

Qualité de l'eau souterraine et de surface

Site des Plomarc'h à Douarnenez



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

Rédaction : Guillemette Preux – décembre 2024

Contact : qualite.eau@epab.fr – 02 29 40 41 27

Dans le cadre du Contrat Territorial de la Baie de Douarnenez

Avec le soutien de nos financeurs



Liste des abréviations & acronymes

CT : Contrat Territorial. Il s'agit d'un contrat signé entre les financeurs et la structure porteuse afin de mettre en place les actions programmées dans le Plan de Lutte contre les Algues Vertes.

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

PLAV : Plan de Lutte contre les Algues Vertes

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

Table des matières

I.	Introduction et objectifs de l'étude	1
II.	Contexte	1
1.	Phénomène d'eutrophisation	1
2.	Territoire.....	2
III.	Matériel et méthode	2
1.	Historique et Points de prélèvement	2
2.	Paramètres in-situ	3
3.	Concentrations en nitrates et phosphates.....	3
4.	Mesure de débit.....	4
5.	Calcul de flux	4
IV.	Résultats	4
1.	Pluviométrie	4
2.	Lavoirs.....	5
3.	Zones humides.....	6
a.	Mares sur le Poul Lopic	6
b.	Prairie humide sur le Lenn Vras	7
4.	Flux d'azote aux exutoires	7
5.	Données historiques	8
V.	Conclusion	9
1.	Continuum ouest	9
2.	Continuum médian.....	9
3.	Continuum est	9

I. Introduction et objectifs de l'étude

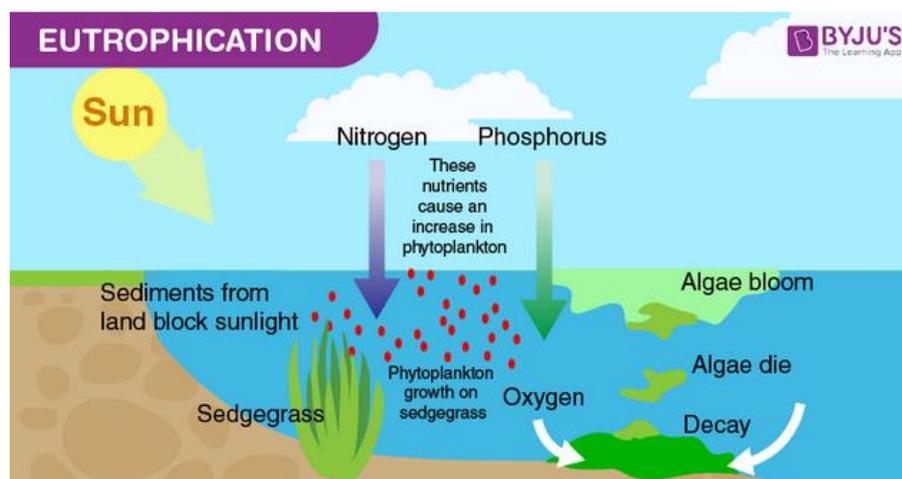
L'EPAB est la structure porteuse du SAGE Baie de Douarnenez et du Contrat Territorial (déclinaison locale du Plan de Lutte contre les Algues Vertes), qui ont tous deux pour objectif la reconquête de la qualité de la ressource en eau et des milieux aquatiques, ainsi que du bon état de la masse d'eau côtière baie de Douarnenez.¹ Le volet « Connaissances » est mobilisé afin d'évaluer la progression générale vers les objectifs fixés et estimer l'impact des actions menées à l'échelle du territoire.

La ville de Douarnenez a sollicité l'EPAB suite à un phénomène d'eutrophisation constaté dans plusieurs lavoirs du site naturel des Plomarc'h dont elle a la gestion. La commune souhaite savoir si un surplus d'azote ou de phosphore peut être à l'origine du phénomène. L'étude a été élargie aux trois cours d'eau qui parcourent le site, afin d'estimer le flux d'azote qu'ils représentent vers la baie de Douarnenez.

