

Décembre 2024

---

## Étude Hydrologie, Milieux, Usages et Climat - HMUC



### *Analyse de l'hydrologie sur le territoire du SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye*

## Sommaire

<b>Liste des figures .....</b>	<b>1</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>6</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>8</b>
<b>1 Caractéristiques du bassin versant Arguenon Baie de la Fresnaye .....</b>	<b>11</b>
1.1 Climat.....	11
1.1.1 Températures .....	11
1.1.2 Précipitations .....	12
1.2 Ressource superficielle du bassin ABF.....	13
1.2.1 Orographie et topographie .....	13
1.2.2 Réseau Hydrographique.....	14
1.2.3 Les zones humides.....	16
1.2.4 Les plans d'eau .....	18
1.3 Ressource souterraine du bassin ABF.....	19
1.3.1 La géologie du territoire .....	19
1.3.2 Entités hydrogéologiques du territoire.....	22
1.3.3 Exploitation hydrogéologique .....	24
<b>2 Analyse du fonctionnement hydrologique.....</b>	<b>30</b>
2.1 Réseaux ONDE & ASSEC .....	30
2.2 Hydrologie .....	33
2.2.1 Stations hydrométriques .....	33
2.2.2 Analyse des chroniques de débits moyens journaliers, mensuels & annuels .....	34
2.2.3 Débits classés.....	38
2.2.4 Basses eaux & étiages.....	40
2.2.5 Hautes eaux & crues .....	50
2.2.6 Débits et volumes moyens mensuels des cours d'eau modélisés .....	55
<b>3 Analyse du fonctionnement hydrogéologique.....</b>	<b>65</b>

3.1	Suivi et analyse piézométrique .....	65
3.1.1	Piézomètre La Vallée (Quintenic) .....	65
3.1.2	Piézomètre Trémeur .....	68
3.2	Relation nappe-rivière.....	70
3.3	Recharge de la nappe .....	89
3.3.1	Pluies efficaces .....	90
3.3.2	Recharge des nappes.....	95
<b>4</b>	<b>Reconstitution du débit naturel.....</b>	<b>99</b>
4.1	Prélèvements & rejets .....	99
4.2	Reconstitution du débit naturel .....	105
4.2.1	Hypothèses retenues pour déterminer les prélèvements et les rejets mensuels .....	105
4.2.2	Reconstitution des débits naturels mensuels sur 5 ans .....	105
4.2.3	Débit mensuel minimal naturel de fréquence de retour 5 ans (QMNA5).....	109
4.2.4	Caractérisation de l'écart entre l'hydrologie naturelle et l'hydrologie influencée .....	112

## Liste des figures

Figure 1 : Schéma d'étude HMUC .....	8
Figure 2 : Découpage des Unités de Gestion (UG) sur territoire du SAGE.....	10
Figure 3 : Diagramme ombrothermique de Saint-Cast-le-Guildo.....	11
Figure 4 : Répartition de la pluviométrie sur le territoire du SAGE .....	12
Figure 5 : Carte topographique du SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye.....	13
Figure 6 : Les 13 masses d'eau du SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye .....	16
Figure 7 : Cartes des zones humides du SAGE ABF .....	17
Figure 8 : Proportion de zones humides par communes du SAGE Arguenon – Baie de la Fresnaye ...	17
Figure 9 : Log géologique des forages au sein du territoire (croix sur figure 10) © BRGM .....	20
Figure 10 : Contexte géologique du SAGE ABF .....	21
Figure 11 : Schéma d'un aquifère de socle © BRGM .....	23
Figure 12 : Masses d'eau et nappes réservées en priorité à l'AEP (NAEP) sur le territoire du SAGE..	23
Figure 13 : Indice de développement des persistances des réseaux du SAGE ABF .....	24
Figure 14 : Localisation des ouvrages souterrains référencés dans la base de données BSS .....	26
Figure 15: Nature des ouvrages souterrains © BSS .....	27
Figure 16: Fonctions des ouvrages souterrains © BSS .....	27
Figure 17 : Nombre de forages par communes © SILURES .....	28
Figure 18 : Unités de gestion et piézomètres du SAGE .....	29
Figure 19 : Position des stations de suivi ONDE .....	30
Figure 20 : Evolution des observations du réseau ONDE sur le territoire du SAGE.....	31
Figure 21 : Points de suivi d'observation du réseau ASSEC .....	32
Figure 22 : Moyenne interannuelle des débits moyens mensuels spécifiques de l'Arguenon, de la Rosette et du Frémur .....	34
Figure 23 : Hydrogrammes (m <sup>3</sup> /s) et valeurs clés de l'Arguenon, la Rosette et du Frémur (m <sup>3</sup> ) .....	35
Figure 24 : Répartition des volumes moyens écoulés au cours de l'année sur l'Arguenon, la Rosette et le Frémur .....	36

Figure 25 : Évolution des volumes moyens mensuels de l'Arguenon et de la Rosette.....	37
Figure 26 : Évolution des volumes moyens mensuels du Frémur.....	38
Figure 27 : Histogrammes des jours de dépassement des débit classés au droit des stations hydrométriques de la DREAL.....	39
Figure 28 : Moyenne interannuelle des débits moyens journaliers spécifiques de l'Arguenon, de la Rosette et du Frémur.....	40
Figure 29: Évolution des débits consécutifs minimaux sur 30 jours.....	42
Figure 30 : Évolution des débits consécutifs minimaux sur 10 jours.....	43
Figure 31 : Évolution des débits consécutifs minimaux sur 5 jours.....	43
Figure 32 : Évolution du débit journalier minimal.....	43
Figure 33 : Évolution des débits moyens minimums mensuels annuels sur l'Arguenon, la Rosette et le Frémur.....	44
Figure 34 : Évolution du jour d'apparition du DC80.....	45
Figure 35 : Évolution du jour d'apparition du DC90.....	46
Figure 36 : Évolution du jour d'apparition du VCN30.....	47
Figure 37: Évolution du jour d'apparition du VCN10.....	47
Figure 38 : Évolution du jour d'apparition du VCN5.....	48
Figure 39 : Évolution du jour d'apparition du DCE.....	48
Figure 40 : Évolution du jour d'apparition du QJN.....	49
Figure 41 : Moyenne interannuelle des débits moyens journaliers spécifiques en période de hautes eaux.....	50
Figure 42 : Variation des VCX30 et VCX5 sur l'Arguenon, la Rosette et le Frémur.....	51
Figure 43 : Variation du QJX sur l'Arguenon, la Rosette et le Frémur.....	51
Figure 44 : Évolution du jour d'apparition du DC20.....	52
Figure 45 : Évolution du jour d'apparition du DC10.....	53
Figure 46 : Évolution du jour d'apparition du DCC.....	53
Figure 47 : Évolution du jour d'apparition du VCX30.....	54
Figure 48 : Évolution du jour d'apparition du VCX5.....	54

Figure 49 : Évolution du jour d'apparition du QJX .....	54
Figure 50 : Débit moyen journalier mesuré en aval du barrage .....	55
Figure 51 : Débit calculé avec la formule du SDAEP22 sur la période 2000-2023 .....	55
Figure 52 : Débit calculé avec la formule du SDAEP22 comparé au débit mesuré .....	56
Figure 53 : Bassin versant du Montafilan.....	56
Figure 54 : Moyenne interannuelle des débits moyens journaliers spécifiques de la retenue de l'Arguenon .....	57
Figure 55 : Dates d'apparition des indicateurs des basses eaux sur l'UG4 .....	58
Figure 56 : Dates d'apparition des indicateurs des hautes eaux sur l'UG4 .....	60
Figure 57 : Moyenne interannuelle des débits moyens journaliers spécifiques du Montafilan.....	61
Figure 58 : Dates d'apparition des indicateurs des basses eaux sur le Montafilan .....	62
Figure 59 : Dates d'apparition des indicateurs des hautes eaux sur le Montafilan .....	64
Figure 60 : Localisation du piézomètre de La Vallée à Quintenic .....	65
Figure 61 : Evolution du niveau piézométrique de la Vallée (Quintenic).....	66
Figure 62 : Corrélation entre les précipitations à Quintenic et la côte piézométrique de la Vallée .....	66
Figure 63 : Corrélation entre le débit du Fremur et la côte piézométrique de la Vallée (Quintenic) ....	67
Figure 64 : Localisation du piézomètre de Trémeur.....	68
Figure 65 : Evolution du niveau piézométrique de Trémeur.....	68
Figure 66 : Corrélation entre les précipitations à Broons et la côte piézométrique de Trémeur .....	69
Figure 67 : Corrélation entre le débit de la Rosette et la côte piézométrique de Trémeur .....	70
Figure 68 : Schéma explicatif sur la répartition des eaux souterraines dans la part du débit du cours d'eau .....	71
Figure 69: BFI en année sèche de l'unité de gestion 1 : La Rosette .....	72
Figure 70: BFI en année de référence de l'unité de gestion 1 : La Rosette.....	73
Figure 71: BFI en année humide de l'unité de gestion 1 : La Rosette .....	73
Figure 72: BFI en année sèche de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station Bois-Léard) .....	74
Figure 73: BFI en année humide de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station Bois-Léard) .....	75
Figure 74: BFI en année référence de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station Bois-Léard) .....	75

Figure 75: BFI en année sèche de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station du Quilloury).....	76
Figure 76: BFI en année de référence de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station du Quilloury) .....	77
Figure 77: BFI en année humide de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station du Quilloury).....	77
Figure 78: BFI en année sèche de l'unité de gestion 3 : Montafilan.....	78
Figure 79: BFI en année de référence de l'unité de gestion 3 : Montafilan .....	79
Figure 80: BFI en année humide de l'unité de gestion 3 : Montafilan.....	80
Figure 81: BFI en année sèche de l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon .....	80
Figure 82: BFI en année humide de l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon .....	81
Figure 83: BFI en année de référence de l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon .....	81
Figure 84: BFI en année sèche de l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits côtiers .....	82
Figure 85: BFI en année de référence de l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits côtiers.....	83
Figure 86: BFI en année humide de l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits côtiers .....	83
Figure 87 : Provenance du débit en période de hautes eaux suivant les unités de gestion.....	86
Figure 88 : Pourcentage de répartition des eaux souterraines suivant le régime hydrologique.....	87
Figure 89 : Evolution du BFI sur les bassins versants du territoire du SAGE ABF.....	88
Figure 90 : Variation mensuelle des pluies efficaces sur le bassin versant de l'Arguenon.....	91
Figure 91 : Pluies efficaces sur le bassin de l'Arguenon.....	91
Figure 92 : Pluies efficaces annuelles de la Baie de la Fresnaye .....	92
Figure 93 : Variation mensuelle des pluies efficaces sur la Baie de la Fresnaye .....	93
Figure 94 : Recharge annuelle sur le BV de l'Arguenon .....	96
<i>Figure 95 : Variation mensuelle la recharge sur l'Arguenon .....</i>	<i>97</i>
Figure 96 : Recharge annuelle sur le BV de la Baie de la Fresnaye.....	97
Figure 97 : Variation mensuelle de la recharge annuelle sur le BV de la Baie de la Fresnaye .....	98
Figure 98: Bilan des usages de l'eau sur le SAGE ABF en 2022 – Fourchette basse.....	101
Figure 99: Bilan des usages de l'eau sur le SAGE ABF en 2022 – Fourchette haute.....	102
Figure 100: Répartition des consommations suivant les usages sur les prélèvements AEP .....	103
Figure 101: Chroniques des débits influencés et naturels sur l'unité de gestion 1: La Rosette .....	106

Figure 102: Chroniques des débits influencés et naturels sur l'unité de gestion 2 : L'Arguenon.....	106
Figure 103: Chroniques des débits influencés et naturels sur l'unité de gestion 3 : Le Montafilan ....	107
Figure 104: Chroniques des débits influencés et naturels sur l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon .....	107
Figure 105: Chroniques des débits influencés et naturels sur l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits Côtiers.....	108
Figure 106: Chroniques mensuelles de QMNA 5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 1 : La Rosette.....	109
Figure 107: Chroniques mensuelles de QMNA 5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 2 : Arguenon .....	109
Figure 108: Chroniques mensuelles de QMNA 5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 3 : Montafilan .....	110
Figure 109: Chroniques mensuelles de QMNA 5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon.....	110
Figure 110: Chroniques mensuelles de QMNA 5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits Côtiers.....	111
Figure 111 : Ecart entre les QMNA5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 1 : La Rosette.....	112
Figure 112: Ecart entre les QMNA5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 2 : Arguenon.....	112
Figure 113: Ecart entre les QMNA5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 3 : Montafilan .....	112
Figure 114: Ecart entre les QMNA5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon .....	113
Figure 115 : Ecart entre les QMNA5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits Côtiers.....	113

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques hydrogéologiques du territoire.....	22
Tableau 2 : Caractéristiques des piézomètres de Trémeur et de Quintenic © InfoTerre.....	28
Tableau 3 : Caractéristiques des stations de jaugeages sur le territoire du SAGE ABF .....	33
Tableau 4 : Débits classés au droit des stations de jaugeage du SAGE ABF.....	39
Tableau 5 : Caractéristiques des débits de basses eaux .....	41
Tableau 6 : Indice de sévérité d'étiage.....	41
Tableau 7: Caractéristiques des débits de hautes eaux .....	50
Tableau 8 : Caractéristiques des débits de basses eaux sur l'UG4.....	57
Tableau 9 : Caractéristiques des débits de hautes eaux sur l'UG4.....	59
Tableau 10 : Caractéristiques des débits de basses eaux sur l'UG3 : le Montafilan.....	61
Tableau 11 : Caractéristiques des débits de hautes eaux sur l'UG3 : le Montafilan.....	63
Tableau 12 : Caractéristiques et périodes de mesures des stations météorologiques retenues (© Météo-France).....	72
Tableau 13: BFI mensuel de l'unité de gestion 1 : La Rosette .....	74
Tableau 14: BFI moyen de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station Bois-Léard).....	76
Tableau 15: BFI moyen de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station du Quilloury) .....	78
Tableau 16: BFI moyen de l'unité de gestion 3 : Montafilan .....	80
Tableau 17: BFI moyen de l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon.....	82
Tableau 18: BFI moyen de l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits côtiers .....	84
Tableau 19 : Bilan des BFI sur l'ensemble des unités de gestion .....	84
Tableau 20 : Méthode utilisée pour déterminer le BFI grâce à l'outil numérique .....	88
Tableau 21: Statistiques sur les chroniques de BFI suivant les unités de gestion .....	88
Tableau 22 : Récapitulatif des méthodes utilisées pour la détermination de la recharge de la nappe et des pluies efficaces .....	90
Tableau 23 : Données de pluie efficace sur les bassins de l'Arguenon et de la Baie de la Fresnaye ....	94
Tableau 24 : Données nécessaires à l'élaboration du calcul de recharge de la nappe.....	95

Tableau 25 : Propriétés des bassins versants nécessaires à la détermination de la recharge de la nappe .....	95
Tableau 26 : Moyenne interannuelle de la recharge de nappe sur le BV Arguenon .....	96
Tableau 27 : Moyenne interannuelle de la recharge de nappe sur le BV Baie de la Fresnaye .....	98
Tableau 28: Origines de la ressource en eau selon les usages .....	99

## Introduction

Les analyses HMUC s'inscrivent dans un contexte marqué par l'intensification des impacts du changement climatique et une augmentation des besoins en eau, qui accentuent les tensions sur cette ressource essentielle. Elles visent à fournir un état des lieux territorialisé, indispensable pour définir, de manière concertée, les volumes d'eau prélevables. Ces volumes concernent les prélèvements directs dans la ressource en période de basses eaux, qu'ils soient autorisés ou déclarés, et couvrent l'ensemble des usages. Toutefois, ces volumes prélevables ne représentent qu'une fraction des volumes potentiellement mobilisables, qui englobent l'ensemble des prélèvements, qu'ils soient réglementés ou non.

Historiquement, l'aspect quantitatif de la gestion de l'eau n'avait pas été identifié comme un enjeu majeur lors de l'élaboration du SAGE Arguenon – Baie de la Fresnaye. Les états des lieux et diagnostics validés par la CLE en 2011 mettaient l'accent sur des enjeux qualitatifs, notamment pour garantir la pérennité de l'alimentation en eau potable et améliorer la qualité des masses d'eau.

Cependant, les évolutions climatiques récentes ont modifié les équilibres hydrologiques du territoire. Une pré-étude HMUC, réalisée en 2021, a mis en évidence des tendances préoccupantes dans l'évolution des eaux de surface, notamment un allongement et une intensification des périodes d'étiage. Les anomalies « sèches » sont de plus en plus fréquentes, comme en témoignent les épisodes marquants : la sécheresse estivale de 2003, la sécheresse précoce de 2011, les sécheresses hivernales de 2016 et 2017, et l'épisode prolongé et intense de 2022. En parallèle, les précipitations annuelles se répartissent désormais de manière plus irrégulière, amplifiant les déséquilibres entre ressources et besoins.

Face à ces constats, la CLE a décidé en 2022 de mener une analyse HMUC approfondie pour affiner les connaissances sur l'adéquation entre les ressources disponibles et les usages en eau sur le territoire. Cette démarche reflète une prise de conscience accrue et une volonté affirmée, notamment du SMAP et des membres de la CLE, d'adopter une gestion plus fine et durable de la ressource en eau.

L'étude HMUC du SAGE Arguenon – Baie de la Fresnaye se décompose en plusieurs phases :

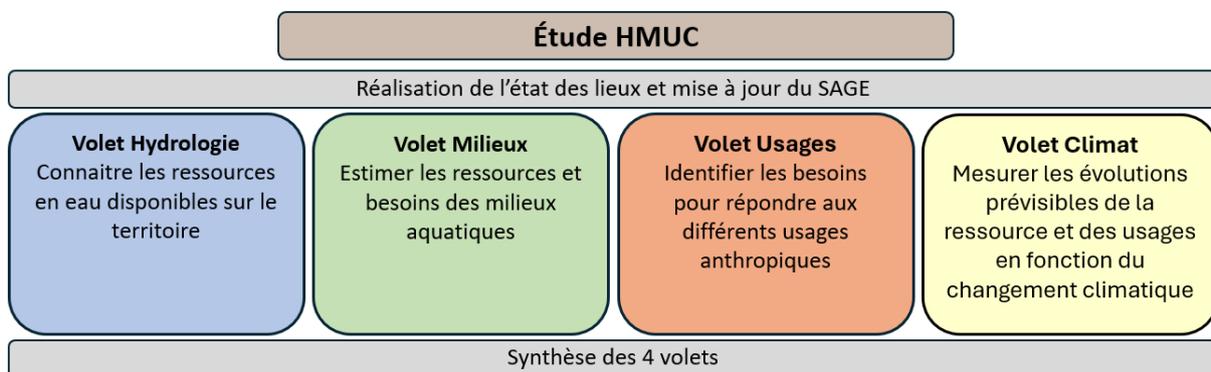


Figure 1 : Schéma d'étude HMUC

Pour la réalisation de cette étude, le territoire du SAGE Arguenon-Baie de la Fresnaye a été organisé en 5 unités de gestion (Figure 2). Ces unités correspondent à des sous-bassins homogènes en termes de caractéristiques, comportements hydrologiques pour la gestion de la ressource en eau. Elles sont composées d'une ou plusieurs entités hydrologiques ou hydrogéologiques.

Les unités de gestion 1 (La Rosette) et 2 (L'Arguenon Amont), au sud, composent la partie amont du territoire.

Ainsi à chaque unité de gestion, une station hydrométrique dite « de référence » est attribuée lorsque celle-ci est présente sur le sous-bassin. Sur le secteur de l'étude, il existe 4 stations de ce type opérationnelles. Les unités de gestion 1, 2 et 5 ont donc comme station de référence :

- Le Frémur (d'Héanbihen) à Pléboulle pour l'UG 5
- La Rosette à Mégrit pour l'UG 1
- L'Arguenon à Jugon-les-Lacs - Bois Léard pour l'UG2

L'UG 4, ayant comme principale caractéristique d'intégrer la retenue de la Ville Hatte, ne dispose pas de suffisamment de données sur la station hydrométrique située en aval de la retenue. En effet, cette station, gérée par le Syndicat Départemental d'Alimentation en Eau Potable (SDAEP22), ne comporte que 15 ans de suivis avec seulement 6 années complètes. Cependant, le débit en sortie de barrage étant géré par le SDAEP22, ces données présentent plus de 30 ans d'historique au pas de temps journalier. Cette donnée sera attribuée en référence à cette UG.

L'UG du Montafilan est la seule unité ne disposant d'aucun type de suivis de débit. Pour cette unité de gestion, diverses modélisations permettront de retracer l'historique des débits.

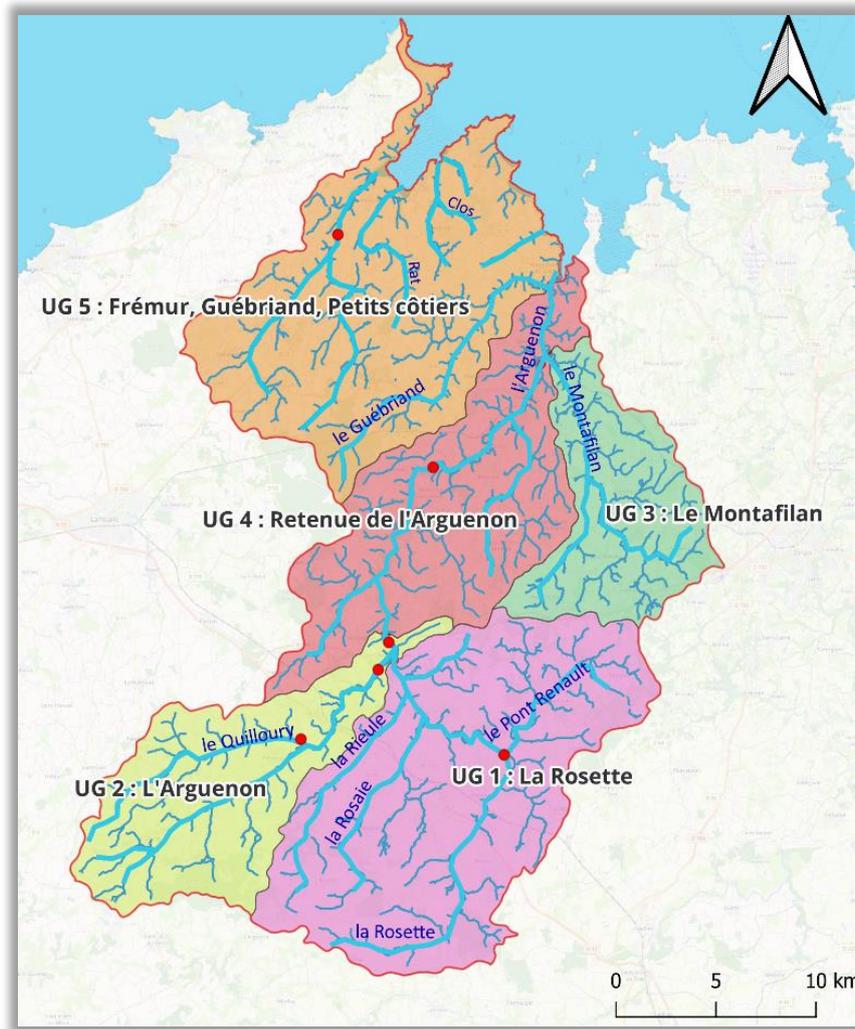


Figure 2 : Découpage des Unités de Gestion (UG) sur territoire du SAGE

Le présent document constitue le rapport d'analyse du volet Hydrologie

# 1 Caractéristiques du bassin versant Arguenon Baie de la Fresnaye

## 1.1 Climat

### 1.1.1 Températures

Le territoire du SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye, comme le reste de la Bretagne, bénéficie d'un climat océanique caractérisé par de fortes influences maritimes. Ce climat doux, avec une température moyenne d'environ 11 °C et des faibles amplitudes thermiques (température moyenne maximale de 14,4 °C et température moyenne minimale de 7,6 °C – Figure 3), connaît peu de phénomènes extrêmes tels que le gel, la neige ou les orages exceptionnels. En raison de cette absence de phénomènes extrêmes, les débits des cours d'eau dépendent largement de la pluviométrie directe.

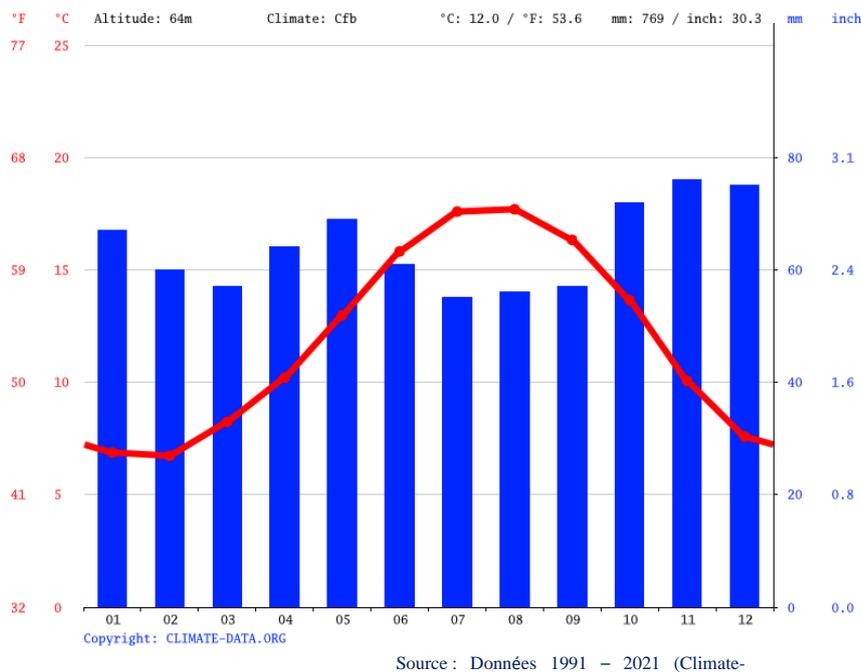


Figure 3 : Diagramme ombrothermique de Saint-Cast-le-Guildo

La pluviométrie moyenne observée sur le bassin versant correspond à une lame d'eau annuelle comprise entre 880 mm (sur la partie amont du bassin) et 660 mm en bordure littorale.

### 1.1.2 Précipitations

Sur le territoire du SAGE, le climat est de type océanique caractérisé par la douceur, de faibles amplitudes thermiques, une hygrométrie élevée de l'air, des pluies fréquentes mais souvent peu abondantes et des vents fréquents et forts. Les températures moyennes mensuelles, et les précipitations figurent sur le diagramme ombrothermique de Saint-Cast-le-Guildo. Saint-Cast-Le-Guildo affiche une température annuelle moyenne de 12.0 °C sur la période 1991-2021. Sur l'année, les précipitations moyennes mensuelles sont de 700 mm.

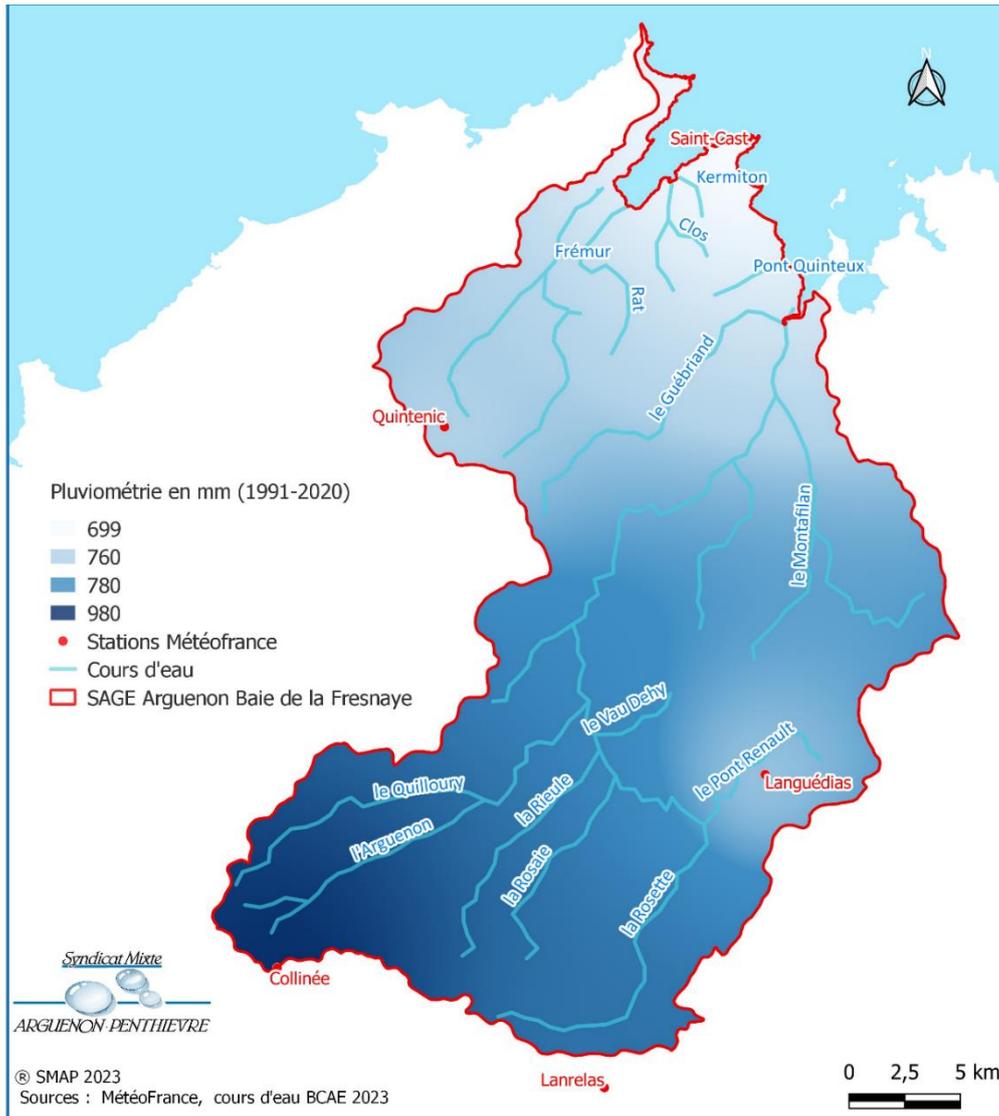


Figure 4 : Répartition de la pluviométrie sur le territoire du SAGE

Au niveau des précipitations, 5 stations ont été prises en compte. On note un gradient décroissant du Sud-Ouest vers le Nord-Est avec une décroissance des précipitations moyennes selon un axe Sud-Ouest / Nord-Est, entre un maximum observé sur Le Mené (Collinée 980 mm/an) et un minimum sur le littoral à Saint-Cast-le-Guildo-Le-Guildo (699 mm/an) (Figure 4).

La carte de répartition des pluviométries ci-dessus a été réalisée par interpolation à partir des données pluviométriques moyennes des 5 stations MétéoFrance acquises sur la période 1991-2020.

## 1.2 Ressource superficielle du bassin ABF

### 1.2.1 Orographie et topographie

L'orographie ou relief du bassin versant du SAGE est représentée par un Modèle Numérique de Terrain (MNT) : la BD Alti de l'IGN. Un Modèle Numérique de Terrain est une représentation numérique simplifiée de la surface d'un territoire, en coordonnées altimétriques (le plus souvent exprimées en mètres par rapport au niveau de la mer), calées dans un repère géographique.

La BD Alti, conçue par l'IGN, est le premier MNT disponible en France. Elle est obtenue par numérisation de courbes de niveau des cartes au 1/50 000ème ou 1/25 000ème.

L'orographie du bassin versant permet de distinguer nettement les points hauts localisés au Sud du bassin. Le point culminant du bassin se situe à 264 m sur la commune de Collinée (Figure 5). Le bassin versant présente des différences topographiques particulièrement significatives entre :

- Les sources de l'Arguenon, la Rosette, la Rieule, la Rosaie et le Quilloury ;
- Les secteurs les plus plans en amont du verrou géologique de Jugon-les-Lacs ;
- Les plaines basses des baies de l'Arguenon et de la Fresnaye au contact du littoral.

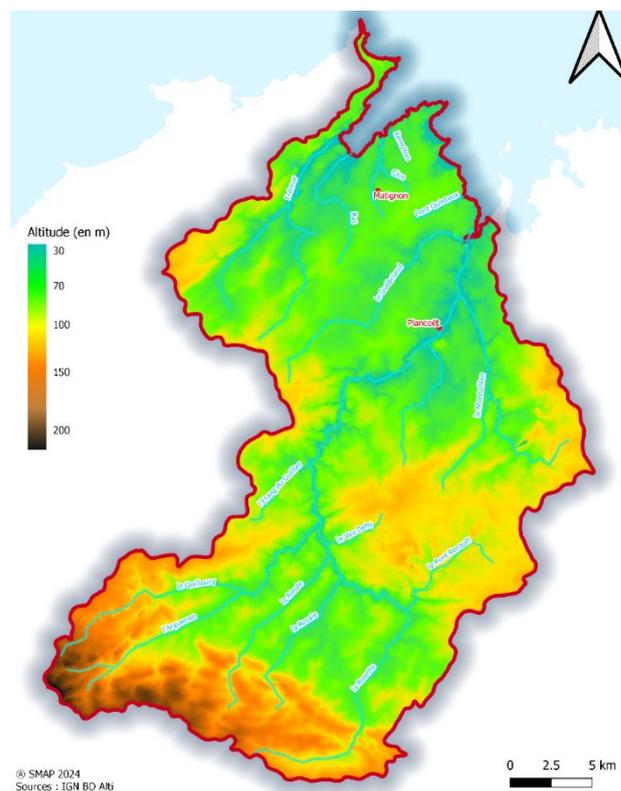


Figure 5 : Carte topographique du SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye

Croisement direct entre la géologie et l'orographie, le classement des pentes permet d'estimer la sensibilité du bassin versant au regard des phénomènes de ruissellement. Une pente importante générera, en fonction de la pluviométrie observée, un fort ruissellement. Ce dernier favorisera le transfert rapide des pollutions vers les cours d'eau. Phénomène classiquement observé sur les bassins versants au

substrat imperméable, la réponse à la pluviométrie est rapide, et les flux polluants fortement corrélés aux débits.

Sur le bassin versant, la quasi-totalité des cours d'eau présente des vallées encaissées avec des pentes très fortes (> 7%). Ces pentes favorisent le ruissellement. La réponse à la pluviométrie est donc rapide.

### 1.2.2 Réseau Hydrographique

Le périmètre de l'étude est le périmètre du SAGE Arguenon – Baie de la Fresnaye. Il intègre les bassins versant de l'Arguenon et du Frémur de la Baie de la Fresnaye. Le territoire étudié appartient au bassin Loire-Bretagne. Il inclus dans son réseau hydrographique de plus de 800 km les cours d'eau suivant :

- L'Arguenon
- Ses affluents d'amont en aval
  - o Le Quilloury
  - o La Rosette
  - o Le Guébriand
  - o Le Montafilan
- Les sous-affluents
  - o Le pont Renault (affluent de la Rosette)
  - o La Rieule (affluent de la Rosette)
  - o La Rosaie (affluent de la Rosette)
- Le Frémur
- Son affluent principal
  - o Le Guinguenoual
- Les fleuves côtiers :
  - o Le Rat
  - o Ruisseau de Matignon
  - o Ruisseau du Pont Quinteux
  - o Ruisseau de Kermiton.

Le bassin versant de l'Arguenon, situé dans le département des Côtes d'Armor, se caractérise par la présence de plusieurs cours d'eau majeurs, dont l'Arguenon lui-même, la Rosette, le Montafilan et le Guébriand. S'étendant sur une superficie d'environ 590 km<sup>2</sup>, ce bassin hydrographique est crucial pour la région en termes d'approvisionnement en eau et de régulation hydrologique. Il possède un débit de 2.06 m<sup>3</sup>/s en moyenne mensuel.

L'Arguenon est un fleuve côtier prenant sa source à une altitude de 258 m sur la commune de Le Mené (Le Gouray). Son parcours s'étend sur 64 km jusqu'à son embouchure à Saint-Cast-le-Guildo. L'Arguenon présente des pentes moyennes d'environ 2%. Son orientation générale est du Sud-Ouest au Nord-Est. Tout au long de son cours, il traverse diverses communes telles que Plénée-Jugon, Jugon-les-Lacs, Plédéliac, Pléven, Pluduno, Plorec-sur-Arguenon, Bourseul, Plancoët, Saint-Lormel, Créhen, Saint-Cast-le-Guildo.

La Rosette, affluent important de l'Arguenon, prend sa source à Eréac et parcourt 35 km avec un dénivelé de 89,08 mètres. Ce cours d'eau présente un profil sinueux, avec une section Ouest-Est de Eréac à Lanrelas, puis une direction Sud-Nord de Broons à sa confluence avec l'Arguenon.

En plus de ces cours d'eau principaux, l'Arguenon et la Rosette sont alimentés par plusieurs cours d'eau secondaires tels que le Quilloury, le ruisseau de la Rieule, la Rosaie et le Guillier. Ces affluents

contribuent à enrichir le réseau hydrographique du SAGE et jouent un rôle essentiel dans la régulation des débits et la préservation de l'écosystème local.

En 1971, le Conseil Départemental entreprend la construction d'un ouvrage sur l'Arguenon. Terminé en 1973, le barrage de la Ville Hatte a pour vocation d'alimenter en eau brute l'usine du Syndicat Mixte Arguenon Penthièvre. Cette dernière alimente en eau potable un tiers des Côtes d'Armor (ainsi que l'interconnexion départementale, et Saint-Malo). Cette retenue offre un volume de 11,5 millions de mètres cubes d'eau à la cote 22,50 m NGF et s'étend sur une superficie de 180 hectares, couvrant un bassin versant amont de 383 km<sup>2</sup>. En 2001, afin de protéger la vie piscicole lors des périodes de faible niveau d'eau, une vanne clapet a été installée à Lorgeril, à quelques km en amont du barrage de la Ville Hatte, ajoutant environ 1 million de mètres cubes d'eau de capacité supplémentaire à la retenue.

Au fil du temps, la mise en place d'une gestion hivernale s'est avérée indispensable pour prévenir du risque inondations notamment sur la commune de Plancoët, située quelques km en aval du barrage. Ce mode de gestion consiste à anticiper des phénomènes météorologiques et hydrologiques importants, en effectuant un « creux » dans le niveau de la retenue. Ce creux permet alors de stocker les débits et volumes entrant dans la retenue, et ainsi limiter le risque inondation en aval du barrage. La commune de Plancoët étant soumise aux phénomènes de marées, ce principe de gestion peut également intervenir lors de gros coefficients. Le rôle premier de ce barrage reste toutefois l'alimentation en eau brute pour la production d'eau potable. Aussi, le rôle d'alimentation en eau brute, et le rôle de gestion des crues, peuvent parfois entrer en contradiction.

En somme, le bassin versant de l'Arguenon est un élément vital du paysage hydrologique des Côtes d'Armor, fournissant de l'eau douce et soutenant une diversité d'habitats aquatiques et terrestres. Sa gestion durable est cruciale pour assurer la préservation de cet environnement précieux.

Le Frémur est un fleuve côtier. Le Frémur prend sa source dans la commune de Hénanbihen, à une altitude d'environ 100 mètres. Il s'écoule sur une distance de 18.5 kilomètres avant de se jeter dans la Manche. Le bassin versant de la Baie de la Fresnaye couvre une superficie d'environ 188 km<sup>2</sup>. Son principal affluent est le Guinguenoual, long de 12 km, il prend la source au nord de la forêt de la Hunaudaye. Son débit à son exutoire est de 0.34 m<sup>3</sup>/s en moyenne mensuelle.

L'ensemble des milieux aquatiques, continentaux et littoraux, superficiels et souterrains, est concerné par l'application de la directive 2000/60/CE. Chacun de ces milieux doit faire l'objet d'une sectorisation en masses d'eau qui soient cohérentes sur les plans de leurs caractéristiques naturelles et socioéconomiques. La masse d'eau correspond à un volume d'eau sur lequel des objectifs de qualité, et parfois également de quantité, sont définis. Ces masses d'eau relèvent de deux catégories :

- Les masses d'eau de surface : rivières, lacs, eaux de transition (estuaires), eaux côtières ;
- Les masses d'eau souterraines.

Certaines masses d'eau peuvent être artificielles ou fortement modifiées, et sont définies comme telles parce que créées par l'activité humaine, ou générées par des altérations physiques dues à l'activité humaine.

La carte suivante présente les masses d'eau superficielles, la masse d'eau souterraine et la masse d'eau côtière des bassins de l'Arguenon et de la baie de la Fresnaye.

**SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye**

Les 13 Masses d'eau : 11 superficielles, 1 souterraine, 1 côtière

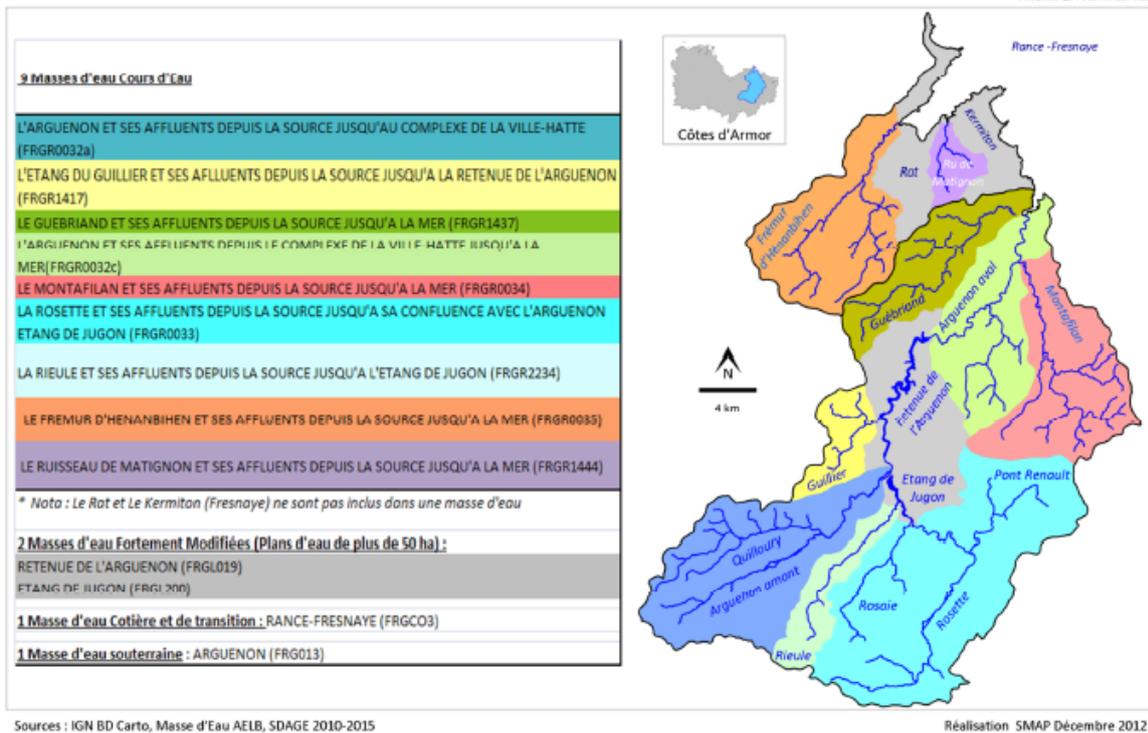


Figure 6 : Les 13 masses d'eau du SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye

Sur le territoire du SAGE Arguenon – Baie de la Fresnaye, il existe 9 masses d'eau superficielles qualifiées de cours d'eau et 2 masses d'eau superficielles qualifiées de plan d'eau (Figure 6). À noter que le ruisseau du Rat et Le Kermiton ne sont inclus dans aucune masse d'eau.

1.2.3 Les zones humides

Les zones humides jouent un rôle fondamental dans la régulation naturelle des cours d'eau et la gestion des crues. En tant que zones d'expansion des crues, elle absorbent et stockent temporairement l'eau en cas de fortes pluies, permettant ainsi de réduire l'intensité des crues et de limiter les risques d'inondations en aval. En période de basses eaux, elles relâchent progressivement cette eau stockée, ce qui aide à maintenir un débit minimal dans les cours d'eau, indispensable pour les écosystèmes et les usages humains.

Elles remplissent une fonction écologique cruciale et multifonctionnelle, favorisant la biodiversité et assurant une régulation hydrique et chimique des cours d'eau. Elles servent de refuge et d'habitat pour une grande variété d'espèce.

Les zones humides filtrent également les eaux en retenant les nutriments et interceptent les matières en suspension, contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité de l'eau. Ces multiples fonctions rendent les zones humides essentielles à la résilience écologique et hydrique des territoires.

Le règlement du SAGE Arguenon - Baie de la Fresnaye (ABF) intègre un article (Article n°3) interdisant la destruction de zones humides afin de les préserver.

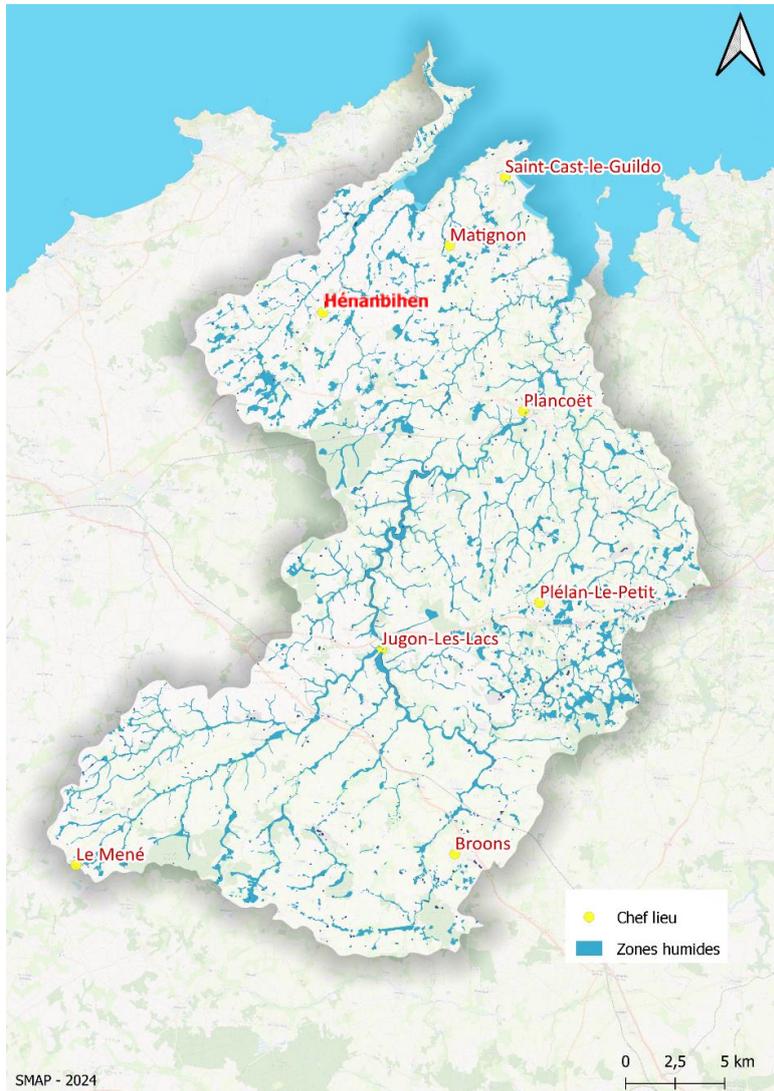


Figure 7 : Cartes des zones humides du SAGE ABF

Actuellement, le territoire du SAGE ABF est recouvert par 7% de zones humides, soit 4 189 hectares (Figure 7).

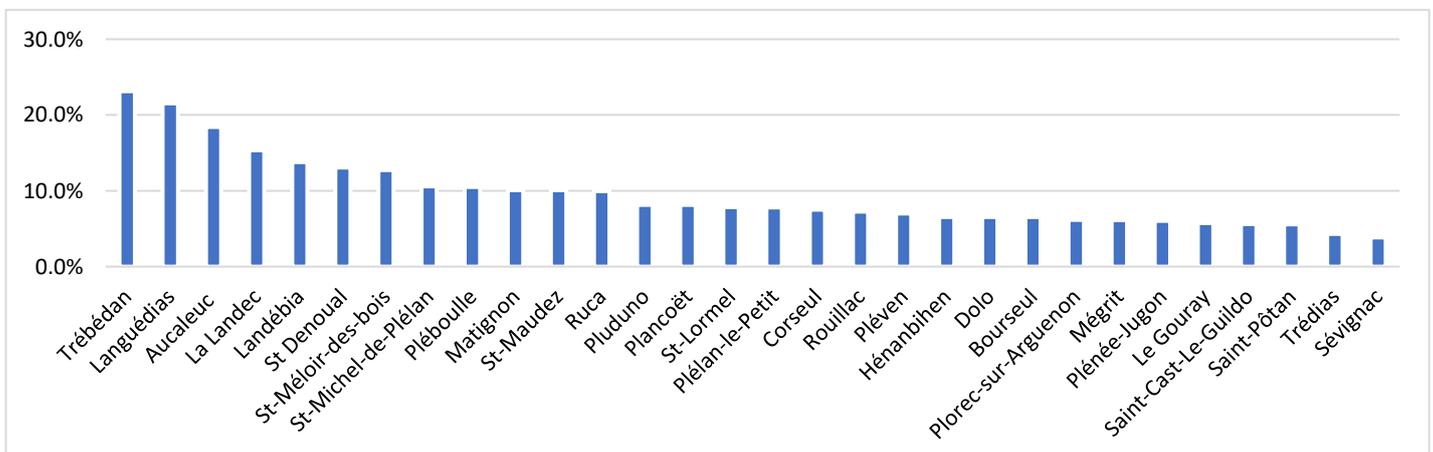


Figure 8 : Proportion de zones humides par communes du SAGE Arguenon – Baie de la Fresnaye

La commune de Trébédan est couverte par 23.2% de zone humide, c'est le pourcentage plus important du territoire (Figure 8). S'en suivent les communes de Languédias et Aucaleuc avec respectivement 21.6% et 18.4% de zones humides sur ces communes. Ce sont Saint-Pôtan, Trédias et Sévignac qui clôturent avec 5.6%, 4.3% et 3.8% de zones humides sur leur territoire.

#### 1.2.4 Les plans d'eau

Ce sont plus de 1 100 plans d'eau qui sont répertoriés au sein du périmètre du SAGE Arguenon – Baie de la Fresnaye. Il y a différentes natures de plans d'eau, des retenues sur cours d'eau, des lagunes... Parmi ces plans d'eau, quelques-uns se distinguent.

Construite dans les années 1970, la retenue du barrage de la Ville Hatte permet un stockage de plus 11 millions de mètres cubes, pour une surface de 180 hectares, elle représente le plan d'eau le plus important du territoire.

L'étang de Jugon-les-Lacs est une retenue du XII<sup>ème</sup> siècle alimentée par la Rosette. Ce plan d'eau à vocation de loisir couvre 68 hectares pour un volume équivalent à 2 millions de mètres cubes.

Le plan d'eau de Lorgeril sur l'Arguenon est situé entre les communes de Plorec-sur-Arguenon et Pléven. Il est issu de la construction de la digue du même nom en 2001, et constitue la queue de la retenue de l'Arguenon. Sa création répond à plusieurs objectifs essentiels. Il constitue d'abord une réserve d'eau d'environ un million de mètres cubes destinée à l'usine de potabilisation de la Ville Hatte, particulièrement utile lors des périodes de vidange de la retenue principale. Ce plan d'eau joue également un rôle de pré-retenue en ralentissant et en décantant les sédiments et nutriments avant qu'ils n'atteignent la retenue principale, contribuant ainsi à la qualité de l'eau. Enfin, il soutient la reproduction du brochet.

## 1.3 Ressource souterraine du bassin ABF

### 1.3.1 La géologie du territoire

L'Arguenon (64 km), fleuve côtier des Côtes d'Armor, et son principal affluent la Rosette, traversent principalement les deux unités géologiques du Domaine Cadomien normano-breton que sont l'unité de Fougères au sud et l'unité de Saint Malo au nord. Ils prennent leur source au nord du cisaillement nord Armoricaïn, souligné par la présence de roches sédimentaires (grès et quartzites) très fortement fracturées du Paléozoïque (unité du Ménez Bélaïr du Domaine varisque médio armoricaïn oriental)

L'Unité de Fougères est composée de schistes gréseux du Briovérien plus ou moins altérés et métamorphisés, avec en bordure des granites intrusifs hercyniens comme celui de Bobital Dinan. L'unité de Saint Malo est composée de roches métamorphiques telles que des gneiss et des migmatites riches en micas phyllosilicates minéraux favorisant l'altération

Les structures tectoniques (qui affectent l'Unité du Ménez Bélaïr, au sud), ont des directions préférentielles allant de N 20 à N 120 (20/120° Nord) alors que dans les deux autres unités au nord, les directions préférentielles vont de Nord Sud à N 50.

