

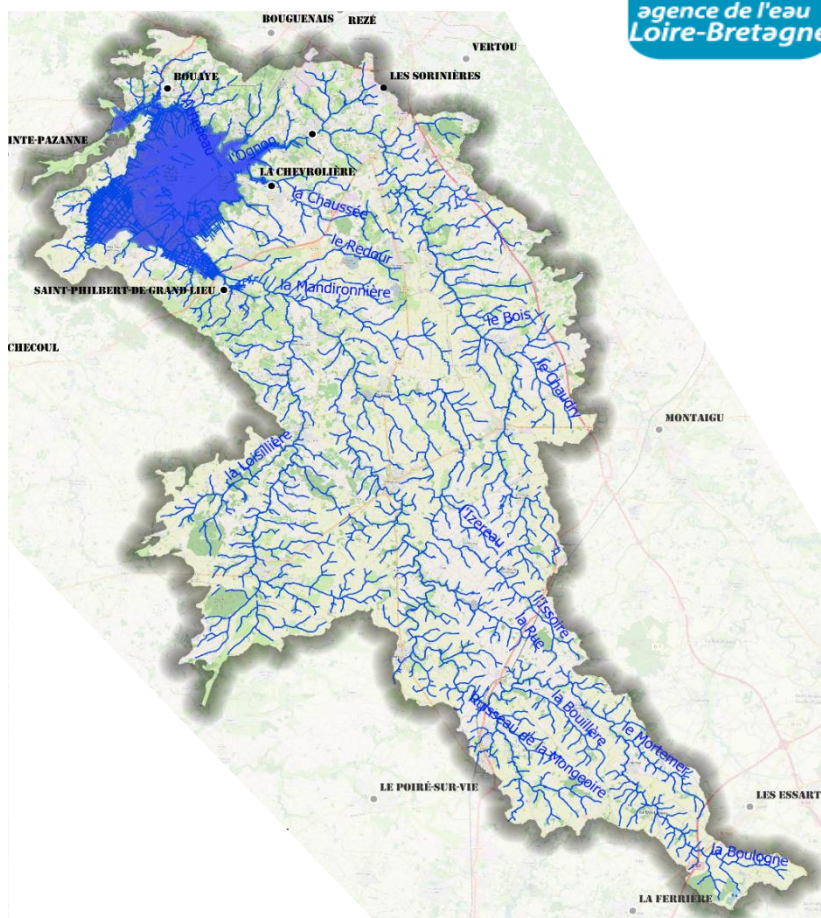
ÉTUDE HMUC PTGE BASSIN VERSANT DE GRAND LIEU

ÉTAT DES LIEUX DU BASSIN VERSANT VOLETS HYDRO(GEO)LOGIE ET USAGES

Étude HMUC PTGE

Bassin versant de Grand Lieu

État des lieux du bassin versant



RAPPORT DE PHASE 2 – VOILETS H et U

Septembre 2025



SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	9
2	DECOUPAGE DE LA ZONE D'ETUDE	13
3	VOLET USAGES	15
3.1	PRESENTATION DES BASES DE DONNEES	15
3.1.1	<i>Prélèvements BNPE.....</i>	15
3.1.2	<i>Données du Recensement Général Agricole 2020</i>	16
3.1.3	<i>Base de données plans d'eau du SGLE</i>	19
3.2	BILAN DES PRELEVEMENTS ET CONSOMMATIONS ACTUELS	31
3.2.1	<i>Répartition de la population sur le bassin versant</i>	31
3.2.2	<i>Prélèvements pour la production d'eau potable et consommations d'eau potable du territoire.....</i>	34
3.2.3	<i>Prélèvements domestiques (non déclarés)</i>	40
3.2.4	<i>Rejets d'eaux usées.....</i>	43
3.2.5	<i>Bilan du petit cycle de l'eau</i>	50
3.2.6	<i>Industrie.....</i>	50
3.2.7	<i>Prélèvements pour l'abreuvement des animaux d'élevage</i>	54
3.2.8	<i>Prélèvements d'irrigation</i>	59
3.2.9	<i>Influences des plans d'eau</i>	73
3.3	BILAN DES FACTEURS INFLUENÇANT L'HYDROLOGIE	99
3.3.1	<i>A l'échelle du périmètre PTGE.....</i>	99
3.3.2	<i>Par UH.....</i>	109
4	VOLET HYDRO(GEO)LOGIE	112
4.1	STATIONS DE MESURES.....	112
4.1.1	<i>Réseau de stations météorologiques.....</i>	112
4.1.2	<i>Stations hydrométriques.....</i>	114
4.2	CARACTERISATION DE LA PLUVIOMETRIE ET DE L'EVAPORATION SUR LE BASSIN.....	116
4.3	HYDROLOGIE INFLUENCEE	118
4.4	HYDROGEOLOGIE	120
4.4.1	<i>Cadre géologique.....</i>	120
4.4.2	<i>Formations aquifères.....</i>	128
4.4.3	<i>Les masses d'eau</i>	130
4.4.4	<i>Les ouvrages de référence</i>	132
4.4.5	<i>La piézométrie</i>	140
4.4.6	<i>Paramètres physiques de la nappe</i>	143
4.4.7	<i>Approche des volumes d'eau souterrains stockés</i>	146
4.5	RELATIONS NAPPES-RIVIERES	147
4.5.1	<i>Evaluation des échanges à partir des données bibliographiques</i>	147
4.5.2	<i>Evaluation des échanges nappe-rivière par calcul du BFI.....</i>	149
4.6	RELATION NAPPE / LAC.....	153
4.7	HYDROLOGIE DESINFLUENCEE	155
4.7.1	<i>Méthode</i>	155
4.7.2	<i>Résultats aux stations hydrométriques.....</i>	155

4.7.3	Extrapolation des débits désinfluencés aux UH non jaugées.....	178
4.8	EAU DANS LES ZONES HUMIDES.....	182
4.9	ESTIMATION SOMMAIRE DES SURFACES DRAINEES.....	186
5	SYNTHESE DES VOLETS H ET U	188

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : périmètre d'étude	10
Figure 2 : CARTE de la territorialisation des bassins et des axes concernés par les dispositions 7B-2, 7B-3, 7B-4, 7B-5 (SDAGE Loire Bretagne 2022-2027)	11
Figure 3 : découpage du périmètre d'étude en Unités Hydrologiques Cohérentes	14
Figure 4: Evolution des prélèvements 2010-2020 (Source: BNPE)	15
Figure 5: Prélèvements (m3) moyens annuels par usage sur 10 ans	16
Figure 6 : emplacement des retenues selon leur type d'alimentation (<i>NB : les chiffres de la légende sont dans les cercles jaunes sur le schéma</i>)	20
Figure 7 : Exemple de bassins versants équipés de plans d'eau	22
Figure 8 : répartition des plans d'eau par classe de surface et par connexion à la ressource en eau	25
Figure 9 : plans d'eau – connexion et usage	26
Figure 10 : capacité estimée des plans d'eau connectés	28
Figure 11 : répartition de la population (Nombre d'habitants par commune en 2019 et pourcentage sur BV)	33
Figure 12 : évolution de la consommation d'eau potable et du nombre d'abonnés	35
Figure 13 : Répartition du nombre d'abonnés à l'eau potable en 2021	37
Figure 14: Moyenne mensuelle de la répartition des volumes d'eau traités entre 2017 et 2021 (SIAEP Vignoble Grand Lieu)	38
Figure 15 : Organismes publics pour la distribution de l'eau potable et part de la population des communes incluses dans le bassin versant de Grand-Lieu	39
Figure 16 : prélèvements domestiques dans l'aire d'étude Lafarge-GSM à Saint-Colomban	41
Figure 17 : Localisation des STEP (Source : AELB)	45
Figure 18: Exemple du cycle de l'eau sur la commune de Bellevigny	46
Figure 19 : répartition mensuelle des rejets de STEP (en m ³ /an)	47
Figure 20 : Localisation des STEP sur le BV et estimation des rejets en 2021 par commune (Sources : SGLE, AELB, INSEE)	48
Figure 21 : Estimation des rejets en 2021 par UH (Sources : SGLE, AELB, INSEE)	49
Figure 22 : prélèvements industriels nets	53
Figure 23 : volumes moyens mensuels d'eau prélevés par les élevages du bassin versant Grand Lieu	58
Figure 24 : Registre Parcellaire Graphique (2020) sur le bassin versant et UH	62
Figure 25 : superficies irriguées à l'échelle du BV Grand Lieu (RA 2020 extrait selon les ME-DCE)	64
Figure 26 : détail des assolements de l'UH10 – surfaces pastorales et prairies en zone de marais	67

Figure 27 : Surfaces de production maraîchère par mode de production sur le bassin versant de Grand-Lieu	68
Figure 28 : répartition de la consommation d'eau au pas de temps mensuel en irrigation grande culture – basée sur les données de l'association des irrigants de Grand Lieu	69
Figure 29: répartition de la consommation d'eau au pas de temps mensuel en productions maraîchères selon le mode de production	70
Figure 30 : volumes moyens mensuels des consommations d'eau d'irrigation à l'échelle du BV de Grand Lieu	72
Figure 31 : Schématisation d'un bilan hydrique d'une retenue	74
Figure 32 : bassins versants interceptés par les plans d'eau d'irrigation	76
Figure 33 : volumes d'irrigation consommés depuis les plans d'eau (Source : SGLE – Assoc. des irrigants)....	78
Figure 34 : volumes d'irrigation BNPE – distinction plans d'eau / milieu.....	78
Figure 35 : répartition des influences sur la ressource des plans d'eau connectés par UH	80
Figure 36 : Pluie directe et évaporation sur le lac de Grand Lieu considéré de surface constante - année.....	82
Figure 37 : Pluie directe et évaporation sur le lac de Grand Lieu considéré de surface constante – juillet-octobre	83
Figure 38 : Pluie directe et évaporation sur le lac de Grand Lieu – novembre-mars	83
Figure 39 : Pluie directe et évaporation sur le lac de Grand Lieu – avril-juin	84
Figure 40 : Variations de la cote moyenne du lac	85
Figure 41 : prélèvements d'irrigation dus aux plans d'eau connectés, juillet-octobre (évaporation des plans d'eau fourchette basse).....	95
Figure 42 : prélèvements d'irrigation dus aux plans d'eau connectés, juillet-octobre (évaporation des plans d'eau fourchette haute)	96
Figure 43 : prélèvements dus aux plans d'eau connectés non agricoles (évaporation des plans d'eau fourchette basse).....	97
Figure 44 : prélèvements dus aux plans d'eau connectés non agricoles (évaporation des plans d'eau fourchette haute)	98
Figure 45 : ensemble des prélèvements nets par UH (évaporation des plans d'eau fourchette haute)	110
Figure 46 : ensemble des prélèvements nets par UH (évaporation des plans d'eau fourchette basse)	111
Figure 47 : localisation des stations météo	113
Figure 48 : localisation des stations hydrométriques (en bleu zone de socle, en orange nappe des sables)	114
Figure 49 : évolution de la pluie et de l'évapotranspiration annuelles	117
Figure 50 : évolution mensuelle de la pluie et de l'évapotranspiration.....	117
Figure 51 : Carte géologique harmonisée	121
Figure 52 : Localisation des accidents tectoniques d'après Chevalier, 1987	123

Figure 53 : Géologie du bassin versant (d'après carte au 1/250 000) et localisation des points inventoriés en BSS - BRGM	124
Figure 54 : Tracé des coupes disponibles en bibliographie sur fond géologique au 1/50 000 (BRGM)	126
Figure 55 : Coupe géologique synthétique NO-SE (tracé 2 de la figure précédente) d'après Chevalier (1987)	127
Figure 56 : Coupe géologique synthétique SO-NE (tracé 1 de figure précédente) d'après Chevalier (1987)	127
Figure 57 : Entités hydrogéologiques affleurantes (source : SAGE Grand Lieu)	128
Figure 58 : Schéma conceptuel des aquifères de socle (source : R. Wyns – 1998 et 2004)	129
Figure 59 : Carte de localisation des masses d'eau	131
Figure 60 : Evolution piézométriques sur les ouvrages de référence 2009 à 2022 (d'après données ADES)	134
Figure 61 : Evolution piézométrique sur les ouvrages de référence de Grand Lieu (2009-2022) (source : ADES)	135
Figure 62 : Comparaison de la piézométrie à la Révellerie et de la pluviométrie annuelle (d'après données ADES et MétéoFrance)	138
Figure 63 : Comparaison de la piézométrie à Géneston et de la pluviométrie mensuelle (d'après données ADES et MétéoFrance)	139
Figure 64 : Carte piézométrique de basses eaux 2005 (source : BRGM)	141
Figure 65 : Carte piézométrique de hautes eaux 2006 (source : BRGM)	142
Figure 66 : Carte d'évaluation des relations nappe / rivière et de la contribution des nappes aux écoulements superficiels	148
Figure 67 : Exemple de représentation schématique de l'évolution de l'écoulement total et de l'écoulement de base calculé par la méthode du BFI dans un bassin versant au cours de l'année	150
Figure 68 : Evaluation du BFI à partir du logiciel ESPERE sur la base des débits mesurés	151
Figure 69 : Evaluation du BFI à partir du logiciel ESPERE sur la base des débits désinfluencés	152
Figure 70 : Comparaison des niveaux piézométriques et du niveau du lac de Grand Lieu	154
Figure 71 : débits désinfluencés et mesurés de l'Issoire	156
Figure 72 : débits désinfluencés et mesurés de l'Issoire – zoom basses eaux 2020-2022	157
Figure 73 : comparaison des débits mesurés (influencés) et désinfluencés mois par mois – L'Issoire	158
Figure 74 : débits désinfluencés et mesurés de la Boulogne	162
Figure 75 : débits désinfluencés et mesurés de la Boulogne – zoom basses eaux 2020-2022	163
Figure 76 : comparaison des débits mesurés (influencés) et désinfluencés mois par mois – La Boulogne	164
Figure 77 : débits désinfluencés et mesurés de la Logne	168
Figure 78 : débits désinfluencés et mesurés de la Logne – zoom basses eaux 2020-2022	169
Figure 79 : comparaison des débits mesurés (influencés) et désinfluencés mois par mois – La Logne	170
Figure 80 : débits désinfluencés et mesurés de l'Ognon	174

Figure 81 : débits désinfluencés et mesurés de l'Ognon – zoom basses eaux 2020-2022	175
Figure 82 : comparaison des débits mesurés (influencés) et désinfluencés mois par mois – L'Ognon	176
Figure 83 : méthodologie de caractérisation de zones humides sur le bassin versant de Grand Lieu (source : SGL).....	183
Figure 84 : résultat de l'inventaire réalisé par le SBV Grand Lieu entre 2010 et 2016	184
Figure 85 : Pourcentage des surfaces drainées par UH	187

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : liste des UHC retenues et des indicateurs associés	13
Tableau 2 : interprétation des types d'alimentation de plans d'eau de la BDD plans d'eau du SGLE	23
Tableau 3 : nombre de plans d'eau de la base de données du SGLE par usage et par type de connexion	29
Tableau 4: Répartition par usagers de l'eau potable consommée sur les territoires desservis par Vendée-Eau et Atlantic-eau	35
Tableau 5 : Hypothèses de volumes unitaires par usage	42
Tableau 6 : Estimation des volumes de prélèvements domestiques	42
Tableau 7: Répartition par UH des stations d'épuration	43
Tableau 8 : Type de traitement	44
Tableau 9 : volumes prélevés nets pour les activités industrielles en m ³ (hors volumes d'eau potable)	52
Tableau 10 : effectifs d'animaux d'élevage par catégorie et par UH	56
Tableau 11: consommations unitaires d'eau par catégorie d'animaux d'élevage (source CRAPL)	57
Tableau 12: pondération des consommations en eau de boisson par les animaux d'élevage selon la saison (source : Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne)	57
Tableau 13 : volumes prélevés dans le milieu par les élevages du bassin versant de Grand Lieu, par UH	58
Tableau 14 : surfaces par groupe de culture et par UH (source RPG)	63
Tableau 15 : superficies irriguées du BV Grand Lieu (RGA 2020)	65
Tableau 16 : superficies irriguées l'échelle du BV Grand Lieu (source RA 2020 – traitements CACG)	66
Tableau 17 : répartition des surfaces de production maraîchère par mode de production et par UH	67
Tableau 18 : moyennes mensuelles (2010-2020) des consommations d'eau d'irrigation par UH	72
Tableau 19 : Part de chaque UH interceptée par les plans d'eau connectés (taux d'interception surfacique)	77
Tableau 20 : nombre de plans d'eau d'irrigation par UH et par type de connexion	79
Tableau 21 : volumes consommés pour l'irrigation depuis les plans d'eau par UH et par type de connexion en 2019	79
Tableau 22 : pertes par évaporation (moyenne 2010/2020) au niveau des plans d'eau – fourchette basse	89
Tableau 23 : pertes par évaporation (moyenne 2010/2020) au niveau des plans d'eau – fourchette haute	90
Tableau 24 : prélèvements dus aux plans d'eau (consommations d'irrigation + évaporation fourchette haute)	92
Tableau 25 : prélèvements dus aux plans d'eau (consommations d'irrigation + évaporation fourchette basse)	93
Tableau 26 : Liste des stations météo sur et autour du périmètre	112
Tableau 27 : stations hydrométriques du bassin de Grand Lieu	115

Tableau 28 : caractéristiques de la pluie et de l'évapotranspiration (2002-2022).....	116
Tableau 29 : débits caractéristiques mesurés	118
Tableau 30 : Liste des masses d'eau sur le territoire	130
Tableau 31 : Liste des piézomètres de référence sur le territoire du bassin versant.....	132
Tableau 32 : Principaux éléments déduits du suivi piézométrique	136
Tableau 33 : Données de paramètres hydrodynamiques locaux sur le bassin versant de Grand-Lieu	145
Tableau 34 : débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – L'Issoire	160
Tableau 35 : débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – La Boulogne.....	166
Tableau 36 : débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – La Logne	172
Tableau 37 : débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – L'Ognon.....	178
Tableau 38 : valeurs caractéristiques de débits désinfluencés par UH	180
Tableau 39 : volumes désinfluencés écoulés par UH	181
Tableau 40: Surfaces drainées en 2010 par UH	186

Historique des versions					
Date	Version	Nature	Rédaction	Vérification	Validation
Avril 2023	v1	Rapport	FL, RC, MAP, SA	SA	
Février 2024	v2	Prise en compte des remarques formulées par les acteurs sur la version 1 Modification de la prise en compte des prélèvements d'irrigation	SA	SA	
Mars 2024	v2b	Prise en compte des remarques du SGLE sur v2 ; corrections apportées sur décomptes plans d'eau et fiches par UH	SA	SA	
Octobre 2024	v3	Modification des calculs d'évaporation sur plans d'eau connectés suite aux remarques de l'association des irrigants et de la CA PdL ; ajout d'une partie sur l'inventaire des zones humides réalisé par le SGLE de 2010 à 2016 ; compléments sur volet hydrogéologie, prise en compte des remarques des Sauvaginiens, ajout d'un paragraphe sur les surfaces drainées	SA, MM, MAP (Calligée)	SA	
Décembre 2024	v4	Ajout d'une précision sur les rejets de STEP	SA, MM, MAP (Calligée)	SA	
Septembre 2025	v5	Correction d'erreurs matérielles au § 4.7.2 et ajout de tableaux récapitulatifs des débits et volumes désinfluencés par UH	SA, MM, MAP (Calligée)	SA	

1 INTRODUCTION

Le Syndicat Grand Lieu Estuaire (SGLE), est la structure porteuse du SAGE Logne, Boulogne, Ognon et Grand-Lieu approuvé en 2002, révisé en 2015. L'état des lieux du SDAGE de 2019 a évalué l'ensemble des masses d'eau superficielles du bassin en « *pression hydrologique significative* ». Le bassin de Grand Lieu (44, 85) a été identifié comme prioritaire par les services de l'Etat pour la mise en œuvre d'un Projet Territorial de Gestion des Eaux (*PTGE instruction ministérielle du 7 mai 2019*).

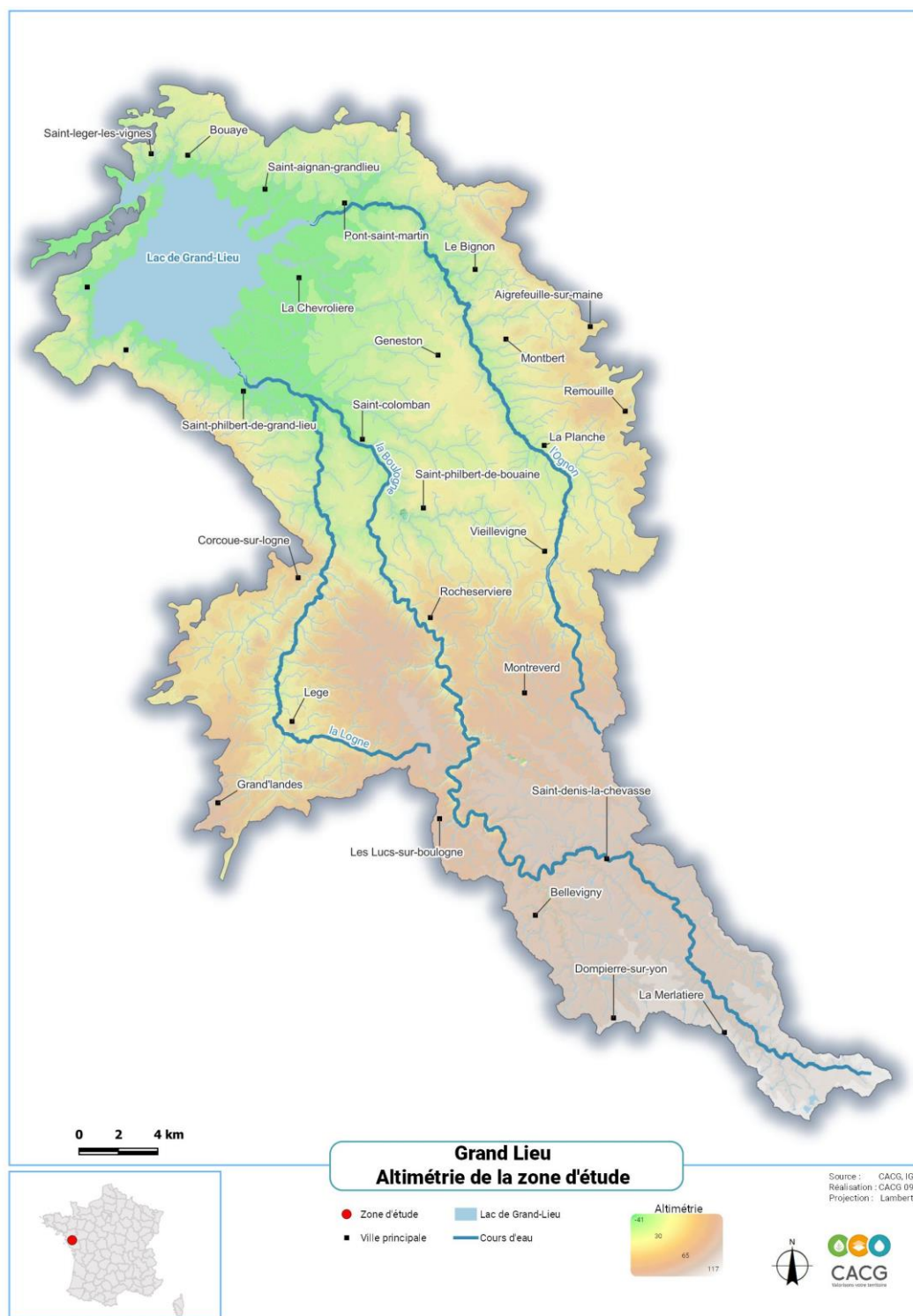
Aussi, la CLE a choisi de s'engager dans une étude stratégique *d'approfondissement de la connaissance de la ressource quantitative sur le territoire du SAGE dans un contexte de changement climatique et d'émergence d'un projet de territoire pour la gestion de l'eau (PTGE)*.

L'opération comporte ainsi 2 volets distincts :

- Co-construction du projet de territoire pour la gestion de l'eau avec une phase de diagnostic puis la définition de la stratégie et du programme d'actions,
- Un volet technique sous la forme d'une étude Hydrologie Milieux Usages Climat (HMUC) dont les objectifs consistent en définir des débits objectifs d'étiage, des volumes prélevables et préciser les conditions de prélèvements hivernaux.

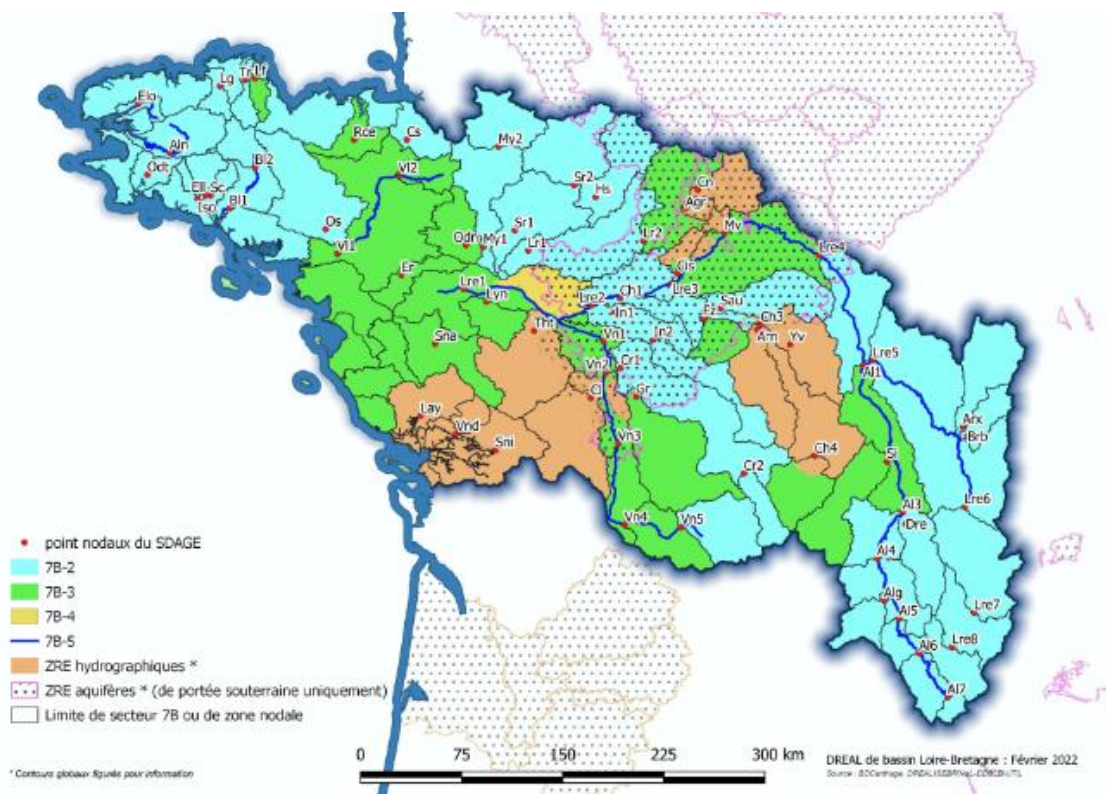
Le périmètre de l'étude est celui du **SAGE élargi aux limites des entités hydrogéologiques** constitués de sables et calcaires sableux soit une superficie de l'ordre de 879 km². Le périmètre comprend une masse d'eau remarquable notamment pour ses enjeux environnementaux : le Lac de Grand Lieu d'une superficie pouvant dépasser 6 000 ha.

Figure 1 : périmètre d'étude



Dans le cadre de la révision du SDAGE Loire-Bretagne pour la période 2022-2027, une évolution des zonages permettant l'encadrement des conditions de prélèvements d'eau avait été proposée. Le bassin versant de Grand Lieu classé en 7B-3¹ était un territoire susceptible de faire l'objet d'une démarche de classement en ZRE (Zone de Répartition des Eaux) par le Préfet Coordonnateur comme 4 autres bassins versants en Pays de la Loire.

Figure 2 : CARTE de la territorialisation des bassins et des axes concernés par les dispositions 7B-2, 7B-3, 7B-4, 7B-5 (SDAGE Loire Bretagne 2022-2027)



Néanmoins, la décision du préfet de bassin a été repoussée à 2024 sous réserve de l'engagement du bassin versant de Grand Lieu dans une démarche de PTGE. Le bassin est donc resté classé en 7B-3.

Ainsi, la présente étude s'inscrit dans le cadre de l'élaboration du Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE) du bassin versant de Grand Lieu et de la mise en œuvre du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Logne, Boulogne, Ognon et Grand Lieu sur le volet quantitatif. Le calendrier prévisionnel de l'élaboration du PTGE est le suivant :

2022 – Lancement de la démarche PTGE et de l'étude HMUC

2023/2024 – Réalisation de l'étude HMUC et démarrage de l'analyse socio-économique

2024/2025 – Co-construction du programme d'actions du PTGE

¹ 7B-3 : Bassins avec un plafonnement, au niveau actuel, des prélèvements à l'étiage pour prévenir l'apparition d'un déficit quantitatif

Mi-2025 – validation du PTGE

Au travers de l'analyse HMUC (Hydrologie, Milieux, Usages, Climat), les acteurs attendent des éléments de réponses aux questions suivantes :

- 1 Quel est l'état des ressources souterraines et superficielles et comment évolue-t-il sur une année ? Quels sont les échanges entre les différents compartiments et comment s'effectue la recharge des cours d'eau par la nappe ?
2. Quel est l'état des ressources souterraines et superficielles et comment évolue-t-il sur une année ?
3. Après reconstitution d'un débit naturel (débit désinfluencé des ouvrages sur le bassin versant), à quel moment de l'année ces besoins ne peuvent être respectés ?
4. Quels sont les prélèvements réalisés sur les différentes périodes de l'année, et l'usage associé ?
5. Quels sont les plans d'eau les plus impactants ?
6. Quel est l'impact cumulé des plans d'eau notamment sur la diminution des débits par période de l'année et sur l'accentuation des étiages ?
7. Quelles sont les causes de la pression hydrologique entre la part naturelle (substrat géologique et superficie des bassins versants notamment) et la pression de prélèvement des activités humaines ?
8. Quelle ressource est disponible à chaque période de l'année pour satisfaire les usages dans le respect des contraintes d'hydrologie et des besoins des milieux (volumes prélevables) ?
9. Quelles sont les conséquences prévisibles du réchauffement climatique et comment les anticiper ?
10. Existe-t-il des secteurs en déséquilibre quantitatif ? Une gestion collective et concertée doit-elle être mise en place ?
11. Quels prélèvements et modalités de prélèvements sont possibles, toute l'année, respectant les nécessités des milieux et les débits écologiques et de crues morphogènes ?
12. Quelle est l'évolution des besoins futurs en eau à prévoir ?

Le présent rapport d'étude porte sur l'analyse des volets Hydro(géo)logie et Usages. En ce sens, il apporte des éléments de réponses aux questions 1, 2, 4, 5, 6 et 7 précédemment listées.

Cette étude H.M.U.C. est menée selon le guide méthodologique de l'AELB (1^{ère} version Juin 2022).

2 DECOUPAGE DE LA ZONE D'ETUDE

L'analyse HMUC est réalisée sur des Unités Hydrologiques Cohérentes (UHC), ce qui nécessite au préalable de définir un découpage en UHC du territoire d'étude.

Le découpage de la zone d'étude a été réalisé lors de la Phase 1 et validé en Commission Gestion Quantitative du 19/01/2023. La carte et le tableau suivants le présentent. 3 UHC ne comporte pas d'indicateur et ne pourront devenir tels quels des unités de gestion.

Tableau 1 : liste des UHC retenues et des indicateurs associés

n°	Description UHC	Indicateur
UH01	L'Issoire en amont de sa confluence à la Boulogne	Station hydrométrique de l'Issoire à St-Philbert-de-Bouaine
UH02	La Boulogne de sa source à la confluence de l'Issoire	Station hydrométrique de la Boulogne à St-Philbert-de-Bouaine
UH03	La Boulogne de l' aval de la confluence de l'Issoire à la confluence de la Logne	
UH04	L'Ognon en amont de Vieilleville (amont de la confluence du ruisseau de Marceau)	
UH05	L'Ognon de Vieilleville aux Sorinières	Station hydrométrique de l'Ognon aux Sorinières
UH06	La Logne jusqu'à sa confluence à la Boulogne	Station hydrométrique de la Logne à Saint-Colomban
UH07	Cours d'eau sur socle affluents du lac de Grand-Lieu au sud et à l'ouest	
UH08	Cours d'eau en zone sédimentaire affluents du lac de Grand-Lieu et de l'Ognon aval au nord	Piézomètre de la Gendronnière
UH09	Cours d'eau en zone sédimentaire affluents du lac de Grand-Lieu à l'est	Piézomètre de la Noé Grivaud, de la Chevrolière et de Bellevue
UH10	Lac de Grand-Lieu	Niveaux du lac mesurés à Bouaye

Figure 3 : découpage du périmètre d'étude en Unités Hydrologiques Cohérentes



L'ensemble de l'analyse HMUC se base sur ce découpage en 10 UHC.

3 VOLET USAGES

3.1 Présentation des bases de données

Les résultats de l'analyse des usages de l'eau étant nécessaire pour désinfluencer les débits, nous choisissons de présenter le volet U avant le volet H.

Le SGLE a fourni une base de données sur les plans d'eau agricoles ainsi qu'une couche SIG de l'ensemble des plans d'eau de la zone d'étude.

D'autre part, les données de prélèvements de la BNPE ont été extraites pour la période 2010-2020 pour le périmètre d'étude.

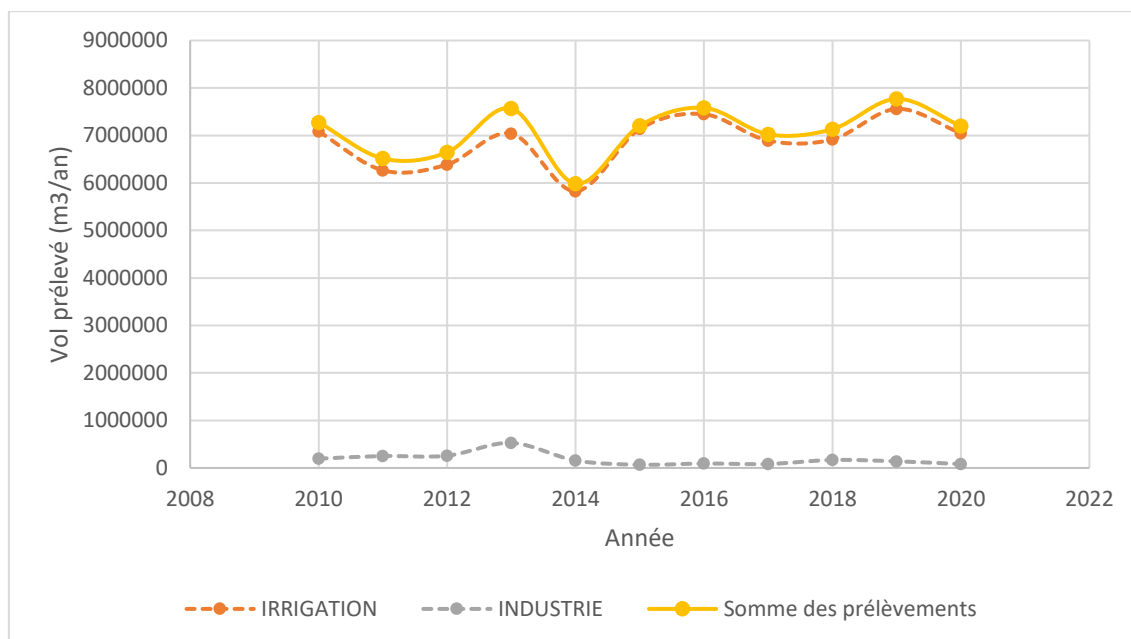
3.1.1 Prélèvements BNPE

La base de données des prélèvements est issue de la BNPE. En 2020, elle comporte 301 points de prélèvements dans le bassin versant. Elle apporte les principales informations suivantes :

- Nom et coordonnées du point de prélèvement
- Masse d'eau concernée
- Usage
- Nature du prélèvement
- Volume annuel prélevé

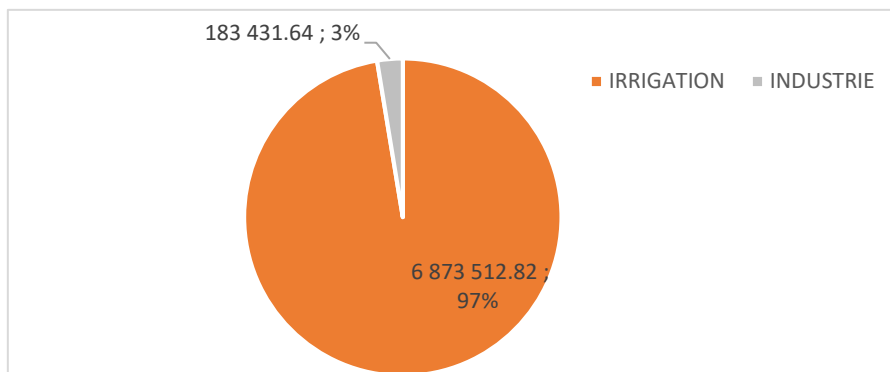
La BNPE a permis de constater que les prélèvements sur le bassin versant sont dédiés à l'industrie et à l'irrigation. **Il n'y a pas de prélèvement pour l'eau potable sur le périmètre d'étude.** L'évolution des volumes prélevés est illustrée par le graphique ci-dessous.

Figure 4: Evolution des prélèvements 2010-2020 (Source: BNPE)



Selon les données de la BNPE, le volume annuel moyen de prélèvement s'établit autour de 183 000 m³ pour l'industrie et 6 870 000 m³ pour l'irrigation. Ces valeurs représentent les prélèvements bruts, c'est-à-dire sans considérer les restitutions au milieu naturel (eaux de process intervenant dans l'industrie).

Figure 5: Prélèvements (m3) moyens annuels par usage sur 10 ans



	Moyenne des prélèvements (m³) sur 10 ans (2010-2020)	%
IRRIGATION	6 873 513	97%
INDUSTRIE	183 432	3%
Total moyen	7 082 579	100%

Pour les usages eau potable, industrie, irrigation, la BNPE permet de connaître les volumes de prélèvement au pas de temps annuel. Pour connaître la répartition de ces prélèvements à l'échelle infra annuelle (pas de temps mensuel par exemple), deux paramètres doivent être considérés :

- La nature du prélèvement ou la ressource sollicitée lors du prélèvement : par exemple, un prélèvement dans un plan d'eau, donc dans un volume stocké, aura un impact sur le cours d'eau décalé dans le temps,
- La répartition de la consommation par usage : par exemple, l'usage irrigation a un caractère saisonnier et les besoins en eau n'affectent pas de manière homogène toute l'année.

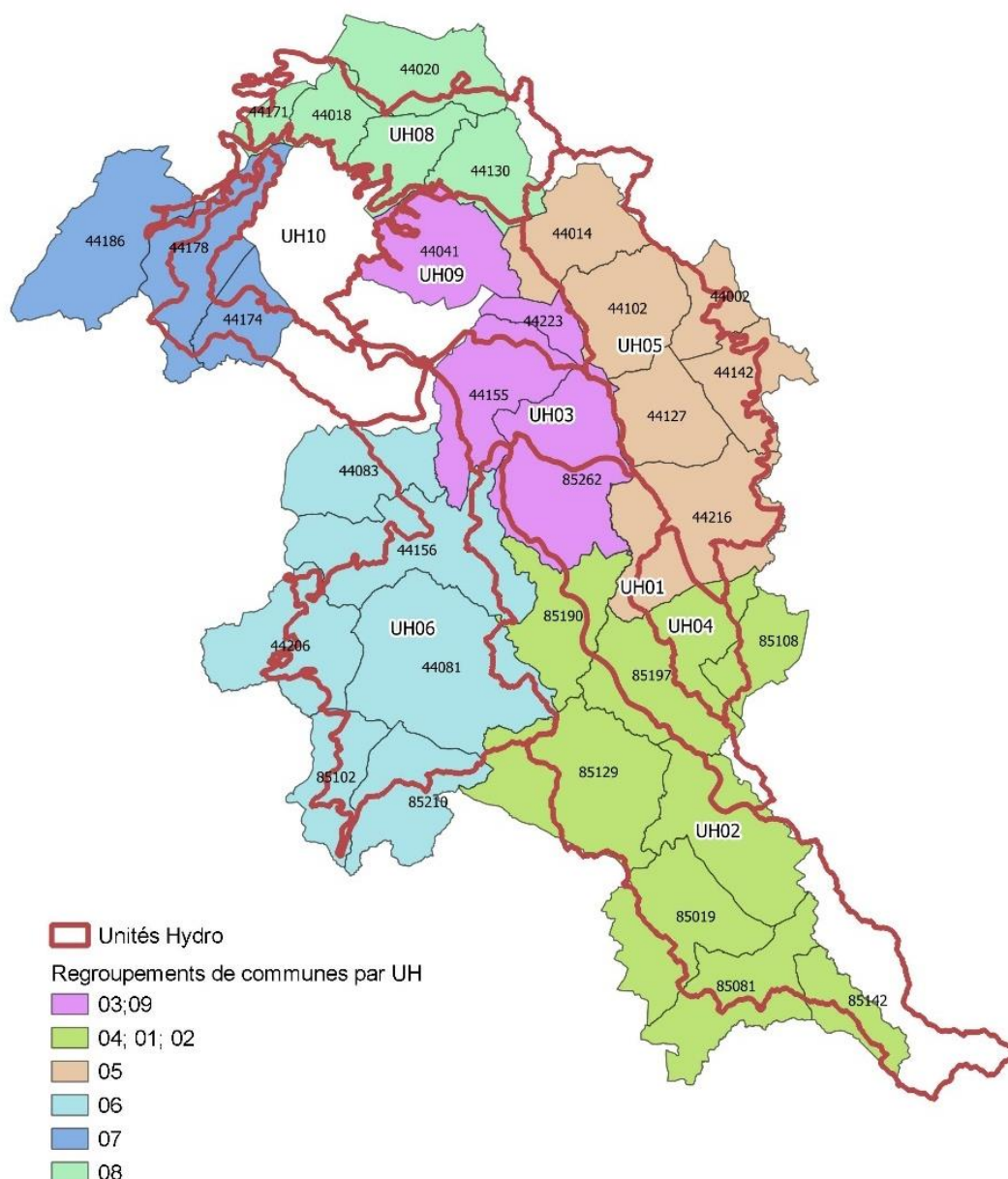
Dans la BNPE, seuls les prélèvements d'eau autorisés ou déclarés sont comptabilisés. Certains usages inférieurs au volume annuel de déclaration (usage domestique notamment) ou diffus (abreuvement des animaux d'élevage) ne sont pas inventoriés et doivent faire l'objet d'une analyse spécifique.

3.1.2 Données du Recensement Général Agricole 2020

Les données du Recensement Général Agricole 2020 (RGA) sont utilisées pour connaître les superficies irriguées et les effectifs de cheptel (usage abreuvement) dans les UH.

Le RGA détaillé a été extrait à l'échelle des masses d'eau au sens de la DCE par le SRISE des Pays de la Loire. Cependant, les masses d'eau ne se superposent pas bien avec les UH définies sur le BV de Grand Lieu, elles ne permettent notamment pas de différencier de manière suffisante le nord et le sud du bassin versant, avec des enjeux et des assolements différents.

Une extraction du RGA sur la maille de la commune a donc été demandée au SRISE des Pays de la Loire. A noter que les communes doivent être regroupées en groupes suffisamment importants pour limiter le secret statistique dans les données extraites ; c'est la raison pour laquelle certains groupes couvrent plusieurs UH, qui ont été jugées suffisamment homogènes sur le plan agricole. La requête au SRISE a porté sur les groupes de communes (et UH correspondants) suivant.



Les UH01, 02 et 04 ont été regroupées et sont représentées par le groupe de communes vert. L'agriculture et en particulier l'assolement est considéré comme homogène sur ces UH (BV sur socle, pas de pompage en nappe des ables, pas de maraichage).

Les UH03 et 09 ont également été regroupées : elles correspondent à une partie de l'amont du lac de Grand-Lieu avec du maraichage (sur nappe des sables).

La commune de Saint Philbert de Grand-Lieu² (44188) est à cheval sur deux UH hétérogènes sur le plan de l'agriculture (sur socle pour l'UH07 et sur nappe des sables pour l'UH09) ; les données du RGA pour cette commune ne peuvent donc pas être prises en compte de manière satisfaisante. Ainsi nous choisissons de considérer que les communes en bleu foncé sur la carte précédente (44186, 44178 et 44174) sont représentatives de l'agriculture de l'UH07 et les communes en rose (44041, 44223, 44155, 85262) sont représentatives de l'agriculture dans l'UH09.

De même, certaines communes dont la part la plus importante de la surface est hors du bassin versant n'ont pas été retenues dans les groupes. La commune de Sainte-Pazanne (44186) vient renforcer le groupe pour l'UH07 ; l'assolement étant comparable avec celui des communes du même groupe.

Les données du RGA détaillées par masse d'eau ont néanmoins été utilisées pour confirmer certaines hypothèses de travail (part de certaines cultures irriguées dans le total) comme expliqué plus loin.

Les traitements réalisés sur les données du RGA résultant de la requête faite au SRISE sont explicités au § 3.2.8.

² D'après les données du RGA, cette commune compte 60 exploitations en 2020. La SAU est de 4 228 ha. L'OTEX (orientation technico économique des exploitations) majoritaire à l'échelle de la commune est "Fleurs et/ou horticulture diverse".

3.1.3 Base de données plans d'eau du SGLE

Deux bases de données ont été fournies par le SGLE : un fichier Excel constituant la base de données des plans d'eau agricoles et une couche SIG (shp) représentant l'ensemble des surfaces en eau des plans d'eau du périmètre d'étude.

3.1.3.1 *Analyses de cohérence des bases de données*

Le fichier Excel comprend 670 entrées pour le bassin versant de Grand Lieu (version transmise par le SGLE le 24/02/2023) dont 506 (76%) de surface supérieure ou égale à 1000 m².

57 entités n'étant pas identifiées comme plans d'eau, sans usage consommateur et avec peu d'informations renseignées ont été retirées de cette base de données. De plus, 36 entrées ne sont pas des plans d'eau, mais des forages ou pompages sur cours d'eau seuls. 2 plans d'eau identifiés comme des projets de réserve sont également retirés de l'analyse.

Les plans d'eau du fichier excel non présents dans la couche SIG ne pouvant être localisés et n'étant pas à usage irrigation ont été supprimés.

Finalement, après les divers recoupements, 568 plans d'eau sont conservés dans la base de données des plans d'eau agricoles.

Par ailleurs, dans la base de données des plans d'eau agricoles, sont renseignées (de manière non systématique) les principales informations suivantes, utiles pour cette étude :

- Moyen et type d'alimentation du plan d'eau,
- Surface du plan d'eau,
- Diagnostic de connexion, déconnexion,
- Volume / capacité,
- Volume déclaré prélevé (2010-2022),
- Usage du plan d'eau.

Sur les 568 plans d'eau agricole, on dénombre 448 plans d'eau à usage exclusif irrigation.

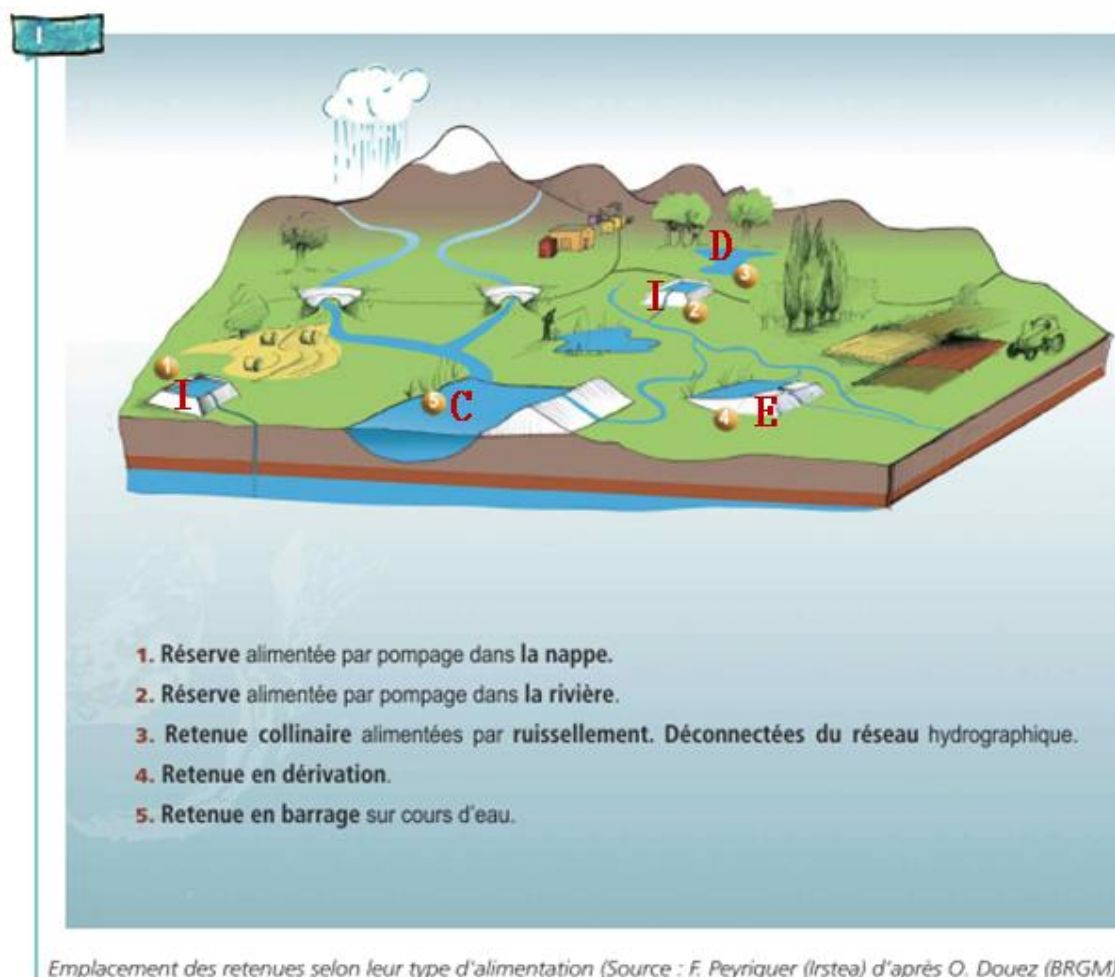
La couche SIG transmise (par le SGLE le 20/03/2023) compte 2496 entités. Les plans d'eau hors périmètre d'étude sont retirés.

Au total, 2144 plans d'eau sont identifiés dans le périmètre d'étude (dont les 568 plans d'eau du fichier Excel).

3.1.3.2 Mise en œuvre du diagnostic de connexion / déconnexion à la ressource en eau

Afin d'évaluer l'impact des plans d'eau sur l'hydrologie, il est important de savoir si les plans d'eau sont connectés au réseau hydrographique, interceptent directement des écoulements de sources (retenue en barrage sur cours d'eau) ou si au contraire, ils sont « indépendants » du réseau hydrographique et des écoulements naturels. Dans ce 2^{ème} cas, le remplissage des plans d'eau nécessite une intervention humaine : plans d'eau en dérivation de cours d'eau remplis pendant l'hiver (nécessité d'actionner des vannes par exemple), plans d'eau remplis par pompage dans la nappe, ou par pompage en rivière. Les retenues collinaires qui interceptent du ruissellement de surface sont également considérées déconnectées du réseau hydrographique. Le mode de connexion ou de déconnexion des plans d'eau est essentiel dans l'analyse de leur influence sur l'hydrologie. Ils sont schématisés sur la figure suivante de la bibliographie « *Impact cumulé des retenues d'eau sur le milieu aquatique – Expertise scientifique collective – AFB* ».

Figure 6 : emplacement des retenues selon leur type d'alimentation (NB : les chiffres de la légende sont dans les cercles jaunes sur le schéma)



Les effets d'une retenue sont décrits dans l'expertise scientifique collective citée précédemment :

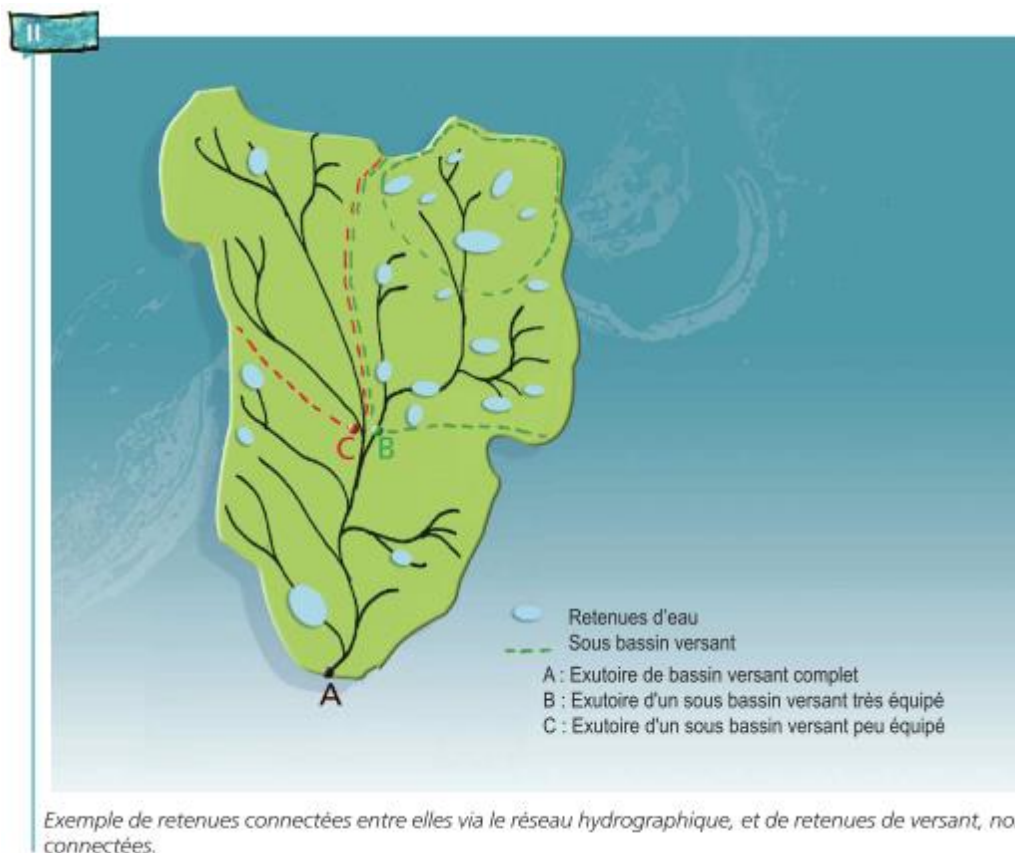
- *Au sein du plan d'eau, en créant un milieu particulier qui favorise certains processus physiques, chimiques et biologiques,*
- *En aval, en influençant l'ensemble des caractéristiques fonctionnelles du cours d'eau par modification du régime hydrologique et du transport solide,*
- *En amont, en créant un obstacle infranchissable pour les organismes inféodés au cours d'eau.*

Les effets dépendent de l'emplacement de la retenue, de ses caractéristiques et du mode de restitution de l'eau en aval. Plusieurs types de données sont nécessaires pour déterminer l'influence d'une retenue, et a fortiori d'un ensemble de retenues, sur le cours d'eau : leur position dans le bassin versant, leur mode d'alimentation, leur capacité (surface, volume) et leur mode de restitution au cours d'eau, les usages de l'eau et la dynamique de prélèvement et de restitution qui en résulte.

Par ailleurs, la localisation des retenues sur le bassin versant a une influence déterminante. Selon la distribution des retenues sur le bassin en relation avec le cours d'eau, et selon la caractéristique fonctionnelle considérée, les effets cumulés peuvent être très différents de la somme des effets individuels. La notion de connectivité hydrologique et écologique entre les retenues apparaît comme essentielle. La connectivité hydrologique se fait principalement par les eaux de surface. Les connexions souterraines, via les nappes, sont peu significatives dans le contexte de petites retenues.

L'échelle à laquelle est effectuée l'évaluation d'effets cumulés est essentielle : sur la Figure suivante, on conçoit qu'une évaluation conclura à un effet cumulé significatif des retenues si elle est effectuée au point B, un effet modéré au point C, et un effet intermédiaire au point A.

Figure 7 : Exemple de bassins versants équipés de plans d'eau



Pour la base de données de l'ensemble des plans d'eau du bassin versant de Grand Lieu, le diagnostic connexion/déconnexion à la ressource en eau des 2144 plans d'eau (hors lac de Grand Lieu qui constitue l'exutoire du bassin versant) est réalisé

- En privilégiant les informations de la base de données des plans d'eau agricoles pour les 568 plans d'eau qu'elle contient,
- Par requêtes géomatiques pour les autres 1576 plans d'eau : intersection avec les cours d'eau, localisation dans la bande tampon de 100 m de part et d'autre des cours d'eau, localisation dans le secteur de la nappe des sables.

Dans la base de données Excel du SAGE Grand Lieu, plusieurs champs contiennent des informations quant à la connexion du plan d'eau avec la ressource en eau. Le tableau suivant précise l'interprétation faite à partir de ces éléments.

Tableau 2 : interprétation des types d'alimentation de plans d'eau de la BDD plans d'eau du SGLE

Alimentation			C/D (Connecté/Déconnecté)
Nappe	N_SOURCE	Source, exfiltration	Oui --> C
	N_REMP_FIN_ETG	Remplissage spontané en fin d'été	Oui --> C
	N_ACC_CE	Nappe d'accompagnement du cours d'eau	Oui --> C
	N_REMP_PERIOD	Période de remplissage	01/11-31/03 --> D
	N_FORG	Présence d'un forage associé	Oui --> D
Ruissellement	R_DECO_ETE	Avec déconnexion l'été	Oui --> D Si Ruissellement direct --> C
Drainage	D ALIM_TYPE	Moyen d'alimentation pour un PE alimenté par drainage	Pompage --> D Gravitaire --> C
	D_DECO_ETE	Avec déconnexion l'été	Oui --> D
Cours d'eau	CE_POMP	Pompage en cours d'eau	Oui --> D
	CE_GRAV	Gravitaire (retenue sur cours d'eau)	Oui --> C
	CE_RET	retenue sur cours d'eau	Oui --> C
	CE_RET_DERIV	Retenue en dérivation	Oui --> D
	CE_RET_DERIV_REMP_PERIOD	Période de remplissage pour retenue en dérivation	Toute l'année --> C 1/11-31/03 --> D
Plan d'eau	PE ALIM_TYPE	Moyen d'alimentation pour un PE alimenté par un autre PE	Pompage --> D Gravitaire --> C Surverse --> C

Ce diagnostic est ainsi réalisé pour les 568 plans d'eau du fichier Excel.