II. Contexte

1. Phénomène d'eutrophisation

L'eutrophisation d'un milieu aquatique résulte d'un déséquilibre de ses caractéristiques naturelles. En l'occurrence, la présence trop importante d'éléments nutritifs provoque un surdéveloppement de certaines espèces de producteurs primaires (algues, cyanobactéries et macrophytes), excédant les capacités du milieu. Le symptôme le plus visible de cette dystrophie est la couverture, partielle ou totale, de la surface de l'eau par les végétaux. Cette couverture bloque la pénétration de la lumière et limite les échanges gazeux avec l'atmosphère. De plus, pour décomposer cette matière organique en surplus, les bactéries aérobies consomment davantage d'oxygène, provoquant rapidement une anoxie du milieu. Les espèces présentes fuient ou, si elles ne le peuvent pas, souffrent d'un stress anoxique limitant leur survie. La matière organique colmate les fonds, entraînant une dégradation de l'habitat des invertébrés et des zones de reproduction des poissons. Enfin, en l'absence d'oxygène, les bactéries anaérobies prolifèrent et entraînent la fermentation de la matière organique, libérant de gaz toxiques (ammoniac et sulfure d'hydrogène) ainsi que du méthane. Le développement des cyanobactéries peut également provoquer la libération de toxines. Le phénomène d'eutrophisation se manifeste le plus souvent par des épisodes chroniques, avec un fort développement de végétaux au printemps et en été, puis une régression quand les conditions climatiques sont moins favorables. Cependant, la répétition de ces épisodes a des conséquences sur le long terme. Le milieu « étouffe » : la température de l'eau est plus élevée, l'eau est trouble, plus acide et peu oxygénée, la concentration en ions ammonium (toxique pour les poissons) augmente, le substrat devient vaseux, et finalement, la biodiversité est limitée aux seules espèces pouvant survivre dans ces conditions. Enfin, le changement climatique tend à accentuer le phénomène, via le réchauffement de la température de l'air et de l'eau.



De fait, certains milieux aquatiques sont plus sensibles que d'autres au phénomène d'eutrophisation. Dans des milieux ouverts avec un bon renouvellement d'eau, les nutriments en excès sont rapidement brassés et dilués, et l'oxygénation est assurée. C'est pourquoi ces milieux résistent mieux à un excès de nutriments. Au contraire, dans des milieux aquatiques fermés, avec peu de renouvellement d'eau, comme une mare ou une baie côtière, les nutriments s'accumulent et le renouvellement en oxygène est faible, ce qui accentue le phénomène.

Les nutriments incriminés sont principalement l'azote et le phosphore, parfois le carbone, tous trois indispensables au développement des végétaux. Ils sont présents, parfois en grande quantité, dans les effluents urbains et agricoles. Azote et phosphore n'ont cependant pas la même influence, selon le type de milieu aquatique récepteur. En eau douce (mares, lacs ou canaux par exemple), le principal élément limitant le développement des producteurs primaires est le phosphore. En effet, le phosphore est naturellement très peu présent dans les eaux douces de surface, car il n'est issu que de l'altération des roches, alors que l'azote est disponible en quantité dans l'atmosphère. L'apport de phosphore via les rejets d'assainissement ou l'érosion des terres agricoles peut donc très vite faire basculer les équilibres qui régissent le milieu récepteur. A l'inverse, en eau salée (estuaires ou baies par exemple), le phosphore se trouve en quantité suffisante dans les sédiments, et c'est alors l'azote qui limite la prolifération algale.

2. Territoire

Le site naturel des Plomarc'h s'étend sur environ 15 hectares. Géré par la ville Douarnenez, il comprend une mosaïque de milieux de bois, prairies, falaises, mares... traversés par de nombreux sentiers pédestres ouverts au public. Le site accueille de nombreuses activités pédagogiques centrées autour de sa ferme de sauvegarde des espèces locales et de son potager.

Les cours d'eau sont au nombre de trois et sont représentés sur la carte de situation des points de prélèvements en p6.

- Un cours d'eau à l'ouest, d'une longueur d'environ 465m. Il prend sa source au lavoir de Poul Lopic, traverse le lavoir de Ster C'hlaon puis un ensemble de deux mares, avant de rejoindre la baie à flanc de falaise. Ce cours d'eau est appelé « Poul Lopic » dans ce rapport ;
- Un cours d'eau médian, d'une longueur d'environ 300m. Auparavant entièrement conduite par un fossé, l'eau issue de la source de Lenn Vras traverse à présent une prairie humide sur plus de 180m avant de rejoindre l'eau issue du lavoir de Lenn Vras, puis l'exutoire à flanc de falaise. Ce cours d'eau est appelé « Lenn Vras » dans ce rapport ;
- Un cours d'eau tout à l'est au niveau de cuves gallo-romaines. Bien plus court, il semble prendre sa source dans le jardin d'un particulier avant de rejoindre un affluent busé puis de s'étendre sur une centaine de mètre et rejoindre la plage par une conduite souterraine.