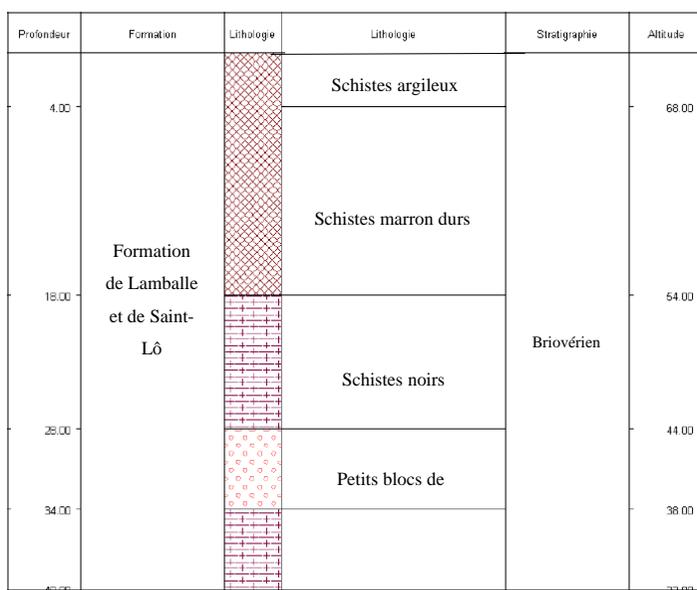
Le sous-sol du Frémur est composé des mêmes roches ; néanmoins, on observe une différence puisque son bassin versant est composé de deux unités géologiques contrastées, dont son lit correspond à la séparation géographique :

- au nord-ouest, l'Unité de Saint Briec appartenant au Domaine Cadomien nord breton, composée de roches magmatiques déformées basiques à acides (métagabbros et métavolcanites tonalites et orthogneiss)
- au sud-est, l'Unité de Saint Malo du Domaine Cadomien normano breton, composée de schistes gréseux, et contenant localement des niveaux siliceux et micaschisteux (Formation de Lamballe Saint Lô) (présence majoritaire sur le territoire du SAGE ABF)

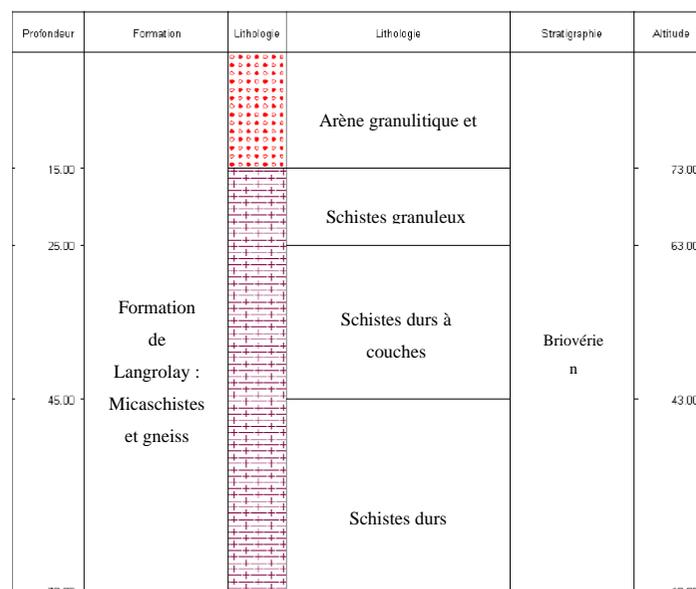
En bord de mer, au nord, une formation géologique sédimentaire apparentée à celle du grès armoricaïn (formant le Cap Fréhel), repose en discordance sur l'Unité de Saint Briec.

Enfin, de façon anecdotique, proche du bourg de Hénanbihen, il existe un lambeau de sables pliocènes qui peut constituer un aquifère restreint.

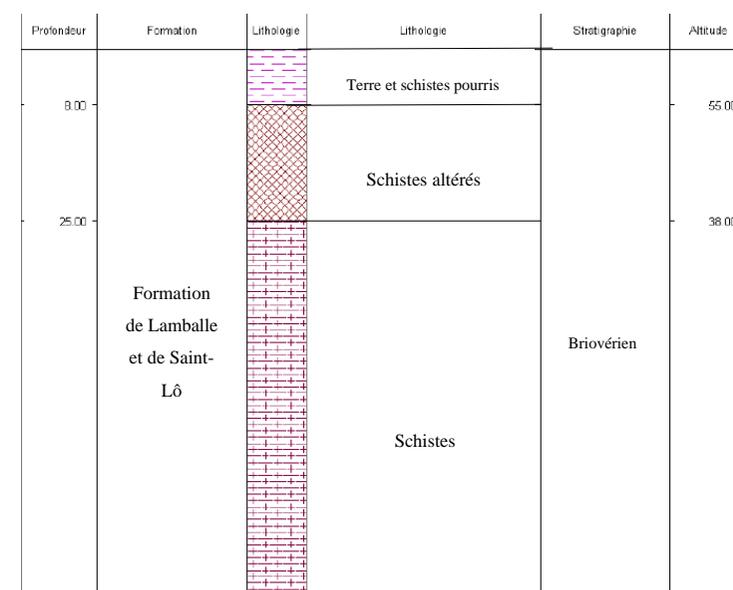
Le forage à Corseul (recoupant l'ensemble du profil d'altération des schistes briovériens : lithologie principale présente sur la partie nord du bassin versant) présenté dans la figure 9, est susceptible de fournir un débit de 22 m<sup>3</sup>/h, et celui de Saint-Cast-le-Guildo, un débit de 19 m<sup>3</sup>/h. Aussi, ces coupes lithologiques apprennent que le nord-ouest du bassin versant de l'Arguenon et la partie sud-est du bassin versant de la Baie de la Fresnaye ont une géologie similaire avec une majorité de schistes. Toutefois, une différence peut être observée sur les premiers mètres de ces coupes : à Corseul, 4 mètres d'argile et à Saint-Cast-le-Guildo 8 mètres de terre et de schistes pourris. Quant au sud-est du bassin de l'Arguenon, il est recouvert par du granite sur les 15 premiers mètres puis par des schistes allant jusqu'à minimum 70 mètres de profondeur.



a-code BSS 02448X0050/F-Corseul



b-code BSS 02802X0029/F-Tramain



c- code BSS 02067X0042/F- Saint-Cast-leGuildo

Figure 9 : Log géologique des forages au sein du territoire (croix sur figure 10)  
© BRGM



### 1.3.2 Entités hydrogéologiques du territoire

Les caractéristiques de l'hydrogéologie du territoire ABF, déterminées par le BRGM, sont retranscrites dans le tableau ci-dessous

Tableau 1 : Caractéristiques hydrogéologiques du territoire

<i>Thème</i>	<i>Bassin Arguenon</i>	<i>Bassin de la Baie de la Fresnaye</i>
<i>État hydrodynamique</i>	nappe libre	nappe libre
<i>Milieu</i>	fissuré	fissuré
<i>Nature</i>	70% aquifère / 22% semi-perméable / 2% perméable	65% aquifère / 33% semi-perméable
<i>Lithologies principales</i>	schistes, grès, granite, gneiss	amphibolites, métagabbros et volcanites, schistes, gneiss
<i>Superficie</i>	588 km <sup>2</sup>	278 km <sup>2</sup>
<i>Département</i>	Côtes d'Armor (22)	Côtes d'Armor (22)
<i>Niveau de recouvrement (ordres)</i>	1	1

Ces formations géologiques dites « de socle » contiennent une nappe dans deux niveaux superposés, connectés entre les altérites (la roche altérée) et la roche fissurée (Figure 11) Ces niveaux sont interdépendants mais ils n'ont pas les mêmes caractéristiques hydrodynamiques, car la roche altérée est plutôt argileuse et capacitive, et l'horizon fissuré est plus transmissif. Les roches du Paléozoïque peuvent localement constituer des aquifères contrastant avec l'aquifère classique altéritique en fonction de la nature des roches présentes et fracturées (grès par exemple).

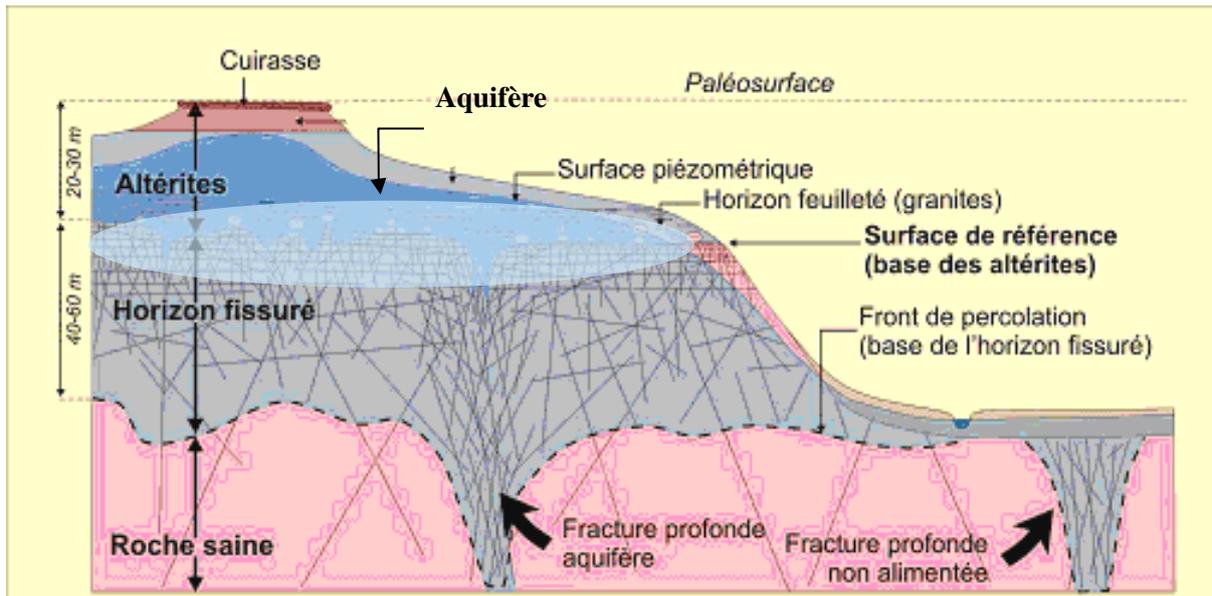


Figure 11 : Schéma d'un aquifère de socle © BRGM

Le SDAGE 2022-2027 a délimité 2 nappes réservées en priorité à l'alimentation en eau potable (NAEP) sur le territoire du SAGE Arguenon- Baie de la Fresnaye sur les communes de Broons et du Mené (Figure 12). Ces nappes sont captives et non pas de lien avec les nappes libres étudiées pour déterminer la relation nappe-rivière.

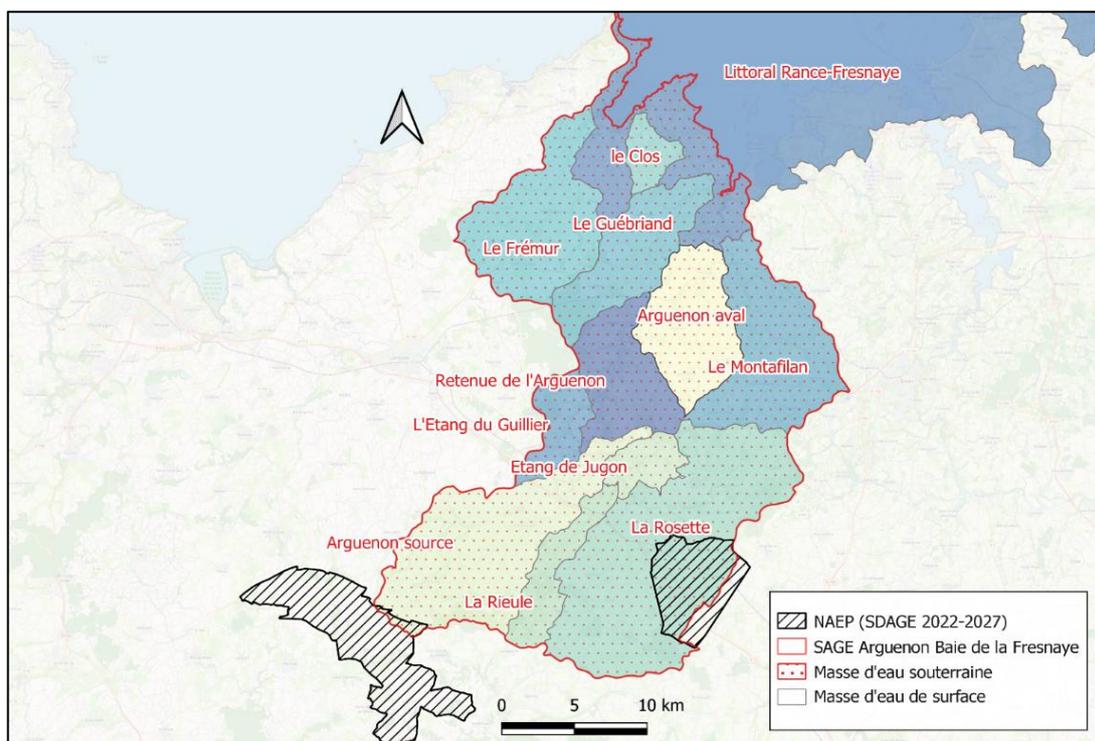


Figure 12 : Masses d'eau et nappes réservées en priorité à l'AEP (NAEP) sur le territoire du SAGE

L'indice de Développement et de Persistance des Réseaux (IDPR) développé par le BRGM traduit l'aptitude des formations du sous-sol à laisser ruisseler ou s'infiltrer les eaux de surface. Il se fonde sur l'analyse du modèle numérique de terrain et des réseaux hydrographiques naturels, conditionnés par la

géologie. L'IDPR est disponible à l'échelle de la France sous forme de grille, l'échelle de validité est le 1/50 000. Plus l'indice est élevé, plus le ruissellement sera important et inversement plus il est faible, plus il y aura d'infiltration.

Sur le territoire du SAGE, les secteurs d'infiltration sont majoritaires par rapport au ruissellement superficiel. On constate que l'IDPR est le plus élevé sur le secteur sud-ouest (Quilloury), le long de l'Arguenon, s'expliquant par des pentes marquées. Outre des pentes élevées, d'autres facteurs peuvent contribuer à accentuer le ruissellement tels que les activités agricoles, l'artificialisation des sols (Figure 13).

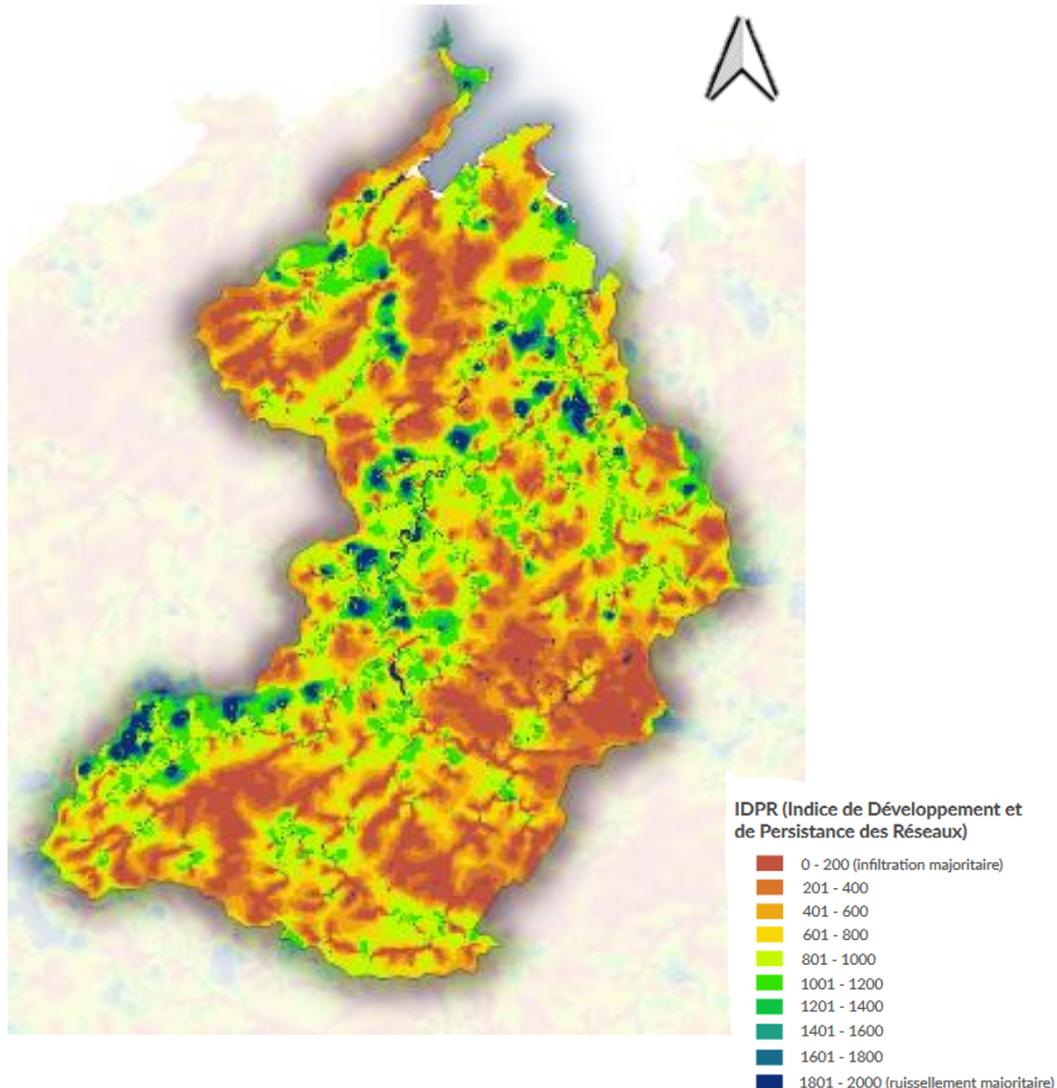


Figure 13 : Indice de développement des persistances des réseaux du SAGE ABF

### 1.3.3 Exploitation hydrogéologique

L'action de l'altération superficielle des roches du socle conduit, préférentiellement, à la formation d'arènes (sur socle granitique) ou d'argiles (sur socle schisteux).

Ces altérites sont peu perméables, mais peuvent localement être très capacitives. Les ressources hydrogéologiques de ces altérites sont exploitées sous la forme de puits de surface traditionnels de grand

diamètre qui utilisent le volume de l'ouvrage. Du fait de leur réalimentation lente, ces puits ne conviennent qu'à des usages privés (usage AEP individuel, petit arrosage, abreuvement du bétail), mais peuvent être implantés presque partout, sous réserve que l'épaisseur de l'altérite soit suffisante.

A ce processus d'altération se superposent de façon plus locale des systèmes de fissurations/fractures en réseaux denses affectant les roches jusqu'à des profondeurs importantes. Ces réseaux de fracturations drainent les altérites et assurent une circulation rapide des eaux souterraines.

A partir des années 70, le développement des techniques de forage du type « marteau fond de trou » a permis le développement des forages profonds (jusqu'à 200 mètres) susceptibles d'exploiter les réseaux de fracturations tectoniques.

Le contexte hydrogéologique du socle ne permet pas l'existence de grands aquifères, mais favorise une mosaïque de petits systèmes imbriqués à l'emprise très limitée (quelques dizaines d'hectares).

L'exploitation des nappes des altérites ne constitue pas un mode d'exploitation intéressant à l'échelle du bassin, dans la mesure où les ouvrages de « type puits » n'assurent que des débits très faibles (globalement limités au volume physique du puits), et sont particulièrement vulnérables aux pollutions de surface (pollutions accidentelles ou diffuses).

Les aquifères profonds liés à la fracturation du socle sont susceptibles de fournir des ressources non négligeables en fonction des conditions locales. De plus, les aquifères profonds sont fréquemment le siège de phénomènes de dénitrification naturels (réduction des concentrations en nitrates par oxydation des sulfures de fer : pyrite). En contrepartie, les eaux sont riches en fer et manganèse pouvant induire des problèmes de traitement.

Les aquifères de surface présentent l'avantage de proposer une ressource bien répartie géographiquement. Compte tenu des perméabilités et porosités relativement faibles, la productivité des aquifères du socle reste globalement modeste.

Les aquifères des roches fissurées bénéficient d'une inertie notable les mettant à l'abri des variations climatiques. Ils sont souvent le siège de phénomènes de dénitrification à l'origine d'abatteurs très significatifs des concentrations en nitrates dans les cours d'eau. Les forages peuvent exploiter cette eau dénitrifiée qui est alors riche en fer et en sulfates.

Les points d'eau recensés sur l'entité par la Banque du Sous-Sol sont nombreux (Tableau 2 / Figure 14) : ce sont principalement des forages traversant les deux niveaux (altérites et roche fissurée) et des puits fermiers captant l'eau des altérites. Les puits peu profonds sont sensibles aux variations climatiques. L'eau captée proche du sol, est particulièrement vulnérable aux pollutions accidentelles ou diffuses. L'usage de ces points d'eau est détaillé sur la Figure 15. (Donnée BSS)

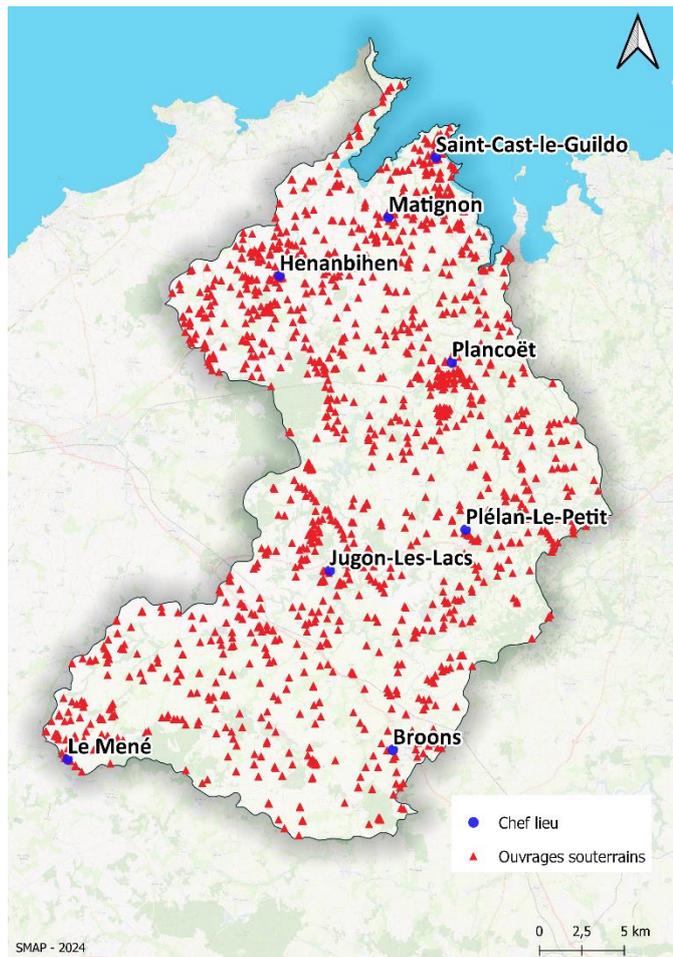


Figure 14 : Localisation des ouvrages souterrains référencés dans la base de données BSS

Ainsi, la moitié de ces ouvrages souterrains est à destination de la géothermie (non-demandeuse en eau). Vient ensuite l'utilisation à but agricole avec 26 % des ouvrages (forages + puits) : cela représente un peu moins de 2 000 000 m<sup>3</sup> d'eau prélevée pour l'année 2022 par exemple (Cf : Volet « Usages »). Avec 14%, l'usage domestique exploite, en plus des forages, des puits ainsi que des chambres de captage de sources du territoire. L'usage industriel, l'AEP<sup>1</sup> et les ouvrages destinés au suivi des nappes (piézomètres) ne représentent que 9% de l'usage globale des ouvrages souterrains (Figure 15).

<sup>1</sup> Source Sassay de Plancoët : Le forage est à une profondeur de 120 mètres pour 80 000 m<sup>3</sup> pompées

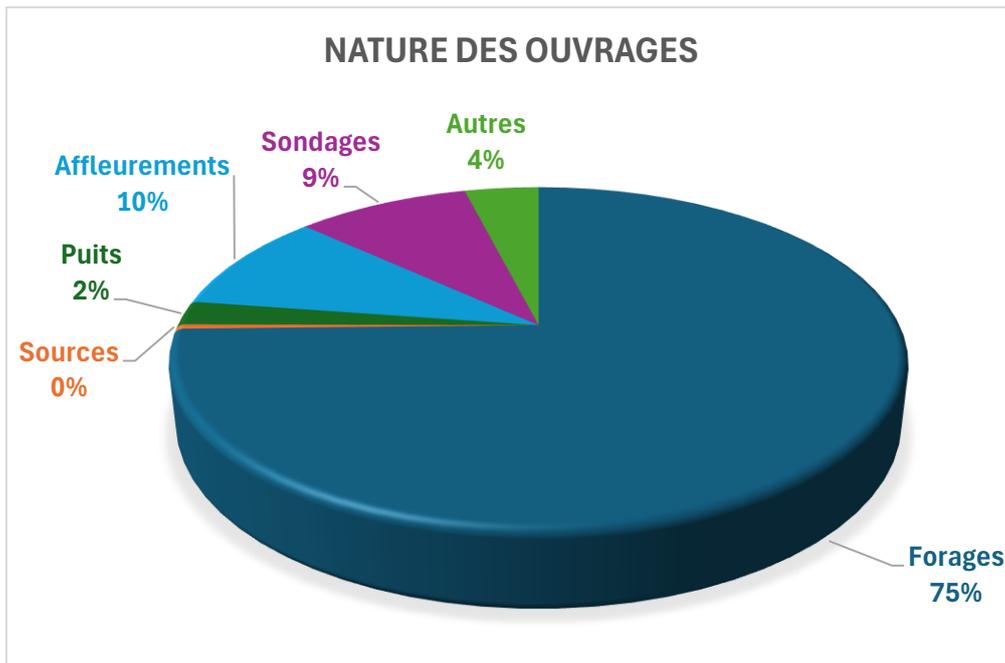


Figure 15: Nature des ouvrages souterrains © BSS

75% des ouvrages souterrains sont des forages (Figure 15). Sur les 1634 ouvrages souterrains déclarés, 31% sont destinés à la géothermie et seulement 2% pour l'étude des nappes d'un point de vue quantitatif et qualitatif. 38% de ces ouvrages ont un usage inconnu par la BSS (Figure 16).

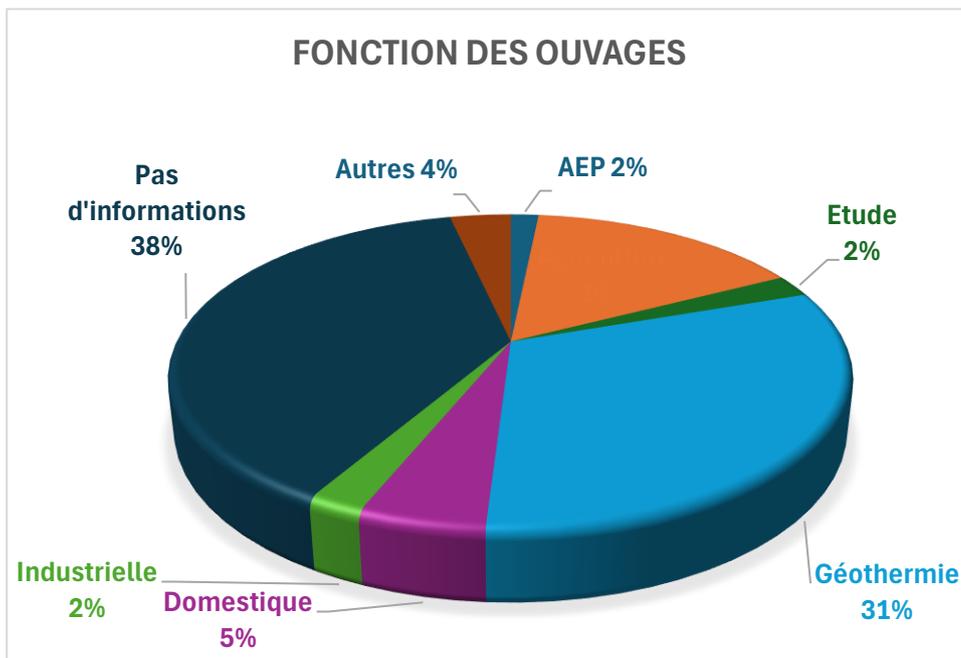


Figure 16: Fonctions des ouvrages souterrains © BSS

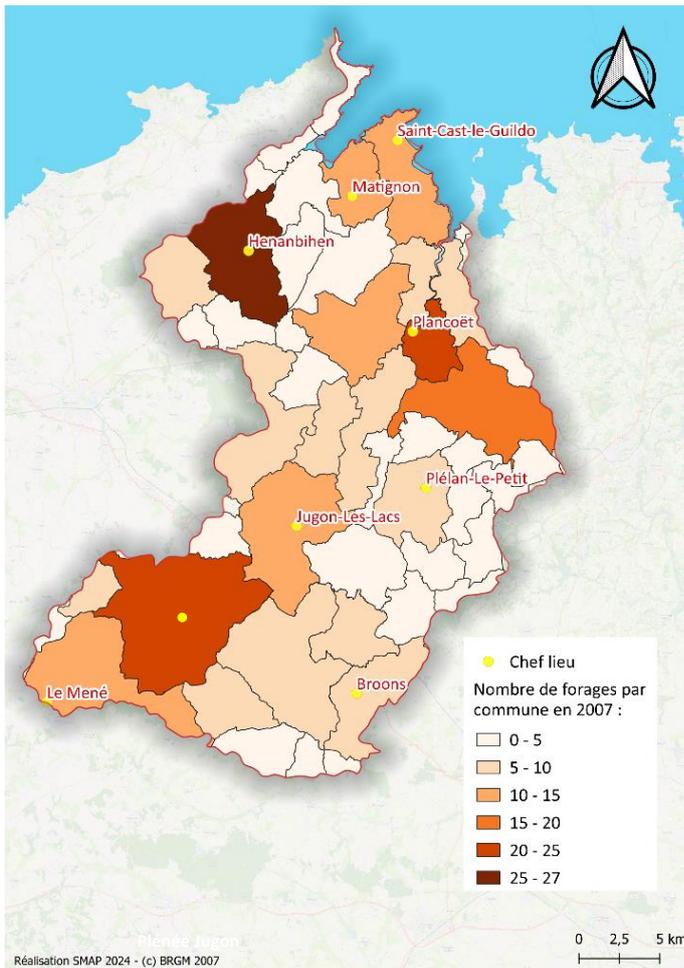


Figure 17 : Nombre de forages par communes © SILURES

Les forages (données de 2007) se concentrent sur 45 communes du SAGE Arguenon-Fresnaye. Ainsi, la commune d’Hénanbihen se détache particulièrement avec ses 27 forages ; viennent ensuite Plancoët et Plénée-Jugon avec respectivement 23 et 22 forages.

82% des communes du SAGE ont moins de 10 forages sur leur territoire, 12% en ont entre 10 et 20 et 6% en ont plus de 20 (Figure 17).

5 communes ne disposent d’aucun forage sur son territoire en 2007 :

- Lanrelas
- Plumaugat
- Quintenic
- Saint-Glen
- Vildé-Guingalan

Seuls deux piézomètres sont implantés sur le territoire, tous deux possèdent un suivi de hauteur de nappe sur une longue période. Ces piézomètres sont répartis à la fois sur le bassin de l’Arguenon et sur le bassin de la Baie de la Fresnaye, des emplacements permettant d’étudier le toit de la nappe sur des bassins aux fonctionnements hydrologiques et géologiques différents. (Figure 18). Deux piézomètres sont présents sur le territoire du SAGE sur les communes de Quintenic, et de Trémeur.

Tableau 2 : Caractéristiques des piézomètres de Trémeur et de Quintenic © InfoTerre

	Lieu d’implantation	Nature	Profondeur atteinte	Diamètre de l’ouvrage	Date de fin des travaux	Niveau d’eau
<b><u>Piézomètre Trémeur</u></b>	Sous bassin Versant de la Rosette (affluent Arguenon)	Forage	32.0 m	125 mm	13 novembre 2003	3.35m
<b><u>Piézomètre Quintenic</u></b>	Sous bassin versant du Frémur	Forage	31.0 m	115 mm	15 juin 2004	2.06

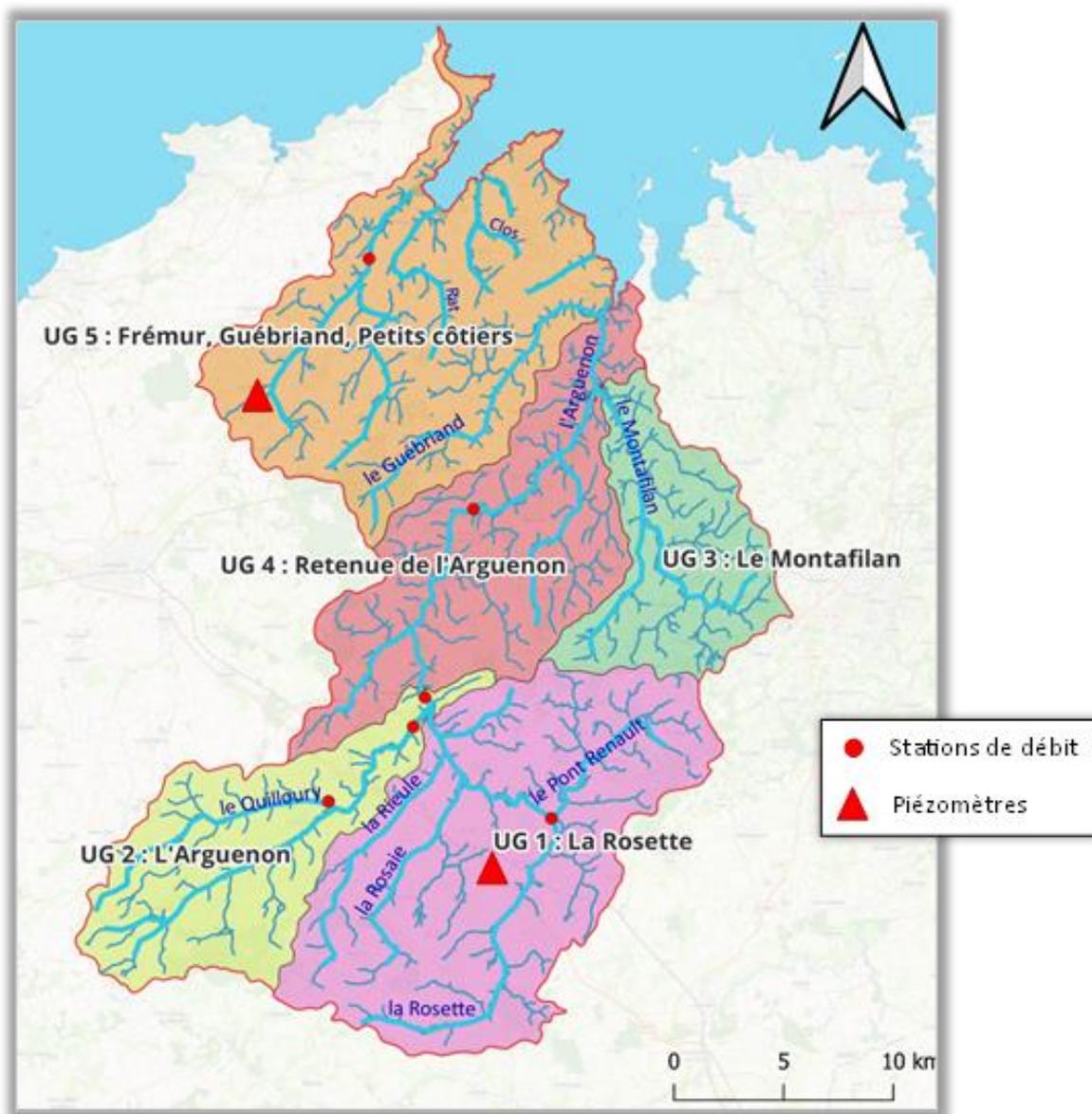


Figure 18 : Unités de gestion et piézomètres du SAGE

## 2 Analyse du fonctionnement hydrologique

### 2.1 Réseaux ONDE & ASSEC

En 2012, l'ONEMA (l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) crée le réseau ONDE, l'Observatoire National Des Étiages. Ce réseau vise à établir des connaissances sur les étiages estivaux et aider à la gestion des sécheresses en observant visuellement les écoulements des cours d'eau. Chaque année, de mai à septembre, les agents de l'ONEMA se rendent sur les stations pour visualiser le type d'écoulement selon quatre catégories :

- Ecoulement visible,
- Ecoulement visible faible,
- Ecoulement non visible,
- Assec.

Sur le département des Côtes d'Amor, 34 stations ONDE sont présentes dont 4 sont situées sur les cours d'eau du SAGE ABF (Le Guébriand, Le Guinguenoul, Le Quilloury et La Rosette). Des observations complémentaires ont pu être réalisées en cas de forte sécheresse.

Un suivi visuel de mai à septembre est mis en place. Un suivi de crise est utilisé à des périodes et fréquences de prospection laissées à l'appréciation des acteurs locaux.

Sur le territoire du SAGE Arguenon – Baie de la Fresnaye, il existe 4 stations (Figure 19), sur :

- Le Guinguenoul
- Le Guébriand
- Le Quilloury
- La Rosette

Les observations réalisées pour le suivi ONDE sur les 4 stations du SAGE ne montrent pas d'assec sévère (Figure 20).

En effet, le niveau d'écoulement le plus bas observé est l'écoulement non visible, atteint sur 2 stations (le Quilloury et le Guébriand) durant l'été 2022. Pour La Rosette et le Guinguenoul, des écoulements faibles ont été observés durant cette même période. À noter que le Quilloury avait déjà atteint ce seuil en 2012 (le Guinguenoul et Le Guébriand été classé en écoulement faible et La Rosette en acceptable).



Figure 19 : Position des stations de suivi ONDE

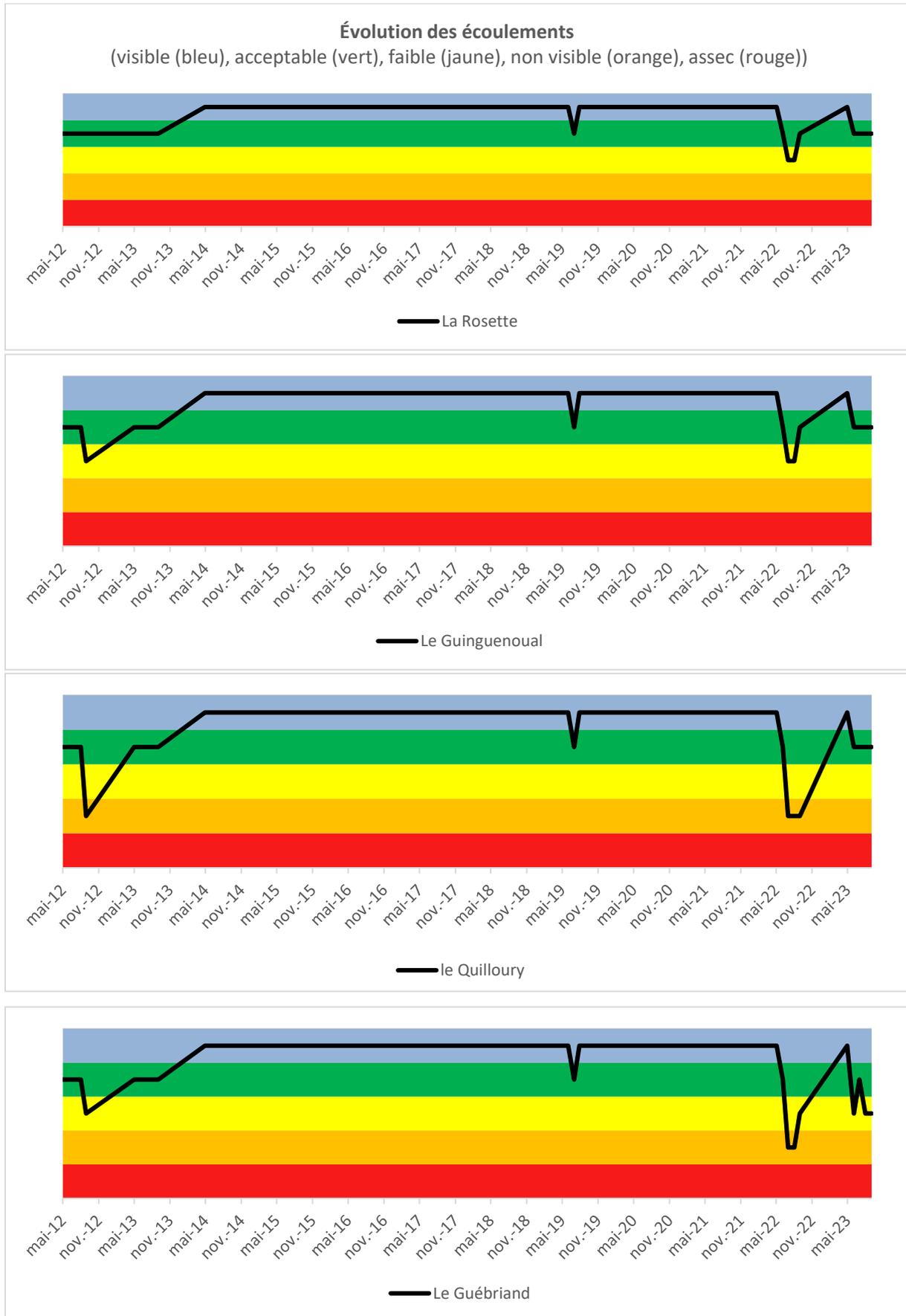


Figure 20 : Evolution des observations du réseau ONDE sur le territoire du SAGE

Le réseau ASSEC, mis en place par les EPCI, permet d'étoffer ce suivi en ajoutant des observations en plus à la fin du mois septembre.

Ces suivis sont beaucoup plus exhaustifs, avec plus de 84 points d'observations sur le bassin versant de la Fresnaye et 112 sur celui de l'Arguenon en 2024 (Figure 21).

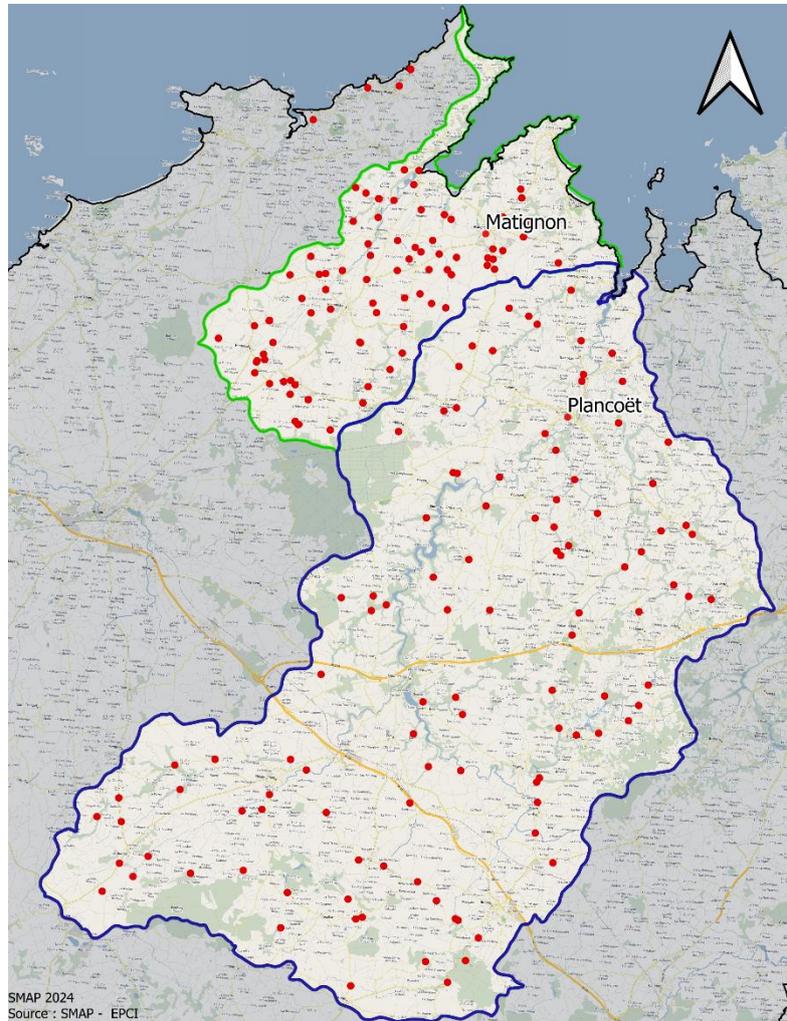


Figure 21 : Points de suivi d'observation du réseau ASSEC

Des données sont donc disponibles depuis 2018 sur la Fresnaye et 2022 sur l'Arguenon avec une absence de données lors de la période liée au COVID-19.

La multitude de points d'observations permet d'apprécier la dynamique des plus petits cours d'eau qui ne sont pas observés avec le suivi ONDE. À l'inverse des résultats du suivi ONDE, 41% des cours d'eau observés par le suivi ASSEC en 2018 étaient en assec sur le bassin de la baie de la Fresnaye. Ce suivi met en évidence la fragilité des petits cours d'eau aux sécheresses et au changement climatique.

## 2.2 Hydrologie

### 2.2.1 Stations hydrométriques

Ils existent de nombreux réseaux de suivis hydrologique sur le territoire français. En effet, afin de suivre l'évolution de débit des cours d'eau pour diverses problématiques tels que les inondations ou les sécheresses, près de 3 000 stations hydrométriques sont répartie sur le territoire du métropolitain. La DREAL Bretagne dispose de 123 stations hydrométriques qui relèvent en continu la hauteur d'eau des cours d'eau. Parmi ces stations, 4 stations fonctionnelles sont présentes sur le secteur du SAGE Arguenon – Baie de la Fresnaye :

- Le Frémur (d'Héanbihen) à Pléboulle
- Le Quilloury à Plénée-Jugon
- La Rosette à Mégrit
- L'Arguenon à Jugon-les-Lacs - Bois Léard

À noter que du 10 octobre 2015 au 13 juin 2022, une station hydrométrique a été effective sur l'Arguenon à Jugon-les-Lacs en amont de la retenue de la Ville-Hatte. Une autre station existe en aval du barrage, celle-ci présente cependant des données incomplètes. L'ensemble des caractéristiques de ces station est reportées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Caractéristiques des stations de jaugeages sur le territoire du SAGE ABF

Code station	Libellé Station	Surface drainée	Années d'observations	Nombre d'années complètes
J1205410	Le Frémur (d'Héanbihen) à Pléboulle	68 km <sup>2</sup>	2010-2023	11
J1105810	Le Quilloury à Plénée-Jugon	37,11 km <sup>2</sup>	2000-2023	22
J1114010	La Rosette à Mégrit	112,9 km <sup>2</sup>	1973-2023	47
J1103010	L'Arguenon à Jugon-les-Lacs - Bois Léard	103,5 km <sup>2</sup>	1972-2023	49
J1123030	L'Arguenon à Pléven - Ville-Hatt - aval barrage	388,2 km <sup>2</sup>	2009-2023	6
J1123020	L'Arguenon à Jugon-les-Lacs - Amont retenue Ville-Hatte	317,7 km <sup>2</sup>	2015-2022	6

Avec ces quelques stations de suivi de débit, l'information n'est pas disponible sur l'ensemble du territoire. Pour pallier ce manque, des projets de modélisation comme SIMFEN ou IRSTEA existent et peuvent être utilisés selon le contexte.

Porté par l'Institut Agro Rennes-Angers, le projet SIMFEN (Service Interopérable de Modélisation des Flux d'Eau « Naturels » dans les bassins versants de Bretagne) permet de simuler des débits journaliers depuis une cinquantaines d'années en tout point du réseau hydrographique breton. Cette modélisation

se réalise à partir des débits mesurés sur le territoire (suivi de débit de la DREAL), sans prise en compte particulière des influences anthropiques (ouvrages, prélèvements, rejets).

Des jaugeages ponctuels ont été réalisés dans le cadre de diverses études menées par le Syndicat Mixte Arguenon Penthivère telles que l'étude de Diagnostic de la ressource en eau superficielle sur le territoire du SAGE Arguenon-Baie de la Fresnaye de 2021. Ces données sont peu exhaustives mais peuvent permettre d'établir une corrélation entre ces points ponctuels et les modélisations citées précédemment et ainsi estimer de leur validité.

### 2.2.2 Analyse des chroniques de débits moyens journaliers, mensuels & annuels

Les dynamiques des cours d'eau du territoire du SAGE seront caractérisés à partir des données de débit moyen journalier. À partir de ces données journalières, différents débits statistiques seront calculés.

L'hydrogramme des débits moyens mensuels interannuels spécifiques permet de comparer l'Arguenon amont, la Rosette et le Frémur (Figure 22). Il met en évidence :

- Le comportement atypique du Frémur: son débit spécifique est plus bas que ceux de l'Arguenon et de la Rosette durant la période de tarissement alors qu'il suit à peu près celui la Rosette en hautes eaux
- L'Arguenon a un débit spécifique supérieur à ceux de la Rosette et du Frémur : son bassin versant est plus productif.

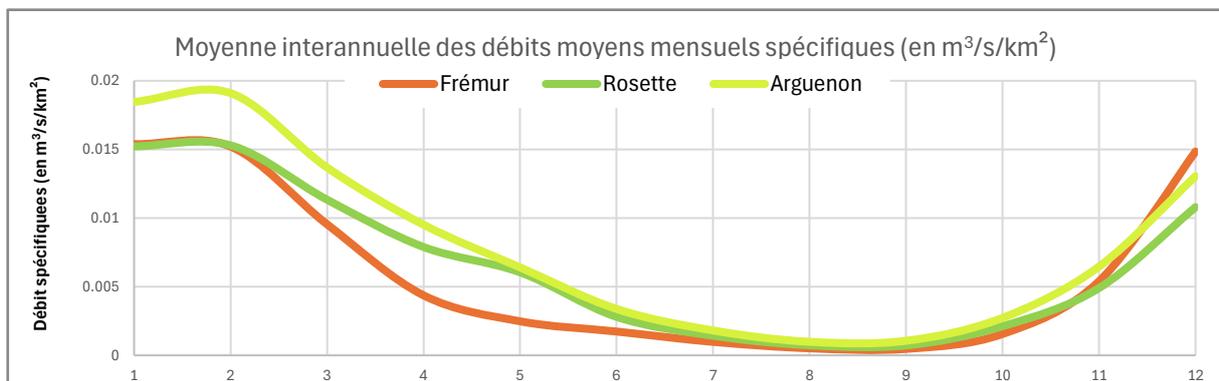


Figure 22 : Moyenne interannuelle des débits moyens mensuels spécifiques de l'Arguenon, de la Rosette et du Frémur

Le diagramme des débits moyens mensuels interannuels permet une représentation du régime hydrologique. Il permet également une première analyse rapide de la variabilité saisonnière.

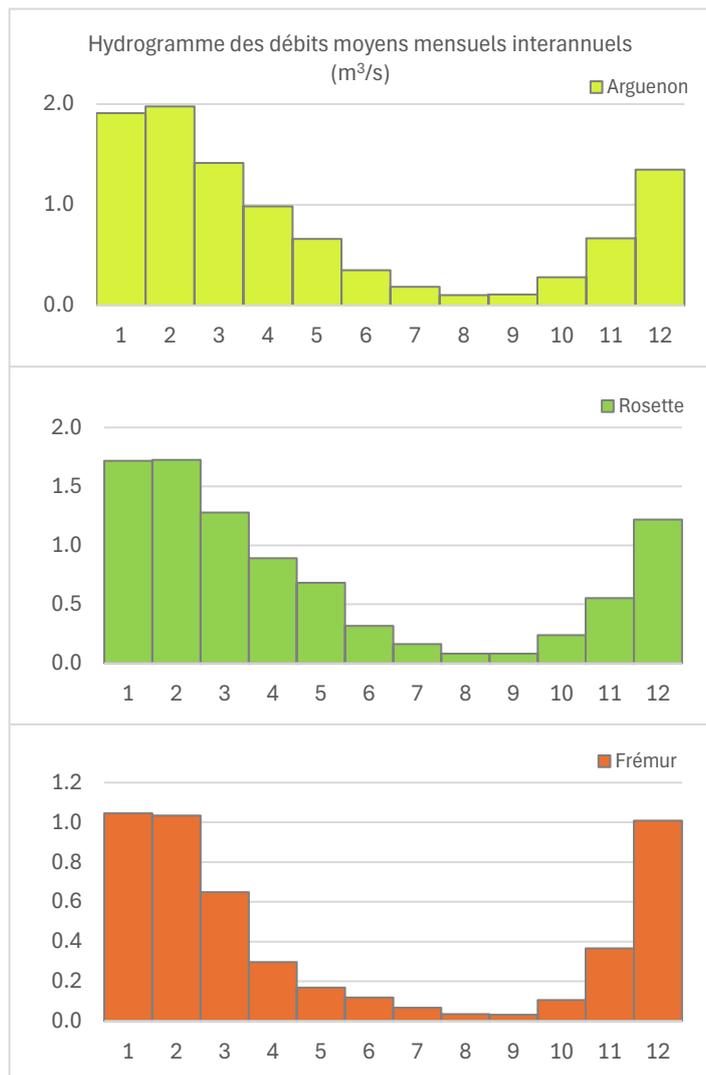


Figure 23 : Hydrogrammes ( $m^3/s$ ) et valeurs clés de l'Arguenon, la Rosette et du Frémur ( $m^3$ )

<b>Arguenon</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart type</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Janvier	1.910	1.850	0.113	19.200
Février	1.976	1.849	0.097	25.100
Mars	1.416	1.058	0.190	11.100
Avril	0.984	0.728	0.127	7.770
Mai	0.663	0.722	0.047	9.900
Juin	0.350	0.431	0.004	7.910
Juillet	0.187	0.284	0.000	5.380
Août	0.102	0.129	0.000	1.800
Septembre	0.110	0.210	0.000	3.020
Octobre	0.282	0.534	0.000	6.870
Novembre	0.669	0.892	0.030	9.940
Décembre	1.350	1.458	0.040	20.700

<b>Rosette</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart type</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Janvier	1.718	1.583	0.000	12.400
Février	1.727	1.553	0.016	18.500
Mars	1.279	0.996	0.006	9.810
Avril	0.891	0.675	0.046	4.940
Mai	0.683	0.962	0.029	13.200
Juin	0.316	0.399	0.002	5.210
Juillet	0.161	0.251	0.000	4.850
Août	0.082	0.099	0.000	1.150
Septembre	0.081	0.198	0.000	3.630
Octobre	0.239	0.606	0.000	9.160
Novembre	0.553	0.802	0.004	7.970
Décembre	1.218	1.335	0.023	14.800

<b>Frémur</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart type</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Janvier	1.046	0.948	0.072	5.040
Février	1.034	0.886	0.180	6.140
Mars	0.649	0.639	0.109	4.350
Avril	0.297	0.248	0.062	2.560
Mai	0.168	0.198	0.037	2.960
Juin	0.118	0.217	0.020	2.790
Juillet	0.067	0.173	0.008	3.040
Août	0.035	0.034	0.004	0.334
Septembre	0.032	0.047	0.005	0.523
Octobre	0.106	0.311	0.004	4.240
Novembre	0.366	0.611	0.013	4.610
Décembre	1.009	1.222	0.059	8.390

Les cycles hydrologiques de l'Arguenon, du Frémur et de la Rosette correspondent à un régime pluvial simple avec des maxima en janvier et février et des minima en août et septembre (Figure 23). Ce type de régime est directement lié aux précipitations.