Ces champs apportent une information précieuse quant aux plans d'eau qui pourraient apparaître connectés par simple traitement géographique : leur caractère déconnectable.

C'est le cas **des plans d'eau alimentés par un cours d'eau ou une nappe, mais qui sont en dérivation ou alimentés par pompage**. Dans ces cas de figure : les flux peuvent être interrompus en période d'été, les plans d'eau sont remplis en période hivernale (1/11 au 31/03) et ils n'ont alors plus d'impact sur l'hydrologie du système. **Ces plans d'eau sont dans la suite considérés comme déconnectés.**

En l'absence d'informations sur le type d'alimentation du plan d'eau, le diagnostic est réalisé par géotraitement (SIG) comme pour les plans d'eau de la couche SIG.

Pour les 1576 autres plans d'eau, le diagnostic est réalisé par géo traitement. Pour le diagnostic de connexion à la ressource superficielle, la couche des cours d'eau du RUCE (SAH_SBVGL_CE_2022.gpkg) transmise par le SGLE est utilisée. Le traitement réalisé consiste en une intersection entre la couche « plans d'eau » et une bande tampon de 100 m de part et d'autre des cours d'eau.

La connexion des plans d'eau à la ressource souterraine est déterminée par intersection des plans d'eau avec la nappe des sables (source : BD LISA). **Tout plan d'eau non étanche situé en zone de nappe des sables est réputé connecté à la ressource souterraine.**

Afin d'évaluer l'impact des plans d'eau sur l'hydrologie, il est important de savoir si les plans d'eau sont connectés au réseau hydrographique, interceptent directement des écoulements de sources (retenue en barrage sur cours d'eau) ou si au contraire, ils sont « indépendants » du réseau hydrographique et des écoulements naturels.

Pour résumer, plusieurs cas de figure sont distingués :

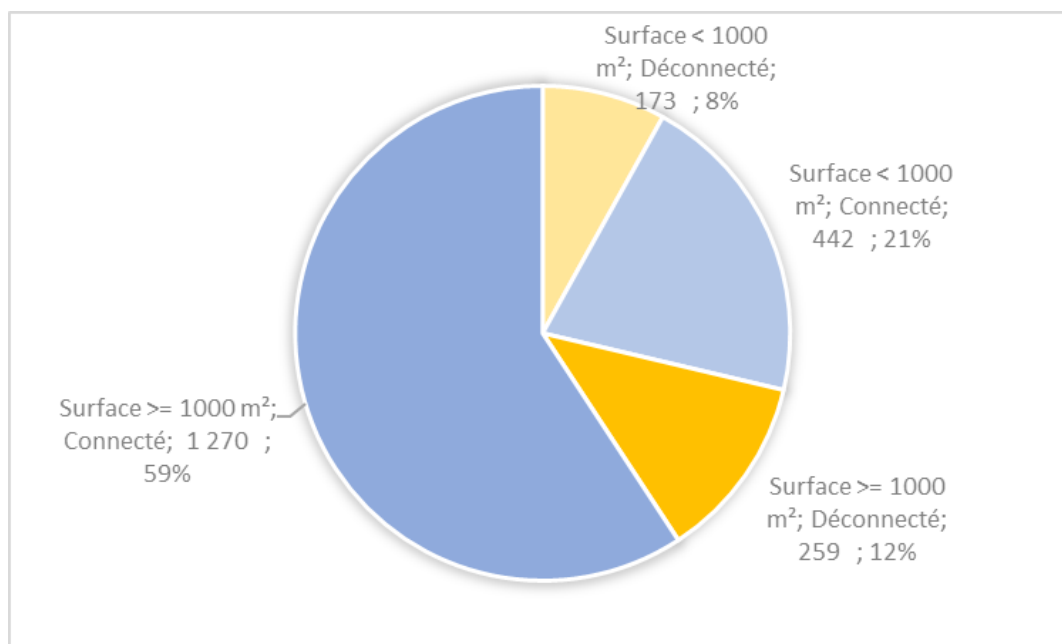
Plan d'eau connecté	Intercepte directement les écoulements ou la nappe. C'est le cas d'un plan d'eau interceptant directement un cours d'eau, ou d'un collinaire proche d'un cours d'eau et qui capte des ruissellements qui auraient alimenté le cours d'eau
Plan d'eau déconnecté	Remplissage par intervention humaine : plan d'eau en dérivation de cours d'eau, rempli par pompage nappe ou rivière
Cas particulier de certaines retenues collinaires	Certaines retenues collinaires sont considérées comme <u>déconnectées du réseau hydrographique à l'étiage</u> , car elles sont éloignées du réseau hydrographique et on considère que les écoulements qu'elles interceptent n'auraient pas alimenté les cours d'eau.

Ainsi, a été rajouté à la base de données plans d'eau un champ « Diag F_CACG » résultant d'une analyse croisée SGLE-CACG et renseignant le caractère connecté ou déconnecté de chaque plan d'eau selon ces critères.

432 plans d'eau ont été classés comme déconnectés, 978 comme connectés à la ressource superficielle, 319 comme connectés à la ressource souterraine et 415 comme connectés à la fois à la ressource superficielle et souterraine.

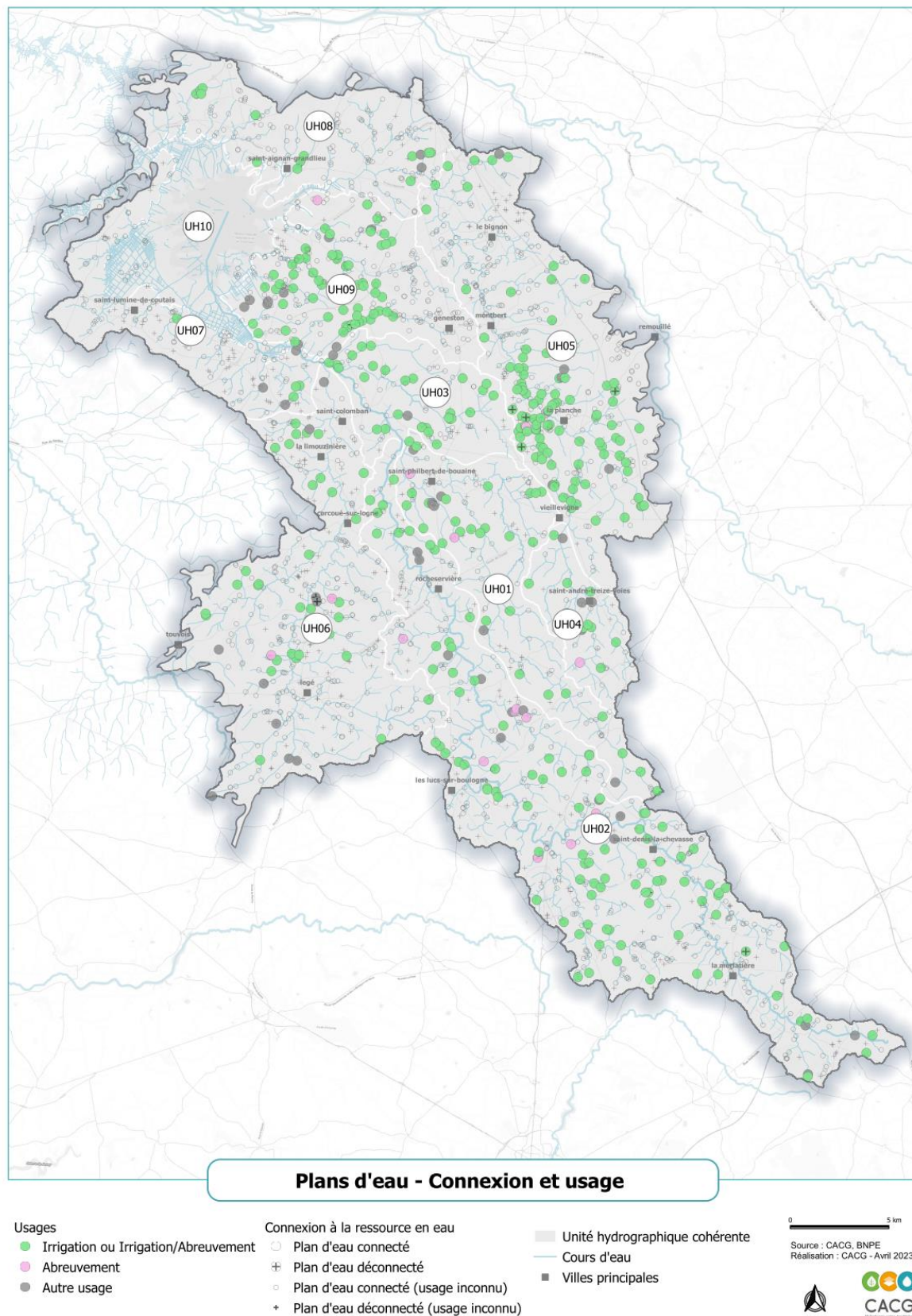
La figure suivante précise le nombre de plans d'eau dans chaque grande catégorie (connecté/déconnecté).

Figure 8 : répartition des plans d'eau par classe de surface et par connexion à la ressource en eau



La carte suivante présente l'ensemble des plans d'eau du territoire et identifie s'ils sont connectés ou non.

Figure 9 : plans d'eau – connexion et usage



A propos des plans d'eau déconnectés,

- 81 sont à usage irrigation, dont 74 de surface supérieure à 1000 m²,
- 351 non utilisés pour l'irrigation ne possèdent pas d'information sur leur alimentation ; parmi ces plans d'eau déconnectés, 185 mesurent plus de 1000 m².

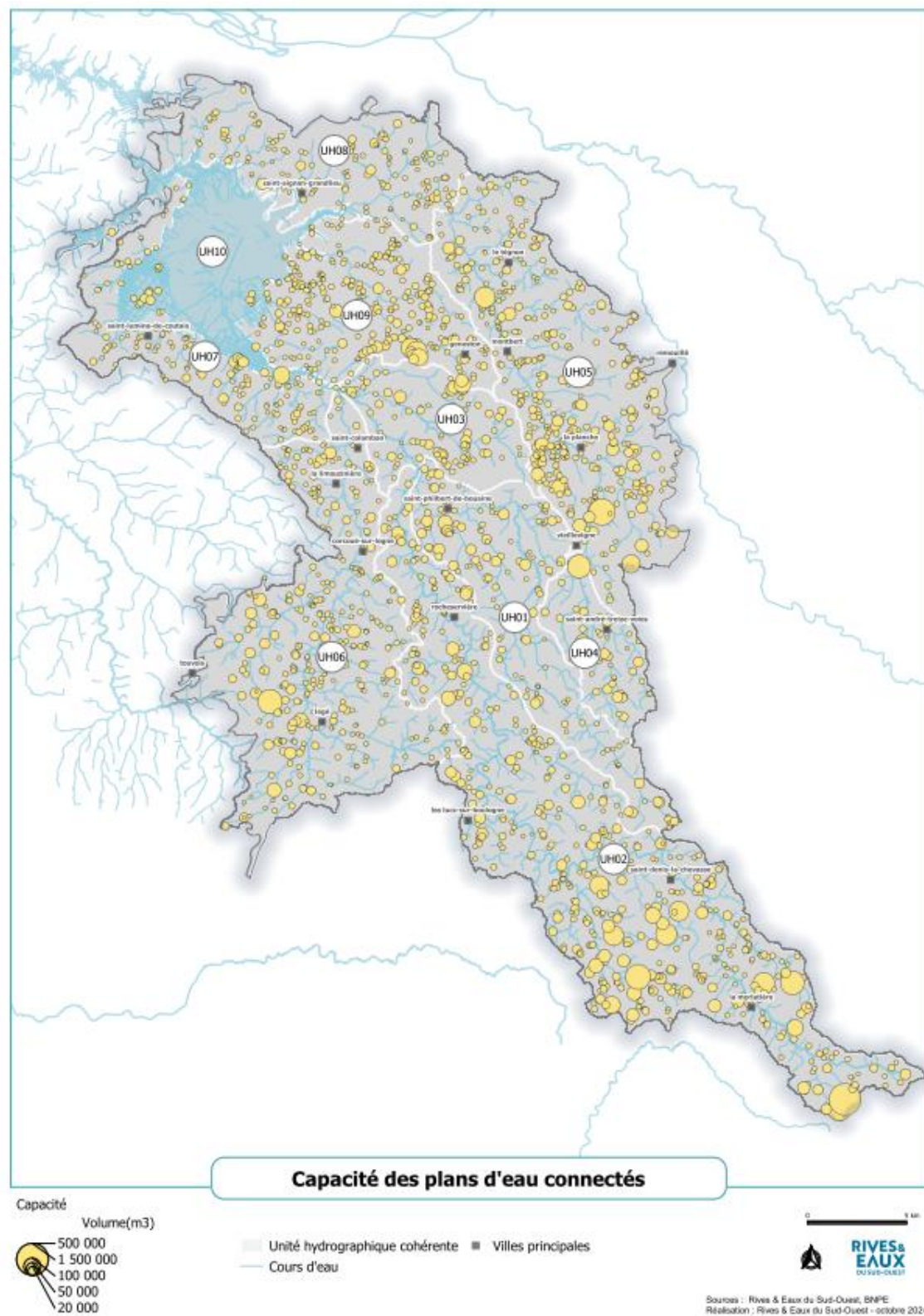
3.1.3.3 Travail sur le volume des plans d'eau

Un champ volume estimé a été créé dans la couche SIG.

Le volume de chaque plan d'eau est estimé par le produit de la profondeur moyenne et de la surface. Quand la profondeur moyenne n'est pas renseignée, on retient une profondeur de 2 m (valeur cohérente pour le bassin de Grand Lieu d'après les retours terrain du SGLE).

Il en résulte la carte suivante qui localise les plans d'eau connectés en fonction de leur capacité estimée.

Figure 10 : capacité estimée des plans d'eau connectés



3.1.3.4 Nature des prélèvements

Les 568 plans d'eau du fichier Excel ont un usage renseigné. Pour les 1576 autres plans d'eau, l'usage n'est pas renseigné, mais ceux-ci ne sont pas à usage irrigation puisque le SGLE a recensé l'ensemble des plans d'eau agricoles.

La répartition des 568 plans d'eau de la base de données du SGLE entre les différents usages est renseignée dans le tableau suivant.

Tableau 3 : nombre de plans d'eau de la base de données du SGLE par usage et par type de connexion

		PE connectés ESUP	PE connectés ESOUT	PE connectés ESUP et ESOUT	PE déconnectés	Total
Usages	Abreuvement	9	3	7		19
	Irrigation	207	65	95	81	448
	Non consommateur	48	14	15	8	85
	Aucun	4	6	5	1	16
	Total	268	88	122	90	568

Pour les autres plans d'eau, les informations des bases de données d'origine ont été conservées. A défaut, ils sont classés comme « usage inconnu ».

3.1.3.5 Synthèse de la base de données plans d'eau

Au final, la base de données comprend 2144 plans d'eau dont la répartition par type de connexion et par UH est la suivante.

Tous les plans d'eau	Usage	Volume PE (m³)	Superficie PE (m²)	Nombre de PE
Connecté superficiel	Abreuvement	165 103	57 967	16
	Irrigation	5 662 226	2 125 856	302
	autre	7 592 348	3 762 696	1 075
	TOTAL	13 419 677	5 946 519	1 393
Connecté souterrain	Abreuvement	15 208	7 604	3
	Irrigation	863 416	293 389	65
	autre	1 149 978	573 316	251
	TOTAL	2 028 601	874 309	319
Déconnecté	Abreuvement	0	0	0
	Irrigation	2 334 567	674 925	81
	autre	1 475 422	731 619	351
	TOTAL	3 809 989	1 406 544	432
Ensemble des plans d'eau		19 258 267	8 227 372	2 144

Tous les plans d'eau > 1000 m ²	Usage	Volume PE (m ³)	Superficie PE (m ²)	Nombre de PE
Connecté superficiel	Abreuvement	162 523	56 677	14
	Irrigation	5 605 256	2 104 240	272
	autre	7 224 079	3 578 909	774
	TOTAL	12 991 858	5 739 826	1 060
Connecté souterrain	Abreuvement	11 624	5 812	1
	Irrigation	859 784	291 573	61
	autre	1 037 280	517 727	148
	TOTAL	1 908 688	815 112	210
Déconnecté	Abreuvement	0	0	0
	Irrigation	2 327 772	671 934	74
	autre	1 281 182	634 499	185
	TOTAL	3 608 954	1 306 433	259
Ensemble des plans d'eau > 1000 m²		18 509 499	7 861 371	1529
		96%	96%	71%

Bilan :

* Surface totale de l'ensemble des plans d'eau : 823 ha

→ Dont surface pour les PE agricoles : 309 ha, Soit 38% de la surface totale des plans d'eau

* Volume total estimé des plans d'eau : 19,2 millions de m³

→ Dont volume des PE agricoles : 8.9 millions de m³, Soit 46% du volume total des plans d'eau

* 71% des plans d'eau ont une surface > 1 000 m², ce qui représente 96% de la surface totale des plans d'eau.

3.2 Bilan des prélèvements et consommations actuels

3.2.1 Répartition de la population sur le bassin versant

La population, de 88 000 habitants, n'est pas répartie de façon homogène selon les communes. De plus, la délimitation du BV de Grand Lieu et des UH (Unités Hydrographiques) divise de nombreuses communes. Or, la répartition de la population a un impact direct sur l'utilisation de l'eau pour les usages humains notamment sur les volumes consommés d'eau potable et sur les rejets.

Afin de reconstituer la répartition de la population du bassin, la première étape consiste à calculer le nombre d'habitants du bassin versant et de chaque UH.

La population sur le BV a été ajustée par le SGLE en 2014 par analyse de la carte IGN. Ces données ont été réactualisées avec les données de l'INSEE. La carte en page suivante affiche la densité de population par UH.

41 communes ont plus de 5% de leur population qui se situe à l'intérieur du bassin versant. Parmi elles, 14 communes ont plus de 95% de leur population dans le BV. La carte en Figure 11 p 33 représente le nombre d'habitants par commune en 2019 et la part retenue pour chacune d'entre elle (pourcentage affiché sur la carte) afin de connaître la répartition de la population à l'échelle du bassin versant.

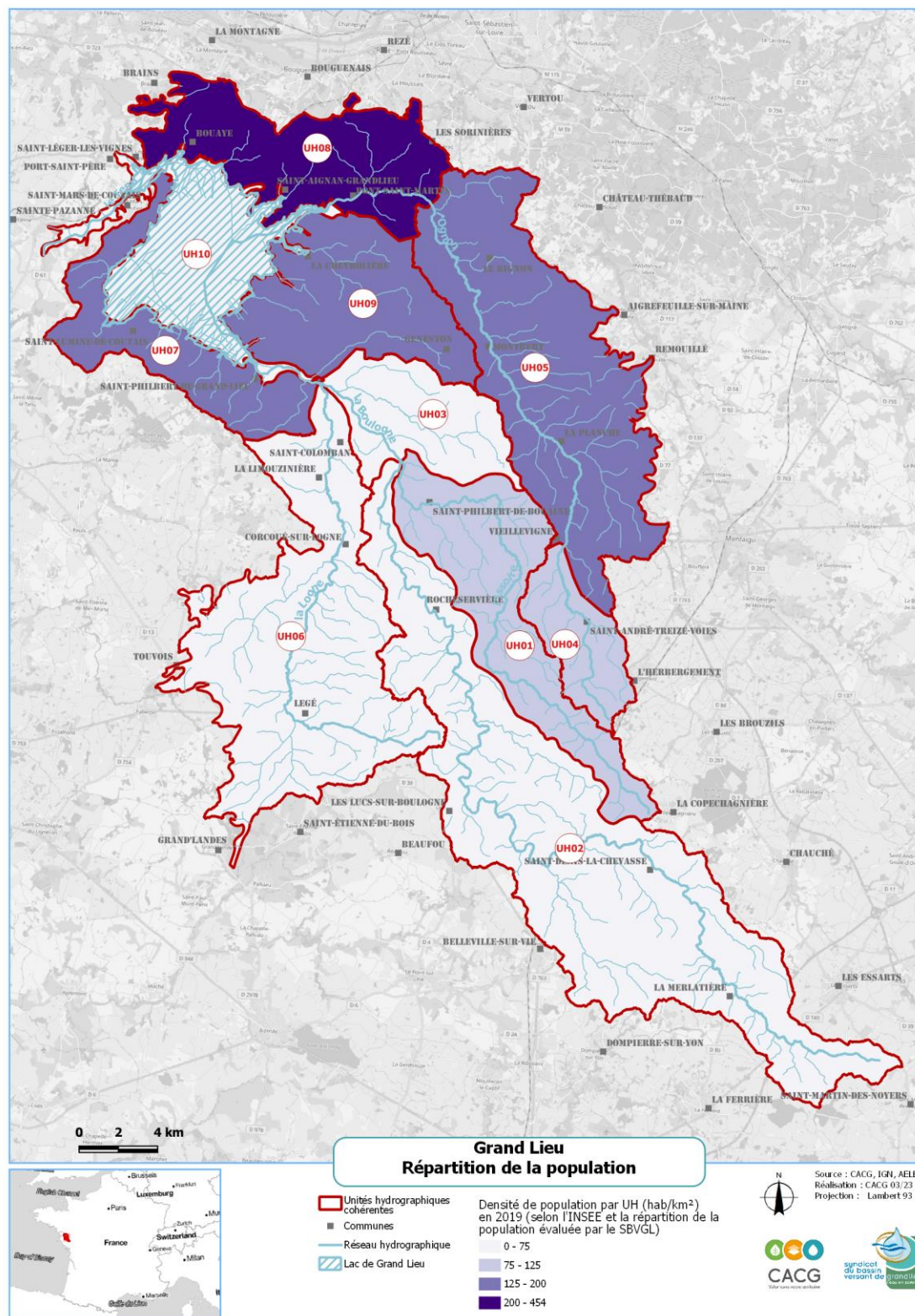
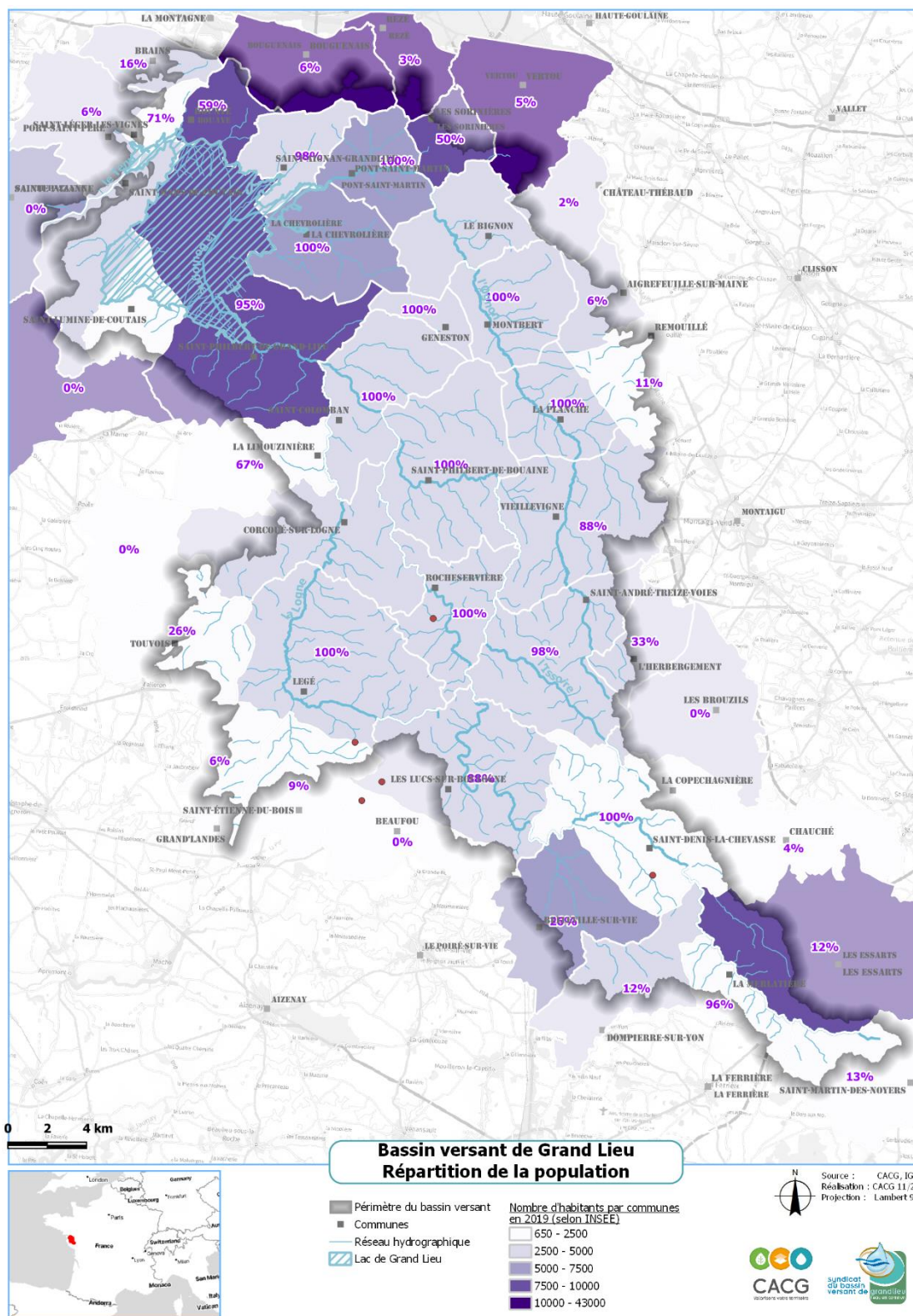


Figure 11 : répartition de la population (Nombre d'habitants par commune en 2019 et pourcentage sur BV)



3.2.2 Prélèvements pour la production d'eau potable et consommations d'eau potable du territoire

3.2.2.1 *Données disponibles*

Les données suivantes provenant de Vendée-Eau, Atlantic-Eau et Nantes-Métropole ont été fournies pour les communes incluses totalement ou partiellement dans le périmètre du bassin versant du lac de Grand Lieu :

- Nombre d'abonnés par commune 2010-2021,
- Volumes annuels consommés par commune 2010-2021.

3.2.2.2 *Prélèvements pour l'eau potable*

Aucun captage/ pompage public pour la production d'eau potable ne se situe sur le bassin versant de Grand-Lieu.

3.2.2.3 Consommation d'eau potable sur le périmètre du SAGE

L'analyse des consommations d'eau potable par commune permet d'estimer et de localiser les retours au milieu, à considérer dans le cadre du bilan besoins – ressources.

Comme indiqué dans le §3.2.1, 41 communes sont concernées par le SAGE de Grand Lieu. Les 41 communes comptent 98 000 abonnés en 2021 pour une consommation de 11 400 000 m³. Mais, certaines communes ne se situent pas en totalité sur le bassin versant.

Aussi, on estime que le secteur d'étude compte environ 40 000 abonnés à l'eau potable en 2021, pour une consommation annuelle de 4 400 000 m³. Globalement, le nombre d'abonnés et la consommation d'eau potable n'ont cessé d'augmenter depuis plus de 10 ans, comme le montrent les courbes suivantes.

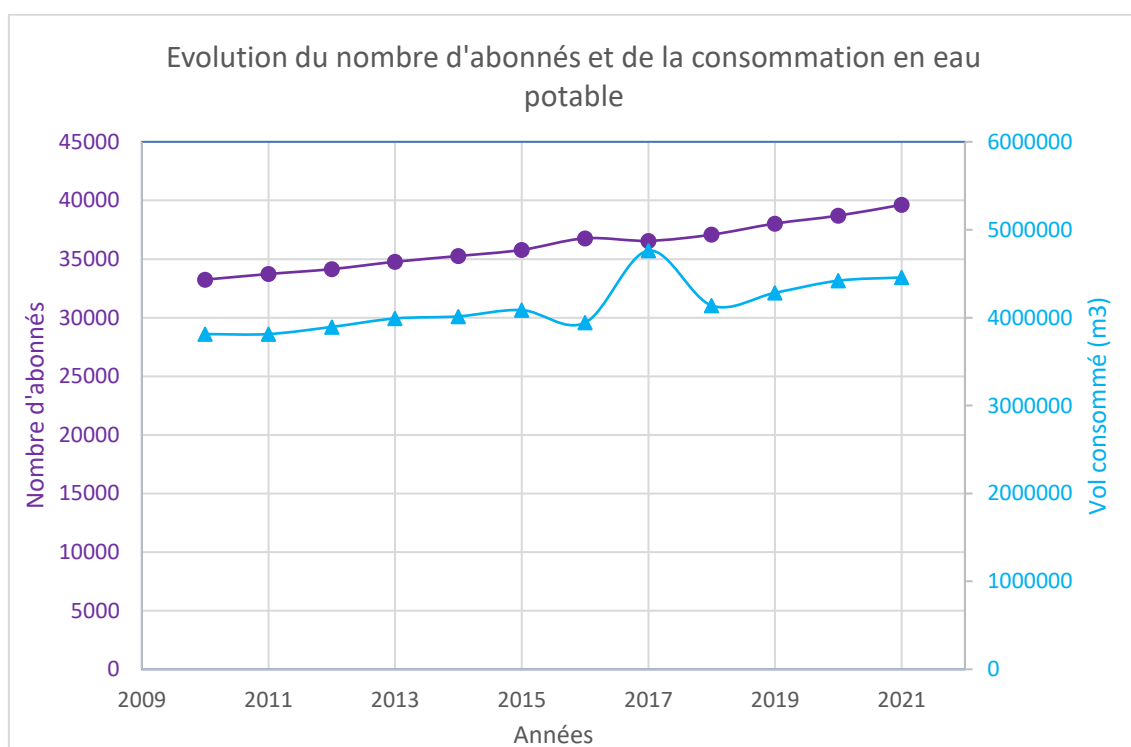


Figure 12 : évolution de la consommation d'eau potable et du nombre d'abonnés

Remarque : le pic constaté pour l'année 2017 provient de l'analyse des données brutes d'Atlantic'Eau. Aucune explication évidente n'a été proposée.

D'après les données fournies par Vendée-eau et Atlantic-Eau, l'usage de l'eau potable en 2021 est réparti selon les activités de la façon suivante :

Tableau 4: Répartition par usagers de l'eau potable consommée sur les territoires desservis par Vendée-Eau et Atlantic-eau

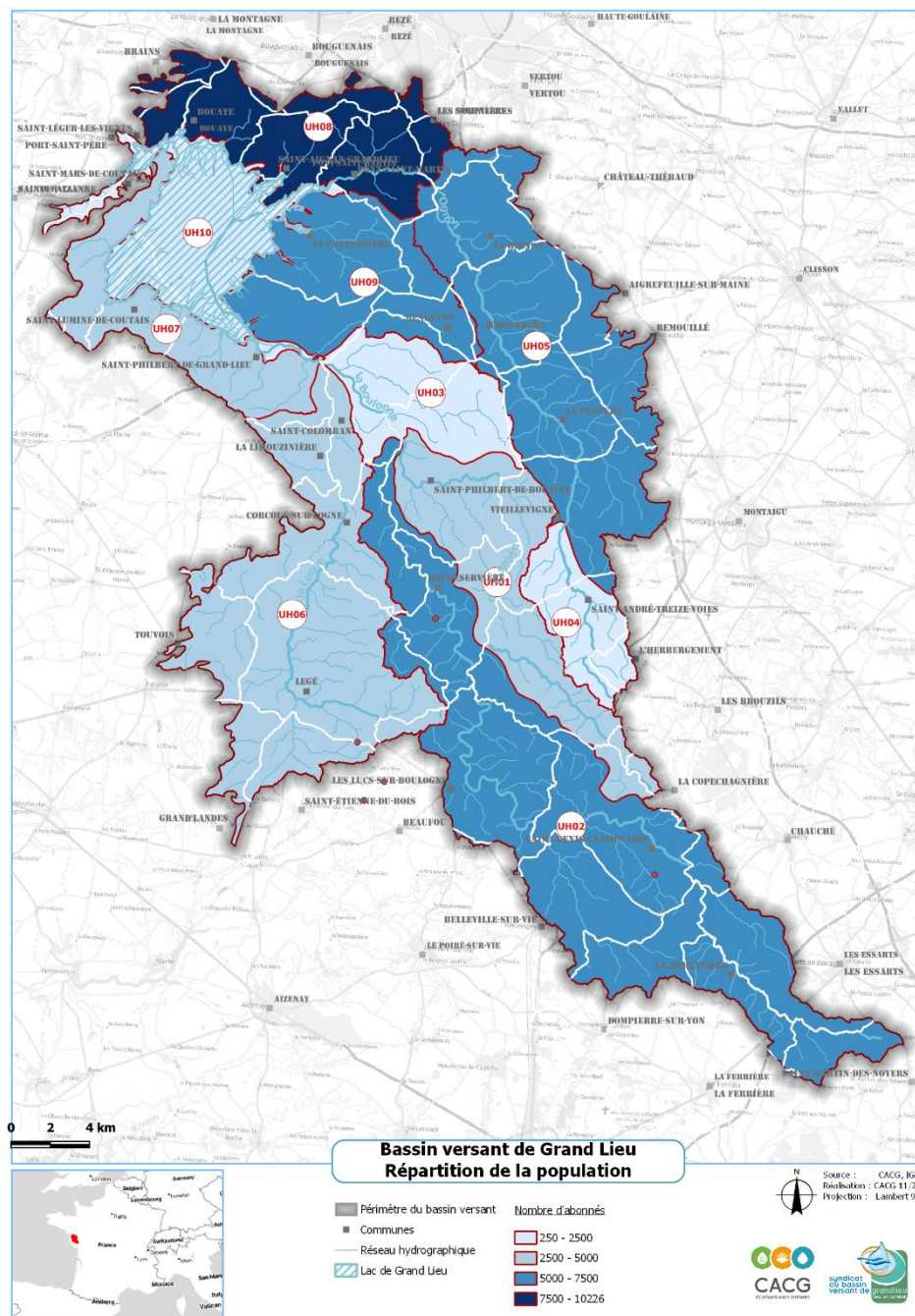
Usagers	Secteur Atlantic-Eau	Secteur Vendée-Eau
---------	----------------------	--------------------

Agricoles	1%	11%
Collectivités	2%	1%
Entreprises	12%	24%
Particuliers	85%	63%

Ce tableau montre que la part d'eau potable dédiée aux usagers agricoles est nettement supérieure au Sud qu'au Nord du bassin, ce qui est cohérent, d'une part, avec une densité de population moins importante côté Vendée que côté Loire-Atlantique avec l'influence de la métropole Nantaise, d'autre part, avec la moindre disponibilité d'eau souterraine au sud qu'au nord qui explique la plus grande part d'eau potable utilisée pour l'agriculture.

La carte suivante met en évidence la répartition spatiale du nombre d'abonnés en 2021. L'aval du bassin à proximité de Nantes compte le plus d'abonnés.

Figure 13 : Répartition du nombre d'abonnés à l'eau potable en 2021



Les communes du bassin versant de Grand Lieu sont principalement alimentées par l'usine d'eau potable de Basse Goulaine située à l'Est de Nantes à Basse Goulaine (44 115).

Les volumes d'eau traités par mois renseignent sur la répartition des besoins. On considère que cette répartition correspond à la répartition mensuelle des consommations d'eau du bassin versant de Grand Lieu.

Mois	Moyenne de % mens Vol Eau Traitée	Moyenne de % mens Vol Eau Brute
janvier	7.44%	7.53%
février	7.74%	7.74%
mars	8.38%	8.49%
avril	8.43%	8.38%
mai	8.53%	8.41%
juin	8.71%	8.68%
juillet	9.22%	9.20%
août	8.38%	8.33%
septembre	8.61%	8.63%
octobre	7.80%	7.89%
novembre	7.90%	7.87%
décembre	8.86%	8.85%
Moyenne mensuelle	8%	8%

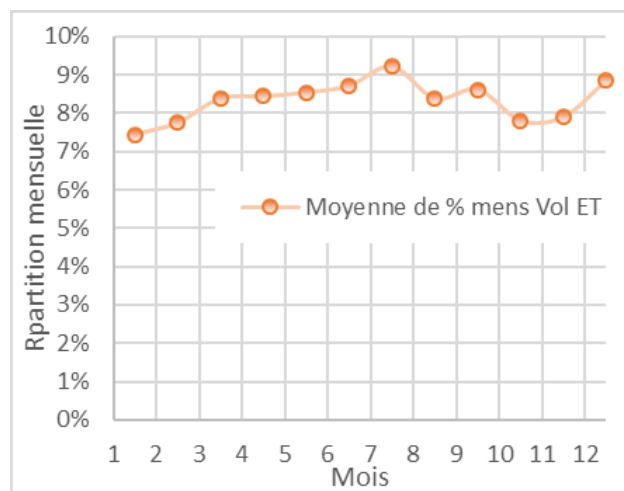
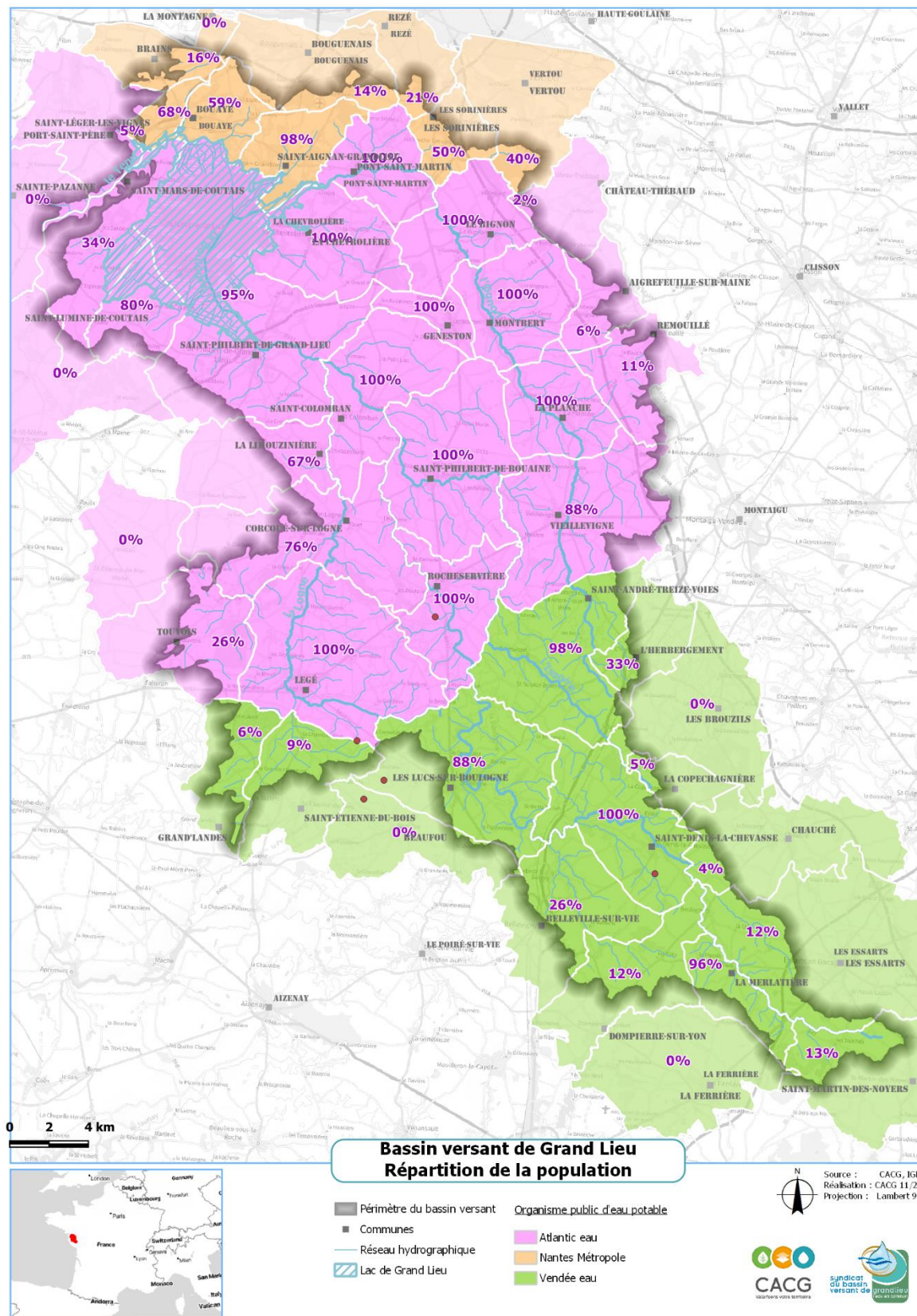


Figure 14: Moyenne mensuelle de la répartition des volumes d'eau traités entre 2017 et 2021 (SIAEP Vignoble Grand Lieu)

Comme le montrent le tableau et le graphique ci-dessus, les volumes d'eau traités varient peu en fonction des mois. La consommation en eau potable est légèrement plus importante entre mars et septembre, notamment en juillet (avec 9,22% de la production annuelle). Le pourcentage du mois de décembre est également parmi les plus fortes valeurs, sans explication évidente.

Figure 15 : Organismes publics pour la distribution de l'eau potable et part de la population des communes incluses dans le bassin versant de Grand-Lieu



3.2.3 Prélèvements domestiques (non déclarés)

Lors des ateliers de concertation pour l'élaboration du diagnostic partagé, plusieurs acteurs ont manifesté des interrogations quant aux effets des prélèvements domestiques³ sur la ressource en eau du bassin.

Ces ouvrages sont répartis sur l'ensemble du territoire (car datant pour une grande partie de la période antérieure à la mise en place de l'adduction d'eau publique). Néanmoins, dans la moitié Nord du bassin versant où des aquifères sableux et productifs⁴ sont présents, des ouvrages plus récents ont et sont encore réalisés. Ces ressources plus facilement mobilisables sont donc encore largement exploitées à partir de puits majoritairement.

Afin d'évaluer la part relative des prélèvements domestiques et leur éventuelle influence sur les débits des cours d'eau, nous réalisons une analyse comparative en volumes sur un secteur utilisé comme échantillon représentatif du bassin de la nappe des sables.

Pour cela, il a été utilisé les données de prélèvements domestiques collectées par Lafarge et GSM pour leurs projets d'extension dans le cadre des études d'impact sur l'environnement pour les demandes d'autorisations environnementales des projets.

On dispose ainsi de l'inventaire des puits et forages à usage domestique dans l'aire d'étude définie entre

- Le cours d'eau de la Mandironnière au Sud-Ouest,
- Le cours d'eau du Redour au Nord,
- Le ruisseau des Rousses au Sud-Est,
- La D178 à l'Ouest,

ce qui représente une partie de la commune de Saint-Colomban. Cf. carte suivante

On considère ensuite que l'inventaire réalisé sur une partie de la commune est représentatif des zones sur nappe des sables de la commune de Saint-Colomban. A partir d'un recoupement géographique entre la commune de Saint-Colomban et la couche « Nappe des sables » de la BD LISA, on évalue à 17,5 km², soit 49% de la superficie de la commune, la zone située en nappe des sables.

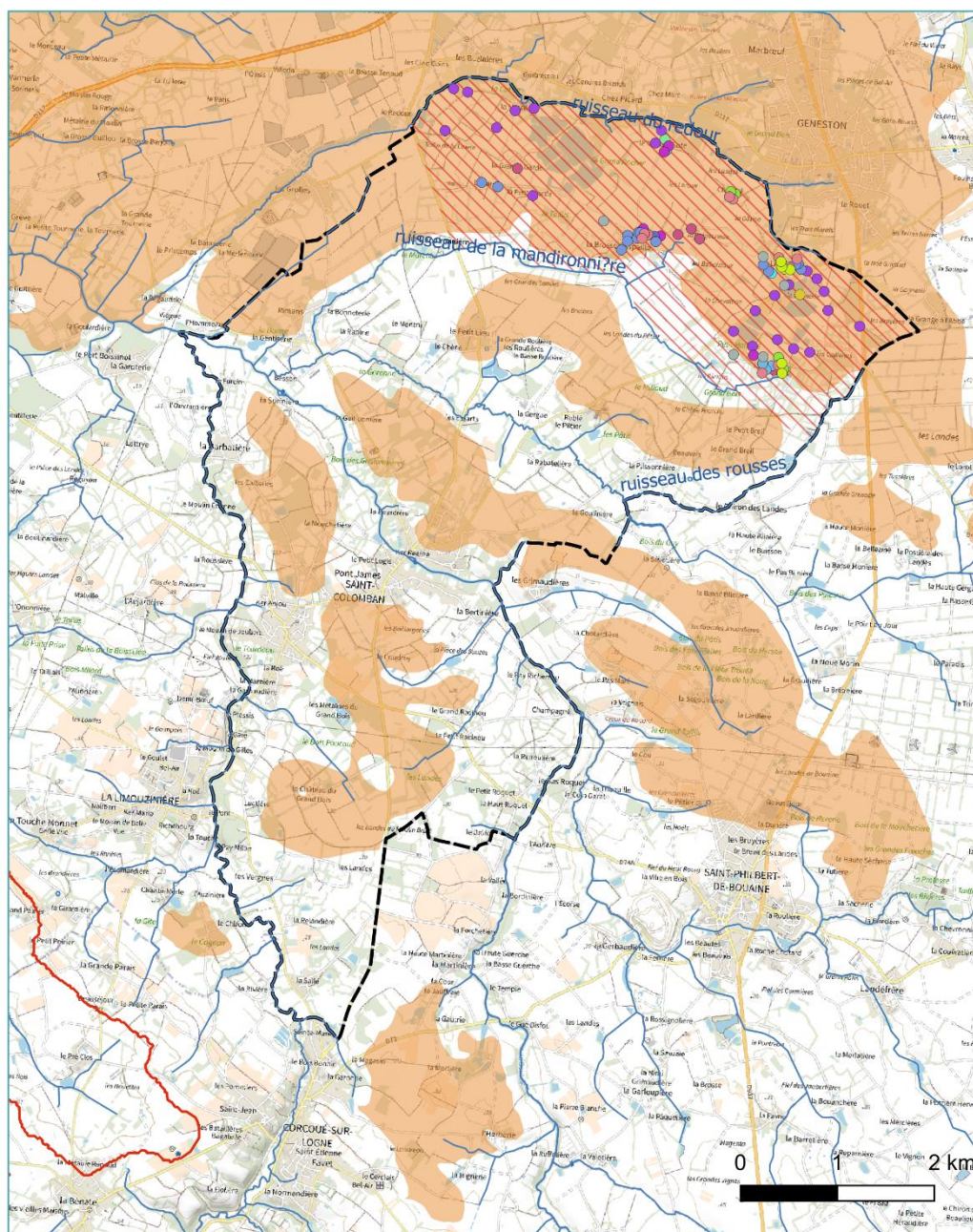
Par ailleurs, lors de cet inventaire, l'usage de chaque puits a été renseigné, ce qui permet d'estimer un volume consommé moyen par année pour chaque point d'eau en tenant compte des volumes unitaires consommés par point d'eau et par usage du tableau suivant.

³ Les prélèvements domestiques sont déclarés en mairie, le volume maximum annuel est de 1000 m³/an (article R214-5 du Code de l'environnement)

⁴ Un aquifère plus productif signifie qu'il stocke plus d'eau et que celle-ci est plus facilement mobilisable

Figure 16 : prélèvements domestiques dans l'aire d'étude Lafarge-GSM à Saint-Colomban

Commune de Saint-Colomban: Estimation des prélèvements domestiques



Légende

 Aire d'étude GSM-Lafarge

 Point d'eau pour prélèvement domestique inventorié

 Commune de Saint-Colomban

 Nappe des Sables


Sources : IGN, BD Carthage, SBVGL, CACG

Réalisation : CACG RH476 - Avril 2023

Projection : RGF - Lambert 93

Tableau 5 : Hypothèses de volumes unitaires par usage

Usage	Estimation du Volume unitaire consommé par point d'eau (m ³ /an)		Hypothèse
	Borne haute	Borne basse	
AEP et domestique	137	82	hyp 150 l/hab/j; entre 1.5 et 2.5 hab/point
Agricole	7000	1000	entre 1000 et 10 000 m ³ (max avant déclaration)
Arrosage	4	4	hyp 20 l/m ² /an; jardin de 200 m ²
Domestique	119	71	hyp 130 l/hab/j; entre 1.5 et 2.5 hab/point
Inconnu			
Jardin	4	4	hyp 20 l/m ² /an; jardin de 200 m ²
Non utilisé	0	0	
Suivi	0	0	

Remarque : Ces volumes unitaires ont pour objectif d'évaluer des ordres de grandeur, en aucun cas de reconstituer des prélèvements effectifs.

La « densité » de volume domestique prélevé estimée sur l'aire d'étude de l'inventaire est ensuite appliquée à la surface totale en nappe des sables de l'UH à laquelle appartient la commune de Saint-Colomban et du périmètre du PTGE afin de reconstituer les prélèvements domestiques totaux de l'UH d'une part et du périmètre PTGE d'autre part, puis de les comparer aux prélèvements totaux.

Tableau 6 : Estimation des volumes de prélèvements domestiques

	Surface totale (km ²)	Surface en « nappe des sables » (km ²)	Prélèvements tous usages (m ³)	Prélèvements domestiques estimés (m ³)		Part des prélèvements domestiques dans les prélèvements annuels tous usages
				Borne haute	Borne basse	
Aire d'étude GSM-Lafarge		7,03		38 481	7 108	
UH03 et UH09	112,51	77,53	2 227 645	424 379	78 388	entre 3% et 16%
Périmètre PTGE sans lac de Grand Lieu	825,5	301,7	11 054 287	1 651 653	305 082	entre 3% et 13%

Que ce soit à l'échelle du bassin ou de UH03+UH09, avec la borne basse, les prélèvements domestiques représenteraient 3% des prélèvements totaux du bassin tandis qu'avec la borne haute, ils atteindraient environ 15%.

Le volume estimé à l'échelle du bassin s'établirait entre 0,3 Mm³ et 1,65 Mm³.

Ces 2 reconstitutions montrent que les prélèvements domestiques peuvent être localement importants au Nord du bassin, là où se situe la nappe des sables. Toutefois, ces volumes prélevés localement sont aussi, en majeure partie (80% selon le SDAGE Loire Bretagne), rejetés localement.

Les prélèvements domestiques nets (déduits des rejets) sont ainsi estimés pour le bassin entre 61 016 m³ et 330 330 m³, ce qui est faible dans les 2 cas et ne nécessite pas d'analyse plus approfondie dans le cadre de l'étude HMUC.

3.2.4 Rejets d'eaux usées

3.2.4.1 Stations d'épuration

Stations d'épuration du territoire

Le territoire comprend 45 stations d'épuration de capacités variables comme présenté dans le tableau suivant.

Tableau 7: Répartition par UH des stations d'épuration

Capacité (EH)	UH01	UH02	UH03	UH04	UH05	UH06	UH07	UH08	UH09	UH10	Total
<1000	5	5		1	5	1	2	1		1	21
[1000 ; 2000[	1	3	1			2				2	9
[2000 ; 3000[		1			2			2			5
[3000 ; 8000]					2	2		1	2	3	10
Total général	6	9	1	1	9	5	2	4	2	6	45

Les principales stations d'épurations sont localisées à l'aval du bassin versant autour du lac de Grand-Lieu. Une majorité des STEP du territoire (presque la moitié) fait partie de la tranche de capacité <1000 EH.

Le tableau suivant indique les différents types de STEP sur le bassin versant.

Tableau 8 : Type de traitement

Étiquettes de lignes	UH01	UH02	UH03	UH04	UH05	UH06	UH07	UH08	UH09	UH10	Tot
Aération (boue activées)	1	2	1	0	4	3	0	2	2	3	18
Filtre biologique					3		1	1			5
Lagunage	4	5	0	1	1	2	1	1	0	2	17
Non informé		1			1						2
Filtres plantés	1									1	2
Infiltration		1									1
Total général	6	9	1	1	9	5	2	4	2	6	45

Les STEPs de type « filtres plantés de roseaux » et « infiltration » n'ont pas de rejet dans le milieu superficiel en période d'étiage. Seulement 3 STEPs de ce type sont présentes sur le BV et l'impact de cette absence de rejet en termes de volume est peu significatif à l'échelle des UH concernées. Cette singularité n'est donc pas prise en compte dans le calcul des rejets mensuels.

Localisation des points de rejets

La carte suivante localise les STEP et renseigne sur leurs capacités en équivalents habitants (EH).

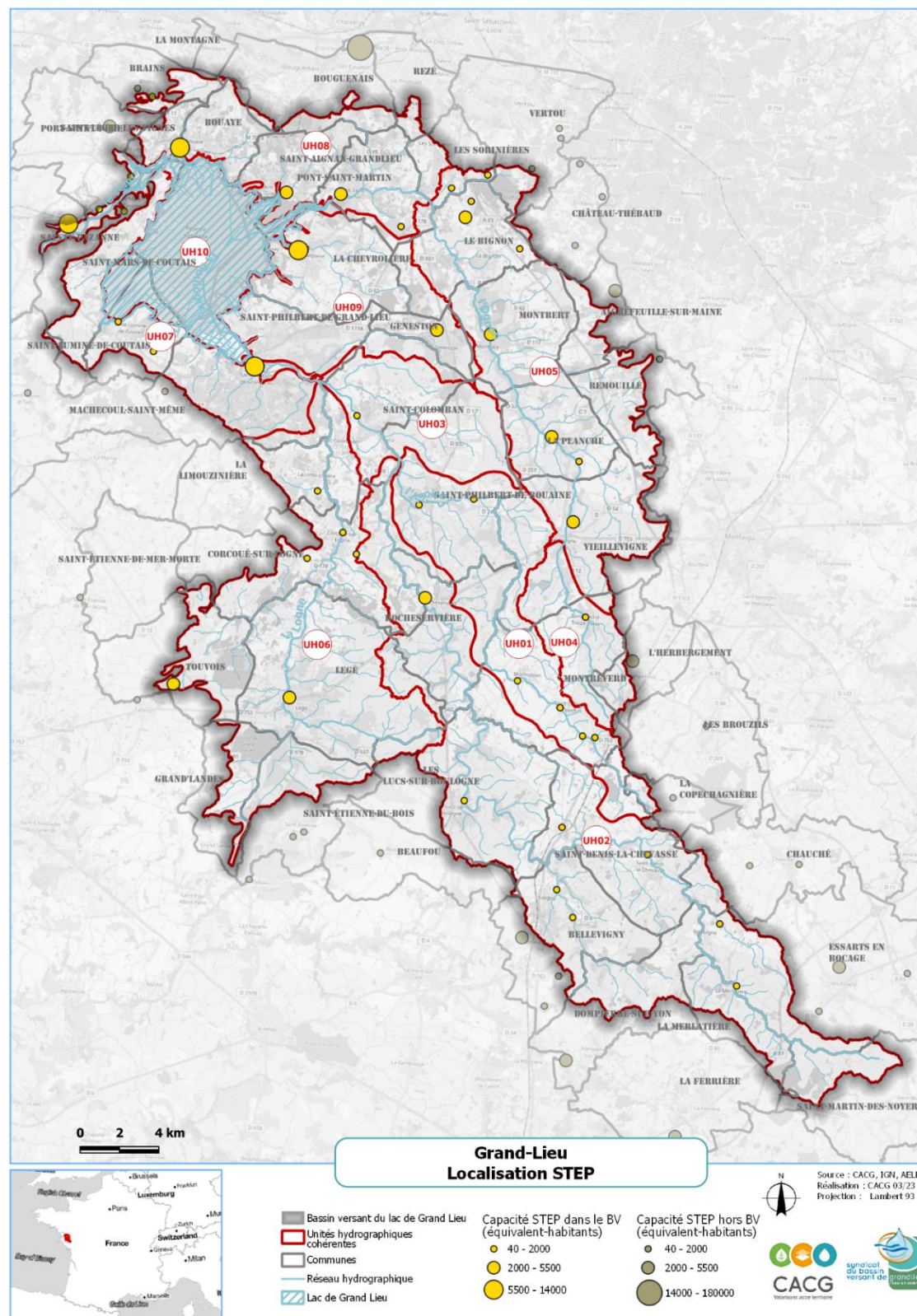


Figure 17 : Localisation des STEP (Source : AELB)

On associe chaque commune à l'UH en fonction de la localisation du rejet de la station d'épuration à laquelle elle est raccordée. Certaines communes partiellement incluses dans le périmètre n'ont pas leur rejet sur le périmètre.

On considère ensuite, comme dans l'état des lieux du SDAGE Loire-Bretagne, que 80% de l'eau potable consommée est rejetée au milieu. La localisation des rejets de STEP joue également un rôle vis-à-vis des volumes restitués à l'échelle de chaque UH. Le schéma ci-dessous est un exemple du cycle de l'eau au niveau de la commune de Bellevigny. 5 STEP's se situent sur la commune : 1 principale et 4 plus petites qui permettent d'épurer les eaux de hameaux construits récemment. La limite du BV coupe la commune en 2. Deux STEP's se situent dans l'UH02, 3 STEP's à l'extérieur du BV. L'eau consommée en 2021 est de 399 555 m³. La répartition de la consommation d'eau potable sur la commune est réalisée selon les capacités des STEP (au prorata du nombre d'EH). De cette façon, on estime que seulement 18% (13%+5%) de l'eau consommée concernent le BV de Grand Lieu. Par hypothèse, 80% de ce volume est restitué aux cours d'eau de l'UH02. Au final, sur les 399 555 m³ consommés sur la commune de Bellevigny, seulement 58 241 m³ sont restitués sur le bassin de Grand Lieu, soit environ 15% du volume total consommé.