III. Matériel et méthode

1. Historique et Points de prélèvement

Des mesures physico-chimiques ainsi que de l'analyse des concentrations en nitrates avaient été effectuées en novembre 2019 sur les trois exutoires et les trois lavoirs du site. Seuls les données brutes et l'emplacement des points ont été retrouvés, sans que le contexte de ces mesures ne soit connu. Néanmoins, les méthodes de mesure sont similaires : les mesures physico-chimiques ont été réalisées avec des sondes similaires voire identiques, et les concentrations mesurées par un laboratoire partenaire. Ces résultats seront donc inclus dans l'étude.

En 2024, un repérage a été effectué avec le technicien « milieu naturel » du site des Plomarc'h afin de positionner les points de prélèvements et s'accorder sur le protocole :

- Toutes les mesures sont effectuées par temps sec pour s'affranchir des effets de la pluviométrie ;
- L'eau des trois lavoirs est mesurée et prélevée au niveau de l'alimentation (arrivée dans le lavoir) et non dans le bassin ;

- Une mesure « amont-aval » est effectuée sur deux sites d'épuration naturelle : un ensemble de deux mares sur le bras de Poul Laptic, et une prairie humide récemment restaurée via le comblement du fossé sur le bras du Lenn Vras ;
- Une mesure est réalisée à l'exutoire de chacun des trois cours d'eau

Sur chacun des points sont mesurées : la température, la conductivité, le pH, la concentration en nitrates et la concentration en orthophosphates. La concentration en oxygène dissout et la saturation n'ont pas été mesurées sur les exutoires, en raison des turbulences importantes favorisant la dissolution de l'oxygène atmosphérique.



2. Paramètres in-situ

Les paramètres physico-chimiques in-situ sont mesurés à l'aide de sondes. L'appareil de mesure est un boîtier multi paramètres HQ40D fourni par Hach, sur lequel peuvent être branchées deux électrodes.

- Le pH est mesuré par sonde électrochimique PHC20101 de Hach ;
- La conductivité est mesurée par la sonde CDC40101 de Hach ;
- La concentration et la saturation en oxygène dissout sont mesurés par la sonde LDO10105 de Hach ;
- Les trois sondes utilisées proposent une mesure de la température de l'échantillon. La cohérence des valeurs entre les sondes est vérifiée, et c'est la valeur proposée par la sonde de conductivité qui est retenue. En effet celle-ci propose une valeur stable plus rapidement que la sonde pH.

Ces mesures permettent d'estimer à quel point la nappe souterraine est en interaction avec l'eau de surface. Notamment, plus l'eau est issue d'une nappe profonde, moins elle est oxygénée.

3. Concentrations en nitrates et phosphates

Les échantillons d'eau sont prélevés dans un flacon en plastique de 100mL et conservés dans un contenant isolant (sac à dos puis glacière) avec pains de glace pendant la phase terrain. Ils sont ensuite stockés au réfrigérateur (4°C) avant d'être pris en charge dans les 24h par le laboratoire agréé qui réalise l'analyse des nitrates par colorimétrie.

La limite de quantification du paramètre Nitrates est de 0,5 mg/L. La limite de quantification du paramètre Phosphates est de 0,02 mg/L.

4. Mesure de débit

Une mesure de débit a été réalisée à l'exutoire de chacun des trois cours d'eau étudiés. Les conditions de mesure n'étant pas appropriées à l'usage du courantomètre électromagnétique, une mesure plus grossière a été réalisée à l'aide d'un seau. La durée de remplissage d'un seau de 14 L a été mesurée avec trois répétitions pour chacun des points. Le débit moyen instantané est calculé selon la formule suivante :

$$Q_i (L/s) = \frac{\text{Volume (L)}}{\text{temps moyen (s)}}$$

Le débit ainsi calculé est peu précis, aussi convient-il de garder un regard critique sur les valeurs de flux d'azote qui en découlent.

