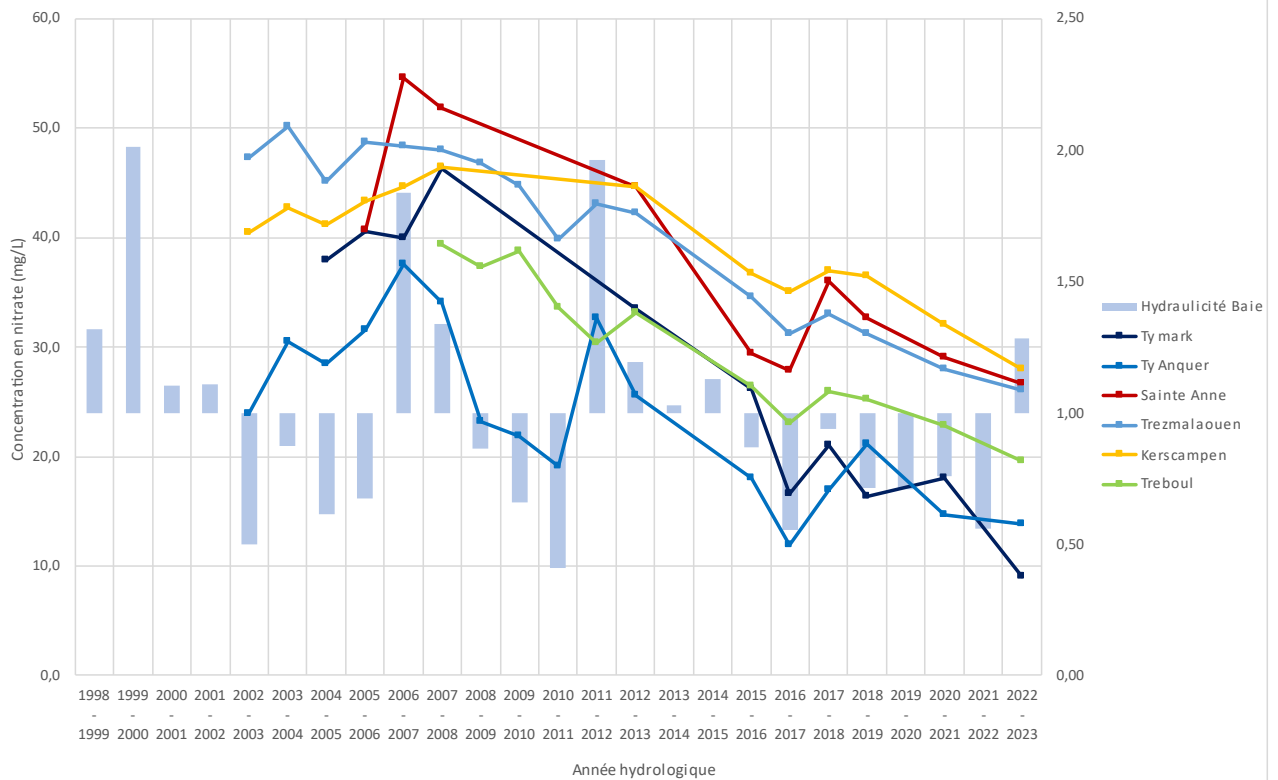
Figure 27 : Evolution des moyennes saisonnières (période mai - septembre) des concentrations en nitrate (mg/L) dans les 21 cours d'eau du PLAV. Hydraulicité saisonnière à l'échelle de la baie. Chronique de 1998 à 2023.