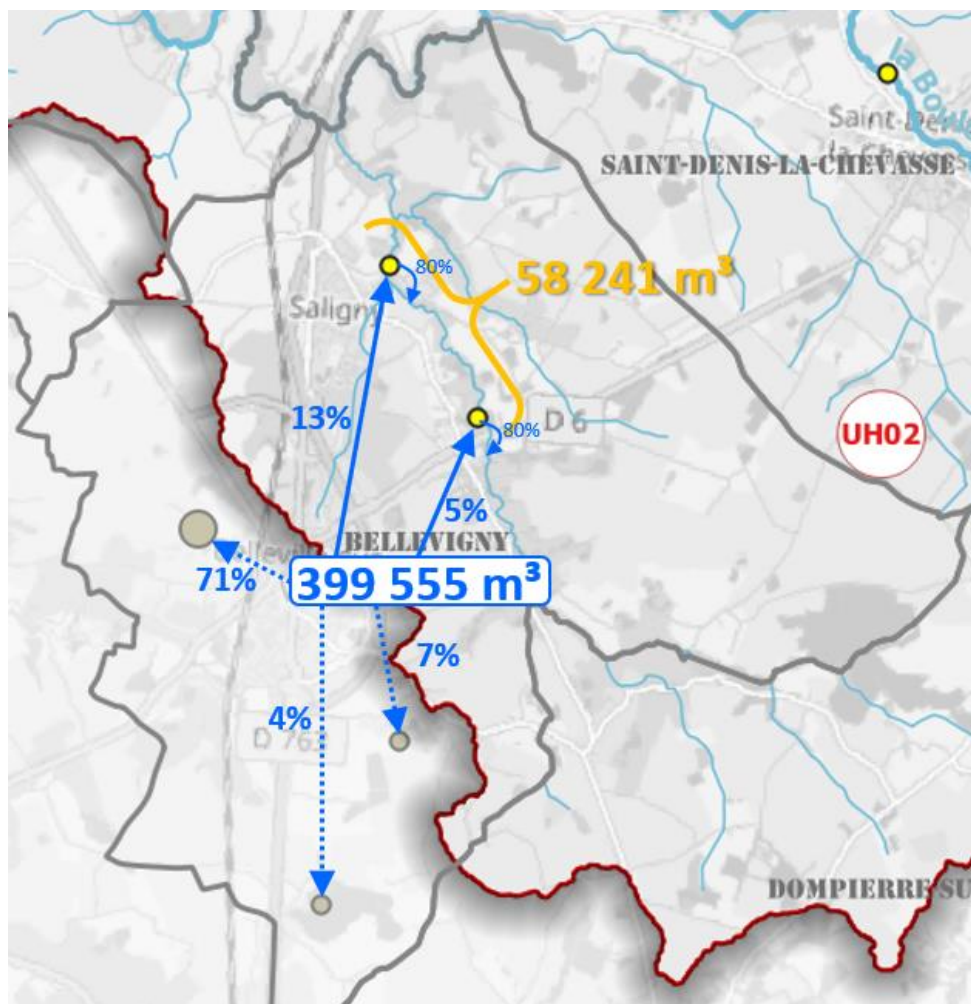


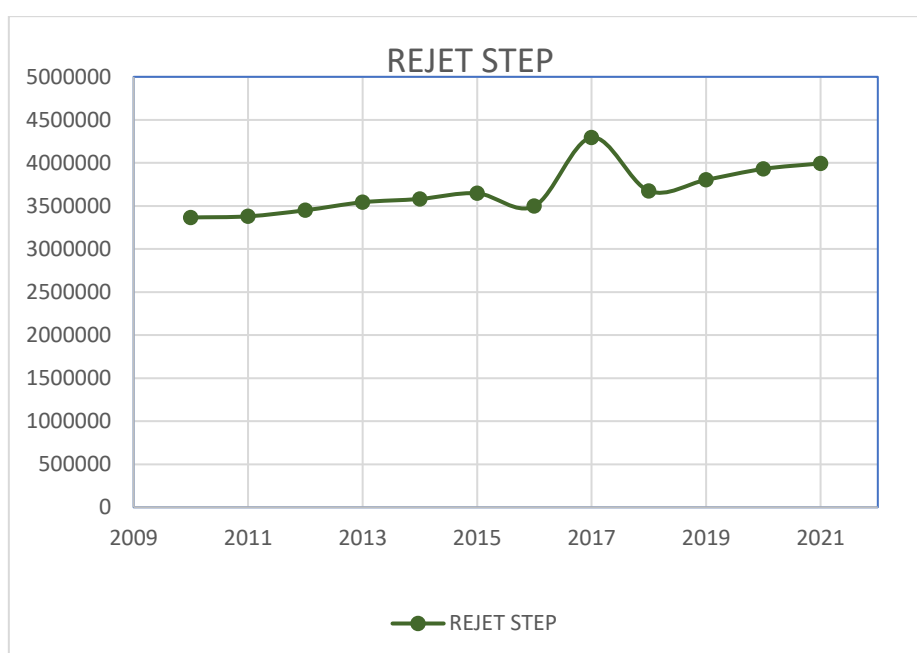
Figure 18: Exemple du cycle de l'eau sur la commune de Bellevigny

Dans le cas présenté précédemment, le volume rejeté sur le bassin est inférieur à la part de la consommation incluse dans le bassin de Grand Lieu. Toutefois, il existe aussi des cas de communes limitrophes dont une part plus importante que leur consommation estimée sur le bassin de Grand Lieu se rejette à l'intérieur. Par exemple, la commune de Sainte-Pazanne n'a qu'une STEP qui se rejette dont le rejet est dans l'UH10, alors que la majeure partie de sa consommation d'eau potable se fait à l'extérieur du bassin.

Avec ces hypothèses, ce sont au total, **3 994 262 m³** qui ont été restitués au milieu naturel en 2021.

Le graphique suivant montre l'évolution des rejets estimés entre 2010 et 2021.

Figure 19 : répartition mensuelle des rejets de STEP (en m³/an)



Les cartes suivantes montrent la répartition spatiale de ces rejets pour l'année 2021 par commune et par UH.

L'UH10 est l'unité dont la somme des rejets de STEP est la plus importante du fait de sa position aval.

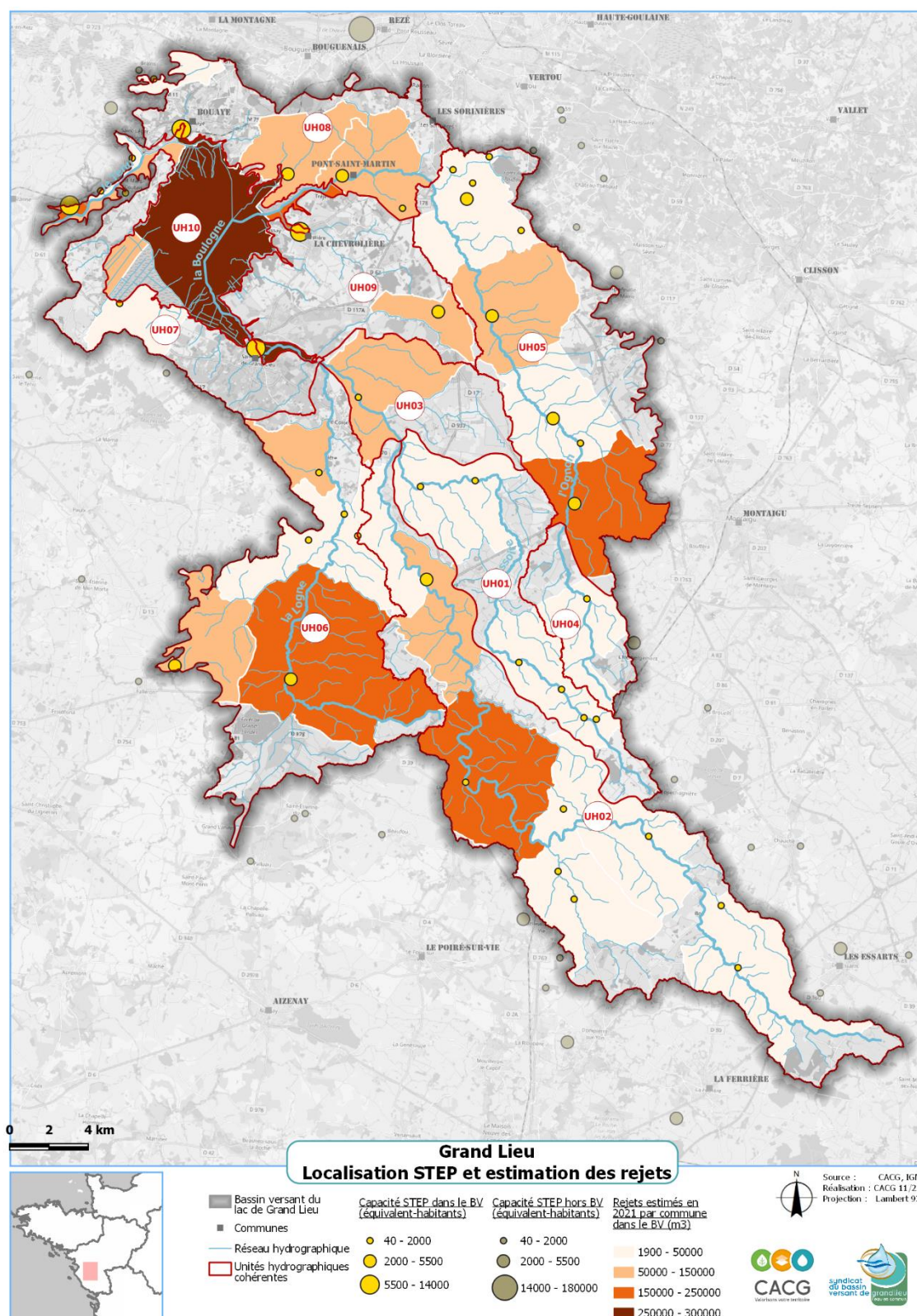


Figure 20 : Localisation des STEP sur le BV et estimation des rejets en 2021 par commune
(Sources : SGLE, AELB, INSEE)

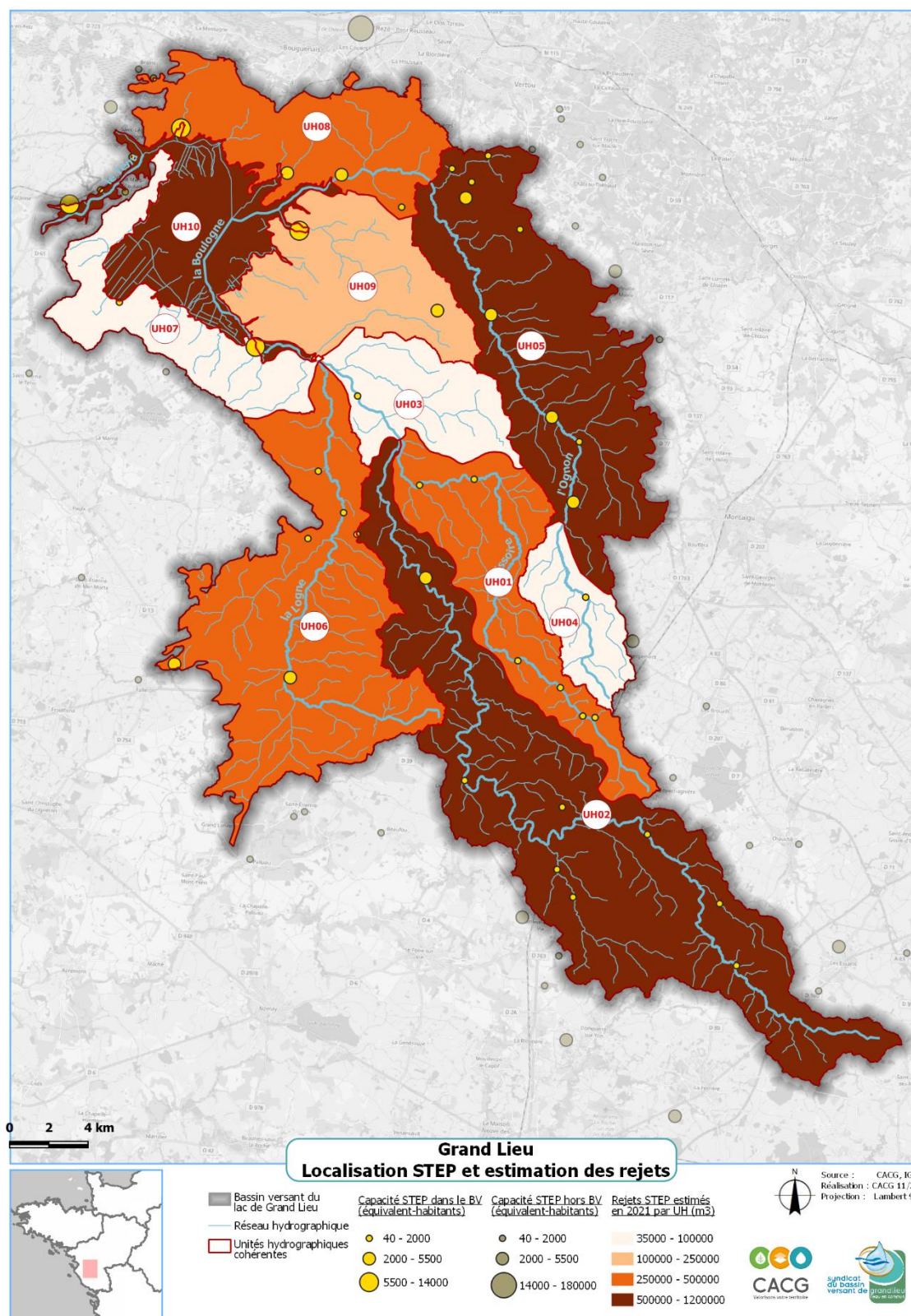


Figure 21 : Estimation des rejets en 2021 par UH (Sources : SGLE, AELB, INSEE)

3.2.4.2 Systèmes d'assainissement non collectifs

Les différents EPCI du BV ont réalisé une synthèse du nombre d'installations d'assainissement non collectif (ANC) par commune sur leur territoire. Au total, ils recensent 11 658 installations en 2019.

Sous l'hypothèse de 2 personnes par système d'ANC, et en fonction de la consommation annuelle d'eau potable par habitant issue de l'analyse précédente (150 l/j/hab), on évalue à 1 276 645 m³ le rejet d'eaux usées épurées via l'ANC, soit environ **23% du volume d'eau potable consommé**. Considérant que ces rejets ponctuels diffus de faibles débits n'influencent pas directement les débits des cours d'eau (car ils n'atteignent peu ou pas les cours d'eau), ils ne sont pas comptabilisés dans la suite des bilans des influences par UH.

3.2.5 Bilan du petit cycle de l'eau

Au total sur le territoire,

- entre 305 063 et 1 650 992 m³ sont prélevés via les puits domestiques tous usages confondus avec un taux de retour au milieu estimé à 80% ; la part de ces prélèvements utilisée comme eau « potable » est difficile à évaluer, aussi, ces prélèvements ne sont pas intégrés dans le bilan du petit cycle de l'eau,
- environ 4,4 Mm³ d'eau potable prélevée hors bassin versant sont consommés via le réseau AEP,
- environ 4 Mm³ retournent au milieu naturel via les rejets de stations d'épuration,
- environ 1,3 Mm³ retournent au milieu naturel via les installations d'assainissement non collectif (qui rejettent sur le BV).

Le bilan des prélèvements et des rejets sur le bassin de Grand Lieu est donc bénéficiaire d'un volume d'eau compris entre 4 Mm³ (rejets STEP) et 5,3 Mm³ (rejets STEP + rejets ANC) réparti de façon plutôt homogène sur l'année.

3.2.6 Industrie

Les données de la BNPE montrent que les volumes concernés par cet usage de l'eau sont faibles en regard des autres usages.

De plus, les données BNPE correspondent à des prélèvements d'eau brute dans le milieu naturel (superficiel et souterrain). Or, il est communément admis que l'industrie ne consomme qu'une faible partie de l'eau prélevée et en rejette au milieu une part importante (eau de refroidissement, de process, ...). Il est également admis que, dans la majorité des cas, les rejets se font proches des prélèvements. Nous nous attacherons donc ici à déterminer et cartographier les prélèvements nets pour l'industrie qui correspondent aux prélèvements bruts moins les rejets.

Vu le faible enjeu lié à cet usage sur le territoire, nous appliquons un taux de consommation de l'eau industrielle de 7% c'est-à-dire prélèvement net = 7% du prélèvement brut. Ce taux générique est issu d'un guide sur les usages de l'eau dans le bassin Seine-Normandie.

On admet également que la répartition temporelle au cours de l'année est homogène.

Le prélèvement annuel brut pour l'usage industriel s'élève ainsi à 133 360 m³, réparti sur 3 UH : UH02, UH05 et UH09.

UH	Étiquettes de lignes	Volumes bruts (2019)	Volumes nets (2019)
2	USINE DE FRANDEX SAS SNACKS TEAM	4821	337
5	USINE DE MARAIS NANTES SAS	64875	4541
9	USINE DE ATLANTIQUE DE TEINTURERIE SAS	63664	4456

Mais, le territoire comporte également deux sites d'extraction de matériaux sableux (carrières GSM et Lafarge) situés sur les UH03 et UH09 selon la répartition spatiale des surfaces de plans d'eau actuels appliquée aux surfaces autorisées :

	Surface de plan d'eau « carrière » autorisée (ha)	Part de la surface dans chaque UH
UH03	9,38	14%
UH09	57,62	86%
TOTAL	67	

Les 2 sites ont des projets d'extension qui porteront, s'ils sont autorisés, la surface totale de plans d'eau à 80 ha.

Le SGLE a rencontré les représentants de GSM et Lafarge le 14 septembre 2023 afin qu'ils décrivent leur processus d'exploitation et les consommations d'eau associées.

GSM exploite actuellement son site à raison de moins de 300 000 t/an de matériaux extraits (max autorisé de 400 000 t/an). Avec le projet d'extension, le rythme d'extraction est estimé évoluer vers 250 000 t/an en moyenne pour un maximum à 300 000 t/an. L'extraction du sable entraîne des pertes d'eau (assimilées à des prélèvements) de 18 000 m³/an pour l'équivalent de 250 000 t de matériaux.

Lafarge exploite actuellement son site à raison de moins de 250 000 t/an de matériaux extraits depuis 2 ans (max autorisé de 350 000 t/an). Avec le projet d'extension⁵, le rythme d'extraction est estimé évoluer vers 250 000 t/an en moyenne pour un maximum à 300 000 t/an. L'extraction du sable entraîne des pertes d'eau (assimilées à des prélèvements) de 17 500 m³/an pour l'équivalent de 250 000 t de matériaux.

Au final, nous proposons de considérer ces pertes d'eau lors du processus d'extraction des matériaux comme des prélèvements industriels répartis de façon homogène temporellement, et au prorata des surfaces de plans d'eau spatialement.

Il en résulte les prélèvements nets annuels industriels par UH suivants.

⁵ Projet finalement arrêté

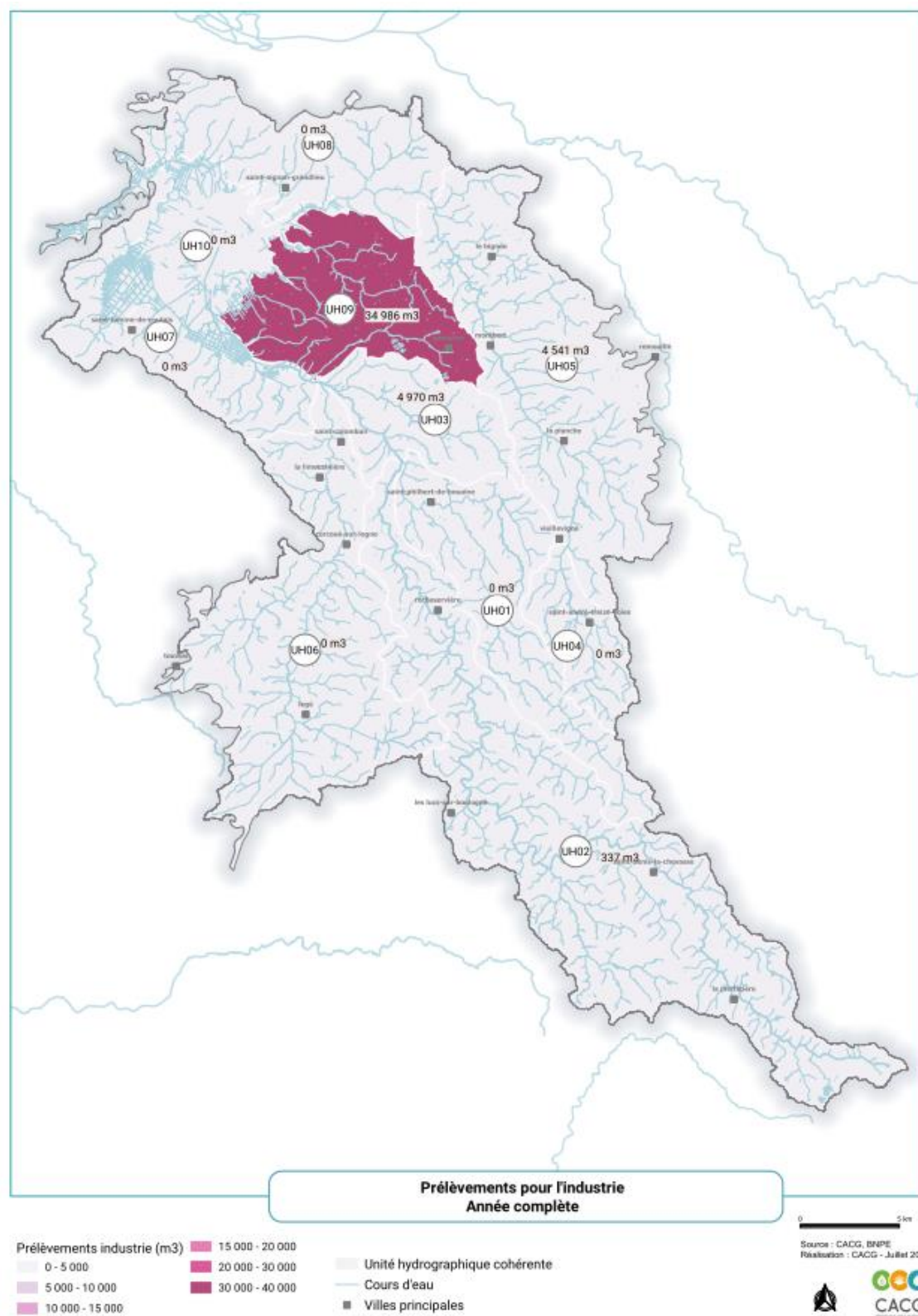
Tableau 9 : volumes prélevés nets pour les activités industrielles en m³ (hors volumes d'eau potable)

		volumes prélevés nets en m ³		
	UH	INDUSTRIE (données BNPE – domaines variables)	CARRIERES (hors données BNPE)	TOTAL INDUSTRIE NET ANNEE
UH01	L'Issoire en amont de sa confluence à la Boulogne	0		0
UH02	La Boulogne en amont de la confluence de l'Issoire	337		337
UH03	La Boulogne de l'aval de la confluence de l'Issoire au lac de Grand-Lieu	0	4970	4 970
UH04	L'Ognon en amont de Vieilleville (amont de la confluence du ruisseau de Marceau)	0		0
UH05	L'Ognon de Vieilleville aux Sorinières	4 541		4 541
UH06	La Logne jusqu'au lac de Grand-Lieu	0		0
UH07	Cours d'eau sur socle affluents du lac de Grand-Lieu au sud et à l'ouest	0		0
UH08	L'Ognon des Sorinières au Lac de Grand-Lieu	0		0
UH09	Cours d'eau en zone sédimentaire affluents du lac de Grand-Lieu à l'est	4 456	30530	34 986
UH10	Lac de Grand-Lieu	0		0
	TOTAL	9 335	35 500	44 835

Le bilan des prélèvements nets pour les usages industriels est donc de 45 000 m³.

La carte suivante illustre le prélèvement net lié à l'usage industriel et sa répartition spatiale.

Figure 22 : prélèvements industriels nets



3.2.7 Prélèvements pour l'abreuvement des animaux d'élevage

3.2.7.1 *Contexte*

Le bassin versant de Grand Lieu est une zone de polyculture poly élevage, avec des élevages de ruminants (bovins lait, viande et caprins) plutôt au nord et à l'Ouest du bassin, et une concentration importante de productions de monogastriques (volaille principalement) au sud et sur la limite Est du bassin. L'élevage de bovins joue un rôle important notamment pour l'entretien de la zone de marais autour du lac de Grand Lieu.

Les consommations d'eau d'abreuvement de ces animaux constituent l'un des usages agricoles de l'eau.

3.2.7.2 *Principe de calcul*

La base de données sur les prélèvements de la BNPE ne fournit pas de données quant au volume destiné à l'abreuvement des animaux d'élevage (comme vu au §3.1.1). Ce volume doit donc être reconstitué. On utilise la méthode suivante :

- Caractérisation de la taille des cheptels par catégorie d'animaux et par UH (données su RA 2020),
- Caractérisation des consommations unitaires par animaux,
- Calcul des volumes consommés par multiplication des consommations unitaires par les nombres d'animaux.

3.2.7.3 *Effectifs d'animaux par UH*

Nous partons des effectifs d'animaux sur le bassin versant, issus du RA 2020 et fournis par le SRISE. Les données d'effectifs ont été récupérées à la maille « groupe de communes » comme expliqué au § 3.1.2. Ces données sont soumises à un traitement en deux étapes.

- Secret statistique

Les données sous secret statistique sont reconstituées au prorata de la SAU du groupe de communes considéré en partant de la donnée d'effectif pour le groupe de communes « Grand Lieu ». A noter que ces données sous secret ne concernent pas les groupes bovins qui sont de loin les plus grands consommateurs d'eau avec plus de 80% du total (voir dans ce qui suit).

Cette méthode a, en revanche, tendance à surestimer les effectifs d'animaux dans les UH couvertes par le secret. Cela s'explique par le fait qu'une absence de données (certainement due à la présence de moins de deux exploitations dans cette catégorie, donc peu d'animaux) est remplacée par une donnée calculée et basée sur un effectif moyen d'animaux par unité de SAU. Cela a été corrigé en appliquant un ratio de manière à ce que la somme des effectifs par UH soit proche de l'effectif total du bassin versant.

- Effectifs de jeunes

Les données du RA ne donnent des effectifs que pour les totaux de chaque catégorie et pour les animaux adultes. Les effectifs de jeunes sont calculés en soustrayant du total de la catégorie les adultes. Par exemple pour les bovins :

$$\text{Effectif de jeunes (veaux, génisses, etc.)} = \text{total bovins} - \text{vaches laitières} - \text{vaches allaitantes}$$

- Conversion à l'échelle des UH

Les effectifs correspondant aux unités hydrologiques sont ensuite calculés au moyen de ratios surfaciques selon la formule suivante :

$$\text{Effectif UH} = \text{effectif groupe de communes} * (\text{SAU UH} / \text{SAU groupe de communes})$$

Les effectifs calculés par UH sont présentés dans le tableau suivant.

	BVGL	UH01	UH02	UH03	UH04	UH05	UH06	UH07	UH08	UH09
total bovins	64 950	8 232	22 480	3 460	3 085	10 084	11 198	3 269	943	3 879
vaches laitières	18 238	1 879	5 132	1 282	704	3 909	2 426	1 175	164	1 438
Vaches allaitantes	9 013	1 429	3 903	394	536	754	1 866	227	234	442
veaux génisses laitières, veaux de boucherie, taureaux	28 686	3 494	9 542	1 389	1 309	4 666	5 040	1 639	311	1 558
total ovins	3 281	850	2 322	121	319	73	659	0	65	136
Brebis mères laitières	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brebis mères allaitantes	2 130	555	1 516	79	208	66	393	0	42	88
agneaux, béliers	1 151	295	805	42	111	6	267	0	23	48
total caprins	5 630	997	2 723	208	374	1 115	650	187	112	233
Chèvres	3 679	708	1 932	136	265	376	418	122	73	152
chevreaux, boucs	1 951	289	790	72	108	739	232	65	39	81
total équins	425	16	42	35	6	59	70	24	178	39
juments selle	75	4	12	6	2	6	21	4	16	7
juments lourdes	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
poulains, mâles	344	11	30	28	4	54	49	19	161	32
total porcins	25 271	4 286	11 704	1 497	1 606	3 389	3 816	331	0	1 679
truies	1 710	272	743	105	102	291	301	95	0	118
porcelets, porcs vérats	23 561	4 014	10 962	1 392	1 504	3 098	3 516	236	0	1 561
total volailles	2 798 874	402 432	1 098 917	291 071	150 807	370 283	545 145	69 833	2 430	326 342
poules pondeuses d'œufs de consommation	336 644	21 394	58 421	19 655	8 017	147 615	35 519	11 203	6 696	22 037
poulets de chair et coqs	1 010 879	202 898	554 052	24 355	76 034	54 581	260 225	11 722	33 511	27 306
autres (canards, dindes, pondeuses)	1 451 351	178 140	486 444	247 061	66 756	168 086	249 401	46 908	-37 777	276 999
lapines mères	5 182	811	2 215	318	304	1 868	911	0	0	357
lapines + lapereaux	5 182	811	2 215	318	304	1 868	911	0	0	357

Tableau 10 : effectifs d'animaux d'élevage par catégorie et par UH

3.2.7.4 Consommations unitaires des animaux

Les consommations d'eau par animaux utilisées dans cette étude sont celles qui ont été estimées par la chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire (CRAPL). Elles sont exprimées en litres par jour et par animal.

Catégories d'animaux	Consommations unitaires (L/jour)
Vaches laitières (eau de boisson + lavage fuites etc.)	118
Vaches allaitantes	65
Veaux génisses laitières, veaux de boucherie, taureaux	40
Brebis mères laitières	10
Brebis mères allaitantes	5,5
Agneaux, béliers	3
Chèvres	12
Chevreaux, boucs	3
Juments selle	35
Juments lourdes	55
Poulains, mâles	20
Truies	23,8
Porcelets, porcs vérats	5,05
Poules pondeuses d'œufs de consommation	0,25
Poulets de chair et coqs	0,17
Autres volailles (canards, dindes, pondeuses)	0,3
Lapines + lapereaux	0,8

Tableau 11: consommations unitaires d'eau par catégorie d'animaux d'élevage (source CRAPL)

Les consommations journalières sont pondérées selon les mois de l'année dans le tableau suivant.

	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Herbivores	110%	110%	110%	50%	60%	80%	170%	170%	110%	60%	60%	110%
Autres animaux	80%	80%	80%	80%	110%	120%	150%	150%	110%	80%	80%	80%

Tableau 12: pondération des consommations en eau de boisson par les animaux d'élevage selon la saison (source : Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne)

3.2.7.5 Volumes par UH

Le volume d'eau prélevé pour l'abreuvement des animaux est calculé en croisant les effectifs d'animaux par UH et leur consommation.

Les consommations d'eau « agricoles » sur les réseaux AEP ont été approchées avec les syndicats d'eau. Ces volumes d'eau potable sont soustraits du total pour déterminer le volume prélevé directement dans le milieu pour l'abreuvement des animaux d'élevage.

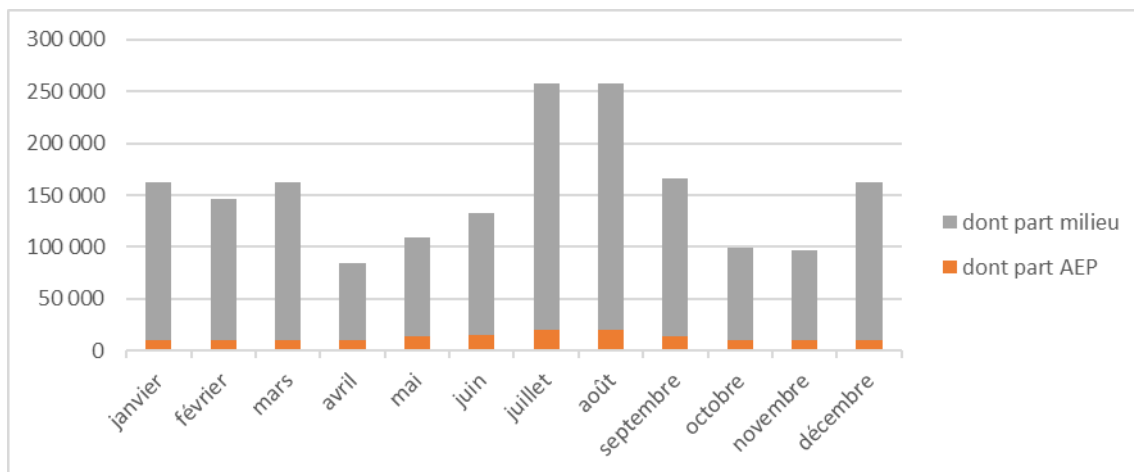


Figure 23 : volumes moyens mensuels d'eau prélevés par les élevages du bassin versant Grand Lieu

UH	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septem bre	Octobr e	Novem bre	Décem bre	Année
01	17 066	15 230	17 066	8 019	10 210	12 732	26 733	26 733	16 825	9 803	9 425	17 066	186 909
02	47 235	42 221	47 235	22 530	28 749	35 714	74 185	74 185	46 814	27 400	26 369	47 235	519 869
03	10 171	9 169	10 171	5 588	7 307	8 736	16 418	16 418	10 605	6 512	6 296	10 171	117 562
04	6 309	5 621	6 309	2 919	3 708	4 642	9 856	9 856	6 187	3 587	3 446	6 309	68 750
05	26 219	23 598	26 219	12 629	16 067	20 003	41 221	41 221	26 107	15 269	14 748	26 219	289 519
06	24 578	22 163	24 578	12 609	16 250	19 844	39 114	39 114	25 013	14 965	14 470	24 578	277 275
07	7 859	7 074	7 859	3 610	4 539	5 747	12 246	12 246	7 705	4 425	4 274	7 859	85 442
08	849	675	849	-148	-308	-144	1 006	1 006	442	40	9	849	5 124
09	11 224	10 100	11 224	6 085	7 945	9 524	18 070	18 070	11 642	7 121	6 879	11 224	129 108
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BV													
GL	151 510	135 852	151 510	73 839	94 467	116 797	238 850	238 850	151 339	89 121	85 915	151 510	1 679 560

Tableau 13 : volumes prélevés dans le milieu par les élevages du bassin versant de Grand Lieu, par UH

Le bilan des prélèvements nets liés à l'abreuvement est de 1.7 Mm³, avec une forte proportion en juillet / août.

3.2.8 Prélèvements d'irrigation

3.2.8.1 *Contexte*

Le bassin de Grand Lieu se démarque sur le plan agricole par la présence importante du maraichage, qui pèse lourd dans la superficie irriguée et les volumes correspondants.

Les surfaces maraichères et les pratiques d'irrigation correspondantes devront donc être caractérisées de la manière la plus précise possible.

3.2.8.2 *Principe de calcul*

Nous travaillons avec les volumes de prélèvement, à l'échelle des UH, connus au pas de temps annuel d'après 2 types de données : base de données du SGLE sur les plans d'eau et BNPE pour les prélèvements hors plans d'eau. Ces volumes doivent être distribués au pas de temps mensuel qui est le pas de temps choisi pour cette étude et pour apprécier la variabilité infra annuelle.

La procédure pour déterminer la répartition mensuelle est la suivante :

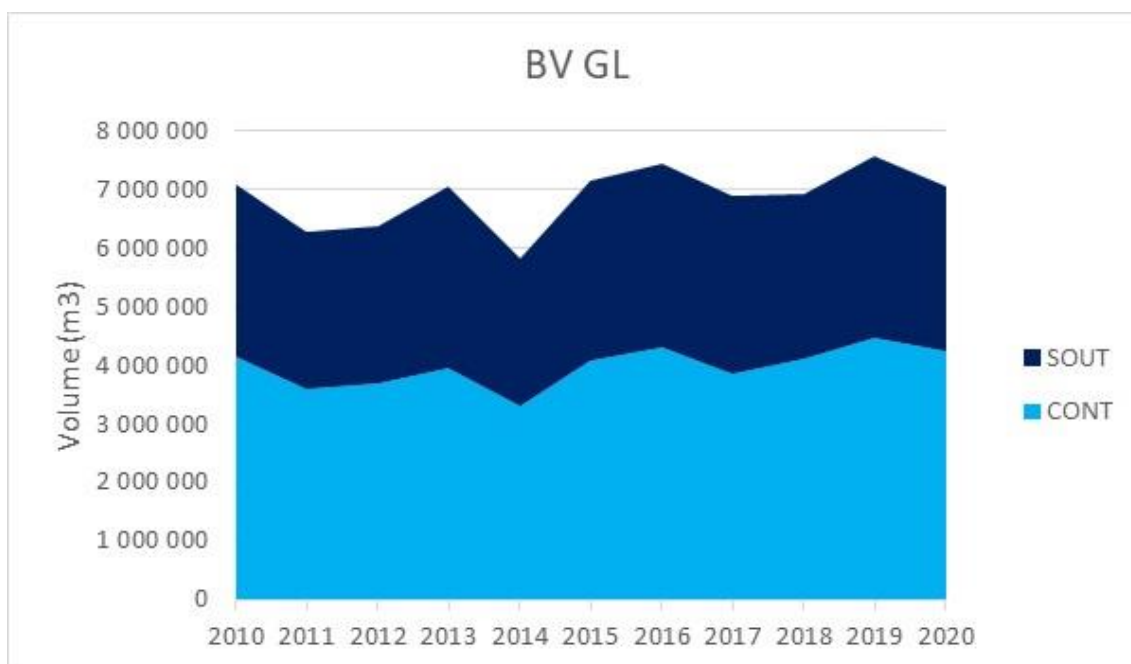
1. Caractériser les principales cultures irriguées par UH et leurs surfaces respectives
2. Reconstituer des courbes de besoin en eau de ces cultures au pas de temps mensuel
3. Décomposer le volume par UH (entre sa partie plans d'eau et sa partie hors plans d'eau) en fonction des surfaces de cultures irriguées et des courbes moyennes de consommation en eau de ces cultures.

A noter que les productions maraichères ont fait l'objet d'un traitement à part avec les organisations professionnelles du territoire (statistiques et dires d'expert fournis par le Comité Départemental de Développement Maraicher).

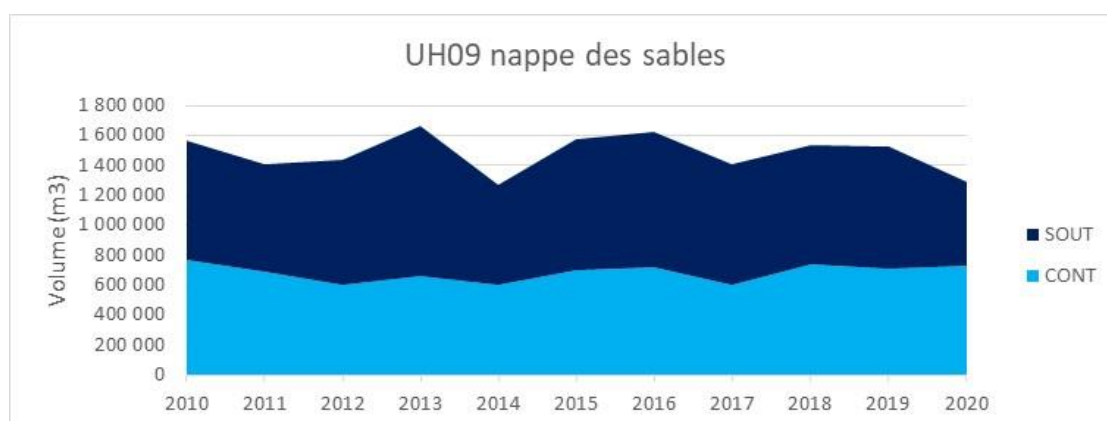
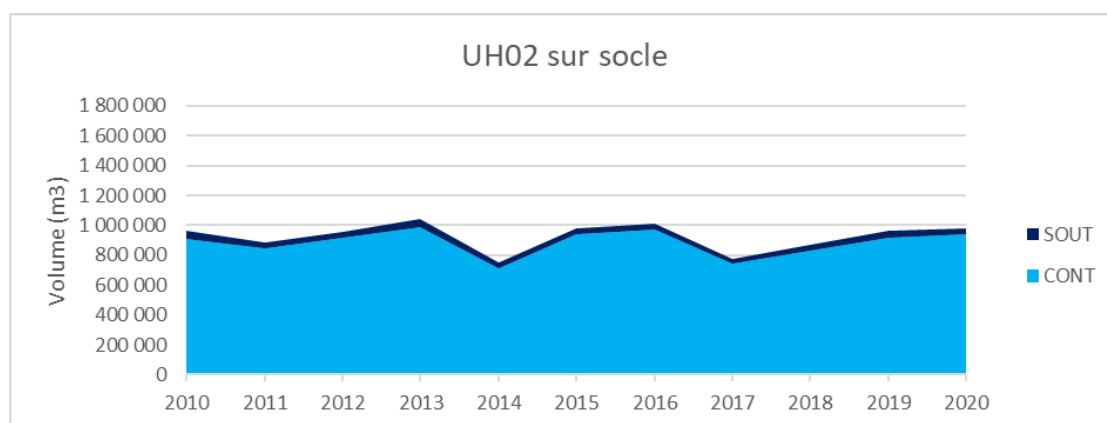
3.2.8.3 *Données de la BDD prélèvements*

La BDD prélèvements fournie par le SGLE donne un prélèvement moyen d'eau d'irrigation de 6 873 512 m³ (moyenne 2010-2020).

Ce volume se répartit de la manière suivante entre les eaux superficielles (CONT pour continentales sur les graphiques) et souterraines :



Avec une grande diversité entre les UH amont (sur socle) et aval (sur nappe des sables) comme le montrent les graphiques suivants :

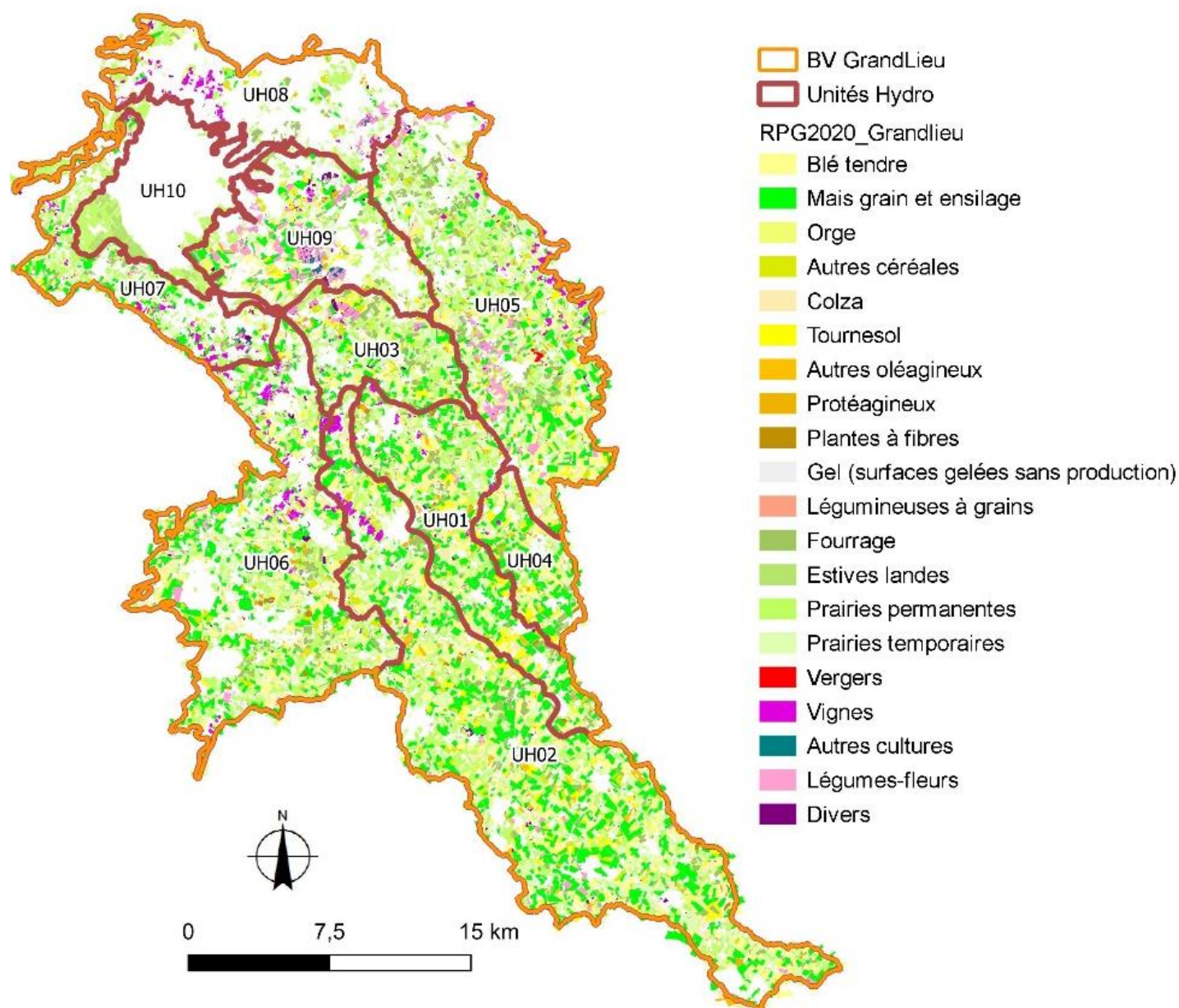


Dans la suite de l'étude, dans une approche majorante pour le secteur socle, les prélèvements en eaux souterraines sont considérés comme influençant les écoulements des cours d'eau à part entière.

3.2.8.4 Données du registre parcellaire graphique

Le RPG ne permet pas de distinguer les cultures irriguées des cultures pluviales (i.e. non irriguées). Cependant, c'est une représentation cartographique (basée sur les télédéclarations PAC) qui permet de se figurer l'assolement (part relative de chaque culture ou groupe de culture) et la part de la SAU dans les unités hydrographiques.

Figure 24 : Registre Parcellaire Graphique (2020) sur le bassin versant et UH



Le tableau suivant représente les superficies par groupe de cultures et par UH.

	UH01	UH02	UH03	UH04	UH05	UH06	UH07	UH08	UH09	UH10	TOTAL
Prairies permanentes	919	3 296	725	284	2 047	2 287	882	640	685	1 188	12 954
Maïs grain et ensilage	1 527	4 133	560	593	1 404	2 007	602	132	608	12	11 578
Prairies temporaires	785	2 207	670	242	1 846	1 468	671	297	468	20	8 674
Blé tendre	945	2 514	340	423	1 117	1 292	119	60	298	5	7 113
Fourrage	411	786	368	143	855	673	183	139	218	2	3 777
Autres céréales	162	452	125	70	362	290	47	80	120	2	1 711
Orge	132	572	123	97	290	251	37	15	156	0	1 674
Tournesol	317	560	113	150	204	94	31	9	120		1 598
Légumes ou fleurs	23	138	134	3	420	107	37	77	472	0	1 410
Colza	202	375	10	57	220	323	38	2	138	0	1 364
Vignes	80	189	21	16	188	340	208	208	16	0	1 266
Divers	67	132	87	28	144	132	49	37	148	3	826
Estives et landes	1	1	1	0	18	0	60	1	31	389	502
Protéagineux	84	52	29	36	51	133	15	16	49		464
Gel (surfaces gelées sans production)	26	44	17	2	31	80	13	84	147	8	451
Autres oléagineux	29	195	5		5	22	1		2		259
Plantes à fibres	36	47		8		44			6		141
Autres cultures industrielles	3		4		0	0	11	4	36		58
Vergers					45	0			2		48
Légumineuses à grains		5					4		20		29
TOTAL	5 748	15 696	3 334	2 154	9 246	9 543	3 010	1 799	3 738	1 630	55 898

Tableau 14 : surfaces par groupe de culture et par UH (source RPG)

On remarque une présence importante du maraichage au droit de la nappe des sables dans les UH09 et nord de l'UH03. Les superficies de maraichage sont également importantes et concentrées au sud-ouest de l'UH05, à l'est de l'UH08, ainsi que dans l'UH02 (qui est la plus vaste) mais de manière plus diffuse.

On déduit de ces chiffres qu'environ 35% du maïs (grain et fourrage confondus) est irrigué sur le territoire.

3.2.8.5 Données du Recensement Général Agricole (RGA) 2020

Les données du Recensement Général Agricole 2020 permettent de connaître l'assolement d'un territoire et de distinguer les cultures irriguées des cultures pluviales (i.e. non irriguées). Les données du RGA 2020 (superficies irriguées par culture) ont été récupérées pour deux mailles géographiques différentes :

- Les masses d'eau DCE (RGA_ME-DCE), avec un découpage mal adapté aux UH (cf. présentation des bases de données) mais avec un niveau de détails sur les cultures important,
- Les groupes de communes (RGA_communes) correspondants aux UH, avec un niveau de détails moins précis sur les cultures (regroupées par type).

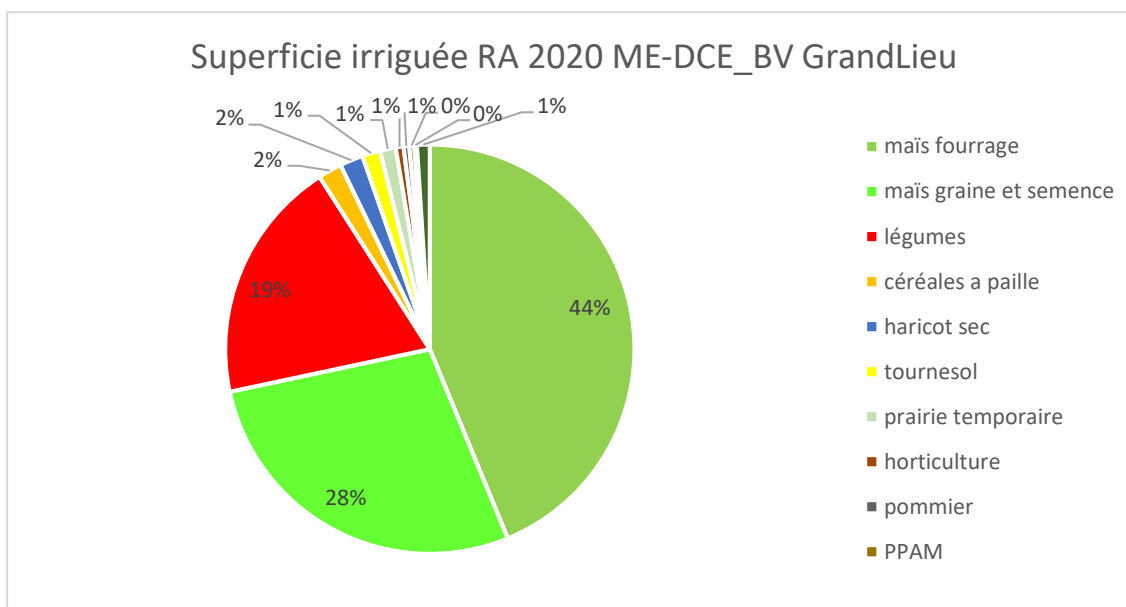


Figure 25 : superficies irriguées à l'échelle du BV Grand Lieu (RA 2020 extrait selon les ME-DCE)

En analysant les données du RGA_ME-DCE on constate que **le maïs représente plus de 70% de la surface irriguée ; le maraîchage près de 20%, les autres cultures (tout confondu) moins de 10%**. Il convient de préciser que ces données sont dépendantes de la conjoncture 2020 (climat, assolement) et qu'elles peuvent donc varier légèrement selon les années. Cependant, les variations inter-annuelles restent relativement faibles et ne remettent pas en cause les proportions observées ci-dessus ; ce sont, par ailleurs, les seules données disponibles sur les superficies irriguées.

Les données du RA 2020 à l'échelle des communes et agglomérées par groupe de communes ont été obtenues par une requête auprès du SRISE. Les groupes de communes ont été constitués pour correspondre aux UH, comme expliqué au § 3.1. Les superficies irriguées sont connues par groupe de cultures ; or, il est important de connaître les superficies des principales cultures irriguées au sein de ces groupes – le maïs en particulier (les légumes faisant l'objet d'une approche séparée). Nous utilisons pour cela des ratios calculés sur la base des données du RGA_ME-DCE : le maïs irrigué représente respectivement, à l'échelle du BV Grand Lieu, 92% et 94% des surfaces de céréales irriguées et de fourrages irrigués. Ainsi, les superficies irriguées à l'échelle du bassin versant de Grand Lieu (ratio surfacique SAU irriguée groupe de communes / SAU irriguée bassin versant) sont les suivantes :

Total SAU irriguée dont	5 873	100%
Fourrages annuels	2 668	45%
<i>Dont maïs</i>	2 514	43%
Céréales	1 761	30%
<i>Dont maïs</i>	1 626	28%
Légumes frais, plants de légumes, melons ou fraises	991	17%
Prairies	147	3%
Protéagineux et légumes secs pour leur graine	129	2%
Oléagineux	77	1%
Fleurs et plantes ornementales	47	1%
Autres*	52	1%

* PPAM, cultures fruitières, vignes, pommes de terre, plantes à fibres et plantes industrielles diverses, jachères

Tableau 15 : superficies irriguées du BV Grand Lieu (RGA 2020)

La superficie irriguée totale est de 5873 ha sur 54 268 ha de SAU soit 11%, supérieur à la moyenne nationale qui se situe en 2020 à 7,3%.

A partir de cette évaluation de surfaces irriguées et des consommations d'eau pour l'irrigation, la dose moyenne apportée à l'hectare sur ce territoire est estimée à 1 170 m³ ; cela recouvrant une forte hétérogénéité entre les cultures.

3.2.8.6 Répartition de la superficie irriguée par UH

Nous repartons des données du RA 2020 à l'échelle des groupes de communes. Ces données doivent être soumises à un traitement sur deux niveaux.

- Secret statistique

Certaines données sont couvertes par le secret statistique pour un ou plusieurs groupes de communes (lignes en orange dans le Tableau 14). C'est le cas lorsque la donnée concerne une ou deux exploitations ou lorsqu'une exploitation représente plus de deux tiers du total.

A noter que pour les PPAM, fleurs et plantes ornementales, vignes et jachères, le secret statistique couvrirait également la donnée à l'échelle de la totalité des communes. L'information a été récupérée dans l'extraction du RGA 2020 à la maille des masses d'eau DCE.

Pour ces groupes de cultures couverts par le secret statistique, la surface totale indiquée dans le tableau ci-dessus a été ventilée dans les sous-groupes de communes concernés par le secret statistique au prorata de leur surface. Cette méthode est acceptable du fait que :

- La superficie concernée est faible (6 % des surfaces irriguées)
- Les cultures concernées ne sont pas celles avec un fort enjeu et/ou marquées géographiquement sur le bassin (maraichage, maïs)

- Conversion à l'échelle des UH

Les données par groupes de communes sont ramenées à l'échelle des unités hydrographiques par ratio surfacique selon la SAU, en utilisant la formule suivante :

$$\text{Surface culture UH} = (\text{surface culture groupe commune} / \text{SAU groupe commune}) * \text{SAU UH}$$

Finalement, le tableau ci-dessous présente les superficies irriguées à l'échelle de l'ensemble du bassin versant et dans les UH après les deux séquences de traitement des données du RA 2020.

	BV Grand- Lieu	UH								
		01	02	03	04	05	06	07	08	09
TOTAL SAU irriguée dont	5 873	673	1 837	509	252	1 117	727	243	79	570
Maïs fourrage	2 514	416	1 136	201	156	459	246	90	0	225
Autres fourrages	153	25	69	12	10	28	15	5	0	14
Maïs céréale (grain)	1 626	161	438	153	60	301	269	85	0	172
Autres céréales	135	13	36	13	5	25	22	7	0	14
Légumes frais, plants de légumes, melons ou fraises*	991	10	27	93	4	233	137	17	67	104
Prairies	147	16	42	0	6	54	29	26	2	0
Protéagineux et légumes secs pour leur graine	129	32	88	0	12	23	15	9	0	0
Oléagineux	77	10	27	29	4	3	0	0	0	32
Fleurs et plantes ornementales	47	0	0	0	0	8	5	2	1	0
Autres**	52	2	6	2	1	7	3	2	0	2

* Les surfaces en maraichage issues du RA ne sont pas retenues pour la suite ; les données fournies par le CDDM étant jugées plus précises – voir plus bas.

** PPAM, cultures fruitières, vignes, pommes de terre, plantes à fibre et plantes industrielles diverses, jachères

Tableau 16 : superficies irriguées l'échelle du BV Grand Lieu (source RA 2020 – traitements CACG)

A noter que les étapes de calcul font que la somme des surfaces par culture et par UH n'est pas exactement égale à la surface sur la totalité du BV. Pour la suite ce sont les surfaces par UH qui sont utilisées puisque l'UH est l'échelle de travail.

La méthode de calcul employée (ratios surfaciques) s'avère satisfaisante pour les productions qui sont homogènement réparties sur le territoire. Ce n'est pas le cas pour les productions maraichères qui sont concentrées dans certaines zones : pour ces productions nous utiliserons les surfaces fournies par les organisations professionnelles (cf. ci-après).

L'UH10 ne fait pas partie de l'analyse des surfaces irriguées. En effet, les terres agricoles qui sont dans cette UH (qui correspond au lac de Grand Lieu et les zones de marais) sont des surfaces pastorales et des prairies permanentes qui ne sont pas irriguées (nappe affleurante et submersion une partie de l'année).