5. Calcul de flux

Il est estimé que la forme principale d'azote circulant vers la baie de Douarnenez est le nitrate. Par la suite de ce rapport, « flux d'azote » et « flux de nitrates » sont donc confondus. Le flux est la quantité d'azote circulant dans le cours d'eau pour une période de temps donnée. Il est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Flux instantané}(mg/s) = \text{concentration}(mg/L) * \text{débit instantané}(L/s)$$

Le flux journalier est calculé en multipliant le flux instantané par 86400 (3600 secondes x 24 h)

IV. Résultats

1. Pluviométrie

La campagne de prélèvement a eu lieu le 12 juin 2024. Le dernier épisode pluvieux enregistré par le pluviomètre de Kervignac (Douarnenez Communauté) est de 0,6 mm le 5 juin 2024.

2. Lavoirs

Lavoir de Poul Lopic	Lavoir de Ster C'hlaon
	
Température : 15,4 °C	Température : 15,6 °C
pH : 6,31	pH : 6,32
Conductivité : 303 µS/cm	Conductivité : 304 µS/cm
O ₂ : 7,33 mg/L soit 76,9 % de saturation	O ₂ : 5,88 mg/L soit 58,3 % de saturation
[NO ₃ ⁻] : 42 mg/L	[NO ₃ ⁻] : 35 mg/L
[PO ₄ ³⁻] : 0,06 mg/L	[PO ₄ ³⁻] : 0,09 mg/L
<p>Ces deux lavoirs présentent un développement végétal important. La surface de l'eau est recouverte de lentilles d'eau (probablement <i>Lemna minor</i>). L'eau sortant du lavoir de Poul Lopic est canalisée sous le chemin éponyme et libérée dans le lavoir de Ster C'hlaon. Par temps sec, il est donc normal que les paramètres physico-chimiques soient similaires pour les deux lavoirs. La diminution importante de la saturation en oxygène et de la concentration en nitrates entre les deux lavoirs s'explique par le temps de résidence de l'eau dans le lavoir de Poul Lopic. L'azote est consommé par les végétaux pour se développer, et l'oxygène dissout est consommé par les bactéries pour décomposer cette matière organique.</p> <p>Plusieurs avaloirs d'eau de pluie donnant sur cette même canalisation, il est possible qu'une différence entre les deux lavoirs s'établisse par temps de pluie.</p> <p>Ainsi, le lavoir de Ster C'hlaon est un lavoir de cours d'eau, et seule l'eau analysée au lavoir de Poul Lopic est considérée comme représentative de l'eau souterraine à cet endroit. Les caractéristiques physico-chimiques sont témoins d'une faible profondeur de nappe et d'une vulnérabilité aux apports de sub-surface.</p>	

Lavoir de Lenn Vras



Température : 13,9 °C

pH : 6,35

Conductivité : 237 µS/cm

O₂ : 5,87 mg/L soit 58,5 % de saturation

[NO₃⁻] : 14 mg/L

[PO₄³⁻] : <0,02 mg/L

Le lavoir de Lenn Vras ne montre pas de signes d'eutrophisation. L'absence de phosphore empêche le développement de végétaux dans le bassin. Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont témoins d'une interaction moindre avec l'atmosphère et l'eau de surface, et donc potentiellement d'une origine relativement profonde. Un léger dépôt de vase est cependant présent au fond du lavoir, qui peut avoir pour origine la décomposition des feuilles des arbres alentour.

3. Zones humides

a. Mares sur le Poul Laptic

L'influence des mares sur le ruisseau de Poul Laptic est estimée par comparaison des points « mares amont » et « exutoire 01 »

Station	A	exu01
Nom	mares amont	exutoire 01
Température (°C)	17,7	18,7
pH	6,32	6,45
Conductivité (µS/cm)	403	301
[NO ₃ ⁻] (mg/L)	39	27
[PO ₄ ³⁻] (mg/L)	0,72	0,11

Les mares et la portion du cours d'eau en amont de celles-ci permettent un abattement des nitrates de 30 % et des phosphates de 84 %. On estime que l'autoépuration est moindre entre la sortie des mares et l'exutoire du fait du dénivelé important qui augmente la vitesse du courant. L'augmentation de la température et du pH est cohérente avec le passage de l'eau dans une zone lentique.