Le mois au plus fort débit moyen mensuel est janvier sur l'Arguenon et la Rosette alors que c'est février sur le Frémur. Le mois au plus faible débit moyen mensuel est août sur l'Arguenon alors que c'est septembre sur la Rosette et le Frémur.

Enfin, le calcul des volumes écoulés moyens mensuels interannuels permet d'évaluer la répartition des volumes écoulés dans l'année (Figure 24). L'Arguenon et la Rosette présentent des profils similaires.

La répartition est la suivante :

- La part des mois de décembre, janvier, février et mars dans le volume écoulé annuel est de 66.8 % sur l'Arguenon, 66.6 % sur la Rosette et 76.0 % sur le Frémur
- La part des mois de juillet, août et septembre dans le volume écoulé annuel est de 4.0 % sur l'Arguenon, 3.6 % sur la Rosette et 3.6 % sur le Frémur

La part du volume des 6 mois aux plus forts volumes / aux plus faibles volumes dans le volume écoulé annuel, est de :

- Sur l'Arguenon : 83.1 % du volume annuel total coule de décembre à mai / 16.9 % de juin à novembre
- Sur la Rosette : 84.1 % du volume annuel total coule de décembre à mai / 15.9 % de juin à novembre
- Sur le Frémur : 89.2 % du volume annuel total coule de novembre à avril / 10.8 % de mai à octobre.

La différence entre les mois de répartition du volume écoulé le plus important entre le bassin versant du Frémur et celui de l'Arguenon (incluant la Rosette) témoigne d'un dynamisme hydrologique différent.

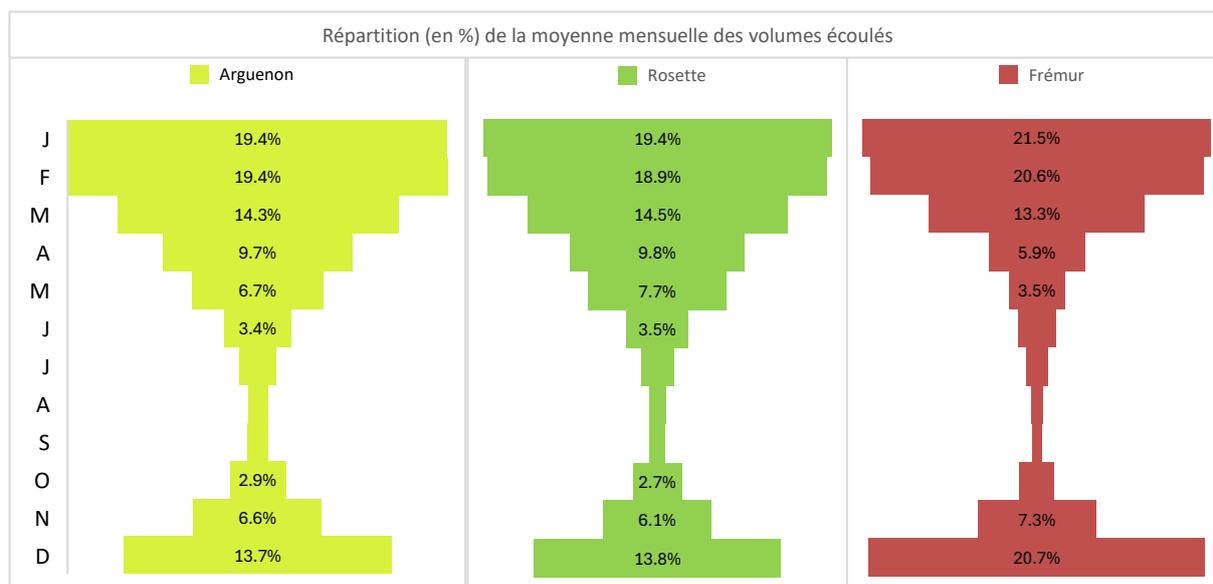


Figure 24 : Répartition des volumes moyens écoulés au cours de l'année sur l'Arguenon, la Rosette et le Frémur

Avec près de 50 années de données disponibles pour chacune de ces stations, il est possible d'apprécier l'évolution des volumes moyens mensuels de l'Arguenon et de la Rosette par période de 10 ans. La figure suivante montre l'évolution de volumes moyens décennaux avec un coefficient propre à chaque mois témoignant de l'évolution de la répartition de ces volumes au cours de l'année entre la période décennale la plus ancienne et la plus récente.

Ainsi, les volumes moyens mensuels de l'Arguenon et de la Rosette suivent les mêmes tendances avec une augmentation des volumes et donc des débits de novembre à mars et une diminution d'avril à octobre (Figure 25). Le mois constatant la diminution de la répartition du volume moyen écoulé pour ces deux cours d'eau est le mois de mai. Le mois de janvier pour l'Arguenon et de février pour la Rosette sont les mois avec l'augmentation du volume mensuel écoulé les plus importants. Cela témoigne de la variation interannuelle de la répartition des volumes écoulés due au changement climatique.

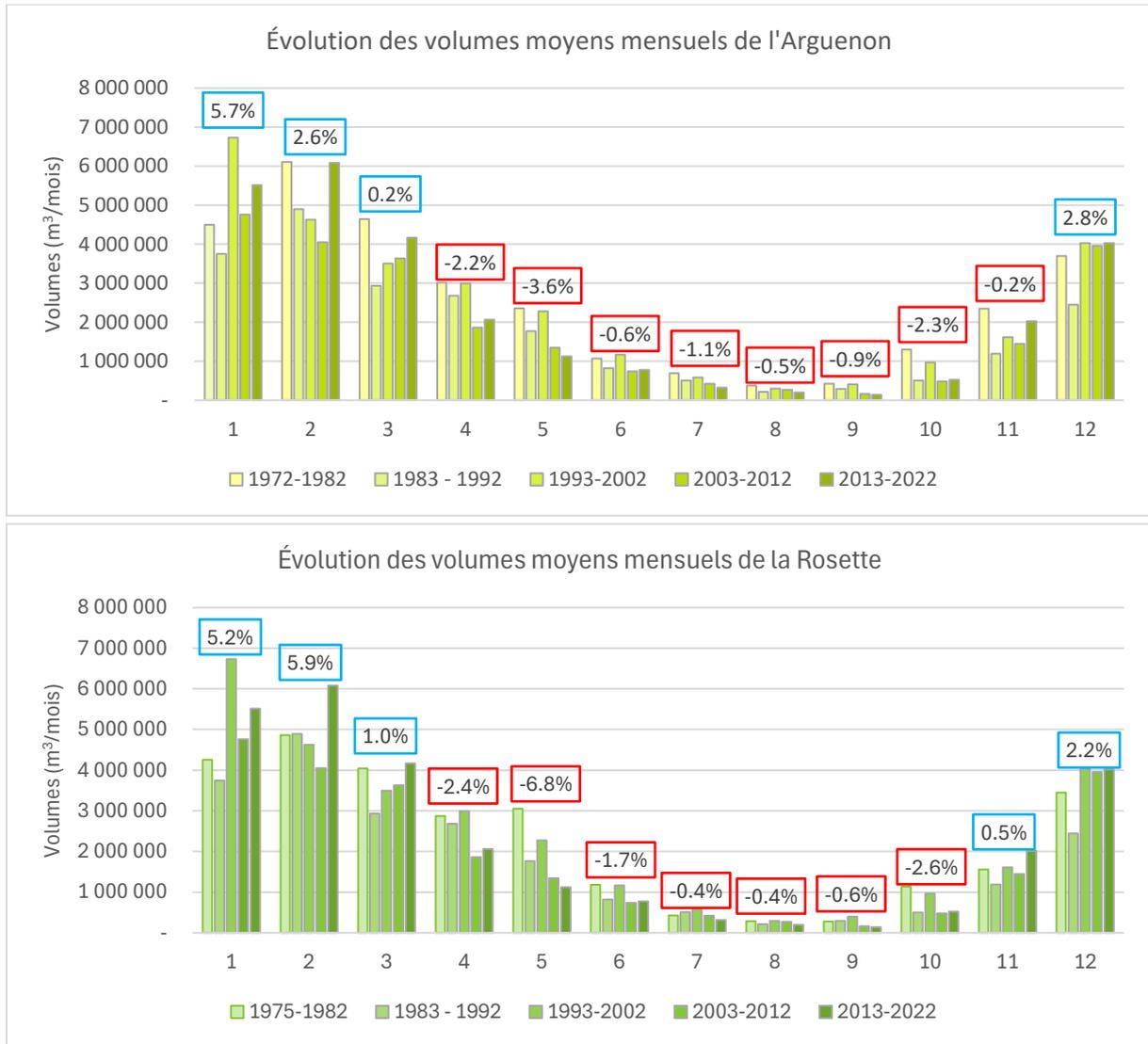


Figure 25 : Évolution des volumes moyens mensuels de l'Arguenon et de la Rosette

Le Frémur, quant à lui, ne présente qu'une dizaine d'année de données disponibles, ne permettant pas de réaliser des comparaisons sur des période de 10 ans. L'analyse des volumes moyens mensuels ne semble pas suivre de tendance similaire aux cours d'eau précédents (Figure 26). En effet, une augmentation de la répartition des volumes écoulés est observable pour les mois de janvier, février, juin, juillet, août, septembre et octobre et une diminution sur les mois de mars, avril, mai, novembre et décembre. Les données respectives au Frémur ne dispose pas de suffisamment d'antériorité pour pouvoir apprécier de réelle tendance. En effet, avec seulement 12 ans de données, l'historique est trop loin des 30 années conseillées pour observer des variables climatiques et hydrologiques.

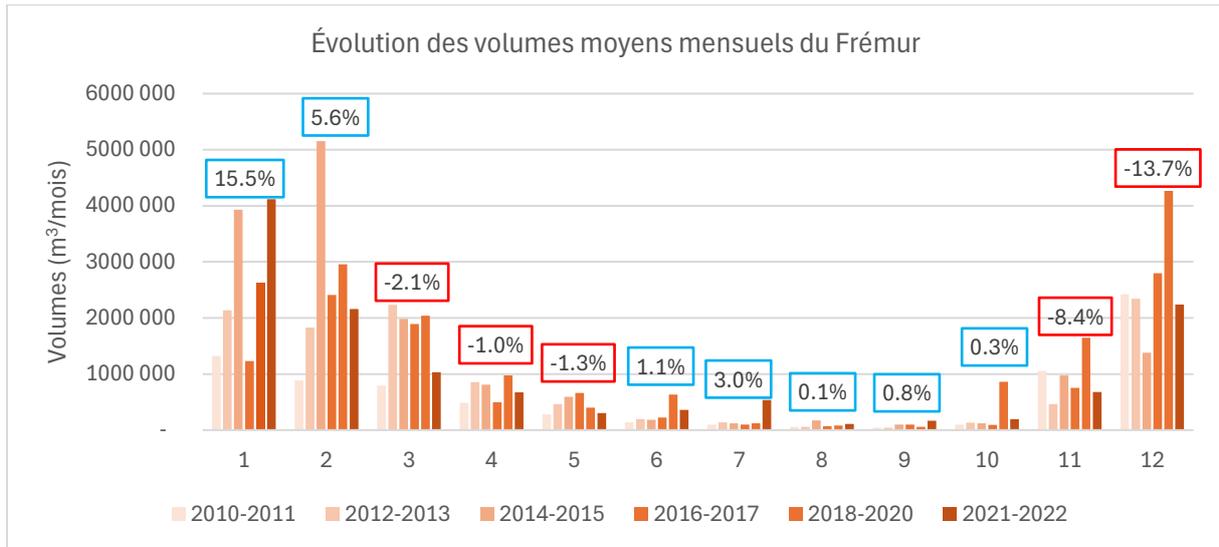


Figure 26 : Évolution des volumes moyens mensuels du Frémur

### 2.2.3 Débits classés

Le débit réservé dans un cours d'eau est un outil réglementaire faisant référence à la quantité minimale d'eau nécessaire pour maintenir l'équilibre écologique et préserver les habitats aquatiques. Ce débit est dit crucial pour garantir la survie des espèces et le bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Il permet de maintenir la biodiversité en veillant à ce que les habitats essentiels, tels que les frayères et les zones de reproduction, restent viables.

En France, le débit réservé a officiellement été introduit dans la loi en 1919 (loi réglementant la production hydroélectrique). Celle-ci prévoit des cours d'eau (ou section de cours d'eau) réservés, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne sera donnée pour des entreprises hydrauliques nouvelles.

La loi pêche de 1984 a ensuite fixé de façon normative le débit réservé au 10<sup>ème</sup> du débit annuel moyen (module) pour tout nouvel aménagement, 20<sup>ème</sup> pour les ouvrages situés sur un cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m<sup>3</sup>/s, 40<sup>ème</sup> pour les aménagements existants.

La gestion du débit réservé aide également à prévenir la dégradation des milieux naturels, en assurant que les conditions nécessaires à la vie aquatique soient respectées, même en période de sécheresse ou lorsque la demande en eau est élevée pour d'autres usages. Par conséquent, il joue un rôle essentiel dans la gestion durable des ressources en eau, en équilibrant les besoins humains avec ceux de l'environnement.

En général, le débit réservé est déterminé par les autorités compétentes en fonction des caractéristiques spécifiques du cours d'eau, de la biodiversité qu'il abrite et des conditions climatiques locales. Les réglementations relatives au débit réservé sont mises en place pour garantir une utilisation responsable et durable des ressources en eau, tout en protégeant les écosystèmes naturels et leurs habitants.

Le tableau 4 présente ces débits caractéristiques (1/10<sup>ème</sup> et 1/20<sup>ème</sup> du module) au droit de chaque station de mesure de débit présente sur le territoire.

Tableau 4 : Débits classés au droit des stations de jaugeage du SAGE ABF

Débit en m <sup>3</sup> /s	L'Arguenon à Bois-Léard	La Rosette à Mégrit	Le Frémur à Pléboulle
<b>Module</b>	0.833	0.748	0.405
<b>1/10<sup>ème</sup> Module</b>	0.0833	0.0748	0.0405
<b>Nombre de jours de dépassement du 1/10<sup>ème</sup> Module</b>	3362	3881	1324
<b>1/20<sup>ème</sup> Module</b>	0.0417	0.0374	0.0203
<b>Nombre de jours de dépassement du 1/20<sup>ème</sup> Module</b>	1496	1832	508

Le nombre de jours de dépassement pour chacune des stations depuis l'implantation de la station est conséquent et est d'autant plus important que le nombre d'années disponibles est élevée. Presque chaque année, ces niveaux se retrouvent atteints (Figure 27). 2011 est l'année durant laquelle le nombre de jours sous le 1/20<sup>ème</sup> du module est le plus conséquent au XXI<sup>ème</sup> siècle sur toutes les stations de mesures. En moyenne, le 10<sup>ème</sup> du module est dépassé 95 jours par an sur le Frémur, 79 jours par an sur la Rosette et de 64 sur l'Arguenon. Le 20<sup>ème</sup> du module est lui dépassé 36 jours par an sur le Frémur, 37 sur la Rosette et 28 sur l'Arguenon.

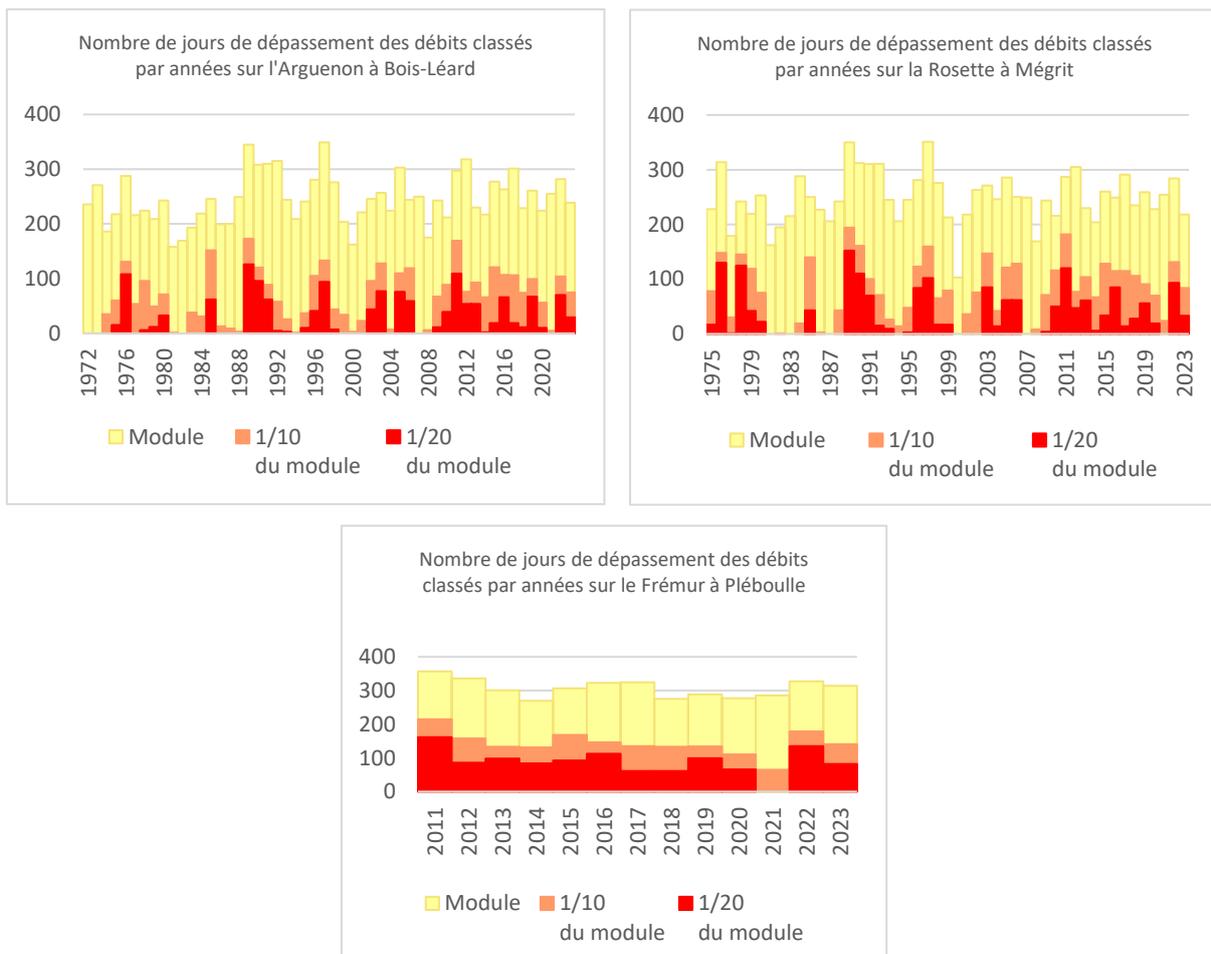


Figure 27 : Histogrammes des jours de dépassement des débit classés au droit des stations hydrométriques de la DREAL

## 2.2.4 Basses eaux & étiages

### 2.2.4.1 Débits de basses eaux et d'étiages

La période de basses eaux est la période de l'année durant laquelle le débit des cours d'eau atteint les valeurs les plus faibles. La période de basses eaux définie par le SDAGE Loire-Bretagne s'étend du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre.

Cette période réglementaire est valable pour tous les bassins couverts par le SDAGE Loire-Bretagne. Elle correspond à la période au cours de laquelle le débit d'un cours d'eau est inférieur au module de celui-ci.

Afin de comparer visuellement les comportements des cours d'eau de l'Arguenon amont, du Frémur et de la Rosette, les hydrogrammes des débits moyens journaliers spécifiques interannuels de chacun de ces cours d'eau sont représentés dans la figure suivante (Figure 28). Ils mettent en évidence les concordances entre l'Arguenon et la Rosette, et la singularité du Frémur. Les moyennes observées de l'Arguenon et de la Rosette se suivent. Leur période de tarissement débute, pour les deux, durant la première quinzaine de février, et se termine mi-août. La reprise des écoulements se fait mi-septembre. Pour le Frémur, sa période de tarissement débute elle aussi durant la 1<sup>ère</sup> quinzaine de février mais se termine mi-juillet. La période de reprise de ses écoulements se fait plus tardivement que pour les cours d'eau cités précédemment, elle débute fin septembre.

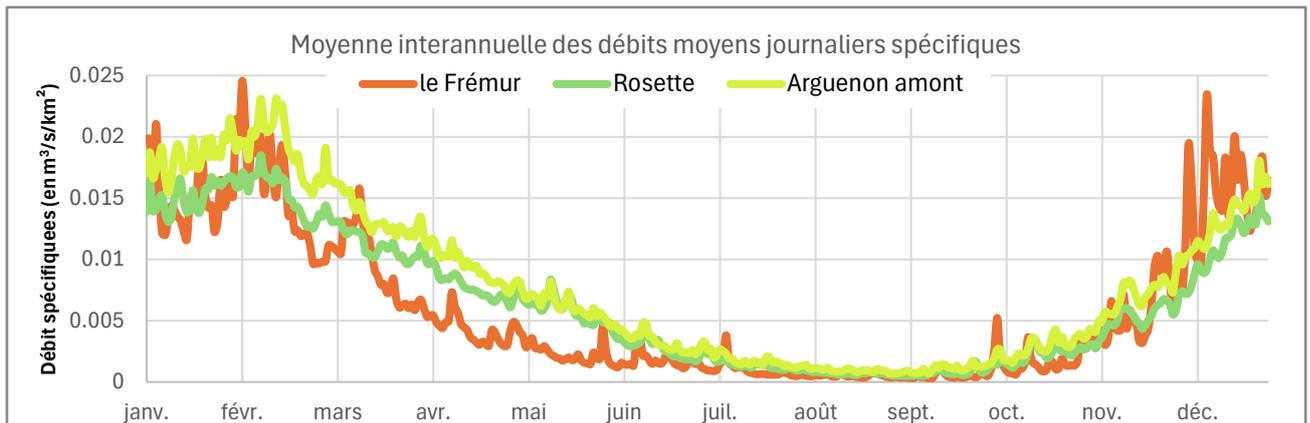


Figure 28 : Moyenne interannuelle des débits moyens journaliers spécifiques de l'Arguenon, de la Rosette et du Frémur

Les étiages sont des phénomènes complexes à caractériser. Cette variabilité s'explique par la nature singulière de ces événements, qui peuvent différer d'une année à l'autre. Par conséquent, leur analyse repose sur diverses approches statistiques ou l'utilisation de différentes variables spécifiques aux étiages. En termes de statistiques associées aux débits de basses eaux, plusieurs indicateurs sont disponibles. Les indicateurs suivants seront utilisés afin de caractériser cette période (Tableau 5) :

- DC80, correspond au débit dépassé 80 % du temps (débit dépassé 292 jours par an),
- DC90, correspond au débit dépassé 90 % du temps (débit dépassé 328.5 jours par an),
- DC95, correspond au débit dépassé 95 % du temps (débit dépassé 346.75 jours par an),
- DCE annuel, correspond au débit caractéristique d'étiage (débit dépassé 355 jours par an),
- VCN30, correspond au débit moyen minimal sur 30 jours consécutif au cours d'une période,
- VCN10, correspond au débit moyen minimal sur 10 jours consécutif au cours d'une période,
- VCN3, correspond au débit moyen minimal sur 3 jours consécutif au cours d'une période,
- QMNA, correspond au débit mensuel minimal de chaque année,
- QJN, correspond au débit journalier minimal d'une période.

Tableau 5 : Caractéristiques des débits de basses eaux

Débit en m3/s	Arguenon				Rosette				Frémur			
	Moy	% Module	Min	Max	Moy	% Module	Min	Max	Moy	% Module	Min	Max
DC80 annuel	0.1091	13%	0.014	0.376	0.0870	12%	0.000	0.379	0.0341	8%	0.016	0.078
DC90 annuel	0.0676	8%	0.000	0.176	0.0576	8%	0.000	0.279	0.0241	6%	0.009	0.058
QMNA	0.0711	9%	0.000	0.212	0.0585	8%	0.000	0.319	0.0253	6%	0.010	0.073
VCN30	0.0595	7%	0.000	0.176	0.0500	7%	0.000	0.286	0.0221	5%	0.008	0.058
DC95 annuel	0.0537	6%	0.000	0.137	0.0459	6%	0.000	0.240	0.0204	5%	0.007	0.051
VCN10	0.046	6%	0.000	0.135	0.0402	5%	0.000	0.202	0.0173	4%	0.005	0.046
DCE annuel	0.0473	6%	0.000	0.131	0.0413	6%	0.000	0.202	0.0182	5%	0.006	0.048
VCN3	0.0401	5%	0.000	0.123	0.0350	5%	0.000	0.142	0.0157	4%	0.004	0.045
QJN	0.0410	5%	0.000	0.121	0.0327	4%	0.000	0.139	0.0151	4%	0.004	0.044

La DREAL Bretagne a élaboré un indice pour évaluer la sévérité des étiages, basé sur le rapport entre le débit du QMNA5 (débit minimal sur 5 jours consécutifs pour une période donnée) et le débit correspondant au 10<sup>e</sup> du module annuel. Cet indice se définit comme suit :

$$\text{Sévérité des étiages} = \frac{\text{Débit du QMNA5}}{\text{Débit du 10<sup>ème</sup> du module}}$$

Les catégories de sévérité des étiages selon cet indice sont :

- Indice < 0,1 : étiages très sévères
- 0,1 ≤ Indice < 0,8 : étiages sévères
- 0,8 ≤ Indice < 2 : étiages modérés
- 2 ≤ Indice < 3 : étiages peu marqués
- Indice > 3 : étiages très peu marqués

Cette classification permet d'identifier rapidement l'intensité des étiages et de mieux comprendre leur impact sur les milieux aquatiques et les usages associés.

Tableau 6 : Indice de sévérité d'étiage de 2022

	Indice de sévérité d'étiage
Arguenon	0.16
Rosette	0.22
Frémur	0.26

L'analyse de cet indice sur le territoire montre la fragilité des cours d'eau (Tableau 6). En effet, ils sont tous dans la catégorie des étiages sévères. À noter que l'indice de sévérité de l'Arguenon amont est proche de la catégorie des étiages très sévères.

L'analyse statistique permet, au travers de tests statistiques, d'observer s'il existe des différences significatives entre deux échantillons de données. Une comparaison des débits sur des périodes décennales sera effectuée. Cette confrontation mettra en évidence ou non l'évolution des variables étudiées.

Une comparaison des indices hydrologiques entre les périodes 1980-1990 et 2010-2020 met en évidence des évolutions importantes pour certains cours d'eau du territoire. Ces évolutions soulignent des changements dans les débits caractéristiques et les indices d'étiage, témoignant de la vulnérabilité accrue des systèmes hydriques.

L'étude des VCN30 ne montre pas de différence statistique marquée au cours des périodes décennales 1982-1992 et 2012-2022 pour les 3 cours d'eau (Figure 29). Un écart significatif est observé sur l'Arguenon pour le VCN10 et le VCN3 (Figure 30 et 31), ce qui témoigne d'une intensification des étiages. Cependant l'analyse sur la Rosette et le Frémur ne témoigne pas de variation.

L'étude du débit journalier minimum (QJN) révèle une diminution du débit témoignant d'un impact marqué sur les débits d'étiages (Figure 32).

L'étude des débits classés révèle une différence non négligeable sur le DC95 pour l'Arguenon et la Rosette. Aucune différence n'est observée sur les 3 cours d'eau pour le DC80.

Globalement, seuls les indicateurs les plus sévères témoignent d'une baisse caractéristique des indices hydrologiques des périodes d'étiages.

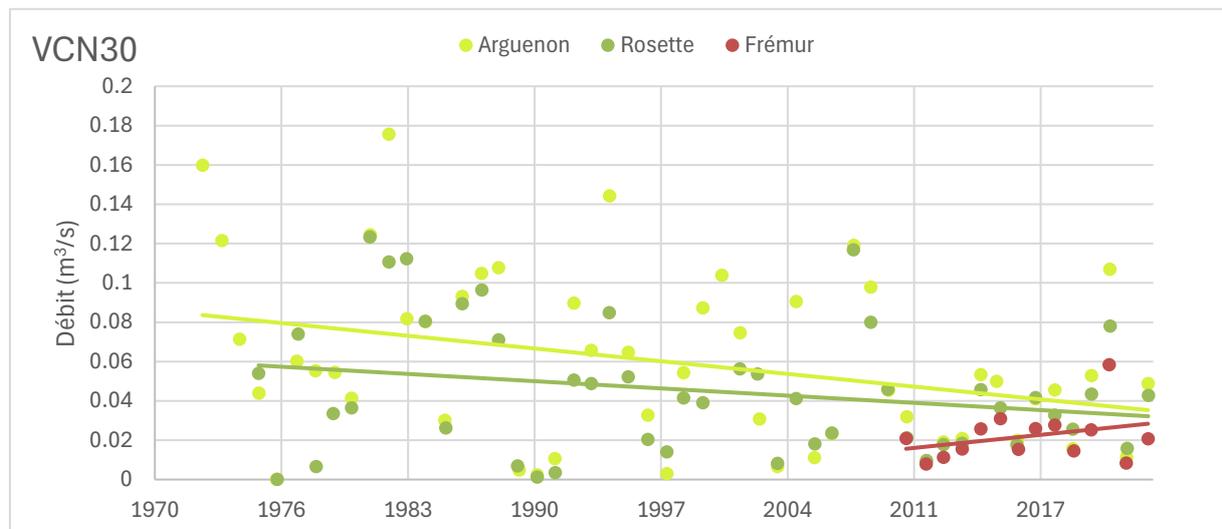


Figure 29: Évolution des débits consécutifs minimaux sur 30 jours

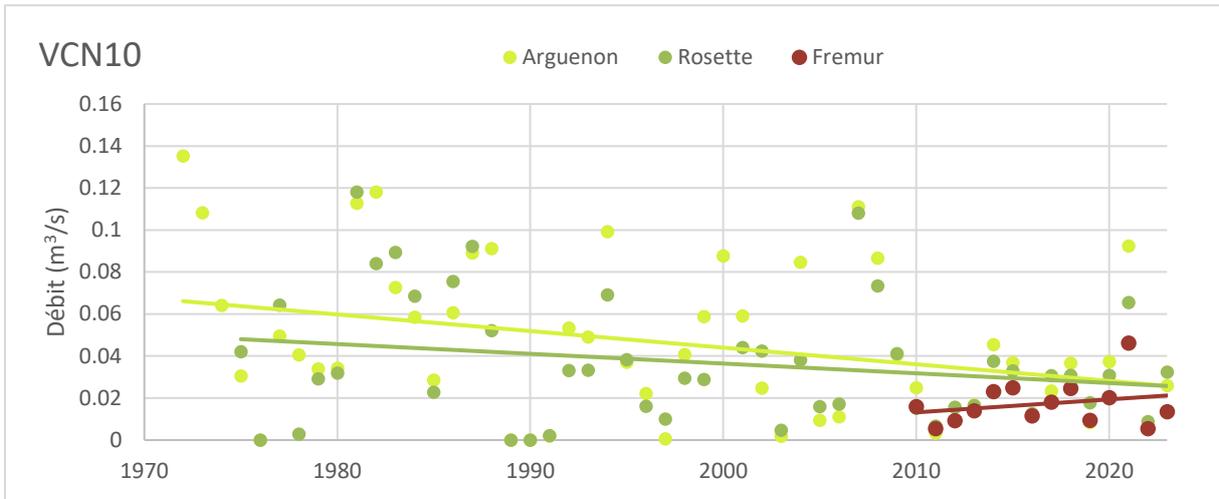


Figure 30 : Évolution des débits consécutifs minimaux sur 10 jours

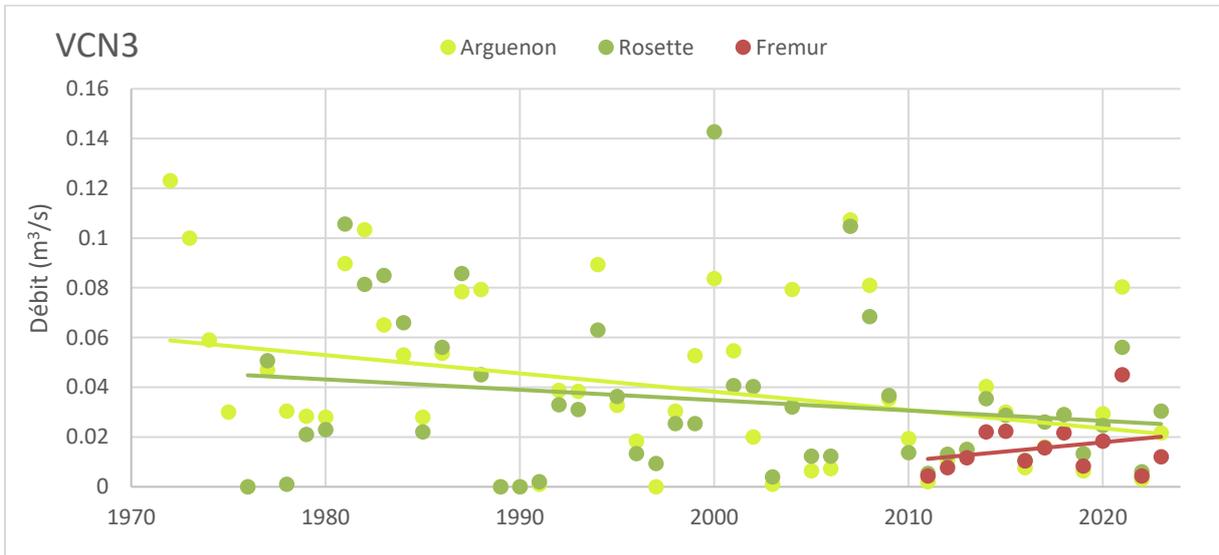


Figure 31 : Évolution des débits consécutifs minimaux sur 3 jours

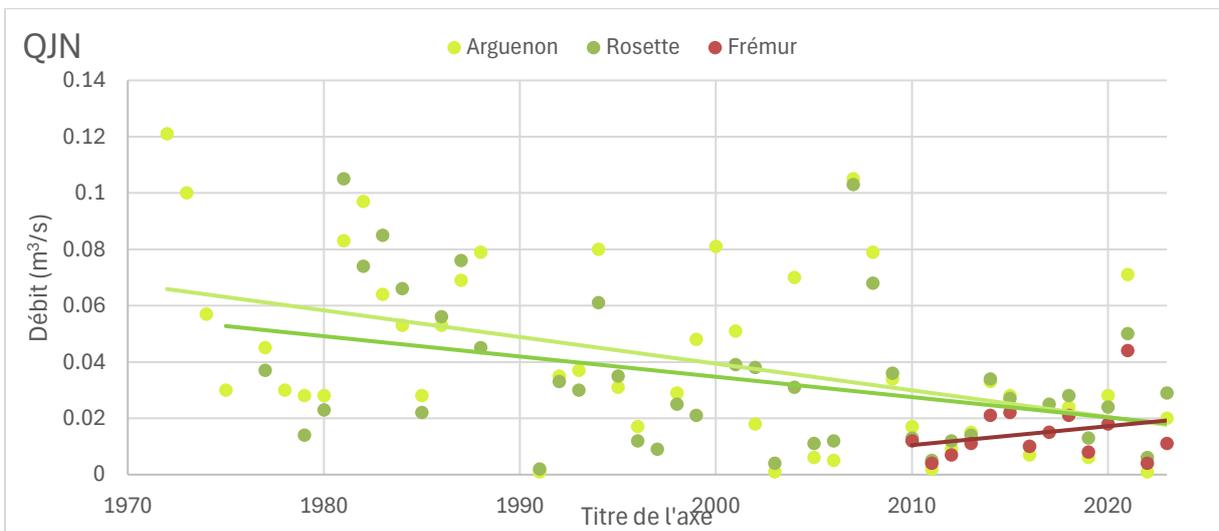


Figure 32 : Évolution du débit journalier minimal

Le QMNA, ou débit moyen mensuel minimal d'une année, est un indicateur fondamental en hydrologie, utilisé pour analyser les périodes les plus critiques en termes de disponibilité en eau dans un cours d'eau. Il correspond à la valeur moyenne des débits les plus faibles enregistrés sur un mois donné, calculée sur une année ou une période pluriannuelle. En d'autres termes, il permet d'identifier les moments où la ressource en eau est à son niveau le plus bas, souvent en période d'étiage, notamment pendant l'été ou au début de l'automne.

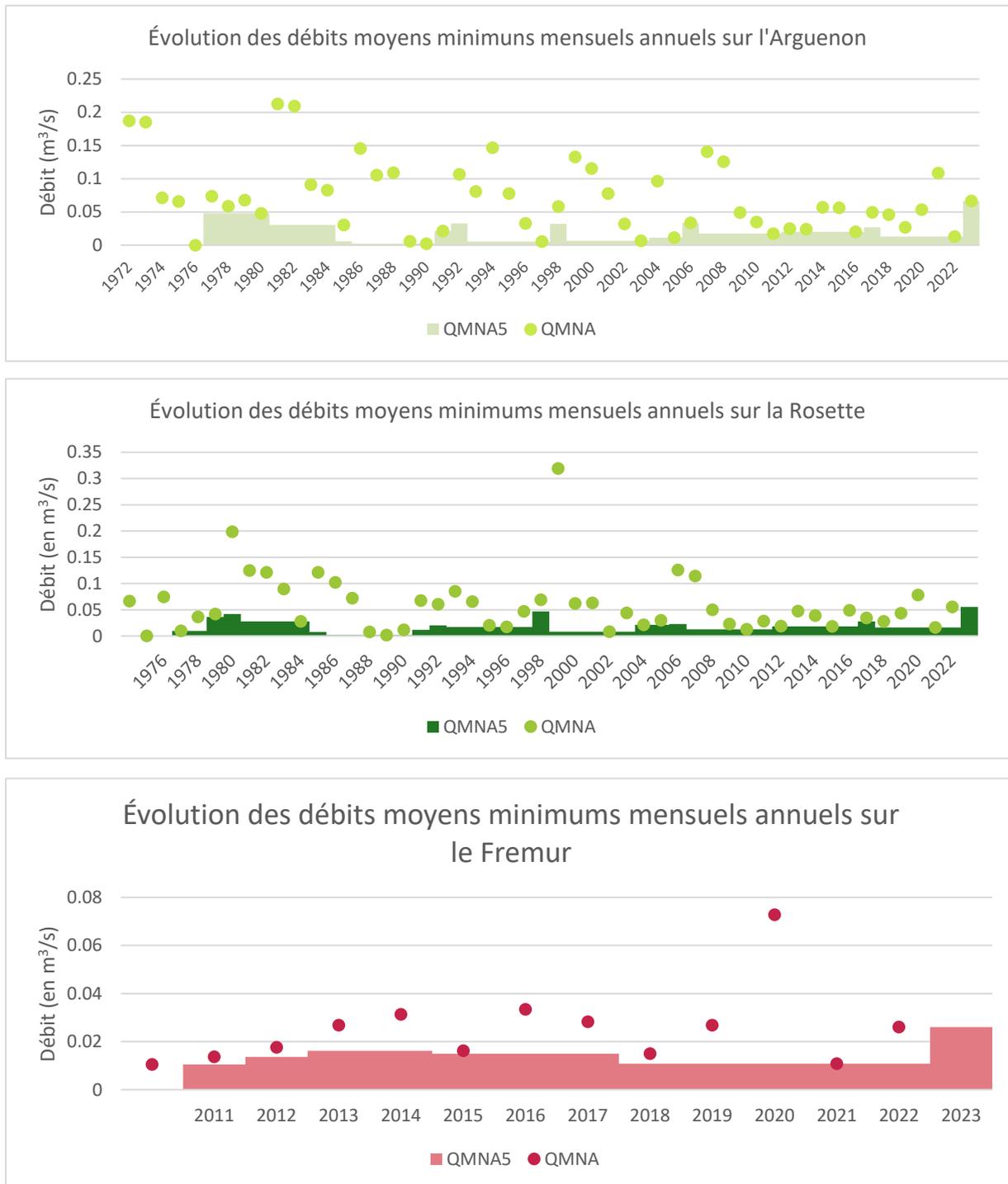


Figure 33 : Évolution des débits moyens minimums mensuels annuels sur l'Arguenon, la Rosette et le Frémur

#### 2.2.4.2 Calendrier des basses eaux et d'étiages

##### Les QMNA

Les QMNA se manifestent principalement en septembre, avec une occurrence de 71 % sur l'Arguenon, 55 % sur la Rosette et 62 % sur le Frémur. Ils apparaissent également fréquemment en août, mais dans une moindre mesure : 25 % sur l'Arguenon, 32 % sur la Rosette et 23 % sur le Frémur.

Le mois de septembre 1990 est le mois le plus sec enregistré toutes années confondues sur l'Arguenon.

Quelques années se distinguent :

- Les années 1985, 1989, 2007, 2011, 2015, 2017 et 2022 où le mois le plus sec a été particulièrement tardif

##### Le DC80 et DC90

Le DC80 peut être interprété comme la période de basses eaux et le DC90 comme la période de très basses eaux. Les dates de franchissement du DC 80 permettent les observations suivantes (Figure 34) :

- Les basses eaux commencent le plus fréquemment en août sur l'Arguenon et la Rosette ou, assez fréquemment, en septembre. Pour le Frémur, les basses eaux commencent plus fréquemment au mois de juillet ;
- Les basses eaux du Frémur commencent plus tôt par rapport aux deux autres cours d'eau, en moyenne près d'un mois à l'avance ;
- L'année 2007 se distingue sur l'Arguenon avec des basses eaux beaucoup plus tardives que sur les deux autres cours d'eau.

La date d'entrée en basses eaux diffère pour les 3 cours d'eau avec un décalage moyen d'environ un mois entre l'entrée en très basses eaux du Frémur (23 juillet) et celle de l'Arguenon (30 août) et de la Rosette (29 août).

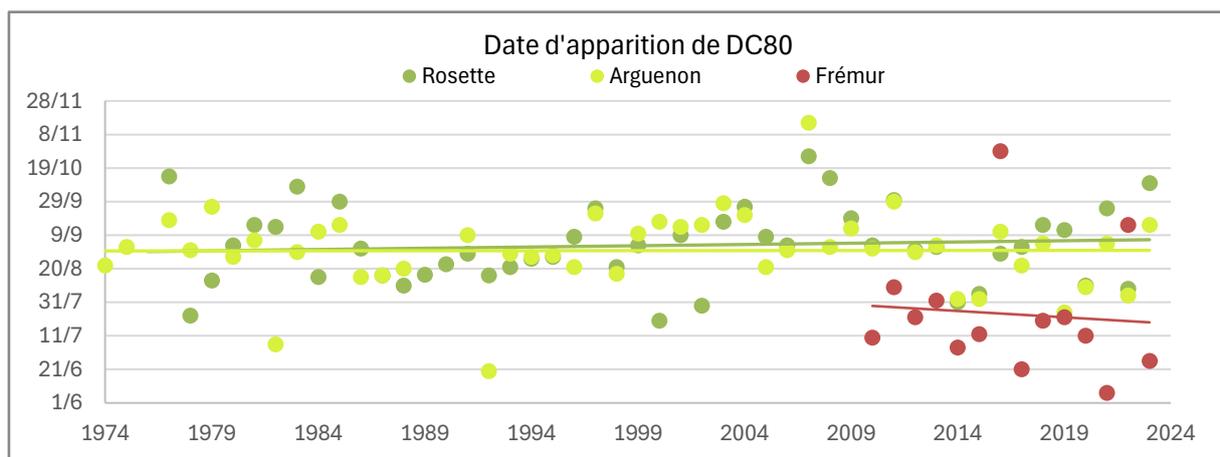


Figure 34 : Évolution du jour d'apparition du DC80

Les dates de franchissement du DC90 permettent les observations suivantes (Figure 35) :

- Les très basses eaux commencent le plus fréquemment en août sur les 3 cours d'eau ou, assez fréquemment, en septembre
- Les basses eaux du Frémur commencent particulièrement tôt. Les années 2014, 2015, 2017 et, 2011, 2012 et 2022 se distinguent avec des basses eaux très précoces

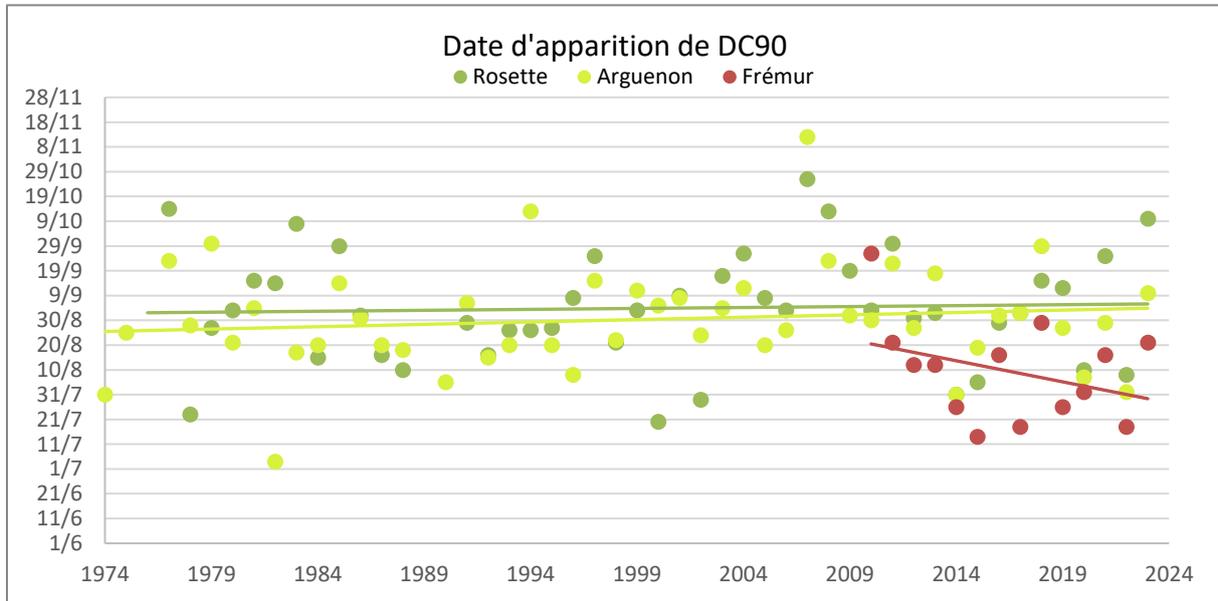


Figure 35 : Évolution du jour d'apparition du DC90

### Les VCN30, VCN10, VCN5

Le premier jour moyen du VCN 30 est quasiment le même pour les 3 cours d'eau (entre le 25 et le 31 août) (Figure 36).

La date d'entrée en VCN 30 est significativement de plus en plus tardive sur le Frémur. Les moyennes décennales de la date d'entrée en VCN 30 sur l'Arguenon et la Rosette montrent une évolution d'une semaine entre la moyenne 1975-1985 (26 août en moyenne) et celle de 2010-2020 (1<sup>er</sup> septembre en moyenne). Bien que la tendance observée semble montrer un recul dans la date d'apparition du VCN30 sur l'Arguenon et la Rosette, l'analyse statistique de cette série de donnée n'a pas relevé d'évolution significative.

Le nombre moyen de jours par an inférieurs au VCN 30 interannuel varie de 26 jours sur l'Arguenon à 24 jours sur la Rosette et de 25 jours pour le Frémur.

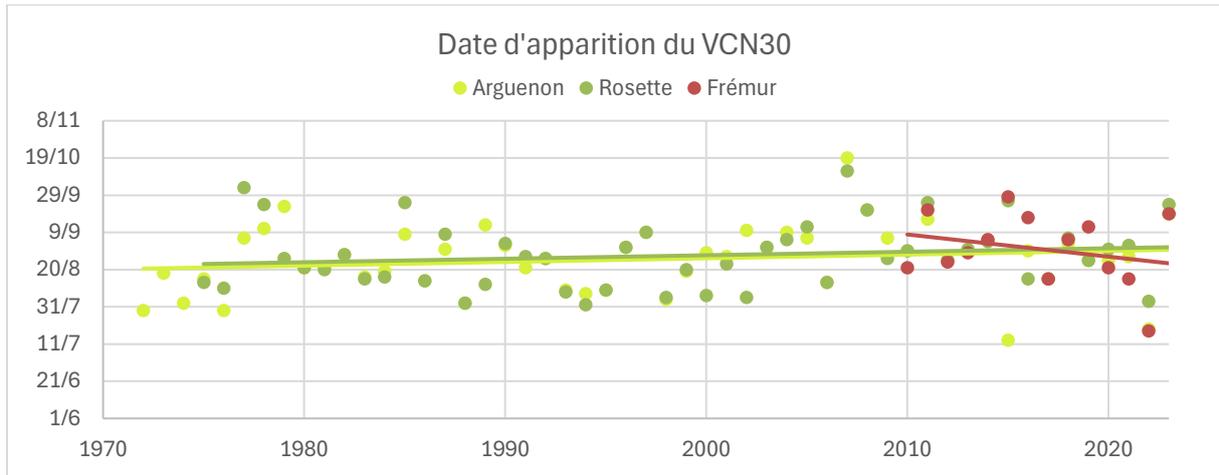


Figure 36 : Évolution du jour d'apparition du VCN30

Le premier jour moyen du VCN 10 est le 7 septembre sur l'Arguenon et le 6 septembre sur la Rosette et le Frémur. Le mois le plus fréquent du premier jour du VCN 10 est le mois de septembre pour les trois cours d'eau (Figure 37).

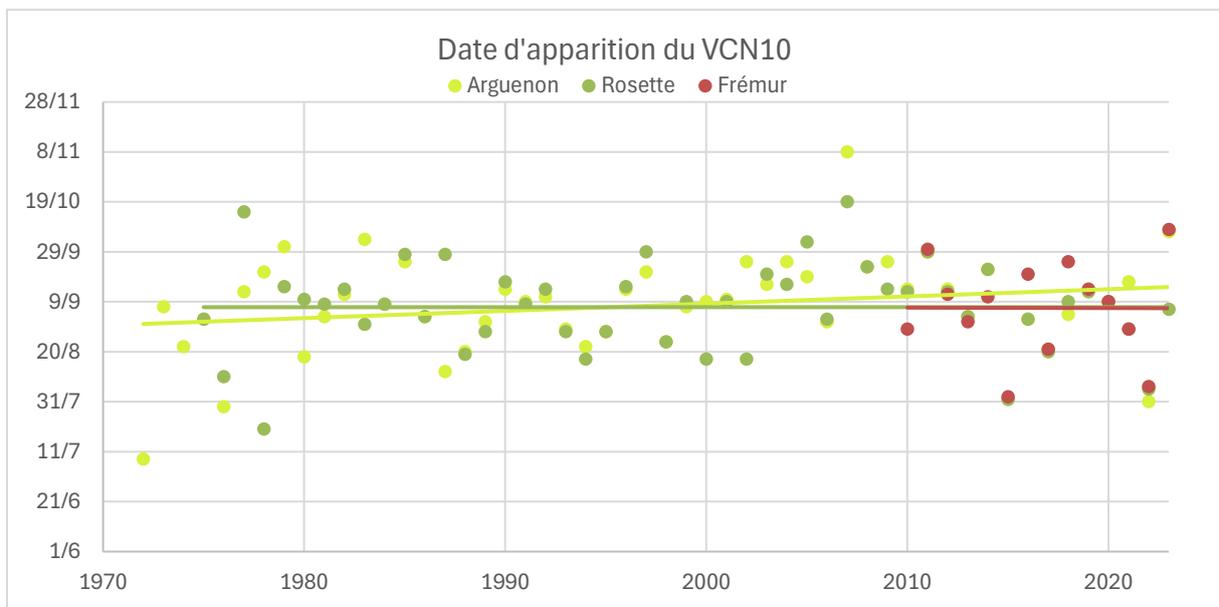


Figure 37: Évolution du jour d'apparition du VCN10

Les 5 jours au plus bas débit de l'année arrivent majoritairement en septembre sur la Rosette, l'Arguenon et le Frémur (Figure 38).