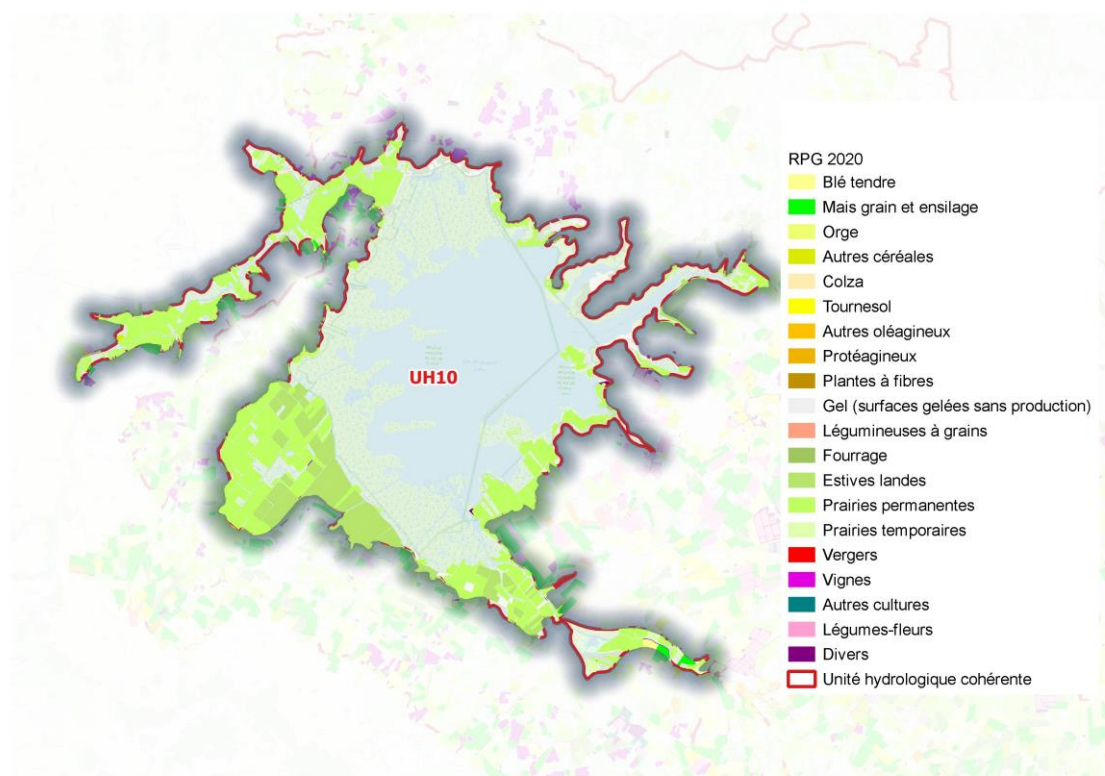


Figure 26 : détail des assolements de l'UH10 – surfaces pastorales et prairies en zone de marais

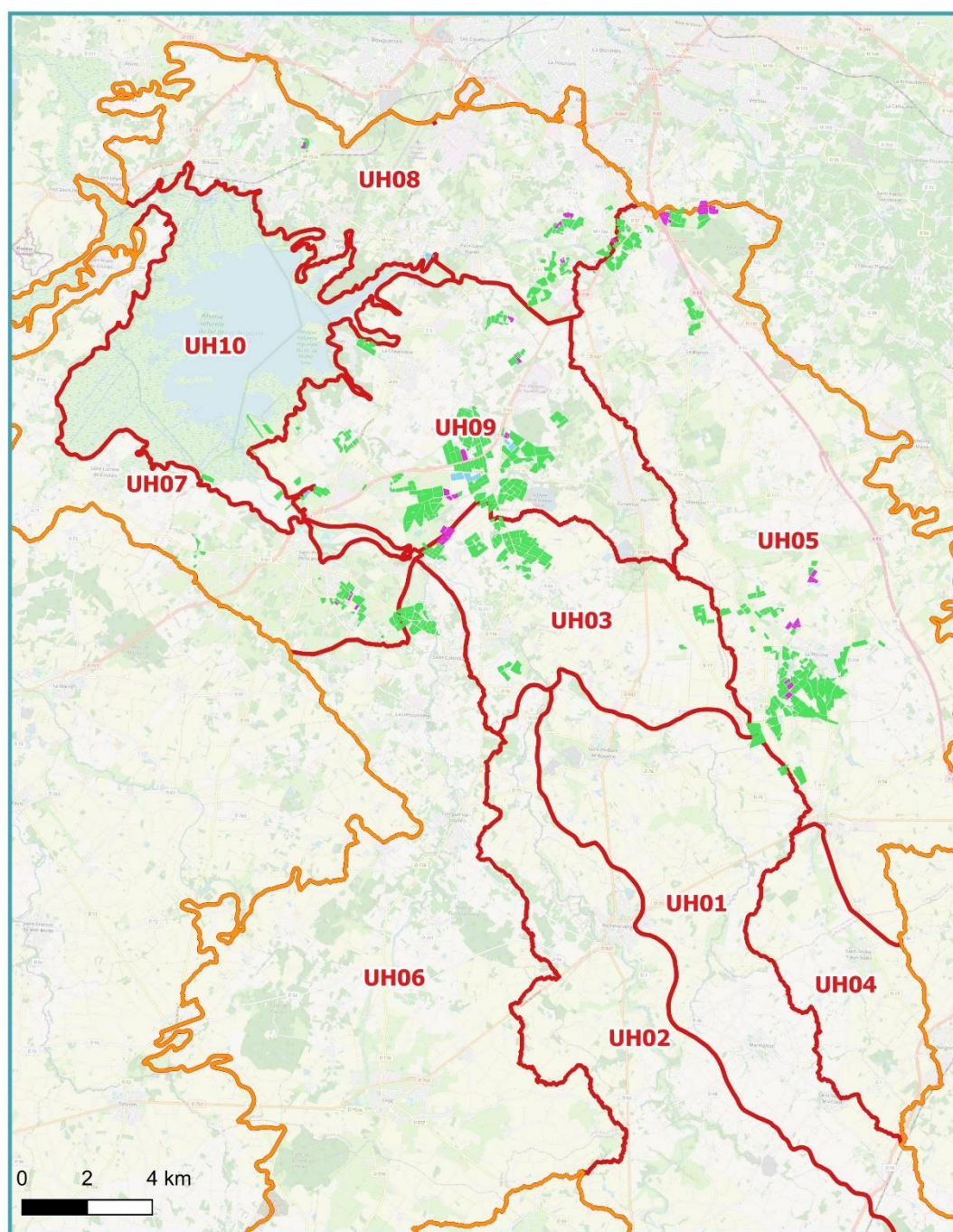
Analyse complémentaire sur les productions maraichères

Il existe en maraichage trois modes de production différents : plein champ (majoritaire), sous grand abri plastique (GAP) et sous serre. Les superficies pour chacun de ces modes de production ont été estimées d'après les données statistiques disponibles (RPG, RA) et d'après les données des organisations professionnelles du territoire (Comité Départemental de Développement Maraîcher et Chambre Régionale d'Agriculture - CDDM).

Le tableau et la figure suivants présentent les superficies par UH fournies par le CDDM.

surfaces en ha	UH01	UH02	UH03	UH04	UH05	UH06	UH07	UH08	UH09	UH10	BV Grand Lieu
Plein champ	21		210		475	56	68	98	505	22	1 455
Grand Abri Plastique			13		50		4	10	22		98
Serre								4	25		29
Total	21	0	223	0	525	56	72	112	552	22	1 583

Tableau 17 : répartition des surfaces de production maraîchère par mode de production et par UH



Légende

Maraichage: Parcelle par type de conduite

GAP

Plein champ

Serre

Unité hydrologique cohérente

Périmètre d'étude



Sources : IGN, BD Carthage, SBRVGL, CDDM44, CACG

Réalisation : CACG PH476 - Avril 2023

Projection : RGF - Lambert 93

Figure 27 : Surfaces de production maraichère par mode de production sur le bassin versant de Grand-Lieu

La différence de superficies de cultures maraichères entre la source CDDM et la source RA2020 s'explique par le fait que la méthode de calcul par ratio surfacique sur les données du RA a eu tendance à sous-estimer les surfaces de maraichage, et par le fait que toutes les surfaces de maraichage ne sont pas déclarées à la PAC (les serres et probablement une partie des 40% de surfaces en maraichage de plein champ qui ne sont pas mises en production sur le cycle estival). Nous travaillons donc pour la suite avec les données de surface fournies par le CDDM, jugées plus précises et exhaustives.

3.2.8.7 Courbe de consommation en eau d'irrigation par culture

Au vu des éléments qui précèdent, les consommations en eau d'irrigation sont étudiées pour deux groupes de cultures qui représentent 97% de la superficie irriguée sur le bassin : les productions maraichères et les grandes cultures (ce second groupe étant principalement composé de maïs grain et fourrage).

Les courbes de consommation en eau ont été construites sur la base des données fournies par les acteurs du territoire.

Grandes cultures

Des données de consommations au pas de temps mensuel ont été récupérées auprès de l'association des irrigants de Grand Lieu. Cette association regroupe entre 70 et 80 irrigants sur 220 irrigants du bassin de Grand Lieu. Une dizaine d'irrigants de profil « grandes cultures » communiquent chaque année depuis plus de 10 ans leurs consommations d'eau.

L'assolement irrigué de cette dizaine d'irrigants est considéré comme représentatif du territoire (majoritairement maïs fourrage, grain, semences et autres cultures en beaucoup plus faible proportion). La courbe de consommations moyennes mensuelles (sur la période 2012-2021) de ces irrigants est la suivante :

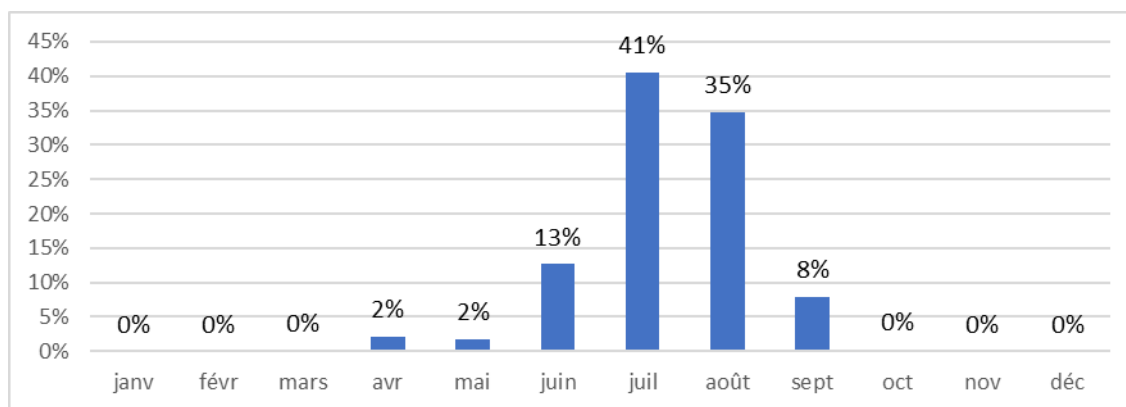


Figure 28 : répartition de la consommation d'eau au pas de temps mensuel en irrigation grande culture – basée sur les données de l'association des irrigants de Grand Lieu

Productions maraichères

Les principales cultures maraichères sont la mâche, le haricot, les jeunes pousses, les radis ; les tomates et les concombres sous serres. Ce sont pour la plupart des plantes à cycle court et plusieurs cultures se succèdent chaque année dans tous les modes de production. Les courbes de consommation ont donc été élaborées par mode de production plutôt que par culture. Elles représentent la répartition de la consommation en eau, pour chaque mode de production, au pas de temps mensuel. Elles sont présentées ci-dessous :

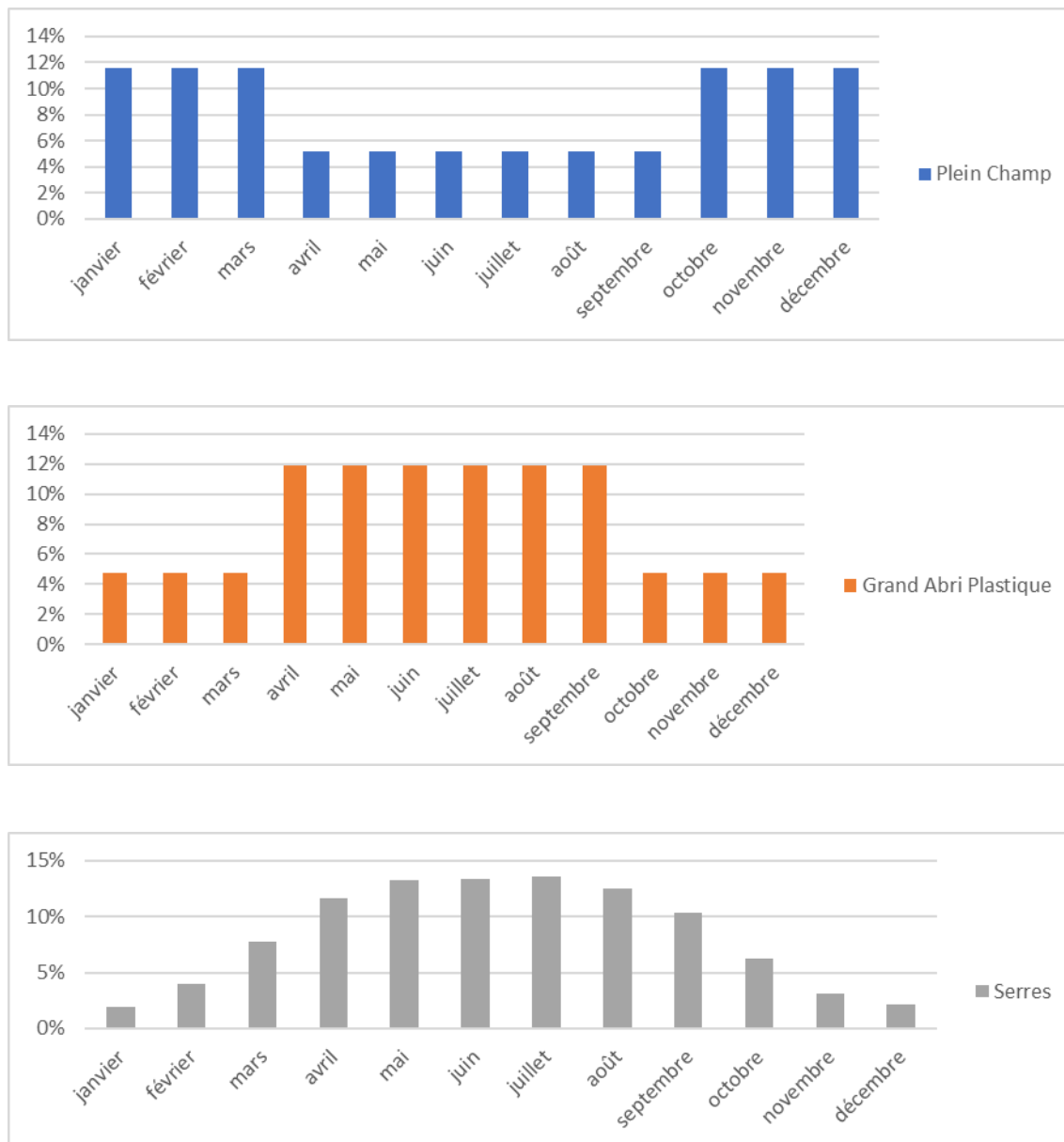


Figure 29: répartition de la consommation d'eau au pas de temps mensuel en productions maraichères selon le mode de production

En plein champ, la plus faible consommation en été (avril - septembre) s'explique par le fait qu'il ne se fait qu'une culture (souvent jeunes pousses) contre deux en hiver (souvent mâche). Par ailleurs, en été, seulement une fraction des terres ($\approx 60\%$) est mise en production, le reste étant semé en couvert végétal. Cela diminue la dose d'irrigation rapportée à l'hectare.

En grand abri plastique, le schéma le plus fréquent est quatre cycles de mâche en été et deux cycles de jeunes pousses ou radis en hiver. Les consommations d'eau sont plus importantes en été.

En serres, les consommations d'eau sont basées sur une production de tomates ou de concombres, qui sont les cultures les plus représentées.

3.2.8.8 Courbes de consommation d'eau d'irrigation par UH

Les volumes annuels consommés pour l'irrigation sont issus de la BNPE. Au sein de ces volumes annuels totaux peuvent être distinguées la part très majoritaire prélevée dans les plans d'eau (dont la source pour les volumes est l'association des irrigants de Grand Lieu) et la part prélevée dans le milieu (déduite de la soustraction volume BNPE – volume consommé depuis les plans d'eau). Cette ventilation selon l'origine du prélèvement est faite dans la suite afin d'identifier l'influence des plans d'eau ; nous cherchons ici à représenter la dynamique de la consommation d'irrigation toutes origines confondues.

Les volumes annuels connus par UH (source BNPE) sont, dans un premier temps, répartis entre les deux groupes de culture selon les superficies et les doses d'irrigation moyennes pratiquées.

Dans un second temps, le volume de chaque compartiment est décomposé au pas de temps mensuel selon les courbes présentées précédemment. Finalement, les volumes au pas de temps mensuel de chaque compartiment sont additionnés afin de représenter la consommation d'eau d'irrigation, toutes productions irriguées confondues, au pas de temps mensuel et à l'échelle de chaque UH.

Nous obtenons pour chaque UH, une chronique de consommation d'eau d'irrigation au pas de temps mensuel de 2010 à 2020. Les moyennes mensuelles ainsi que la courbe de consommation moyenne à l'échelle du bassin versant de Grand Lieu sont présentées ci-dessous.

Moyennes mensuelles 2010- 2020 (volumes en m ³)													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
UH01	2 172	2 172	2 549	9 982	8 023	53 630	169 687	145 396	34 158	3 050	2 172	2 172	435 163
UH02	0	0	1 362	32 561	25 486	190 190	609 320	521 595	119 871	3 169	0	0	1 503 555
UH03	23 208	23 208	23 445	19 109	17 882	46 509	119 356	104 109	34 287	23 756	23 208	23 208	481 285
UH04	0	0	186	4 447	3 481	25 974	83 213	71 232	16 370	433	0	0	205 335
UH05	89 380	89 380	90 198	78 576	74 344	173 299	425 115	372 409	131 051	91 266	89 380	89 380	1 793 777
UH06	6 109	6 109	6 464	11 180	9 341	52 161	161 126	138 320	33 880	6 933	6 109	6 109	443 843
UH07	1 933	1 933	1 966	1 894	1 723	5 702	15 828	13 708	4 003	2 009	1 933	1 933	54 563
UH08	23 141	24 565	27 153	22 545	23 581	25 294	29 569	27 911	22 499	26 106	23 979	23 257	299 600
UH09	85 169	92 081	104 962	90 701	94 079	140 593	258 544	230 152	110 713	100 310	89 237	85 731	1 482 272
TOTAL	231 114	239 450	258 288	270 998	257 944	713 357	1 871 765	1 624 841	506 842	257 041	236 029	231 802	6 699 471

Tableau 18 : moyennes mensuelles (2010-2020) des consommations d'eau d'irrigation par UH

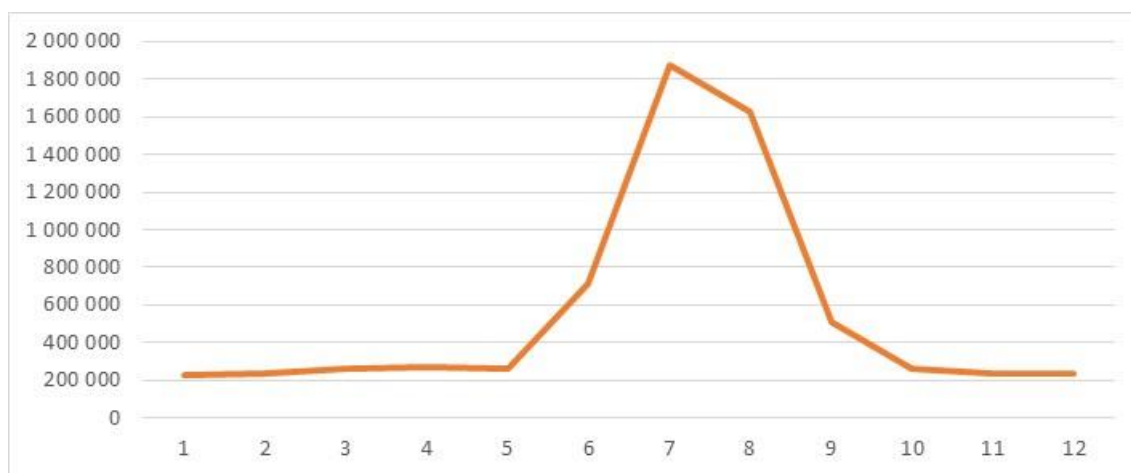


Figure 30 : volumes moyens mensuels des consommations d'eau d'irrigation à l'échelle du BV de Grand Lieu

Cette courbe de consommation moyenne à l'échelle du BV Grand Lieu est marquée par un pic de consommation estival dû à une présence forte du maïs ensilage, maïs grain et maïs semence dans l'assolement irrigué ainsi qu'aux cultures maraichères cultivées sous serre et GAP qui ont des besoins d'irrigation importants entre juin et août.

3.2.9 Influences des plans d'eau

3.2.9.1 Bilans entrée – sortie

Selon « Impact cumulé des retenues d'eau sur le milieu aquatique – Expertise scientifique collective – AFB⁶ », *la réduction du débit moyen annuel est le principal effet mis en évidence du point de vue de l'hydrologie, avec des intensités variant de 0 à 30 %, mais toujours plus importantes les années sèches (jusqu'à 50%) que les années moyennes ou humides. L'analyse de la littérature n'a pu mettre en évidence un indicateur permettant d'évaluer a priori l'effet cumulé des retenues sur l'hydrologie. La densité de retenues ou le volume de stockage cumulé sur un bassin n'ont de sens que sur des zones relativement homogènes (sol, végétation, climat, équipement en retenues).*

L'expertise collective dresse une typologie des retenues selon les usages consommateurs d'eau ou pas :

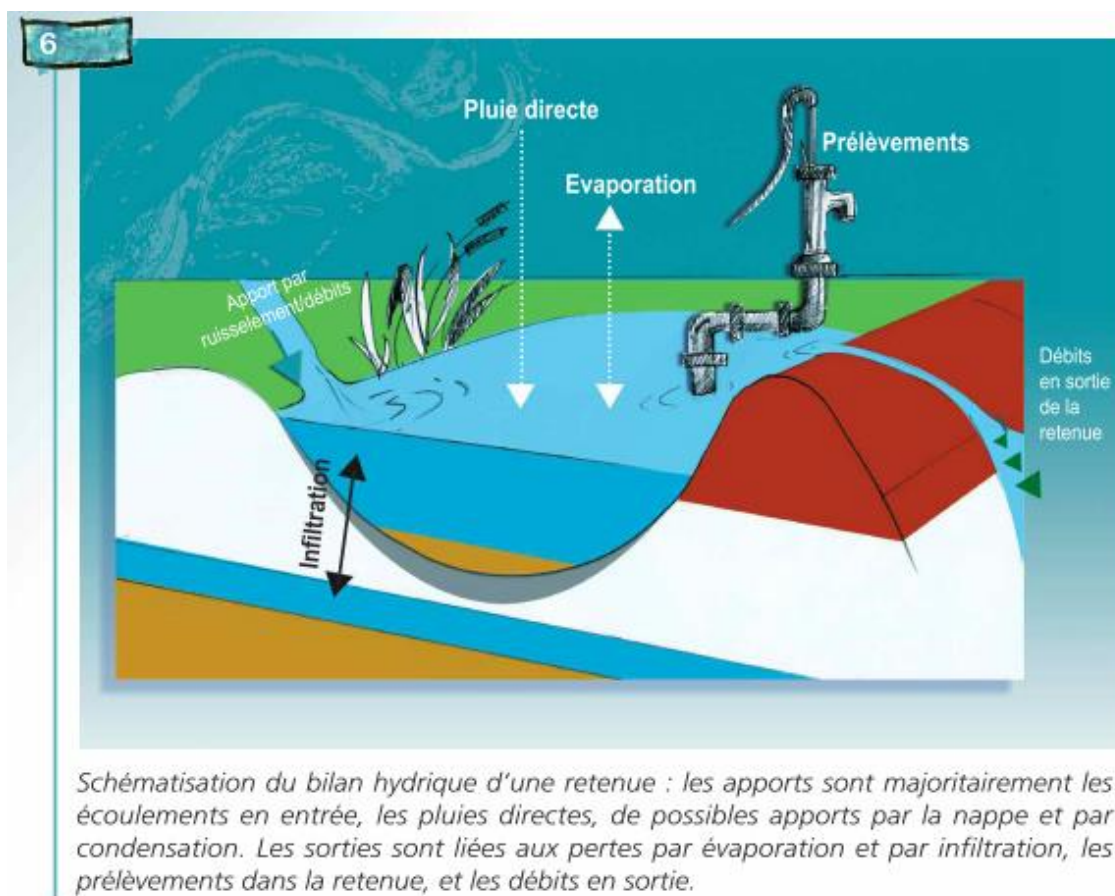
- *Qui ne consomme pas d'eau : attrait paysager, baignade, loisirs nautiques, pêche, mares de chasse ou la pisciculture.*
- *Qui n'en consomme pas à l'échelle annuelle mais influence significativement le régime des débits en stockant et déstockant les flux entrants : hydroélectricité, certains prélèvements industriels, soutien d'étiage,*
- *Qui consomme effectivement l'eau : eau potable, irrigation, abreuvement du bétail.*

Enfin, les effets cumulés des retenues sur l'hydrologie sont caractérisés par

- Les flux en entrée :
 - écoulements en entrée de la retenue ;
 - apports par les précipitations directes à la surface de la retenue ;
 - éventuels apports par la nappe, si les échanges retenue-nappe sont ascendants ;
 - apports par flux de condensation (c.-à-d. une évaporation négative).
- Les flux en sortie :
 - pertes par infiltration si les échanges retenue-nappe sont descendants ;
 - pertes par évaporation ;
 - prélèvements en retenue ;
 - débits en sortie de la retenue.

⁶ Ancien nom de l'OFB

Figure 31 : Schématisation d'un bilan hydrique d'une retenue



La variation du volume dans la retenue est donc égale à la différence entre flux entrants et flux sortants.

Dans le bassin du lac de Grand Lieu, les échanges avec la nappe sont

- négligeables dans la zone de socle,
- importants dans le secteur de la nappe des sables (cf. § hydrogéologie).

Selon l'expertise collective, le flux d'évaporation dépend à la fois des particularités climatiques, des spécificités de la retenue (surface, profondeur, configuration, écoulement ou non) et de celles de son environnement. Les études convergent sur le fait que l'évaporation d'une petite retenue est généralement plus faible que les mesures de pan-évaporation ou celle d'un environnement non lacustre, du fait que l'air au-dessus de la retenue tend à se saturer en humidité, de façon moins efficace cependant que pour les grands lacs. Les valeurs hautes mesurées ou estimées sont souvent de 3 à 5 ou 6 mm/jour. Nous nous attacherons, dans ce qui suit, à modéliser les pertes par évaporation au niveau des plans d'eau de la zone d'étude.

La pluie directe correspond à l'apport d'eau par la pluie directement à la surface d'eau libre de la retenue.

Le débit entrant dans une retenue non connectée aux eaux souterraines dépend

- de sa position dans le bassin versant (le bassin versant amont de la retenue est appelé bassin versant intercepté),

- de sa connexion au cours d'eau,
- et des caractéristiques du bassin (pédologie, géologie, climat, occupation des sols).

Le débit sortant dépend du volume d'eau de la retenue, du débit entrant, des flux d'infiltration et d'évaporation, et des prélèvements éventuels dans la retenue. Selon le mode de gestion le plus répandu (de type fill-and-spill c'est-à-dire qu'elles ne restituent de l'eau que par débordement, quand elles sont pleines), l'impact instantané de la retenue est binaire : la retenue est partiellement vide et elle réduit alors de 100% le ruissellement et le débit entrant, ou elle est remplie à sa capacité maximum, l'effet sur le ruissellement et le débit est alors nul, la retenue restituant à l'aval les volumes entrant.

Les prélèvements dans les retenues sont majoritairement dus à l'irrigation et à l'abreuvement des animaux. Plusieurs approches sont possibles pour les caractériser. Nous avons évalué précédemment les besoins en termes d'abreuvement du bétail. Les besoins en termes d'irrigation seront évalués en fonction d'une caractérisation des assolements irrigués du secteur d'étude, d'une courbe de répartition des consommations d'eau d'irrigation établie selon ces assolements et des conditions climatiques de chaque année en cours (cf. §3.2.8).

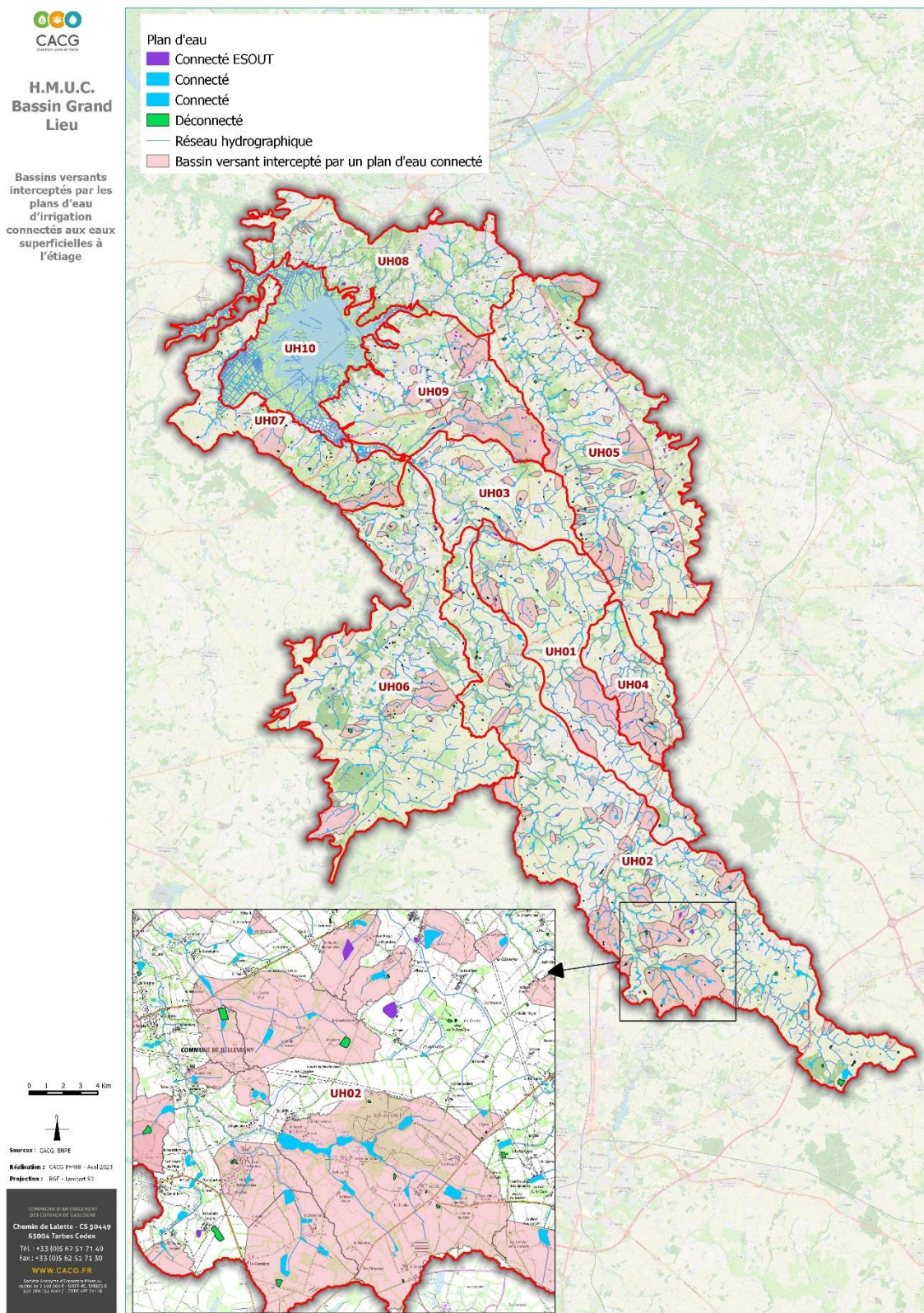
Dans la bibliographie, l'effet sur le débit annuel est le paramètre généralement évalué. *La réduction du débit annuel atteint souvent 20 à 30%. L'impact des retenues sur les débits annuels varie cependant d'une étude à l'autre, sans qu'il soit possible d'établir des liens de causalité entre la diminution du débit annuel et des facteurs simples comme des descripteurs de densité de retenues (en nombre ou en volume), la précipitation annuelle, ou le débit annuel.*

3.2.9.2 Bassins versants interceptés par les plans d'eau

Par analyse du Modèle Numérique de Terrain RGE ALTI® de l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN) sous SIG, on détermine, pour chaque plan d'eau connecté aux eaux superficielles ou mixtes (eaux superficielles et eaux souterraines), le bassin versant intercepté, c'est-à-dire la partie du bassin versant située en amont du plan d'eau, qui contribuera à le remplir. Cette analyse est réalisée pour les plans d'eau d'irrigation supérieurs à 1000 m².

La carte suivante met en évidence le niveau d'interception de chaque UH par les plans d'eau d'irrigation.

Figure 32 : bassins versants interceptés par les plans d'eau d'irrigation



Ainsi, on définit pour chaque bassin versant le taux d'interception surfacique comme le rapport entre le cumul des surfaces de bassins versants interceptés par les plans d'eau et la surface du bassin versant.

Les résultats de l'analyse du taux d'interception surfacique par les plans d'eau connectés d'irrigation figurent dans le tableau suivant.

Tableau 19 : Part de chaque UH interceptée par les plans d'eau connectés (taux d'interception surfacique)

	Surface UH (km ²)	Surface cumulée des bassins versants de plans d'eau connectés d'irrigation (km ²)	Taux d'interception de l'UH par des PE connectés d'irrigation
UH01	73.93	8.55	12%
UH02	207.71	38.96	19%
UH03	43.01	15.05	35%
UH04	27.55	17.99	65%
UH05	133.08	20.84	16%
UH06	144.43	19.5	13%
UH07	48.94	2.78	6%
UH08	69.98	0.47	1%
UH09	69.50	10.26	15%
UH10	61.69	0	0

L'UH03 (La Boulogne, de l'aval de la confluence avec l'Issoire au Lac de grand Lieu) et l'UH04 (L'Ognon en amont de vieillevigne) sont les unités les plus interceptées par les plans d'eau connectés agricoles.

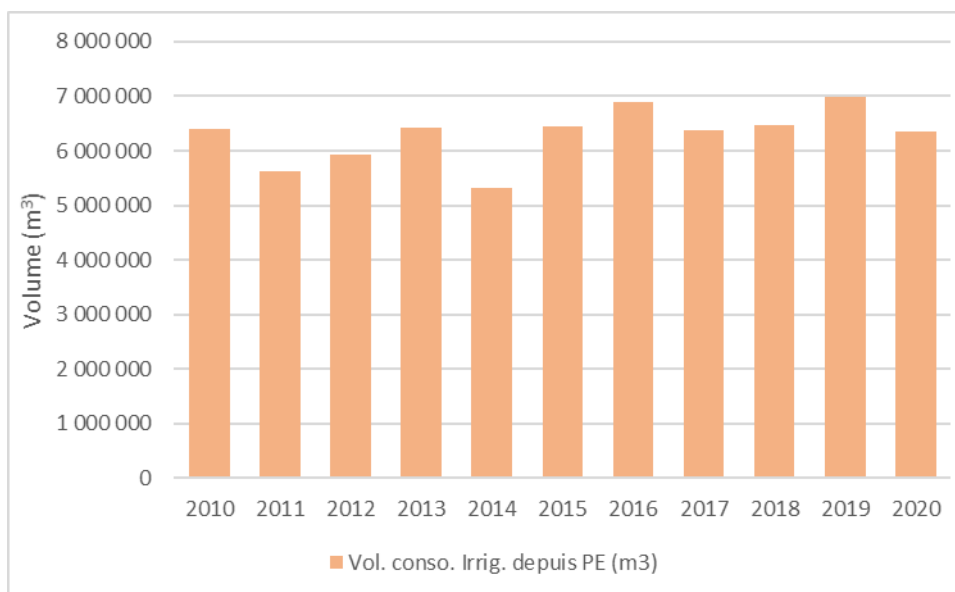
Les UH01, UH02, UH05, UH06 et UH09 ont également des bassins versants interceptés par les plans d'eau d'irrigation dont les surfaces cumulées représentent plus de 10% de la superficie de l'UH.

A l'inverse, les UH07 et UH08 à l'aval du bassin versant avec des topographies très plates ont peu de bassins versants interceptés par les plans d'eau d'irrigation.

3.2.9.3 Usage irrigation depuis les plans d'eau

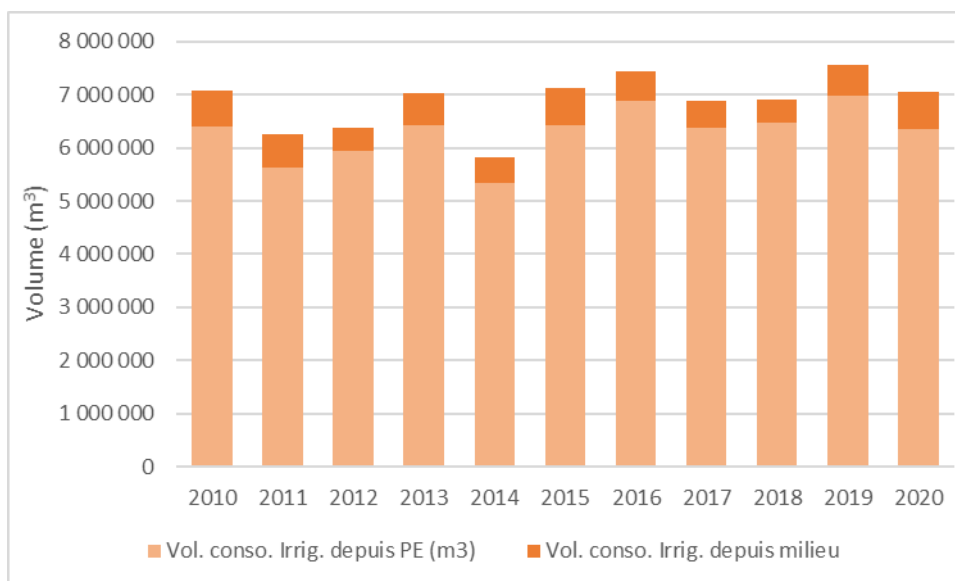
Le SGLE et l'association des irrigants de Grand Lieu ont réalisé une enquête sur les plans d'eau à usage irrigation du bassin et collecté l'historique des volumes consommés depuis les plans d'eau pour la période 2010-2020. Le volume moyen sur la période s'élève à 6,395 Mm³ (pour une consommation moyenne BNPE de 6,873 Mm³ soit en moyenne environ 480 000 m³ prélevés directement dans le milieu pour l'irrigation) avec un minimum en 2014 à 5,421 Mm³ et un maximum en 2019 à 7,118 Mm³.

Figure 33 : volumes d'irrigation consommés depuis les plans d'eau (Source : SGLE – Assoc. des irrigants)



Le graphique suivant met en évidence que la majeure partie de l'irrigation est réalisée depuis des plans d'eau.

Figure 34 : volumes d'irrigation BNPE – distinction plans d'eau / milieu



Ensuite, à partir du travail réalisé sur la base de données plans d'eau quant à leur connexion à la ressource en eau, il est possible d'affecter les plans d'eau en nombres et en volumes d'irrigation par UH et par type de plan d'eau. On considère que la consommation maximale de la chronique disponible (2010-2019) est représentative de la demande en eau d'irrigation du territoire, qu'elle reflète le besoin d'eau d'irrigation en année quinquennale sèche de l'agriculture du territoire. La valeur maximale traduit donc la capacité d'irrigation du territoire. **C'est pourquoi, les volumes consommés de l'année 2019 sont retenus pour caractériser l'usage irrigation.**

Tableau 20 : nombre de plans d'eau d'irrigation par UH et par type de connexion

UH	Connecté aux eaux souterraines	Connecté aux eaux superficielles	Connecté ESUP et ESOUT	Déconnecté	Total UH
UH1	4	18	6	8	36
UH2	12	47	34	18	111
UH3	3	21	5	5	34
UH4	1	8	2	4	15
UH5	15	51	29	26	121
UH6	4	27	4	5	40
UH7		3	1	3	7
UH8	3	6	5	6	20
UH9	23	26	7	6	62
UH10			2		2
Total bassin	65	207	95	81	448

Tableau 21 : volumes consommés pour l'irrigation depuis les plans d'eau par UH et par type de connexion en 2019

UH	Connecté aux eaux souterraines	Connecté aux eaux superficielles	Connecté ESUP et ESOUT	Déconnecté	Total UH
UH01	57 303	233 540	31 900	153 223	475 967
UH02	300 072	687 755	333 562	250 460	1 571 848
UH03	50 110	280 188	223 351	36 141	589 790
UH04		143 244	32 873	63 250	239 366
UH05	73 924	876 821	529 722	439 842	1 920 310
UH06	24 111	265 598	17 420	105 472	412 601
UH07				60 150	60 150
UH08		164 680	83 539	86 754	334 973
UH09	364 648	582 209	347 597	51 997	1 346 451
UH10			40 660		40 660
Total bassin	870 168	3 234 035	1 640 624	1 247 289	6 992 114

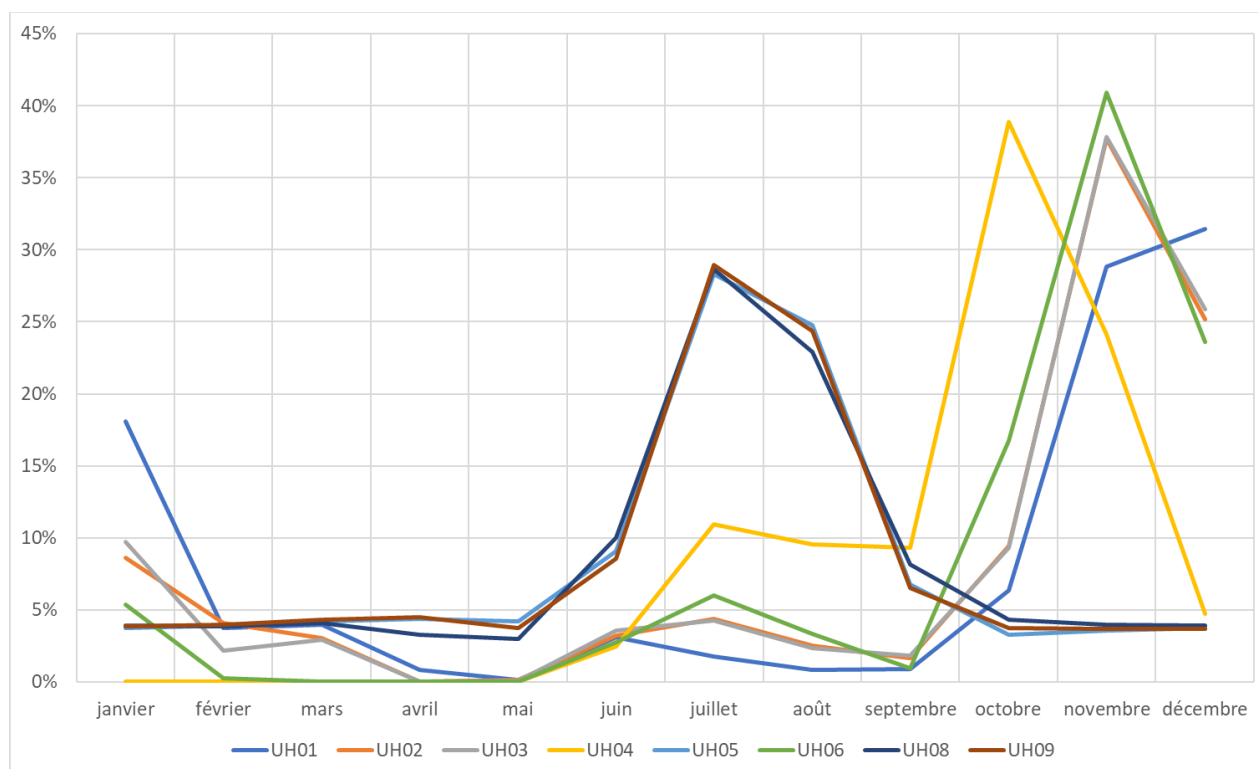
Le total des prélèvements via les plans d'eau d'irrigation est estimé à 7 Mm³ / an (année de référence 2019).

Pour l'ensemble des plans d'eau d'irrigation, la répartition mensuelle des consommations depuis le plan d'eau est obtenue par application de la courbe en Figure 30 présentée au § 3.2.8.8. Mais cette répartition du prélèvement qui est opérée sur le plan d'eau ne correspond pas à l'incidence de l'ouvrage sur les débits du bassin versant puisque tout ou partie de l'eau utilisée pour l'irrigation provient de la ressource stockée, interceptée en hiver-printemps.

Pour les plans d'eau connectés, on évalue donc par UH la répartition des prélèvements (influences sur l'hydrologie) selon une modélisation simplifiée des bilans entrées-sorties. Le graphique suivant présente la répartition moyenne retenue pour chaque UH : on observe la différence entre les UH majoritairement sur socle (UH01 à UH06) dont le « pic » de prélèvement vis-à-vis du milieu est à l'automne lors de la reprise des écoulements, et ceux en contexte de nappe des sables pour lesquels les prélèvements sollicitent directement la ressource, sans déphasage.

A noter que l'UH07 n'est pas représentée car elle ne comprend pas de plan d'eau connecté utilisé pour l'irrigation.

Figure 35 : répartition des influences sur la ressource des plans d'eau connectés par UH



Pour les plans d'eau déconnectés, le prélèvement sur le milieu est effectué en hiver selon la répartition moyenne suivante cohérente avec la reprise des écoulements :

novembre	décembre	janvier	février	mars
4%	3%	39%	38%	15%

3.2.9.4 Estimation des pertes par évaporation à la surface des plans d'eau

Une approche simplifiée de l'évaluation des pertes par évaporation consiste à calculer l'évaporation à la surface des plans d'eau en appliquant, pour chaque mois d'avril à septembre (en octobre $P > ETP$) tout ou partie de l'ETP moyenne au cumul de surface de plans d'eau par UH.

Avec les données de la Roche-sur-Yon et de Nantes-Bouguenais, la perte annuelle moyenne de lame d'eau par évaporation se situe entre 720 mm sans tenir compte de la compensation par la pluie, et 390 mm en considérant la pluie.

Sur le territoire de Grand Lieu, l'analyse du fonctionnement spécifique des plans d'eau connectés selon leur contexte géologique amène à distinguer 2 cas :

- Plans d'eau connectés aux eaux superficielles c'est-à-dire en contexte de socle (connexion aux eaux superficielles) : le niveau du plan d'eau ne remonte généralement pas après prélèvement, car il n'y a pas de connexion aux eaux souterraines. En période d'étiage, le cours d'eau intercepté par le plan d'eau a un ruissellement faible sinon nul, la pluie directe sur son emprise reste dans le plan d'eau, compensant en partie l'évaporation. On retient donc pour le calcul des pertes par évaporation des UH01, UH02, UH04, UH05, UH06 et UH07, la formule suivante

$$EVAP = (ETP - P) * \text{Surface des plans d'eau}$$

- Plans d'eau connectés aux eaux souterraines, c'est-à-dire, le plus souvent, en contexte de nappe des sables : Les prélèvements que ce soit par évaporation ou pour un usage, sont immédiatement compensés par les apports du milieu souterrain, avec pour effet, un niveau du plan d'eau qui remonte. Toute la pluie directe ne compense pas l'évaporation puisque la baisse de niveau entraîne un « appel d'eau » de la nappe pour effectuer un retour à l'équilibre piézométrique local. Ainsi, la pluie ne compense pas systématiquement l'évaporation et la perte par évaporation sur ces plans d'eau peut être encadrée de la façon suivante

$$(ETP - P) * \text{Surface des plans d'eau} \leq EVAP \leq ETP * \text{Surface des plans d'eau}$$

On évalue ainsi les pertes par évaporation à l'échelle du SAGE Grand Lieu (hors lac de Grand Lieu) entre environ

- . 3,34 Mm³ dont 66% liés aux plans d'eau connectés aux eaux superficielles, 18% aux plans d'eau connectés aux eaux souterraines, et 16% aux plans d'eau déconnectés,**
- . et 4,09 Mm³ avec la répartition modifiée suivante : 60% liés aux plans d'eau connectés aux eaux superficielles, 27% aux plans d'eau connectés aux eaux souterraines, et 13% aux plans d'eau déconnectés.**

La répartition mensuelle des pertes par évaporation est également affectée en fonction du type de plan d'eau considéré :

- En tenant compte du bilan moyen mensuel ETP-P pour les plans d'eau connectés aux eaux souterraines dans la zone de la nappe des sables (UH03, UH05, UH08, UH09),

avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre
10%	14%	21%	26%	20%	9%	0%

- En tenant compte des courbes de la Figure 35 pour les plans d'eau connectés aux eaux superficielles,

- En considérant que l'eau évaporée à partir des plans d'eau déconnectés est prélevée sur le milieu lors du remplissage hivernal (de novembre à mars) selon la répartition moyenne présentée au § précédent.

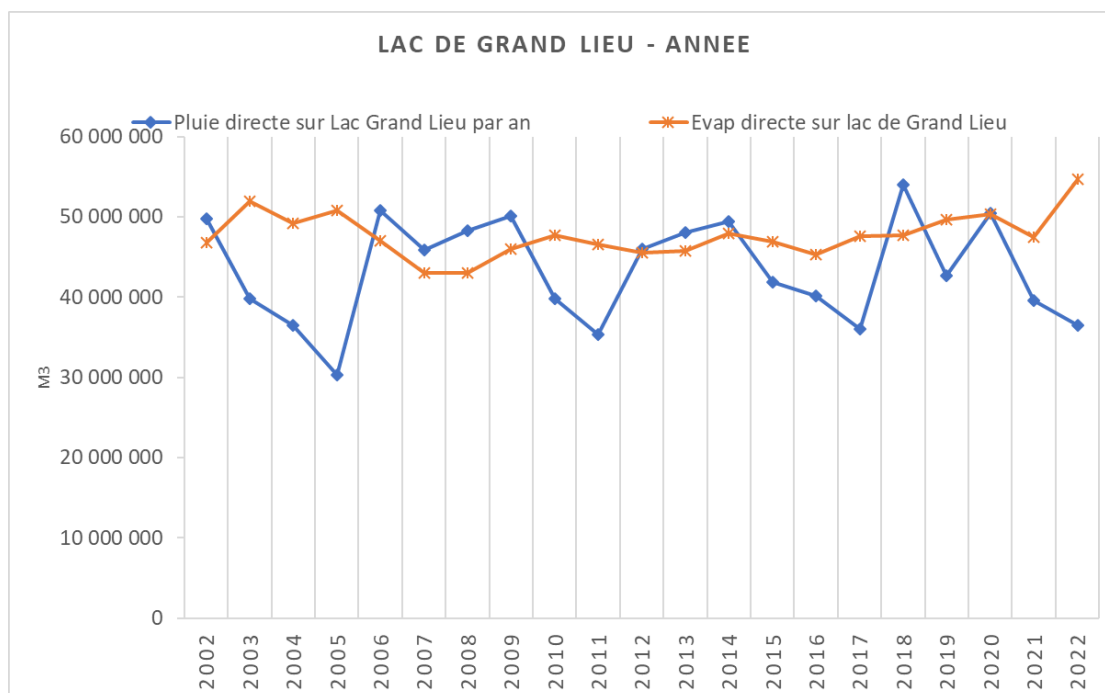
Cas particulier du lac de Grand Lieu

Le lac de Grand Lieu s'étend sur une superficie d'environ 5400 ha (source : couche SIG Surface_Eau de la BD Carthage).

En 1^{ère} approche, un calcul simple de pluie directe et d'évaporation directe (paramètres météo de la station de Nantes-Bouguenais) à sa surface permet d'esquisser des ordres de grandeur des volumes en jeu, à l'échelle de l'année ou de sous-périodes.

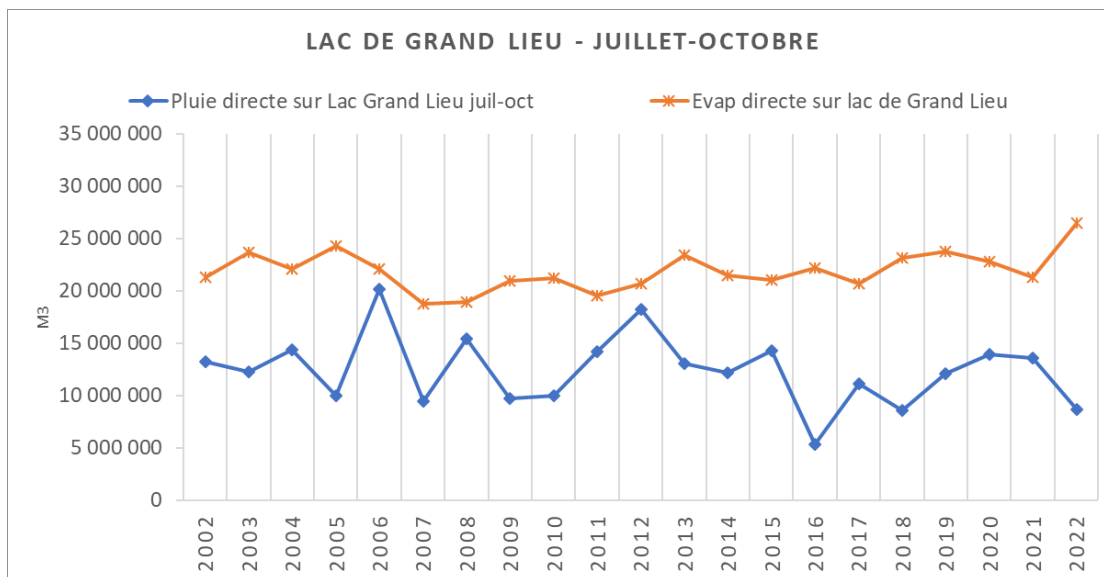
Les graphiques suivants comparent pour chaque année le volume généré par la pluie directe sur le lac et le volume potentiellement évaporé à la surface du lac en tenant compte d'une surface en eau constante, ce qui n'est pas effectivement le cas.

Figure 36 : Pluie directe et évaporation sur le lac de Grand Lieu considéré de surface constante - année



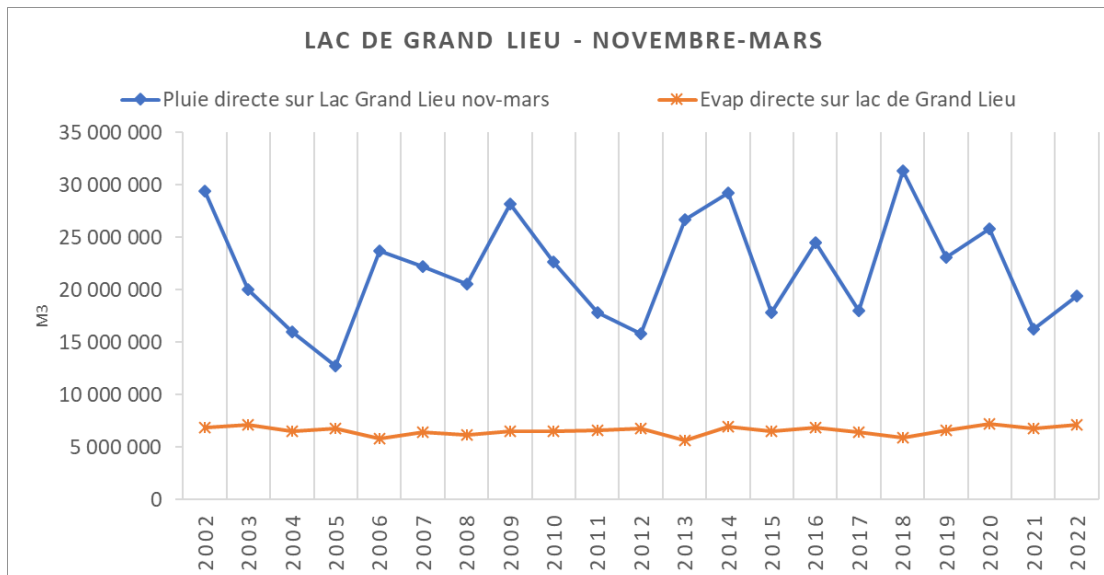
En moyenne, sur un an, la pluie qui tombe sur le lac correspond à 43 Mm³ alors que l'évaporation moyenne s'élèverait au maximum à 47,7 Mm³. Le graphique montre, cependant, que certaines années ont un cumul d'apports supérieur au potentiel d'évaporation tandis que pour d'autres c'est l'inverse. Les années 2005 et 2022 se caractérisent par les faibles apports dus à la pluie.

Figure 37 : Pluie directe et évaporation sur le lac de Grand Lieu considéré de surface constante – juillet-octobre

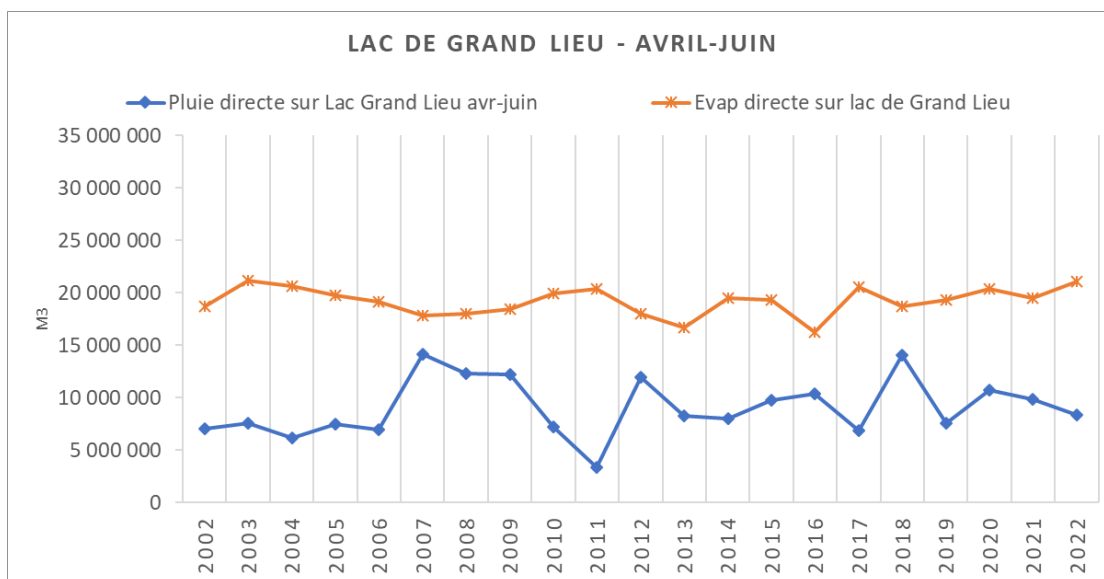


Sur la période estivale, les apports par la pluie seraient systématiquement inférieurs aux pertes par évaporation. Le bilan P-ETP varierait entre -17,8 Mm³ et -1,9 Mm³.

Figure 38 : Pluie directe et évaporation sur le lac de Grand Lieu – novembre-mars



Sur la période hivernale, les apports par la pluie sont systématiquement supérieurs aux pertes par évaporation. Le bilan P-ETP varie entre +6 Mm³ et +25,4 Mm³.

Figure 39 : Pluie directe et évaporation sur le lac de Grand Lieu – avril-juin

Au printemps, les apports par la pluie seraient systématiquement inférieurs aux pertes par évaporation. Le bilan P-ETP varierait entre -17 Mm³ et -3,7 Mm³.

Compte-tenu de son étendue, le lac de Grand Lieu bénéficie d'un impluvium propre qui génère des volumes importants mais sa surface en eau induit également des pertes par évaporation en été et au printemps.

Afin d'évaluer ces pertes de façon plus pertinente, l'évolution de l'étendue de la surface en eau au fil du temps ou de son niveau doit être prise en compte.

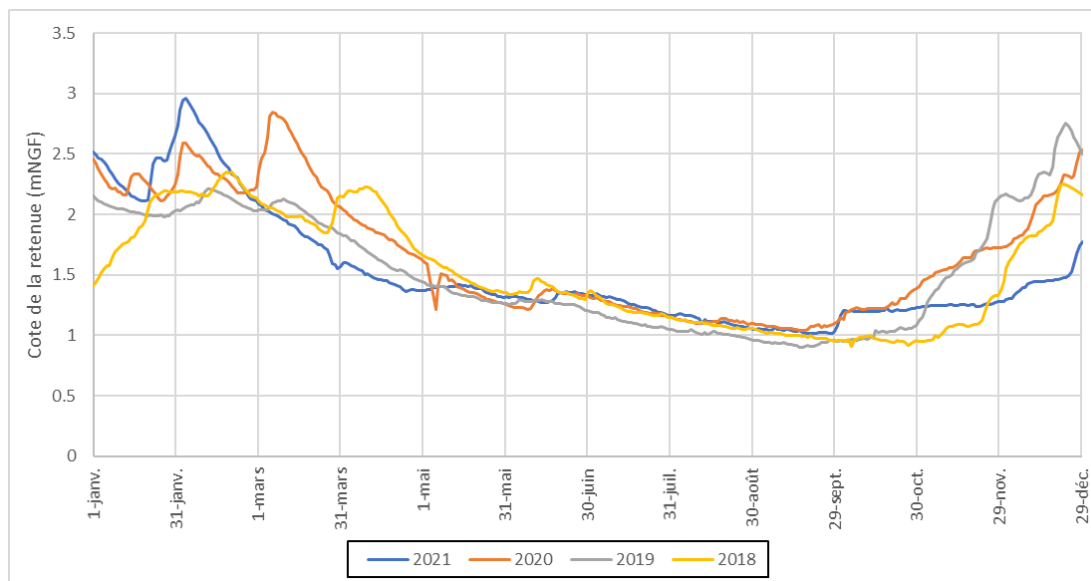
Le SGLE enregistre pour chaque jour :

- Le niveau du lac : cote min/max/moyenne,
- Un niveau aval = niveau de l'Acheneau en cote Carte Marine 1996 (ancienne carte marine) et sa conversion en IGN,
- 2 niveaux amont :
 - En cote locale dite BUZAY
 - En cote carte marine 1996 et sa conversion en IGN.