Les mares en elles-mêmes n'ont pas montré de signe d'eutrophisation : la végétation y est diversifiée, l'eau relativement claire, la surface est libre, des animaux aquatiques y vivent (canards, amphibiens...). La plus petite des deux mares, située en aval, a cependant tendance à s'envaser rapidement. L'envasement et, à terme, le comblement des mares, est un phénomène naturel. Cependant, la vitesse du phénomène est influencée par

les apports anthropiques. En l'occurrence, la présence de phosphore et de nitrates en grande quantité conduit à une forte productivité végétale et donc à un apport important en matière organique qui se décompose. Limiter les concentrations en nutriments qui arrivent dans les mares pourrait donc permettre de réduire la vitesse avec laquelle celles-ci se comblent, et donc de maintenir un habitat viable pour les nombreuses espèces qui les peuplent. En particulier, les mares sont labellisées « refuges Grenouilles » et hébergent plusieurs espèces d'amphibiens.

b. Prairie humide sur le Lenn Vras

La restauration de la prairie humide a été faite en comblant le fossé d'écoulement de la source du Lenn Vras pour que l'eau s'écoule par gravité dans la prairie. Celle-ci est pâturée une partie de l'année. Un fossé collecte l'eau en contrebas afin de ne pas inonder le sentier. L'eau a été prélevée avant la confluence entre ce fossé et la sortie du lavoir de Lenn Vras.

Station	C	B
Nom	source du Lenn Vras	contrebas prairie humide
Température (°C)	14,5	15,7
pH	6,39	6,24
Conductivité (µS/cm)	588	259
O2 dissout (mg/L)	7,75	7,46
saturation en O2 (%)	79,9	73,4
[NO ₃] (mg/L)	25	12
[PO ₄ ³⁻] (mg/L)	1,3	0,1



L'influence de la prairie humide est estimée par comparaison des points « source de Lenn Vras » et « sortie prairie humide ». La restauration de la prairie humide a permis un abattement des nitrates de 52 % et un abattement des phosphates de 92 %. On remarque également que la source du Lenn Vras est bien plus chargée en nitrates et surtout en phosphates que les autres sources du site, et notamment que celle du lavoir de Lenn Vras, pourtant toute proche. Cela conforte l'hypothèse que l'eau du lavoir du Lenn Vras est d'origine plus profonde et moins influencée par les apports de sub-surface.

4. Flux d'azote aux exutoires

Le débit de chaque exutoire a été estimé grossièrement à l'aide d'un seau. Les valeurs de débit et donc de flux sont très approximatives et ne doivent être prises en compte que pour donner un ordre de grandeur.

	Temps1 (s)	Temps2 (s)	Temps3 (s)	Temps moyen (s)	Débit instantané (L/s)	Concentration en azote (mg/L)	Flux instantané d'azote (mg/s)	Flux journalier d'azote (kg/j)
Exutoire 01	4,66	4,6	4,15	4,5	3	27	85	7
Exutoire 02	13,7	11,6	10,9	12,1	1	14	16	1
Exutoire 03	4,33	4,2	4,12	4,2	3	28	93	8

Le débit des exutoires 01 (à l'ouest) et 03 (à l'est) sont comparables, de l'ordre de 3L/s. Le débit de l'exutoire 02 (médian) quant à lui est plus faible. Ce faible débit conjoint à une faible concentration en nitrates en fait une source d'azote vers la baie bien moindre que les deux autres cours d'eau.

5. Données historiques

Les données collectées en 2019 sont présentées dans le tableau ci-dessous. Il est difficile de tirer des conclusions en les comparant aux résultats de la campagne de 2024. En effet, les points de prélèvement ne sont pas exactement les mêmes, par exemple le point « Lenn Vras amont » représente la source en 2024, mais un point environ 80m en aval en 2019. La comparaison est surtout limitée car la saison n'est pas la même. En raison du contexte d'eutrophisation, la campagne de 2024 a été réalisée en début d'été, avec des niveaux de nappe hauts et en baisse. La campagne de 2019 a été réalisée en automne, alors que la recharge des nappes était déjà très avancée. Le bulletin de situation du BRGM de fin novembre 2019 indique des niveaux de nappe dans cette zone très supérieurs à la normale et en augmentation. Cependant, ces résultats n'ayant pas été valorisés à l'époque, il semble important de les faire figurer dans le présent compte-rendu. Notamment, la salinité avait été mesurée, sans doute afin d'estimer l'influence d'une potentielle intrusion marine.