La date du VCN 5 est tout de même éparse sur l'ensemble des cours d'eau : il apparaît parfois en juin, juillet, août ou octobre.

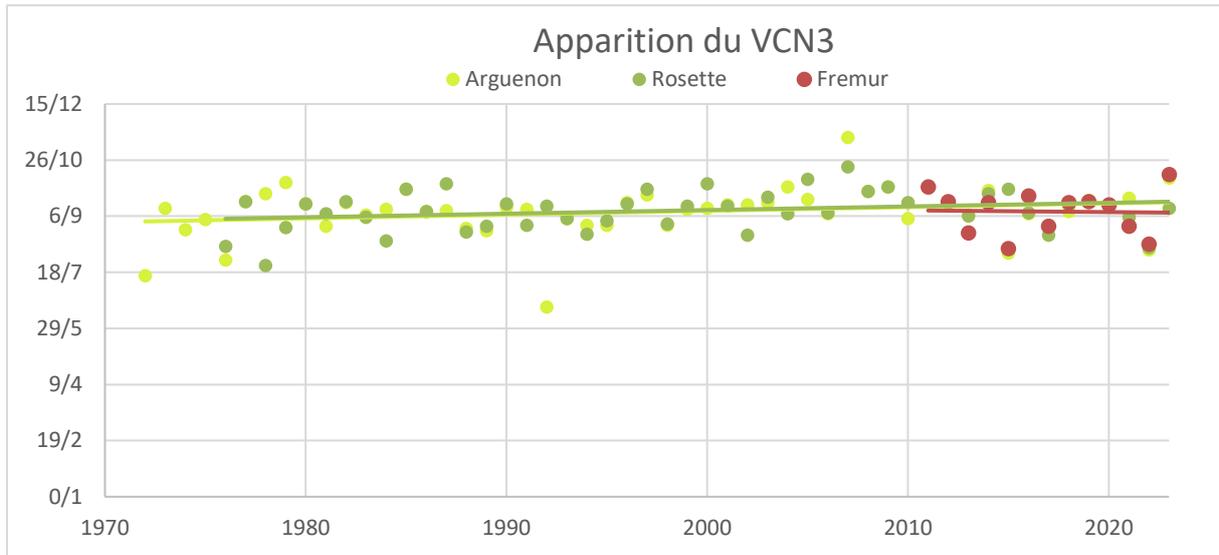


Figure 38 : Évolution du jour d'apparition du VCN5

DCE et QJN

Le premier jour moyen du DCE est le 30 août sur l'Arguenon, le 31 août pour la Rosette et le 1<sup>er</sup> septembre sur le Frémur.

L'année 2007 témoigne d'une apparition particulièrement tardive du DCE sur l'Arguenon est la Rosette (Figure 39).

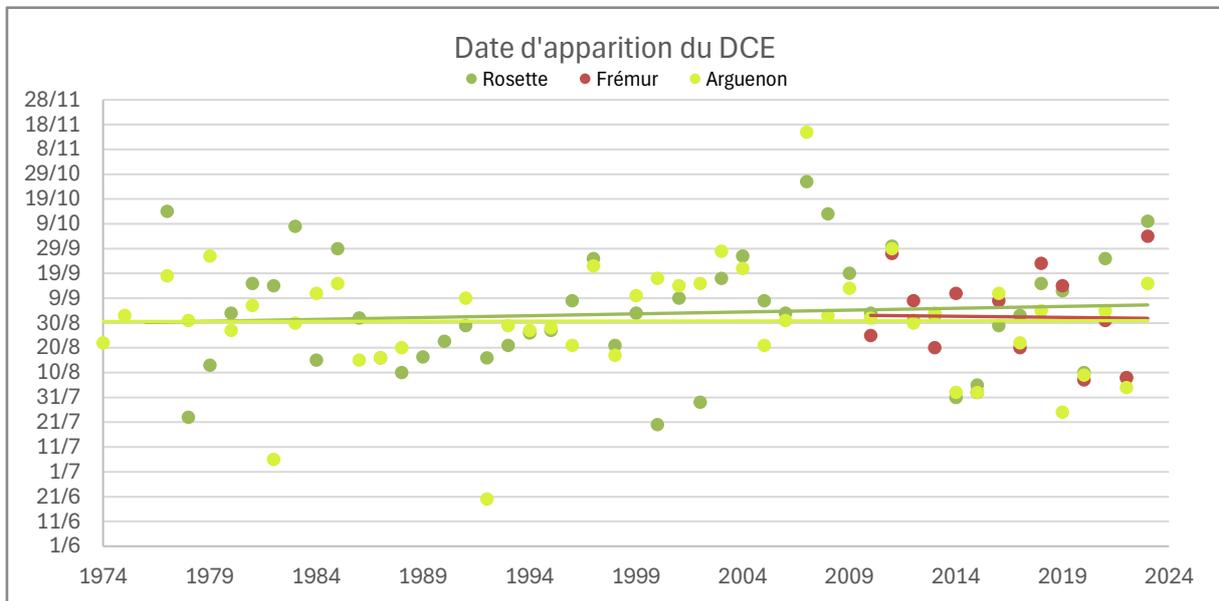


Figure 39 : Évolution du jour d'apparition du DCE

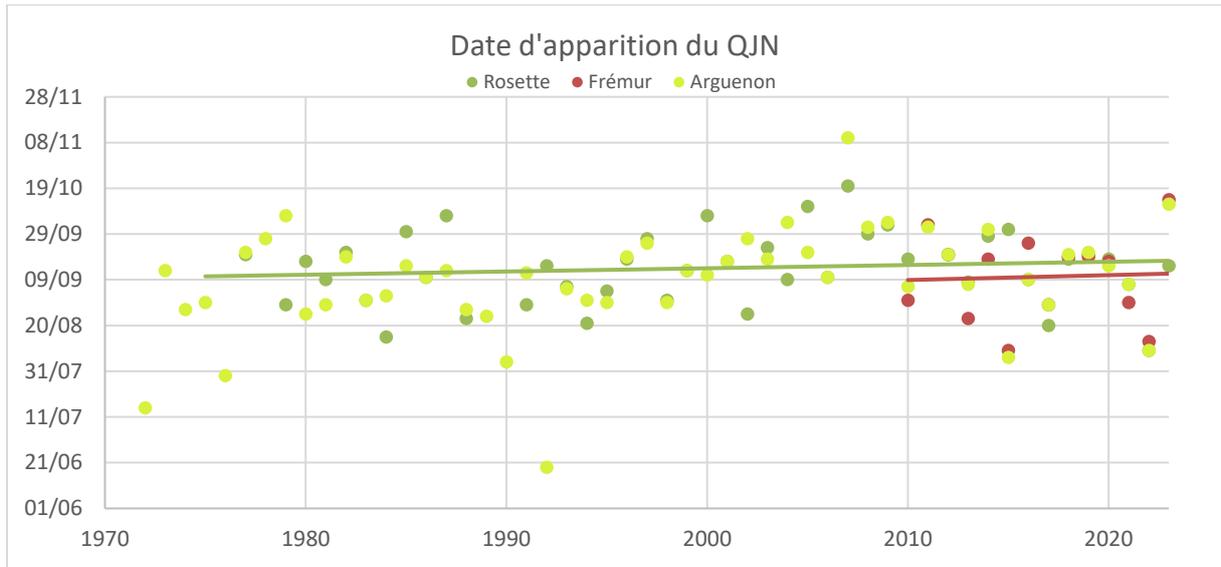


Figure 40 : Évolution du jour d'apparition du QJN

### 2.2.5 Hautes eaux & crues

Les hautes eaux correspondent à la période de l'année pour laquelle les débits des cours d'eau sont les plus importants (Figure 40).

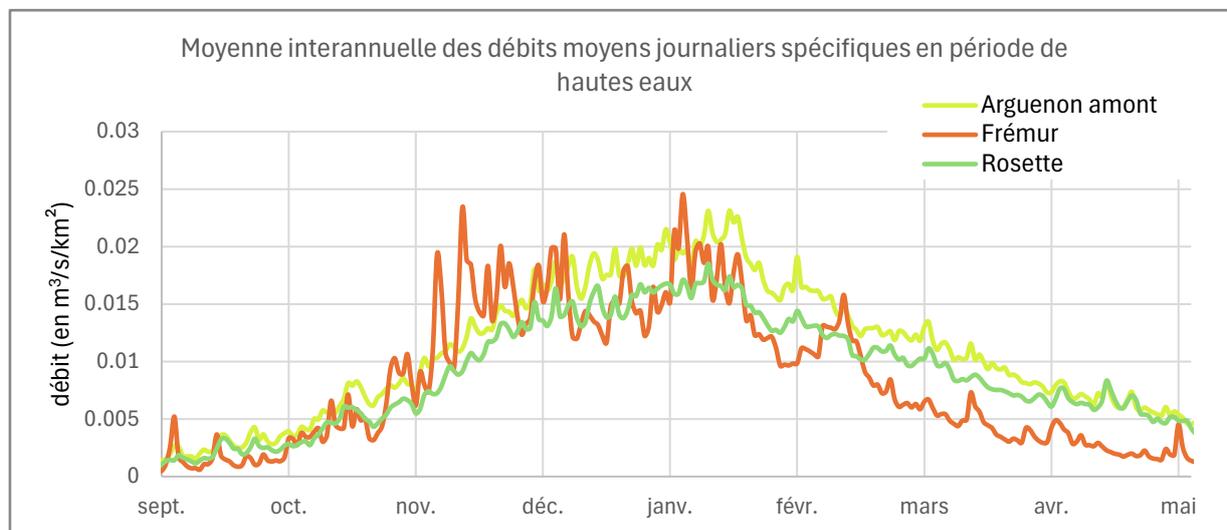


Figure 41 : Moyenne interannuelle des débits moyens journaliers spécifiques en période de hautes eaux

Les variables indicatrices de hautes eaux ont été calculées à partir des chroniques de débit journalier. Les indicateurs statistiques suivants, associés aux débits de hautes eaux, seront utilisés afin de caractériser cette période (Tableau 7) :

- DC10, correspond au débit dépassé 10 % du temps (débit dépassé 36.5 jours par an),
- DC20, correspond au débit dépassé 20 % du temps (débit dépassé 73 jours par an),
- DCC annuel, correspond au débit caractéristique de crue (débit dépassé 10 jours par an),
- VCX30, correspond au débit moyen maximal sur 30 jours consécutif au cours d'une période,
- VCX5, correspond au débit moyen maximal sur 5 jours consécutif au cours d'une période,
- QJX, correspond au débit journalier maximal d'une période.

Tableau 7: Caractéristiques des débits de hautes eaux

	Arguenon				Rosette				Frémur			
	Moy	% Module	Min	Max	Moy	% Module	Min	Max	Moy	% Module	Min	Max
QJX	8.025	963%	2.22	25.100	6.820	912%	1.400	18.500	5.008	1237%	2.060	8.390
VCX5	5.160	619%	1.128	14.122	4.546	608%	0.987	12.178	3.059	755%	1.365	5.568
VCX30	2.869	344%	0.594	7.074	2.585	346%	0.516	6.532	1.646	407%	0.598	3.044
DCC	3.335	400%	1.03	8.460	3.139	420%	0.815	7.020	2.173	537%	0.679	3.330
DC10	2.023	243%	0.576	4.810	1.954	261%	0.469	4.230	1.059	261%	0.400	1.650
DC20	1.365	164%	0.306	2.520	1.230	164%	0.281	2.470	0.5963	147%	0.265	0.952

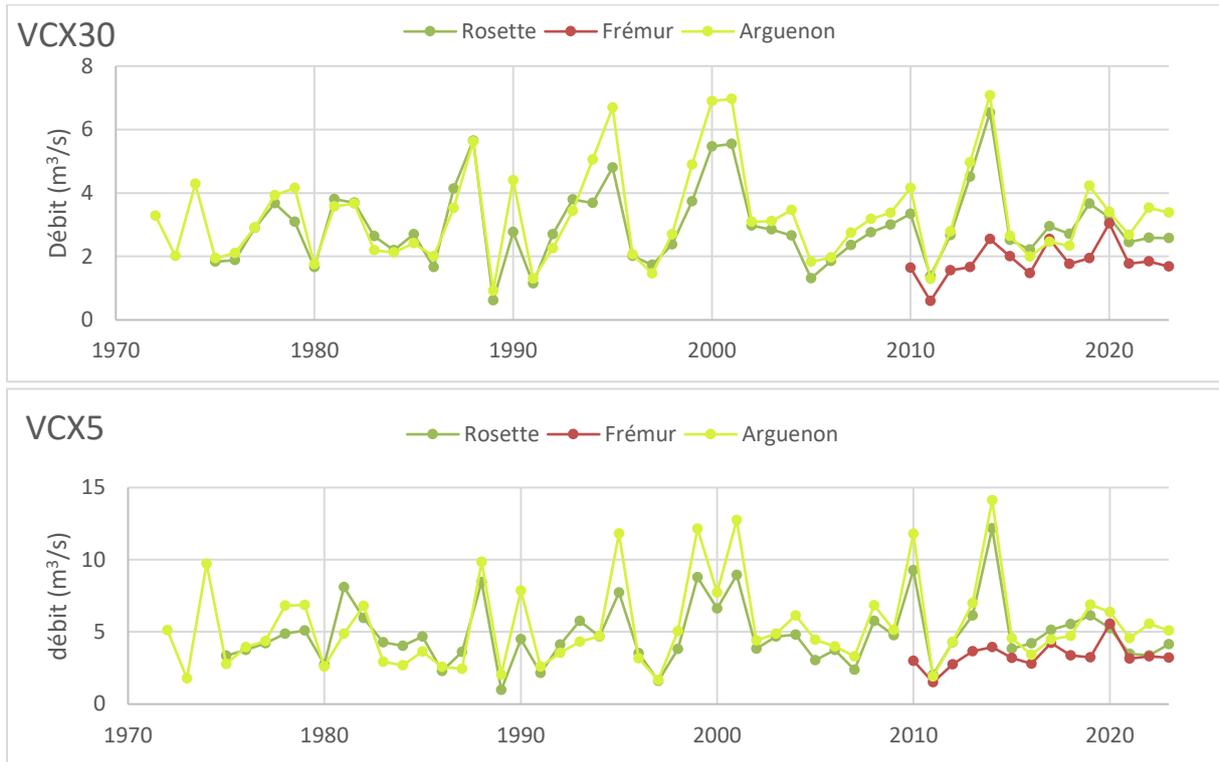


Figure 42 : Variation des VCX30 et VCX5 sur l'Arguenon, la Rosette et le Frémur

La crue correspond à la montée des eaux d'un cours d'eau et représente l'aléa. Le risque d'inondation résulte de la menace de l'aléa sur différents enjeux (sociaux, économiques et politiques...).

Les crues se produisent du fait d'évènements conjoints :

- Un ou des épisodes pluvieux très intenses ;
- Des capacités d'infiltration dans le sol limitées à cause de sols saturés en eau qui ne permettent plus aux eaux pluviales de s'infiltrer ou de sols imperméables à la suite de sécheresse importante, (dessiccation du sol) ou des sols imperméabilisés à la suite d'un aménagement ;
- En hiver, une absorption par la végétation limitée par la faible activité photosynthétique.

Les crues de 1988, 1995, 1999, 2001, 2010 et 2014 sont particulièrement marquées sur l'Arguenon et la Rosette (Figure 42).

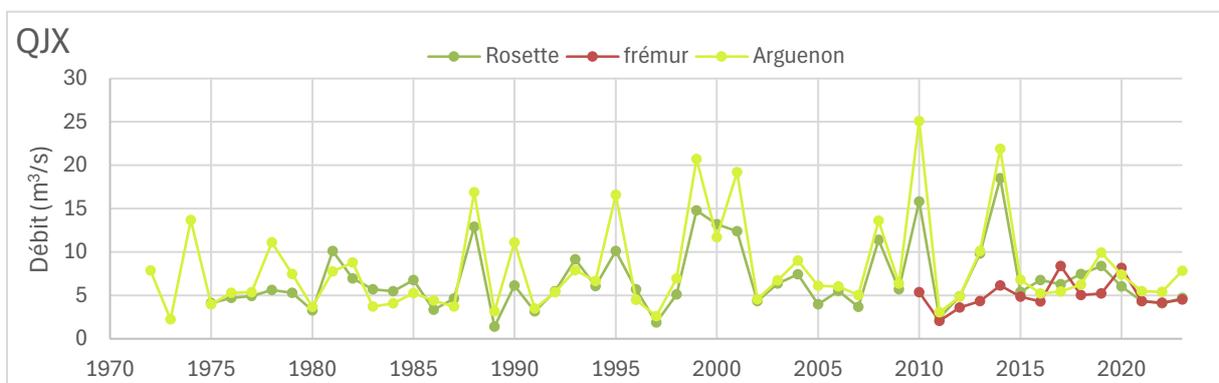


Figure 43 : Variation du QJX sur l'Arguenon, la Rosette et le Frémur

Certaines années se distinguent par un débit moyen journalier particulièrement important (Figure 43) :

- Sur l'Arguenon amont : les années 1988, 1995 1999, 2001, 2010, et 2014 se démarquent.

- Sur la Rosette : les années 1981, 1988, 1999, 2001 2010 et 2014 se distinguent.
- Sur le Frémur : Seuls les années 2017 et 2020 se démarquent.

Les indices caractéristiques des hautes eaux de l'Arguenon, de la Rosette et du Frémur sont relativement proches.

### 2.2.5.1 Calendrier des hautes eaux

#### DC10 et DC20

Les dates de franchissement du DC 20 permettent les observations suivantes (Figure 44):

- Les hautes eaux commencent le plus fréquemment en janvier et mars sur l'Arguenon et la Rosette. Pour le Frémur, les basses eaux commencent plus fréquemment au mois de mars.

La date d'entrée en hautes eaux diffère pour les 3 cours d'eau avec un décalage de quelques jours entre l'entrée en très basses eaux du Frémur (21 février) et celle de l'Arguenon (24 février) et de la Rosette (10 février).

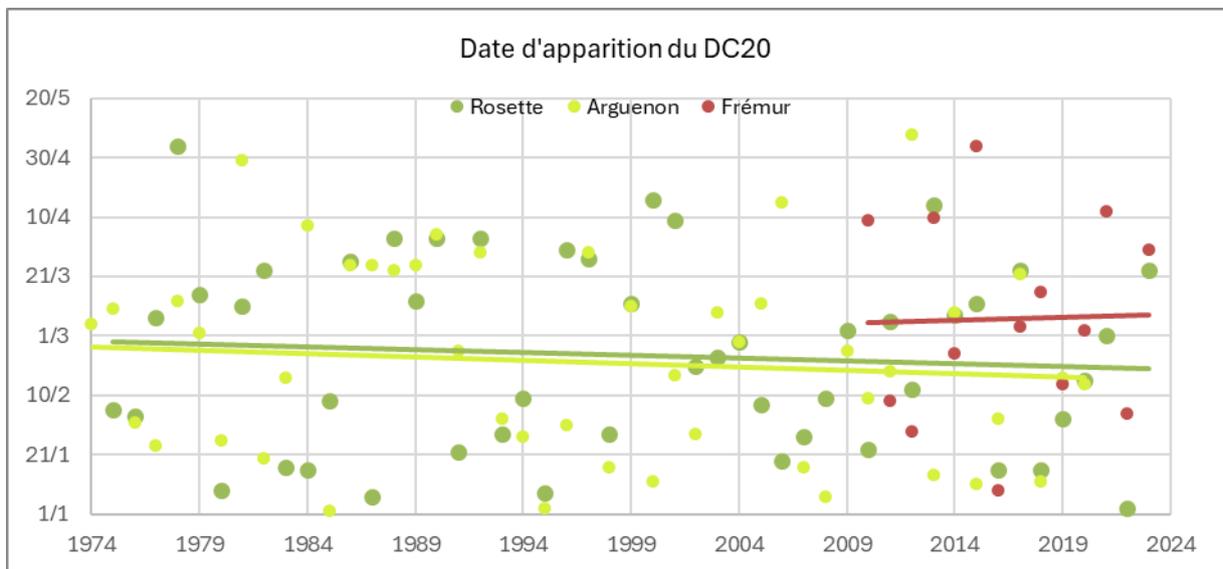


Figure 44 : Évolution du jour d'apparition du DC20

Les dates de franchissement du DC10 permettent les observations suivantes :

Les hautes eaux commencent le plus fréquemment en janvier pour l'Arguenon, en février pour la Rosette et en décembre pour le Frémur.

La date d'entrée en très hautes eaux diffère pour les 3 cours d'eau avec un décalage de quelques jours entre l'entrée en très basses eaux du Frémur (22 février) et celle de l'Arguenon (24 janvier) et de la Rosette (22 février) (Figure 45).

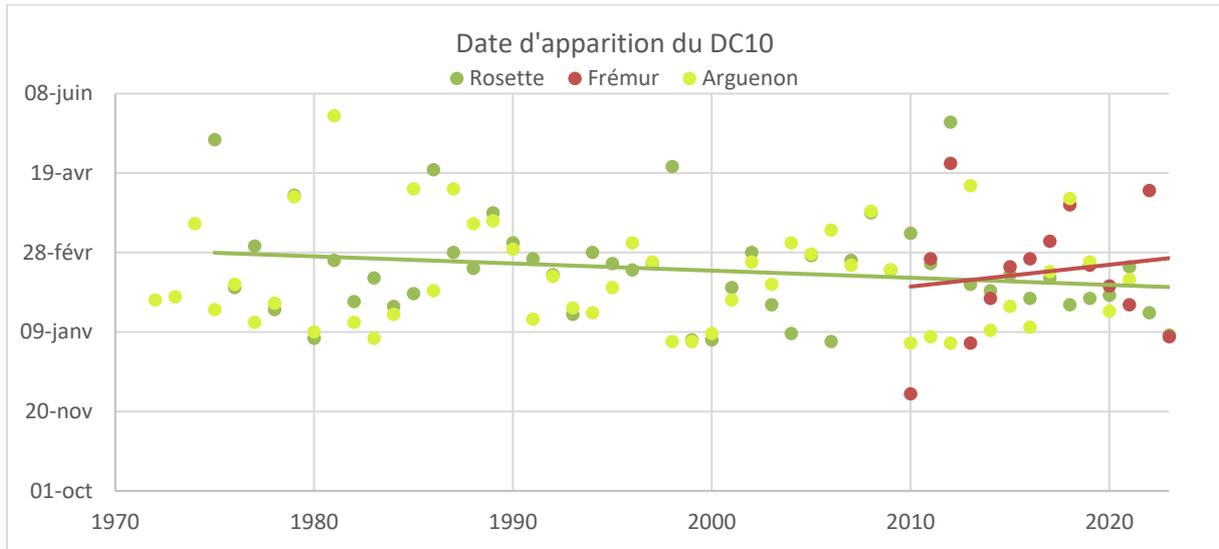


Figure 45 : Évolution du jour d'apparition du DC10

### DCC annuel

Les dates de franchissement du DCC commencent le plus fréquemment en janvier sur l'Arguenon et la Rosette et le Frémur, et assez fréquemment au mois de février (Figure 46).

Le premier jour moyen du DCC est le 1<sup>er</sup> février sur l'Arguenon, le 23 janvier pour la Rosette et le 16 janvier sur le Frémur.

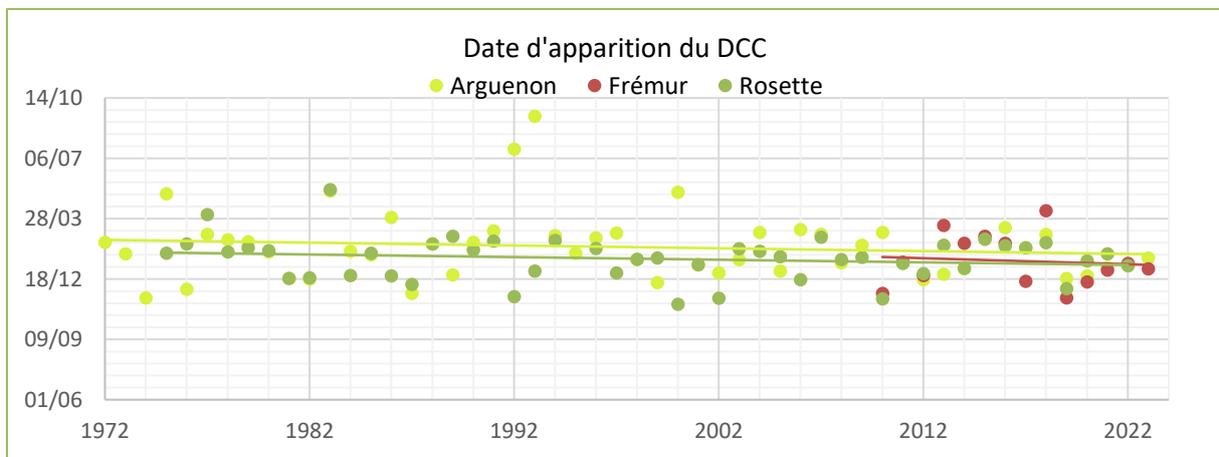


Figure 46 : Évolution du jour d'apparition du DCC

### VCX30 et VCX5

Le premier jour moyen du VCX30 est le 19 janvier sur l'Arguenon, le 20 janvier sur la Rosette. En revanche, il est le 31 décembre sur le Frémur (Figure 47).

La date d'entrée en VCX30 est significativement de plus en plus précoce sur le Frémur.

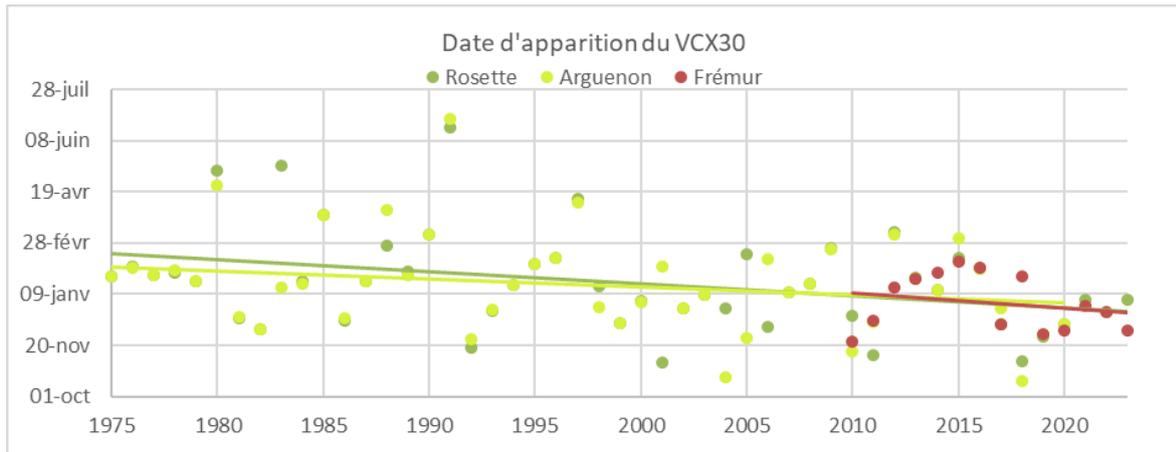


Figure 47 : Évolution du jour d'apparition du VCX30

Le premier jour moyen du VCX5 est varié selon les cours d'eau. En effet, le 1<sup>er</sup> jour moyen pour l'Arguenon est le 25 janvier, le 2 février pour la Rosette et le 28 décembre pour le Frémur (Figure 48).

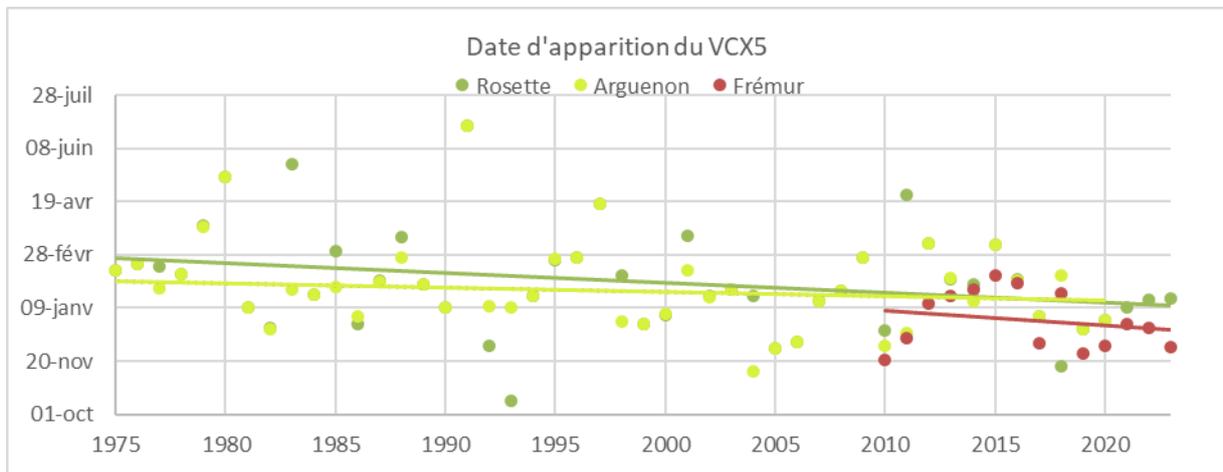


Figure 48 : Évolution du jour d'apparition du VCX5

### QJX

Le premier jour moyen du QJX est variable selon les cours d'eau. En effet, le 1<sup>er</sup> jour moyen pour l'Arguenon est le 25 janvier, le 2 février pour la Rosette et le 28 décembre pour le Frémur (Figure 49).

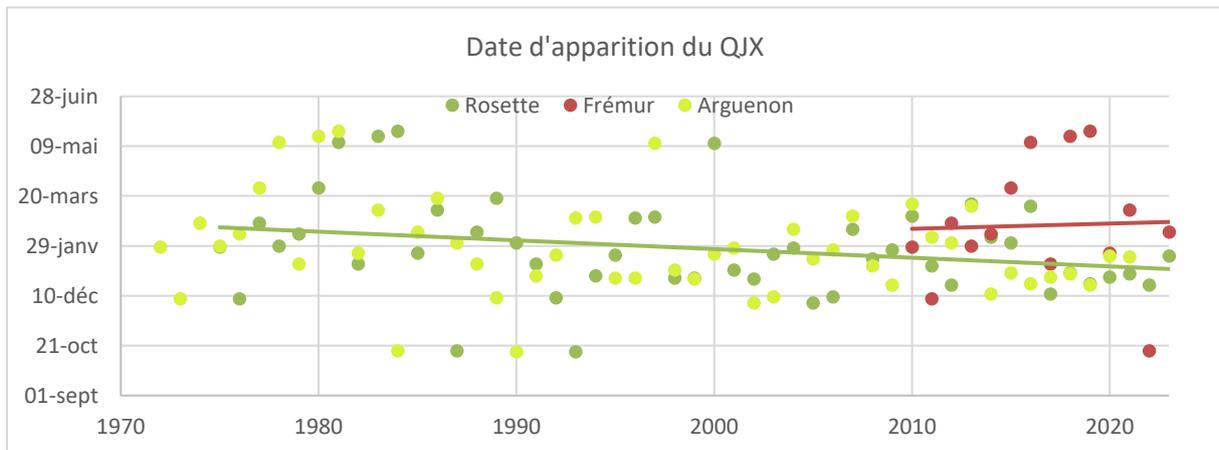


Figure 49 : Évolution du jour d'apparition du QJX

## 2.2.6 Débits et volumes moyens mensuels des cours d'eau modélisés

### 2.2.6.1 Reconstitution des débits

Certains secteurs ne disposent pas de suivi de débits. Afin de pouvoir tout de même évaluer leur dynamique hydrologique, différents outils de modélisation sont disponibles. Les secteurs concernés par ces situations sont le Montafilan, et l'aval de la retenue sur l'Arguenon.

L'aval de la retenue est intégré dans l'unité de gestion 4. Le SDAEP22 dispose de données de débit grâce à une station de mesure de débit. La figure suivante présente l'évolution de débit au droit de la station située en aval du barrage.



Figure 50 : Débit moyen journalier mesuré en aval du barrage

Cette station ne dispose pas de données antérieures au mois de septembre 2009. De plus, la plupart des années sont incomplètes. Cette chronique montre l'importance et l'impact que peut avoir le barrage sur la dynamique de l'Arguenon. Il apparaît clairement, d'après la chronique, que durant les périodes estivales, le gestionnaire maintient le niveau en sortie du barrage à des seuils fixes.

Le SDAEP22 dispose d'une formule leur permettant de calculer le débit entrant dans la retenue. Le début de la retenue se situe en aval de la confluence entre l'Arguenon et la Rosette (Figure 49). Grâce au débit mesuré sur la station de Bois Léard et sur la station de Mégrit, ils ont établi une relation entre le débit d'entrée dans la retenue et le débit de l'Arguenon et de la Rosette.

Cette formule est la suivante :

$$\text{Débit}_{\text{entrant}} = (\text{Débit}_{\text{Rosette}} \times 2.73) + \text{Débit}_{\text{Arguenon}}$$

Avec cette formule, il est alors possible de calculer le débit entrant dans la retenue de l'Arguenon (Figure 41).

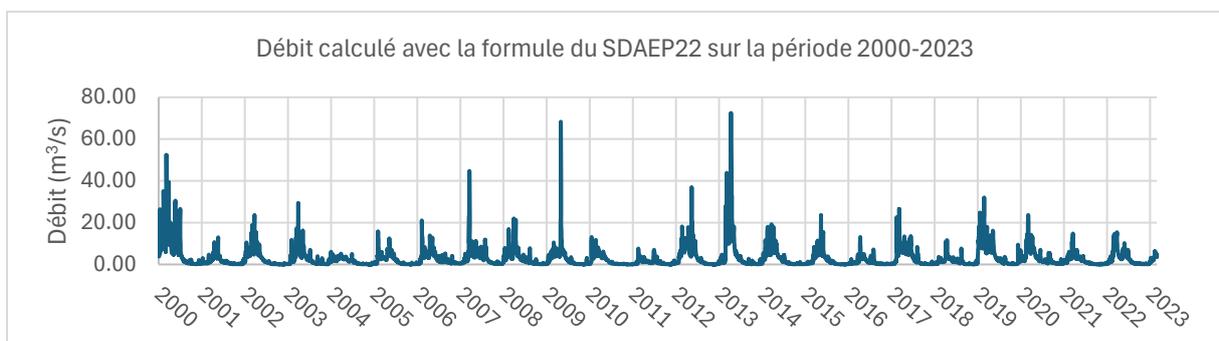


Figure 51 : Débit calculé avec la formule du SDAEP22 sur la période 2000-2023

Ce débit a été comparé au débit d'une station positionnée à l'aval de Jugon-les-Lacs entre 2015 et 2022 (Figure 52).

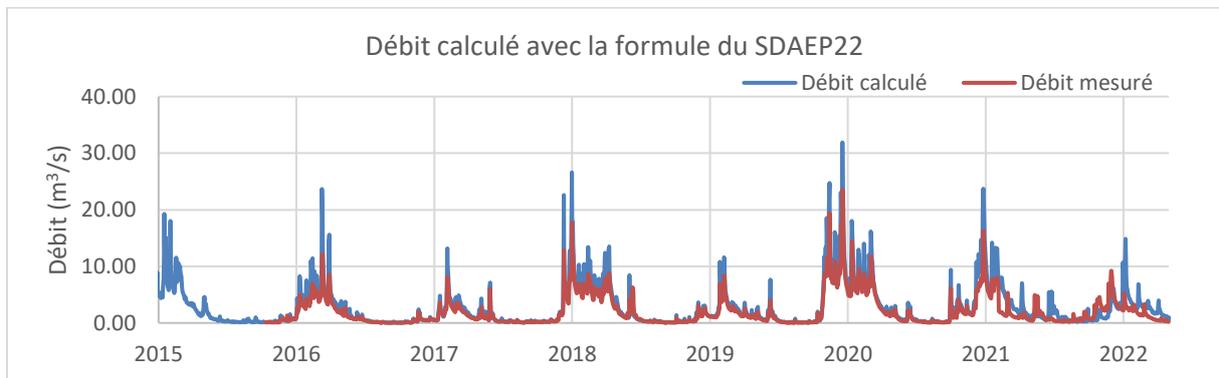


Figure 52 : Débit calculé avec la formule du SDAEP22 comparé au débit mesuré

Grâce à cette station, qui n'a été fonctionnelle que sur 7 années, il est possible d'apprécier la concordance entre le débit mesuré et le débit calculé avec la formule citée précédemment. Bien qu'un décalage soit observable sur la période 2021/2022, l'analyse statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative. C'est à partir de ce débit calculé que les différents indices statiques seront déterminés.

Pour le territoire de l'UG3, associé au bassin versant du Montafilan, le SMAP dispose de quelques mesures de débit ponctuelles ne permettant pas de reconstruire le débit du cours d'eau. C'est donc à partir de l'outil SIMFEN que le débit sera établi.

Le projet SIMFEN (Service Interopérable de Modélisation des Flux d'Eau et de Nutriments), lancé en 2017 et coordonné par Agrocampus Ouest avec plusieurs partenaires, vise à simuler les débits en tout point du réseau hydrographique breton, y compris les sites non jaugés comme le Montafilan (Figure 53). Basé sur la régionalisation et la transposition géomorphologique, il utilise les données de bassins versants jaugés pour estimer les paramètres des bassins non jaugés.

L'outil SIMFEN présente des limites déjà connues, notamment en ce qui concerne la robustesse des données en périodes de basses eaux, mais il reste un outil précieux, pour l'analyse hydrologique dans des secteurs sans données disponibles, malgré ces contraintes.

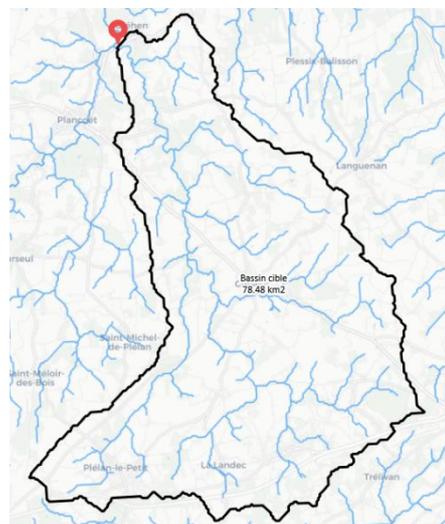


Figure 53 : Bassin versant du Montafilan

## 2.2.6.2 Analyse des débits modélisés

## Unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon

La figure 54 présente la moyenne interannuelle des débits moyens journaliers spécifiques de l'unité de gestion 4 : la Retenue de l'Arguenon. La variation saisonnière est marquée. Les débits spécifiques sont les plus élevés, atteignant des valeurs proches de 0,03 à 0,035 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>. Les débits spécifiques diminuent considérablement, atteignant un minimum autour de 0,005 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> en juillet-août. La recharge hydrologique est rapide et marquée. En revanche, le tarissement du cours d'eau (printemps-été) est plus progressif.



Figure 54 : Moyenne interannuelle des débits moyens journaliers spécifiques de la retenue de l'Arguenon

Les indicateurs des basses eaux :

Les variables de la période des basses eaux sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Caractéristiques des débits de basses eaux sur l'UG4

	Retenue de l'Arguenon			
	Moyenne	% Module	Min	Max
DC80 annuel	0.274	10%	0.101	0.629
DC90 annuel	0.180	6%	0.051	0.490
QMNA	0.172	6%	0.029	0.484
DCE annuel	0.129	5%	0.017	0.414
VCN30	0.153	5%	0.029	0.441
VCN10	0.125	4%	0.015	0.410
VCN3	0.113	4%	0.013	0.401
QJN	0.107	4%	0.012	0.394

Les valeurs de débit pour la retenue de l'Arguenon montrent une variation significative selon les paramètres analysés. Les débits comme le DC80 annuel et le DC90 annuel montrent une plus grande variabilité, tandis que des débits comme le QJN et le DCE annuel sont plus stables, avec des moyennes plus faibles.

Les dates moyennes d'apparitions de l'ensemble des indicateurs des basses eaux sont concentrées sur les mois d'août et de septembre (Figure 55) :

- Le DC90 apparait en moyenne au 15 septembre
- Le DC80 apparait en moyenne au 31 aout
- Le DCE apparait en moyenne au 20 septembre
- Le VCN30 apparait en moyenne au 31 aout
- Le VCN10 apparait en moyenne au 09 septembre
- Le VCN3 et QJN apparaissent en moyenne au 17 septembre

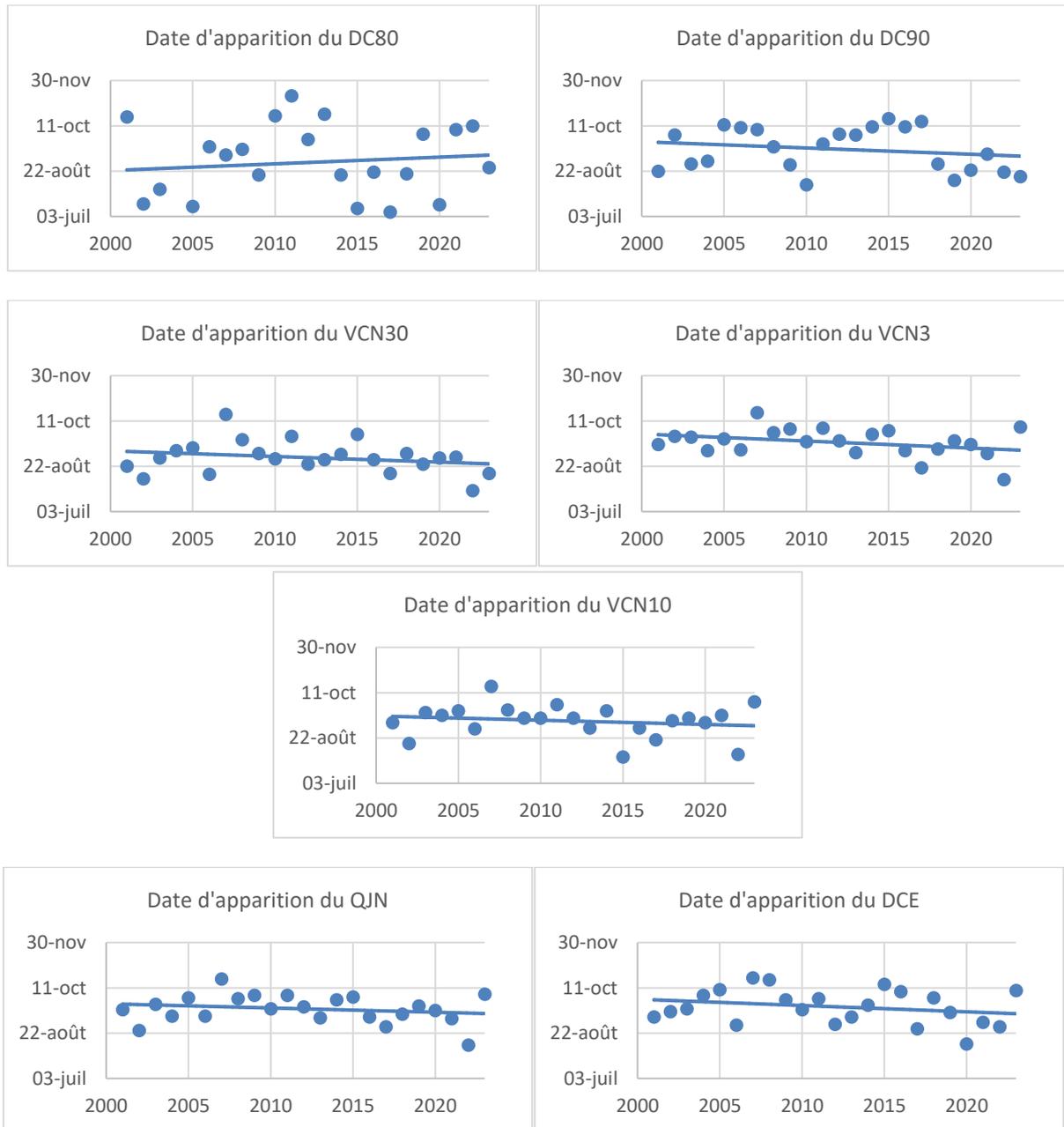


Figure 55 : Dates d'apparition des indicateurs des basses eaux sur l'UG4

Les indicateurs des hautes eaux :

Les variables de la période des hautes eaux sont reportées dans le tableau suivant.

*Tableau 9 : Caractéristiques des débits de hautes eaux sur l'UG4*

	Retenue de l'Arguenon			
	Moyenne	% Module	Min	Max
QJX	27.705	989%	8.084	72.405
VCX5	18.005	643%	4.335	47.194
VCX30	9.903	354%	2.997	24.905
DCC	11.969	427%	5.006	27.995
DC10	7.330	262%	3.490	15.738
DC20	4.777	171%	1.947	8.934

Les données montrent une grande variabilité des débits pour la retenue de l'Arguenon, en particulier pour les paramètres QJX, VCX5, qui présentent des plages de variation très larges.

Les dates moyennes d'apparition de l'ensemble des indicateurs des hautes eaux sont concentrées sur les mois décembre et janvier (Figure 56) :

- Le DC20 apparaît en moyenne au 13 février
- Le DC10 apparaît en moyenne au 25 janvier
- Le DCC apparaît en moyenne au 7 janvier
- Le VCX30 apparaît en moyenne au 02 janvier
- Le VCX apparaît en moyenne au 13 janvier
- Le QJX apparaissent en moyenne au 10 janvier.

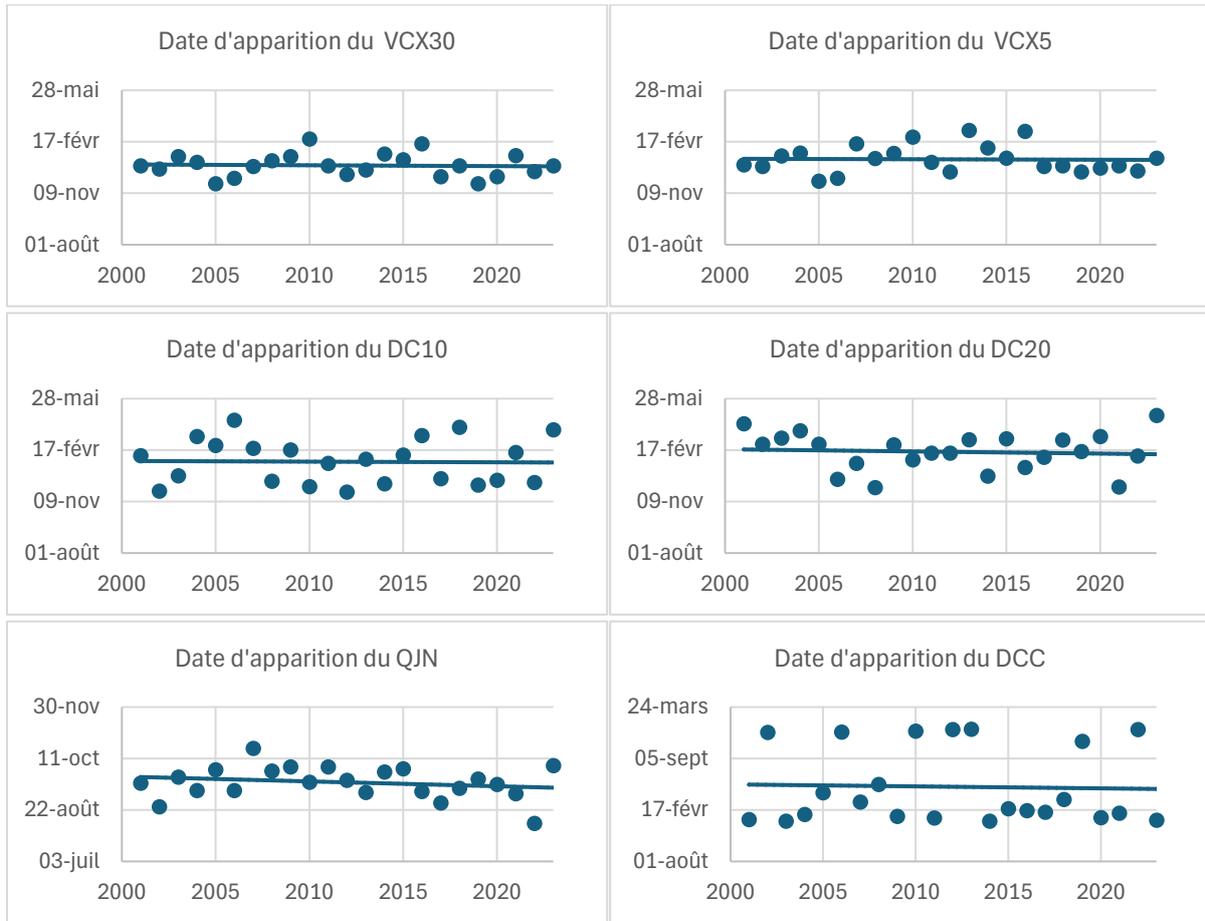


Figure 56 : Dates d'apparition des indicateurs des hautes eaux sur l'UG4

## Unité de gestion 3 : Le Montafilan

La figure 57 présente la moyenne interannuelle des débits moyens journaliers spécifiques du Montafilan, exprimée en  $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ . Lors de la période hivernale, les débits spécifiques sont élevés, avec un maximum proche de  $0,02 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$  en début d'année. Durant la période estivale, les débits spécifiques atteignent un minimum marqué, autour de  $0,003 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ , typique de la période d'étiage.



Figure 57 : Moyenne interannuelle des débits moyens journaliers spécifiques du Montafilan

Les variables de la période des basses eaux sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Caractéristiques des débits de basses eaux sur l'UG3 : le Montafilan

	Montafilan			
	Moyenne	% Module	Min	Max
DC80 annuel	0.062	11%	0.013	0.169
DC90 annuel	0.040	7%	0.006	0.095
QMNA	0.039	7%	0.004	0.097
DCE annuel	0.029	5%	0.003	0.081
VCN30	0.030	6%	0.005	0.083
VCN10	0.026	5%	0.003	0.074
VCN3	0.024	4%	0.002	0.074
QJN	0.024	4%	0.002	0.074

Les données de Montafilan montrent une gamme de débits relativement modérée avec une faible variabilité pour la majorité des paramètres. Le DC80 annuel a la plus grande plage de variation.

Les dates moyennes d'apparitions de l'ensemble des indicateurs des basses eaux sont concentrées sur les mois d'août et de septembre (Figure 58):

- Le DC90 apparait en moyenne au 18 aout
- Le DC80 apparait en moyenne au 30 juillet
- Le DCE apparait en moyenne au 20 septembre
- Le VCN30 apparait en moyenne au 30 août
- Le VCN10 apparait en moyenne au 06 septembre
- Le VCN3 apparait en moyenne au 11 septembre
- Le QJN apparait en moyenne au 09 septembre

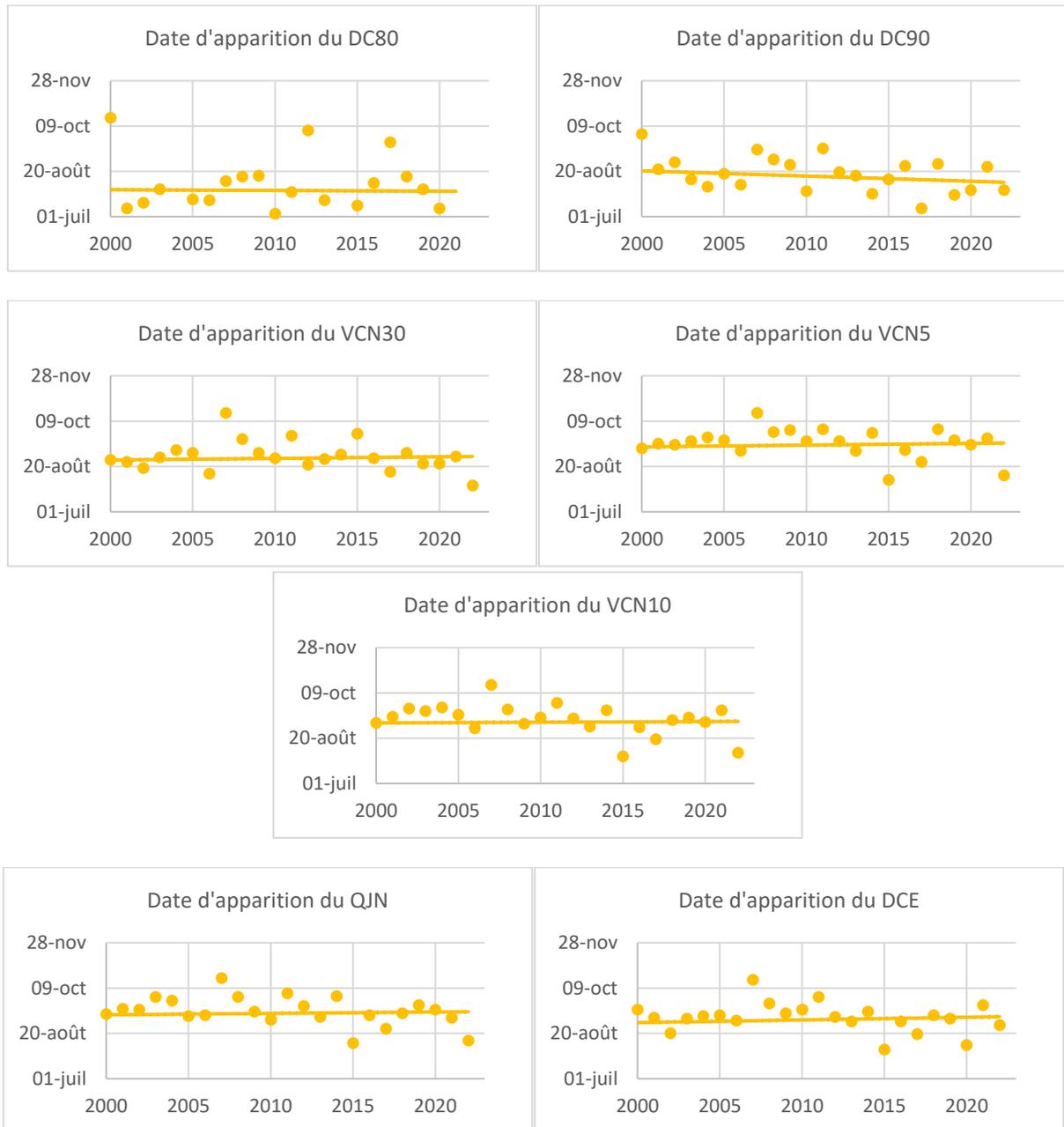


Figure 58 : Dates d'apparition des indicateurs des basses eaux sur le Montafilan

Les indicateurs des hautes eaux

Les variables de la période des hautes eaux sont reportées dans le tableau suivant.