Le vannage de Bouaye bénéficie d'un règlement d'eau qui définit un fuseau de gestion : seuils haut et bas sur une période donnée.

L'arrêté préfectoral du 15 mars 2015 définit la gestion expérimentale du niveau d'eau du lac de Grand Lieu. Le comité de gestion veille à son application dans les objectifs et limites qui y sont fixés. Cette gestion s'organise également avec la gestion de l'aval : Tenu, Acheneau et canal de la Martinière.

Les données journalières de niveaux du lac ont été fournies pour la période 2013-2022 ; les variations de la cote moyenne sont représentées sur le graphique suivant pour les années 2018 à 2021.

Figure 40 : Variations de la cote moyenne du lac

Dans l'étude de *Définition de modalités de gestion des niveaux du lac de Grand-Lieu, mise en place d'un protocole de suivi-évaluation*, août 2014 réalisée par ISL et Aquascop pour le SAH Sud Loire et la DREAL Pays de la Loire, un modèle hydrologique au niveau du lac de grand Lieu a été implémenté afin de caractériser le bilan hydrologique à l'échelle du lac et de simuler différents scénarios de gestion.

Les résultats de l'étude présentent le bilan hydrologique mensuel en année moyenne à partir de la simulation sur la période 1965-2011. Ils montrent que sur l'année, les apports directs par la pluie et l'évaporation se compensent pratiquement. Mais, ce n'est pas le cas sur la période d'étiage.

Dans le tableau suivant, les données de pluie directe et d'évaporation sur le lac sont issues de l'étude ISL-Aquascop ; elles permettent de faire le bilan d'évaporation nette (Evap-Pluie) pour la période d'étiage.

	1965-2011		
	Pluie directe (1000 m ³)	Evaporation Lac (1000 m ³)	Evap – Pluie (1000 m ³)
janv	5400	800	-4600
févr	4200	1200	-3000
mars	3900	2300	-1600
avr	3700	3700	0
mai	3900	5700	1800
juin	2700	7700	5000
juil	2900	8300	5400
août	2700	7000	4300
sept	4000	4700	700
oct	5200	2500	-2700
nov	5700	1200	-4500
déc	6000	800	-5200
cumul avr-sept	19900	37100	17200

Les pertes par évaporation au niveau du lac de Grand Lieu sont ainsi estimées en moyenne à 17,2 Mm³ lors de la période d'été.

Ces pertes n'influencent pas directement le bilan besoins – ressources du bassin de Grand Lieu puisqu'elles sont localisées à l'aval du bassin versant, au niveau de l'exutoire commun à l'ensemble des UH. En accord avec le COPIL, ce résultat ne sera pas pris en compte dans le bilan des influences du bassin, car cette évaporation fait partie intégrante de l'hydrosystème « lac de Grand Lieu » et son bassin versant.

Le Lac de Grand Lieu est l'exutoire des nappes (nappe des sables et nappe du socle). La quantité d'eau transférée du milieu souterrain vers le lac dépend globalement de 2 paramètres : la perméabilité de l'aquifère et notamment des matériaux à l'interface aquifère/lac, et le gradient hydraulique entre le niveau de la nappe et le niveau du lac. La hauteur d'eau du lac influe donc sur les volumes d'eaux souterraines transférés vers le lac. En conséquence, plus son niveau est bas et plus il favorise le drainage des nappes.

L'abaissement du lac peut être favorisé par des phénomènes naturels (évaporation) mais aussi par des phénomènes anthropiques (vannages).

Concernant le drainage de la nappe des sables vers le lac, le BRGM, dans son rapport RP-5563-FR de mars 2007, a fait des estimations de transfert pour deux situations distinctes : les transferts en période estivale (juin à septembre) sont estimés entre 1,6 et 3,25 Mm³.

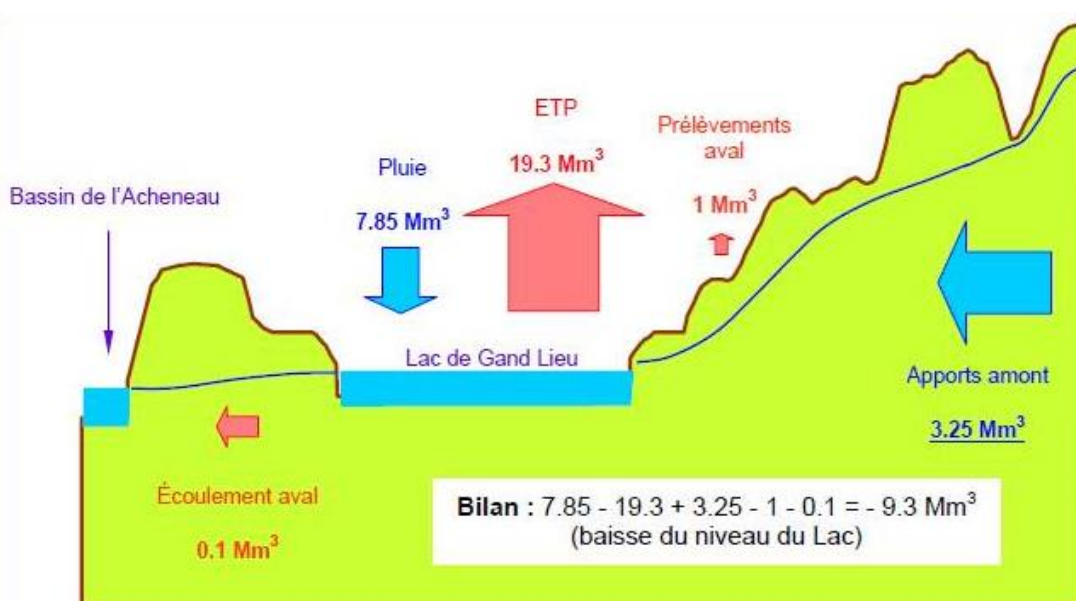


Illustration 21 - Schéma de principe des écoulements et bilan volumique de la ressource en eau sur la période de juin à septembre pour une recharge hivernale moyenne et une pluie d'été moyenne

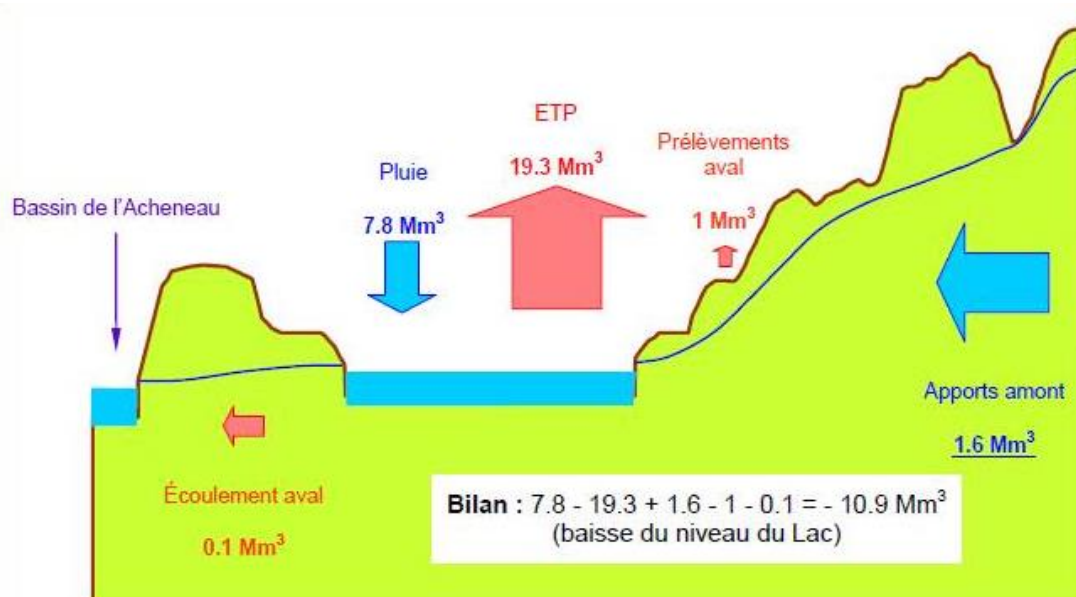


Illustration 22 - Schéma de principe des écoulements et bilan volumique de la ressource en eau sur la période de juin à septembre pour une recharge hivernale faible et une pluie d'été moyenne

Depuis cette étude, il n'a pas été réalisé, à notre connaissance, de nouvelles investigations hydrogéologiques permettant de préciser ces évaluations de transfert d'eaux souterraines de la nappe des sables vers le Lac de Grand Lieu.

Au final, les résultats des estimations de pertes par évaporation par type de plans d'eau et par UH sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 22 : pertes par évaporation (moyenne 2010/2020) au niveau des plans d'eau – fourchette basse

en m ³	Plans d'eau d'irrigation			Carrières	Plans d'eau autres usages			
Pertes par évaporation	connecté aux eaux souterraines (CO_ESOUT)	connecté aux eaux superficielles (CO_ESUP)	déconnecté (D)	CO_ESOUT	CO_ESOUT	CO_ESUP	D	TOTAL pertes par EVAP par UH
UH01	8 229	59 621	23 303		5 663	89 226	16 903	202 944
UH02	42 836	317 593	94 703		13 232	568 699	124 113	1 161 177
UH03	6 946	53 407	11 892	35 357	9 885	31 868	3 952	153 307
UH04	2 870	73 540	16 205		4 704	23 265	7 581	128 165
UH05	19 223	163 905	72 333		71 235	182 041	26 756	535 494
UH06	6 658	78 672	22 403		33 123	226 544	60 914	428 314
UH07	0	2 195	7 869		275	51 358	36 532	98 228
UH08	1 215	6 896	3 541		31 431	74 630	3 122	120 836
UH09	26 445	71 996	10 973	225 943	51 911	117 008	5 473	509 749
UH10								
Total hors Lac de Grand Lieu	114 422	827 824	263 221	261 300	221 461	1 364 640	285 345	3 338 213
UH10 – Lac de Grand Lieu					17 200 000			

Tableau 23 : pertes par évaporation (moyenne 2010/2020) au niveau des plans d'eau – fourchette haute

en m ³	Plans d'eau d'irrigation			Carrières	Plans d'eau autres usages			
Pertes par évaporation	connecté aux eaux souterraines (CO_ESOUT)	connecté aux eaux superficielles (CO_ESUP)	déconnecté (D)	CO_ESOUT	CO_ESOUT	CO_ESUP	D	TOTAL pertes par EVAP par UH
UH01	15 193	70 282	23 303		10 454	89 226	16 903	225 360
UH02	79 082	454 599	94 703		24 429	568 699	124 113	1 345 626
UH03	12 822	63 361	11 892	65 274	18 250	31 868	3 952	207 420
UH04	5 298	107 873	16 205		8 685	23 265	7 581	168 907
UH05	35 490	194 212	72 333		131 512	182 041	26 756	642 343
UH06	12 291	82 568	22 403		61 151	226 544	60 914	465 871
UH07	0	2 973	7 869		507	51 358	36 532	99 239
UH08	2 243	9 073	3 541		58 027	74 630	3 122	150 636
UH09	48 821	90 319	10 973	417 126	95 836	117 008	5 473	785 557
UH10								
Total hors Lac de Grand Lieu	211 240	1 075 260	263 221	482 400	408 851	1 364 640	285 345	4 090 957

3.2.9.5 Résultats par UH et par type de plans d'eau

A partir des éléments précédents pour chaque UH et chaque type de plans d'eau, on caractérise les influences sur l'hydrologie par sous-période annuelle en affectant :

- Les prélèvements d'irrigation depuis des plans d'eau connectés selon la répartition représentative obtenue par bilans entrées - sorties pour chaque UH,
- Les prélèvements d'irrigation depuis des plans d'eau déconnectés à la période hivernale,
- Les pertes par évaporation à la période d'étiage pour les plans d'eau connectés, à la période hivernale pour les plans d'eau déconnectés.

Au total, on estime entre 8,22 et 8,5 Mm³/an les prélèvements dus aux plans d'eau d'irrigation et entre 2,07 et 2,54 Mm³ (hors lac de Grand Lieu) les prélèvements dus aux autres plans d'eau (évaporation uniquement).

Tableau 24 : prélèvements dus aux plans d’eau (consommations d’irrigation + évaporation fourchette haute)

volume (m³)	Plans d'eau d'irrigation									Plans d'eau non agricoles									TOTAL/UH
	Plans d'eau connectés ESUP			Plans d'eau connectés ESOUT			Plans d'eau déconnectés			Plans d'eau connectés			Plans d'eau connectés ESOUT			Plans d'eau déconnectés			
	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	
UH01	289 112	13 713	32 898	62 431	2 961	7 104	176 526	-	-	76 838	3 644	8 743	9 003	427	1 024	16 903	-	-	701 327
UH02	1 161 382	49 398	265 136	298 352	12 690	68 112	345 163	-	-	447 503	19 034	102 162	19 223	818	4 388	124 113	-	-	2 917 474
UH03	445 379	20 613	100 908	-	28 320	34 613	48 033	-	-	25 037	1 159	5 673	-	37 586	45 938	3 952	-	-	797 209
UH04	81 923	7 043	195 023	1 528	131	3 639	79 454	-	-	6 711	577	15 977	2 505	215	5 964	7 581	-	-	408 273
UH05	307 180	282 774	1 010 801	-	49 236	60 178	512 175	-	-	34 933	32 158	114 951	-	59 180	72 331	26 756	-	-	2 562 652
UH06	256 608	10 039	98 939	25 551	1 000	9 852	127 875	-	-	159 013	6 221	61 310	42 922	1 679	16 549	60 914	-	-	878 472
UH07	587	483	1 904	-	-	-	68 019	-	-	10 135	8 334	32 888	100	82	325	36 532	-	-	159 389
UH08	50 775	41 753	164 764	-	1 009	1 234	90 295	-	-	14 728	12 111	47 792	-	26 112	31 915	3 122	-	-	485 609
UH09	199 816	172 057	648 252	-	186 061	227 408	62 970	-	-	22 919	19 735	74 354	-	230 833	282 129	5 473	-	-	2 132 008
TOTAL UH01 à UH09	2 792 762	597 871	2 518 625	387 862	281 408	412 138	1 510 509	-	-	797 818	102 973	463 850	73 754	356 933	460 564	285 345	-	-	11 042 412
TOTAL ANNEE	5 909 258			1 081 408			1 510 509			1 364 640			891 251			285 345			11 042 412

Tableau 25 : prélèvements dus aux plans d’eau (consommations d’irrigation + évaporation fourchette basse)

volume (m³)	Plans d'eau d'irrigation									Plans d'eau non agricoles									TOTAL/UH
	Plans d'eau connectés ESUP			Plans d'eau connectés ESOUT			Plans d'eau déconnectés			Plans d'eau connectés			Plans d'eau connectés ESOUT			Plans d'eau déconnectés			
	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	Prélèv Nov-Mars (m³)	Prélèv Avril-Juin (m³)	Prélèv Juil-Oct (m³)	
UH01	279 931	13 277	31 853	56 434	2 677	6 422	176 526	-	-	76 838	3 644	8 743	4 877	231	555	16 903	-	-	678 911
UH02	1 053 573	44 812	240 524	269 831	11 477	61 601	345 163	-	-	447 503	19 034	102 162	10 412	443	2 377	124 113	-	-	2 733 025
UH03	437 559	20 251	99 136	-	25 675	31 381	48 033	-	-	25 037	1 159	5 673	-	20 359	24 883	3 952	-	-	743 097
UH04	72 019	6 192	171 445	828	71	1 971	79 454	-	-	6 711	577	15 977	1 357	117	3 230	7 581	-	-	367 531
UH05	301 364	277 420	991 664	-	41 917	51 231	512 175	-	-	34 933	32 158	114 951	-	32 056	39 179	26 756	-	-	2 455 804
UH06	253 873	9 932	97 885	21 597	845	8 327	127 875	-	-	159 013	6 221	61 310	23 250	910	8 964	60 914	-	-	840 915
UH07	433	356	1 406	-	-	-	68 019	-	-	10 135	8 334	32 888	54	45	176	36 532	-	-	158 378
UH08	50 345	41 400	163 370	-	547	668	90 295	-	-	14 728	12 111	47 792	-	14 144	17 287	3 122	-	-	455 809
UH09	196 227	168 966	636 608	-	175 992	215 101	62 970	-	-	22 919	19 735	74 354	-	125 035	152 820	5 473	-	-	1 856 200
TOTAL UH01 à UH09	2 645 325	582 606	2 433 891	348 689	259 199	376 701	1 510 509	-	-	797 818	102 973	463 850	39 950	193 338	249 472	285 345	-	-	10 289 667
TOTAL ANNEE	5 661 822			984 589			1 510 509			1 364 640			482 761			285 345			10 289 667

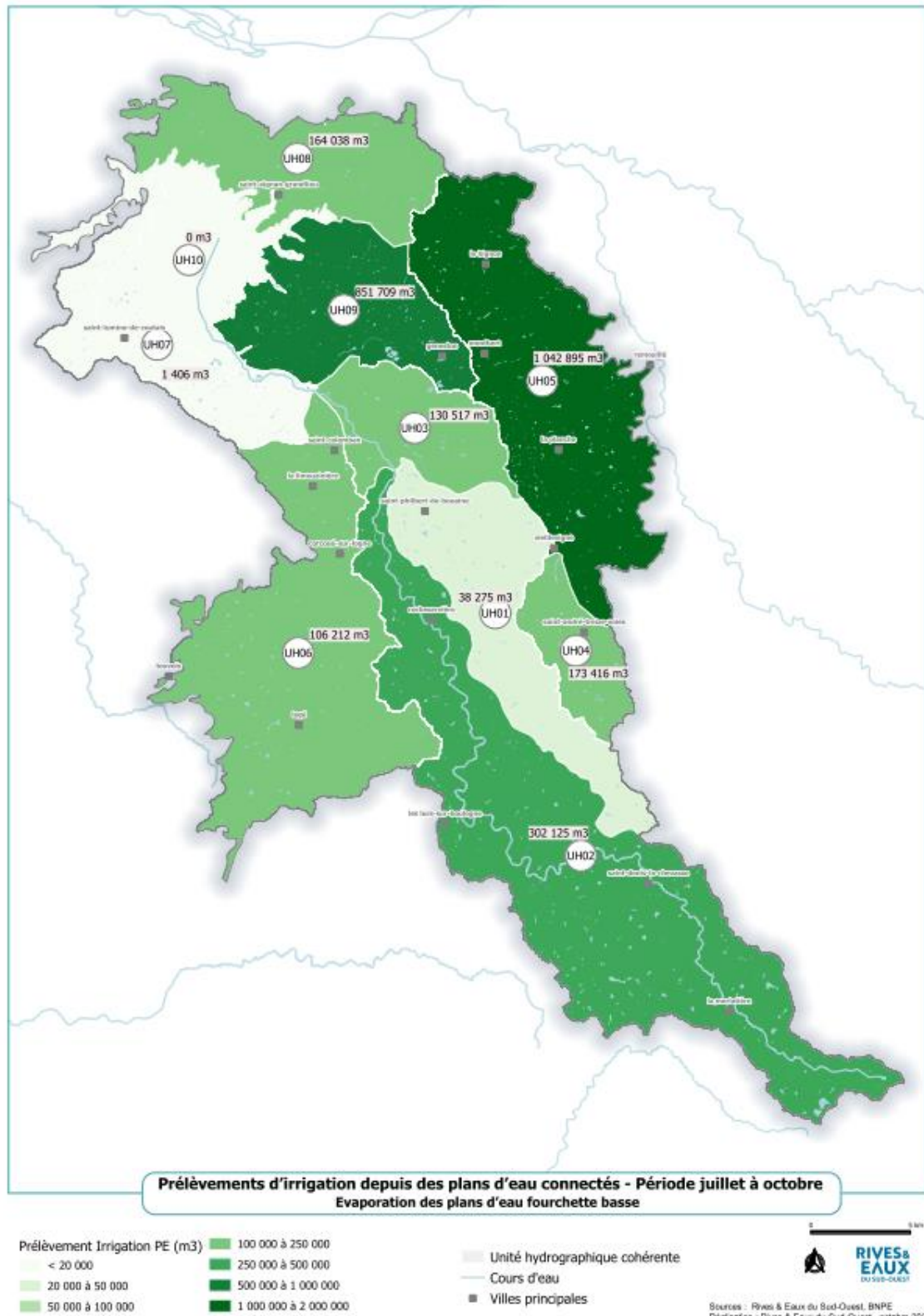


L'ensemble des prélèvements opérés par les plans d'eau par UH et par période sont représentés sur plusieurs cartes disponibles dans l'atlas joint :

- Prélèvements dus aux plans d'eau d'irrigation connectés : irrigation et évaporation,
- Prélèvements d'irrigation dus aux plans d'eau déconnectés : remplissage hivernal des retenues,
- Prélèvements dus aux plans d'eau non agricoles connectés : évaporation,
- Estimation des prélèvements dus aux plans d'eau non agricoles déconnectés : évaporation.

Parmi ces cartes, on choisit les 2 suivantes qui illustrent les prélèvements dus aux plans d'eau connectés d'irrigation et non agricoles pour la période Juillet-Octobre.

**Figure 41 : prélèvements d'irrigation dus aux plans d'eau connectés, juillet-octobre
(évaporation des plans d'eau fourchette basse)**



**Figure 42 : prélèvements d'irrigation dus aux plans d'eau connectés, juillet-octobre
(évaporation des plans d'eau fourchette haute)**

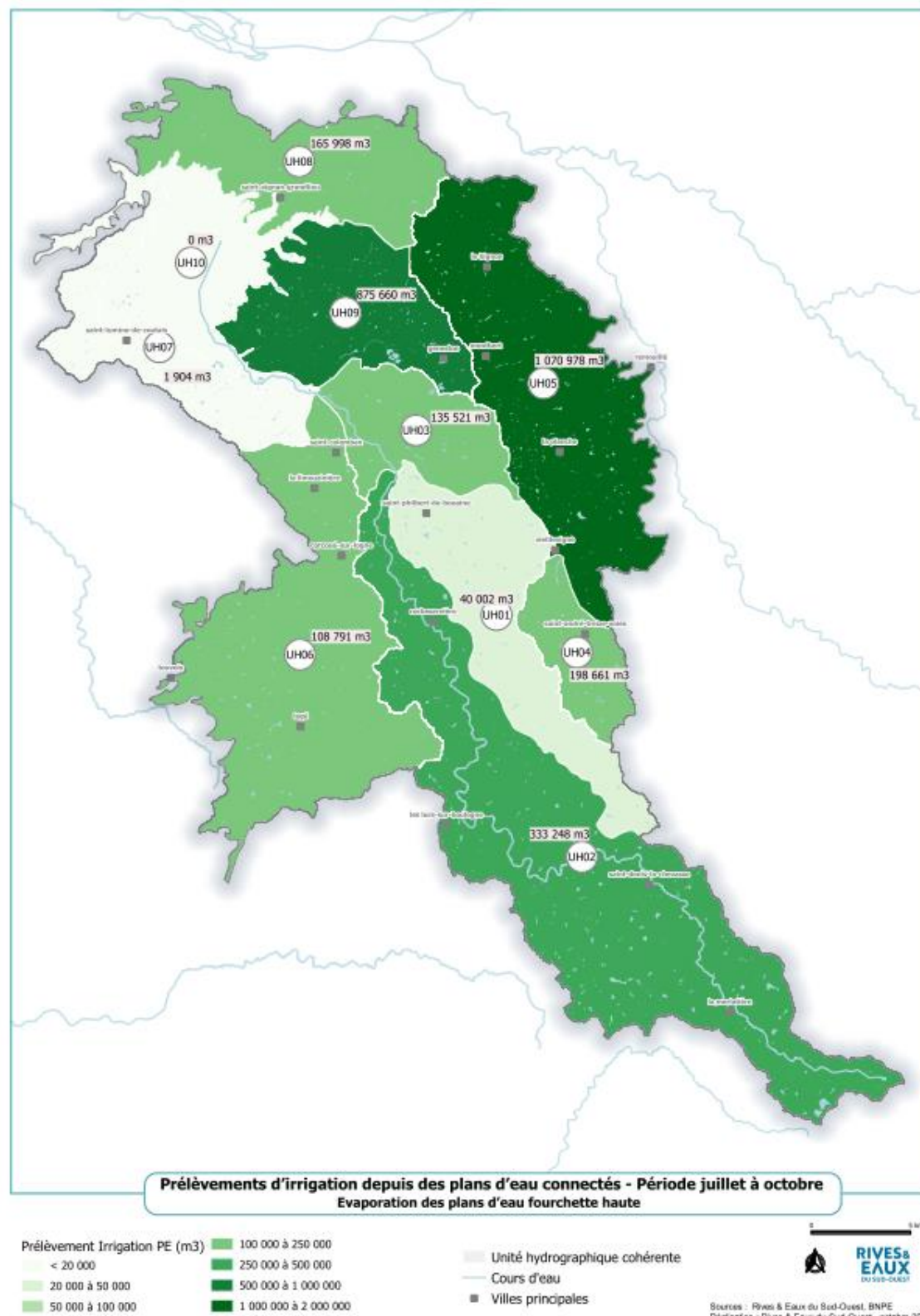


Figure 43 : prélèvements dus aux plans d'eau connectés non agricoles (évaporation des plans d'eau fourchette basse)

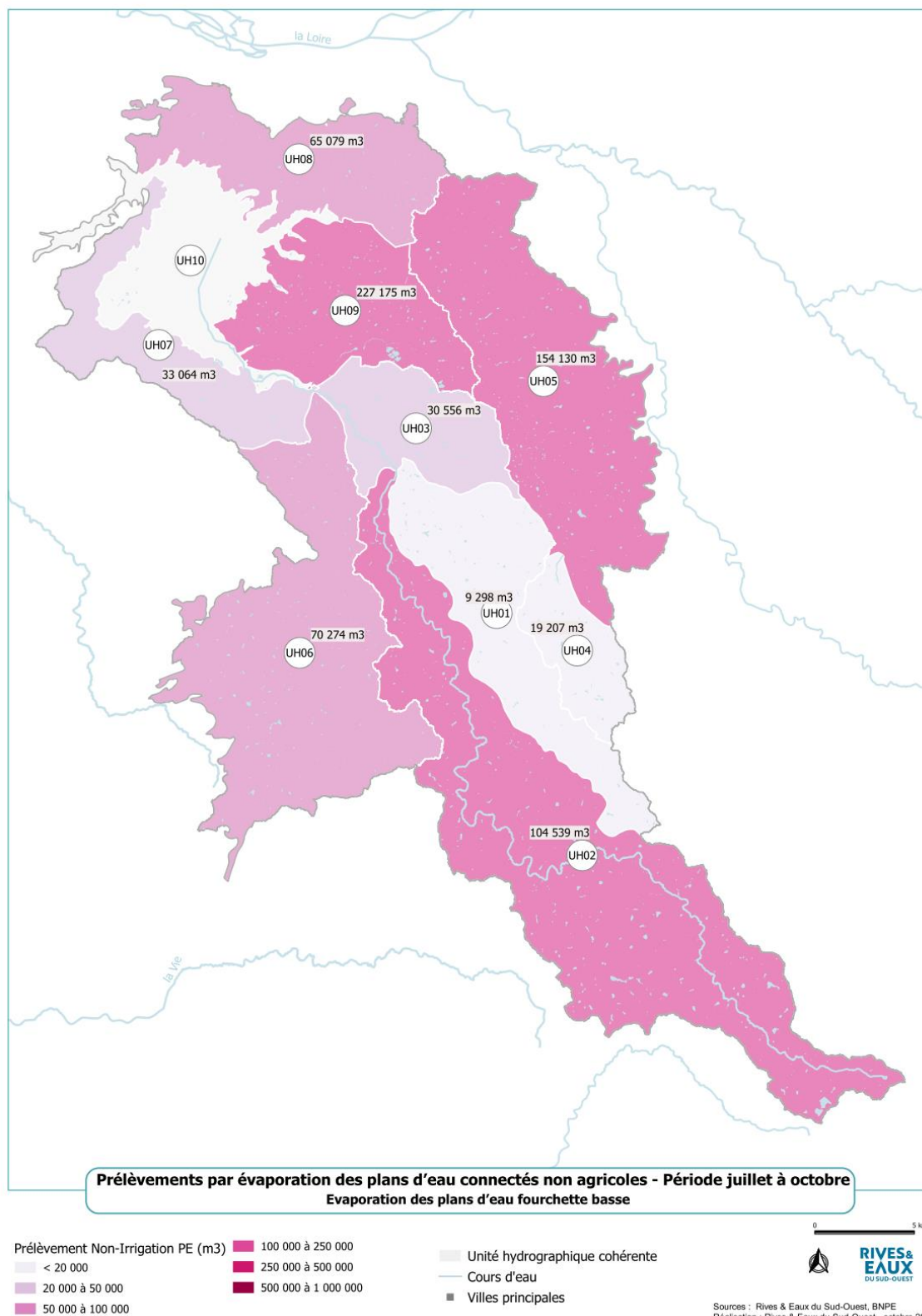
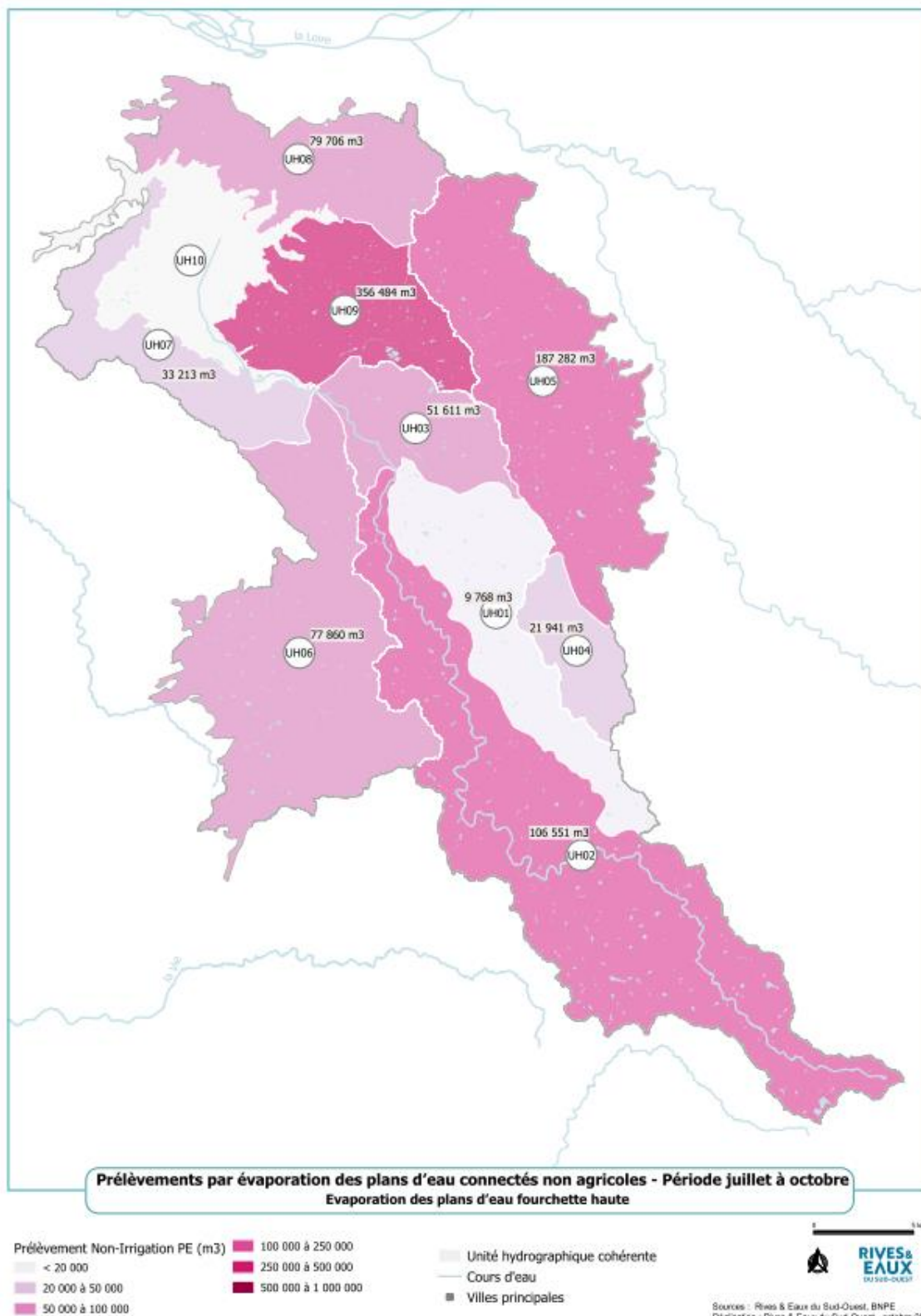


Figure 44 : prélèvements dus aux plans d'eau connectés non agricoles (évaporation des plans d'eau fourchette haute)



3.3 Bilan des facteurs influençant l'hydrologie

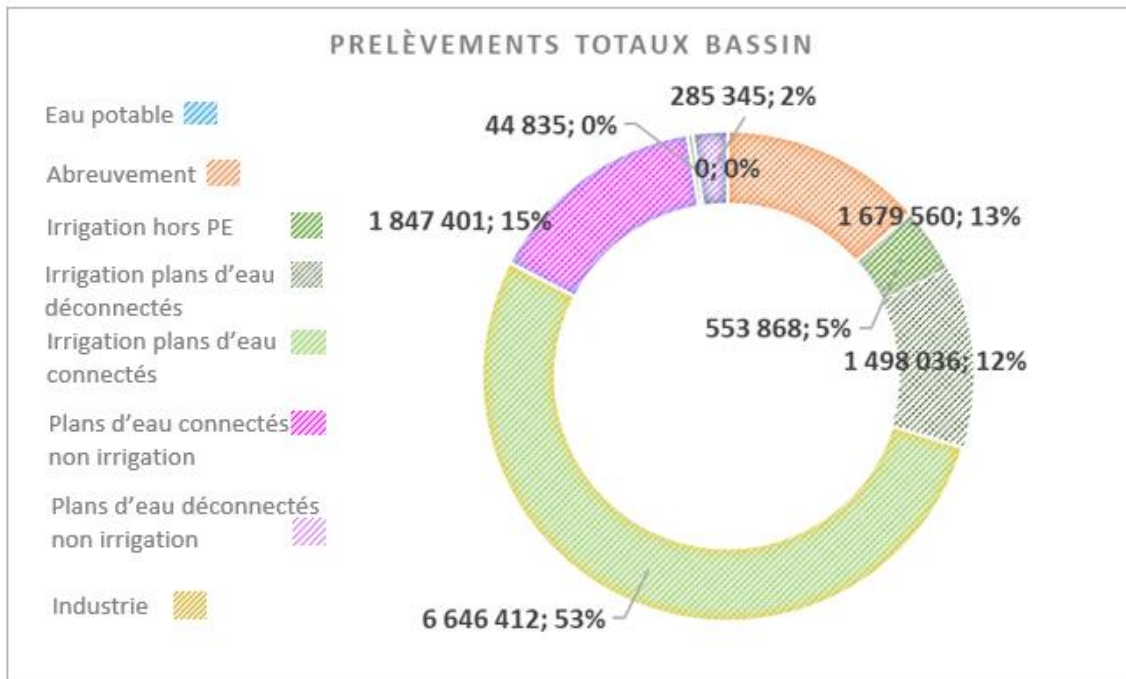
3.3.1 A l'échelle du périmètre PTGE

Année

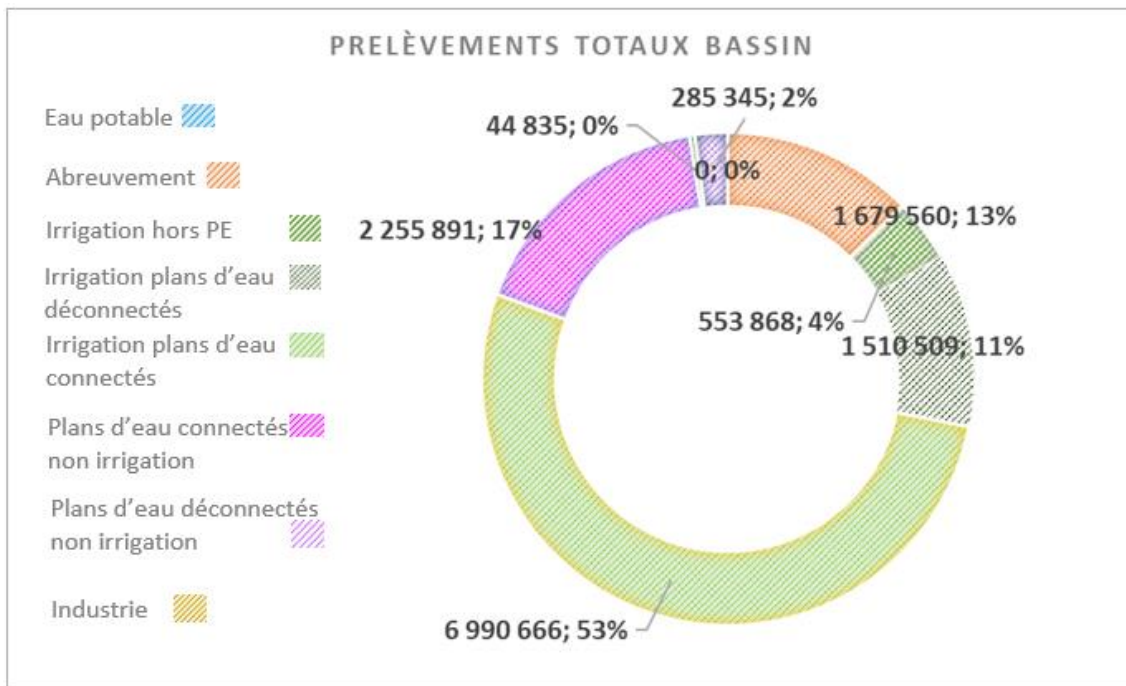
Les graphiques suivants représentent l'ensemble des prélèvements qui s'opèrent sur le bassin sur une année : entre 12,6 et 13,3 Mm³ (hors évaporation du lac de Grand Lieu) selon l'évaluation des pertes par évaporation considérée. Entre 68% et 70% de ces prélèvements concernent l'usage irrigation, environ 13% pour l'abreuvement des animaux, le reste essentiellement sous la forme de prélèvements diffus liés à l'évaporation des plans d'eau non agricoles.

La prise en compte des retours au milieu via les stations d'épuration porte le bilan annuel entre 8,6 et 9,4 Mm³ prélevés (en considérant les prélèvements et les rejets dans l'UH10 mais pas l'évaporation du lac).

Evaporation des plans d'eau fourchette basse



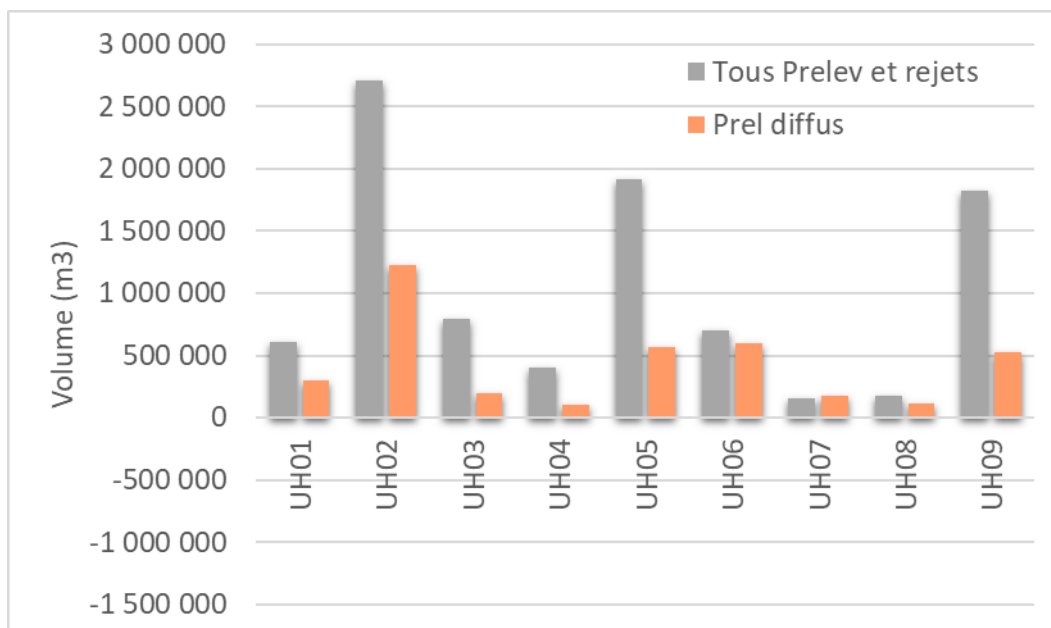
Evaporation des plans d'eau fourchette haute



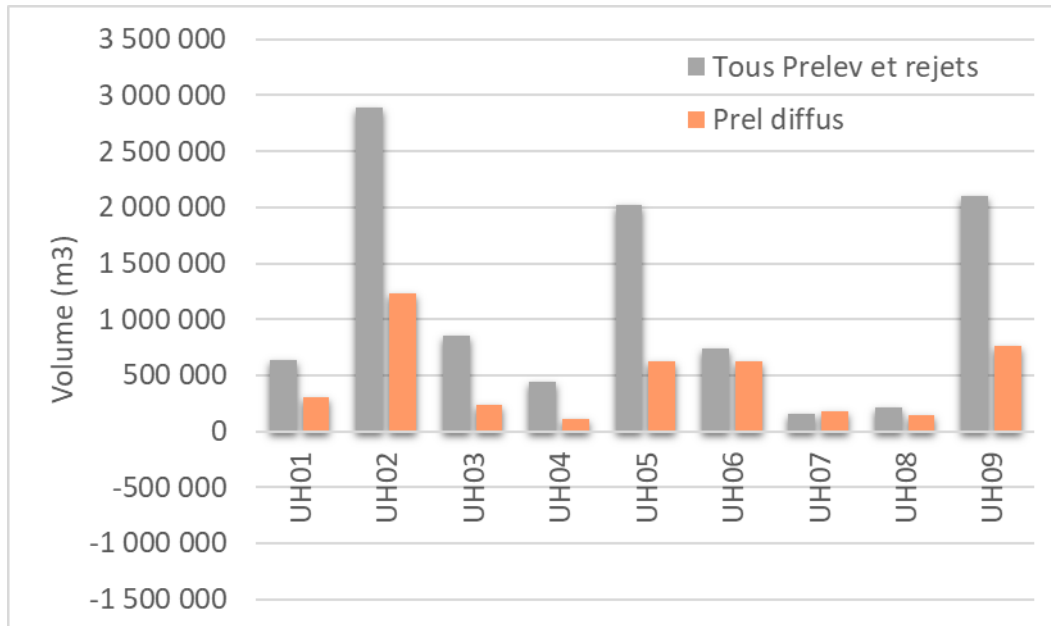
* les prélèvements d'irrigation hors plans d'eau incluent 224 654 m³ prélevés dans le lac de Grand Lieu

Parmi les facteurs influençant l'hydrologie, certains prennent la forme de prélèvements diffus ; ils ne sont pas facilement mesurables ; il est, par conséquent difficile de les réglementer. La figure suivante illustre, pour chaque UH, les prélèvements nets ainsi que la part qui est due à des prélèvements diffus (évaporation des plans d'eau non agricoles et abreuvement).

Evaporation des plans d'eau fourchette basse



Evaporation des plans d'eau fourchette haute

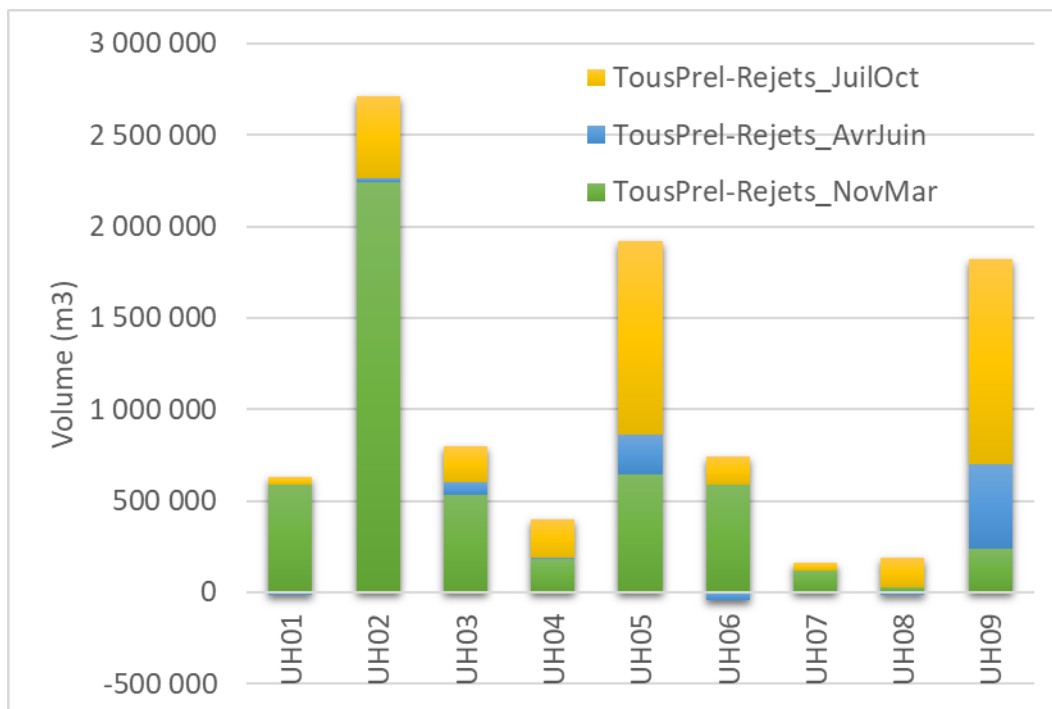


L'UH10 (lac de Grand Lieu) en tant qu'exutoire du bassin n'est pas prise en compte sur ce graphique.

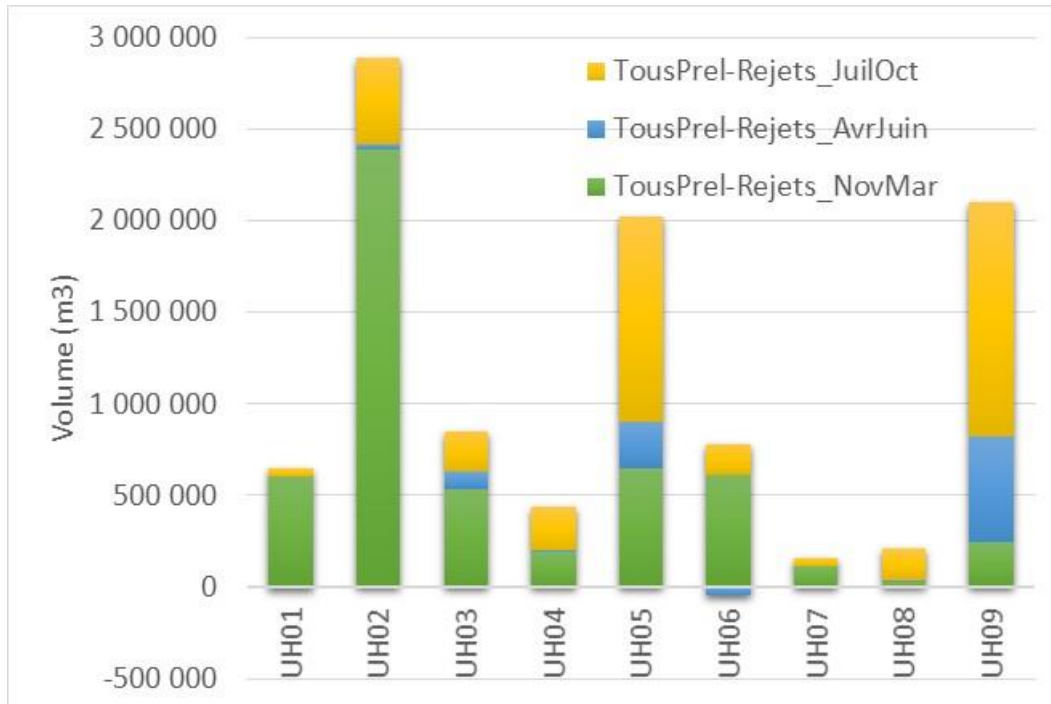
L'UH02 (La Boulogne de sa source à la confluence de l'Issoire – amont du BV de Grand Lieu) comporte les prélèvements nets et diffus les plus importants.

La figure suivante illustre la répartition des prélèvements nets par période de l'année et par UH.

Evaporation des plans d'eau fourchette basse



Evaporation des plans d'eau fourchette haute



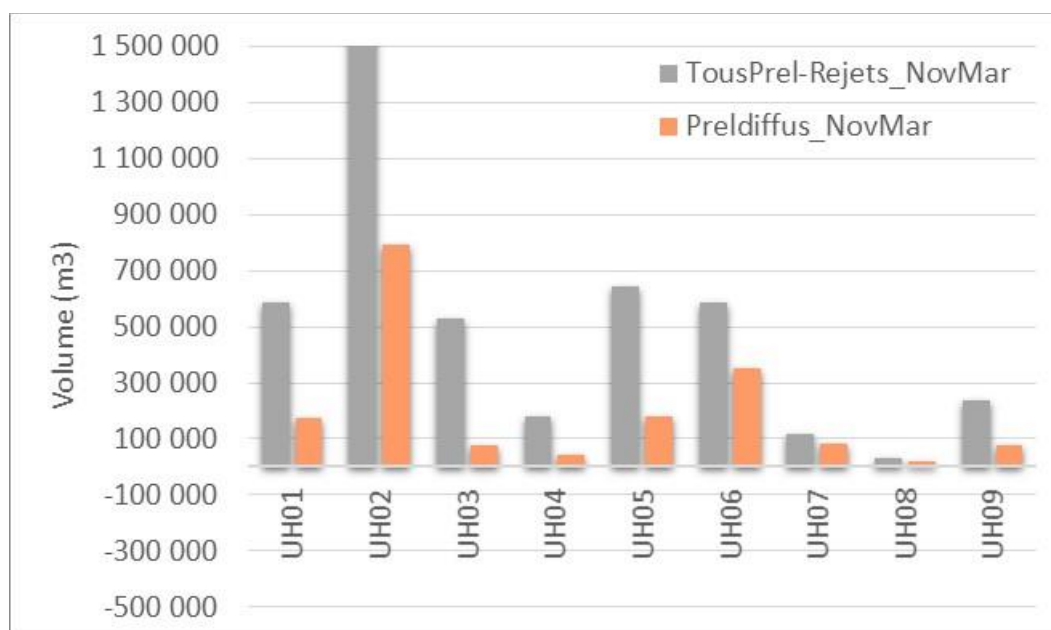
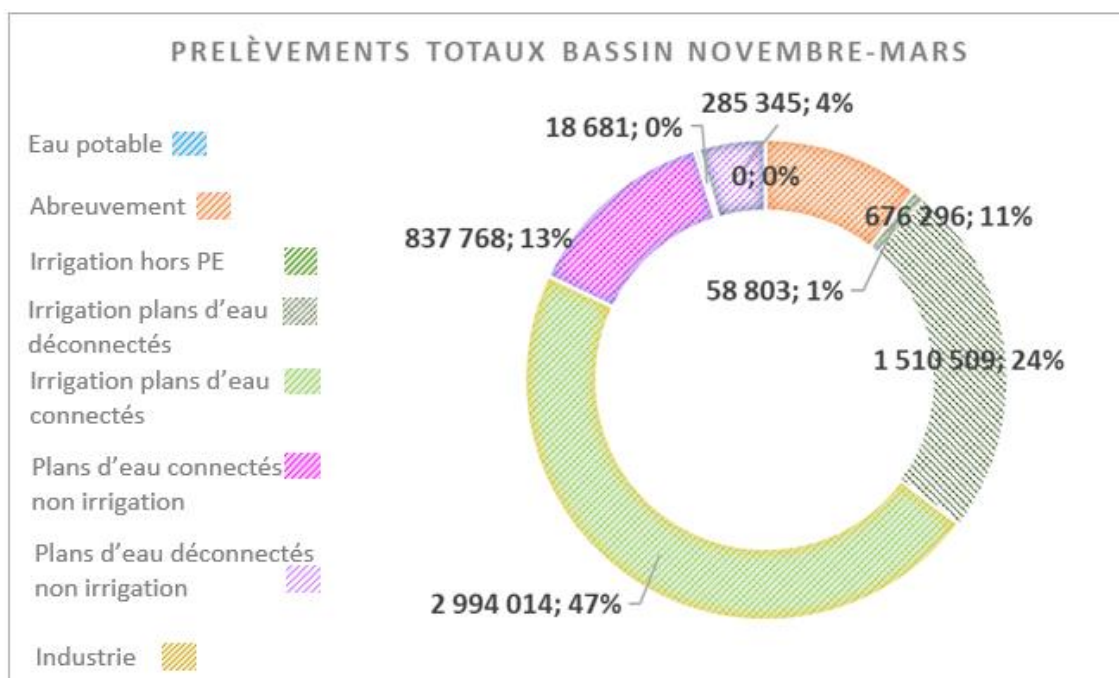
L'irrigation depuis les plans d'eau connectés comptabilisée durant la période d'été domine les usages du bassin, les consommations ont lieu principalement entre juillet et octobre.

Par période

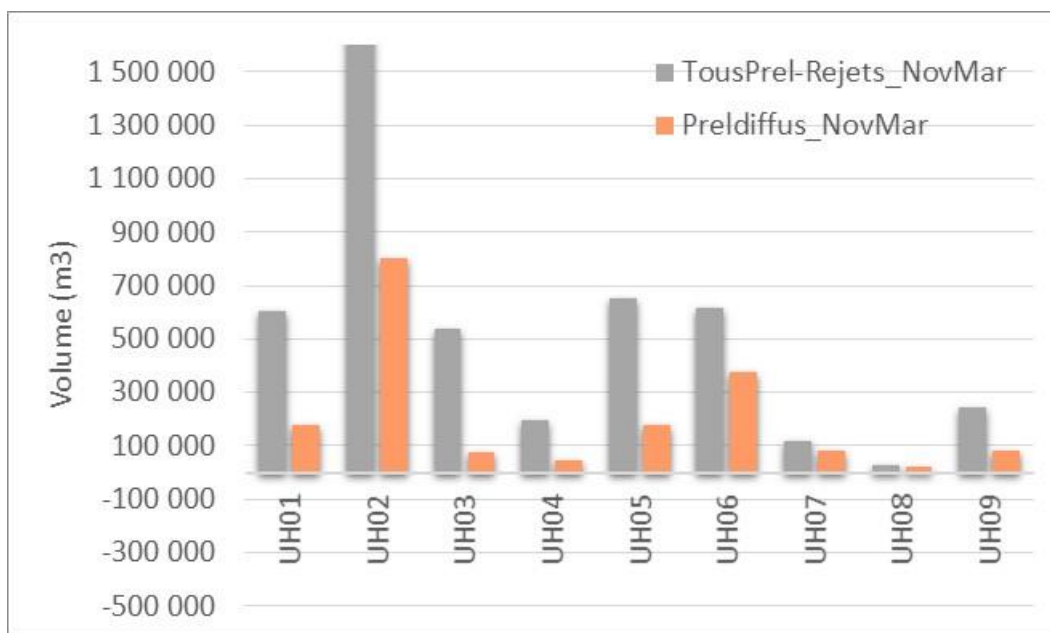
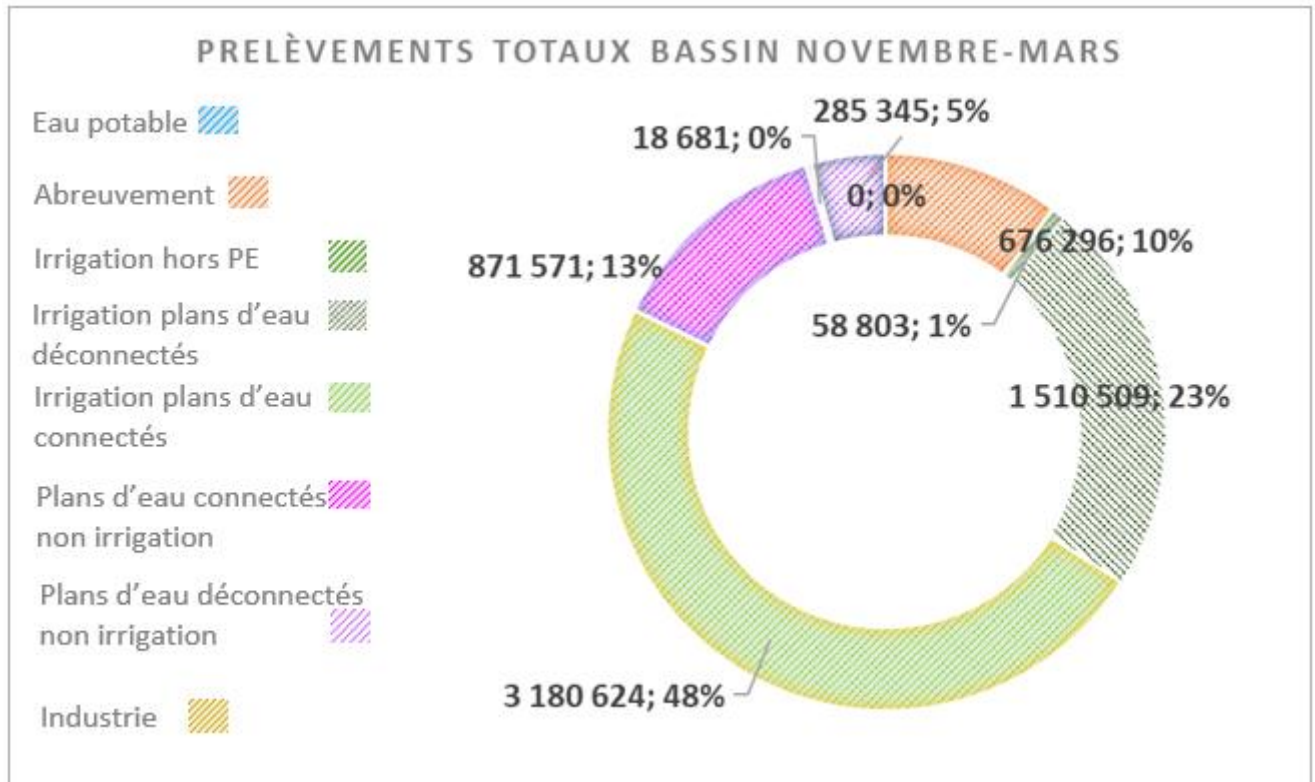
On reproduit les graphiques précédents pour chacune des 3 périodes afin de se rendre compte des disparités.