Nom	lavoir de Poul Lopic		lavoir de Ster C'hlaon		exutoire 01	
	nov. 2019	juin. 2024	nov. 2019	juin. 2024	nov. 2019	juin. 2024
Température (°C)	13,2	15,4	13,6	15,6	12	18,7
Conductivité (µS/cm)	224	303	230	304	195	301
O2 dissout (mg/L)	7,85	7,33	5,92	5,88	8,75	
saturation en O2 (%)	76,3	76,9	60	58,3	82	
pH	6,1	6,31	5,83	6,32	6,55	6,45
salinité (‰)	0,14		0,14		0,13	
NO3 (mg/L)	39	42	36	35	24	27
PO4 (mg/L)		0,06		0,09		0,11

Nom	Lenn Vras amont		lavoir de Lenn Vras		exutoire 03	
	nov. 2019	juin. 2024	nov. 2019	juin. 2024	nov. 2019	juin. 2024
Température (°C)	13	14,5	13	13,9	12,6	14,2
Conductivité (µS/cm)	187	588	184	237	198	367
O2 dissout (mg/L)	8,5	7,75	7,86	5,97	10,2	
saturation en O2 (%)	82	79,9	75	58,5	97	
pH	6,08	6,39	5,9	6,35	5,9	6,55
salinité (‰)	0,12		0,11		0,12	
NO3 (mg/L)	21	25	26	14	42	28
PO4 (mg/L)		1,3		0		

V. Conclusion

1. Continuum ouest

lavoir de Poul Lopic, lavoir de Ster C'hlaon, mares, exutoire 01

L'eutrophisation sur les deux lavoirs de Poul Lopic et de Ster C'hlaon est liée à la présence d'ions orthophosphates (0,06 mg/L) et nitrates (42 mg/L) dans l'eau de nappe alimentant le lavoir de Poul Lopic. La présence de nitrate seule ne permettrait pas le développement d'une flore aquatique aussi importante. La concentration en phosphates peut sembler très faible, mais elle est suffisante pour permettre le développement d'une végétation, notamment car dans un lavoir les conditions y sont favorables : faible courant et faible profondeur favorisent une bonne pénétration de la lumière et une température relativement élevée. En limitant la présence de ce nutriment dans l'eau par un plan d'actions adapté, le phénomène d'eutrophisation devrait se résorber. Dans l'attente des effets visibles de ce plan d'action, le curage régulier de ces deux lavoirs pourrait permettre de limiter l'ampleur du phénomène, en supprimant le stock de nutriments représenté par le sédiment. Ce curage devrait avoir lieu en dehors des périodes de reproduction des amphibiens qui ont été identifiés sur le site. En aval, la présence des mares a un impact très positif sur la qualité de l'eau, en permettant un abattement important des concentrations en nitrates et en phosphates. En contrepartie, la productivité importante de ces mares peut amener à augmenter leur vitesse de comblement. Le flux d'azote à l'exutoire est d'environ 85 mg/s, soit 7 kg/j.

2. Continuum médian

source du Lenn Vras, prairie humide, lavoir de Lenn Vras, exutoire 02

Si la concentration en nitrates à la source du Lenn Vras est raisonnable, la concentration en phosphates est alarmante : avec 1,3 mg/L elle est presque trois fois supérieure au seuil de qualité de l'eau souterraine qui est de 0,5 mg/L². En ce sens, le maintien du caractère humide de la prairie est souhaitable, puisqu'elle permet un abattement efficace des nutriments. Il serait également souhaitable de déterminer quelles sont les sources de cette pollution et de mener un plan d'action pour y remédier.

L'eau issue du lavoir de Lenn Vras quant à elle semble d'origine relativement profonde et est exempte de pollution, expliquant l'absence d'eutrophisation dans ce lavoir.

L'eau s'écoulant à l'exutoire est un mélange des deux origines précédentes. Le flux d'azote est faible, de l'ordre de 16 mg/s, soit 1 kg/j, du fait du débit et de la concentration en nitrates relativement faibles.

3. Continuum est

exutoire 03

Le seul point de mesure est l'exutoire. Le flux d'azote à l'exutoire est d'environ 93 mg/s, soit 8 kg/j.

² Guide d'évaluation de l'état des eaux souterraines, Juillet 2019