Tableau 11 : Caractéristiques des débits de hautes eaux sur l'UG3 : le Montafilan

	Montafilan			
	Moyenne	% Module	Min	Max
QJX	5.838	209%	1.100	1.783
VCX5	4.463	159%	0.632	2.886
VCX30	3.646	130%	0.326	5.802
DCC	2.338	84%	0.578	16.260
DC10	1.346	48%	0.337	16.260
DC20	0.834	30%	0.205	16.260

Les données montrent une grande variabilité des débits pour la retenue de l'Arguenon, en particulier pour les paramètres QJX, VCX5, qui présentent des plages de variation très larges.

Les dates moyennes d'apparitions de l'ensemble des indicateurs des basses eaux sont concentrées sur les mois décembre et janvier (Figure 59) :

- Le DC20 apparaît en moyenne au 10 février
- Le DC10 apparaît en moyenne au 09 février
- Le DCC apparaît en moyenne au 26 janvier
- Le VCX30 apparaît en moyenne au 06 janvier
- Le VCX5 apparaît en moyenne au 13 janvier
- Le QJX apparaissent en moyenne au 16 janvier.

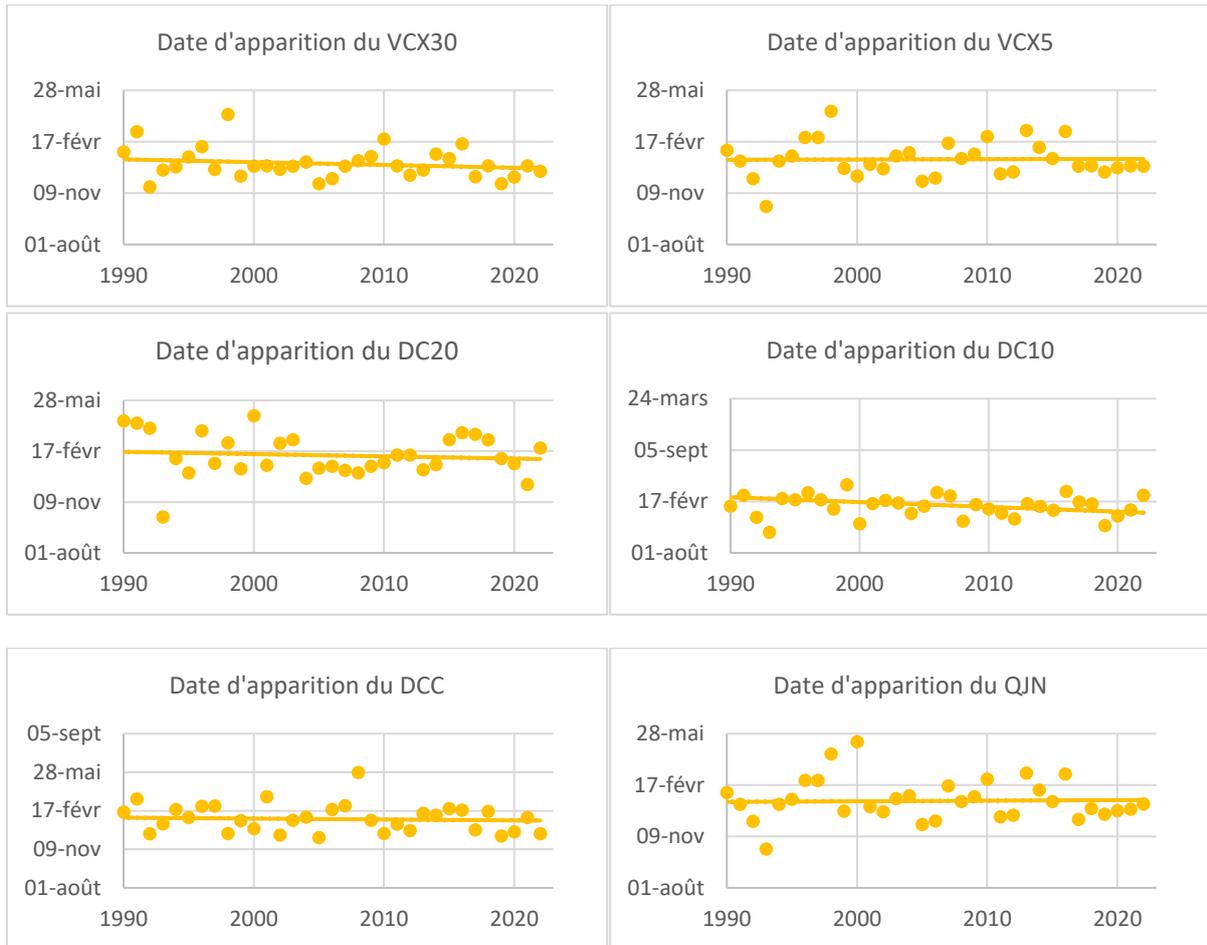


Figure 59 : Dates d'apparition des indicateurs des hautes eaux sur le Montafilan

### 3 Analyse du fonctionnement hydrogéologique

#### 3.1 Suivi et analyse piézométrique

##### 3.1.1 Piézomètre La Vallée (Quintenic)

Le piézomètre La Vallée implanté dans les schistes briovériens (formation de Lamballe) et suivi sur l'entité Code BSS 02442X0111/F, se situe sur la commune de Quintenic (Figure 60). Il suit les variations de hauteur de nappe sur le bassin de la Baie de la Fresnaye. La profondeur de la nappe varie entre 0.3 et 6.1 m, le battement moyen annuel est de 4.2 m. Sa profondeur totale est de 31.0 m à sa création, le 15 juin 2004 pour un diamètre de 115mm réalisé par marteau fond de trou à 68m d'altitude. Les premières arrivées d'eau se sont faites à 25m puis à 31m. Lors de sa réalisation, la géologie *in situ* était de la terre végétalisée sur le 1<sup>er</sup> mètre puis des schistes tendres avec des petits morceaux de quartz.

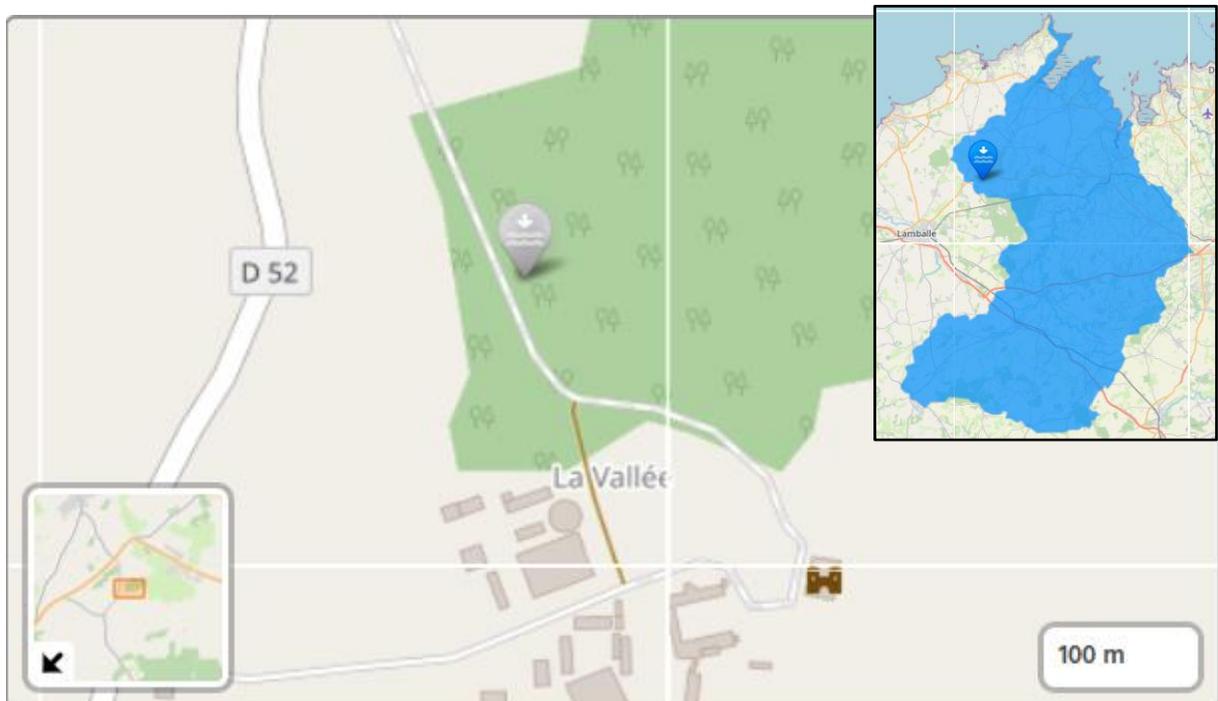


Figure 60 : Localisation du piézomètre de La Vallée à Quintenic

La chronique piézométrique récupérée sur *Imageau* semble mettre en évidence un cycle pluriannuel, avec un battement marqué par une amplitude de plusieurs mètres (Figure 61). De multiples informations sur le fonctionnement de la nappe peuvent être discernées, telles qu'un toit piézométrique d'environ 63 mNGF et une capacité à toujours se remplir à un haut niveau en période de recharge. Néanmoins, une variabilité est observée dans l'abattement de la nappe allant de 1m à 6m. Plusieurs hypothèses peuvent être émises pour expliquer cette différence telles que des années pluvieuses ou encore une sollicitation plus ou moins importante de la nappe. En outre, cette chronique met en évidence deux années marquées par une faible amplitude de nappe en 2007 et en 2021 et une forte en 2011 et 2022.

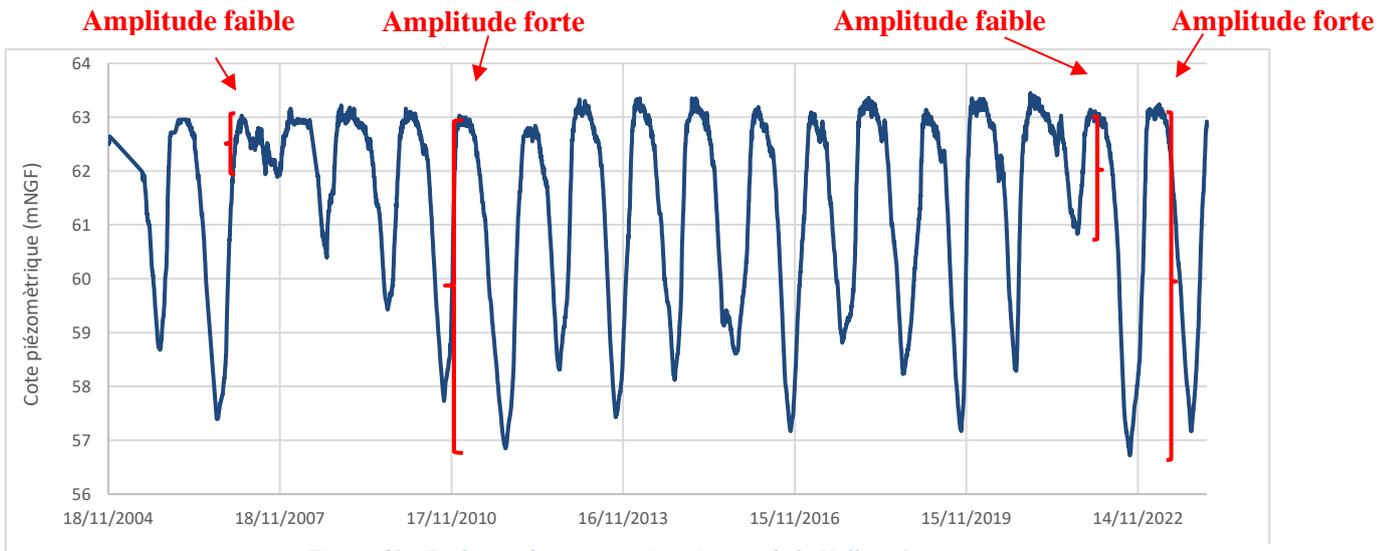


Figure 61 : Evolution du niveau piézométrique de la Vallée (Quintenic)

En corrélant la chronique piézométrique avec d'autres facteurs tels que la pluviométrie, la figure 62 renseigne sur la stabilité du niveau de la nappe au vu des variations pluviométriques sur le territoire, avec une amplitude de la côte piézométrique marquée depuis 2008. Les pics de précipitations observés en 2010, 2011 et 2015 semblent très peu affecter le cycle de la nappe : à part de légers vacillements de son toit, aucune réponse très marquée à ces épisodes pluvieux n'est en effet observée sur la chronique. La conclusion émise à la suite de cette corrélation est une légère influence des précipitations sur la variation du toit de la nappe sans pour autant affecter et perturber son cycle.

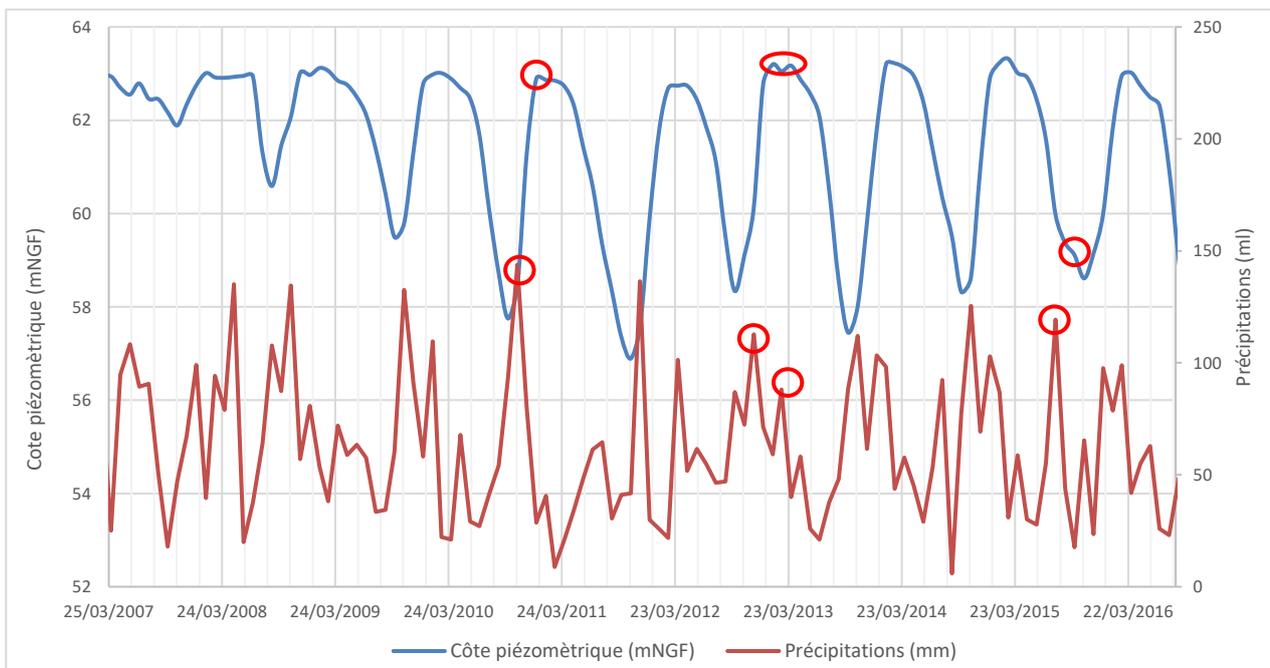


Figure 62 : Corrélation entre les précipitations à Quintenic et la côte piézométrique de la Vallée

La corrélation suivante est faite entre la chronique piézométrique et le débit du Frémur (Figure 64). Quelques vraisemblances entre ces deux courbes peuvent être identifiées. En 2022 par exemple, consécutivement à une forte baisse du niveau de la nappe, le niveau piézométrique se retrouve extrêmement bas, tout comme le débit du Frémur qui a subi un étiage sévère et long. Les pics de débit se reflètent également au niveau de la nappe : durant l'été 2021, la chronique piézométrique a rendu visible l'essor soudain du débit augmentant le niveau de la nappe de 30 cm. Néanmoins, les variations pluviométriques ne sont que légèrement marquées sur cette chronique piézométrique indiquant un lien plutôt faible entre ces deux entités.

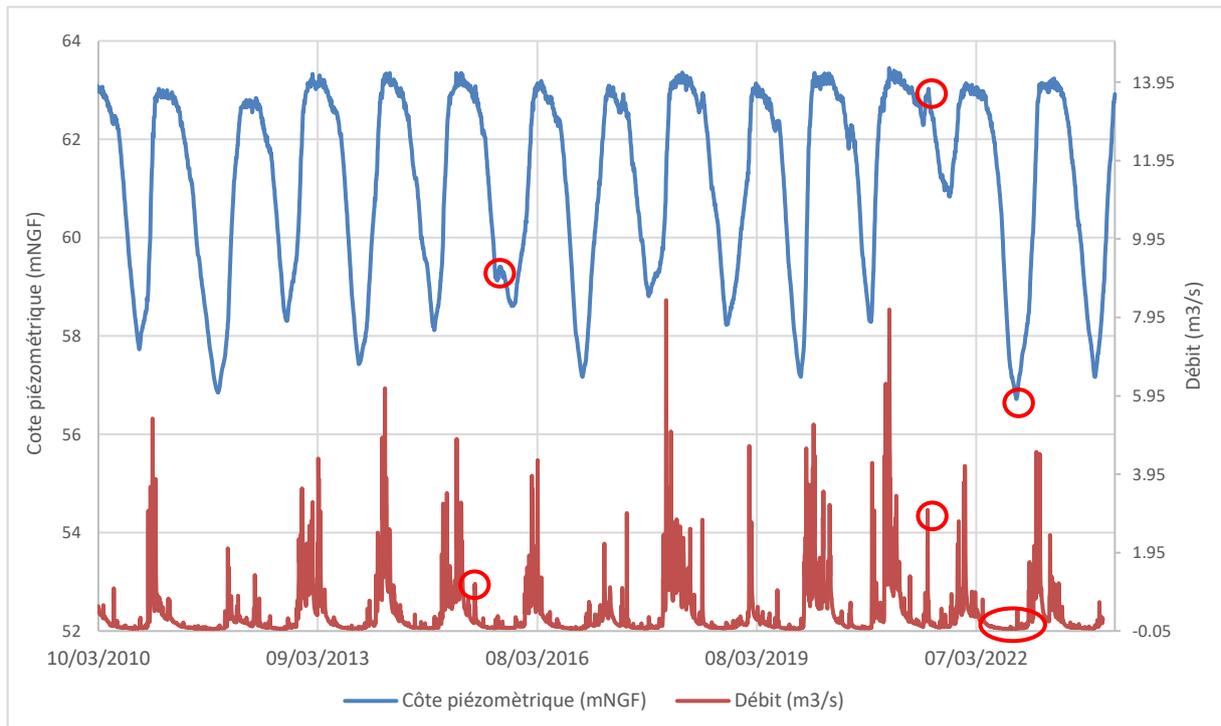


Figure 63 : Corrélation entre le débit du Frémur et la cote piézométrique de la Vallée (Quintenic)

Suivant ces premières observations et analyses de la chronique piézométrique de la nappe sur le bassin de la Baie de la Fresnaye, l'hypothèse qui semble se dégager est une faible connexion entre la nappe, l'hydrologie *in situ*, et les variations climatiques. Cela laisse à penser que la nappe apporte peu de ressource à la rivière.

### 3.1.2 Piézomètre Trémeur

Le piézomètre implanté dans les schistes briovériens et suivi sur l'entité Code BSS 02803X003/PZ, se situe en zone artisanale sur la commune de Trémeur (Figure 64). Il suit les variations de hauteur de nappe sur le bassin versant de l'Arguenon. La profondeur de la nappe varie entre 0 et 2.4 m, le battement moyen annuel est de 2.2 m. Sa profondeur totale est de 32.0m à sa création le 13 novembre 2003 pour un diamètre de 125mm réalisé par marteau fond de trou.



Figure 64 : Localisation du piézomètre de Trémeur

La chronique piézométrique de la nappe d'accompagnement des cours d'eau du bassin versant de l'Arguenon, récupérée sur *Imageau*, semble mettre en évidence un cycle pluriannuel, avec un abaissement et une recharge marquée par une amplitude de plusieurs mètres (Figure 65). Aussi, d'autres informations intéressantes peuvent être extraites telles que la profondeur de la nappe, allant de 67.5 à 64 mNGF. Cela signifie qu'elle est peu profonde et donc plus réceptive aux variations hydrologiques et climatiques. De plus, cette hypothèse peut être accentuée par les diverses fluctuations et oscillations observés indiquant une certaine réactivité de la nappe face aux aléas extérieurs.

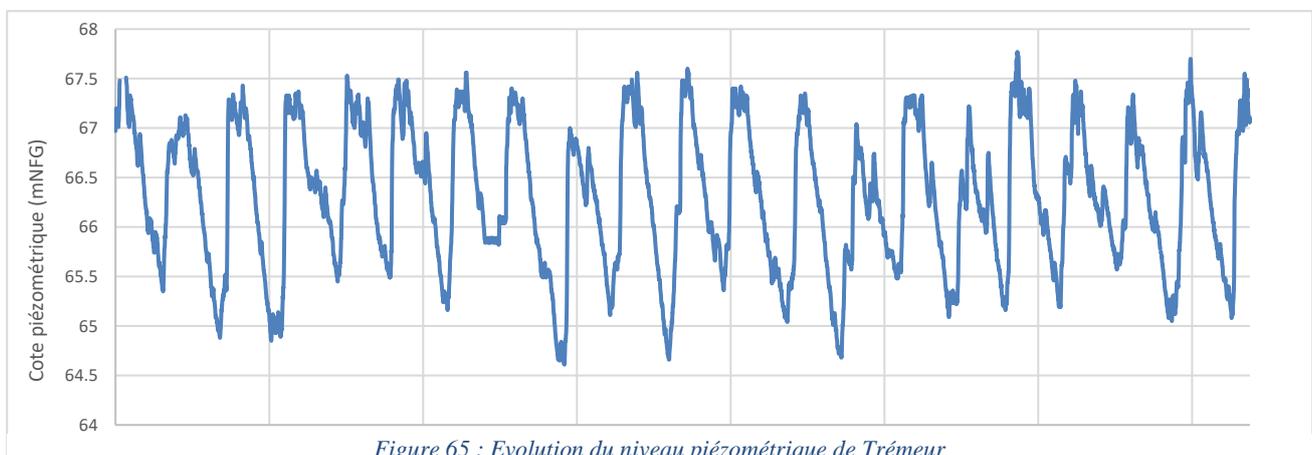


Figure 65 : Evolution du niveau piézométrique de Trémeur

La mise en relation de la chronique piézométrique avec d'autres facteurs tels que la pluviométrie (Figure 66), permet de mettre en évidence une nappe proche de la surface et par conséquent, impactée par les variations climatiques. Certaines fluctuations pluviométriques se reflètent sur la courbe du niveau de la nappe, à l'exemple des mois de mai 2007 et octobre 2019, dont les essors de pluies sont observables sur le niveau piézométrique.

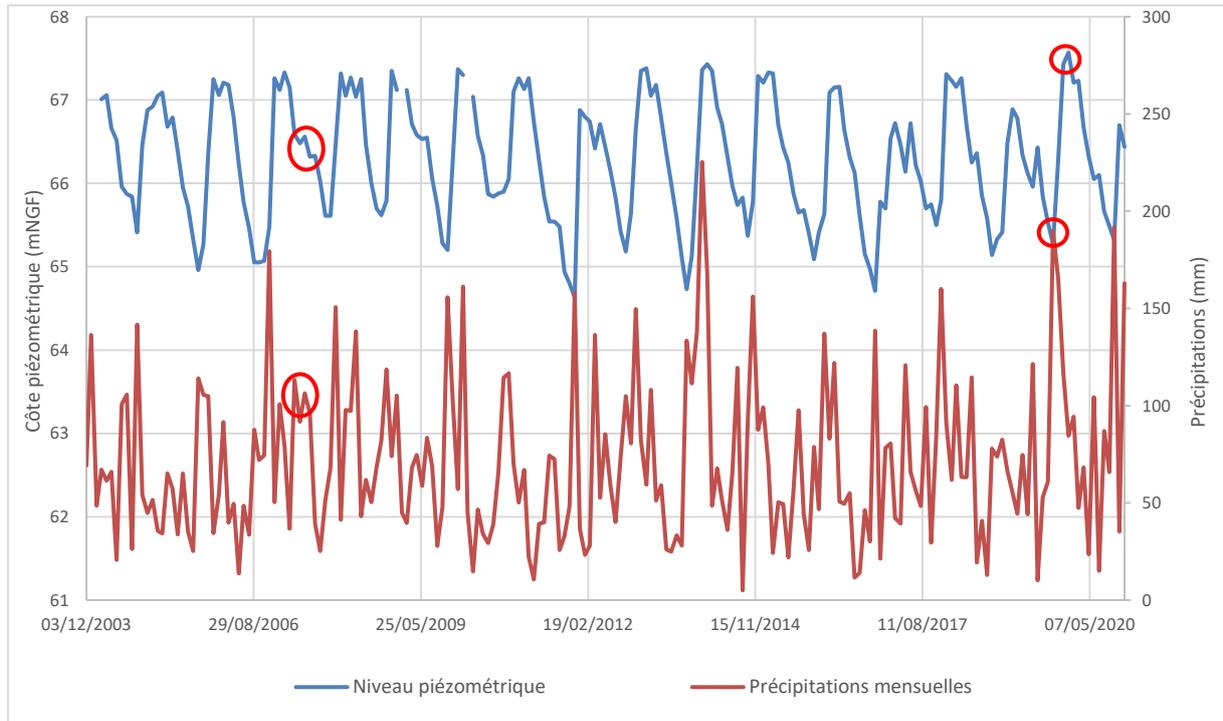


Figure 66 : Corrélation entre les précipitations à Broons et la côte piézométrique de Trémur

En mettant désormais en corrélation les chroniques piézométriques et le débit de La Rosette (cours d'eau le plus proche), une similitude des variations est observée : ainsi, chaque hausse soudaine du débit est suivie d'une hausse du niveau de la nappe, avec comme exemple le plus parlant, les mois de mars 2010 et février 2014 avec des débits et des niveaux de nappe particulièrement importants (Figure 67). Aussi, pour faire remarquer davantage cette étroite collaboration entre nappe et rivière, il est à noter que les deux pics de précipitations des mois de mars et avril 2023 sont visibles dans la variation du toit de la nappe

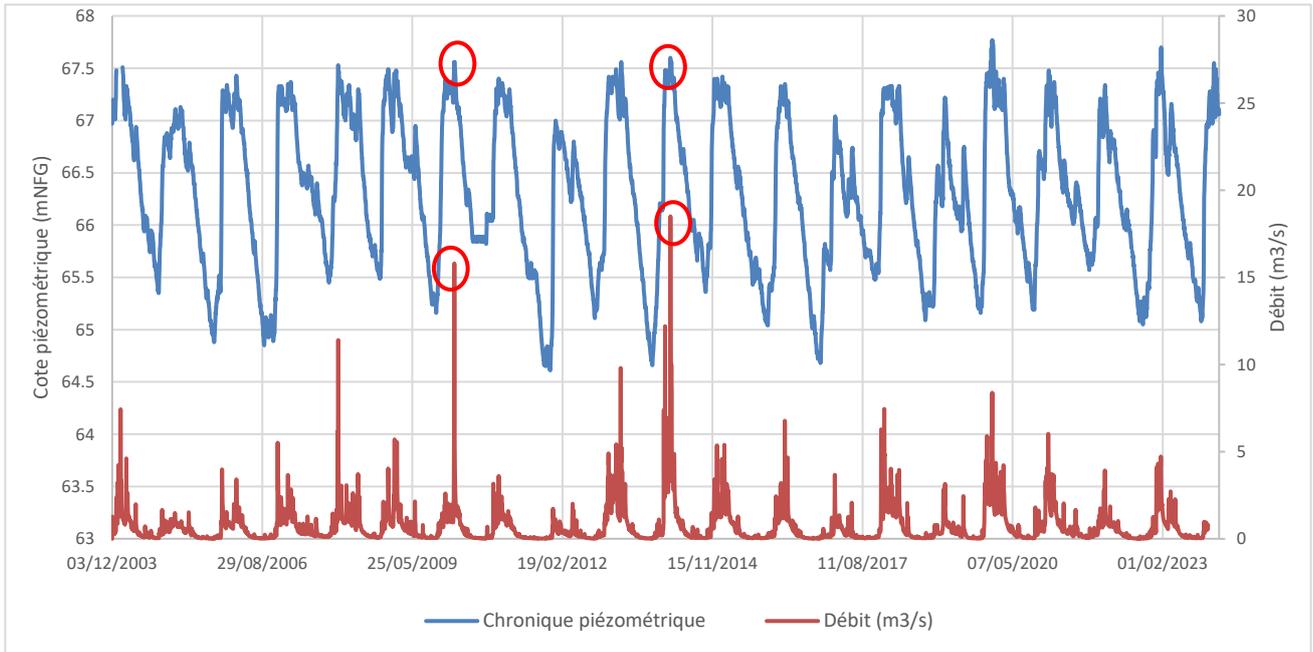


Figure 67 : Corrélation entre le débit de la Rosette et la cote piézométrique de Trémeur

Ces pointes hydrologiques et piézométriques étant quasiment synchrones (décalage de 2 à 8 jours), il est possible de dire que le milieu souterrain est peu inertiel (écoulements rapides). Cela laisse à penser qu'il existe des relations étroites entre les cours d'eau (Rosette) et la nappe.

### 3.2 Relation nappe-rivière

Un Base Flow Index (BFI) est le rapport entre l'écoulement de base et le débit total du cours d'eau. Cette méthode part de l'analyse de l'hydrogramme d'un cours d'eau, pour obtenir la part du débit qui provient de la nappe, part que l'on appelle écoulement de base (« base flow ») et qui permet d'accéder à la recharge (Figure 68). Connaître quantitativement les différents apports est essentiel pour mieux appréhender l'écologie des cours d'eau et pour mieux gérer et planifier la ressource en eau.

Cet indice qui permet de mieux connaître le fonctionnement des cours d'eau et du sous-sol peut varier entre 0 et 1. Lorsque l'indicateur est proche de 0 cela signifie que les apports souterrains sont faibles et alimentent très peu, voire pas du tout, le débit actuel du cours d'eau ; a contrario, plus l'indice sera élevé et proche de 1, plus la part des eaux souterraines sera conséquente.

La méthode employée pour caractériser la Base flow dans cette étude est celle de Gustard et a été publiée dans un rapport de Wallingford<sup>2</sup> en 1992 (méthode utilisée majoritairement sur les cours d'eau anglais). Cette méthodologie a permis de fixer les valeurs des deux paramètres qui interviennent dans le calcul de l'indice. Cela signifie que les résultats retenus à la fin de cette analyse ne sont pas des valeurs réelles absolues, car la méthode utilisée et les valeurs qui en ont découlé, ne correspondront jamais à 100% avec les caractéristiques du bassin Arguenon-Baie de la Fresnaye (topographie, géologie, altitude...) mais s'en approcheront tout au moins.

<sup>2</sup> Gustard, A., Bullock, A., Dixon, J. M., 1992 - Low flow estimation in the United Kingdom. Wallingford, Institute of Hydrology, 88pp. (IH Report No.108).

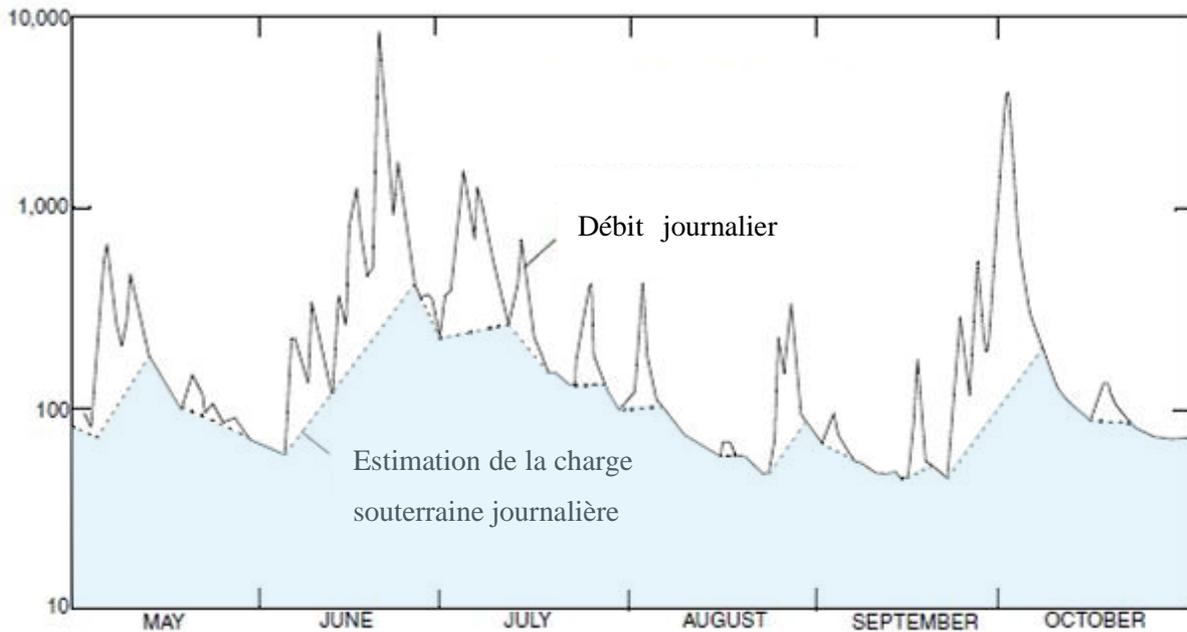


Figure 68 : Schéma explicatif sur la répartition des eaux souterraines dans la part du débit du cours d'eau

L'écoulement de base d'un cours d'eau est la part du débit de ce cours d'eau qui provient du ou des aquifères qui lui sont hydrauliquement connectés. Le calcul est donc un rapport entre le débit de base d'un cours d'eau et le débit total calculé sur une assez longue période. Sur une période de N jours, la formule du BFI est :

$$\text{BFI} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{b_i}}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

La détermination du BFI se fera en fonction des données de débits disponibles et de la délimitation des unités de gestions (Figure 8). Par ailleurs, pour chaque station hydrométrique, le BFI sera calculé sur 3 années aux caractéristiques hydrologiques différentes :

- une année sèche ;
- une année pluvieuse ;
- une année de référence (déterminée en faisant la moyenne des pluviométries sur la plage de temps disponible).

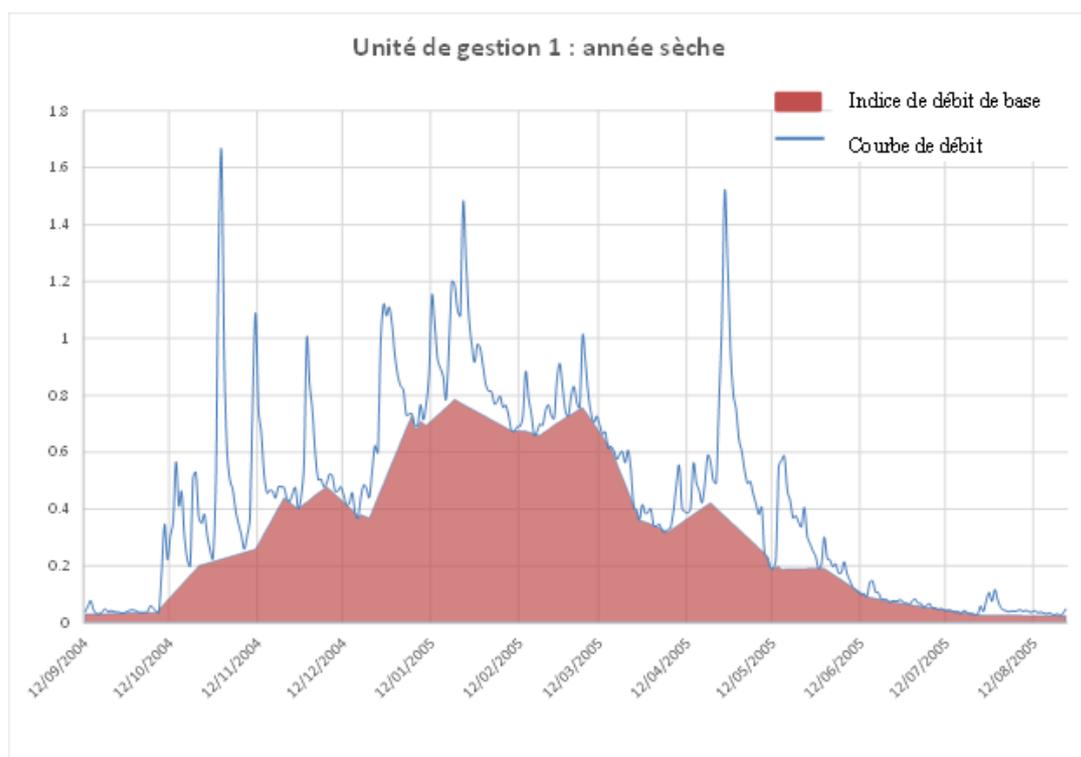
Cette détermination des années sélectionnées s'est faite en étudiant les précipitations annuelles (tableau 12), les débits annuels et la variation des niveaux des nappes. Également, une exploitation plus précise de la relation nappe-rivière sera faite afin d'étudier l'apport des eaux souterraines en période d'étiage (1<sup>er</sup> avril au 30 septembre). Seul le bassin du Montafilan (UG 3), qui ne dispose pas de station hydrométrique, verra son BFI calqué sur les résultats du bassin versant du Frémur (SAGE Rance-Frémur).

Tableau 12 : Caractéristiques et périodes de mesures des stations météorologiques retenues (© Météo-France)

Nom station	Unité de gestion concernée	Code	Précipitations quotidiennes
Broons	UG 1 : La Rosette	22020001	1977-1999 / 2004-2020
Plestan	UG 2 : L'Arguenon	22193001	1990-2020
Pléven	UG 4 : Retenue de l'Arguenon	22200002	1979-2005 2016 - aujourd'hui
Le Frémur – Vieux Moulin	UG 3 : Montafilan	J100452001	1992 – aujourd'hui
Quintenic	UG 5 : Frémur	22261002	1984 - aujourd'hui

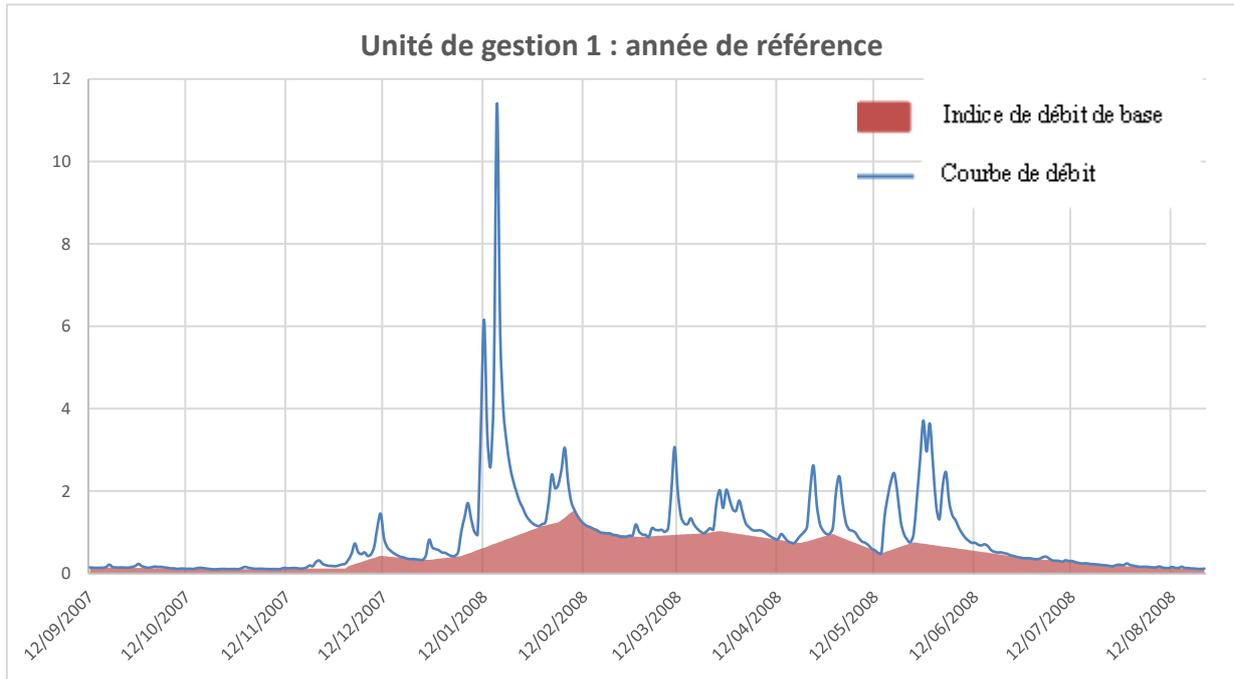
Les tableaux 13 à 19 et les figures 69 à 86 renseignent sur les BFI calculés sur les différentes unités de gestion pour différentes années.

### ➔ Unité de gestion 1 : La Rosette



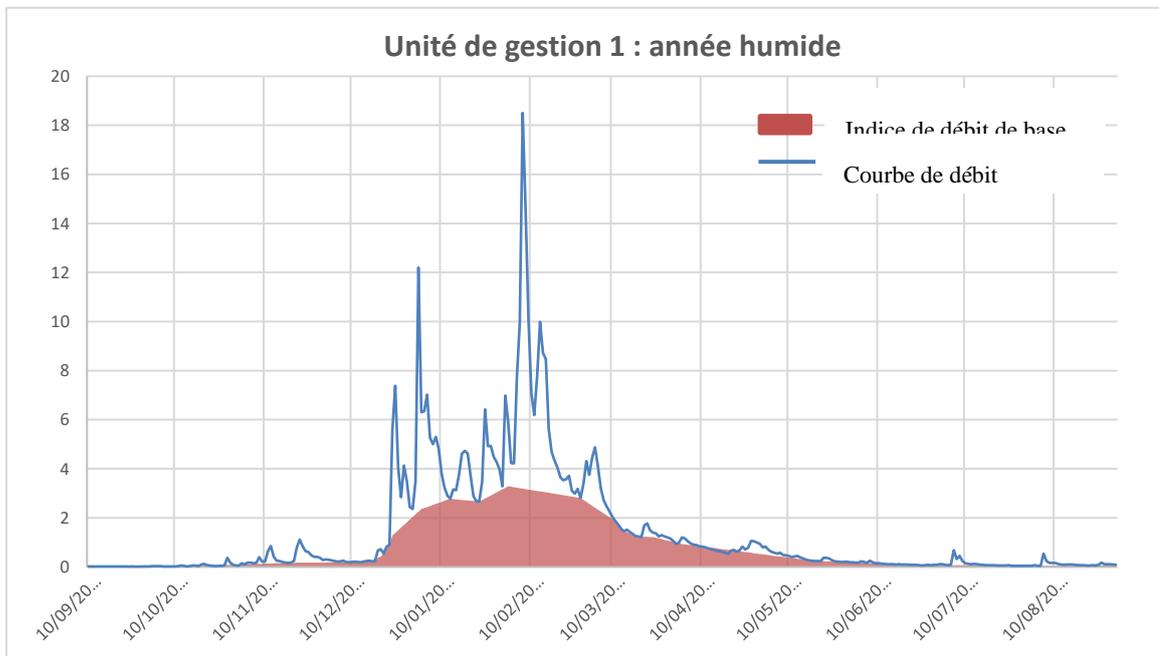
BFI – Année sèche	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	Débit moyen de base annuel (m <sup>3</sup> /s)
<b>0.67</b>	644	0.42	0.32

Figure 69: BFI en année sèche de l'unité de gestion 1 : La Rosette



BFI – Année de référence	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	Débit moyen de base annuel (m <sup>3</sup> /s)
<b>0.60</b>	<b>864.5</b>	<b>0.87</b>	<b>0.52</b>

Figure 70: BFI en année de référence de l'unité de gestion 1 : La Rosette



BFI – Année humide	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	Débit moyen de base annuel (m <sup>3</sup> /s)
<b>0.59</b>	<b>1192.4</b>	<b>1.36</b>	<b>0.80</b>

Figure 71: BFI en année humide de l'unité de gestion 1 : La Rosette

BFI mensuel :

BFI mensuel sur l'année de référence											
12/09 2007	01/10 2007	01/11 2007	01/12 2007	01/01 2008	01/02 2008	01/03 2008	01/04 2008	01/05 2008	01/06 2008	01/07 2008	01/08 2008
0,89	0,90	0,73	0,62	0,31	0,81	0,69	0,75	0,45	0,62	0,98	0,96

Tableau 13: BFI mensuel de l'unité de gestion 1 : La Rosette

### Unité de gestion 2 : L'Arguenon amont

Cette unité de gestion dispose de deux stations hydrométriques sur son territoire ; ainsi, les deux plages de données vont être étudiées afin de déterminer leur BFI.