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

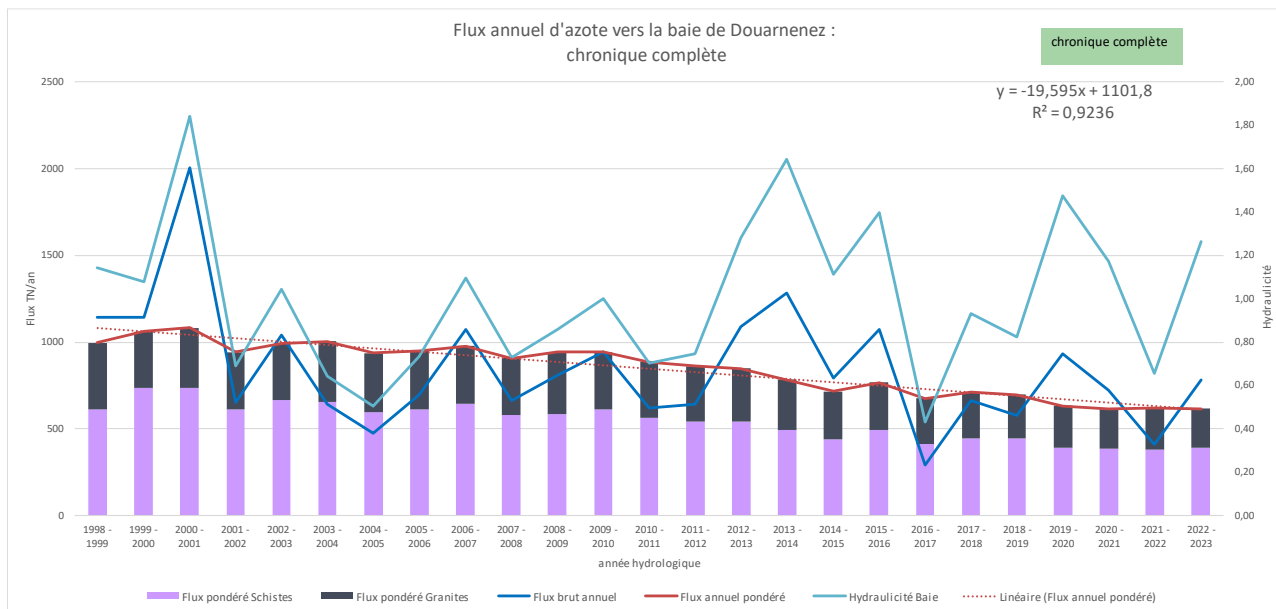
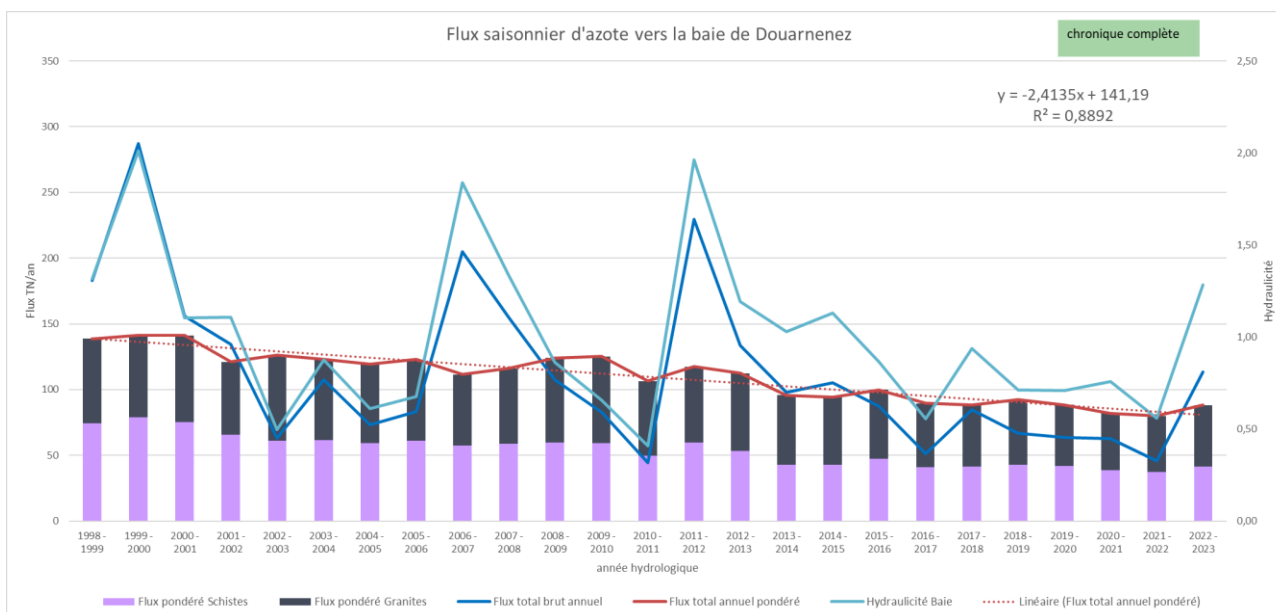


Figure 29 : Evolution des **flux saisonniers bruts et pondérés (tN)** d'azote vers la baie de Douarnenez. Flux saisonnier pondéré selon le socle hydrogéologique (tN). Hydraulicité saisonnière à l'échelle de la baie. Chronique de 1998 à 2023. EPAB, 2023



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. Cette diminution est visible aussi bien sur les flux schisteux que granitiques. Les flux pondérés schisteux ont diminué de 47% en valeur annuelle et de 45% en valeur saisonnière depuis l'année 2000 – 2001 qui

présente le flux maximum. Les flux pondérés granitiques ont quant à eux diminué de 35% en valeur annuelle et 28% 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.