NOVEMBRE-MARS

Evaporation des plans d'eau fourchette basse



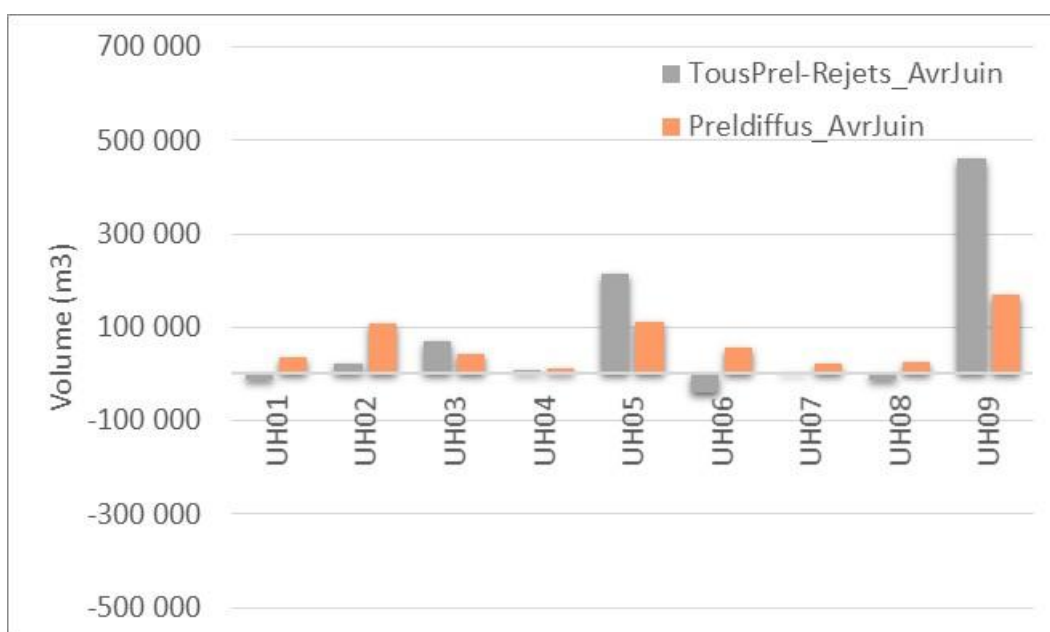
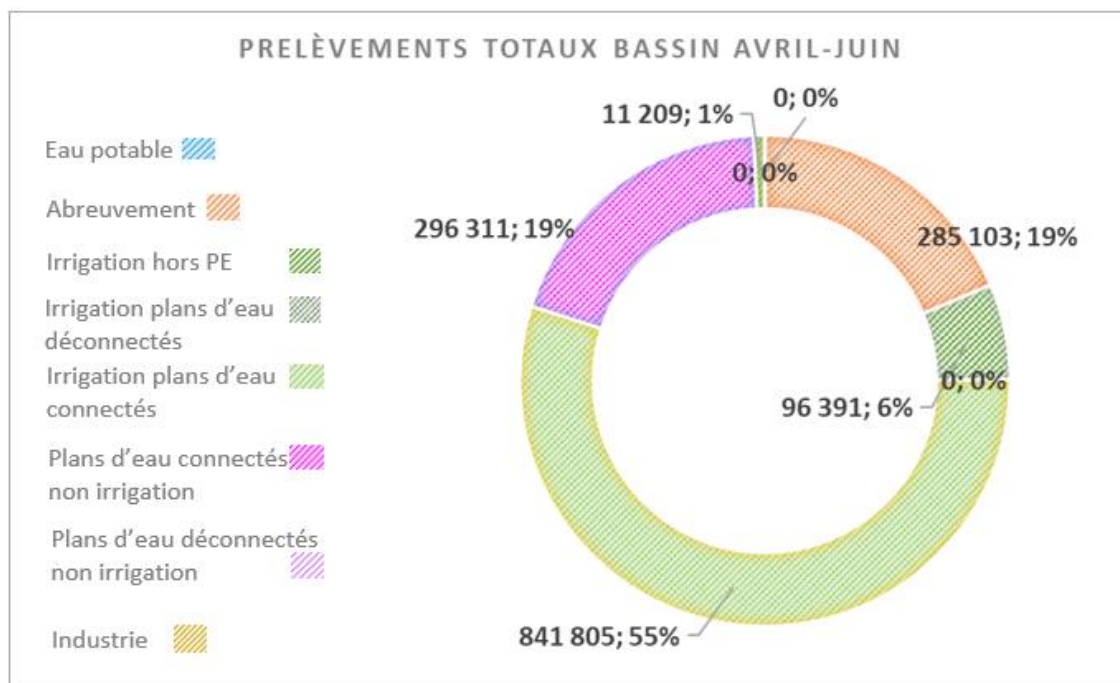
Evaporation des plans d'eau fourchette haute



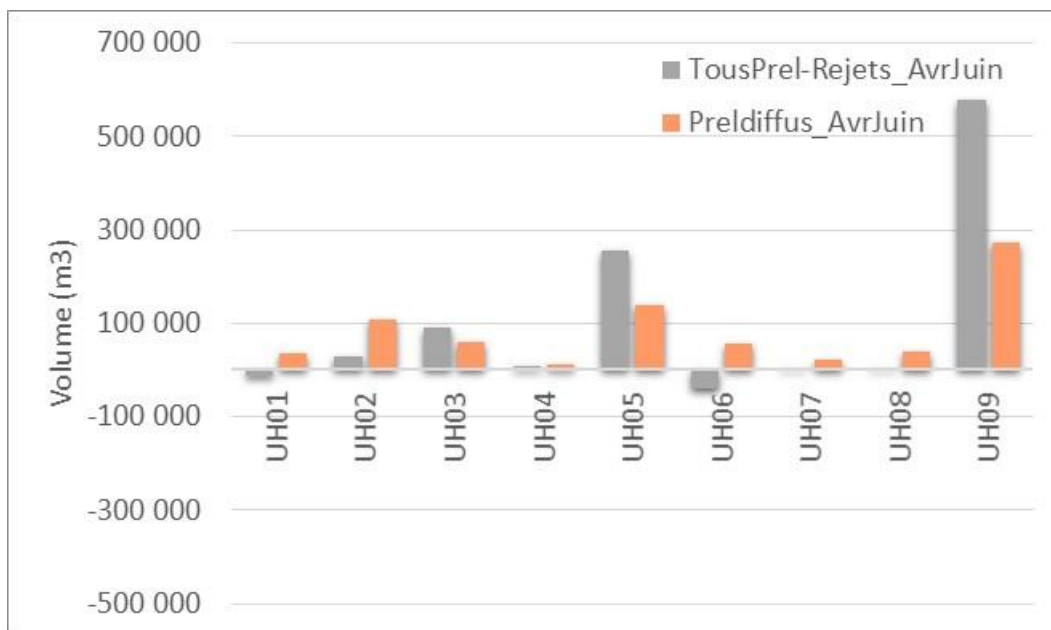
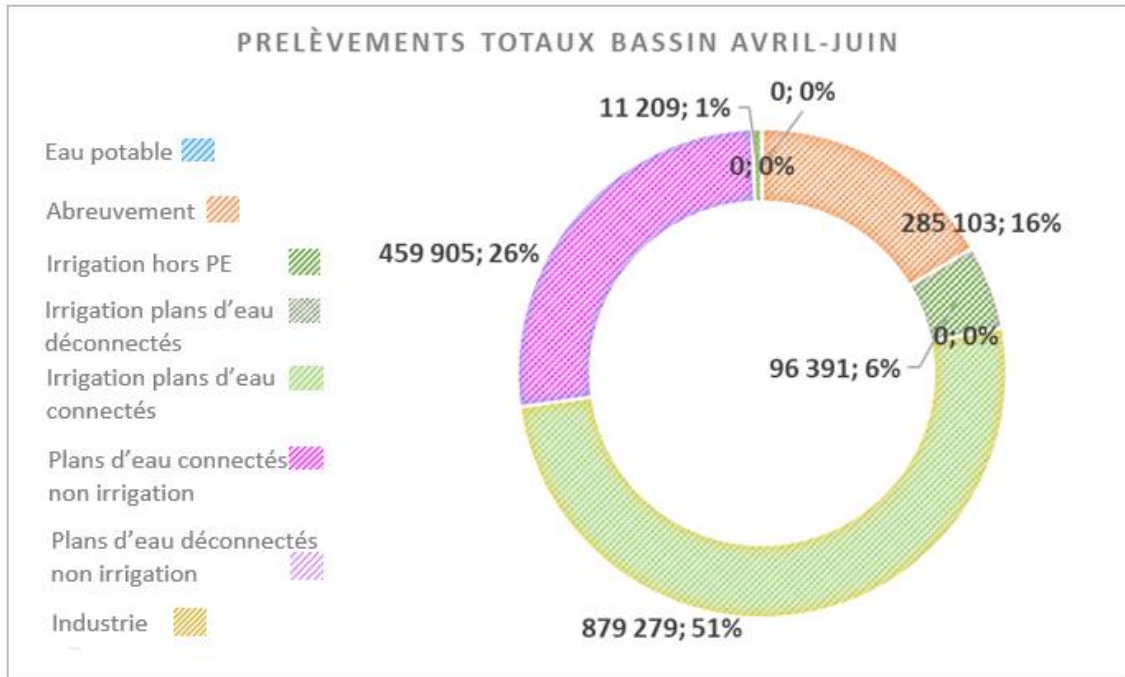
Durant l'hiver, les prélèvements d'irrigation depuis les plans d'eau déconnectés correspondent au remplissage des retenues. Les prélèvements dus aux plans d'eau d'irrigation connectés sont liés à l'interception du ruissellement lorsqu'ils se remplissent. Les prélèvements diffus sont liés qu'à l'abreuvement des animaux et à la compensation de l'évaporation au niveau des plans d'eau.

AVRIL-JUIN

Evaporation des plans d'eau fourchette basse



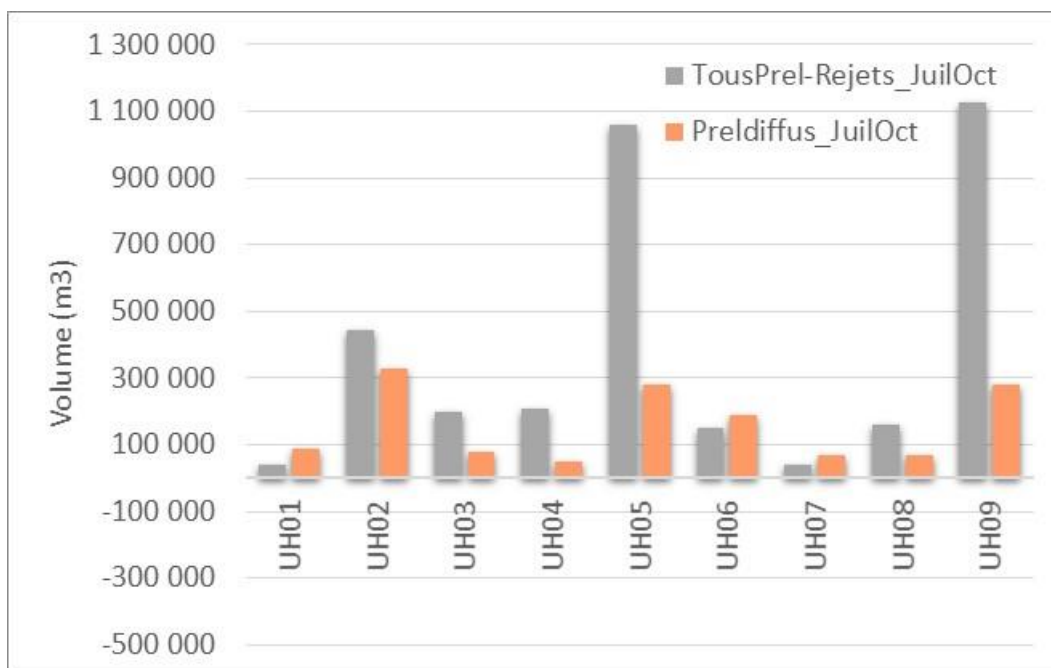
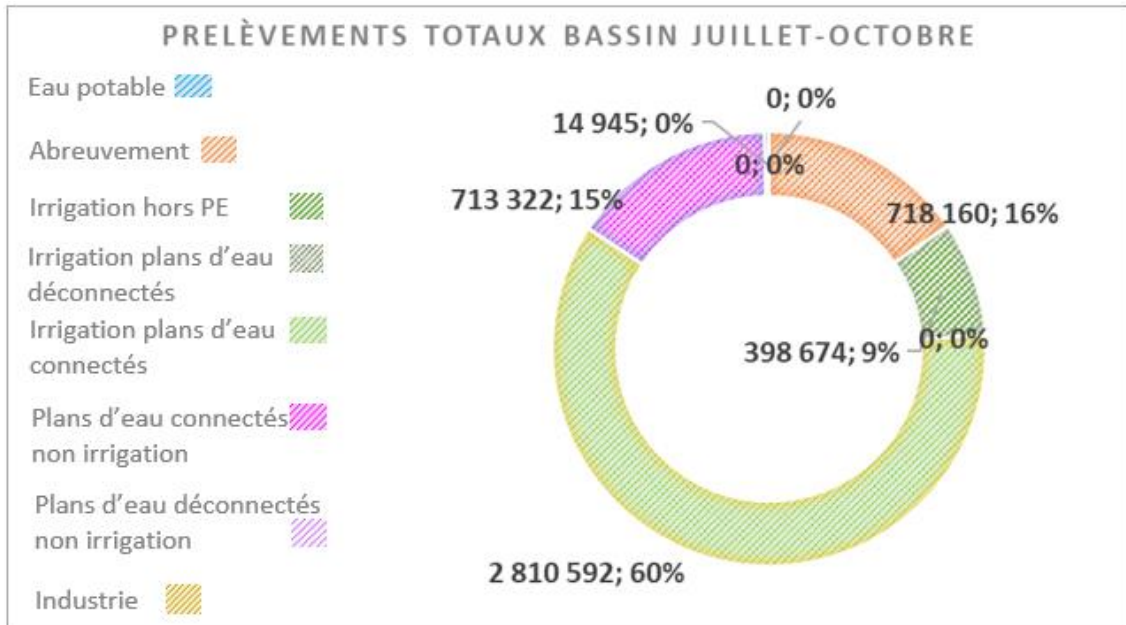
Evaporation des plans d'eau fourchette haute



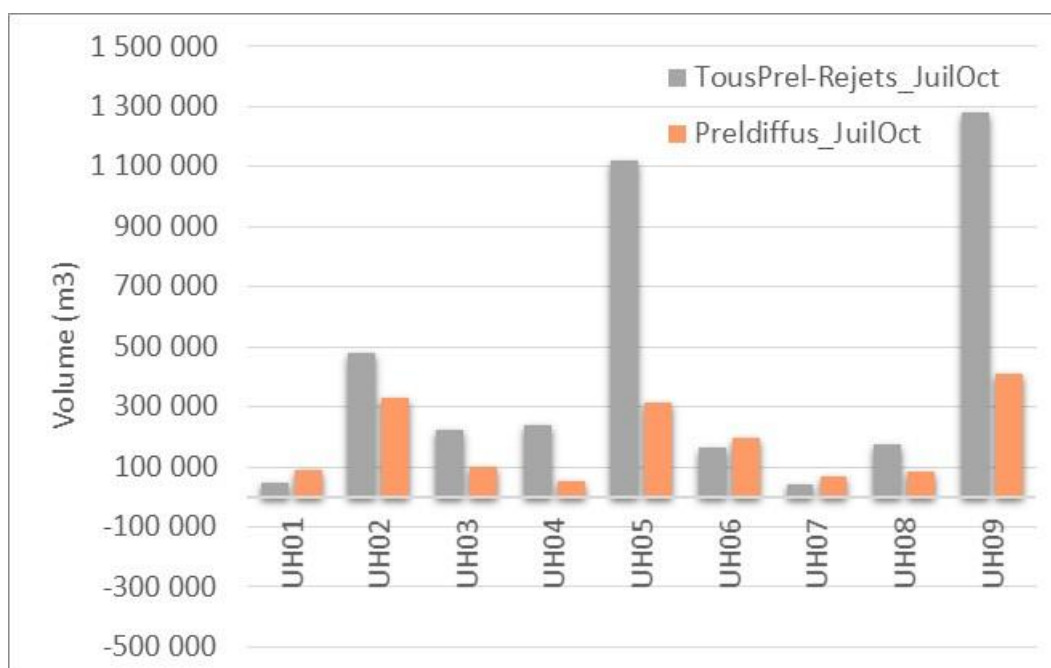
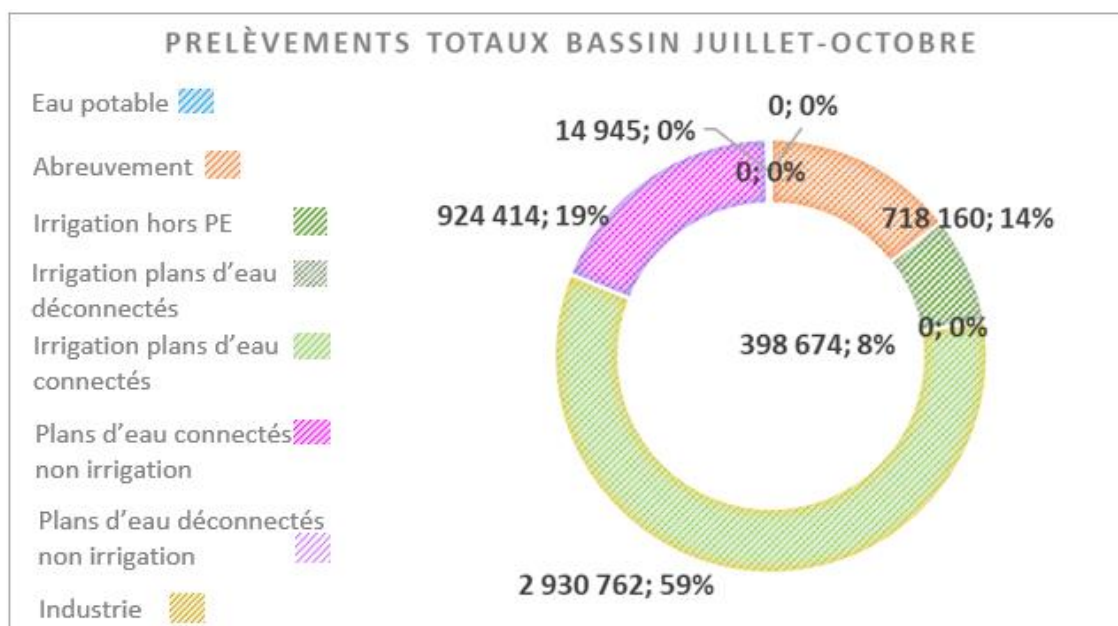
Au printemps, la majeure partie des prélèvements est liée à l'irrigation depuis les plans d'eau connectés et à l'évaporation.

JUILLET-OCTOBRE

Evaporation des plans d'eau fourchette basse



Evaporation des plans d'eau fourchette haute



Durant l'été, les prélèvements diffus (évaporation depuis les plans d'eau, et abreuvement) représentent plus de 33% des prélèvements de la période, tandis que l'irrigation essentiellement réalisée depuis les plans d'eau connectés (y compris évaporation) et hors plans d'eau correspond à 67-69% des prélèvements de la période.

3.3.2 Par UH

Les résultats sont présentés par UH au pas de temps mensuel sur les fiches jointes à ce rapport.

Les cartes suivantes (également disponibles dans l'atlas cartographique) représentent la répartition des prélèvements nets (ensemble des prélèvements moins rejets) par UH et par année ; elles n'incluent, cependant, pas l'évaporation du lac de Grand Lieu. Les cartes par périodes (Nov-Mars, Avril-Juin et Juillet-Octobre) sont disponibles dans l'atlas.

Figure 45 : ensemble des prélèvements nets par UH (évaporation des plans d'eau fourchette haute)

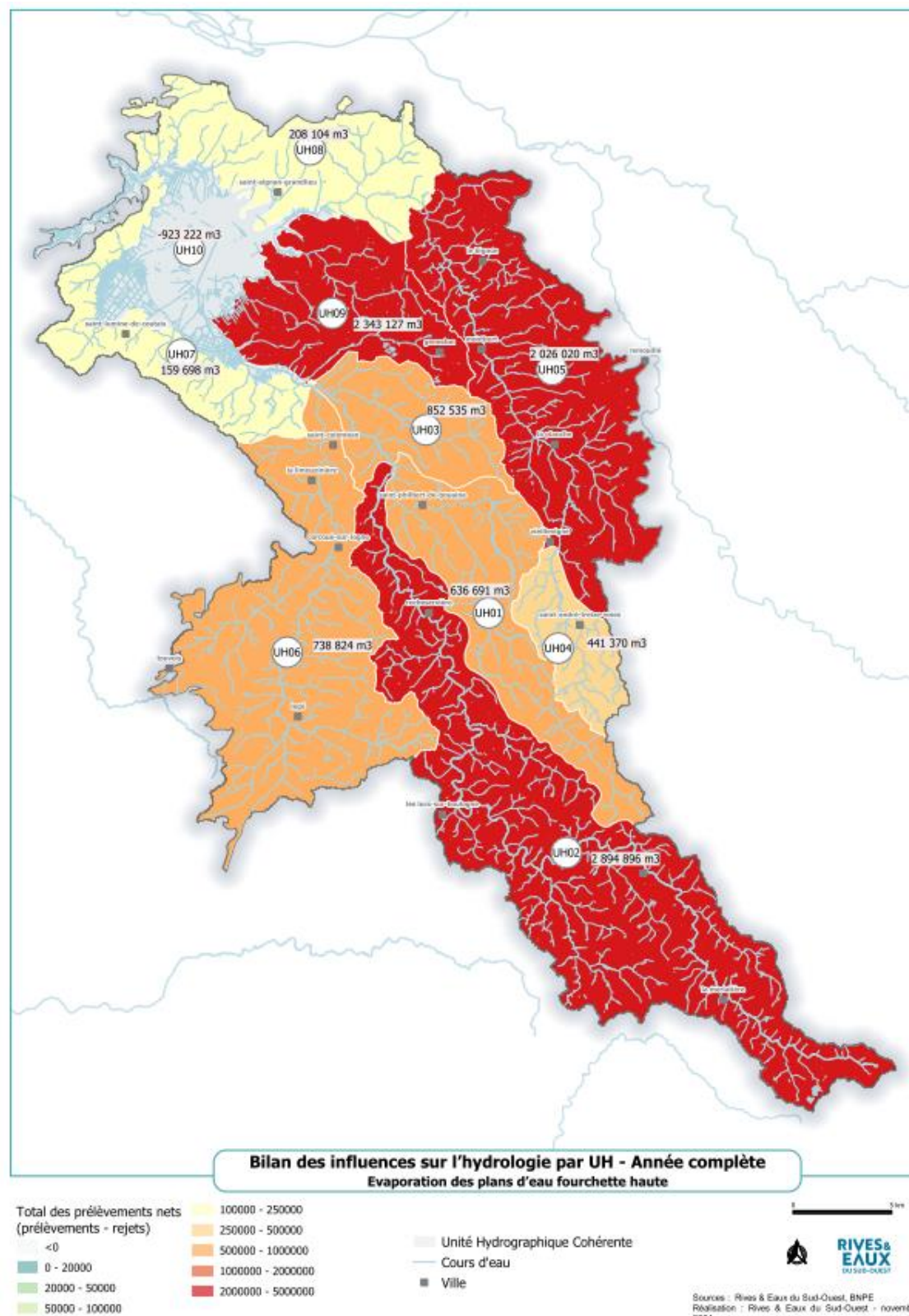
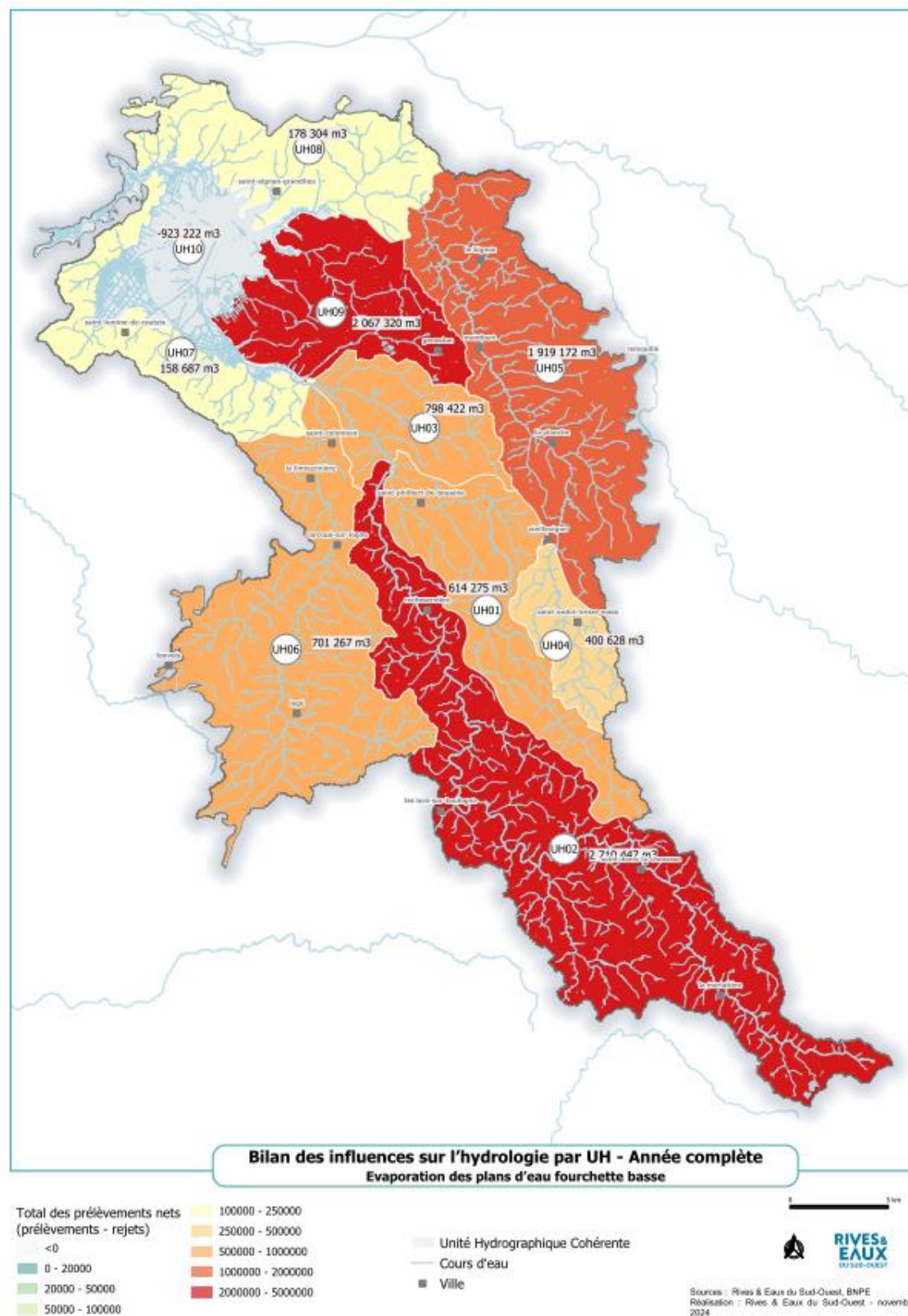


Figure 46 : ensemble des prélèvements nets par UH (évaporation des plans d'eau fourchette basse)



4 VOLET HYDRO(GEO)LOGIE

4.1 Stations de mesures

4.1.1 Réseau de stations météorologiques

La carte suivante présente la localisation des stations Météo-France situées sur et autour du périmètre d'étude.

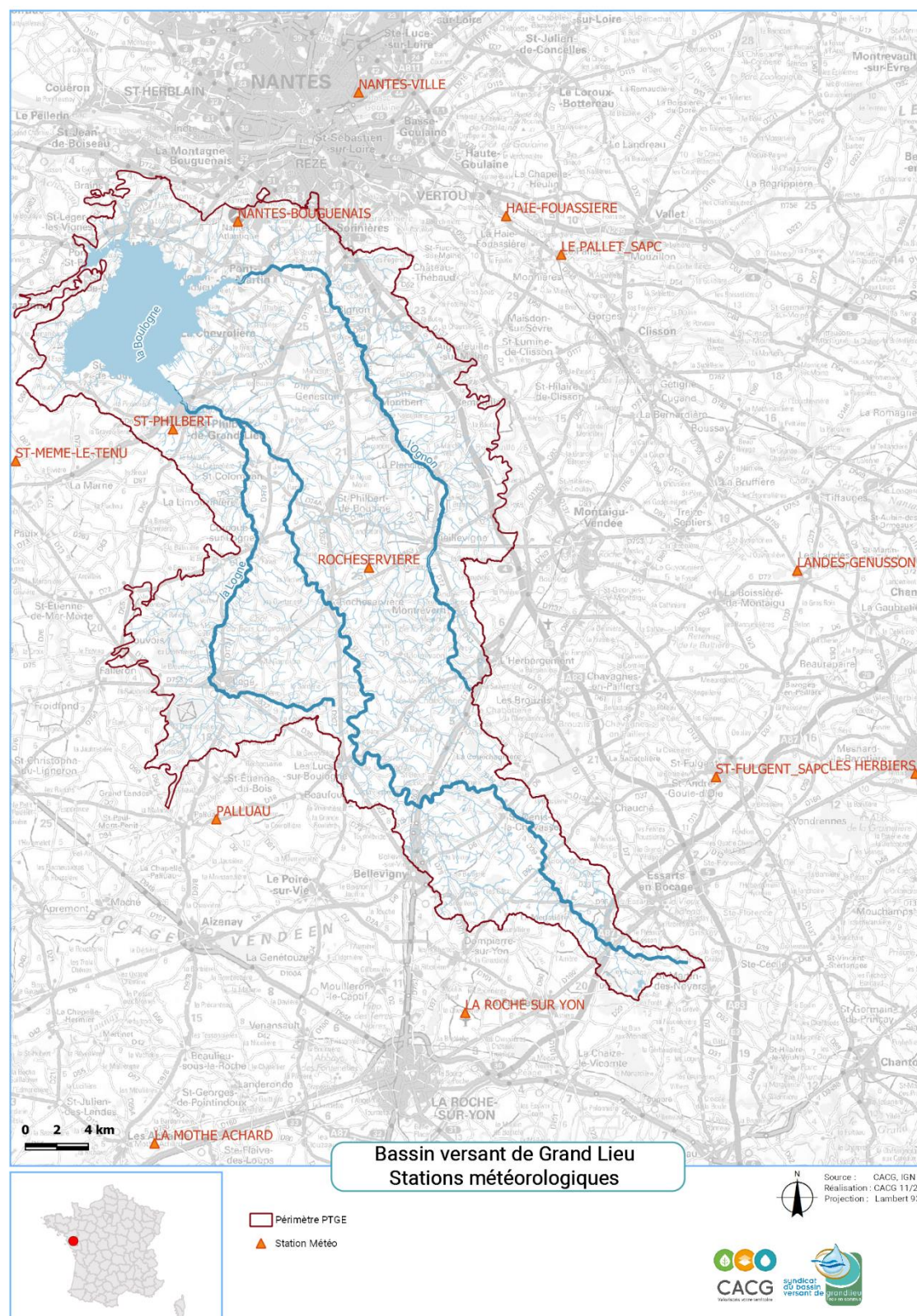
Les stations de Saint-Philbert, Nantes Bouguenais et Rocheservière sont incluses dans le périmètre d'étude, et apportent une bonne connaissance du climat de la partie Nord du territoire. Les données des stations de la Roche-sur-Yon et de Palluau à proximité du périmètre sont également intéressantes pour caractériser le climat de la partie sud du bassin.

Le tableau suivant précise les codes des différentes stations Météo sur ou à proximité du bassin.

Tableau 26 : Liste des stations météo sur et autour du périmètre

Code Station	Nom de la Station
85191003	La Roche-sur-Yon
85169002	Palluau
44188001	St-Philbert GL
44020001	Nantes Bouguenais
85109001	Les Herbiers
85190001	Rocheservière
85152001	La Mothe-Achard
85172001	Le Perrier
44131002	Pornic
85051001	Chantonnay
44109012	Nantes Ville

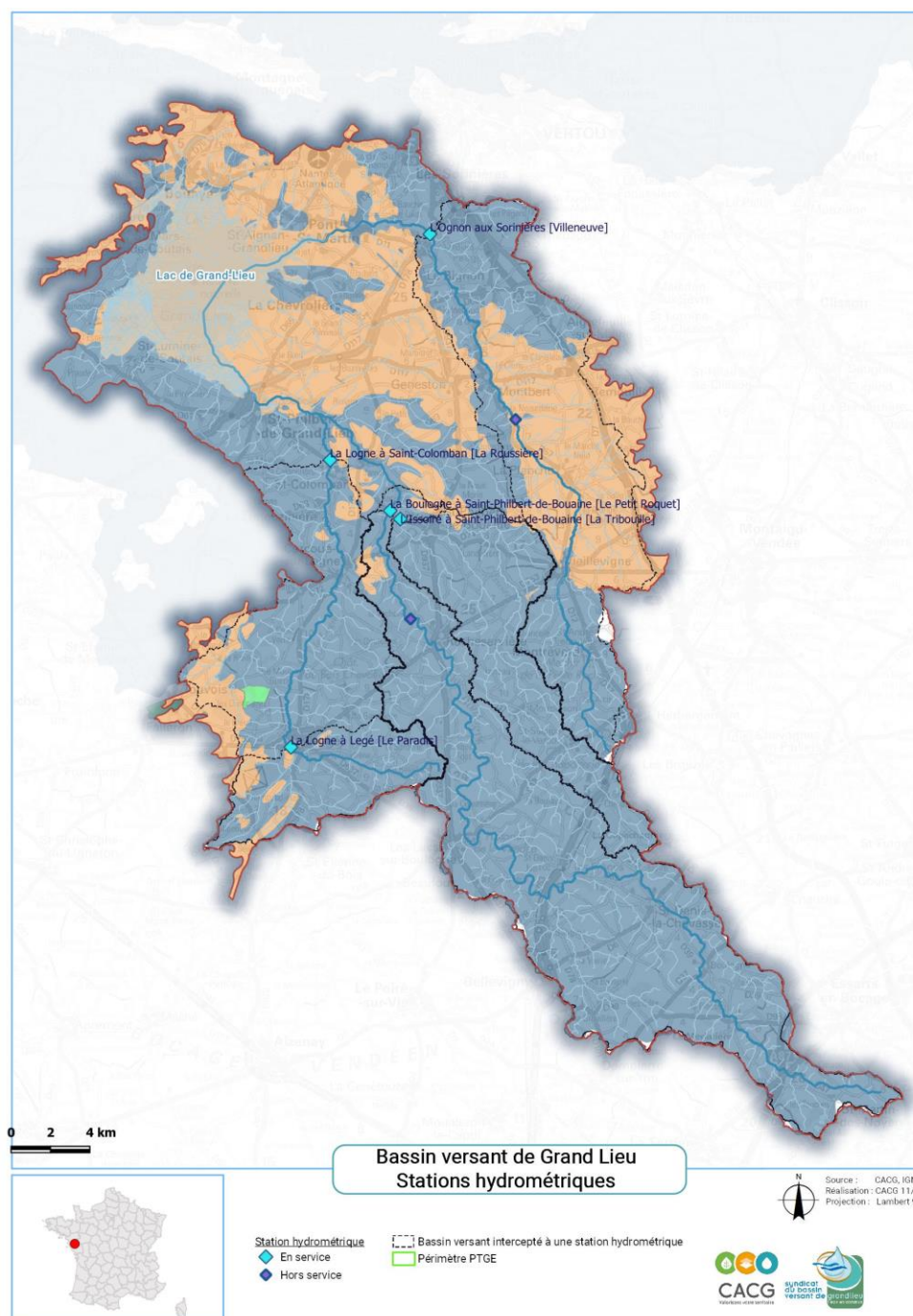
Figure 47 : localisation des stations météo



4.1.2 Stations hydrométriques

Le bassin versant de Grand Lieu comporte 5 stations hydrométriques en service depuis au moins 15 ans et 2 stations hors service.

Figure 48 : localisation des stations hydrométriques (en bleu zone de socle, en orange nappe des sables)



Code station	Ancien code Hydro	Libellé	Type de Station	Date de mise en service	Date de mise hors service	Code Commune	Code ZoneHyd	Code Entité Hyd	Code Tronçon Hyd	SUPERFICIE BV (km2)	Gestionnaire	Nombre d'années de mesures
M811261020	M8112630	La Boulogne à Saint-Philbert-de-Bouaine [Le Petit Roquet]	LIMNI	29/5/2008		85262	M811	M8--0260	M8110260	206	DREAL Pays de Loire	15
M814402010	M8144020	La Logne à Legé [Le Paradis]	LIMNI	1/8/1994		44081	M814	M8144000	M8144000	43.3	DREAL Pays de Loire	29
M814401010	M8144010	La Logne à Saint-Colomban [La Roussière]	LIMNI	1/7/1981		44155	M814	M8144000	M8144000	130	DREAL Pays de Loire	42
M820502010	M8205020	L'Ognon aux Sorinières [Villeneuve]	LIMNI	1/11/1964		44198	M820	M8205000	M8205000	147	DREAL Pays de Loire	59
M812401010	M8124010	L'Issoire à Saint-Philbert-de-Bouaine [La Tribouille]	LIMNI	1/9/1994		85262	M812	M8124000	M8124000	70.5	DREAL Pays de Loire	29
M820501010	M8205010	L'Ognon à Montbert		1/10/1964	1/1/1970					82		6
M811261010	M8112610	La Boulogne à Rocheservière - La Vacherie		1/7/1981	1/10/2006					/		25

Tableau 27 : stations hydrométriques du bassin de Grand Lieu

Les stations hydrométriques du bassin versant de Grand Lieu apportent des informations essentielles de suivi des débits sur chacun des cours d'eau principaux du bassin versant. Leur localisation à l'aval de chaque sous-bassin permet d'intégrer l'ensemble des influences propres à chacun.

On remarque immédiatement que **les bassins versants de la Boulogne et de l'Issoire sont totalement sur socle** avec une **contribution limitée des eaux souterraines aux débits des cours d'eau**.

Le **bassin versant de la Logne est essentiellement sur socle** sauf une faible étendue à l'Ouest dans sa partie amont..

Par contre, le **bassin versant de l'Ognon en grande partie sur la nappe des sables** jouit d'une **contribution des eaux souterraines**.

Les mesures de débits réalisées sur chacun des cours d'eau retranscrivent ces différences de contextes.

4.2 Caractérisation de la pluviométrie et de l'évaporation sur le bassin

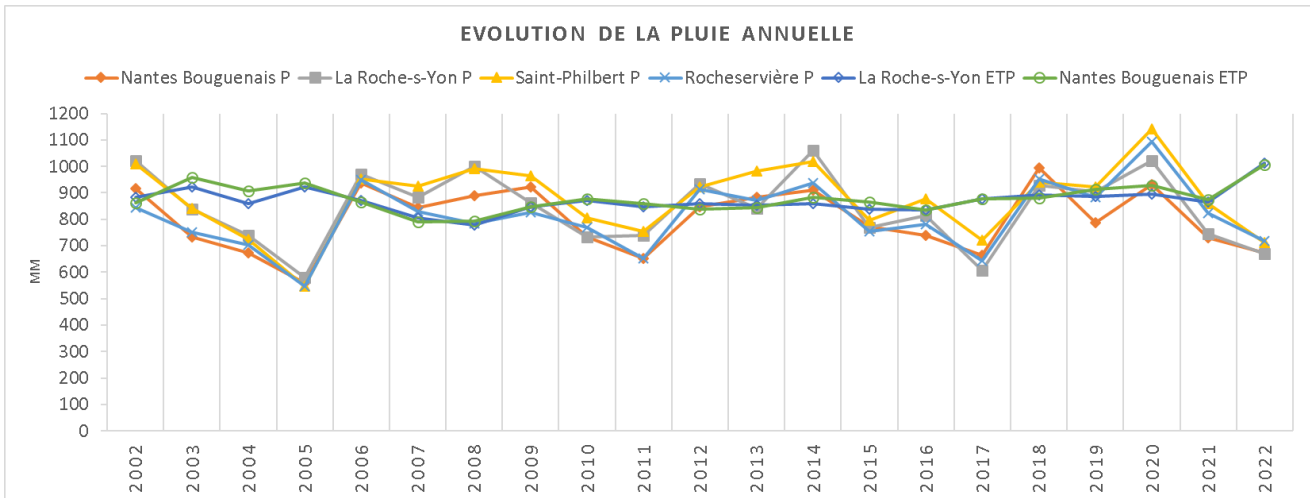
Il pleut entre 800 mm à Nantes Bouguenais et **877 mm à Saint-Philbert-de-Grand Lieu en moyenne par an**.

Les moyennes pluviométriques entre les stations de Saint-Philbert, Nantes Bouguenais, La Roche-sur-Yon et Rocheservièrès sont assez homogènes.

L'évapotranspiration annuelle moyenne est du même ordre de grandeur que la pluviométrie.

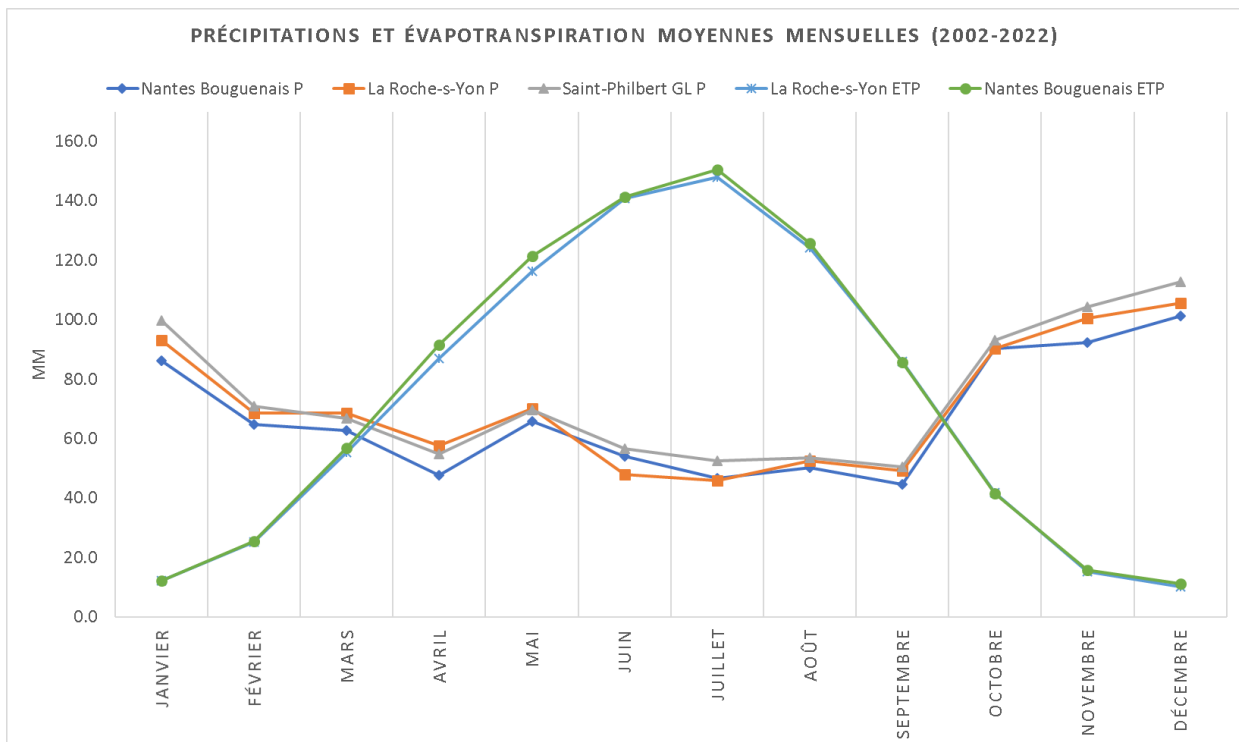
Tableau 28 : caractéristiques de la pluie et de l'évapotranspiration (2002-2022)

	Paramètre	MIN	MAX	MOY
Nantes Bouguenais	Pluie	558	994.9	799.6
Saint-Philbert	Pluie	547.3	1142.4	877.0
Rocheservièrès	Pluie	548.3	1092.4	811.0
La Roche-sur-Yon	Pluie	579.8	1060.4	841.2
La Roche-sur-Yon	Evapotranspiration	779.3	1011.6	870.8
Nantes-Bouguenais	Evapotranspiration	791.8	1008	878.4

Figure 49 : évolution de la pluie et de l'évapotranspiration annuelles

Les courbes précédentes ne montrent pas de tendance évolutive bien identifiés sur 20 ans.

Mais la pluviométrie et l'évapotranspiration ne sont pas réparties uniformément sur toute l'année comme en atteste le graphique suivant.

Figure 50 : évolution mensuelle de la pluie et de l'évapotranspiration

Le mois de juillet présente à la fois le cumul minimum annuel de précipitations et l'évaporation la plus forte. A l'inverse, le mois de décembre présente le plus fort cumul de précipitations, et la plus faible évapotranspiration.

4.3 Hydrologie influencée

L'hydrologie influencée est caractérisée par les débits mesurés. Il s'agit de la résultante des débits naturels des cours d'eau qui subissent les influences des prélèvements, des rejets et des aménagements du bassin versant.

Une fiche récapitulative par station hydrométrique a été présentée dans le rapport de Phase 1.

Le tableau suivant compare les valeurs caractéristiques des débits mesurés aux 4 stations. Les statistiques sont établies à partir des chroniques 2002-2022 homogènes avec données manquantes reconstituées d'après des corrélations établies entre les différents points de mesures. Les modules spécifiques mesurés aux 4 stations sont proches ainsi que les débits moyens spécifiques de Novembre-Mars. Les 4 stations bénéficient d'une hydraulité comparable, même si l'Ognon présente des débits spécifiques légèrement inférieurs.

Tableau 29 : débits caractéristiques mesurés

débits en m ³ /s	L'Issoire à Saint-Philbert-de-Bouaine [La Tribouille]	La Boulogne à Rocheservière puis à Saint-Philbert-de-Bouaine	La Logne à Saint-Colomban [La Roussière]	L'Ognon aux Sorinières [Villeneuve]
Surface BV (km²)	70,5	206	130	147
Débits moyens				
Module⁷	0,565	1,694	1,084	1,13
module spécifique (l/s/km²)	8,01	8,22	8,34	7,69
Débit moyen annuel quinquennal sec	0,384	1,123	0,761	0,774
Débit moyen NOV-MARS	1,189	3,515	2,27	2,295
Débit spécifique moyen NOV-MARS (l/s/km²)	16,87	17,06	17,46	15,61
Débit moyen NOV-MARS quinquennal sec	0,793	2,264	1,559	1,537
Débits d'étiage				
Débit moyen mensuel le plus faible 2002-2022	0	0	0	0,003
QMNAS⁸	0,002	0,003	0,001	0,012
Débits de crues (valeurs max - Source : Hydroportail)				
crue biennale	12,8	30,9	26,5	21,8

⁷ Débit moyen annuel pluriannuel en un point d'un cours d'eau. Le module est évalué par la moyenne des débits moyens annuels sur une période d'observations suffisamment longue pour être représentative des débits mesurés ou reconstitués. (Source : d'après Ministère chargé de l'environnement et AFB)

⁸ Débit moyen mensuel minimum de période de retour 5 ans, obtenu par ajustement d'une loi de galton, souvent pris comme référence pour qualifier les débits d'étiage

Le débit minimum quinquennal d'étiage (QMNA5) influencé apparaît légèrement plus soutenu sur l'Ognon que sur les 3 autres cours d'eau, en raison de la contribution des eaux souterraines.

4.4 Hydrogéologie

Pour une meilleure compréhension, les § 4.4.1 à 4.4.5 sont repris du rapport de Phase 1.

4.4.1 Cadre géologique

Depuis 2007, aucune donnée géologique majeure n'est venue préciser le contexte local du bassin versant de Grand Lieu, raison pour laquelle la présentation du contexte qui suit est un extrait du rapport BGRM/RP-53680-FR.

Cette présentation du contexte s'appuie notamment sur la carte géologique harmonisée.

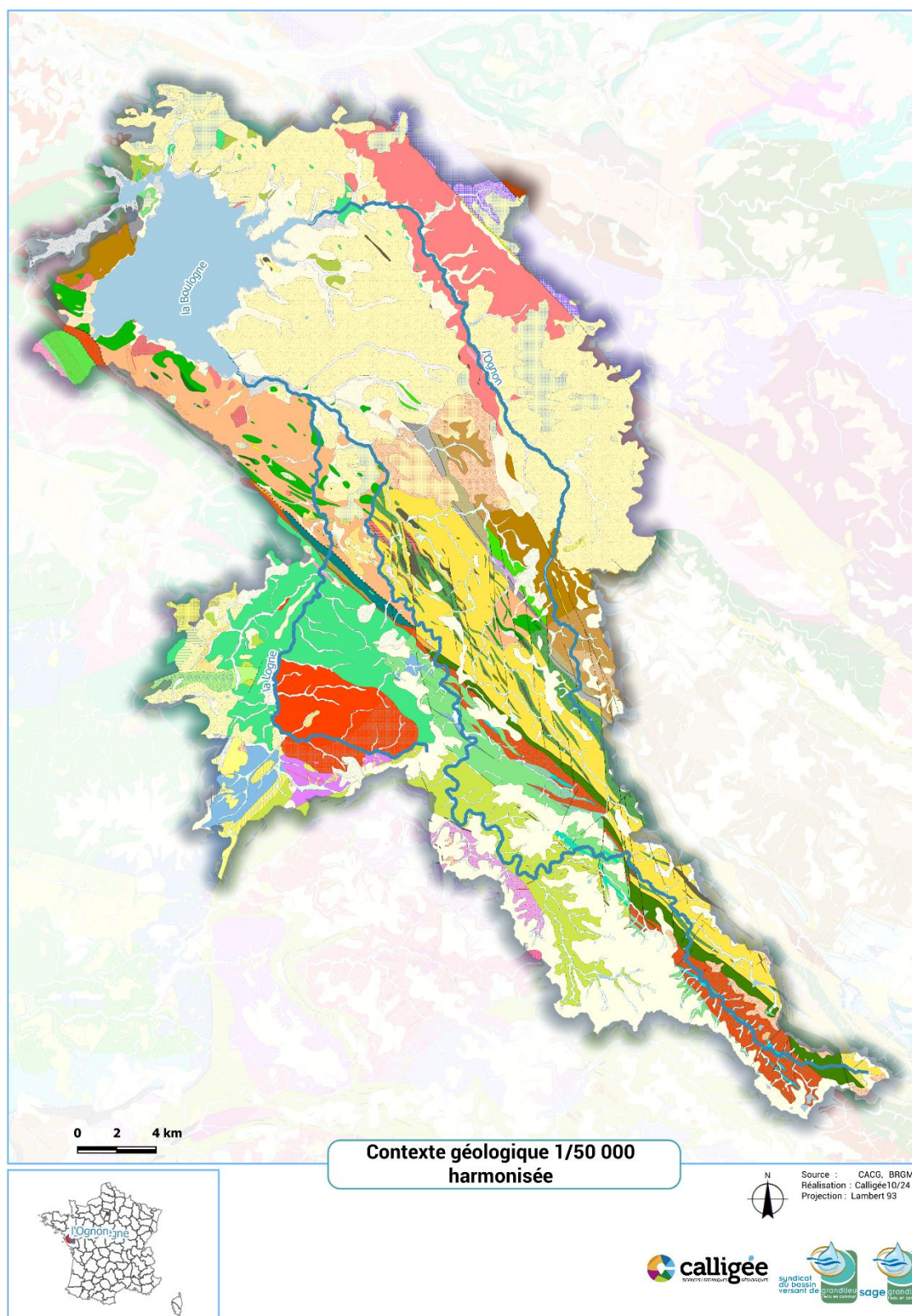


Figure 51 : Carte géologique harmonisée

Formation du Bassin de Grand Lieu

Au cours du Tertiaire, la collision alpine a induit une déformation du Massif Armoricaïn qui s'est principalement manifestée par le rejeu de failles du socle varisque dans la couverture sédimentaire (Suzzoni, 1988). Il en résulte de nombreux petits bassins tertiaires (= cénozoïques) qui, comme celui de Grand-Lieu, sont restés piégés après le décapage de la couverture.

Description des formations

Le substratum :

Le substratum de la dépression de Grand-Lieu est constitué de plusieurs unités :

- *Au Nord-Ouest et au Nord-Est : formations paléozoïques du synclinorium de Chantonay et complexe cristallophyllien des Essarts*
- *Au Sud-Ouest : granite de Legé et de la Roche-sur-Yon*
- *A l'Ouest : micaschistes briovériens du synclinorium de la Roche-Sur-Yon.*

Ce socle cristallin et les terrains sédimentaires sus-jacents sont affectés par plusieurs accidents NW-SE qui limitent des blocs disjoints, alternativement affaissés ou soulevés (cuvettes de Grand-Lieu et de la Vallée de l'Ognon, horst de Saint-Philbert sur la zone d'étude).

La forme triangulaire du domaine de Grand-Lieu résulte en fait de la coexistence de trois accidents tectoniques (Chevalier, 1987) (Figure 52) :

- *l'accident de Sainte Pazanne - Les Essarts (N 30°)*
- *l'accident de Bourgneuf - Sablé (N 50°)*
- *l'accident de la Rousselière - l'Ognon (N 150°)*

Parallèlement à la première direction (N 30°), le Sillon houiller "Saint-Mars-de-Coutais – Chantonay" traverse aussi la dépression de Grand-Lieu sans se traduire par un relief dans le paysage.

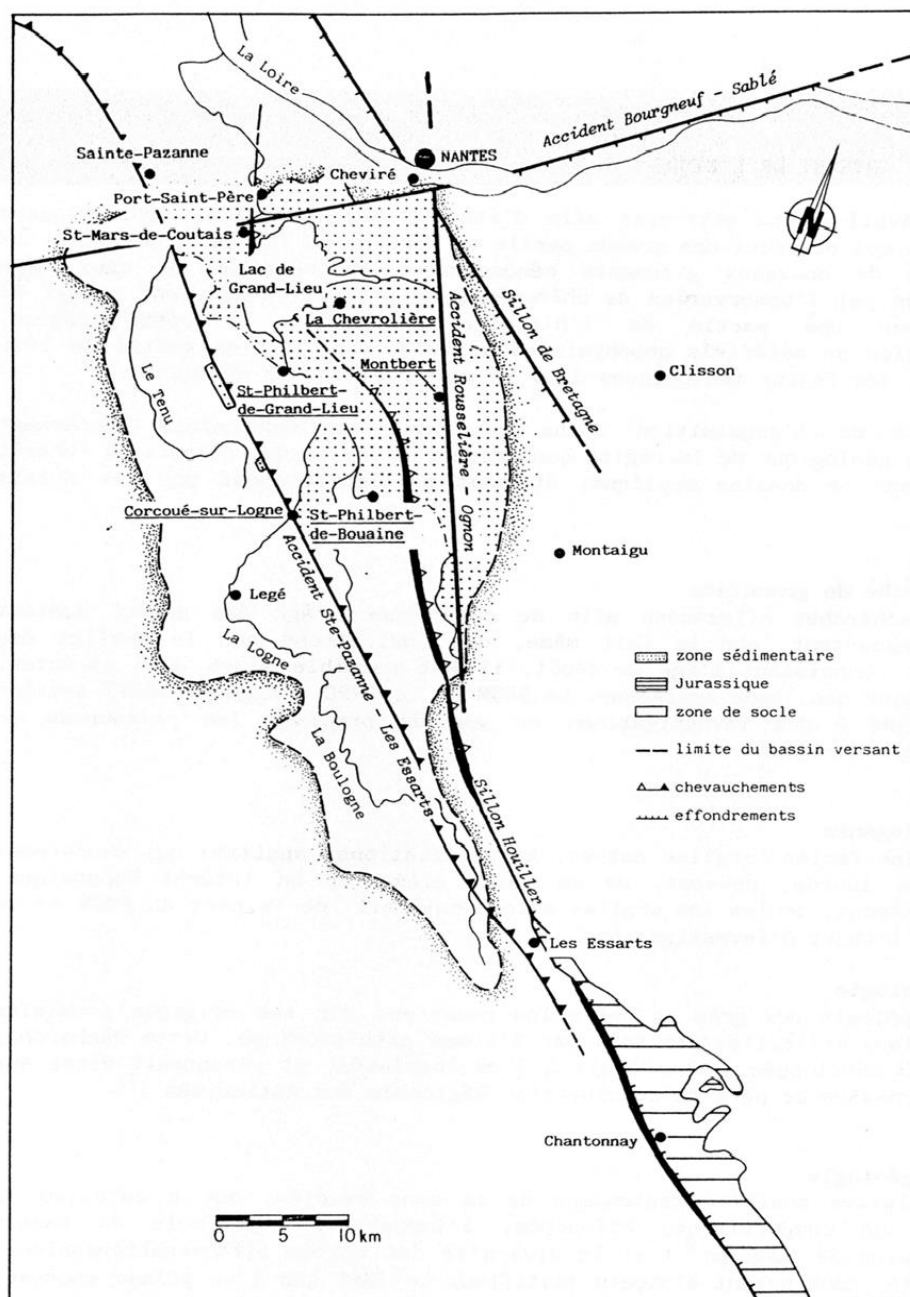


Figure 52 : Localisation des accidents tectoniques d'après Chevalier, 1987

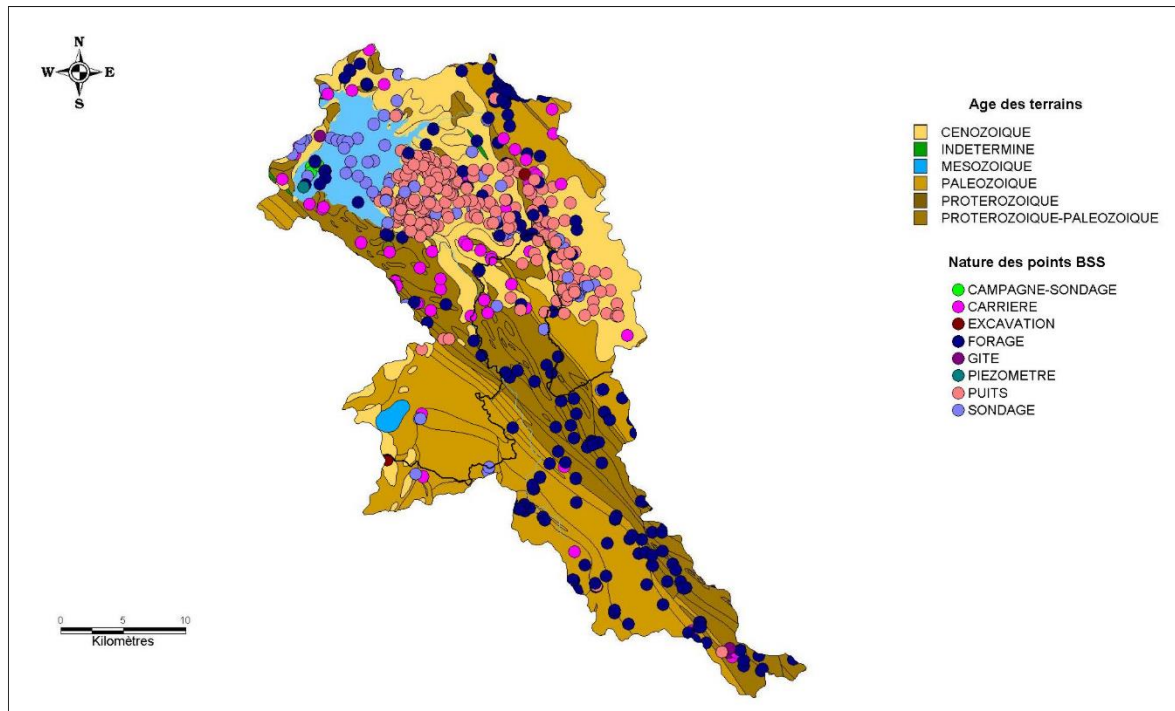


Figure 53 : Géologie du bassin versant (d'après carte au 1/250 000) et localisation des points inventoriés en BSS - BRGM

La Figure 53 montre la répartition des ouvrages inventoriés en BSS. Il apparaît que la partie amont du bassin versant se caractérise par une forte densité de forages implantés dans les formations de socle alors que dans la partie sédimentaire, les puits sont majoritaires. On peut noter :

- que les profondeurs sont plus importantes au niveau du lac (épaisseurs de l'ordre de 20 m) que dans la partie située plus à l'est (profondeurs inférieures à 10 m)
- que les points présentant une épaisseur de sédiments supérieure à 20 m sont peu nombreux

Les formations sédimentaires :

La succession stratigraphique et lithologique des terrains sédimentaires tertiaires présents sur le territoire de la carte géologique de Saint-Philbert-de-Grand-Lieu (carte n° 508) et reposant sur les formations de socle est la suivante :

- L'Ilerdien qui se présente sous la forme d'une mince couche (0.2 à 2 m) d'argiles noires feuilletées est présent tout autour du Lac de Grand-Lieu mais il est toujours recouvert par des terrains plus récents. On le retrouve de façon plus marquée dans les vallées de la Boulogne et de l'Ognon

- Le Cuisien est moins développé que le Lutétien supérieur que l'on retrouve à Saint-Aignan-de-Grand Lieu (au nord du lac), à Saint-Lumine-de-Coutais (au sud-ouest du lac) et dans la zone proprement dite du lac.
- De façon générale, l'Eocène est plus épais à l'ouest du lac que dans la partie orientale. Il peut être directement surmonté par des formations quaternaires ou par les formations du Pliocène.
- Au Pliocène, la dépression de Grand-Lieu a été entièrement recouverte par la mer mais l'érosion quaternaire a enlevé une grande partie des dépôts, surtout à l'ouest où le socle est plus élevé. Sous les sables rouges, le Redonien n'est reconnu qu'en bordure du lac et dans les paléovallées fortement encaissées.