➔ L'Arguenon (station Bois-Léard) :

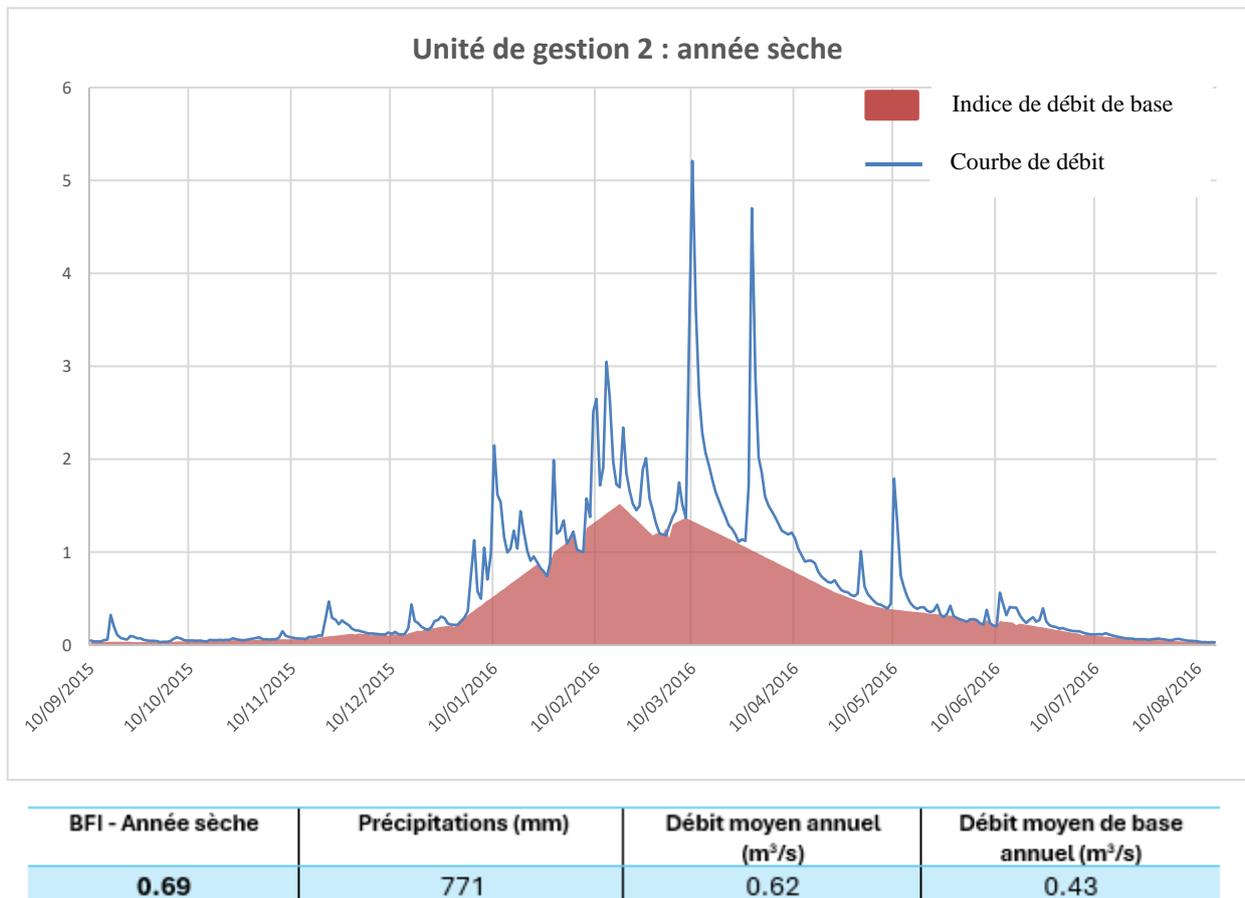


Figure 72: BFI en année sèche de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station Bois-Léard)

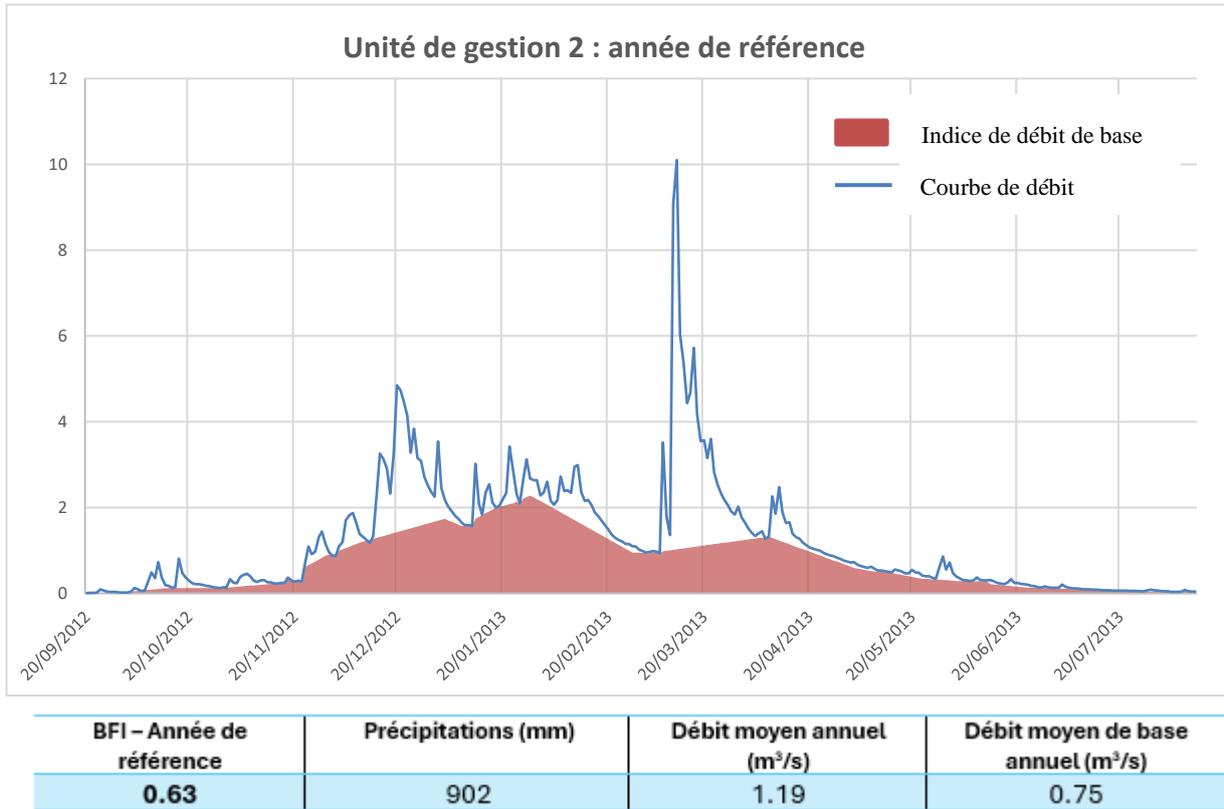


Figure 74: BFI en année référence de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station Bois-Léard)

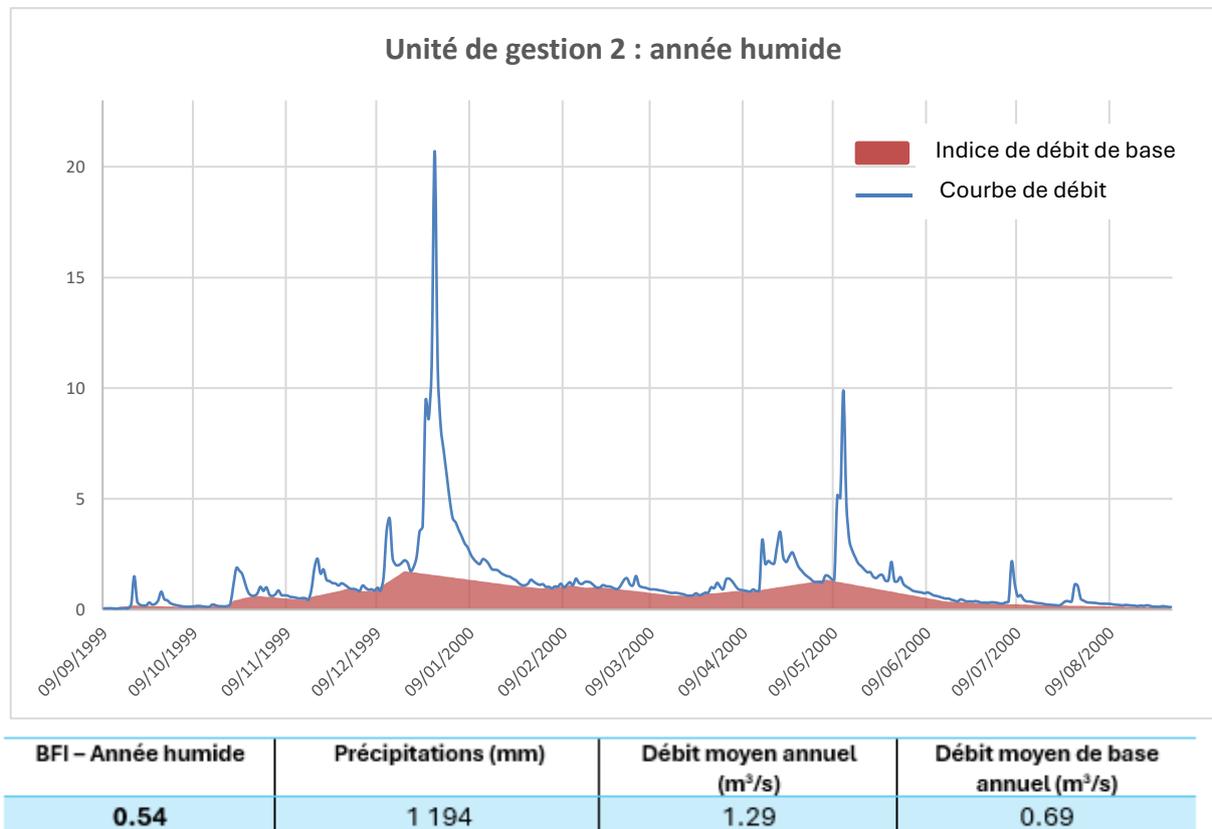


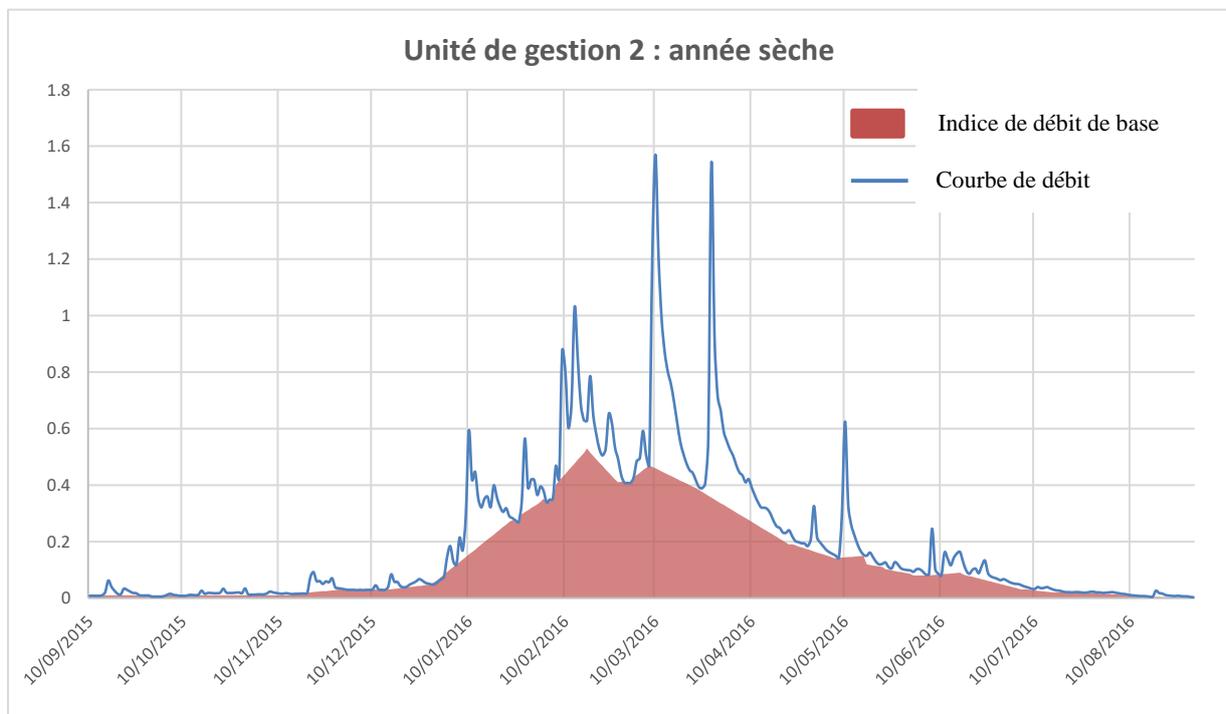
Figure 73: BFI en année humide de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station Bois-Léard)

BFI moyen :

Tableau 14: BFI moyen de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station Bois-Léard)

BFI mensuel pour année de référence											
12/09 2012	01/10 2012	01/11 2012	01/12 2012	01/01 2013	01/02 2013	01/03 2013	01/04 2013	01/05 2013	01/06 2013	01/07 2013	01/08 2013
0,56	0,44	0,80	0,54	0,83	0,79	0,34	0,81	0,80	0,76	0,81	0,73

➔ L'Arguenon (station Quilloury)



BFI - Année sèche	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	Débit moyen de base annuel (m <sup>3</sup> /s)
0.69	771	0.20	0.14

Figure 75: BFI en année sèche de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station du Quilloury)

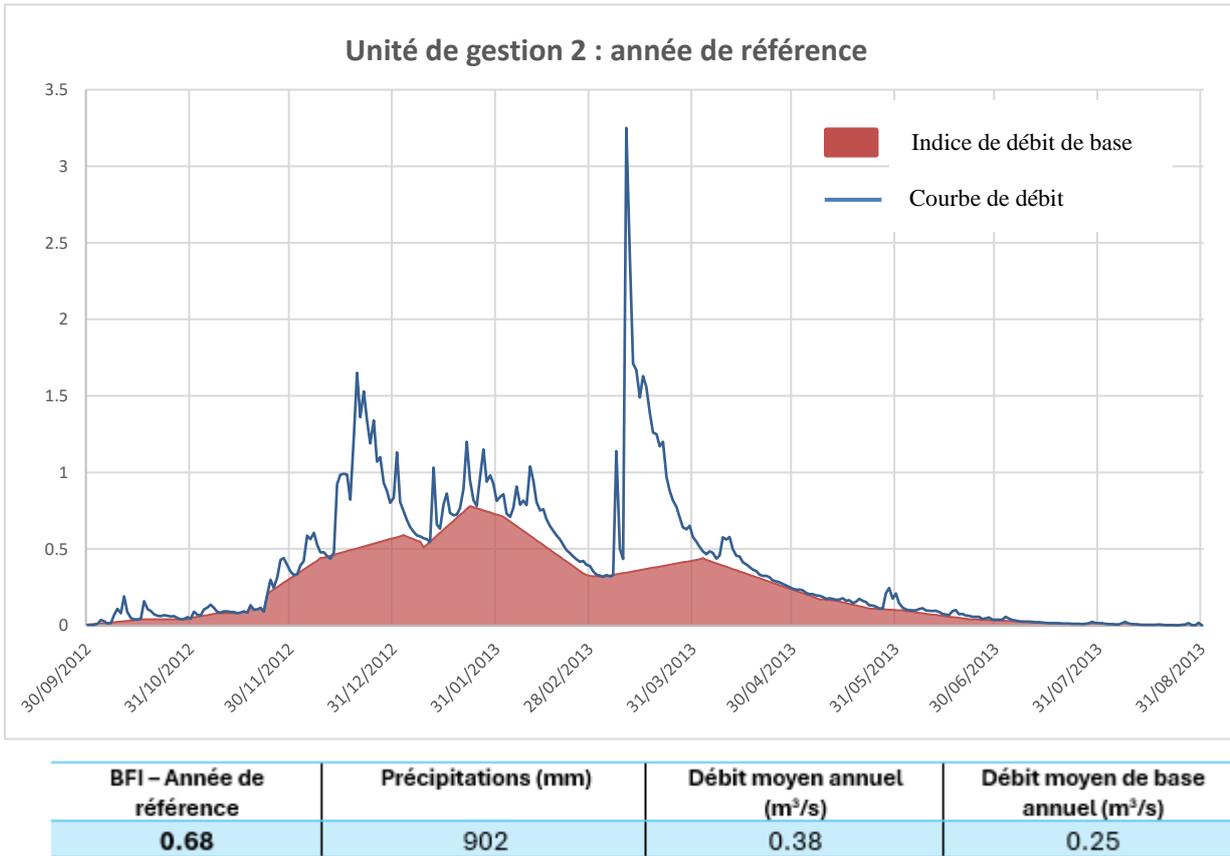


Figure 76: BFI en année de référence de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station du Quilloury)

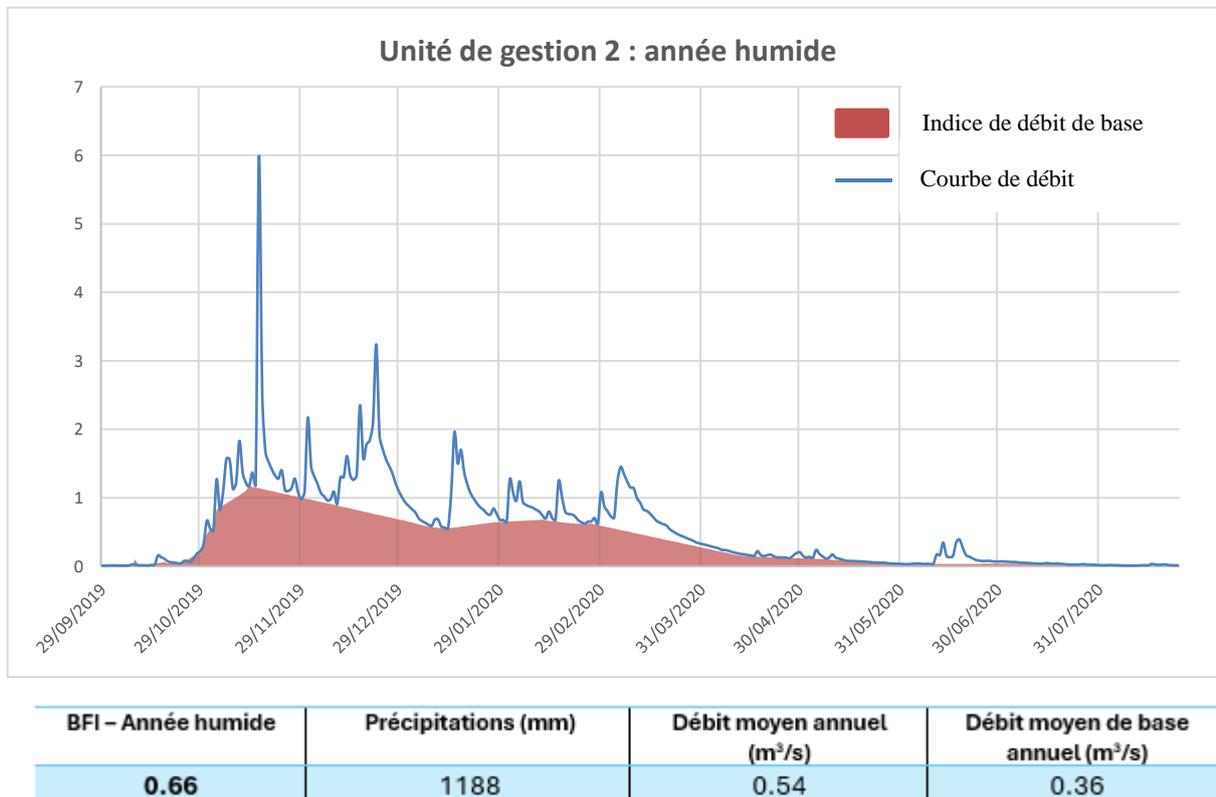


Figure 77: BFI en année humide de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station du Quilloury)

BFI mensuel :

Tableau 15: BFI moyen de l'unité de gestion 2 : L'Arguenon (station du Quilloury)

BFI mensuel pour année de référence											
12/10 2012	01/11 2012	01/12 2012	01/01 2013	01/02 2013	01/03 2013	01/04 2013	01/05 2013	01/06 2013	01/07 2013	01/08 2013	01/09 2013
0,53	0,81	0,56	0,82	0,78	0,37	0,85	0,84	0,76	0,81	0,50	0,67

➔ **Unité de gestion 3 : Montafilan**

La modélisation faite sur le bassin du Montafilan pour reconstituer des gammes de débit, n'a pas permis d'obtenir des résultats optimaux, surtout sur les valeurs extrêmes. Ainsi, il a été proposé en COPIL d'essayer de se caler sur un bassin aux caractéristiques similaires pour y déterminer le BFI afin d'avoir une idée de la relation nappe-rivière du Montafilan. Après l'étude des potentiels bassins, celui retenu est le bassin versant du Frémur (Rance-Frémur) disposant d'une géologie quasiment identique avec celle du bassin du Montafilan. Le BFI de l'UG 3 sera donc déterminé grâce aux données du bassin du Frémur (SAGE Rance-Frémur).

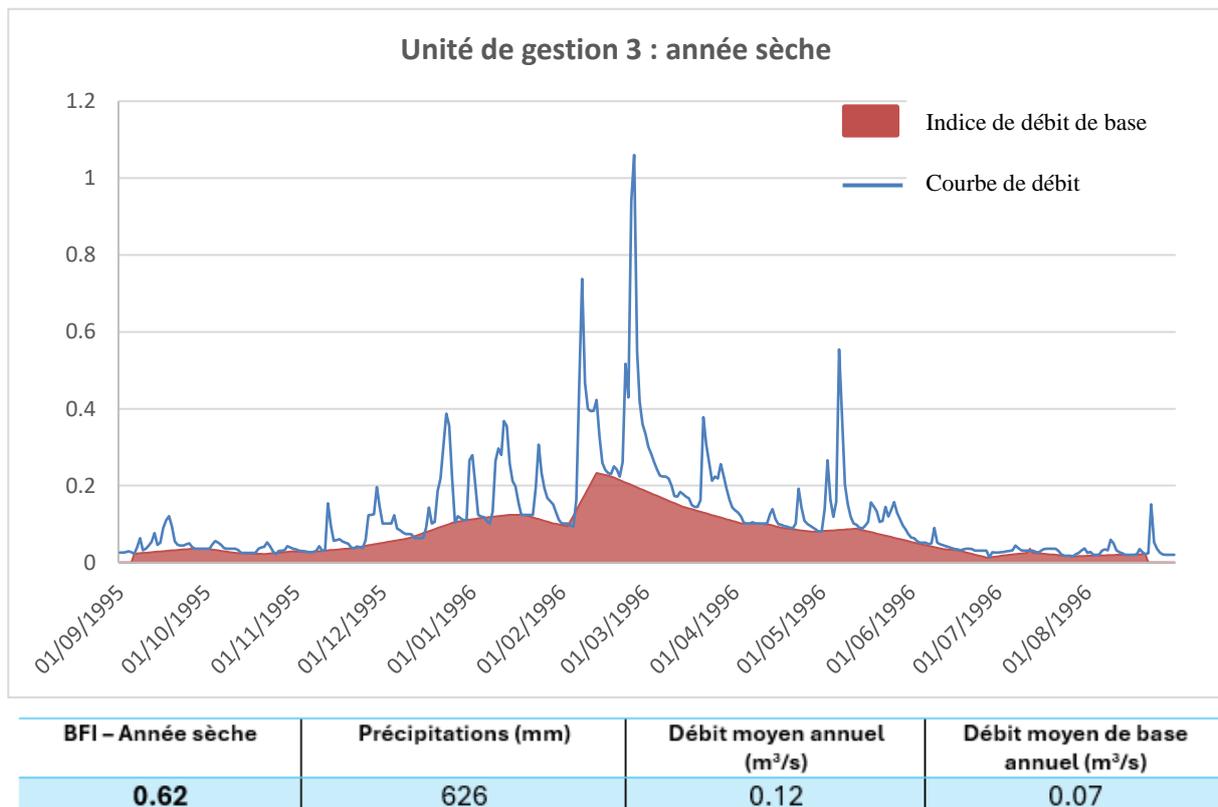
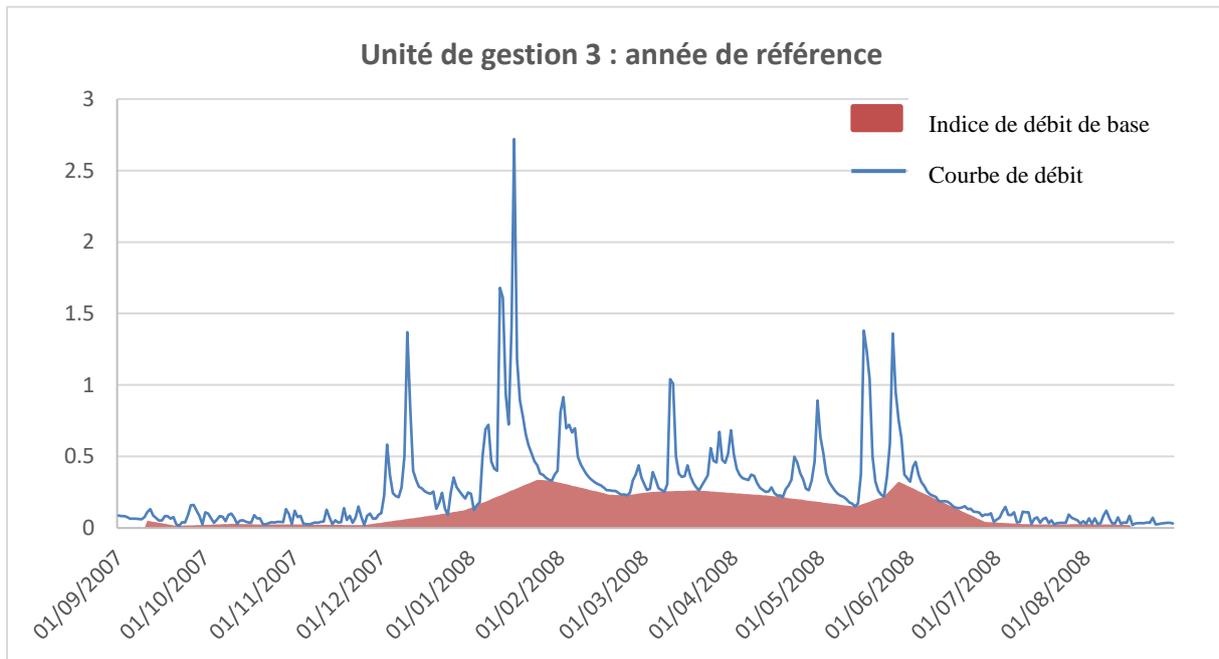
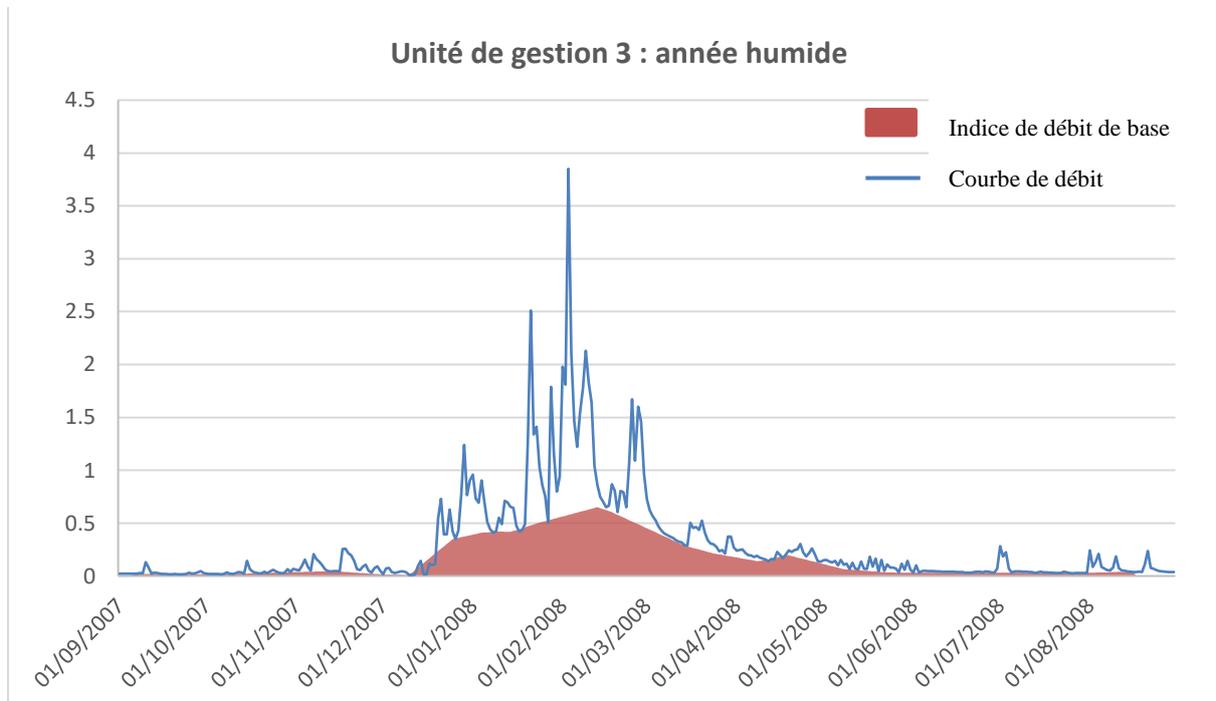


Figure 78: BFI en année sèche de l'unité de gestion 3 : Montafilan



BFI – Année de référence	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	Débit moyen de base annuel (m <sup>3</sup> /s)
<b>0.52</b>	<b>766</b>	<b>0.26</b>	<b>0.14</b>

Figure 79: BFI en année de référence de l'unité de gestion 3 : Montafilan



BFI – Année humide	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	Débit moyen de base annuel (m <sup>3</sup> /s)
<b>0.57</b>	<b>906</b>	<b>0.29</b>	<b>0.16</b>

Figure 80: BFI en année humide de l'unité de gestion 3 : Montafilan

BFI mensuel :

Tableau 16: BFI moyen de l'unité de gestion 3 : Montafilan

BFI mensuel pour année de référence												
12/09 2017	01/10 2017	01/11 2017	01/12 2017	01/01 2018	01/02 2018	01/03 2018	01/04 2018	01/05 2018	01/06 2018	01/07 2018	01/08 2018	
<b>0,34</b>	<b>0,42</b>	<b>0,35</b>	<b>0,25</b>	<b>0,38</b>	<b>0,63</b>	<b>0,60</b>	<b>0,62</b>	<b>0,42</b>	<b>0,79</b>	<b>0,42</b>	<b>0,54</b>	

➔ **Unité de gestion 4 : retenue de l'Arguenon**

La station hydrométrique utilisée pour identifier le BFI se trouve juste à l'aval de la retenue de l'Arguenon. Cela signifie que le résultat est forcément influencé par les lâchers de barrage et que le débit hydraulique n'est pas naturel. Néanmoins, celle-ci a tout de même été analysée.

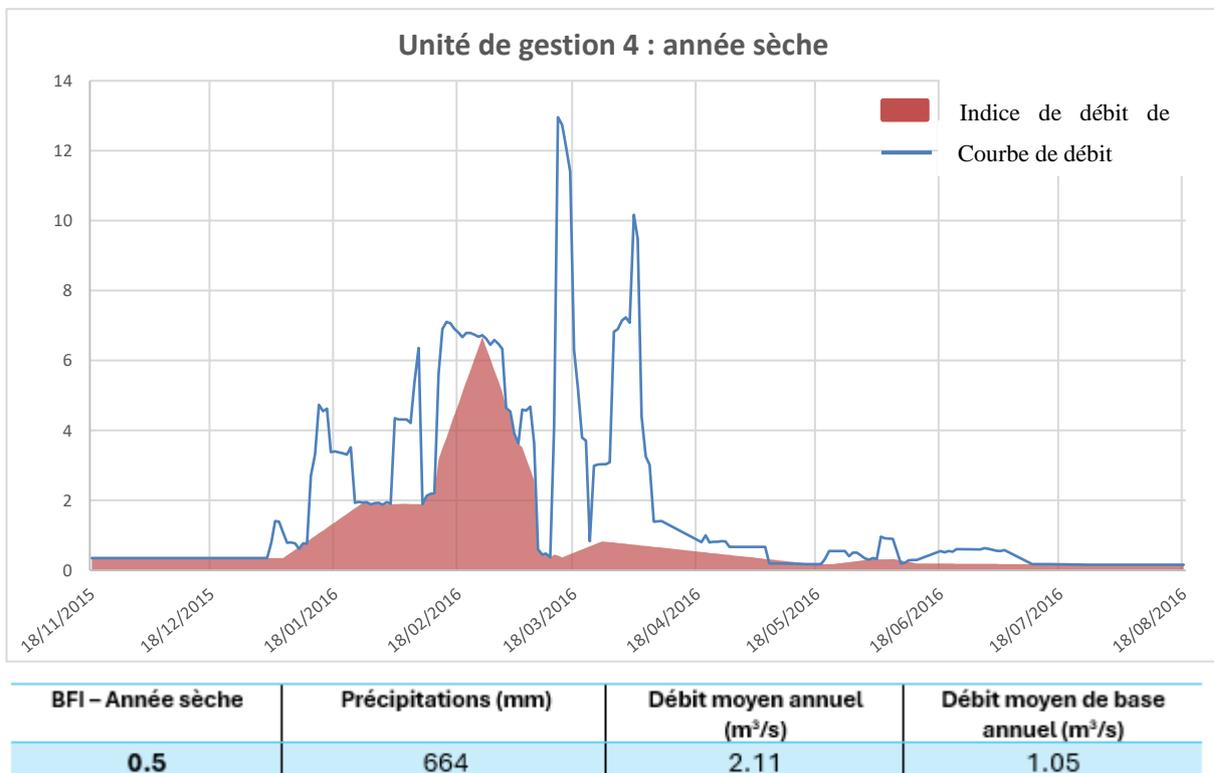
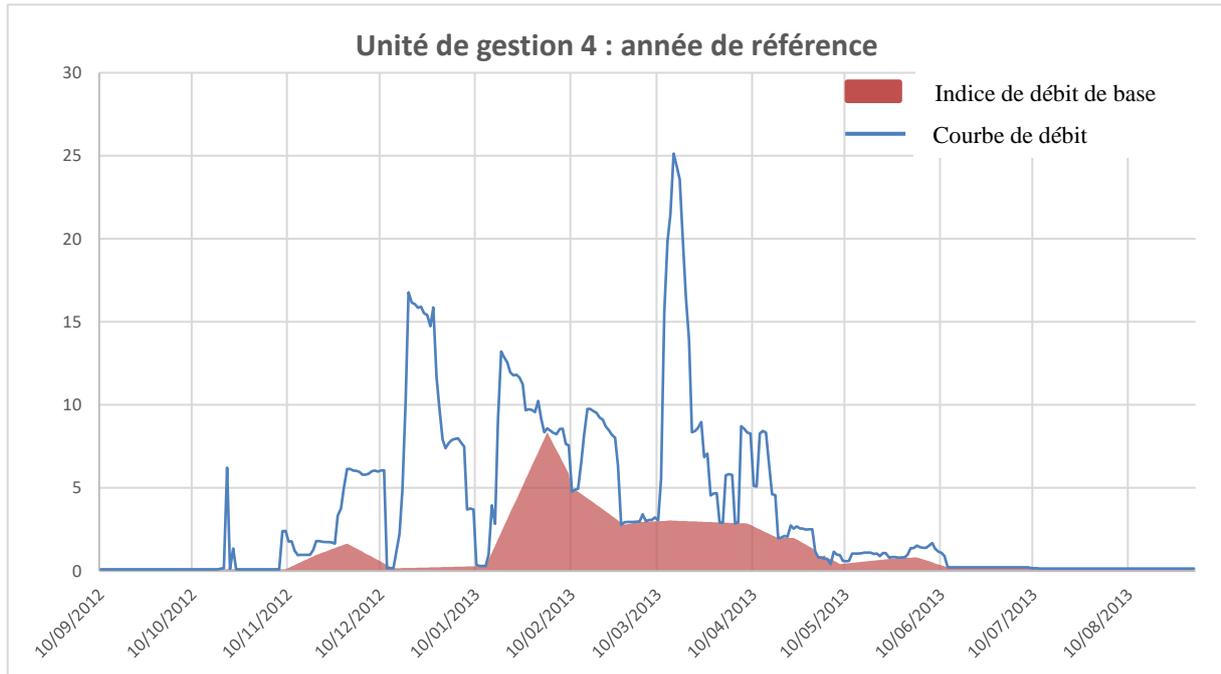
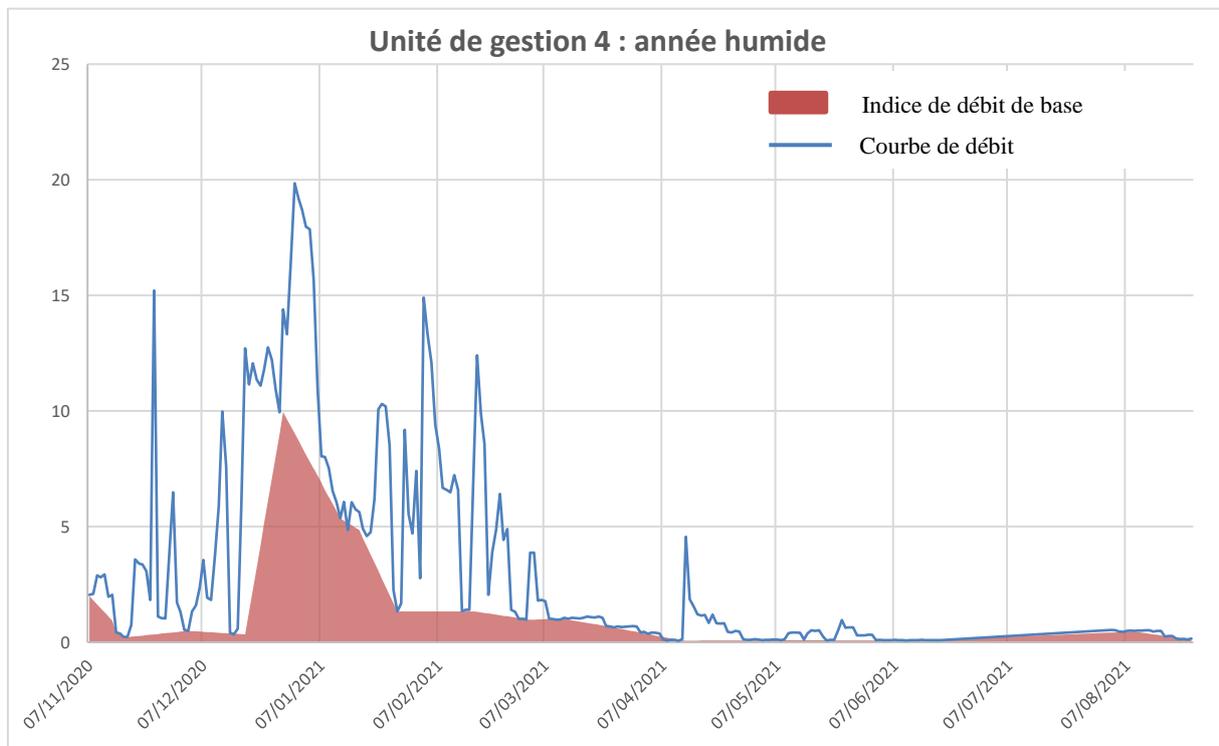


Figure 81: BFI en année sèche de l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon



BFI – Année de référence	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m³/s)	Débit moyen de base annuel (m³/s)
<b>0.37</b>	762	3.51	1.29

Figure 83: BFI en année de référence de l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon



BFI – Année humide	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m³/s)	Débit moyen de base annuel (m³/s)
<b>0.41</b>	938	3.24	1.34

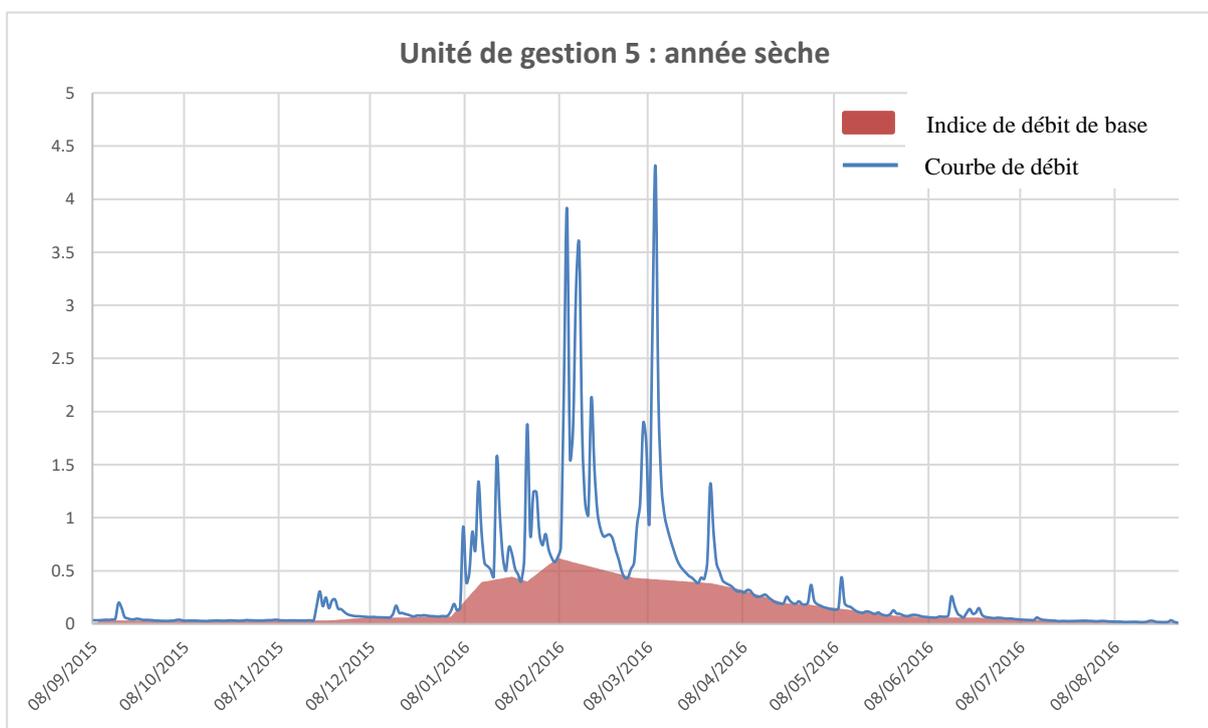
Figure 82: BFI en année humide de l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon

BFI mensuel :

Tableau 17: BFI moyen de l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon

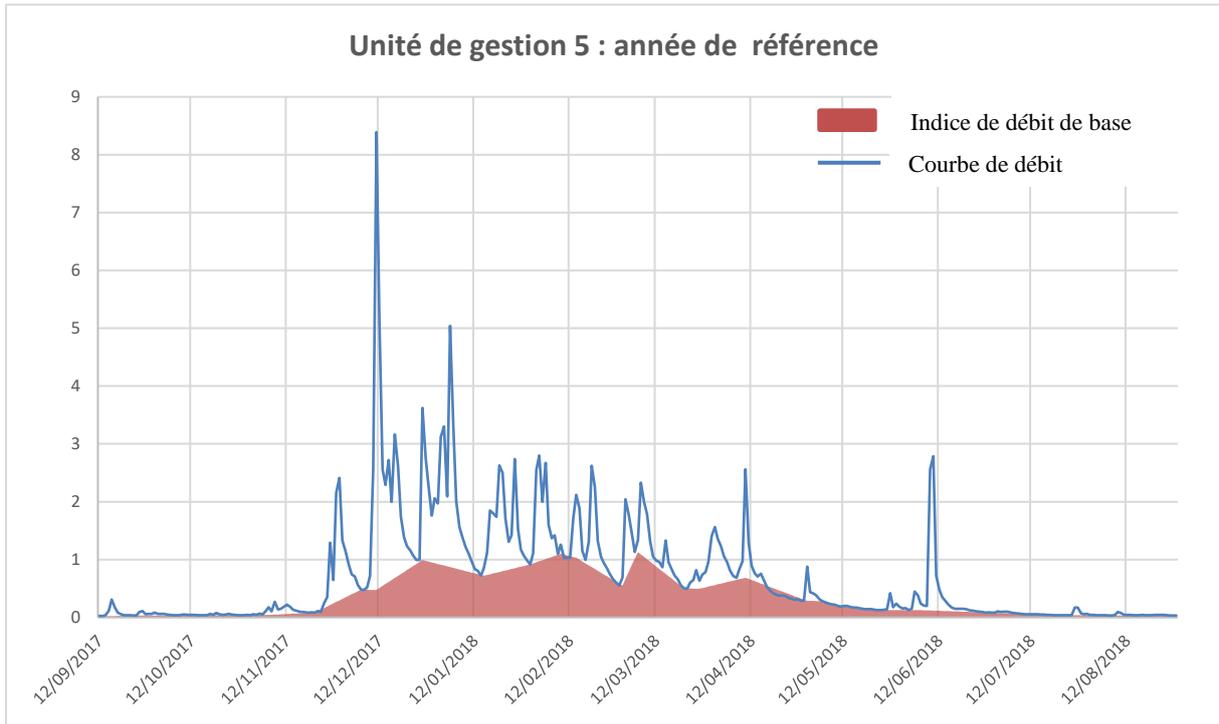
BFI mensuel pour année de référence											
12/09 2012	01/10 2012	01/11 2012	01/12 2012	01/01 2013	01/02 2013	01/03 2013	01/04 2013	01/05 2013	01/06 2013	01/07 2013	01/08 2013
1,00	0,29	0,41	0,06	0,34	0,66	0,32	0,49	0,72	0,55	1,00	1,00

➔ Unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits côtiers



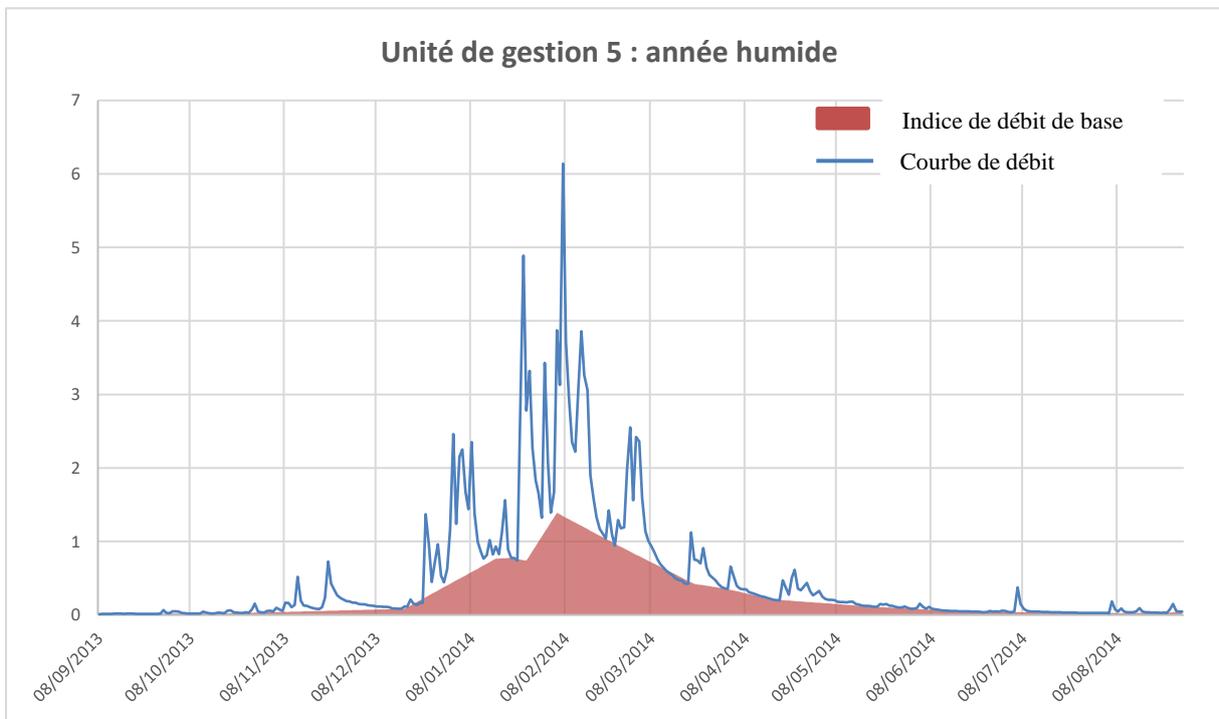
BFI – Année sèche	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	Débit moyen de base annuel (m <sup>3</sup> /s)
0.52	659.6	0.31	0.15

Figure 84: BFI en année sèche de l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits côtiers



BFI – Année de référence	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m³/s)	Débit moyen de base annuel (m³/s)
<b>0.51</b>	<b>855</b>	<b>0.69</b>	<b>0.36</b>

Figure 85: BFI en année de référence de l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits côtières



BFI – Année humide	Précipitations (mm)	Débit moyen annuel (m³/s)	Débit moyen de base annuel (m³/s)
<b>0.53</b>	<b>1011</b>	<b>0.50</b>	<b>0.26</b>

Figure 86: BFI en année humide de l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits côtières

BFI mensuel :

Tableau 18: BFI moyen de l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits côtiers

BFI mensuel pour année de référence											
12/09 2017	01/10 2017	01/11 2017	01/12 2017	01/01 2018	01/02 2018	01/03 2018	01/04 2018	01/05 2018	01/06 2018	01/07 2018	01/08 2018
0,36	0,81	0,28	0,34	0,47	0,63	0,65	0,72	0,86	0,29	0,76	0,85

Base Flow Index (BFI) global:

Tableau 19 : Bilan des BFI sur l'ensemble des unités de gestion

BFI	UG 1 : La Rosette	UG 2 : Arguenon	UG 2 : Le Quilloury	UG 3 : Le Montafilan	UG 4 : Retenue de l'Arguenon	UG 5 : Frémur
Année sèche	0,67	0,69	0,69	0,62	0,5	0,52
Année de référence	0,59	0,64	0,69	0,52	0,37	0,51
Année pluvieuse	0,59	0,54	0,66	0,57	0,41	0,53
BFI moyen	<b>0,62</b>	<b>0,62</b>	<b>0,68</b>	<b>0,57</b>	<b>0,43</b>	<b>0,52</b>
BFI moyen en période d'été	<b>0,70</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>0,56</b>	<b>0,61</b>	<b>0,74</b>

### UG 1 : La Rosette

Suivant les résultats du BFI sur l'unité de gestion 1, les eaux souterraines soutiennent davantage le débit de la Rosette que l'apport pluviométrique avec un indice moyen de 0.62. Cela signifie qu'en moyenne, le débit de la Rosette est constitué à 62% d'eau souterraine. Cette dépendance est un peu plus marquée durant les années sèches avec un BFI qui augmente jusqu'à 0.67. Durant les périodes humides et de référence, l'apport des eaux souterraines ne semble pas fluctuer avec un indice constant de 0.59, avec le cours d'eau dépendant des eaux souterraines à un niveau constant. Après cette étude, il est possible de dire que les eaux souterraines sont primordiales pour la survie du cours d'eau avec une relation étroite entre la Rosette et la nappe. Cette relation peut s'expliquer par la géologie du bassin : en effet, sur l'amont du bassin versant, une grande quantité de failles présentes mettant en évidence un faciès schisto-gréseux (semi-perméables) permettent aux eaux souterraines d'interagir davantage avec la surface. Aussi, le bassin versant du Pont Renault, affluent de la Rosette, se trouve sur une formation granitique perméable, propice aux échanges de subsurface.

**UG 2 : Arguenon, Le Quilloury**

Les deux stations étudiées possèdent des indices différents malgré une localisation proche et une interaction avec une même nappe. En effet, les indices sur la station à Bois-Léard varient légèrement en fonction des caractéristiques pluviométriques annuelles, avec un indice bas en année pluvieuse et plus élevé en année sèche. Cela est cohérent, pour les années avec très peu de précipitations, ce sont les eaux souterraines qui vont alors soutenir le débit de l'Arguenon. Cette hétérogénéité des indices n'est pas aussi grande pour la station du Quilloury : en effet, les apports souterrains sont plutôt réguliers et importants tout au long de l'année, avec un indice moyen de 0.68. Cette valeur fait sens avec la géologie *in situ* car la station du Quilloury se situe sur une langue de granulite en son aval et en amont du bassin versant se situe un massif granitique. Cette roche a de meilleurs échanges avec les eaux souterraines que les schistes par exemple. En conclusion, la relation nappe-rivière sur le bassin amont de l'Arguenon est importante et vitale pour la survie de l'Arguenon.

**UG 3 : Le Montafilan (à partir du BFI du Frémur – SAGE Rance Frémur)**

Le BFI calculé sur le cours d'eau du Frémur (SAGE Rance-Frémur) nous indique la répartition des eaux sur le Montafilan, néanmoins les gammes de débits du Frémur ne devront pas être prises en compte puisque les deux bassins n'ont pas les mêmes volumes écoulés. Ainsi, il est estimé que la part des eaux souterraines est plus importante dans le cours d'eau en année sèche et moins importante en année de référence. L'indice moyen étant de 0.57, les échanges nappe-rivière du Montafilan sont moins importants que sur les têtes de bassin de l'Arguenon mais, toutefois, légèrement plus importants que sur le Frémur (bassin Baie de la Fresnaye). La géologie *in situ* correspond à ces hypothèses avec un bassin recouvert majoritairement de granulites (se rapproche du gneiss) qui a une réponse hydrologique similaire aux schistes. Le BFI qui se démarque le plus est celui en période d'étiage qui est assez faible, avec seulement 0.56, cela signifie qu'en période d'étiage les eaux souterraines ne parviennent pas à supporter le débit du Montafilan.

**UG 4 : Retenue de l'Arguenon (station de prélèvement d'eau potable)**

Comme expliqué précédemment, les diverses valeurs de BFI obtenues à la suite de l'analyse de cette station ne représentent pas l'apport réel des eaux souterraines en fonction des eaux de surfaces. En effet, la station se trouvant à l'aval d'une retenue, le régime hydrologique est totalement influencé. Il n'est néanmoins pas étonnant d'avoir de faibles valeurs de BFI puisque c'est la retenue qui régule les écoulements de surface quel que soit l'apport des précipitations sur le bassin. Toutefois, l'indice apparaît légèrement plus faible sur les années pluvieuses et de références, permettant de mettre en évidence des lâchers de barrage plus fréquents sur ces périodes. Ainsi, connaître la nature de la relation nappe-rivière de l'Arguenon aval semble compromise par l'ouvrage, surtout sur les premiers kilomètres. Toutefois, à la vue du BFI annuel moyen, il est possible de conclure que le débit de l'Arguenon aval est composé en majorité d'eau de surface avec un léger apport d'eau souterraine.

**UG 5 : Frémur**

L'indice de l'année sèche de cette unité de gestion est de 0.52, signifiant que le débit du Frémur est supporté à moitié par les eaux d'origine souterraine. Il n'y a également pas de différence significative de cet apport entre les 3 régimes hydrologiques étudiés. La géologie du site permet d'expliquer ce ratio,

car la géologie en place (schistes et phyllades) se répartit entre argiles (imperméables) et des schistes (semi-perméables) offrant une faible perméabilité. Les caractéristiques de ces roches permettent de mieux comprendre ces indices, et *in fine*, la relation nappe-rivière du Frémur.

### ➔ BFI moyen en période d'étiage

Cet indice nous permet de connaître la part d'eau souterraine en période d'étiage sur les bassins de l'Arguenon et de la Baie de la Fresnaye qui s'étend du 1<sup>er</sup> avril au 30 septembre. L'analyse d'ensemble qui se dégage de ces indices moyens est un apport supérieur à la moyenne en période d'étiage pour l'ensemble des unités de gestion La Baie de la Fresnaye est le bassin où la nécessité de l'apport souterrain à cette période est indispensable ; a contrario, l'unité de gestion 4 est moins demandeuse des eaux souterraines en raison des lâchers de barrage qui permettent de soutenir l'étiage quand cela est nécessaire. La conclusion de la détermination du BFI sur la période d'étiage permet d'informer sur le rôle vital des eaux souterraines sur les débits des cours d'eau du SAGE Arguenon – Baie de la Fresnaye, représentant plus de la moitié de son flux. La relation nappe-rivière est donc à préserver pour permettre au cours d'eau d'exister et de remplir ces fonctions pour l'homme et la biodiversité.