Flux pondéré	Valeurs annuelles		Valeurs saisonnières	
	2000 - 2001	2022 - 2023	2000 - 2001	2022 - 2023
Total baie	1082	616	141	88
Schisteux	734	389	75	41
Granitique	348	227	66	47

Les valeurs discrètes 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 29e période ($x = 29,4$ pour $y = 70$) c'est-à-dire pendant l'année hydrologique 2026 – 2027. 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 ($x = 30,7$ 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 qu'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 redoublant les efforts déjà fournis.** 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.

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. Etude de la variabilité 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'expliquant 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.

Même si initialement, le suivi avait été renforcé en étiage en arguant de la sensibilité des algues vertes aux apports estivaux de nitrates, les données montrent la stabilité des concentrations en nitrates à cette période. De plus, le changement climatique impacte la masse d'eau côtière, à différentes échelles, et les années « anormales » occurrent de plus en plus : il pourrait être judicieux d'anticiper ces aléas et d'étudier les bassins versants en dehors du prisme « mai-septembre ». Ainsi, dans un objectif d'améliorer notre connaissance des bassins versants, mais aussi afin de mieux quantifier les flux de nitrates arrivant dans la baie, il pourrait être envisagé d'inverser la stratégie d'échantillonnage actuelle : prélever de façon hebdomadaire l'hiver, et de façon bi-mensuelle en étiage et ponctuellement en cas d'évènements pluvieux estivaux. Les prélèvements hivernaux hebdomadaires permettraient de cibler les cours d'eau pour lesquels une augmentation en nitrates se produit dans la rivière en lien avec un évènement pluvieux et ceux pour lesquels une dilution se produit. Le 1^{er} cas pouvant 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. Choix des cours d'eau suivis

Le suivi annuel du Pénity se justifie par sa contribution au flux total du Port Rhu, 1^{er} 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 participe en effet en moyenne à 2,8% du flux brut total du Port Rhu, et sa contribution est stable depuis 2009 avec un écart moyen de 0,13%. A contrario, le Pentrez participe en moyenne à 5,2% du flux total vers la baie, c'est-à-dire autant que l'Aber et davantage que Lestrevet, et n'est suivi qu'une année sur deux alors que l'Aber et Lestrevet sont suivis tous les ans. 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).

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.

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. Un immense travail a été accompli entre les années 2013 et 2016 de manière à créer les courbes de tarage de 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. Deux problématiques notamment ont été soulevées lors de la rédaction de ce rapport : la prise en compte des volumes prélevés par l'usine de production d'eau potable de Poraon, sur l'Aber, et l'amélioration des équations aux exutoires pour les faibles débits. En effet, les modèles ressortent des valeurs de débit négatives aux exutoires pendant les périodes d'étiage. Il pourrait être également intéressant d'étudier l'effet sur les débits des cordons de galets ou de sable qui ralentissent voire bloquent complètement le cours d'eau, notamment en période estivale. Ce phénomène est positif sur les concentrations en nitrates : on voit alors la zone humide rétro-littorale se charger en eau, comme sur le Kerharo ou le Trezmalaouen, et le ralentissement de l'eau permet de soutenir l'action dénitrifiante de l'écosystème. Le débit calculé ne prend pas en compte ce ralentissement et est alors plus important que le débit réel : le flux calculé est donc surestimé.

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^{viii} 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 (épandage, 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'eau 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

Les données de concentrations en nitrate et de flux produites sur le territoire sont bien souvent sous exploitées à l'échelle de l'EPAB. Ce rapport présente l'état actuel et l'évolution de ces paramètres, mais n'avance pas ou peu de facteurs explicatifs aux phénomènes observés.

D'un point de vue scientifique, tout d'abord : Quelles sont les incertitudes et marges d'erreur ? Les évolutions présentées sont-elles statistiquement significatives ? Comment expliquer l'augmentation des concentrations en nitrate à la fin de l'automne ? Est-elle due à la reprise de la minéralisation dans les sols avec le retour des pluies ? A un ralentissement de croissance des cultures pièges ? Quelle est l'influence des eaux souterraines sur les concentrations retrouvées dans les cours d'eau ?

Et dans une optique de lutte contre les marées vertes : Quelles actions ont permis la diminution des flux sur tel bassin versant ? Les principales sources d'azote sur le territoire du SAGE sont l'agriculture et l'assainissement : 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 ?