Du fait de la tectonique (failles ayant joué indépendamment les unes des autres dans le temps et dans l'espace) et des phénomènes d'érosion qui ont affecté le secteur :

- les terrains précédemment décrits peuvent se présenter sous des formes très variées allant du placage très peu épais (voire à des galets épars) au bassin proprement dit
- des formations différentes ont été amenées au même niveau altimétrique (disposition complexe dite en marqueterie)

Par ordre d'importance en épaisseur, les principales dépressions reconnues dans le secteur de Grand-Lieu sont les suivantes :

- Zone orientale du lac (La Grande Suzeraine, Saint-Joseph) : le socle n'a pas été atteint à 36 mètres de profondeur.
- Zone occidentale du lac : selon les données de forages, la profondeur du socle est supérieure à 20 m (23 et 29 mètres). Du fait d'effondrements différentiels, les calcaires lutétiens et les sables de l'Eocène inférieur se retrouvent au même niveau.
- Au sud du lac (Marais de Saint-Lumine) : l'épaisseur de sédiment est -comme dans la zone orientale du lac - très importante. La profondeur du socle est variable (25 à 30 mètres pour tous les forages et 62 mètres en un point).
- Au nord du lac : socle peu profond (moins de 10 mètres de profondeur).
- Vallée de l'Ognon (axe tectonique la Rousselière – l'Ognon) : plusieurs dépressions jalonnent cette vallée.

La Figure 54, permet de visualiser le tracé des coupes disponibles en bibliographie alors que les Figure 55 et Figure 56 correspondent à 2 coupes synthétiques où la structure en "touches de piano" du bassin apparaît clairement.



Figure 54 : Tracé des coupes disponibles en bibliographie sur fond géologique au 1/50 000 (BRGM)

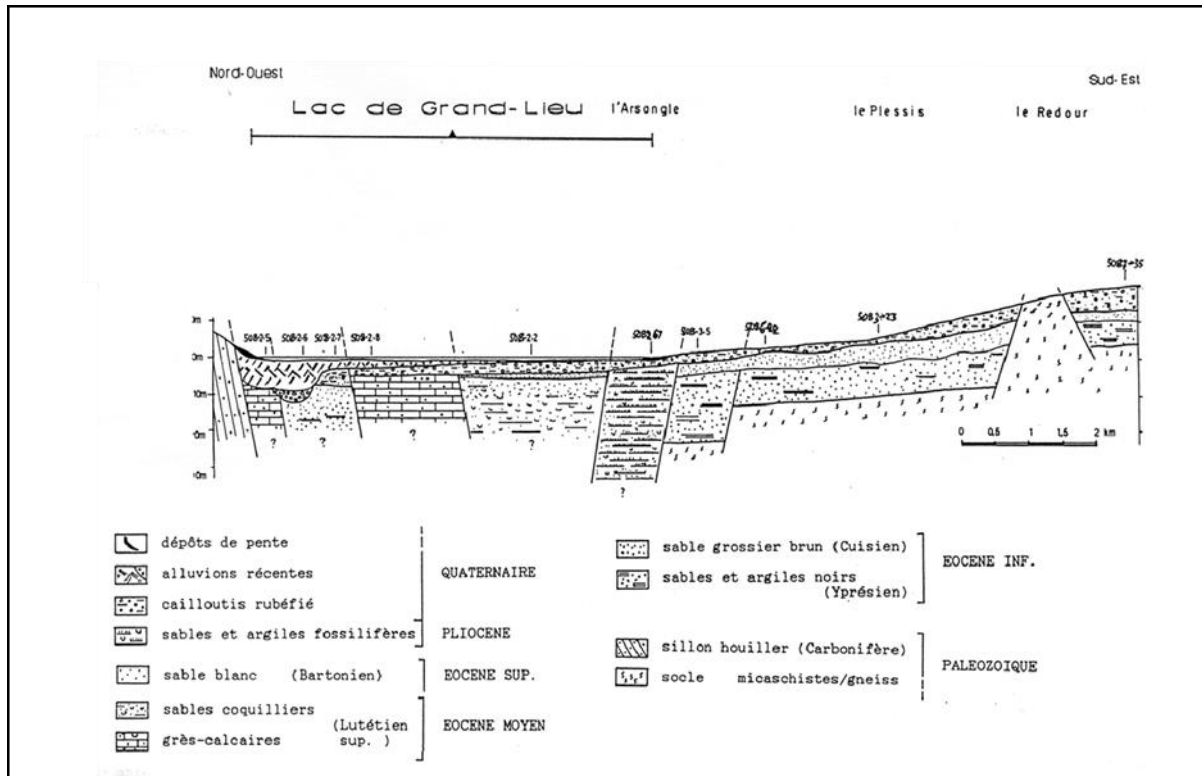


Figure 55 : Coupe géologique synthétique NO-SE (tracé 2 de la figure précédente) d'après Chevalier (1987)

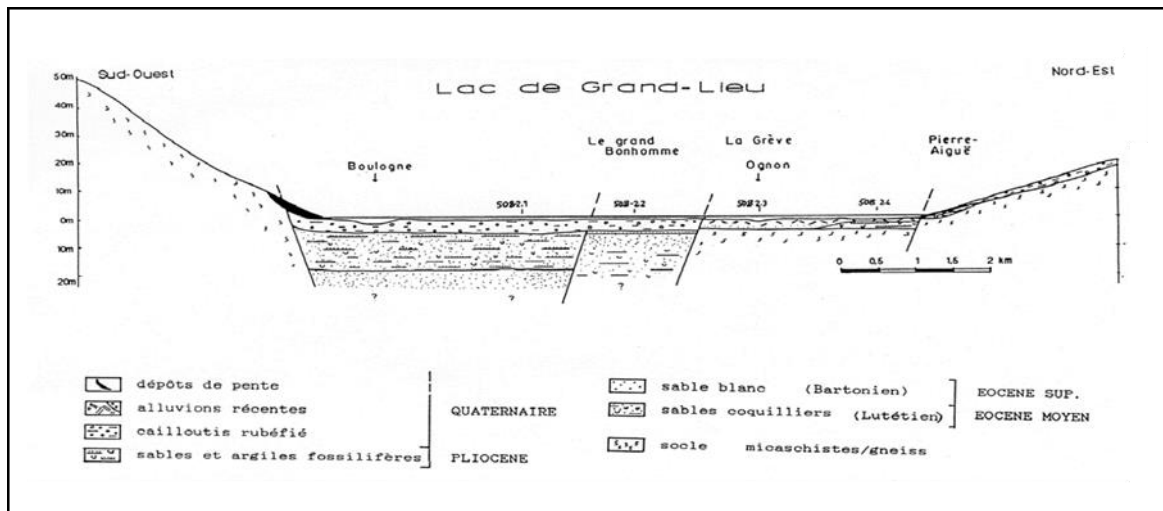


Figure 56 : Coupe géologique synthétique SO-NE (tracé 1 de figure précédente) d'après Chevalier (1987)

4.4.2 Formations aquifères

Au droit du bassin versant, il est possible de distinguer 2 types d'aquifères principaux (voir carte ci-après) :

- Celui qui est le plus productif contenu dans les formations tertiaires (argiles sableuses du Céno-Turonien, calcaires sableux du Lutétien supérieur, Sables de l'Yprésien)
- Celui qui est contenu dans les formations de socle, à la productivité limitée (socle métamorphique)

Aussi, pourrait être considéré un aquifère au sein des formations alluviales. Ceci étant, au regard de leurs très faibles extensions (exception faite en aval de la vallée de la Boulogne peut-être), cet aquifère est intégré au deux autres.

Sur cette carte n'apparaît que les formations affleurantes. Les vases flandriennes (en verte) recouvrent les formations sédimentaires sous-jacentes, dont les calcaires du Lutétien représentées sur la Figure 55.

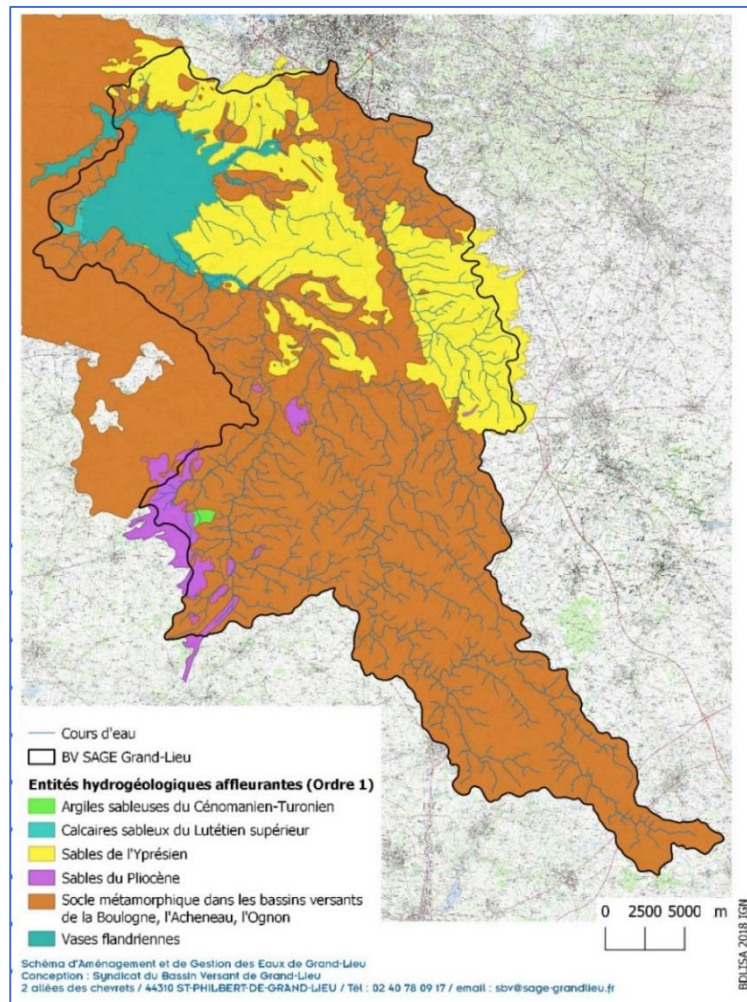


Figure 57 : Entités hydrogéologiques affleurantes (source : SAGE Grand Lieu)

4.4.2.1 Aquifères des formations tertiaires

La capacité aquifère d'une roche résulte du degré de porosité de la roche. Ainsi, les formations sableuses offrent une forte porosité, d'autant plus que la granulométrie soit élevée. Cependant, des niveaux sableux des lentilles argileuses s'intercalent au sein de la formation (résultant de l'origine deltaïque de ces dépôts). Il en résulte alors une moindre productivité de la nappe.

Ainsi, la nappe contenue dans les sables pliocènes offre une forte capacité de stockage et une bonne productivité. Cette ressource est exploitée par des puits ou des forages peu profonds, voir des plans d'eau recoupant directement la nappe, notamment pour l'irrigation.

Les formations calcaires ont fait l'objet de reconnaissance dans les années 1990 au Sud-Est du lac. Celles-ci avaient montré une bonne productivité de la ressource, mais des défauts de qualité.

4.4.2.2 Aquifères de socle

Les aquifères de socle contiennent une nappe dans deux niveaux superposés que sont les altérites et la roche fissurée (Figure 58). Ils sont connectés mais ne possèdent pas les mêmes caractéristiques hydrodynamiques : l'horizon fissuré est plus transmissif et la couche d'altérites plus capacitive.

Le potentiel aquifère peut alors être défini par :

- L'épaisseur et la nature de la couche d'altérites (des altérites exemptes de fraction fine et de granulométrie élevée représentent un fort potentiel aquifère) ;
- Le degré de fracturation des roches du socle et l'épaisseur de la zone fracturée ;
- L'orientation et la connectivité des fractures ;
- La présence ou non d'un remplissage argileux des fractures.

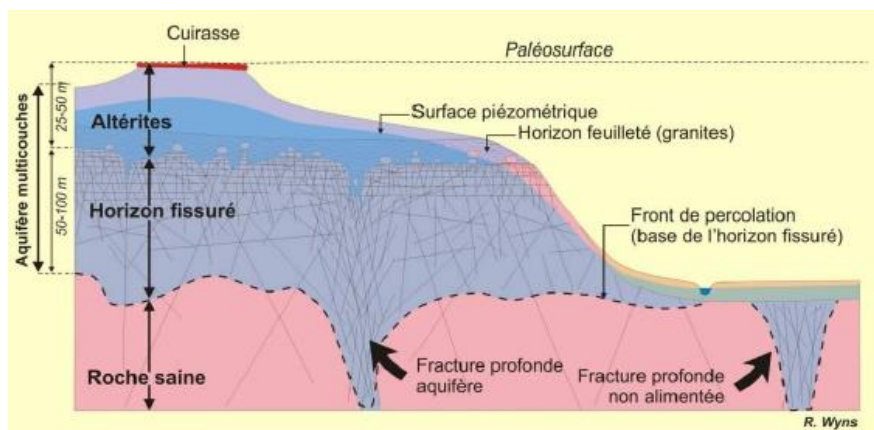


Figure 58 : Schéma conceptuel des aquifères de socle (source : R. Wyns – 1998 et 2004)

La productivité au sein de ces formations est donc très variable, pouvant être quasi nulle ou limitée à quelques m³/h.

L'exploitation de cette ressource est de deux types :

- Puits peu profonds captant les altérites (productivité limitée mais pouvoir capacitif)
- Forages profonds cherchant à recouper des niveaux fracturés (plus forte productivité recherchée).

4.4.3 Les masses d'eau

Sur le territoire, 8 masses d'eau sont identifiées :

Tableau 30 : Liste des masses d'eau sur le territoire

Code	Nom
FRGG022	Bassin versant de l'estuaire de la Loire
FRGG025	Bassin versant de la baie de Bourgneuf - Marais Breton
FRGG026	Logne - Boulogne - Ognon - Grand Lieu
FRGG027	Sèvre. Nantaise. Loire aval et. Côtiers. Vendéens
FRGG037	Sable du bassin tertiaire du lac de Grand Lieu
FRGG148	Bassins tertiaires du socle armoricain
FRGG028	Bassin versant de la Vie – Jaunay (à l'extrême sud-ouest de la zone d'étude)
FRGG030	Socle du BV du marais poitevin (à l'extrême sud de la zone d'étude)

Elles sont reportées sur la carte suivante : les masses d'eau associées aux formations de socle sont grisées, et celles associées aux formations sableuses et calcaires, donc plus productives, apparaissent en rouge ou orangé.

Notons que le territoire du SAGE intègre à son extrémité Centre Ouest, à l'Est de Touvois, une partie de la masse d'eau FRGG05 « Baie de Bourgneuf – Marais Breton », alors que les eaux superficielles et probablement souterraines s'écoulent vers l'Ouest, hors du bassin versant de Grand Lieu.

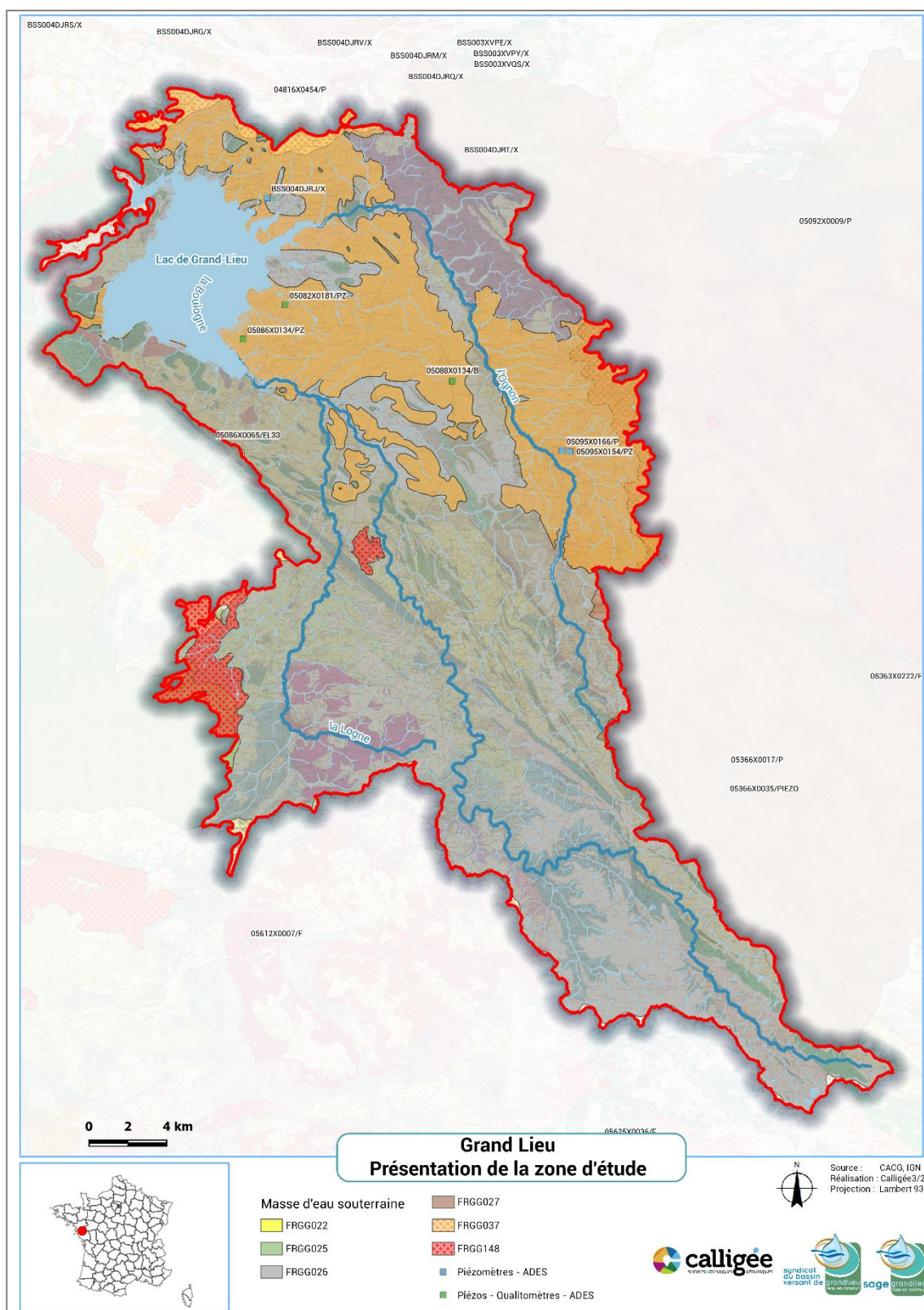


Figure 59 : Carte de localisation des masses d'eau

4.4.4 Les ouvrages de référence

Ci-après, la liste des piézomètres de référence.

Tableau 31 : Liste des piézomètres de référence sur le territoire du bassin versant

Nom de l'ouvrage	Code BSS	Altitude en mNGF	Coordonnées géographiques (Lambert 93)		Suivi		Commune	Prof.	Formation géologique recoupées et captées	Masse d'eau
		Z	X-L93	Y-L93	début	fin		(m)		
20 Rue De La Paix	05095X0166 / BSS001JTSD	27	363579	6666977	20/10/2014	en cours	La Planche	5.69	sables	officiellement : GG026 - Logne, Boulogne, Ognon Grand Lieu dans la réalité : GG037 "Sable du bassin tertiaire du lac de Grand Lieu"
Centre Technique communal	05095X0154 / BSS001JTTR	33	363993	6666928	05/09/2012	en cours	La Planche	23	socle altéré (formations superficielles occultées)	GG026 - Logne, Boulogne, Ognon Grand Lieu
Bellevue	05086X0134 /BSS001JRKS	3.00	347177	6672706	31/07/2008	en cours	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	20.5	sables du bassin de Grand lieu	GG037 - Sables du bassin de Grand Lieu
La NoëGrivaud	05088X0134 /BSS001JSBK	32.00	357941	6670542	09/12/2008	en cours	Geneston	31	sables Pliocène	
La Thibaudière	05082X0181 /BSS001JQAJ	6	349340	6674480	31/07/2008	en cours	La Chevrolière		sables	
Gendronnière	BSS004DJRJ/X	7	348404	6679976	01/01/2022	en cours	Saint-Aignan-Grandlieu	NC	NC	non précisé
Chambord (hors BV)	05366X0035 / BSS001LDCR	73	371985	6649133	05/11/1992	en cours	Les Brouzils	80	socle?	GG027 - Bassin versant de la Sèvre Nantaise
La Revellerie (hors BV)	05086X0065 / BSS001JRHS	36.00	345534	6667316	08/11/1995	en cours	Saint-Philbert-de-Grand-Lieu	24	anticlinal de Cornuaille (sables et grès)	officiellement : GG022 - Bassin versant de l'estuaire de la Loire dans la réalité : formations de sables et grès de l'Eocène dans un petit bassin (à proximité du Maupas)

Au sein du territoire, les piézomètres de référence concernent principalement les nappes sédimentaires et sont situés en partie Nord du bassin.

Il existe un seul ouvrage sollicitant le socle, à La Planche (BSS0001JTTR). Cet ouvrage a tout de même la singularité de caractériser la nappe d'altération du socle (granite), sous recouvrement argileux (4.5m d'épaisseur) lequel est surmonté des sables pliocènes au sein desquels se développe la nappe des sables (caractérisée par le piézomètre BSS001JTSD). Le comportement de la nappe sur cet ouvrage n'est donc pas forcément représentatif des eaux souterraines sur la majeure partie du territoire où les formations de socle sont à l'affleurement.

Sur le bassin de Grand Lieu, il n'existe aucun autre ouvrage de référence sollicitant les formations du socle affleurantes. L'ouvrage proche qui pourrait être pris en référence pourrait être celui de Chambord aux Brouzils

Notons qu'un nouvel ouvrage de référence a été mis en place en octobre 2022 à hauteur de Saint-Aignan-de-Grandlieu.

Ci-après, l'évolution des niveaux d'eau sur les ouvrages de référence.

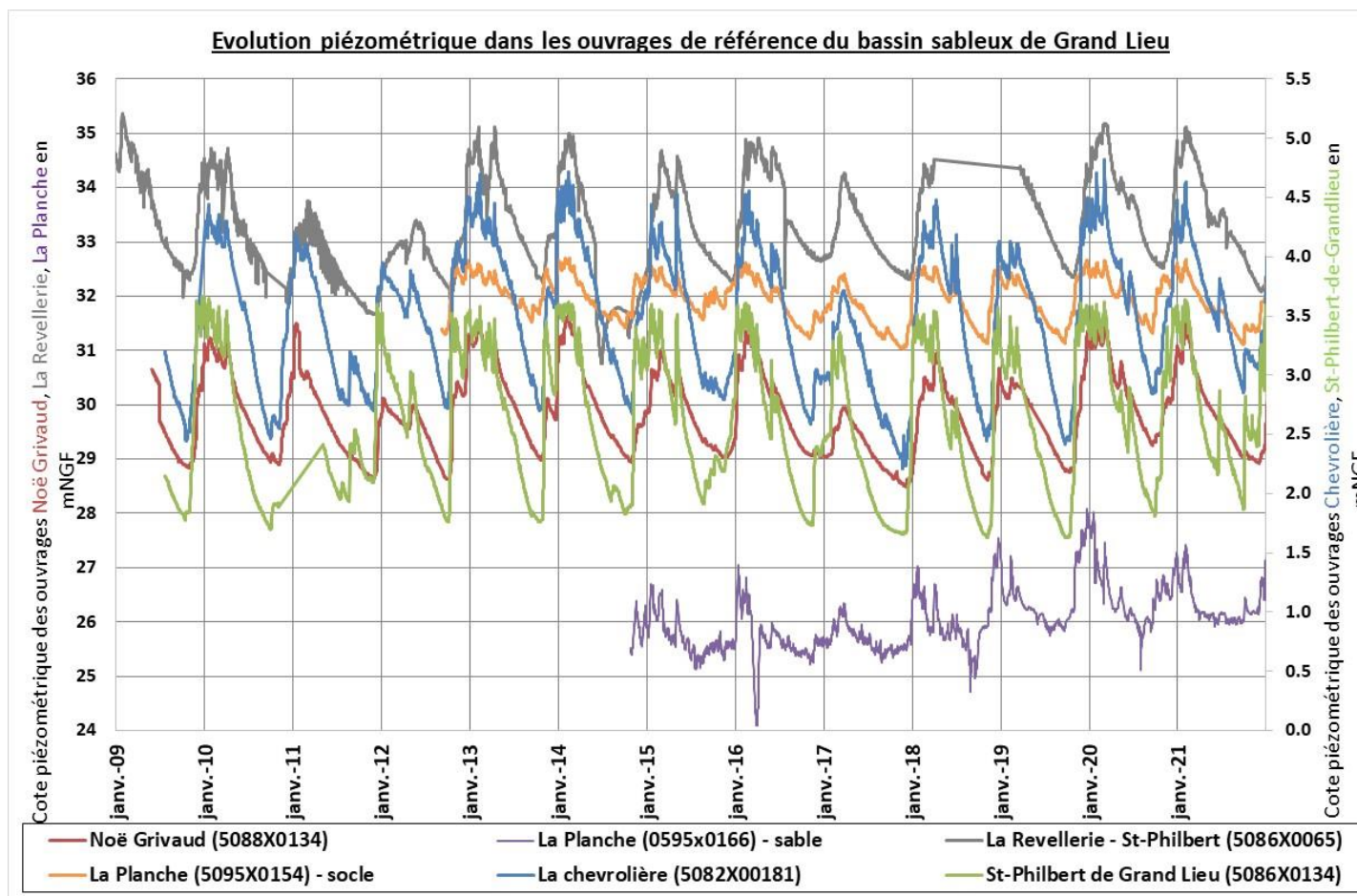


Figure 60 : Evolution piézométriques sur les ouvrages de référence 2009 à 2022 (d'après données ADES)

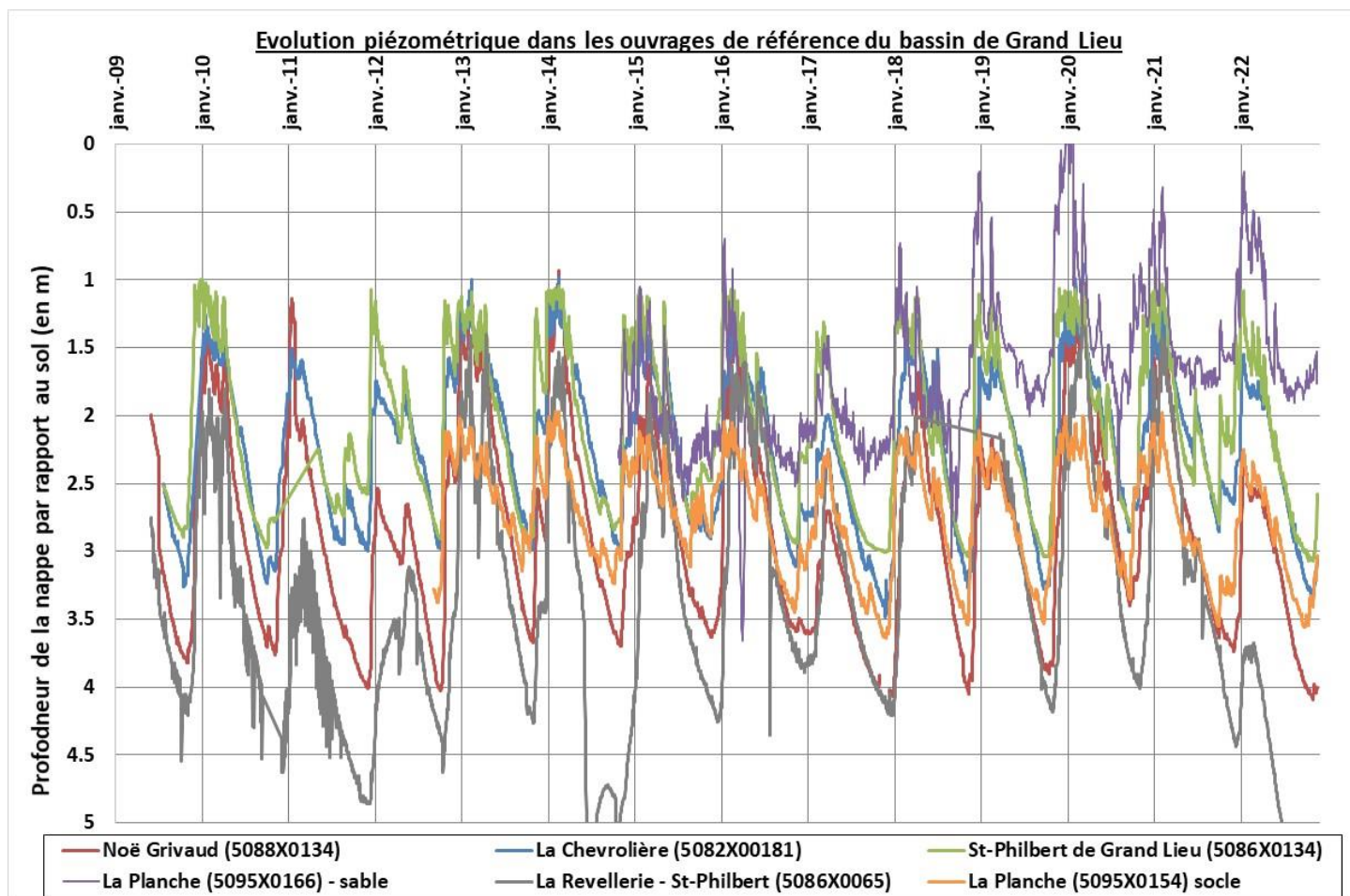


Figure 61 : Evolution piézométrique sur les ouvrages de référence de Grand Lieu (2009-2022) (source : ADES)

Ces variations montrent :

Tableau 32 : Principaux éléments déduits du suivi piézométrique

Piézomètre de référence	Périodicité des cycles de recharge	Battement de nappe moyen	Evolution, tendance
Chevrolière (BSS001JQAJ)	annuelle	1.8m	Pas d'évolution particulière
St-Philbert - La Revellerie (BSS001JRHS)	annuelle	2.5m	Pas d'évolution particulière mais étiage marqué en 2011, et très marqué en 2014
St-Philbert - Bellevue (BSS001JRKS)	annuelle	1.8m	Pas d'évolution particulière
Géneston – Noë Grivaud (BSS001JSBK)	annuelle	2.3m	Pas d'évolution particulière mais étiages marqués en 2011, 2012 et 2017
La Planche (BSS001JTTR) - socle	annuelle	1.3m	Pas d'évolution particulière entre 2012 et 2022
La Planche 2 (BSS001JTSD) - sable	annuelle	2.1m	Augmentation globale du niveau de nappe entre 2015 et 2020

L'analyse de l'évolution piézométrique de l'ouvrage de référence de la Revellerie sur lequel le suivi piézométrique est le plus long montre une forte corrélation entre pluviométrie annuelle et niveaux de nappe. Ceci se justifie par une nappe contenue dans les sables peu profonde (à quelques mètres maximums de la surface). Ainsi, la zone non saturée est peu développée et la recharge est rapide.

L'évolution de la piézométrie au regard de la pluviométrie mensuelle précise cette réactivité qui est forte (voir évolution au piézomètre de Géneston à suivre). Ainsi, l'élévation piézométrique peut être rapide à l'issue d'épisodes de recharge à l'automne ou en début d'hiver.

La dynamique des nappes de socle et des sables à La Planche sont globalement similaires, avec des cycles annuels, bien que le signal sur la nappe du socle soit plus amorti. La nappe des sables suivie sur un piézomètre proche de l'Ognon a un niveau proche de la surface (0 à -3m/sol). La nappe du socle suivie sur un ouvrage distant de plus de 700m du premier a un niveau de nappe plus profond par rapport au sol (-2 à -3.5m/sol), et ce quelle que soit la période de l'année – voir Figure 61

La comparaison des cotes piézométriques des deux ouvrages montre que le niveau de la nappe des sables est toujours plus bas de 4m par rapport à celui de la nappe du socle. Ceci peut s'expliquer par une situation topographique plus basse du piézomètre Sable (27 mNGF), alors que le sol du piézomètre Socle est à 33 mNGF. En conséquence, ces éléments sont insuffisants pour conclure sur les potentielles relations entre les deux nappes dans le secteur de La Planche.

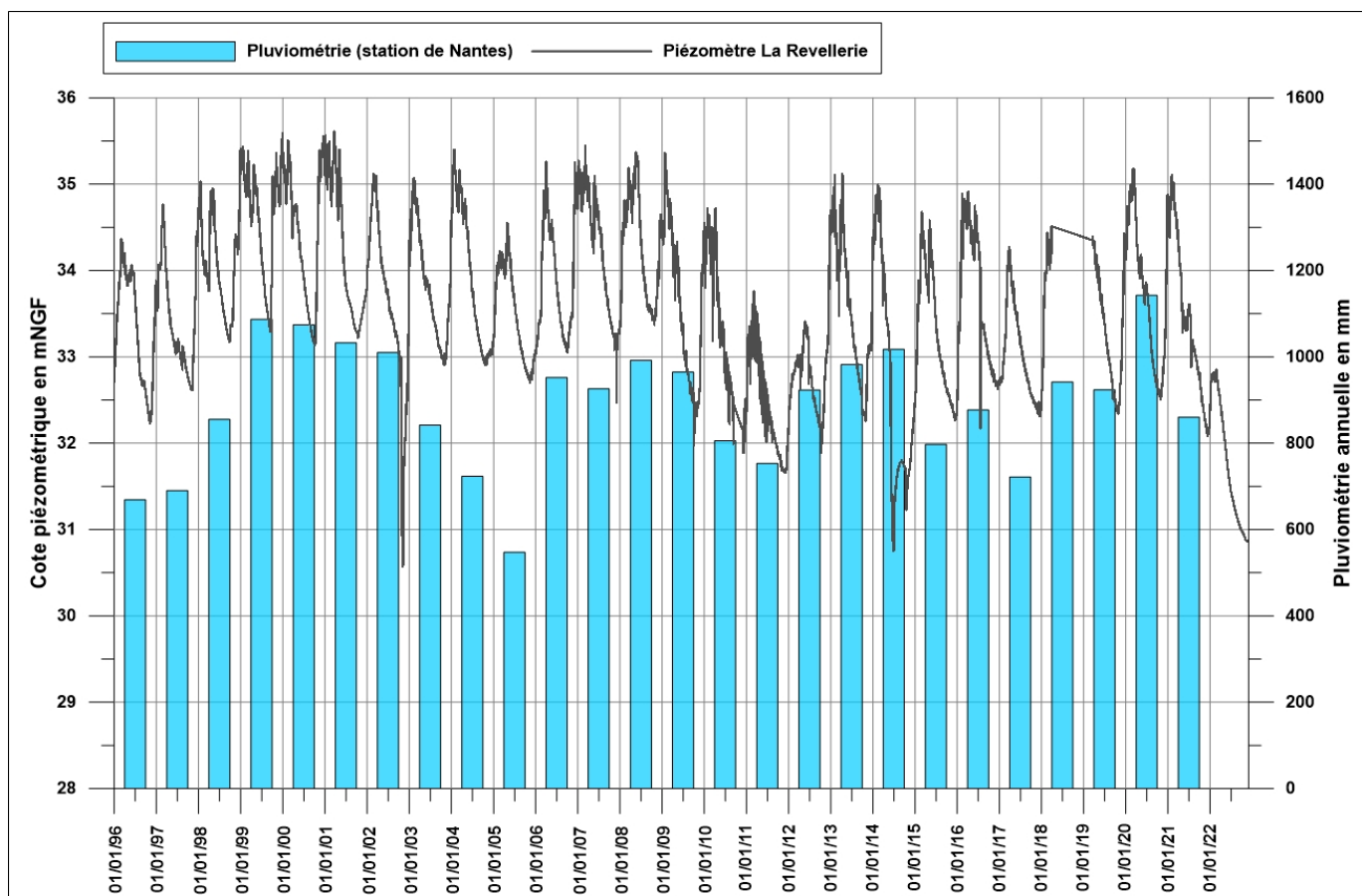


Figure 62 : Comparaison de la piézométrie à la Révellerie et de la pluviométrie annuelle (d'après données ADES et MétéoFrance)

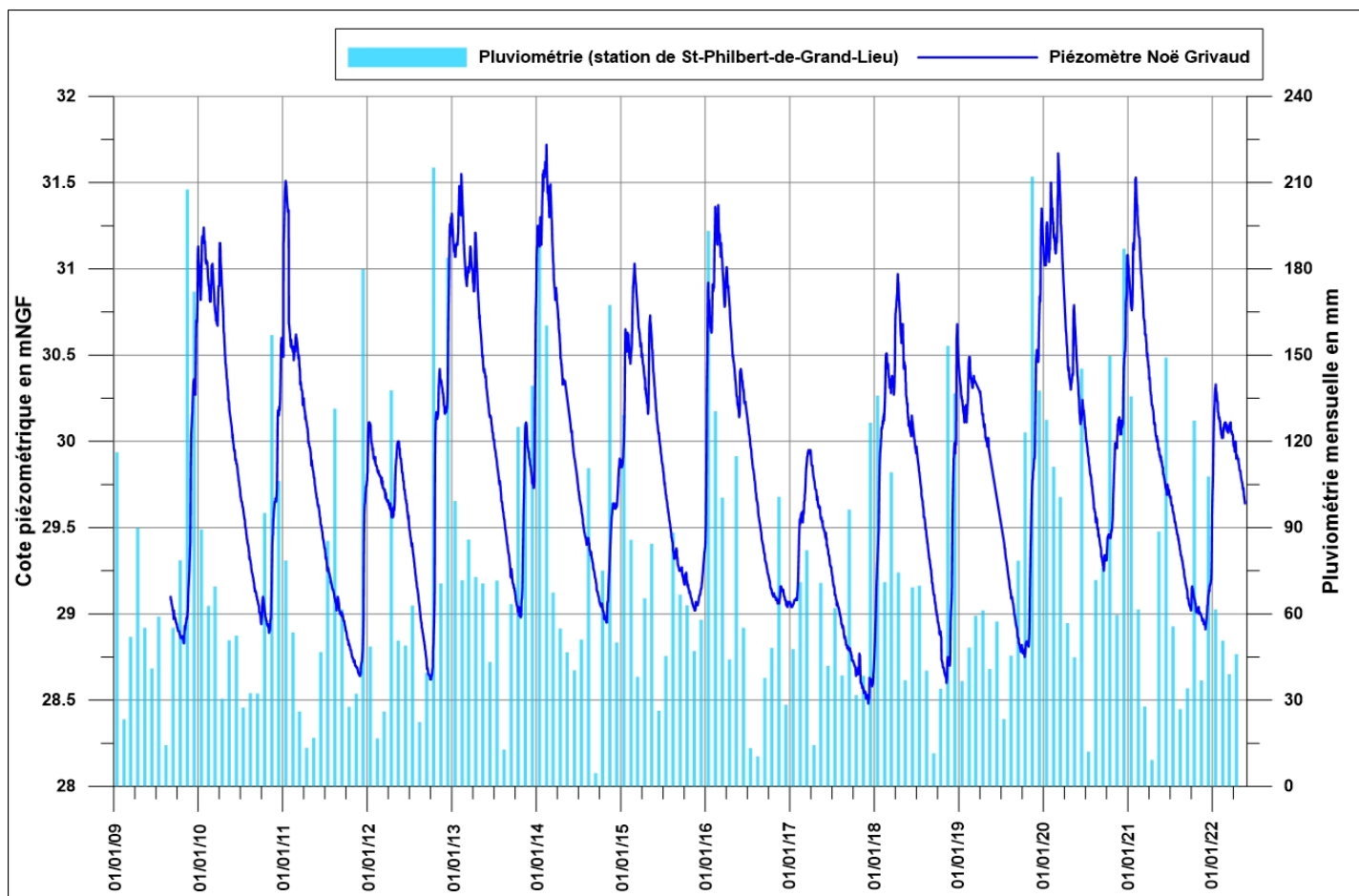


Figure 63 : Comparaison de la piézométrie à Gêneston et de la pluviométrie mensuelle (d'après données ADES et MétéoFrance)

Les ICPE inscrites sur le territoire réalisent probablement des mesures locales de niveaux de nappe dont nous n'avons pas eu connaissance. Les carriers Lafarge Granulats et GSM qui exploitent deux sablières sur le territoire de Saint-Colomban réalisent des suivis réguliers au droit et en périphérie de leurs carrières. Ces données n'ont pas été transmises pour le compte de la présente étude mais nous savons, par le biais d'autres études réalisées sur le secteur, qu'elles confirment des variations annuelles en lien avec la recharge, comme mis en évidence par le piézomètre de Géneston.

4.4.5 La piézométrie

La seule piézométrie collectée sur le territoire est celle réalisée par le BRGM en 2005 (basses eaux) et en 2006 (hautes eaux), portant uniquement sur la partie aval du bassin versant pour intégrer les zones où se développent les nappes constituées par les formations sédimentaires.

Malgré la démarche entreprise, le nombre d'ouvrages mesurés est resté limité, plus d'une centaine à chaque campagne, ce qui ne permet pas d'avoir une compréhension très locale des écoulements.

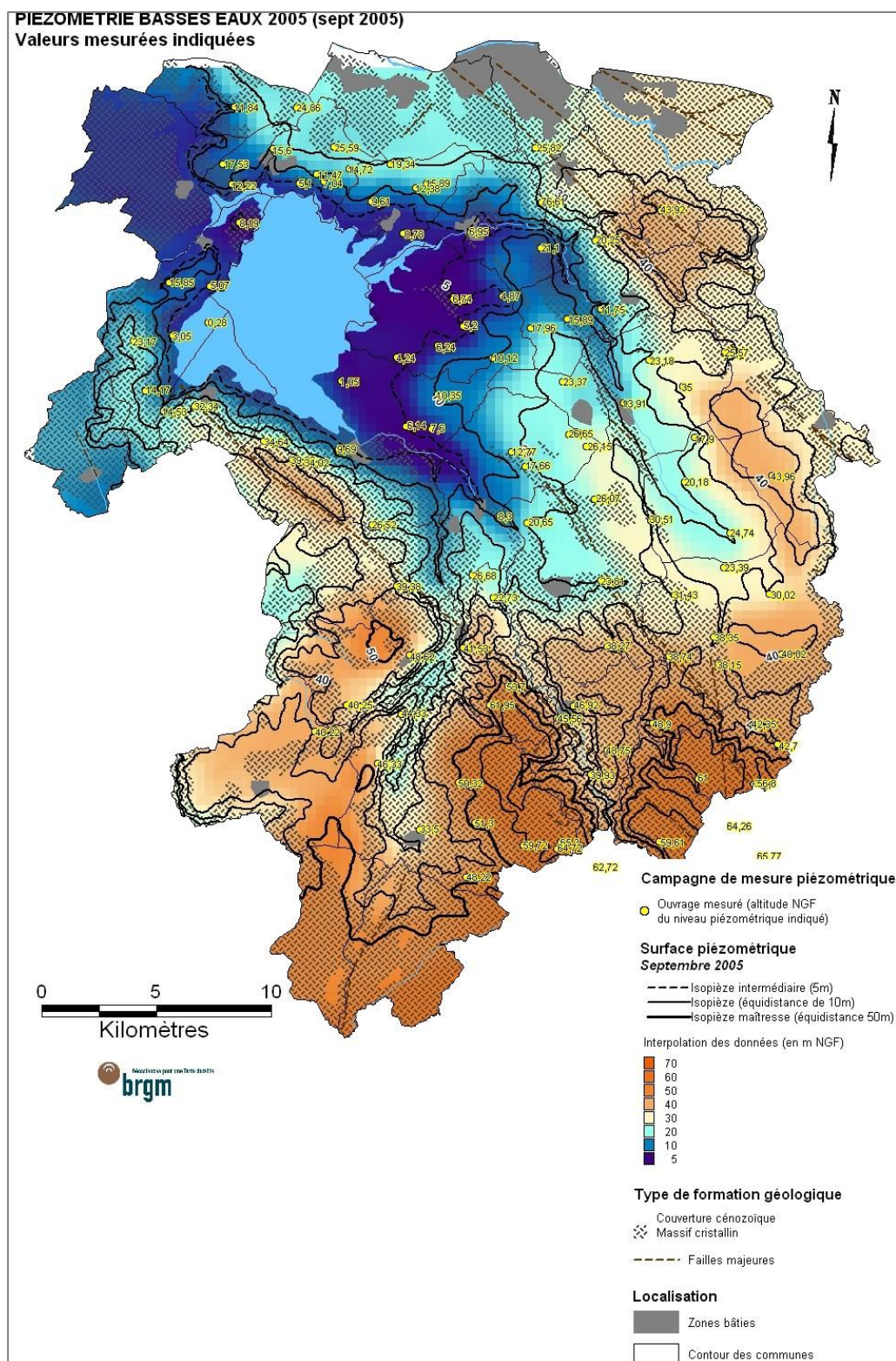


Figure 64 : Carte piézométrique de basses eaux 2005 (source : BRGM)

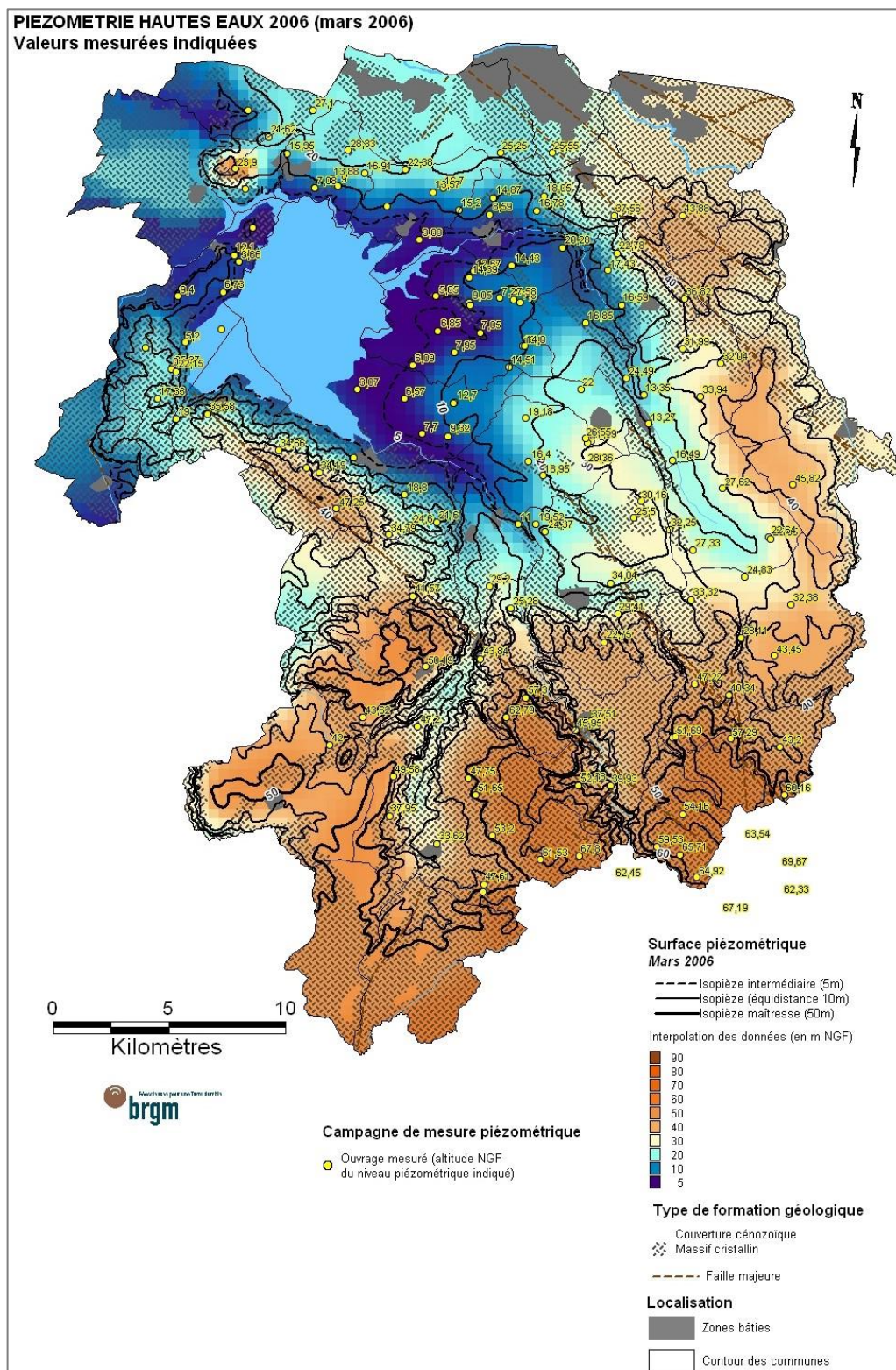


Figure 65 : Carte piézométrique de hautes eaux 2006 (source : BRGM)

Ces cartes mettent bien en évidence la différence d'écoulement des eaux souterraines dans les altérites en domaine de socle et dans les formations sableuses du Pliocène

En domaine de socle, les niveaux de nappe dans les altérites sont très peu profonds (voire même affleurants en période de hautes eaux. **Les nappes sont donc drainées par les cours d'eau**. Le battement de nappe entre les basses eaux et les hautes eaux est faible. Ces éléments traduisent la faible transmissivité de ces formations dont la composante argileuse est souvent importante.

En domaine sédimentaire, les variations de niveaux de nappe peuvent atteindre plusieurs mètres en partie amont des bassins versants, quand elles se limitent à environ 1m en bordure du Lac. Ainsi, le **gradient hydraulique évolue en fonction de la charge de l'aquifère** qui est en amont de cette zone : de l'ordre de 3,9 ‰ pour la période de hautes eaux (mars 2006), et environ 2,5 ‰ en basses eaux (septembre 2005).

Les piézométries de hautes eaux et de basses eaux sont relativement analogues, avec **un drainage des nappes par les cours d'eau superficiels, et in-fine par le Lac**. A la faveur d'une remontée de socle en rive gauche de l'Ognon entre la Planche et Montbert, le bassin sableux de la vallée de l'Ognon est disjoint de celui à l'Est. Ainsi, les eaux souterraines de l'Ognon se dirigent vers le Nord jusqu'à hauteur de Viais avant de converger vers le Lac.

Les profils piézométriques réalisés d'Ouest en Est à partir de ces deux campagnes conduisent le BRGM à dire **qu'il n'y aurait pas d'inversion d'écoulement en étiage et que le lac resterait le drain de la nappe**.

Aujourd'hui, les prélèvements ont peut-être évolué tout comme les niveaux de nappe. Pour préciser ces premiers constants, **il est préconisé de réaliser des piézométries plus fines, via des profils depuis le Lac, en période de prélèvements (en été)**.

Notons que les carriers disposent de cartes piézométriques locales qui ne sont pas présentées dans le cadre de cette étude. Celles-ci confirment les drainages de la nappe des sables par les vallées du Redour (au nord) et dans une moindre mesure de la Mandironnière (au sud)

4.4.6 Paramètres physiques de la nappe

Les aquifères se caractérisent par plusieurs paramètres physiques lesquels influent fortement sur la quantité d'eau stockée dans le sous-sol et les écoulements souterrains : Perméabilité (aptitude d'un milieu à se laisser traverser par un fluide), Transmissivité (débit d'eau qui s'écoule par unité de largeur de la zone saturée d'un aquifère continu et par unité de gradient hydraulique), Emmagasinement (quantité d'eau libéré sous une variation unitaire de la charge hydraulique - caractérise plus précisément le volume d'eau exploitable), Porosité (propriété d'un corps ou d'un milieu de comporter des vides interconnectés ou non). Ces éléments sont calculés à travers des tests de pompage, données collectées en BSS ou dans les documents bibliographiques (voir Tableau 33).

D'après la BSS, seulement 2 points ont des paramètres hydrodynamiques validés donc aisément accessibles. Il est possible qu'il existe d'autres données pour d'autres points BSS mais stockées dans les fiches de points d'eau et donc très fastidieuses à traiter.

Les autres données sont issues de la recherche d'eau au nord de Sainte-Lumine-de-Coutais, et de la reconnaissance de gisement et de la ressource entre Saint-Colomban et Gèneson.

Code BSS	Autre identifiant	commune	X_L93	Y_L93	prof. ouvrage (m)	aquifère	masse d'eau	T (m ² /s)	S (sans unité)	Perméabilité (m/s)	Débit spécifique (m ³ /h/m de rabattement)	source données
BSS001LBEZ		Les Lucs-sur-Boulogne	358498	6648162	79	socle	GG026	2.80E-05	non déterminé	non déterminé	0.000084	BSS
BSS001MGWG		Boulogne	370915	6641698	80	socle	GG026	7.22E-05	non déterminé	non déterminé	non déterminé	BSS
BSS001JRDA	ZGL1	Sainte-Lumine de-Coutais / St-Mars-de-Coutais	340812	6673930	45.5	sable sous lac	GG037	1.40E-03	non déterminé	2.80E-04	40	CD44
	ZGL3	Sainte-Lumine de-Coutais / St-Mars-de-Coutais				sable sous lac	GG037	non déterminé	non déterminé	non déterminé	10.3	CD44
BSS001JPSD	ZGL4	Sainte-Lumine de-Coutais / St-Mars-de-Coutais	342389	6674996	63	sable sous lac	GG037	3.50E-03	1.00E-04	6.10E-04	60.1	CD44
BSS001JPSE	ZGL5	Sainte-Lumine de-Coutais / St-Mars-de-Coutais	342390	6675056	27.5	sable sous lac	GG037	2.70E-03	1.00E-04	4.50E-04	18.4	CD44
BSS001JPSB	F8	Sainte-Lumine de-Coutais / St-Mars-de-Coutais	342399	6675036	65	sable sous lac	GG037	2.70E-03	1.00E-04	4.60E-04	non déterminé	CD44
	F6	Sainte-Lumine de-Coutais / St-Mars-de-Coutais				sable sous lac	GG037	non déterminé	non déterminé	non déterminé	10	CD44
BSS001JSBJ	B14	St-Colomban	356075	6670787	27	sables pliocènes	GG037	3.00E-03	1.00E-02	non déterminé	non déterminé	BRGM RP-53680-FR
BSS001JSBK	B	Géneston	357941	6670542	32	sables pliocènes	GG037	1.00E-03	1.00E-02	non déterminé	non déterminé	BRGM RP-53680-FR

Tableau 33 : Données de paramètres hydrodynamiques locaux sur le bassin versant de Grand-Lieu



La faible densité de données ne permet pas de faire une cartographie de la caractérisation des paramètres hydrodynamiques des aquifères.

Dans la partie socle, la transmissivité est très faible, de l'ordre de $5.10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ce qui offre un débit d'exploitation très limité.