### ➔ Comparaison des stations hydrométriques (bassins versants) :

En comparant et dissociant l'apport d'eau souterraine de l'apport d'eau de surface sur les cours d'eau du bassin versant de l'Arguenon et de la Baie de la Fresnaye, la figure 87 met en évidence la nécessité des eaux souterraines pour le Quilloury et l'Arguenon (unité de gestion 2). A l'inverse, les cours d'eau de l'UG 4 sollicitent moins les réserves souterraines en raison de la retenue de la Ville Hatte. Pour finir, la tendance qui se dégage de cette étude hydrogéologique est la relation vitale du milieu souterrain avec les milieux aquatiques continentaux du SAGE Arguenon Baie de la Fresnaye

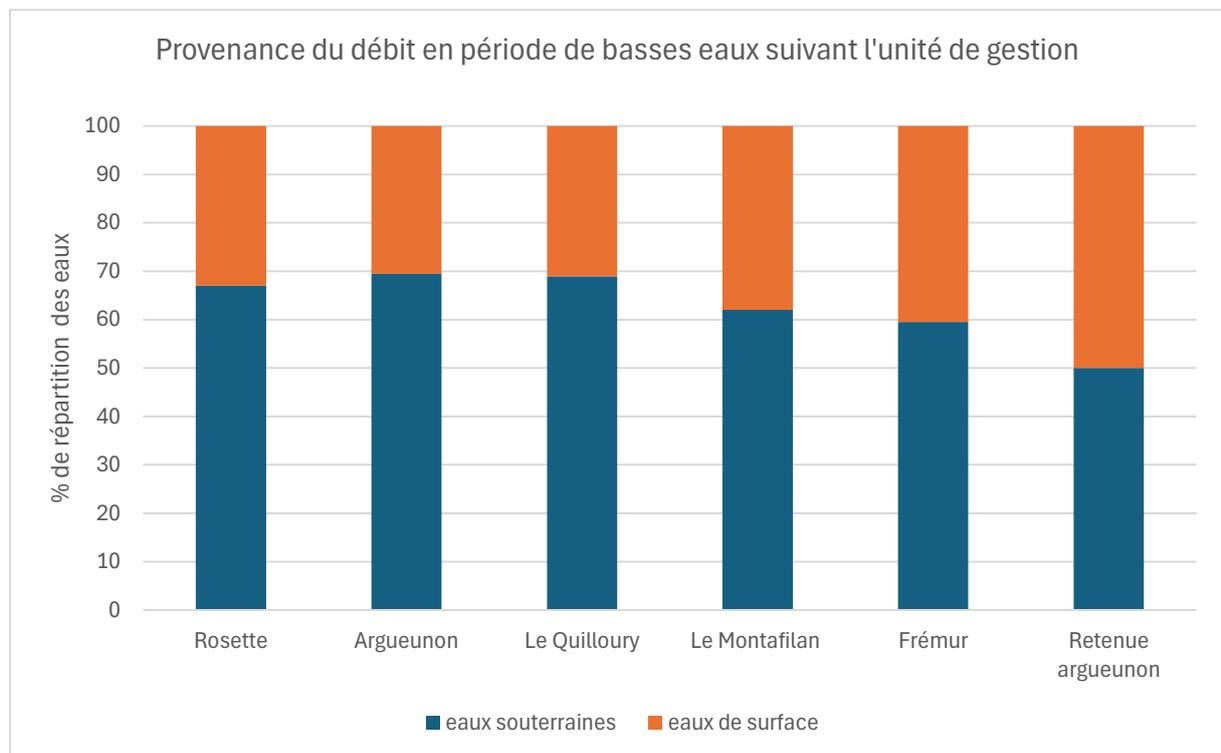


Figure 87 : Provenance du débit en période de hautes eaux suivant les unités de gestion

➔ Bilan de la relation nappe-rivière :

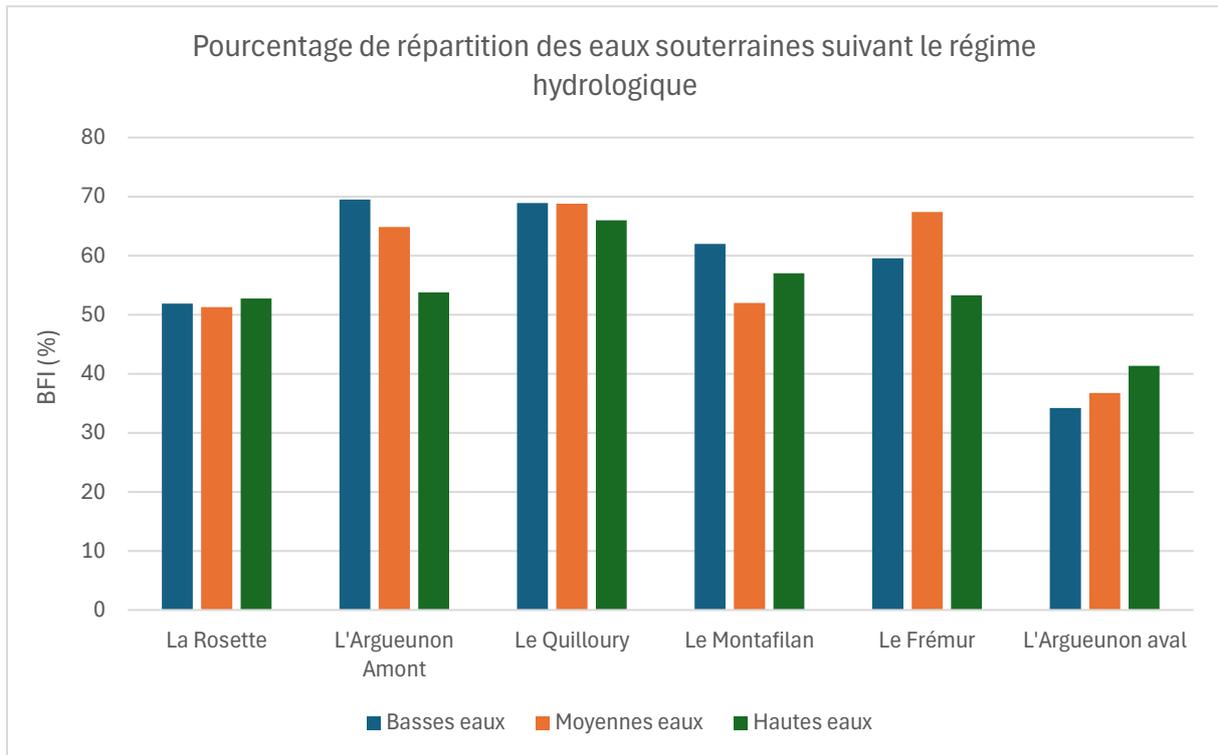


Figure 88 : Pourcentage de répartition des eaux souterraines suivant le régime hydrologique

Le bilan de l'étude de la relation entre les cours d'eau et la nappe du territoire SAGE Arguenon Baie de la Fresnaye (Figure 88) permet d'extraire les remarques suivantes :

- Les eaux souterraines sont essentielles à l'alimentation des cours d'eau du territoire du SAGE avec plus de 50% de participation aux écoulements pour une majorité des bassins ;
- L'UG 2 est l'unité qui est la plus dépendante aux eaux souterraines ;
- L'UG 4 est l'unité qui a le moins de dépendance aux eaux souterraines ;
- Les eaux souterraines sont plus sollicitées lors des années sèches que durant celles qui sont humides ;
- L'UG 5 est la seule unité qui voit sa relation nappe-rivière rester inchangée en fonction des aléas climatiques ; la géologie *in situ* ne permet pas un bon échange.
- Le BFI moyen indique une importance vitale des eaux souterraines en période d'étiage sur l'ensemble des unités de gestion pour le maintien de la vie aquatique continentale.

➔ Rétrospective des BFI sur le territoire du SAGE ABF

Seulement 4 des 5 stations de mesures de débit vont être étudiées pour la détermination des BFI passés, la station de la retenue de l'Argueunon sera écartée du fait de sa non-représentativité de l'hydrologie réelle de l'Argueunon aval.

La mesure des BFI passés a été faite grâce à l'outil numérique développé par le BRGM : ESPERE (ESTimation de la Pluie Efficace et de la REcharge selon différentes méthodes - Tableau 20). La procédure de calcul du débit de base utilisée dans cet outil, a été développée par l'institut d'Hydrologie de Wallingford. Les BFI passés calculés grâce à ESPERE se font sur des années civiles.

Tableau 20 : Méthode utilisée pour déterminer le BFI grâce à l'outil numérique

Détermination BFI		
Méthodes utilisées	Paramètres utilisés	Principes des méthodes
Wallingford	Débits de cours d'eau	Méthodes de décomposition d'hydrogramme
Chapman	Débits de cours d'eau	Méthode des filtres récursifs
Eckhardt	Débits de cours d'eau	Méthode des filtres récursifs

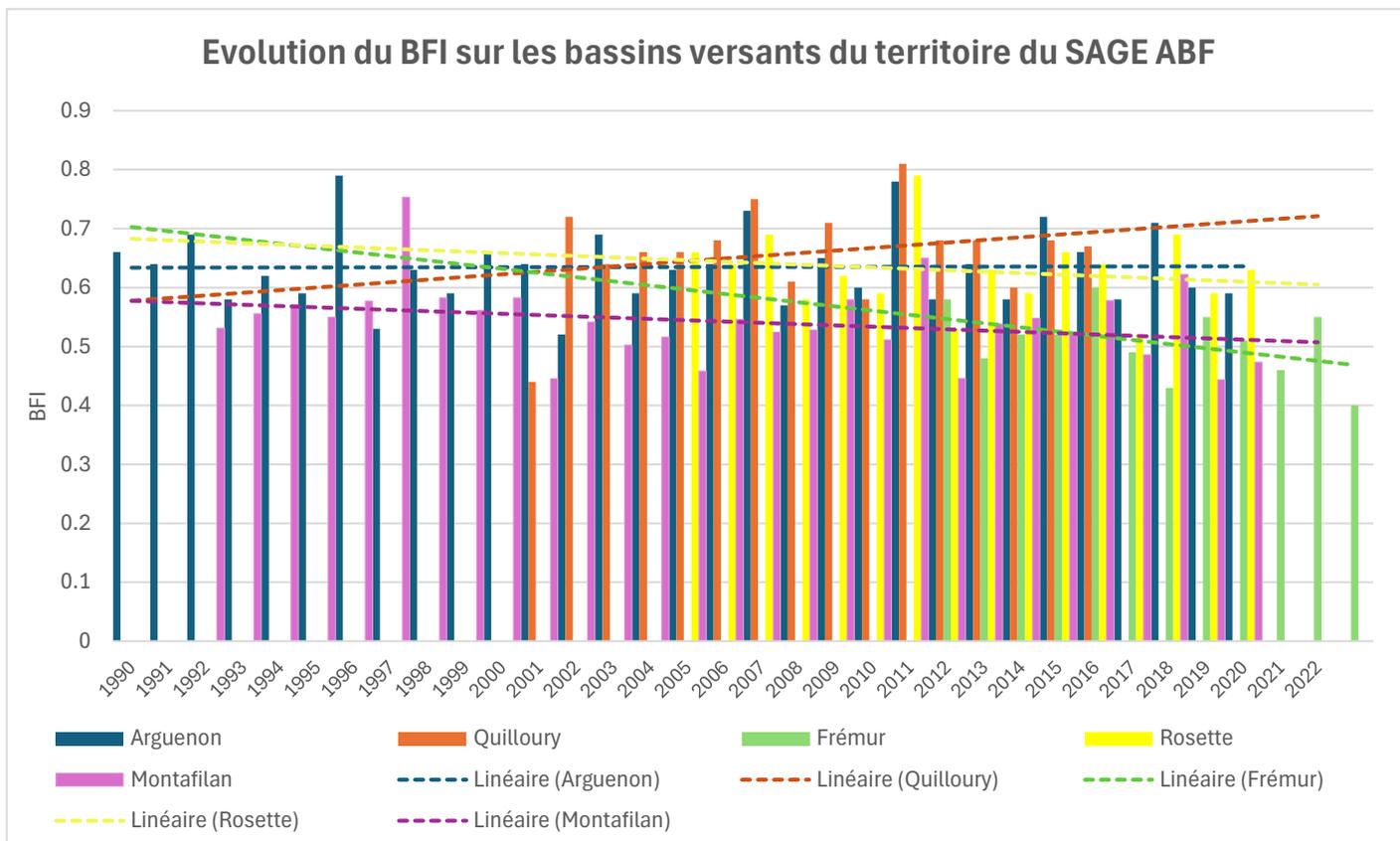


Figure 89 : Evolution du BFI sur les bassins versants du territoire du SAGE ABF

Tableau 21: Statistiques sur les chroniques de BFI suivant les unités de gestion

	Rosette	Quilloury	Arguenon amont	Montafilan	Frémur
<b>Intervalle étudié</b>	2005 - 2020	2001 - 2016	1990 - 2020	1992 - 2020	2011 - 2022
<b>Minimum</b>	0,52	0,44	0,52	0,44	0,4
<b>Maximum</b>	0,79	0,81	0,79	0,75	0,6
<b>Moyenne</b>	0,62	0,66	0,63	0,54	0,51
<b>Evolution</b>	Légère baisse	Forte augmentation	Stable	Légère baisse	Forte baisse

Sur le territoire du SAGE, seul le bassin versant du Quilloury voit son échange nappe-rivière s'améliorer sur les 15 années étudiées (hypothèse possible : diminution du drainage des prairies et zones humides, permettant une reconnexion entre les eaux souterraines et de surface) (Figure 89).

Concernant la relation nappe-rivière du Frémur, elle a fortement décliné sur les 11 dernières années passant de 58 % d'eau provenant du sous-sol à seulement 40%. La relation se dégrade également sur la Rosette et le Montafilan, mais de façon moins marquée, avec un manque de 3% d'eau souterraine dans le cours d'eau en l'espace de 15 ans pour la Rosette et moins 6% sur le Montafilan. Pour le bassin versant amont de l'Arguenon, aucun changement dans les échanges nappes-cours d'eau n'est observé, avec une moyenne stable de 63% d'eau souterraine dans le milieu aquatique.

### 3.3 Recharge de la nappe

La recharge d'un aquifère peut être définie comme le flux d'eau qui percole au travers du sol et de la zone non saturée pour atteindre l'aquifère et constituer un apport au stock d'eau souterraine qu'il contient (De Vries et Simmers, 2002<sup>3</sup>). Il s'agit essentiellement de la fraction des précipitations qui s'infiltre et alimente la nappe aquifère. Elle dépend du contexte météorologique, mais aussi des caractéristiques géomorphologiques (pente, rugosité,), de la superficie de l'impluvium, des propriétés des sols (couverture végétale, type de sol, épaisseur de la réserve utile) et des propriétés hydrodynamiques des formations du sous-sol.

De nombreuses méthodes permettant d'estimer la recharge d'un aquifère sont décrites dans la littérature scientifique. Elles varient, d'une part par l'échelle de temps à laquelle elles opèrent (du pas journalier au pas annuel), et, d'autre part, par le type de données qu'elles exploitent (météorologiques ou hydrologiques). La comparaison des résultats fournis par différentes méthodes a fait l'objet de plusieurs études, notamment aux Etats-Unis dans les années 2000 (voir par exemple Flint et al. 2002 ou Coes et al. 2007). Ces travaux montrent que les méthodes ne présentent pas toutes la même efficacité selon le type d'aquifère sur lequel elles sont appliquées. De plus, elles présentent des incertitudes plus ou moins fortes, liées aux hypothèses sur lesquelles elles sont construites. Pour obtenir une estimation réaliste de la recharge assortie d'un intervalle de confiance à l'échelle d'un bassin hydrogéologique, il est donc recommandé d'appliquer des approches variées qui se complètent et de comparer leurs résultats.

Pour l'étude de la recharge des aquifères sur le territoire du SAGE ABF, c'est l'outil numérique ESPERE v2 (Estimation de la Pluie Efficace et de la Recharge) développé par le BRGM dès 2016 et revu en 2020, qui va être utilisé. Cet outil a été construit pour répondre aux besoins cités précédemment. Il s'agit d'un classeur Microsoft Excel dans lequel l'utilisateur saisit les chroniques de données journalières et les paramètres relatifs à l'aquifère étudié afin de calculer directement la recharge de nappe, ou la pluie efficace. ESPERE permet de mettre en œuvre rapidement et simultanément une dizaine de méthodes d'estimation afin de répondre au mieux à la demande souhaitée (Tableau 22).

En fonction des données disponibles sur le territoire, plusieurs méthodes de détermination sont proposées :

- trois méthodes empiriques :
  - o Guttman, Turc et Kessler
- trois méthodes de bilan :

<sup>3</sup> de Vries, J.J., Simmers, I. Groundwater recharge: an overview of processes and challenges. *Hydrogeology Journal* **10**, 5–17 (2002).

- Thornthwaite, Dingman et Edijatno & Michel, exploitant les données météorologiques journalières.
- trois méthodes de filtre des chroniques de débits :
  - BFI Wallingford, Chapman et Eckhardt
- une méthode d'analyse des variations piézométriques :
  - Water Table Fluctuation

A l'issue des calculs, des tableaux de résultats et des graphiques à l'échelle mensuelle et annuelle sont automatiquement générés.

Les méthodes utilisées sur le SAGE ABF sont présentées dans le tableau ci-dessous. Certains modèles comme celui de Dingman et de Edijatno & Michel ne seront pas appliqués par manque de la donnée « Réserve Utile », indispensable pour la mise en application de ces méthodes.

Tableau 22 : Récapitulatif des méthodes utilisées pour la détermination de la recharge de la nappe et des pluies efficaces

Modèle	Données utilisées	Méthode
<b>Recharge de nappe / Pluie efficace</b>		
Thornthwaite	<i>Précipitations - Neige Evapo-transpiration Température</i>	<i>Méthodes de bilans hydrologiques (calcul pluie efficace)</i>
Guttman&Zuckerman	<i>Précipitations</i>	<i>Méthodes empiriques basées sur les données climatiques (recharge annuelle)</i>
Kessler	<i>Précipitations</i>	<i>Méthodes empiriques basées sur les données climatiques (recharge annuelle)</i>
Turc	<i>Précipitations Température</i>	<i>Méthodes empiriques basées sur les données climatiques (pluie efficace annuelle)</i>
WTF	<i>Niveau de nappes</i>	<i>Calculée selon la procédure RISE de l'USGS<sup>4</sup> (recharge annuelle)</i>

### 3.3.1 Pluies efficaces

La pluie efficace du territoire du SAGE est déterminée grâce à l'outil numérique ESPERE et aux modèles qui y sont installés :

- Thomtwaite
- Turc

Ces modèles, grâce à des données climatiques (évapotranspiration, précipitation, température), peuvent générer des résultats au pas de temps annuel et mensuel concernant les pluies efficaces (Cf : recharge de la nappe)

<sup>4</sup> Programme qui consiste à faire la somme des élévations de niveau d'eau pendant une année et à la multiplier par le coefficient d'emmagasinement.

➔ Pluies efficaces sur le bassin de l'Arguenon

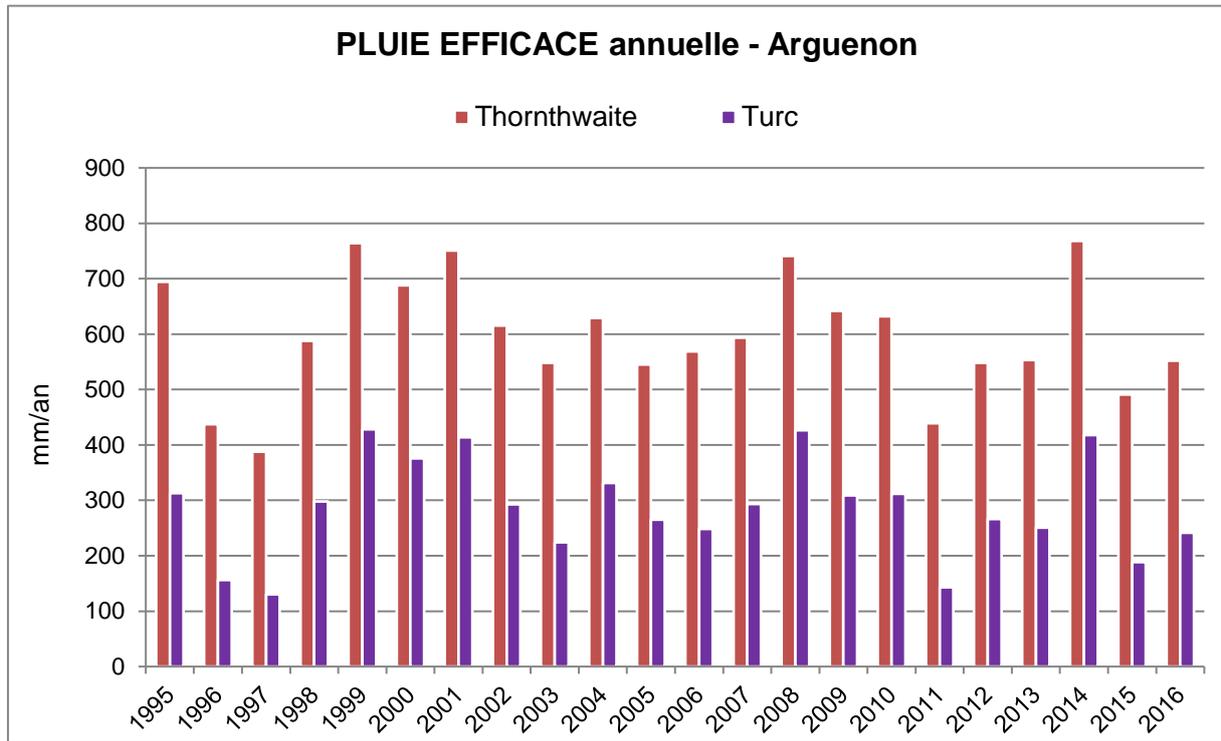


Figure 91 : Pluies efficaces sur le bassin de l'Arguenon

Sur le bassin de l'Arguenon, les deux modèles répondant aux données climatiques du territoire semblent suivre la même fluctuation de 1995 et 2016, avec une suite d'augmentations et de baisses des pluies efficaces, à un rythme plus ou moins régulier. Seul l'ordre de grandeur semble diverger avec des mm/an aux alentours de 500 pour le modèle Thornthwaite et de 200 mm/an pour le modèle de Turc.

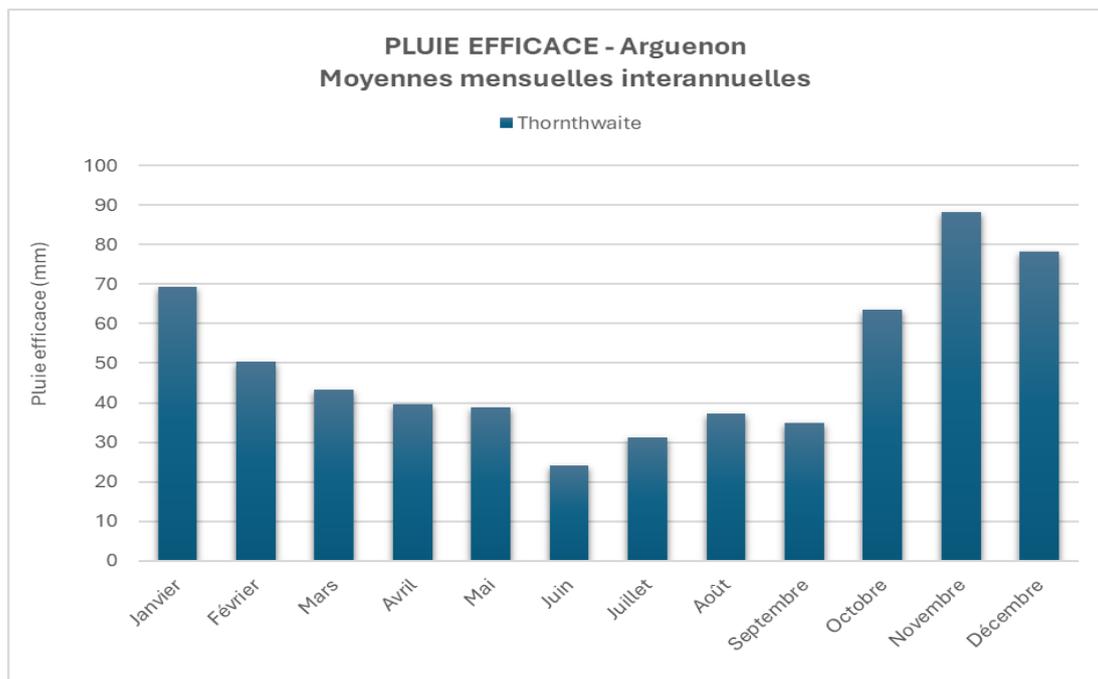


Figure 90 : Variation mensuelle des pluies efficaces sur le bassin versant de l'Arguenon

A l'échelle mensuelle, le modèle Thornthwaite semble suivre le cycle annuel saisonnier classique des précipitations, avec des pluies efficaces plus importantes d'octobre à janvier puis une déclinaison sur la période février-septembre, avec un point bas en juin de 24.2 mm. En période printanière et estivale, les précipitations vont davantage ruisseler du fait d'un sol sec ou vont être directement captées par la végétation, les précipitations restantes composeront les pluies efficaces.

➔ Pluies efficaces sur le Frémur

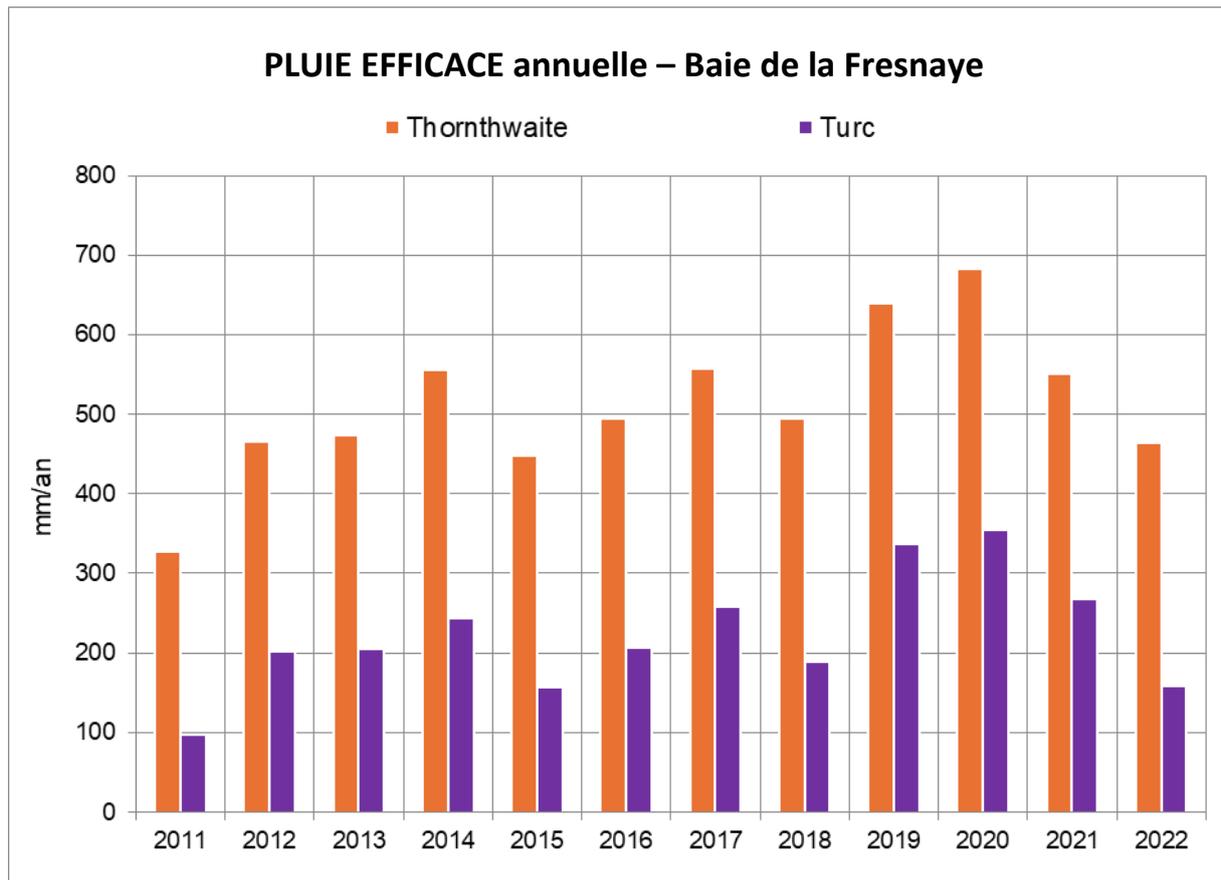


Figure 92 : Pluies efficaces annuelles de la Baie de la Fresnaye

Sur la Baie de la Fresnaye, la distinction d'une redondance entre augmentation et diminution des pluies efficaces est plus difficile à cause de la plage de données plus courte, retraçant 12 années. Néanmoins, les deux modèles semblent être d'accord sur une augmentation des pluies efficaces de 2011 à 2020, atteignant 683 mm/an suivie d'une baisse. D'un point de vue valeur, les pluies efficaces sur la baie de la Fresnaye sont dans les mêmes ordres de grandeur que sur l'Arguenon avec environ 400 mm/an pour Thomthwaite et 150 mm/an pour le modèle de Turc.

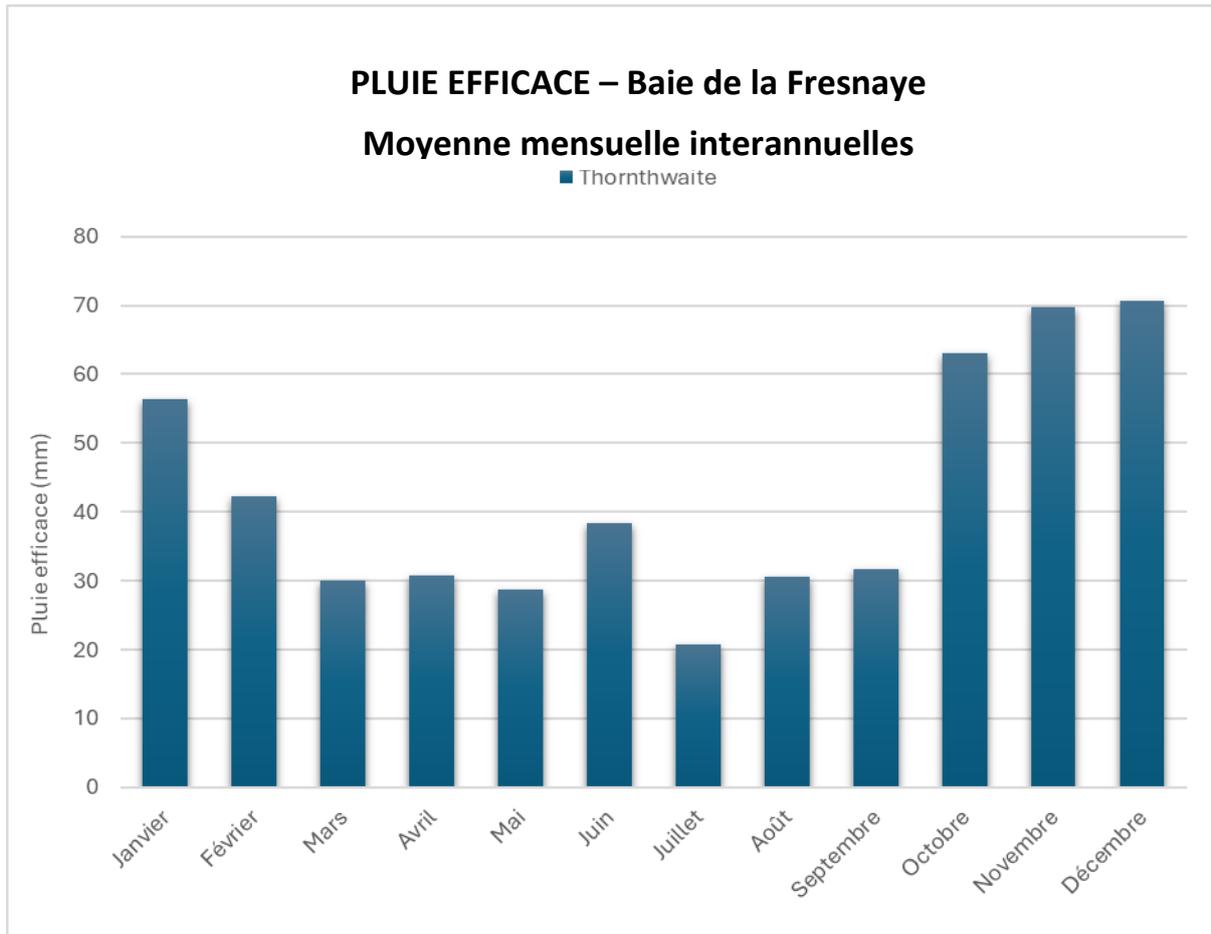


Figure 93 : Variation mensuelle des pluies efficaces sur la Baie de la Fresnaye

Thornthwaite indique la même dynamique des pluies efficaces mensuelles sur la Baie de la Fresnaye que sur l'Arguenon ; la seule particularité de la Baie de la Fresnaye est un pic sur le mois de juin atteignant 38.5 mm. Sinon, les pluies efficaces les plus importantes se font également sur les mois d'octobre, novembre, décembre et janvier et les pluies efficaces les plus faibles, sur le mois de juillet avec 20.8 mm.

Données :

Tableau 23 : Données de pluie efficace sur les bassins de l'Arguenon et de la Baie de la Fresnaye

	<i>Moyenne des modèles</i>	
	<i>Résultats – Rosette</i>	<i>Résultats – Baie de la Fresnaye</i>
<b>Année</b>	<b>Pluie efficace (mm)</b>	<b>Pluie efficace (mm)</b>
1995	503,8	
1996	296,9	
1997	259,2	
1998	442,9	
1999	596,2	
2000	532,1	
2001	582,4	
2002	454,1	
2003	386,1	
2004	480,4	
2005	405,4	
2006	408,7	
2007	443,5	
2008	583,6	
2009	475,3	
2010	471,9	
2011	290,9	211,8
2012	407,4	333,8
2013	401,8	339,6
2014	593,1	399,7
2015	340,0	302,0
2016	396,8	350,7
2017		407,6
2018		342,1
2019		488,4
2020		518,8
2021		409,4
2022		310,8

### 3.3.2 Recharge des nappes

Les données utilisées, et à la charge du chargé de mission, doivent être rentrées dans ESPERE au pas de temps journalier (dates et valeurs) pour l'estimation de la pluie efficace et de la recharge (Tableau 24).

Tableau 24 : Données nécessaires à l'élaboration du calcul de recharge de la nappe

Donnée utilisées	Unité	Source
Données d'évapotranspiration	mm/j	Météo France
Données de précipitation	mm/j	Météo France
Données neige	mm	
Données de débits	m3/s	HydroPortail
Données piézométriques	mNGF	EauFrance

Les données doivent commencer au 1er janvier et finir au 31 décembre, et au minimum, précipitations et Evapo TransPiration doivent être renseignées. Également, les données météorologiques ne doivent pas comporter de lacunes ; toutefois, celles inférieures à 3 jours pour les débits, et 5 jours pour la piézométrie, sont comblées automatiquement par interpolation linéaire.

La détermination de la recharge de la nappe s'est effectuée sur le bassin versant de l'Arguenon et de la Baie de la Fresnaye et non suivant les unités de gestion. Cela est dû aux données climatiques disponibles. En effet, il est nécessaire d'avoir des données d'évapotranspiration pour calculer la recharge de la nappe, or, seules les stations météo de Saint Cast le Guildo et de Plouguenast ont des chroniques disponibles se rapprochant du climat de nos bassins versants. Les données venant de Saint Cast le Guildo vont être utilisées pour le bassin-versant de la Baie de la Fresnaye et la station de Plouguenast pour le bassin versant de l'Arguenon. Si la détermination de la recharge de la nappe s'était effectuée en fonction des unités de gestion avec une même donnée ETP, les résultats auraient été identiques sur le bassin de l'Arguenon.

Tableau 25 : Propriétés des bassins versants nécessaires à la détermination de la recharge de la nappe

Propriétés	Unité	Valeur - Arguenon	Valeur - Baie de la Fresnaye
Surface de l'impluvium	km <sup>2</sup>	588	278
Ratio Infiltration / Pluie efficace (RIPE)	<i>s.d.</i>	0,53	0,4
Latitude	°	48	48
Porosité efficace aquifère libre (Sy)	<i>s.d.</i>	0,0027	0,0002
Surface du bassin hydrogéologique	km <sup>2</sup>	588	278

➔ Recharge de la nappe sur le bassin de l'Arguenon :

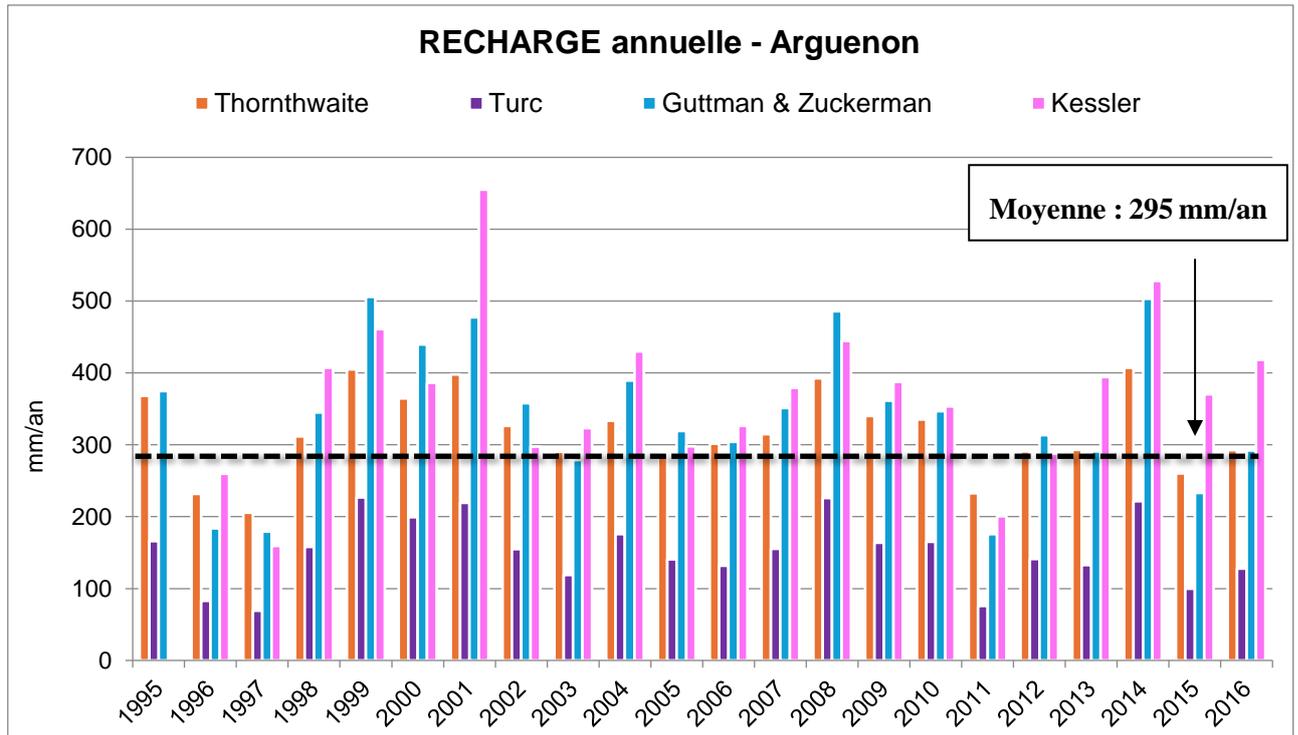


Figure 94 : Recharge annuelle sur le BV de l'Arguenon

Les modèles répondant à la demande de calculer la recharge de la nappe sur le bassin versant de l'Arguenon sont au nombre de 4. Les données disponibles vont de 1995 à 2016 avec une recharge de nappe annuelle fluctuante suivant les années (Figure 94). Il semble que la recharge de la nappe sur l'Arguenon suit un cycle de recharge importante sur quelques années, suivi d'années moins fructueuses, avant un nouvel essor de recharge. La période de forte recharge pourrait être de 1998 à 2001, la période moins importante de 2001 à 2006, puis à nouveau un regain de 2006 à 2008 etc...

En faisant la moyenne des 4 modèles, l'année 2001 a eu la recharge la plus importante (437 mm/an) comparée à 1997, avec seulement 153 mm/an.

Tableau 26 : Moyenne interannuelle de la recharge de nappe sur le BV Arguenon

RECHARGE annuelle (mm/an) : Moyenne interannuelle	
Thornthwaite	<b>318</b>
Guttman&Zuckerman	<b>341</b>
Kessler	<b>370</b>
Turc	<b>152</b>

3 des 4 modèles utilisés ont un ordre de grandeur similaire, entre 300 et 400 mm/an, seul le modèle de Turc observe une recharge moyenne interannuelle plus basse avec 152 mm/an sur le bassin de l'Arguenon (Tableau 26).

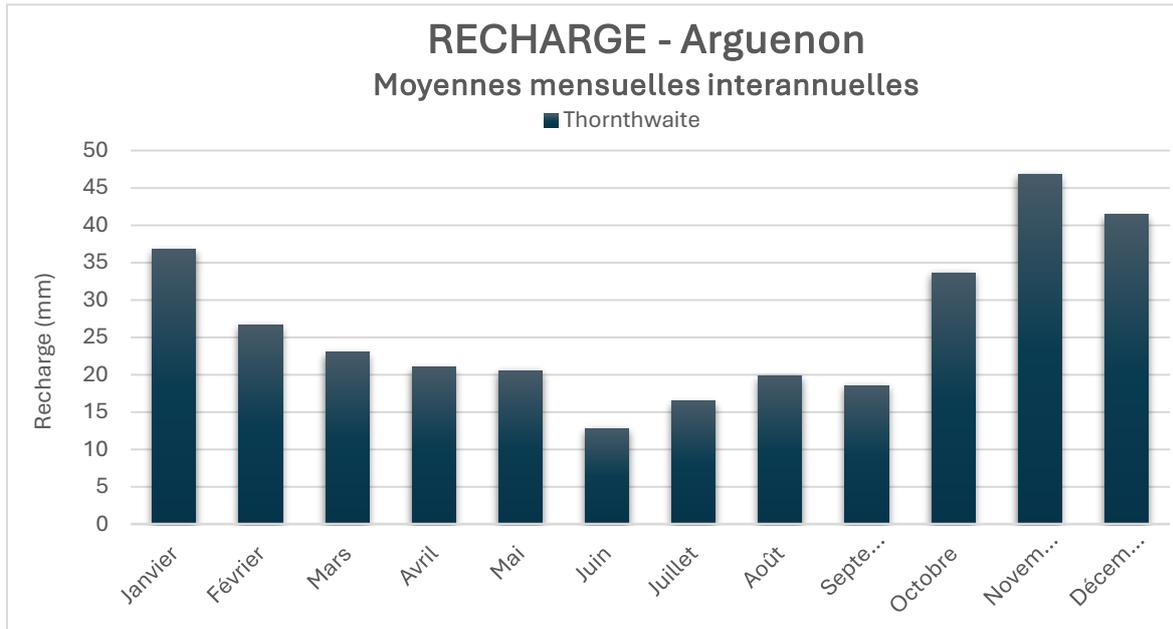


Figure 95 : Variation mensuelle la recharge sur l'Arguenon

À l'échelle mensuelle, seul le modèle de Thomthwaite répond aux paramètres rentrés ESPERE (Figure 95). Ainsi, il observe une recharge importante entre octobre et janvier allant de 33 à 46.8 mm (novembre). Le mois de juin est, quant à lui, le mois avec la plus faible valeur, 12.8 mm. Une diminution de la recharge est visible dès décembre jusqu'à juin, avant d'augmenter en juillet. Cette période de décharge est plus longue de 2 mois puisqu'elle dure 7 mois contre 5 pour la période de recharge.

➔ Recharge de la nappe sur la Baie de la Fresnaye :

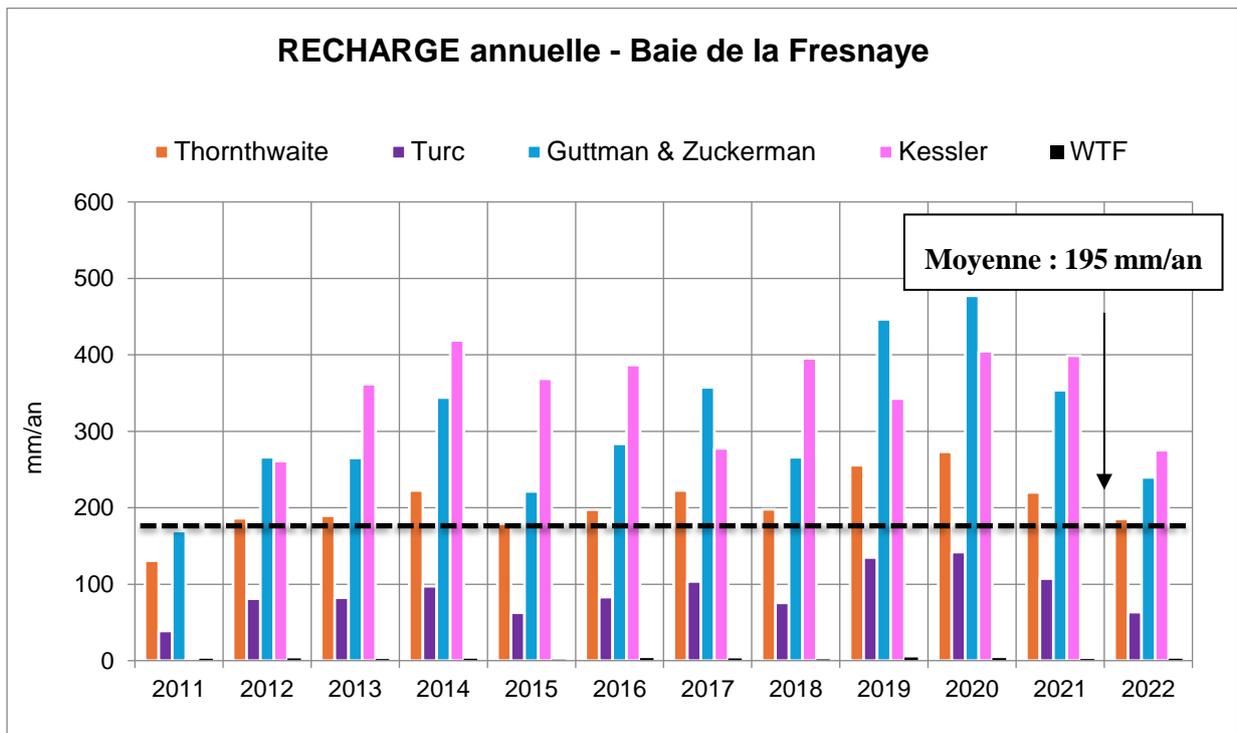


Figure 96 : Recharge annuelle sur le BV de la Baie de la Fresnaye

Les modèles répondant aux données du bassin versant du Baie de la Fresnaye sont de l'ordre de 5 (Figure 96). Les données disponibles vont de 2011 à 2022 avec la distinction d'une légère augmentation de la recharge jusqu'en 2019 puis une baisse jusqu'en 2022. En moyenne, sur les 5 modèles, l'année 2020 est celle avec la recharge la plus conséquente (259 mm/an) et l'année 2022 est la moins importante (153 mm/an).

Tableau 27 : Moyenne interannuelle de la recharge de nappe sur le BV Baie de la Fresnaye

RECHARGE annuelle (mm/an) : Moyenne interannuelle	
Thornthwaite	205
Guttman&Zuckerman	308
Kessler	354
Turc	89
WTF	2

Sur les 5 modèles, 2 ont des ordres de grandeur qui divergent des autres en ayant des valeurs beaucoup plus faibles. Les 3 autres modèles, Thornthwaite, Guttman&zucherman et Kessler, ont des valeurs se rapprochant de 300 mm/an de recharge moyenne interannuelle (Tableau 27).

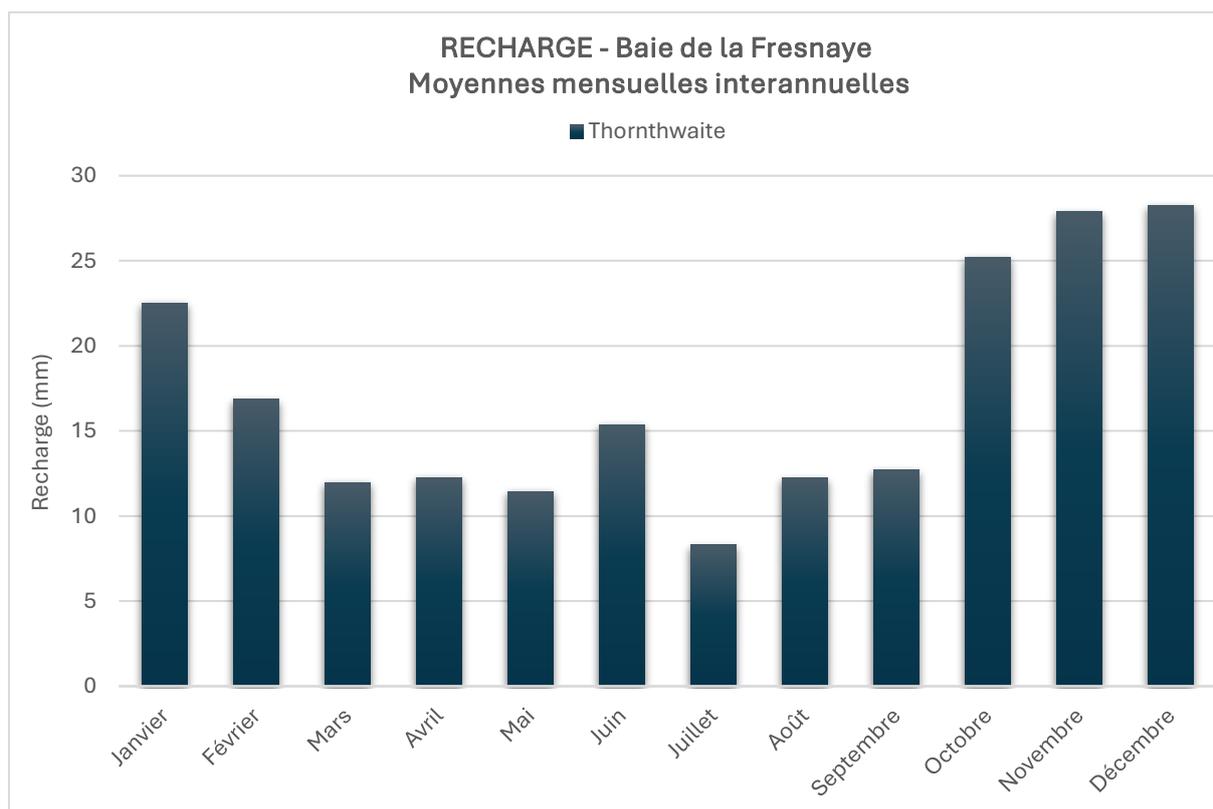


Figure 97 : Variation mensuelle de la recharge annuelle sur le BV de la Baie de la Fresnaye

A l'échelle mensuelle, le modèle Thornthwaite observe une recharge importante dès le mois d'octobre passant de 12.6 mm de recharge pour le mois de septembre à 25.2 en octobre (Figure 97). La recharge se fait ensuite sur les 4 mois suivants avec un pic en décembre de 28 mm. La recharge commence dès janvier avec une baisse atteignant 8 mm au mois de juillet. Néanmoins, un surplus de recharge au mois de juin vient casser cette tendance avec une augmentation atteignant 15.3 mm.

## 4 Reconstitution du débit naturel

### 4.1 Prélèvements & rejets

Le bilan des usages sur le territoire du SAGE prend 2 éléments en considération :

- Les prélèvements : les prélèvements pour l'AEP dans le milieu aquatique et milieu souterrain ; les prélèvements pour l'irrigation des cultures dans le milieu naturel ; les prélèvements pour l'abreuvement des animaux dans le milieu naturel ; les prélèvements des industries dans le milieu naturel ; l'évaporation des plans d'eau.
- Les rejets : les rejets d'assainissement collectif ; les rejets d'assainissement non collectif ; les rejets industriels ; les rejets liés aux pertes du réseau de distribution.

Les prélèvements et les rejets cités précédemment concernent plusieurs ressources : la ressource en eau superficielle (réseau de distribution) et la ressource en eau souterraine (tableau ci-dessous).

	Usages	Ressource concernée
Prélèvements	<b>AEP</b>	Eau de surface
		Eau souterraine
	<b>Irrigation</b>	Eau souterraine
	<b>Abreuvement</b>	Eau souterraine
	<b>Industrie</b>	Eau de surface
		Eau souterraine
<b>Evaporation</b>	Eau de surface	
Rejets	<b>Assainissement collectif</b>	Eau de surface
		Eau souterraine
	<b>ANC</b>	Eau souterraine
	<b>Industrie</b>	Eau de surface
		Eau souterraine
<b>Réseau de distribution</b>	Eau souterraine	

Tableau 28: Origines de la ressource en eau selon les usages

Les prélèvements issus du réseau de distribution de l'agriculture ou de l'industrie ne sont pas comptabilisés puisqu'ils le sont dans les prélèvements A.E.P.

Le bilan des usages en eau va être restitué sous forme de fourchettes de valeurs :

- Une fourchette basse sans prise en compte de l'assainissement non collectif
- Une fourchette haute avec prise en compte de l'assainissement non collectif

Le COPIL de l'étude HMUC du SAGE ABF préfère mettre en place un système de fourchette afin de pallier le manque de données sur les rejets agricoles. En effet, considérant la non prise en compte des rejets agricoles dans l'étude (Cf. page 26), et considérant que les volumes des rejets d'ANC sont équivalents aux volumes des rejets agricoles estimés, le Comité de Pilotage a validé le principe d'une fourchette basse qui ne prendrait pas en compte les rejets liés aux installations d'ANC.

Les valeurs de consommation liées à l'abreuvement des animaux et celles liées aux prélèvements des industriels ne seront pas complètement prises en compte dans le bilan des usages de l'eau. Seule la valeur de prélèvement/consommation provenant du milieu naturel sera considérée. En effet, les prélèvements/consommations sur le réseau de distribution sont déjà assimilés aux prélèvements de l'unité de gestion 4, à cause de la station productrice d'eau potable qui y est présente, elle dessert l'entièreté du territoire du SAGE, et plus.