Ce travail de fond, extrêmement complexe, demande une prise de recul conséquente, le croisement de nombreuses données, des études statistiques, une méthode pluridisciplinaire entre sciences de l'environnement, économie, sociologie... et donc un temps très important. 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, accomplissent un important travail et sont sources de nombreuses analyses à l'échelle de la région Bretagne. Nous savons cependant que chaque territoire est différent : au sein même du territoire du SAGE de la Baie de Douarnenez, bassins versants schisteux ou granitiques montrent déjà des réponses très différentes. Les données sont présentes, il s'agit de prendre le temps de les travailler et de les « faire parler ». Cette prise de recul s'avère indispensable pour espérer établir une stratégie de lutte contre les marées vertes propre à notre territoire, à son patrimoine et à ses spécificités.

VII. Conclusion

A l'échelle de la baie, les concentrations en nitrates sont régulièrement à la baisse depuis 20 ans. Cette baisse est ou non significative selon les cours d'eau, d'après la méthode statistique appliquée par l'OEB sur les données. Ces baisses sont encourageantes avec des diminutions pouvant aller jusqu'à 50% et qui se répercutent sur les flux. Cependant l'objectif fixé de 15 mg/L en période estivale est loin d'être atteint pour de nombreux cours d'eau du territoire. Malgré tout, en termes de flux, la baisse est 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. Les actions engagées sur l'ensemble du territoire doivent se maintenir, et même s'accroître, car pour certaines zones, il paraît difficile de faire « encore mieux ». Au niveau agricole, de nombreux agriculteurs de la baie se sont déjà engagés volontairement dans de bonnes pratiques (PSE, MAE...), et les contraintes réglementaires se sont durcies (arrêté ZSCE^x pris en septembre 2022, PAR 7 prévu pour mars 2024). Chercher à encore améliorer les pratiques pour gagner ce delta d'azote peut être compliqué, notamment en raison du coût élevé que cela représente.

Actuellement, un nouveau travail de modélisation est en cours sur le territoire, 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 »^x, et notamment d'étudier l'impact des variations climatiques interannuelles et du changement climatique. Également, le projet Greenseas lancé en 2023 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 »^{xi}. 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.

En 2021, la cour des comptes constatait que « *les premières actions mises en place à la fin des années 90 se sont accompagnées d'une baisse significative de la concentration moyenne des cours d'eau en nitrates. [...] Dix ans après le lancement des PLAV, il est toutefois difficile de mettre en évidence leur impact spécifique. La mise en place tardive des actions et le temps moyen de résidence de l'eau et des nitrates dans le milieu (supérieur à cinq ans) retardent la manifestation de leurs effets. L'analyse de l'efficacité des actions de prévention des fuites d'azote dans le milieu est également malaisée, en l'absence d'objectifs et d'indicateurs harmonisés entre bassins versants.* » Cette importante notion des différents temps de réponse du milieu est souvent occultée ou oubliée : on aimerait que les actions menées soient immédiatement visibles sur les plages. Or, comme le rappelle la préfecture de Bretagne sur son site internet *Agir contre les Algues Vertes*³, « *la vitesse de diminution des teneurs en nitrates dans les cours d'eau dépend de la réduction des flux vers ces rivières mais également du temps de réponse des milieux. Ceux-ci sont plus ou moins longs selon les bassins versants mais bien souvent de l'ordre de cinq ans au minimum, parfois dix ans ou plus. Ce temps de réponse est une donnée dont il faut tenir compte pour travailler à résoudre le problème de la prolifération algale dans les baies bretonnes. Il impose une action dans la durée.* » Action sur le terrain que mène l'EPAB depuis plus de dix ans. Les actions de communication sont aussi nécessaires. L'expérience a prouvé qu'il est important de mieux communiquer sur ces temps de réponses des milieux et du rôle des eaux souterraines, moins connues du grand public et grandes oubliées dans le phénomène des algues vertes.

Enfin, il ne faut pas oublier qu'au-delà des algues vertes et des nitrates, d'autres problématiques existent sur le territoire de la baie de Douarnenez. La sécheresse de l'été 2022 a mis en lumière la nécessité de travailler sur le volet quantitatif de la ressource en eau. Cette même ressource qui est menacée par bien d'autres molécules chimiques, organiques cette fois, dont les produits phytosanitaires, microplastiques et résidus médicamenteux.

³ <https://www.algues-vertes.com>

Bibliographie

- ⁱ 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>
- ⁱⁱ 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>
- ⁱⁱⁱ Banque de données NAIADES sur la qualité des eaux de surface à l'échelle de la France
<https://naiades.eaufrance.fr/>
- ^{iv} 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)
- 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
- ^v 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
- ^{vi} 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
- ^{vii} 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
- ^{viii} 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
- ^{ix} 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>
- ^x 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/>
- ^{xi} Page de présentation du projet Greenseas, consultée le 8 janvier 2024 <http://greenseas.fr/>