*(Pour plus d'informations, aller se référer aux rapports « méthodologie » et « diagnostic » du volet Usages de l'étude HMUC du SAGE ABF).*

Bilan des usages de l'eau sur le SAGE ABF en 2022 – Fourchette haute

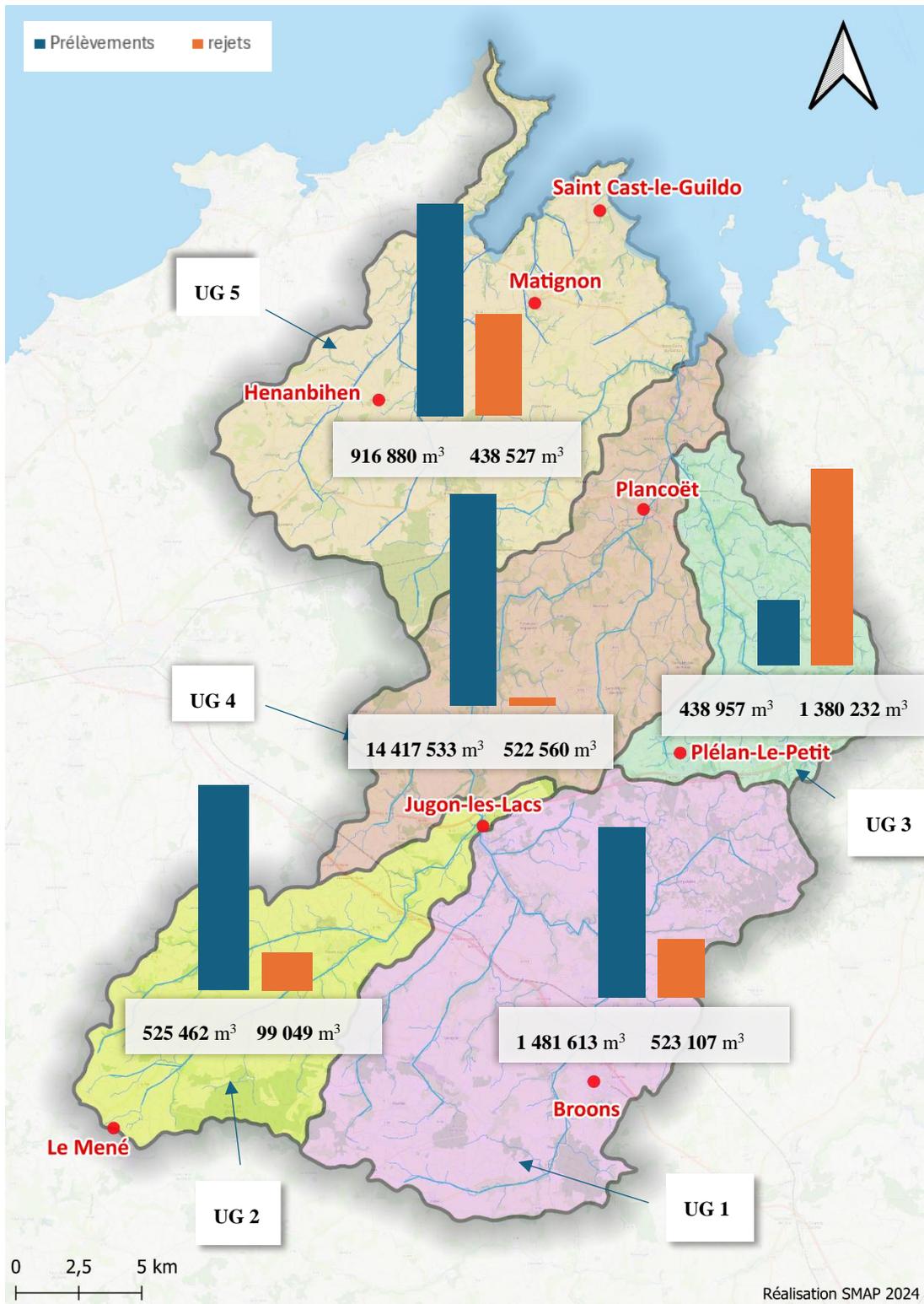


Figure 98: Bilan des usages de l'eau sur le SAGE ABF en 2022 – Fourchette basse

Bilan des usages de l'eau sur le SAGE ABF en 2022 – Fourchette basse

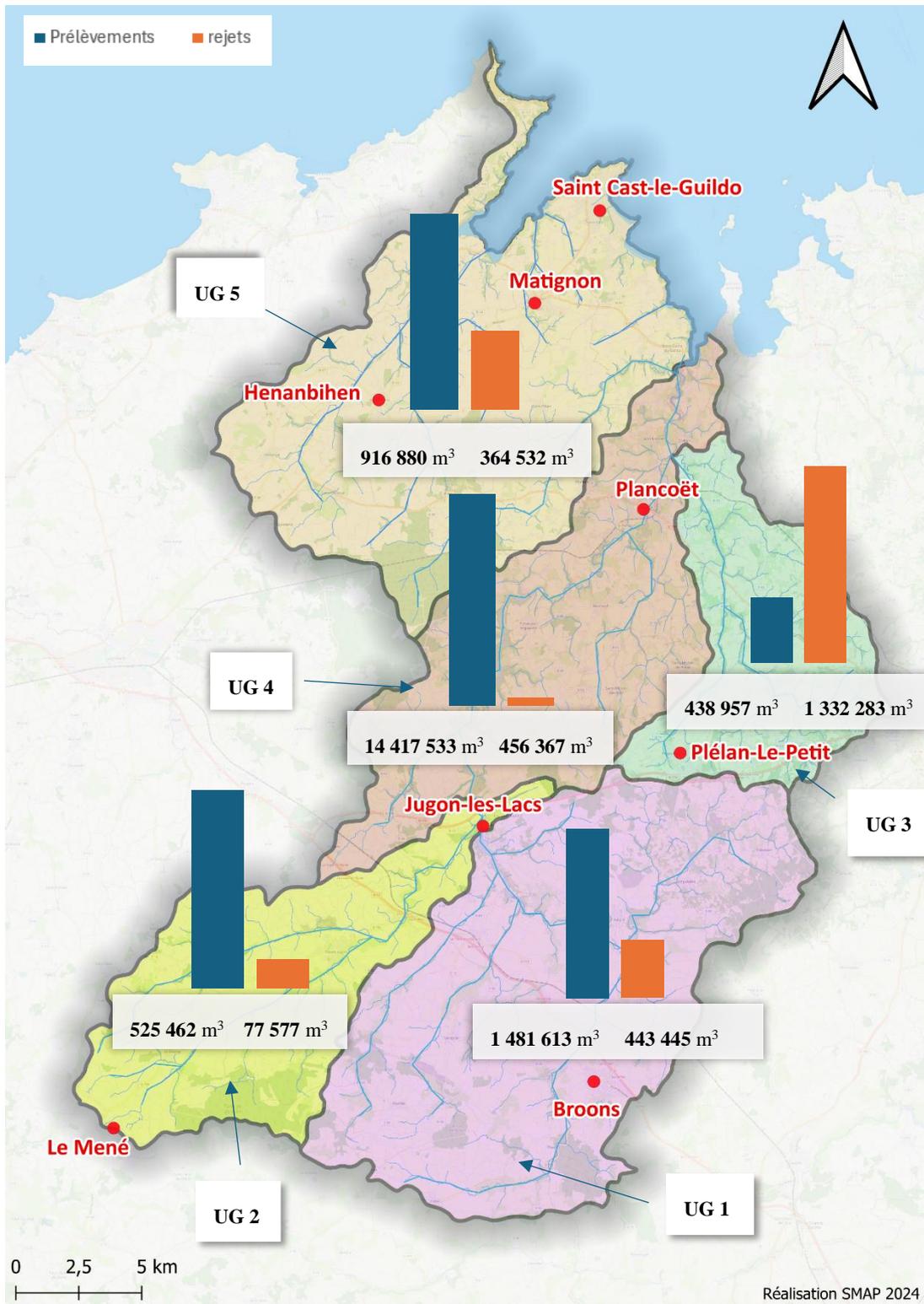


Figure 99: Bilan des usages de l'eau sur le SAGE ABF en 2022 – Fourchette haute

Sur le territoire du SAGE ABF, la part d'eau restituée au bassin versant est de 14% soit 2 622 516 m<sup>3</sup>.

Il est intéressant de notifier la répartition des consommations sur le prélèvement AEP en 2022 (différents captages et barrage de la Ville Hatte). En effet, au travers des multiples estimations réalisées dans la mise en œuvre de l'étude, les consommations des usages tels que l'agriculture, le tourisme, le domestique ont été quantifiées. Selon les usages, une partie est prélevé sur le milieu, l'autre via le réseau de distribution AEP. La figure suivante (Figure 100) présente la répartition des consommations des usages sur le prélèvement AEP.

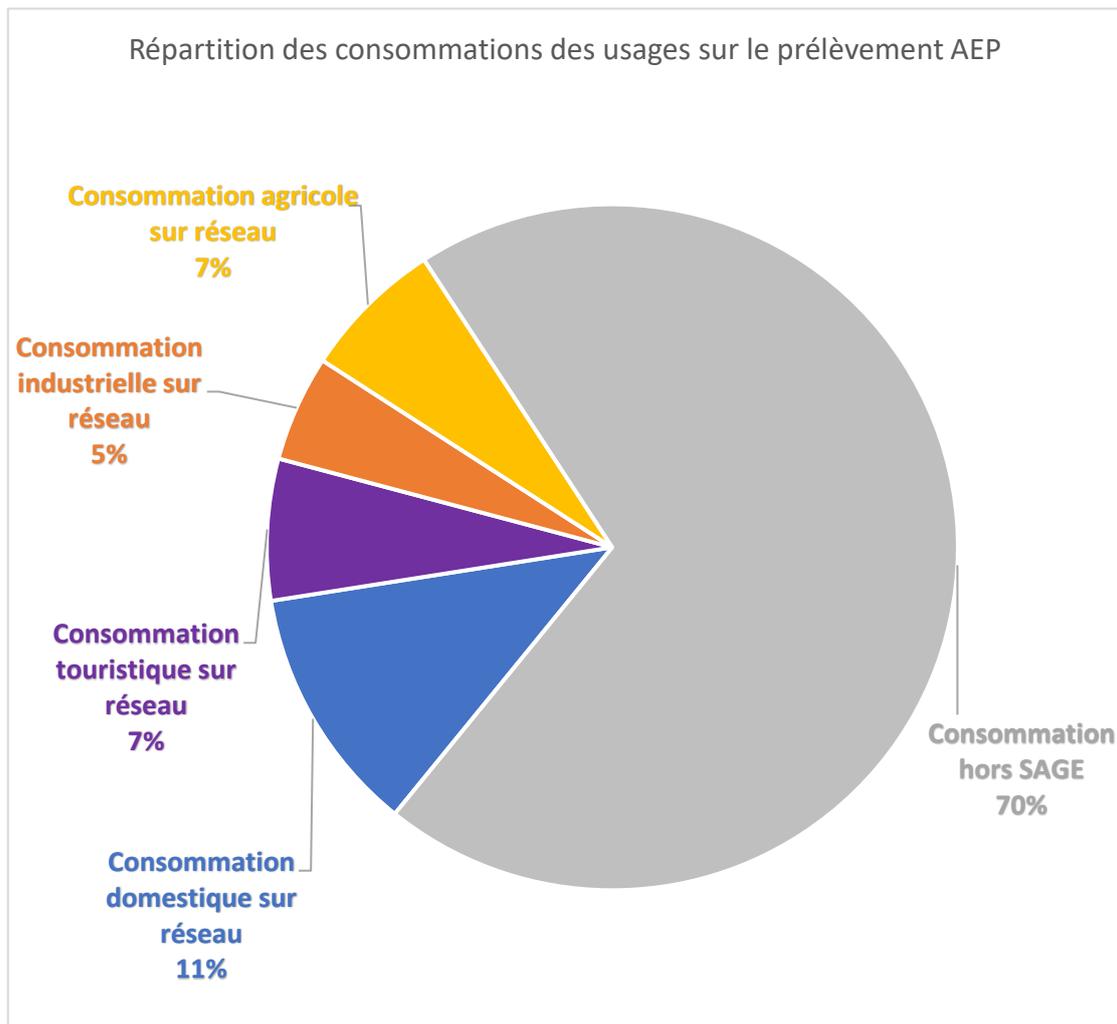


Figure 100: Répartition des consommations suivant les usages sur les prélèvements AEP

Pour la réalisation de cette estimation, les consommations touristiques et domestiques ont été regroupées dans consommation AEP, et irrigation et abreuvement dans la consommation agricole. Sur la base d'estimations précédentes, moins d'un tiers de l'eau prélevée par l'usine de la Ville Hatte et des captages est consommé sur le territoire du SAGE. Plus de 70% (environ 9 Mm<sup>3</sup> en 2022) de l'eau prélevée pour l'AEP sur le SAGE, notamment sur l'UG4 (Retenue de l'Arguenon), sont consommés hors des limites du SAGE.

En termes de volume d'eau susceptibles d'être exportés d'une unité de gestion à l'autre ou même hors du périmètre du SAGE Arguenon Baie de la Fresnaye, seule l'unité de gestion 4 (la retenue de l'Arguenon) en a la capacité. Cette unité de gestion se trouve au début d'un circuit d'alimentation en eau potable, comprenant l'usine de la Ville Hatte et le captage de Plédéliac.

À partir des données comptabilisées pour le volet "Usages" de l'étude HMUC, la consommation sur l'unité de gestion 4 a été confrontée aux volumes produits dans l'unité. En moyenne, 11 798 464 m<sup>3</sup> d'eau ont été produits entre 2017 et 2021, tandis que la consommation, regroupant l'ensemble des usages alimentés par cette ressource sur la même période, s'élevait à 212 700,89 m<sup>3</sup>. Autrement dit, seulement 1,8 % des prélèvements de cette unité de gestion sont consommés sur son propre territoire, tandis que 98,2 % sont exportés.

En 2019, 11 798 464 m<sup>3</sup> ont été produits, et 196 296,73 m<sup>3</sup> (1,66 %) ont été consommés sur l'unité de gestion, ce qui signifie que 11 602 167 m<sup>3</sup> (98,34 %) ont été exportés.

## 4.2 Reconstitution du débit naturel

### 4.2.1 Hypothèses retenues pour déterminer les prélèvements et les rejets mensuels

Les données de prélèvements et rejets sont pour certaines disponibles à l'échelle mensuelle, néanmoins, pour certains usages, des hypothèses doivent être émises afin de « construire » une base de données mensuelle à partir de données annuelles.

- La détermination des données mensuelles de prélèvements dans le milieu naturel par les industriels du territoire s'est faite en considérant les prélèvements égaux sur les 12 mois de l'année (potentielle fluctuation saisonnière difficile à estimer).
- La détermination des prélèvements mensuels AEP par forage sur le territoire se fait également suivant l'hypothèse d'un prélèvement uniforme sur les 12 mois de l'année.
- Les prélèvements liés à l'abreuvement pour les années 2021 et 2019 seront estimés grâce à une régression linéaire entre 2022 et 2020 pour l'année 2021 et 2020/ 2018 pour l'année 2019.
- Les pertes sur le réseau ont comptabilisées en tenant compte des mois de recharge de la nappe
- Les rejets liés à l'assainissement non collectif ne sont considérés que sur les mois de recharge de la nappe (Ref. volet Usages « Méthodologie » page 23). La valeur annuelle va être répartie équitablement sur 6 mois : Janvier, Février, Mars, Octobre, Novembre, Décembre.

Les débits reconstitués se sont basés sur les données « Usages » de la fourchette basse, en prenant en compte les assainissements collectifs.

### 4.2.2 Reconstitution des débits naturels mensuels sur 5 ans

Les débits déterminés grâce à une relation entre le débit influencé, les prélèvements et les rejets vont être reliés afin de former une chronique de débits naturels qui auraient dû exister sans impact anthropique.

La relation mise en place est :

$$\text{Débit influencé} - \text{rejets} + \text{prélèvements} = \underline{\text{Débit naturel}}$$

Les Figures 101 à 105 représentent l'évolution du débit naturel calculé pour chaque unité de gestion.

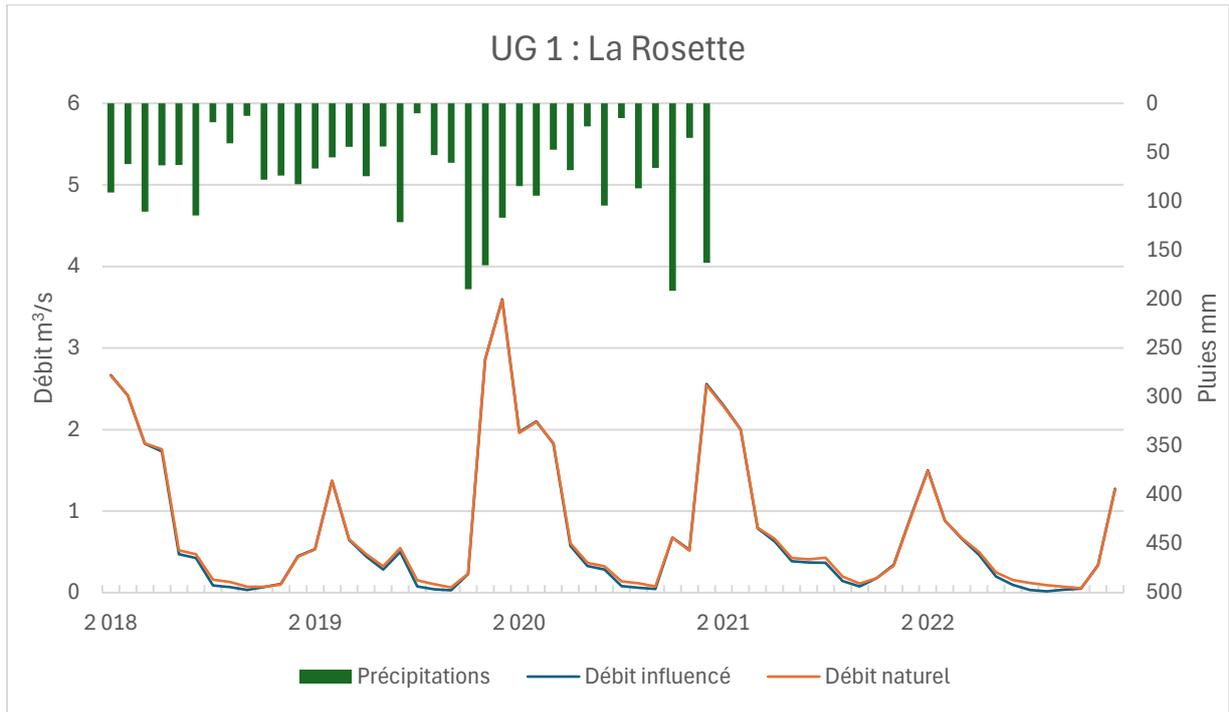


Figure 101: Chroniques des débits influencés et naturels sur l'unité de gestion 1 : La Rosette

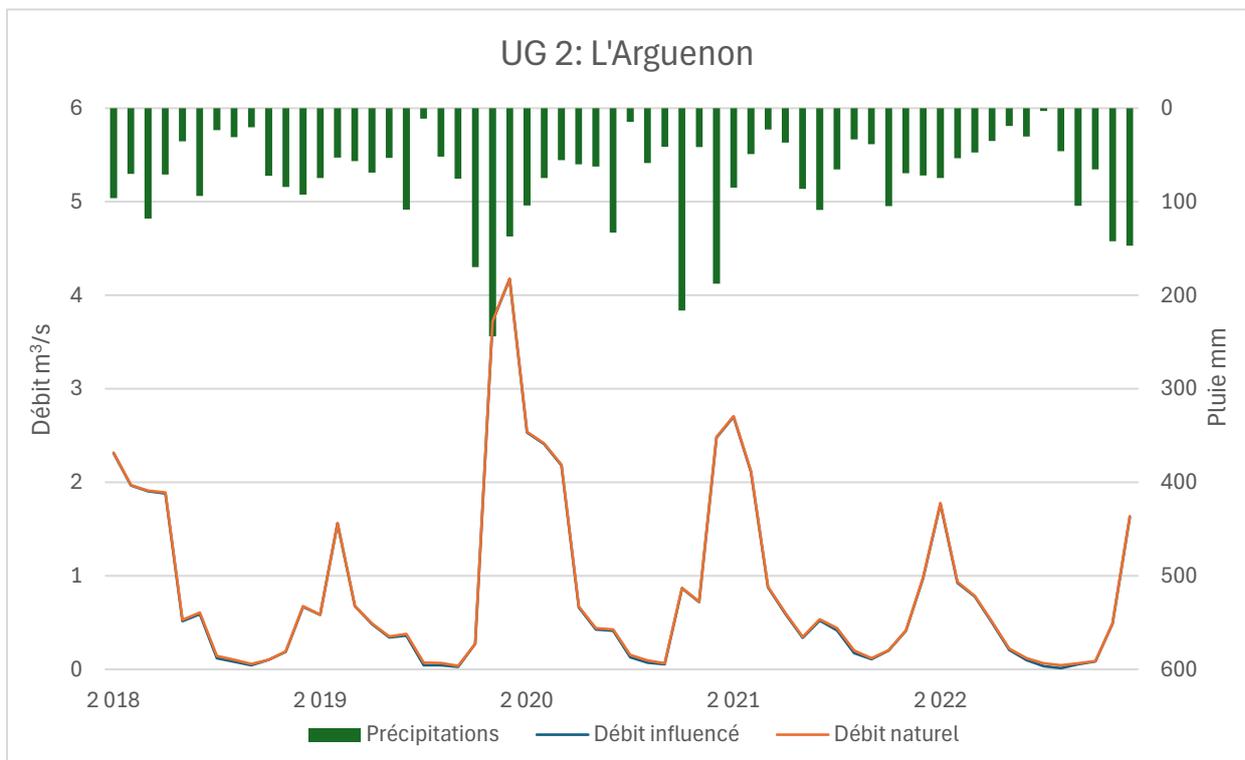


Figure 102: Chroniques des débits influencés et naturels sur l'unité de gestion 2 : L'Arguenon

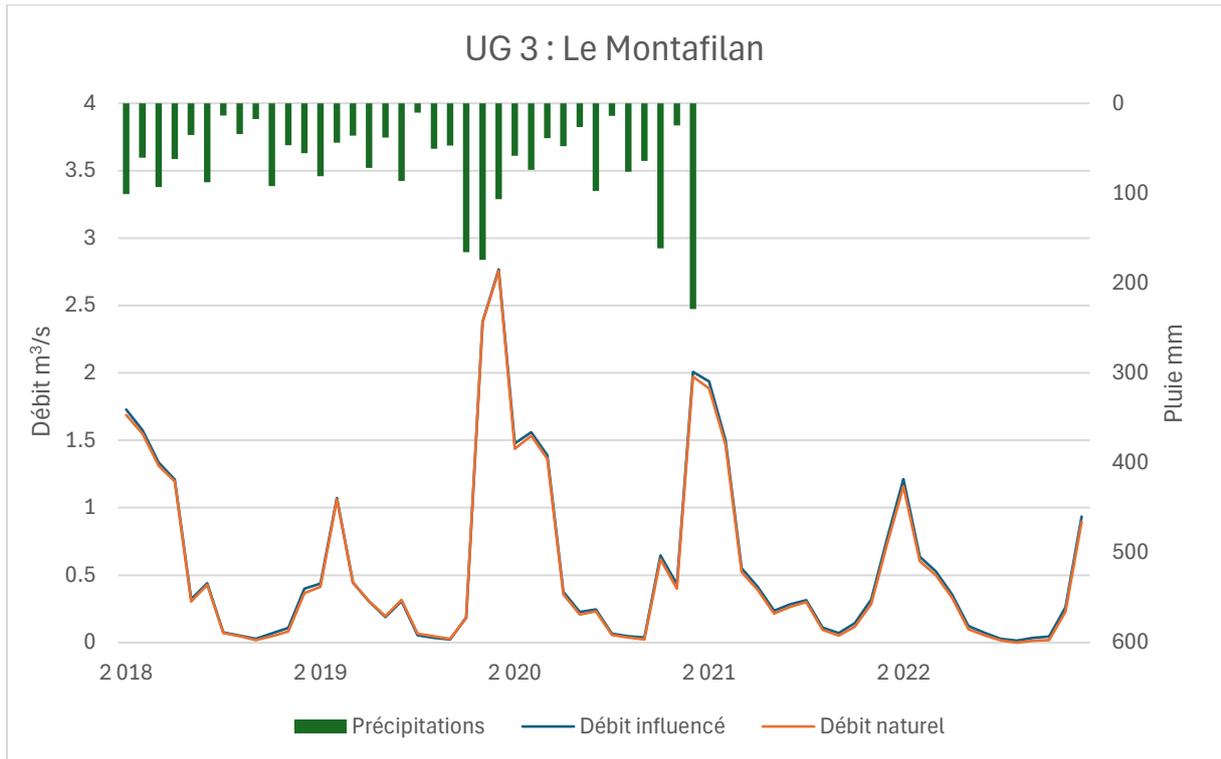


Figure 104: Chroniques des débits influencés et naturels sur l'unité de gestion 3 : Le Montafilan

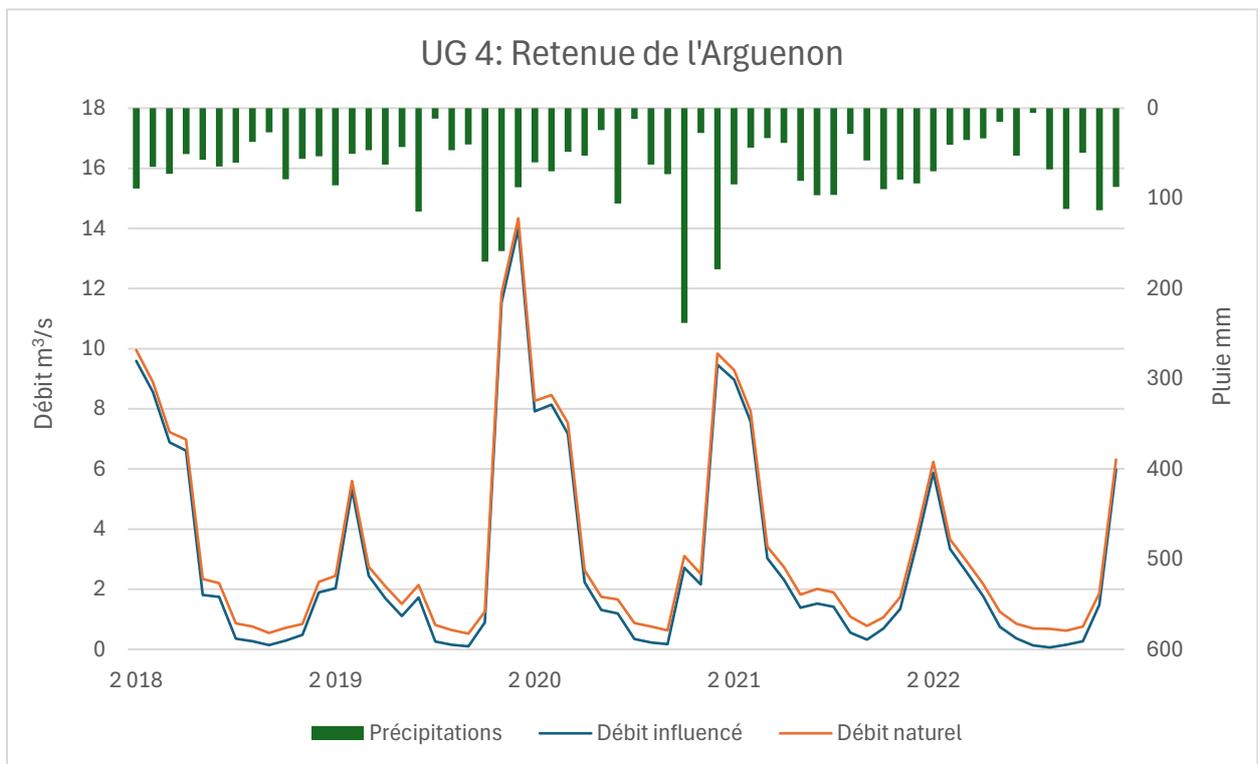


Figure 103: Chroniques des débits influencés et naturels sur l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon

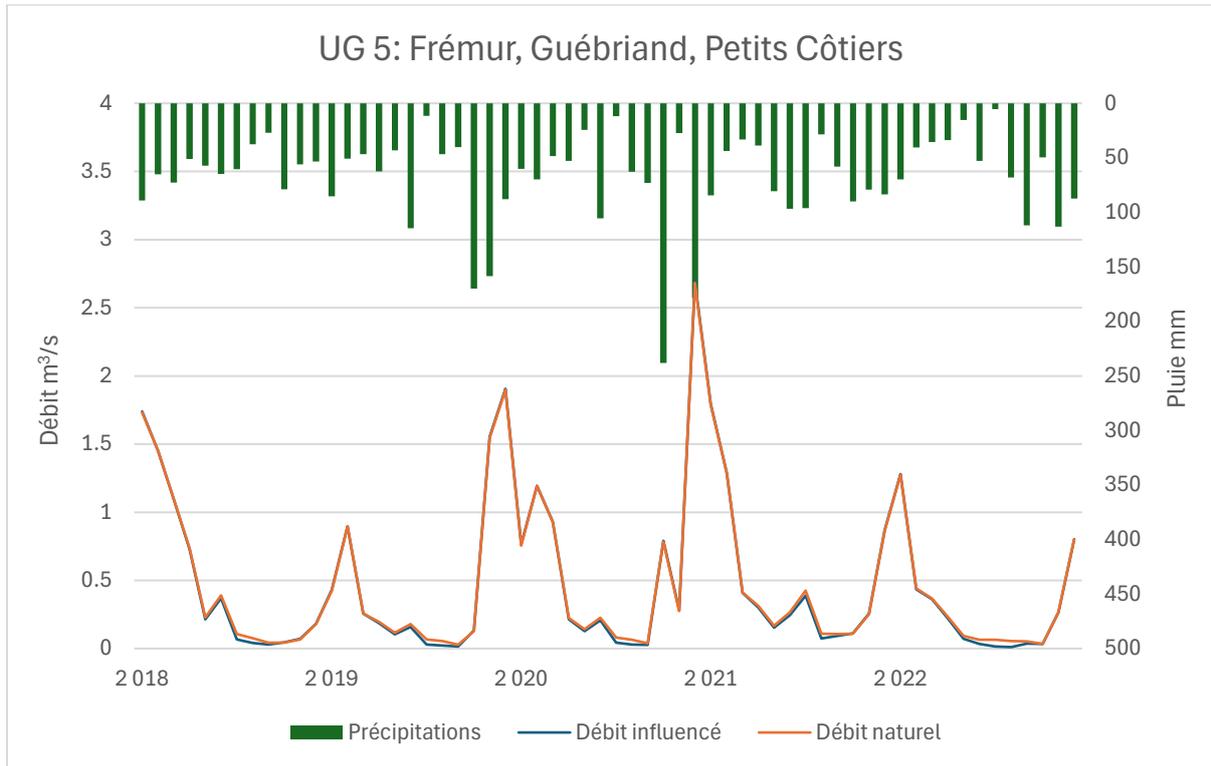


Figure 105: Chroniques des débits influencés et naturels sur l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits Côtiers

Les chroniques des débits influencés et naturels s'étendent de 2018 à 2022. De manière générale, le débit naturel est toujours plus élevé que le débit influencé en période de basses eaux sur les bassins du SAGE. En période de moyennes et de hautes eaux, une concordance entre les deux débits est identifiée sur l'UG 1, 2, ou 5. Seule l'UG 4 a un débit naturel plus important sur les 5 ans étudiés avec une différence pouvant aller jusqu'à 0,4 m<sup>3</sup>/s en période d'étiage. A contrario, l'UG 3 a un débit influencé, en moyenne, plus élevé de 0,01 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.2.3 Débit mensuel minimal naturel de fréquence de retour 5 ans (QMNA5)

Le QMNA5 correspond au débit moyen mensuel minimum de période de retour 5 ans, c'est-à-dire ayant une chance sur cinq de ne pas être dépassé pour une année donnée. Ce débit va permettre de comparer, en ciblant à l'étiage, le débit naturel du débit influencé.

Unité de gestion 1	
QMNA5 influencé	QMNA 5 naturel
0,533	0,530
0,883	0,886
0,648	0,660
0,443	0,476
0,199	0,244
0,096	0,144
0,035	0,102
0,016	0,076
0,028	0,064
0,049	0,058
0,107	0,103
0,449	0,443

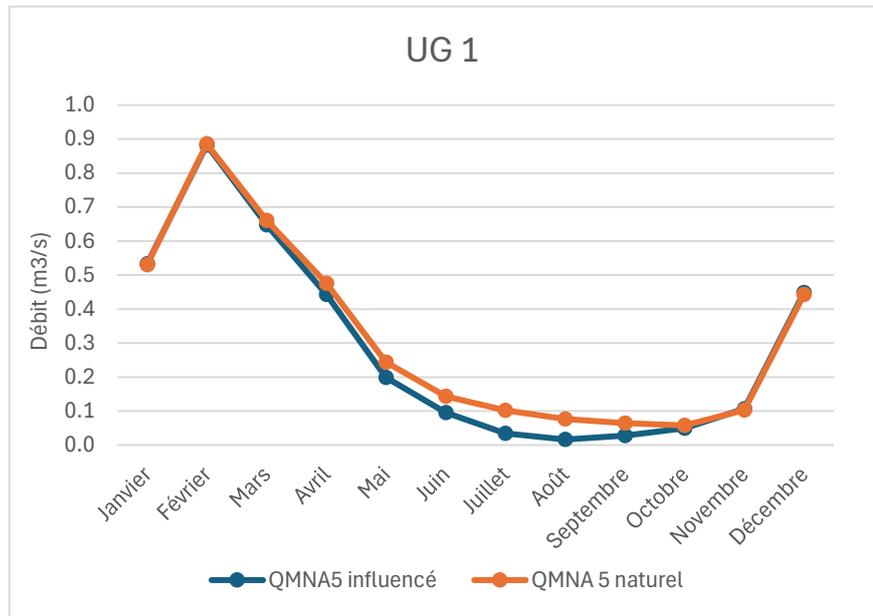


Figure 106: Chroniques mensuelles de QMNA 5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 1 : La Rosette

Unité de gestion 2	
QMNA5 influencé	QMNA 5 naturel
0,582	0,588
0,925	0,931
0,674	0,680
0,484	0,492
0,209	0,220
0,099	0,113
0,033	0,056
0,013	0,034
0,027	0,037
0,086	0,089
0,187	0,191
0,669	0,675

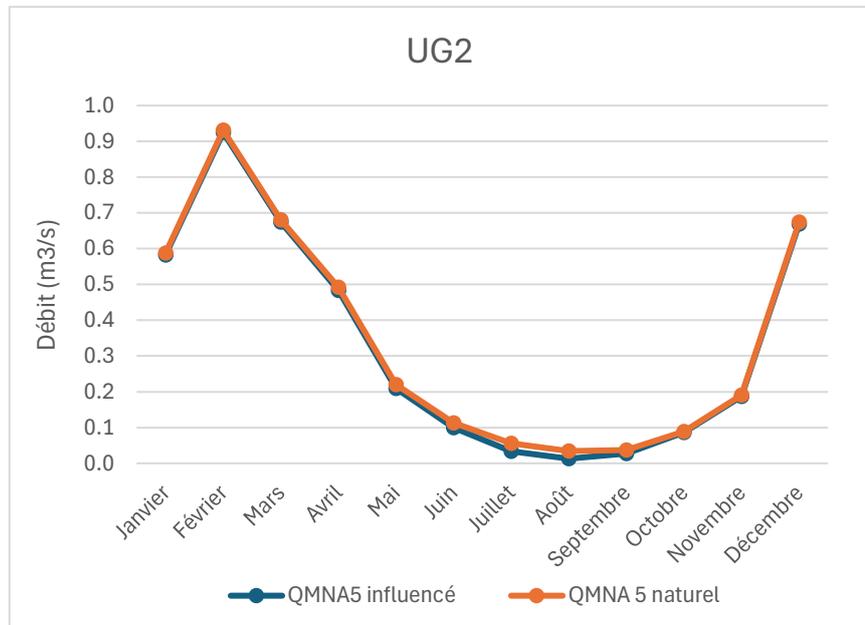


Figure 107: Chroniques mensuelles de QMNA 5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 2 : Arguenon

Unité de gestion 3	
QMNA5 influencé	QMNA 5 naturel
0,437	0,396
0,636	0,612
0,446	0,424
0,306	0,289
0,122	0,107
0,072	0,060
0,028	0,021
0,015	0,006
0,023	0,010
0,044	0,024
0,109	0,083
0,399	0,369

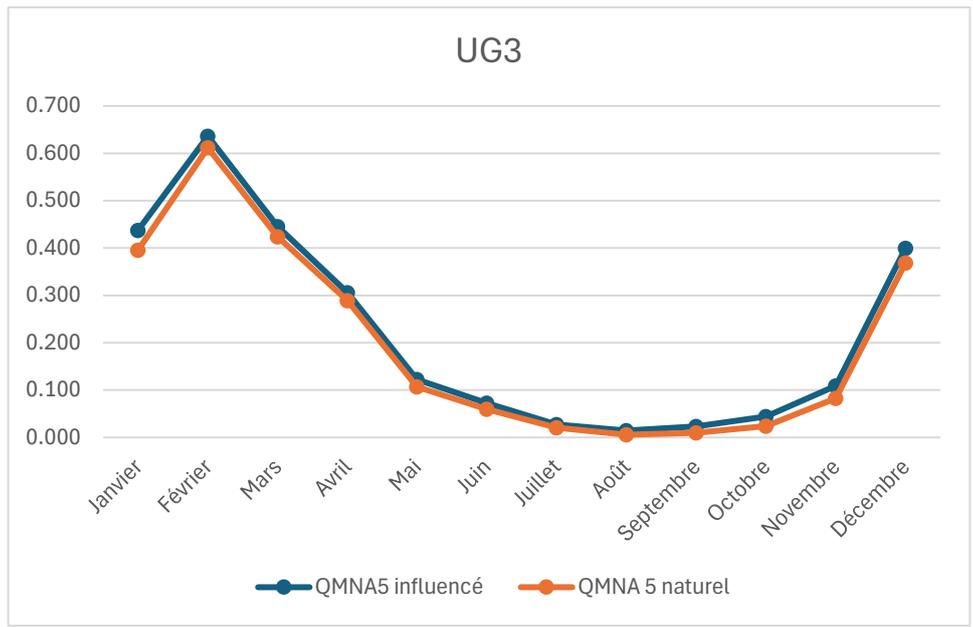


Figure 108: Chroniques mensuelles de QMNA 5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 3 : Montafilan

Unité de gestion 4	
QMNA5 influencé	QMNA 5 naturel
0,429	0,421
0,434	0,435
0,257	0,257
0,187	0,195
0,072	0,084
0,035	0,053
0,015	0,048
0,011	0,040
0,015	0,026
0,034	0,031
0,072	0,066
0,180	0,175

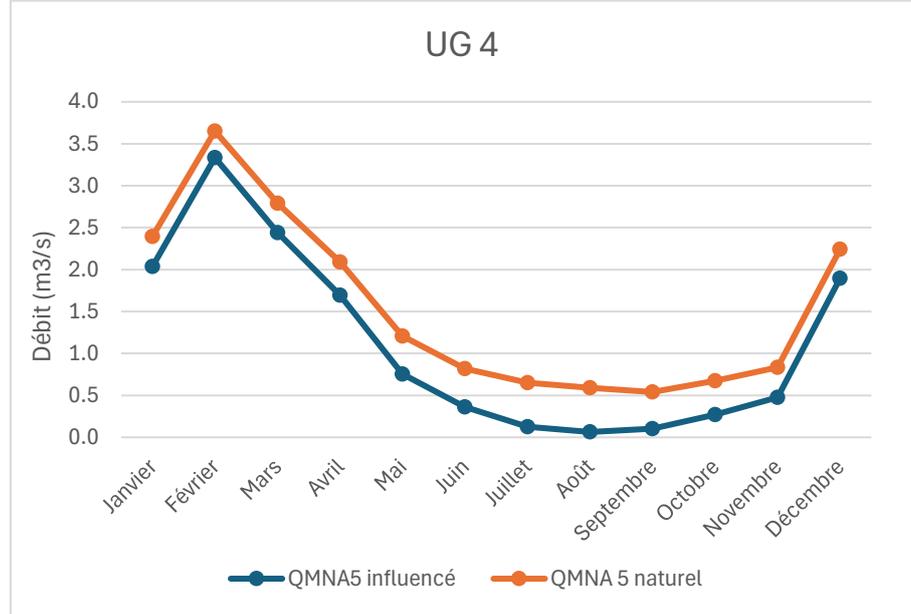


Figure 109: Chroniques mensuelles de QMNA 5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon

Unité de gestion 5	
QMNA5 influencé	QMNA 5 naturel
0,533	0,530
0,883	0,886
0,648	0,660
0,443	0,476
0,199	0,244
0,096	0,144
0,035	0,102
0,016	0,076
0,028	0,064
0,049	0,058
0,107	0,103
0,449	0,443

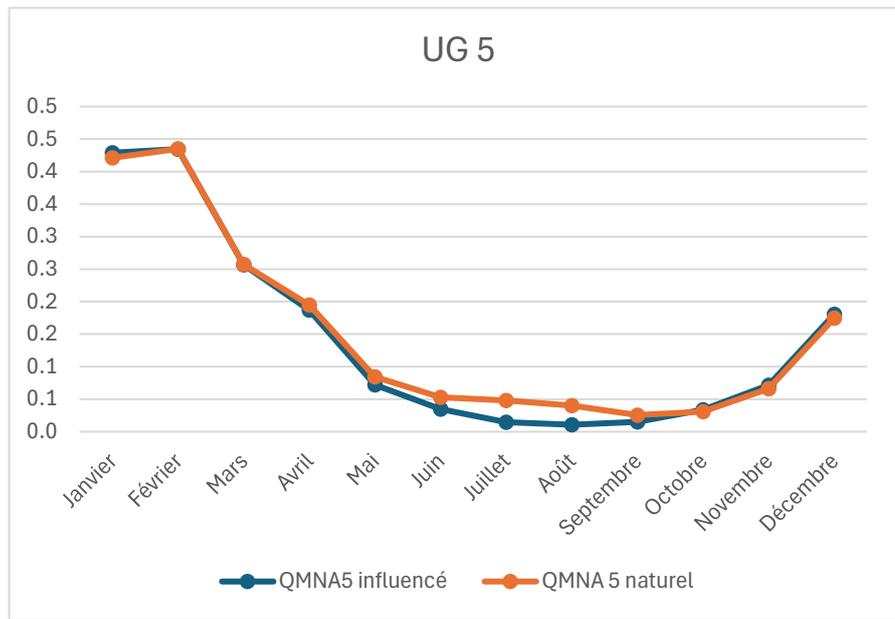


Figure 110: Chroniques mensuelles de QMNA 5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits Côtiers

Sur les 5 unités de gestion présentes sur le territoire, 4 ont en moyenne un QMNA5 naturel plus élevé que le QMNA5 influencé.

Pour l'UG 4, la supériorité du QMNA5 naturel est présente sur les 12 mois. Sur les UG 1 et 5, le QMNA 5 naturel est plus élevé en période d'étiage et plus égal avec le QMNA 5 influencé sur les moyennes et hautes eaux. L'UG 2 voit ses deux QMNA 5 être fortement similaires sur les 12 mois et l'UG 3, elle, voit son QMNA 5 naturel plus bas que le QMNA 5 influencé du bassin sur les 12 mois de l'année.

- ➔ La pression anthropique est concentrée sur la période estivale, les impacts sur le restant de l'année étant modérés à faibles, à l'exception des UG 3 et 4.

## 4.2.4 Caractérisation de l'écart entre l'hydrologie naturelle et l'hydrologie influencée

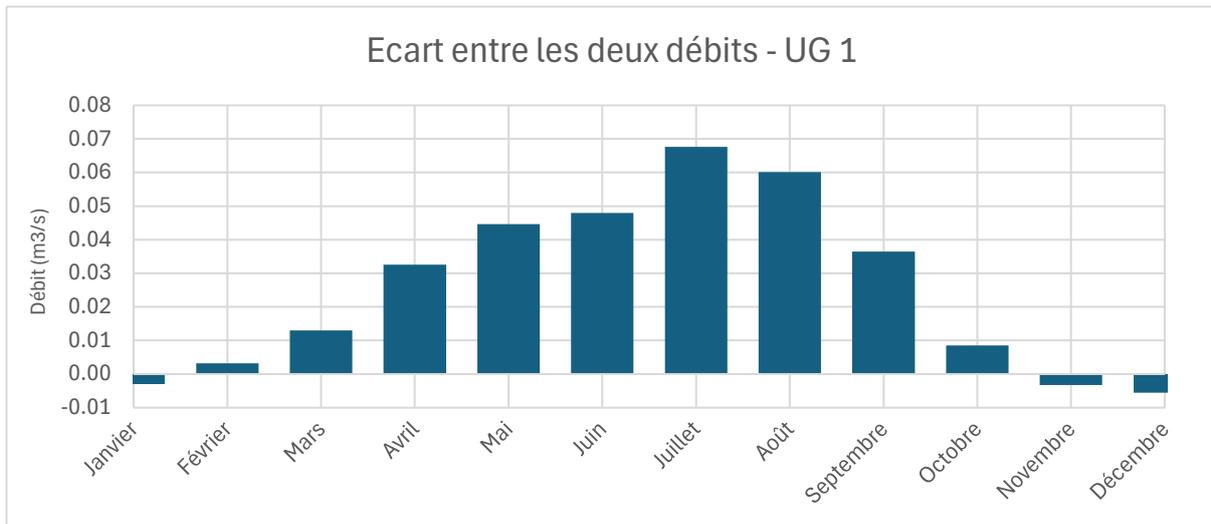


Figure 111 : Ecart entre les QMNA5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 1 : La Rosette

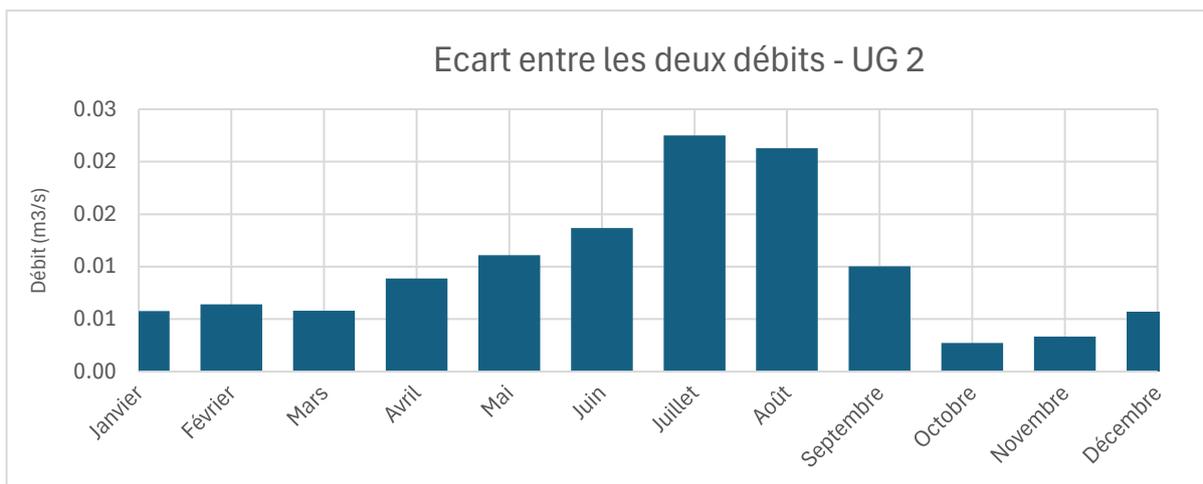


Figure 112: Ecart entre les QMNA5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 2 : Arguenon

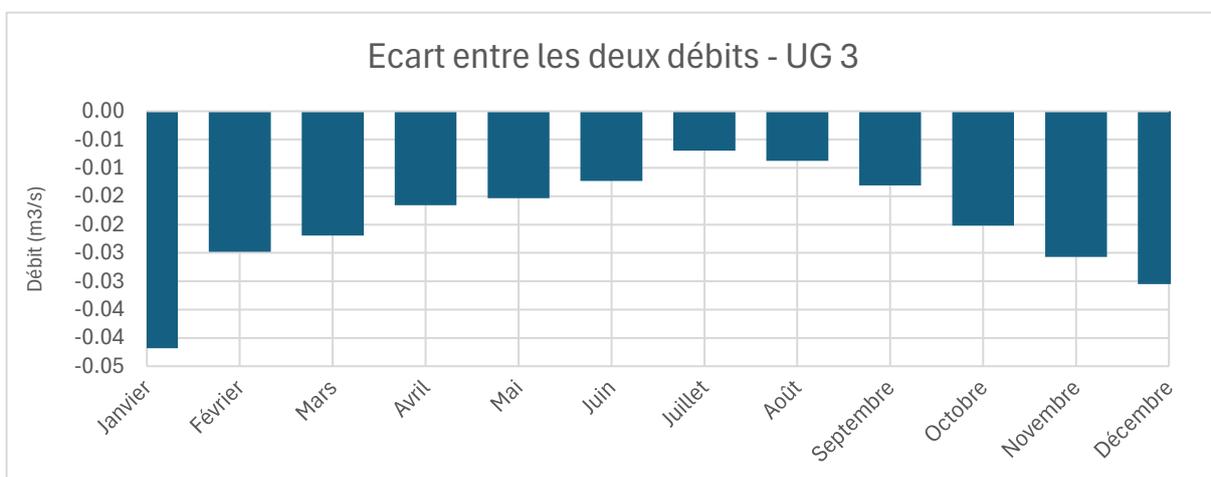


Figure 113: Ecart entre les QMNA5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 3 : Montafilan

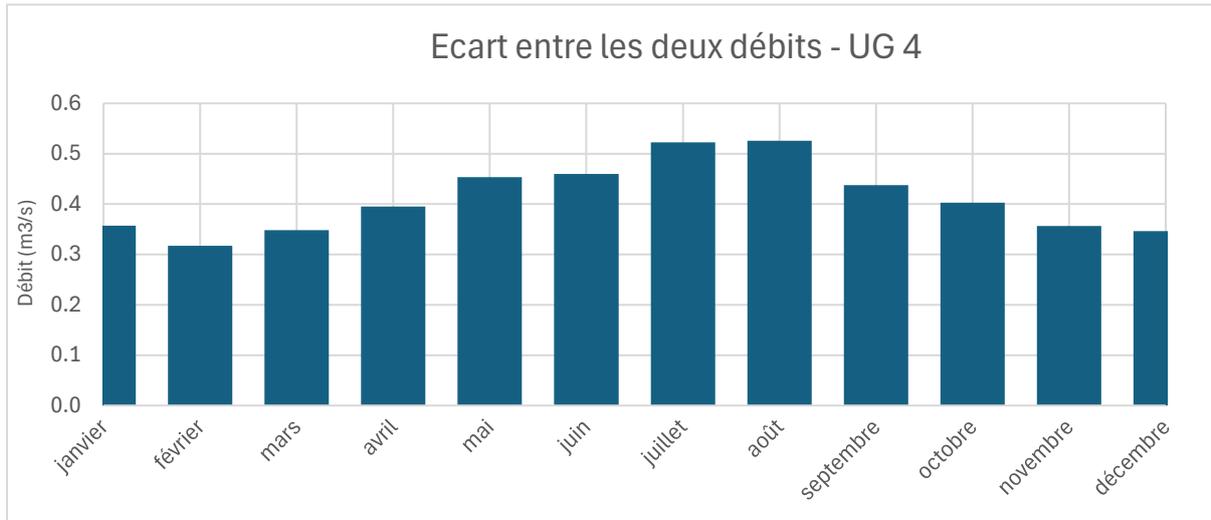


Figure 114: Ecart entre les QMNA5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 4 : Retenue de l'Arguenon

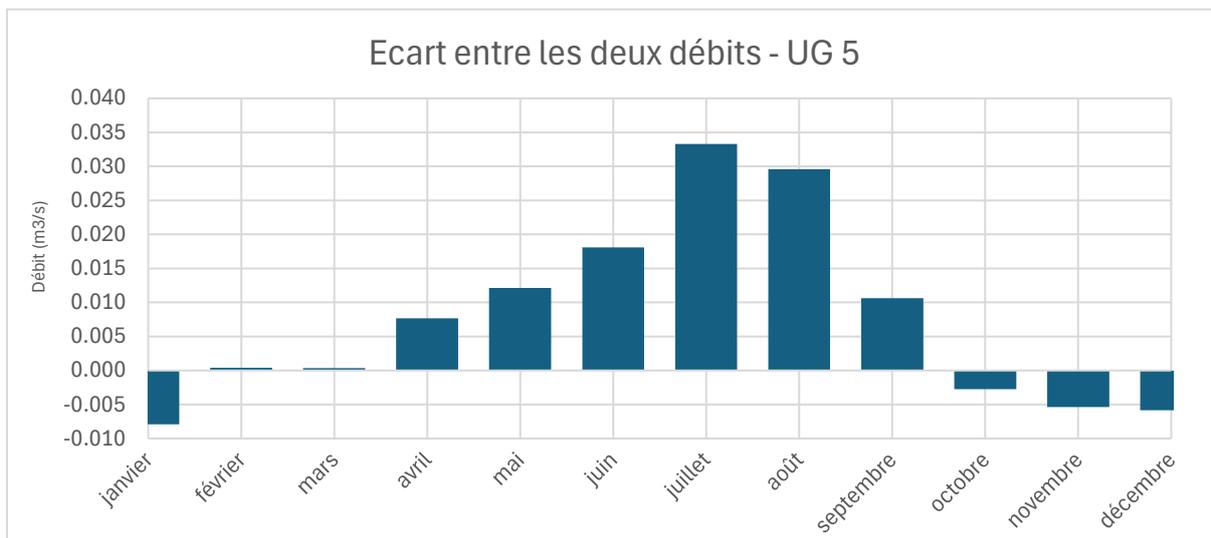


Figure 115 : Ecart entre les QMNA5 influencés et naturels sur l'unité de gestion 5 : Frémur, Guébriand, Petits Côtiers

Toutes les unités de gestion étudiées ont un écart positif avec un QMNA 5 naturel plus important que le QMNA 5 influencé. Seul l'UG 3 a un écart négatif, ce qui signifie que le QMNA5 naturel est plus bas que le QMNA 5 influencé. Cet écart négatif est aussi observable sur l'UG 5 avec 4 de ses mois qui ont un QMNA influencé plus élevé, et 2 qui ont une égalité de valeurs entre les deux débits.