Pour les sables pliocènes, le BRGM concluait dans son rapport de 2005 à une nappe libre productive :

- Secteur de Gèneson : Transmissivité = $2.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, Emmagasinement = $1,1.10^{-2}$;
- Secteur de Saint-Colomban : Transmissivité = $1,5.10^{-5}$ à $1,1.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

Notons que les travaux de modélisations réalisés pour le compte de GSM et de Lafarge dans le cadre de leurs carrières de la Grande Garde et de la Gagnerie à Saint-Colomban confirment les valeurs de transmissivité et d'emmagasinement. Ainsi, le champ de perméabilité des formations sableuses est compris entre 3.10^{-6} et $2,5.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$, l'ordre de grandeur le plus courant étant de 10^{-4} m.s^{-1} .

Les sables sous couverture tourbeuse sous le lac de Grand Lieu offrent une bonne productivité, laquelle aurait une connexion limitée avec le milieu superficiel (au regard des datations : eaux d'environ 6000 ans, et de l'hydrogéochimie : forte teneur en fer, ammoniac).

4.4.7 Approche des volumes d'eau souterrains stockés

Il n'existe pas de données bibliographiques portant sur l'estimation des volumes d'eaux souterraines contenus dans le sous-sol du bassin versant de Grand-Lieu.

Nous allons essayer de faire une évaluation de ces volumes (hors aquifère particulier sous le lac de Grand-Lieu) en croisant les paramètres :

- Epaisseur de la zone saturée,
- Porosité de l'aquifère,
- Surface de l'aquifère.

Cette approche sera réalisée en phase 2 par croisement entre l'évolution piézométrique et les prélèvements en nappe.

4.5 Relations nappes-rivières

4.5.1 Evaluation des échanges à partir des données bibliographiques

La relation nappe rivière et la contribution de la nappe aux écoulements superficiels dépendent à la fois de la productivité de l'aquifère (stock d'eaux souterraines facilement mobilisables) et du degré de connexion au cours d'eau, lequel dépend du colmatage de son lit et de ses berges.

Ainsi, cette relation nappe/rièvre, cette contribution des nappes aux écoulements superficiels (débit de base) notamment en période d'étiage, peut être appréciée à dire d'expert en fonction du contexte hydrogéologique en 3 catégories :

- Formations sableuses = forte relation (vidange de la nappe vers le cours d'eau continue favorisant un écoulement pérenne)
- Socle = faible relation (matériaux principalement peu perméables favorisant le ruissellement au détriment de l'infiltration ; avec de surcroît un aquifère limité aux altérites, offrant peu de stock d'eaux souterraines. Ainsi, le faible stock d'eau et la faible perméabilité limitent les échanges nappe/rièvre et donc la contribution aux écoulements notamment en période d'étiage)
- Alluvions, formations superficielles hétérogènes ou contexte mixte = Relation intermédiaire (apports variables dans le temps et dans l'espace, contribution de la ou des nappes aux écoulements superficiels mal connue)

Ces relations sont appréciées pour chacune des masses d'eau :

- Relation nappe / rivière forte pour FRGG037 « Sable du bassin tertiaire du lac de Grand Lieu »
- Relation nappe / rivière moyenne pour FRGG022 « Bassin versant de l'estuaire de la Loire », FRGG148 « Bassins tertiaires du socle armoricain »
- Relation nappe / rivière faible pour FRGG025 « Bassin versant de la baie de Bourgneuf - Marais Breton », FRGG026 « Logne - Boulogne - Ognon - Grand Lieu », FRGG027 « Sèvre Nantaise Loire aval et Côtiers Vendéens »

Au regard du découpage proposé des Unités Hydrologiques, une classification de la relation nappe/rièvre est faite en fonction de leurs caractéristiques prédominantes. Ainsi :

- . Relation nappe / rivière forte pour UH08, UH09,
- . Relation nappe / rivière moyenne pour UH03 et UH05,
- . Relation nappe / rivière faible pour UH01, UH02, UH04, UH06, UH07.

La relation nappe/rièvre étant plus complexe et locale, la Figure 66 propose une classification cartographique de chacun des écoulements superficiels. Les tronçons à faible relation traduisant des étiages marqués voire des assecs comme observé par le réseau ONDE.



Figure 66 : Carte d'évaluation des relations nappe / rivière et de la contribution des nappes aux écoulements superficiels

4.5.2 Evaluation des échanges nappe-rivière par calcul du BFI

« Le Base Flow Index (BFI) est le rapport à long terme du flux de base au débit total des cours d'eau et représente donc la contribution lente ou retardée à l'écoulement des cours d'eau et peut être influencé dans une large mesure par la géologie des bassins versants. » J.P Bloomfiel et al., 2009.

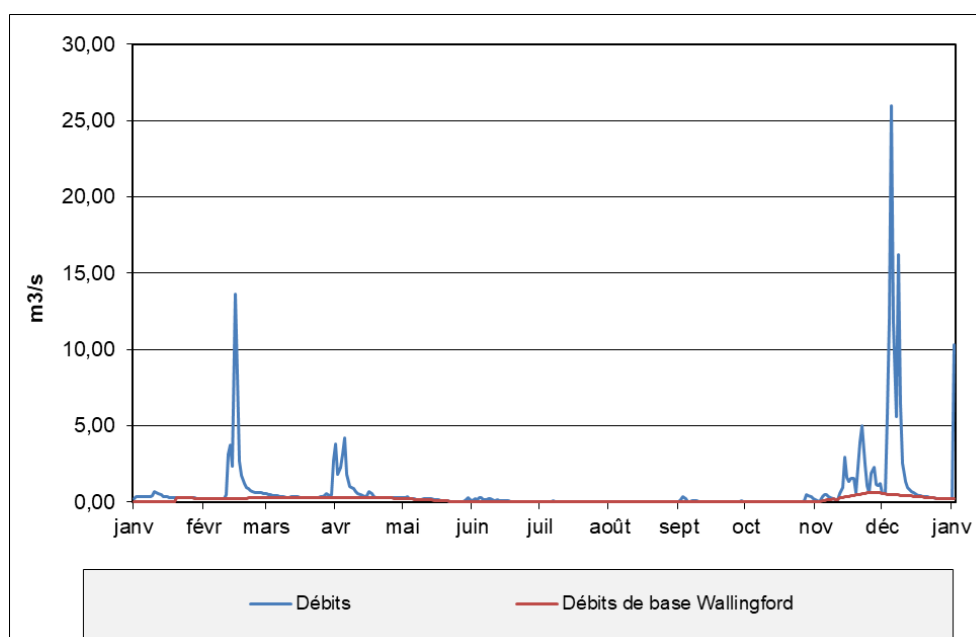
En d'autres termes, le BFI est le rapport entre le débit de base d'un cours d'eau (débit sans contribution des précipitations) et le débit total calculé sur une assez longue période. Il sert donc à connaître la contribution des eaux souterraines au débit d'un cours d'eau.

Il est de l'ordre de 0.15 pour des bassins avec des formations aquifères très peu perméables ce qui conduit à des cours d'eau qui réagissent très rapidement aux précipitations. Pour des bassins aux aquifères plus perméables et qui présentent des régimes d'écoulements superficiels relativement réguliers, le BFI tend vers 1.

La méthode la plus utilisée est celle de Wallingford, utilisant les chroniques de débits journaliers (Q_j) sur un an minimum (du 1er janvier 31 décembre), sans lacune de données.

- Les chroniques de débits sont divisées en périodes de 5 jours
- Les valeurs minimales de chaque période sont retenues (Q_k)
- Parmi ces valeurs, seules les valeurs de Q_k telle que $Q_k < 0.9Q_{k-1}$ et $Q_k < 0.9Q_{k+1}$ sont retenues.
- Sur l'hydrogramme, les lignes qui joignent les valeurs retenues forment le débit de base.
- Le BFI est le rapport entre le volume annuel des écoulements de base sur le volume d'eau écoulé annuel.

Figure 67 : Exemple de représentation schématique de l'évolution de l'écoulement total et de l'écoulement de base calculé par la méthode du BFI dans un bassin versant au cours de l'année



L'évaluation du BFI est faite à l'aide du logiciel ESPERE du BRGM aux 3 stations de jaugeages sur la base des débits fournis par la base de données Hydroportail.

Contrairement à la représentation proposée en Figure 67, la valeur de BFI n'est fournie que pour de longues périodes de suivi avec l'extraction d'une seule valeur moyenne annuelle.

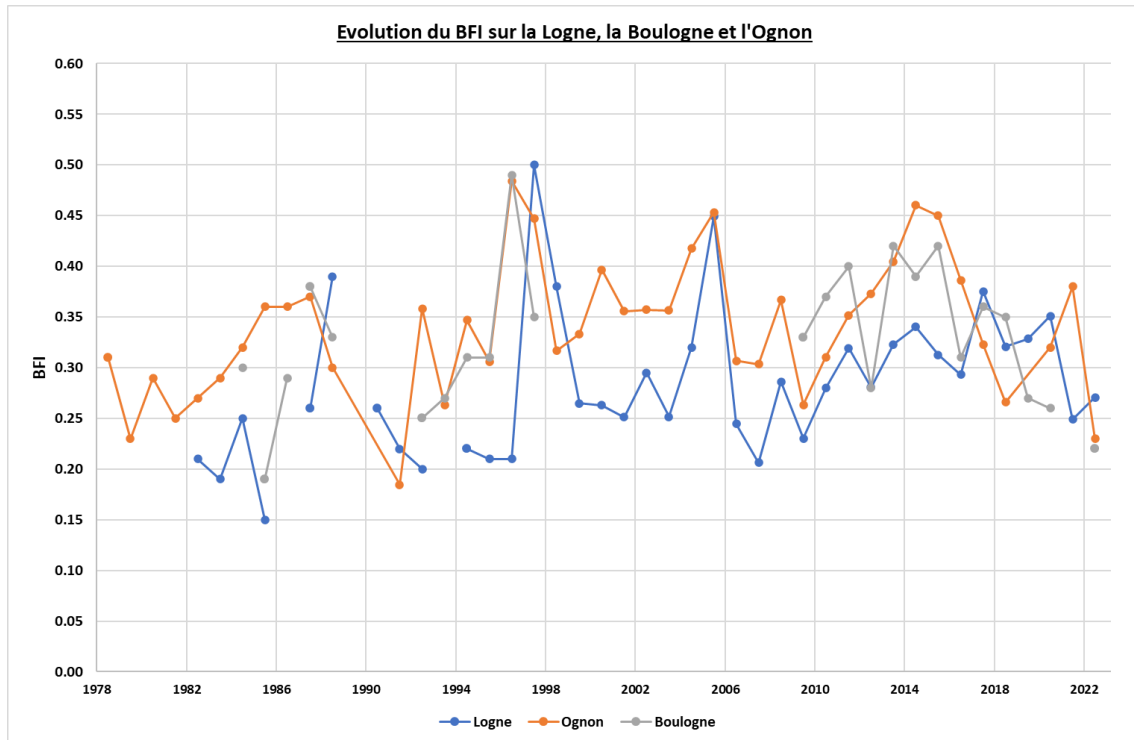


Figure 68 : Evaluation du BFI à partir du logiciel ESPERE sur la base des débits mesurés

Cette évaluation de BFI pour chaque cours d'eau indique des variations interannuelles en lien avec des années plus ou moins pourvues en précipitations, avec globalement une variation de 0,15 à 0,5.

Pour la Logne, le BFI moyen est de 0,28 signifiant un débit de base et donc une contribution des eaux souterraines aux écoulements superficiels faibles. Cette valeur est cohérente avec un bassin versant de socle. *Notons qu'il semble se dessiner une tendance à la hausse de cet indice BFI au cours des 40ans. Cela indiquerait une hausse de la contribution des eaux souterraines aux écoulements de base, ce qui semble assez surprenant.*

Pour la Boulogne, le BFI moyen est de 0,33, ce qui, comme pour la Logne, est cohérent avec un bassin versant développé sur des formations de socle constituant un faible réservoir d'eau.

Pour l'Ognon, le BFI moyen n'est que de 0,36 alors que le bassin versant est en partie développé sur l'aquifère des sables du Pliocène qui est un important réservoir. Une valeur supérieure à 0,5 aurait été plus cohérente. Par ailleurs, il semble se dessiner une tendance globale à la baisse de cette valeur de BFI depuis 2017. Ceci est peut-être à mettre en lien avec les effets des prélèvements.

En conséquence, afin de vérifier cette hypothèse, les calculs de BFI ont été refaits sur les débits de cours d'eau désinfluencés sur les 20 dernières années (voir Figure 69).

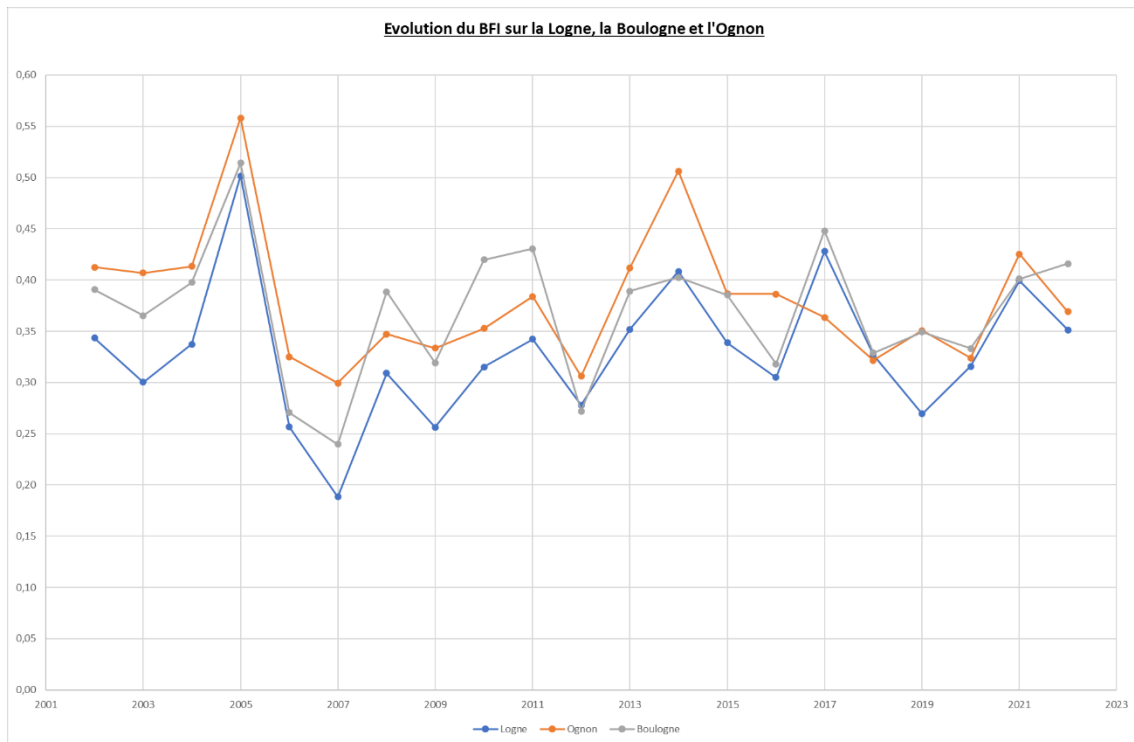


Figure 69 : Evaluation du BFI à partir du logiciel ESPERE sur la base des débits désinfluencés

Les résultats obtenus avec les débits désinfluencés sont pour les 3 bassins versants légèrement en hausse de façon comparable (Logne : 0,33 ; Boulogne : 0,37 ; Ognon : 0,38). Ces nouvelles valeurs de BFI sont donc globalement cohérentes avec des bassins versants de socle pour le Logne et la Boulogne. Pour le bassin versant de l'Ognon, cette valeur de BFI semble basse au regard du contexte hydrogéologique.

Nous retiendrons donc pour la suite de l'étude, les valeurs de BFI sur les débits mesurés.

En complément, d'autres approches et calculs ont été réalisés pour estimer la contribution des eaux souterraines aux débits des cours d'eau, notamment sur la base de comparaisons des données piézométriques et des données de débits. Ces tests n'ont pas donné de résultats satisfaisants pour diverses raisons potentielles :

- Méthodologie pas suffisamment adaptée au contexte hydrogéologique,
- Données d'entrée (couples piézométrie / débit) insuffisantes.

En conclusion, nous retenons que l'évaluation de la contribution des eaux souterraines aux débits des cours d'eau reste complexe. Les apports de la nappe sont limités en domaine de socle d'où des étiages voire des assecs plus marqués sur ces territoires. En domaine de sable, la nappe offre un soutien d'étiage plus conséquent.

Afin de consolider cette analyse, il est recommandé d'étudier la possibilité d'équiper le BV en stations de mesures complémentaires (débit / piézométrie)

4.6 Relation nappe / lac

La comparaison des variations piézométriques de la nappe des sables pliocènes à l'Est du Lac avec les niveaux du Lac de Grand Lieu est portée en Figure 70.

Celle-ci montre une dynamique similaire de la nappe et du plan d'eau. Le niveau de la nappe est toujours supérieur à celui du plan d'eau. En période d'étiage, la différence de charge est moindre mais elle est relativement constante, de l'ordre de 75 cm entre le piézomètre de Bellevue et le Lac, sur la période 2013-2022. Il ne semble pas apparaître de tendance à l'abaissement du niveau de la nappe à proximité du lac en période d'étiage.

Aussi, ces éléments confirment que la nappe est en continuité hydraulique avec le Lac dont il est l'exutoire direct ou indirect via les cours d'eau.

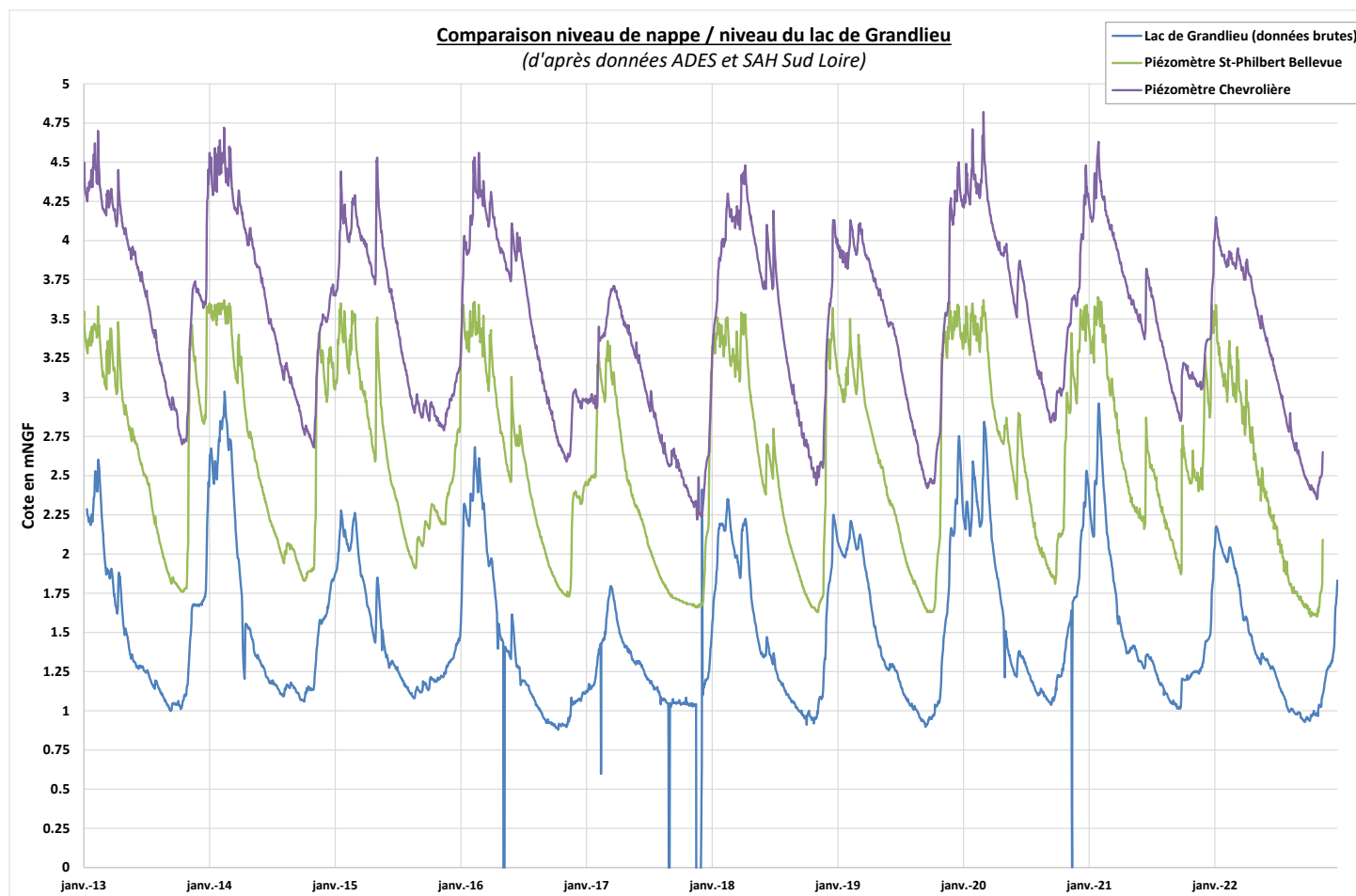


Figure 70 : Comparaison des niveaux piézométriques et du niveau du lac de Grand Lieu

4.7 Hydrologie désinfluencée

4.7.1 Méthode

Les calculs sont réalisés au pas de temps journalier.

Pour chaque UH doté d'une station hydrométrique, les facteurs influençant les débits sont caractérisés pour chaque jour de la période 2002-2022, à partir des reconstitutions réalisées dans le volet Usages.

Pour chaque station hydrométrique (SH) et pour chaque mois de la période considérée, le débit moyen journalier désinfluencé est calculé par l'opération suivante :

$$\text{Débit désinfluencé SH} = \text{Débit mesuré SH} + \sum \text{prélèvements} - \sum \text{rejets}$$

Avec

- $\sum \text{prélèvements} = \text{AEP} + \text{IRRIGATION} + \text{EVAPORATION Plans d'eau} + \text{ABREUVEMENT} + \text{INDUSTRIE}$
- $\sum \text{rejets} = \text{REJETS STEP}$

Une fois les débits désinfluencés aux stations hydrométriques calculés, on applique les débits spécifiques journaliers pour déterminer l'hydrologie désinfluencée des différents UH.

4.7.2 Résultats aux stations hydrométriques

4.7.2.1 *L'Issoire à Saint-Philbert-de-Bouaine [La Tribouille]*

Les influences sont celles de l'UH01.

Les graphes suivants illustrent l'influence opérée par les usages sur les débits :

- Journaliers avec une vue d'ensemble des cycles annuels de la période 2002-2022, puis des zooms pour mieux se rendre compte des influences en basses eaux,
- Moyens mensuels, avec des comparaisons des débits par trimestres afin de zoomer sur les écarts d'un mois ou d'une saison en particulier.

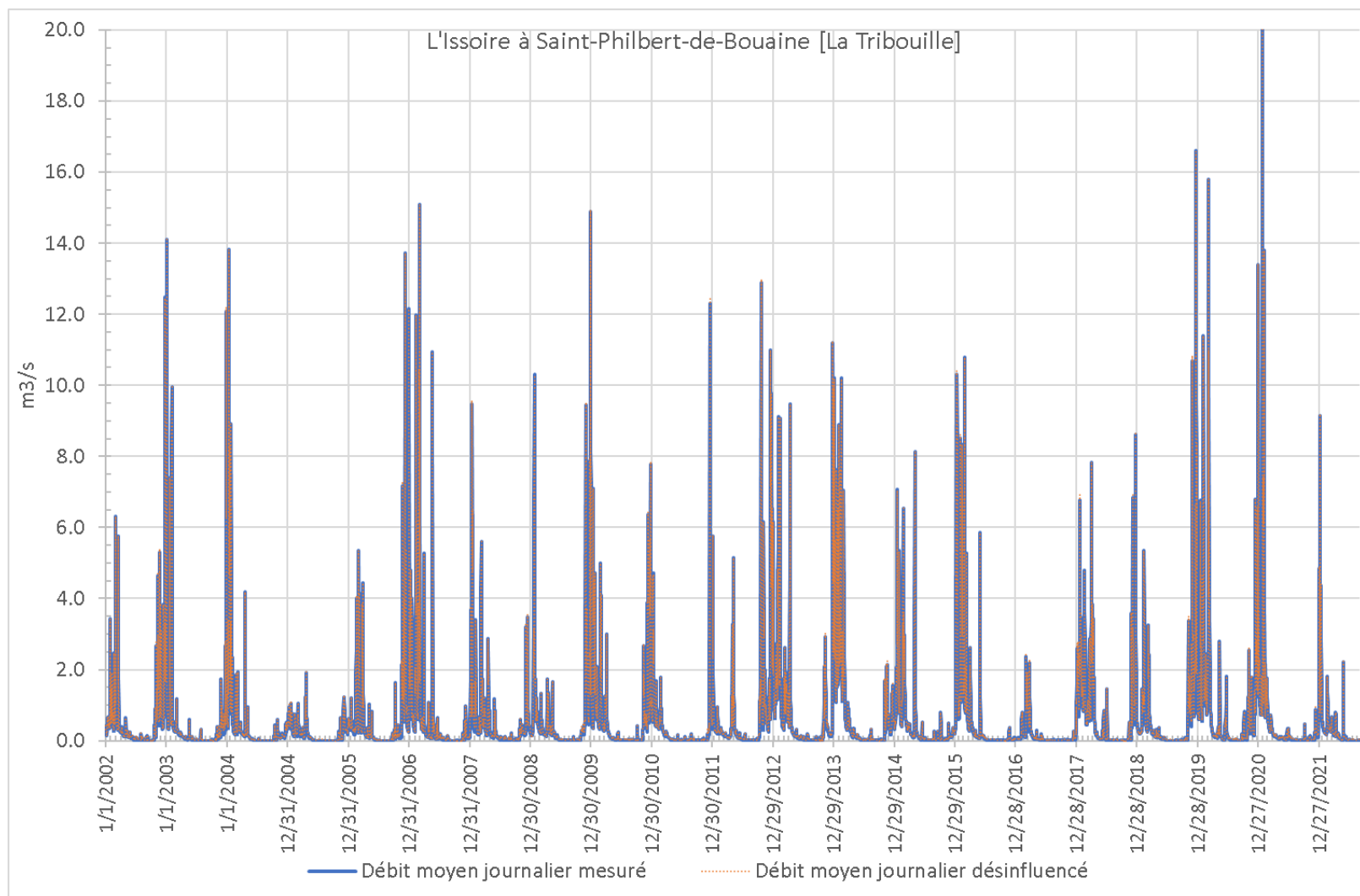
Figure 71 : débits désinfluencés et mesurés de l'Issoire

Figure 72 : débits désinfluencés et mesurés de l'Issoire – zoom basses eaux 2020-2022

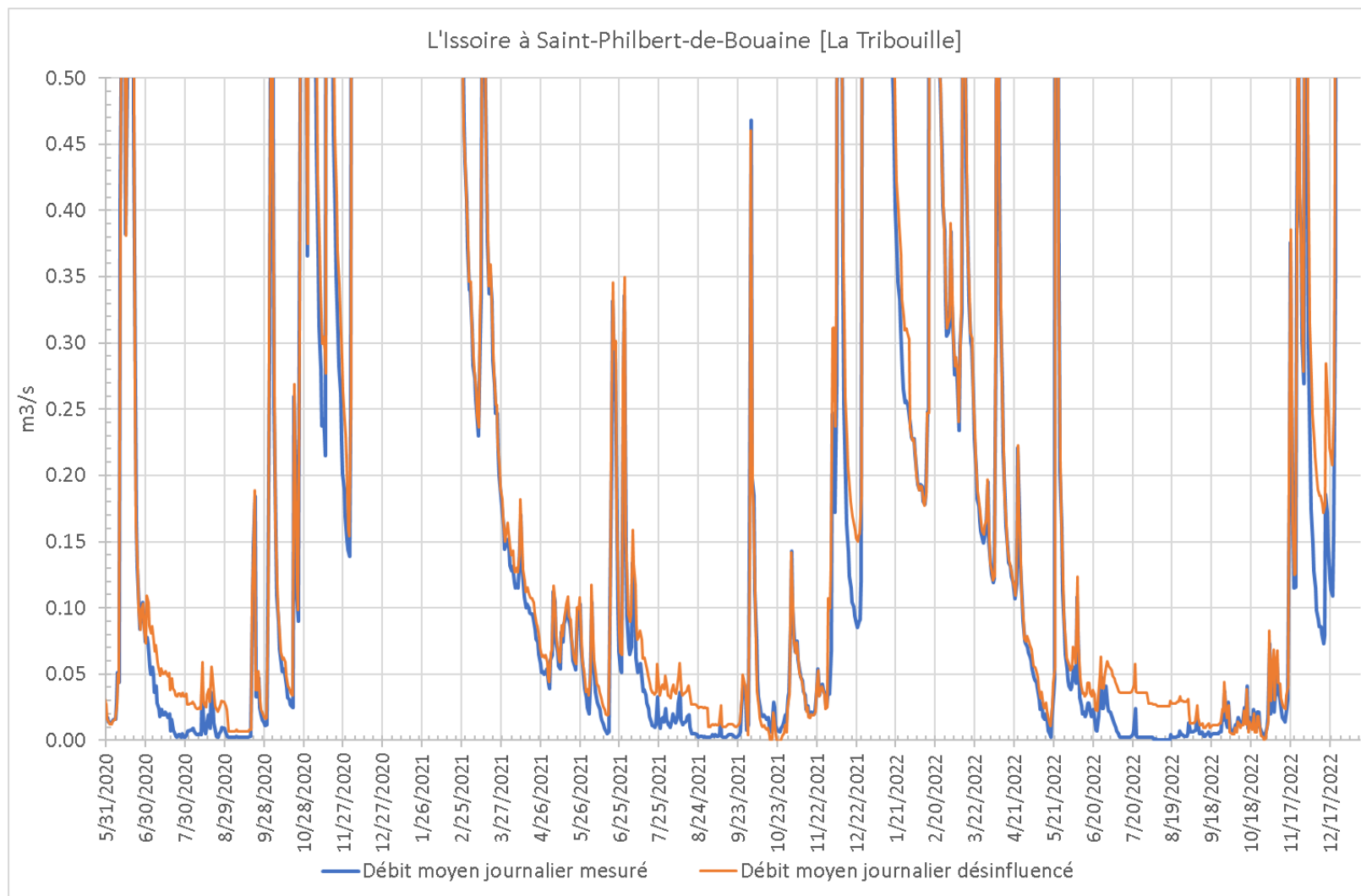
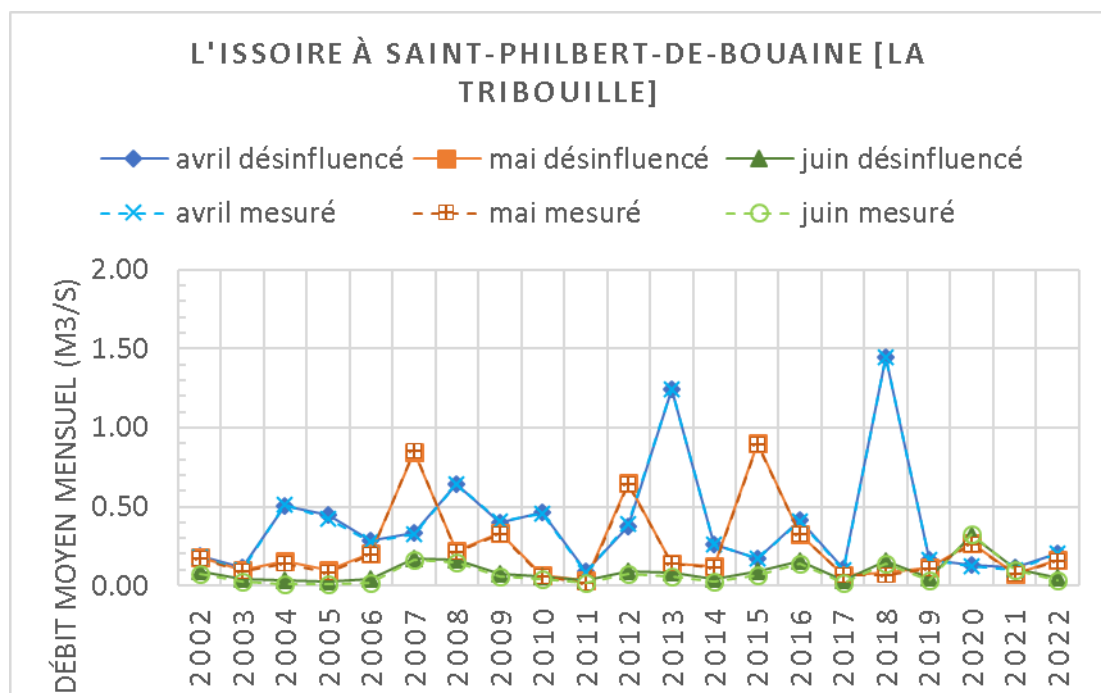
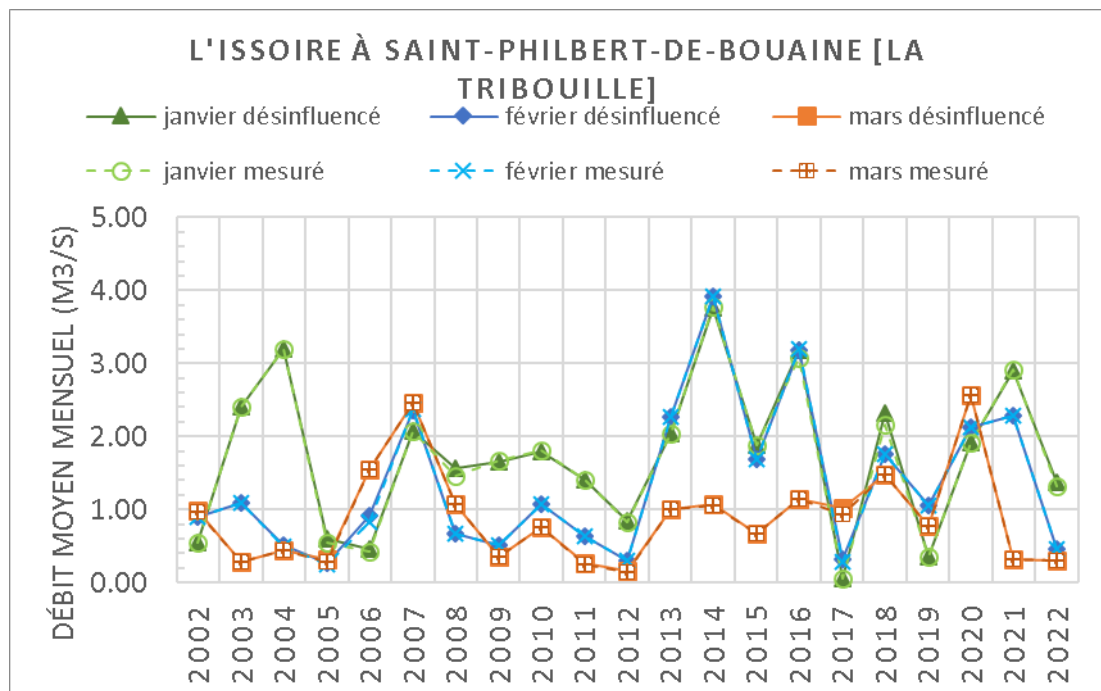
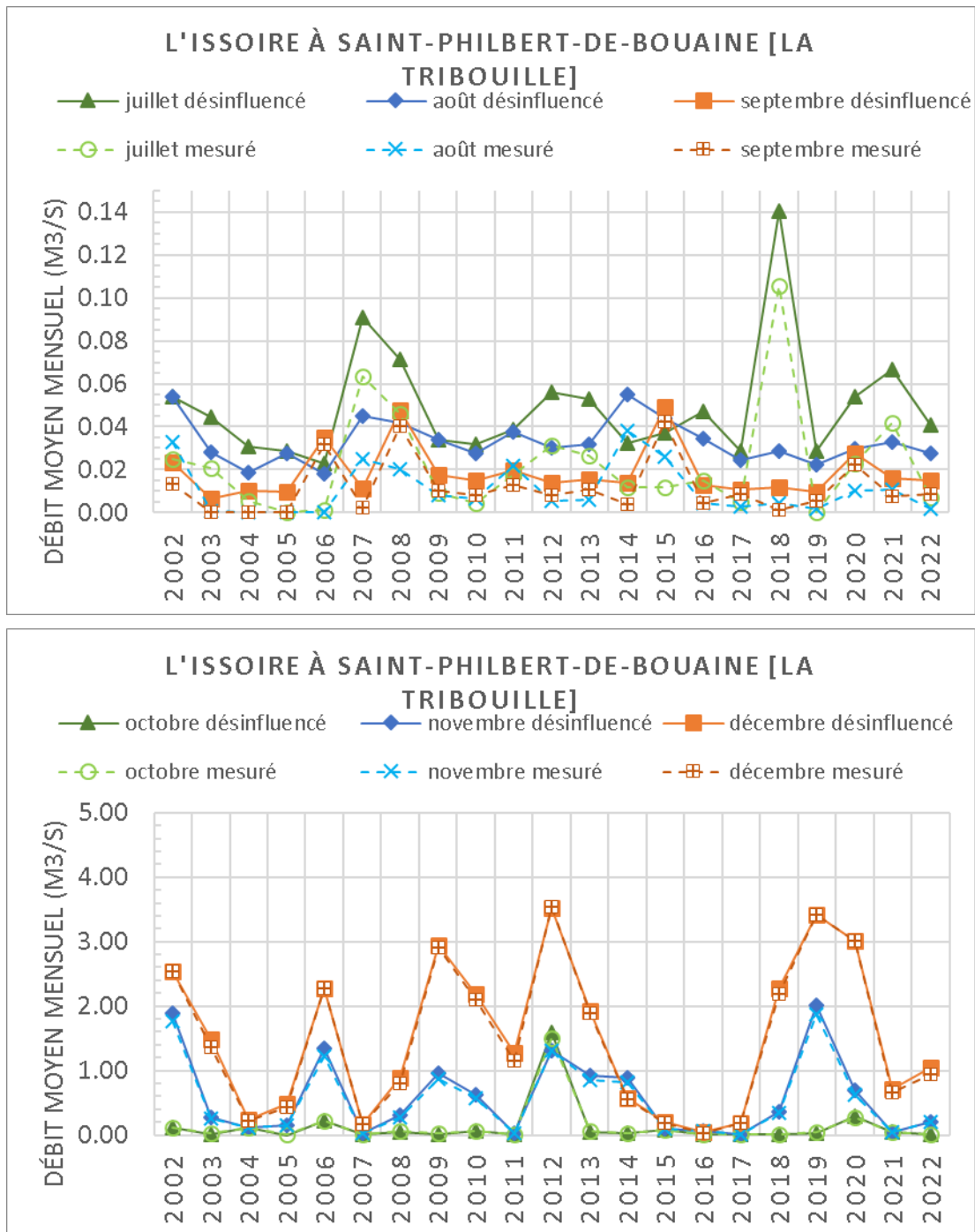


Figure 73 : comparaison des débits mesurés (influencés) et désinfluencés mois par mois – L'Issoire





Ces graphiques mettent bien en évidence les mois pour lesquels les influences sont les plus sensibles : juin à septembre avec les prélèvements agricoles depuis des plans d'eau connectés et les pertes par évaporation.

Le tableau suivant présente les valeurs caractéristiques désinfluencées et les compare aux valeurs mesurées.

Tableau 34 : débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – L'Issoire

L'Issoire à Saint-Philbert-de-Bouaine [La Tribouille] débit en m³/s	débit influencé (mesuré) [1]	débit désinfluencé [2]	([1]-[2])/ [2]
Surface BV (km²)	70.5		
Débits moyens			
Module	0.565	0.582	-2.9%
module spécifique (l/s/km²)	8.02	8.25	
Débit moyen annuel quinquennal sec	0.384	0.402	-4.4%
Débit moyen annuel quinquennal humide	0.746	0.762	-2.1%
Débit moyen NOV-MARS	1.189	1.212	-1.9%
Débit spécifique moyen NOV-MARS (l/s/km²)	16.862	17.189	
Débit moyen NOV-MARS quinquennal sec	0.793	0.817	-3.0%
Débit moyen NOV-MARS quinquennal humide	1.585	1.606	-1.3%
Débit moyen AVR-JUIN	0.232	0.241	-3.6%
Débit spécifique moyen AVR-JUIN (l/s/km²)	3.288	3.412	
Débit moyen AVR-JUIN quinquennal sec	0.108	0.118	-8.6%
Débit moyen AVR-JUIN quinquennal humide	0.356	0.363	-2.0%
Débit moyen JUIL-OCT	0.043	0.058	-25.2%
Débit spécifique moyen JUIL-OCT (l/s/km²)	0.611	0.818	
Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec	0.000	0.000	
Débit moyen JUIL-OCT quinquennal humide	0.112	0.130	-14.4%
Débits d'étiage			
Débit moyen mensuel le plus faible 2002-2019	0	0	
QMNA5	0.002	0.006	-62.1%

4.7.2.2 *La Boulogne à Saint-Philbert-de-Bouaine*

Les influences sont celles de l'UH02.

Les graphes suivants illustrent l'influence opérée par les usages sur les débits :

- Journaliers avec une vue d'ensemble des cycles annuels de la période 2002-2022, puis des zooms pour mieux se rendre compte des influences en basses eaux,
- Moyens mensuels, avec des comparaisons des débits par trimestres afin de zoomer sur les écarts d'un mois ou d'une saison en particulier.

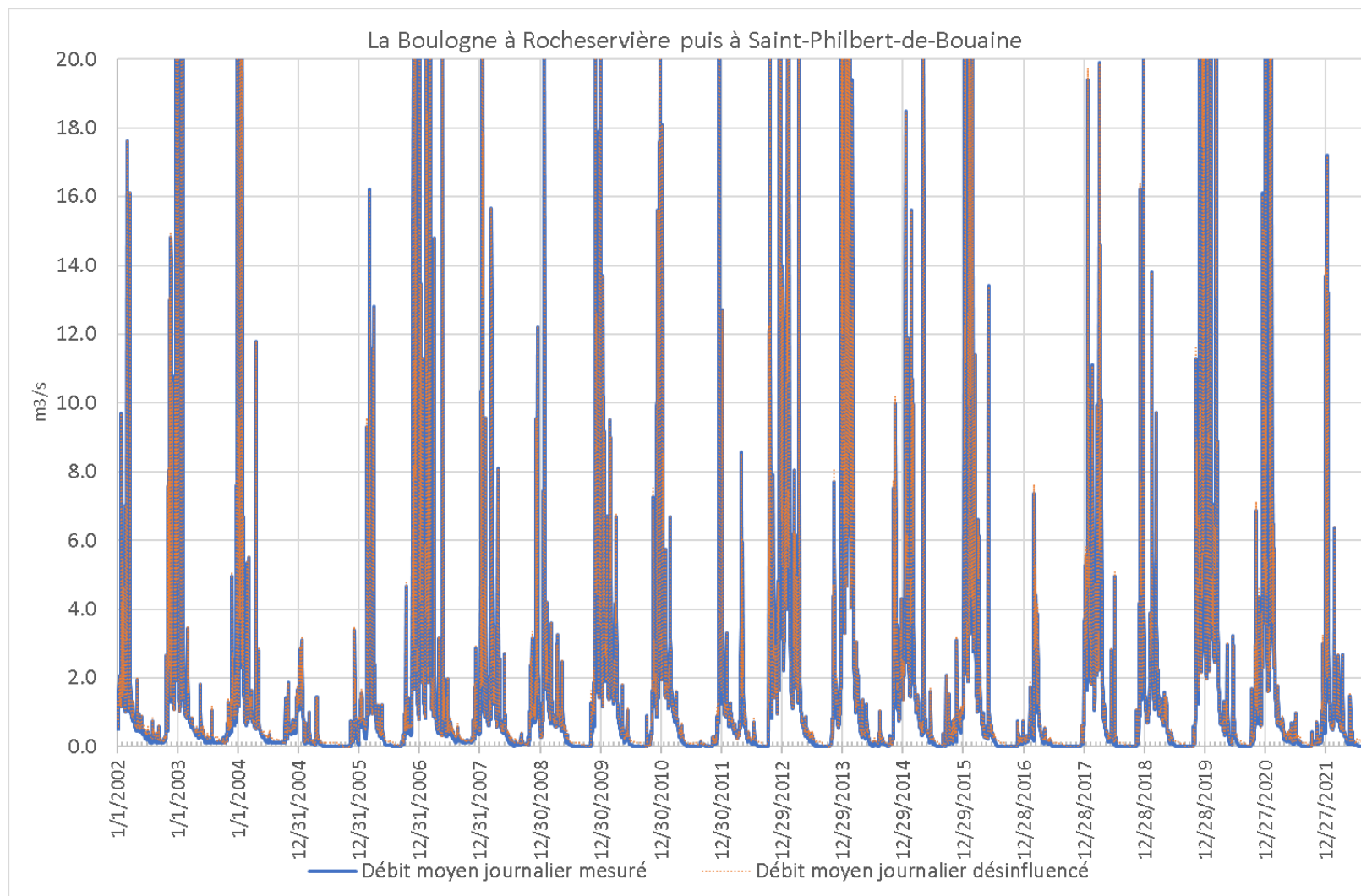
Figure 74 : débits désinfluencés et mesurés de la Boulogne

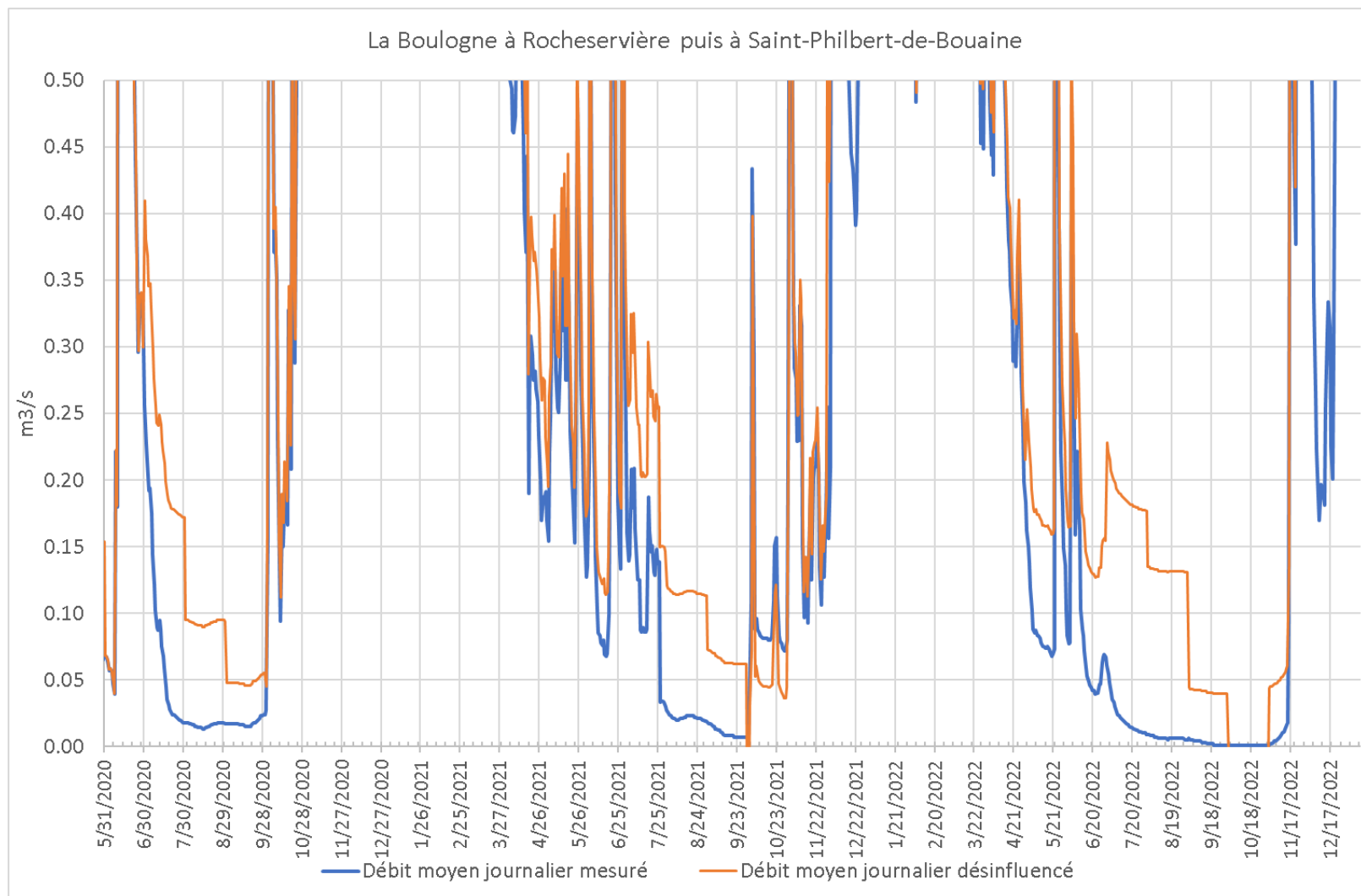
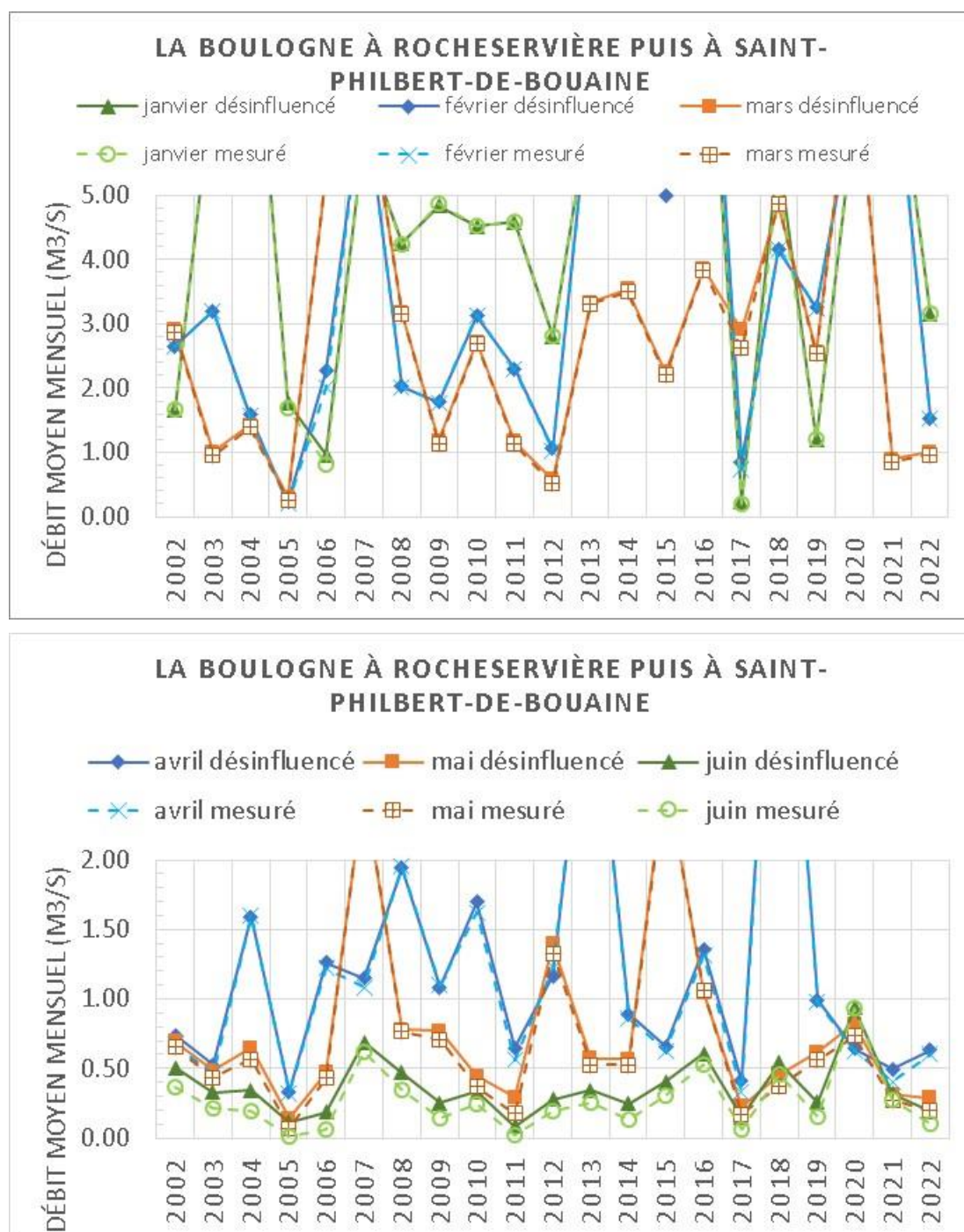
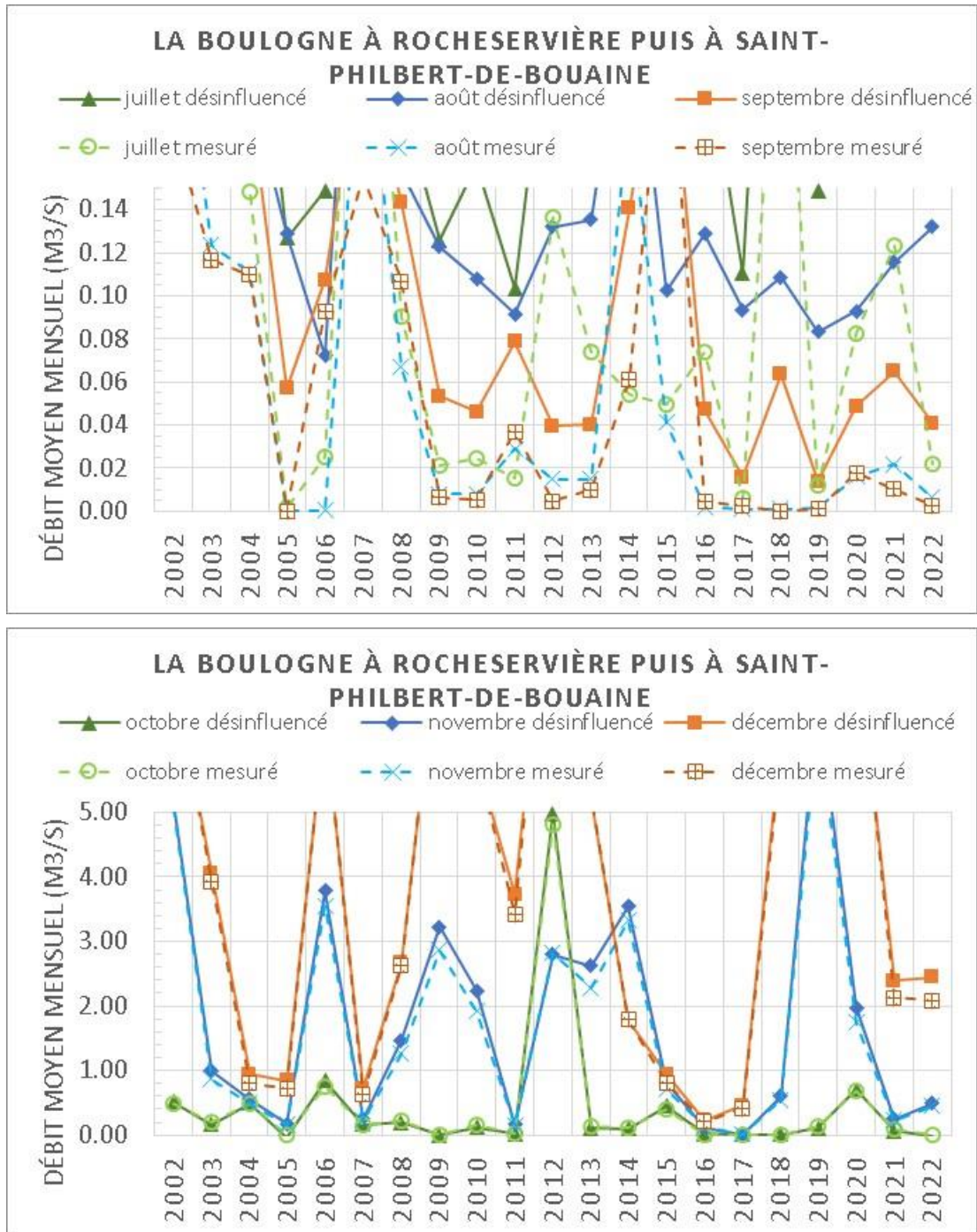
Figure 75 : débits désinfluencés et mesurés de la Boulogne – zoom basses eaux 2020-2022

Figure 76 : comparaison des débits mesurés (influencés) et désinfluencés mois par mois – La Boulogne





Ces graphiques mettent bien en évidence les mois pour lesquels les influences sont les plus sensibles : mai à septembre avec les pertes par évaporation et novembre avec les prélèvements agricoles pour le remplissage des plans d'eau déconnectés.

Le tableau suivant présente les valeurs caractéristiques désinfluencées et les compare aux valeurs mesurées.

Tableau 35 : débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – La Boulogne

La Boulogne à Rocheservière puis à Saint-Philbert-de- Bouaine débit en m³/s	débit influencé (mesuré) [1]	débit désinfluencé [2]	([1]-[2])/ [2]
Surface BV (km²)	206		
Débits moyens			
Module	1.694	1.756	-3.6%
module spécifique (l/s/km²)	8.22	8.53	
Débit moyen annuel quinquennal sec	1.123	1.191	-5.7%
Débit moyen annuel quinquennal humide	2.265	2.322	-2.4%
Débit moyen NOV-MARS	3.515	3.569	-1.5%
Débit spécifique moyen NOV-MARS (l/s/km²)	17.064	17.323	
Débit moyen NOV-MARS quinquennal sec	2.264	2.327	-2.7%
Débit moyen NOV-MARS quinquennal humide	4.767	4.810	-0.9%
Débit moyen AVR-JUIN	0.740	0.799	-7.4%
Débit spécifique moyen AVR-JUIN (l/s/km²)	3.590	3.876	
Débit moyen AVR-JUIN quinquennal sec	0.356	0.424	-15.9%
Débit moyen AVR-JUIN quinquennal humide	1.123	1.174	-4.3%
Débit moyen JUIL-OCT	0.158	0.233	-32.5%
Débit spécifique moyen JUIL-OCT (l/s/km²)	0.765	1.133	
Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec	0.000	0.003	
Débit moyen JUIL-OCT quinquennal humide	0.380	0.464	-18.1%
Débits d'étiage			
Débit moyen mensuel le plus faible 2002-2019	0	0	
QMNA5	0.003	0.023	-86.2%

4.7.2.3 La Logne à Saint-Colomban

Les influences sont celles de l'UH06.

Les graphes suivants illustrent l'influence opérée par les usages sur les débits :

- Journaliers avec une vue d'ensemble des cycles annuels de la période 2002-2022, puis des zooms pour mieux se rendre compte des influences en basses eaux,
- Moyens mensuels, avec des comparaisons des débits par trimestres afin de zoomer sur les écarts d'un mois ou d'une saison en particulier.

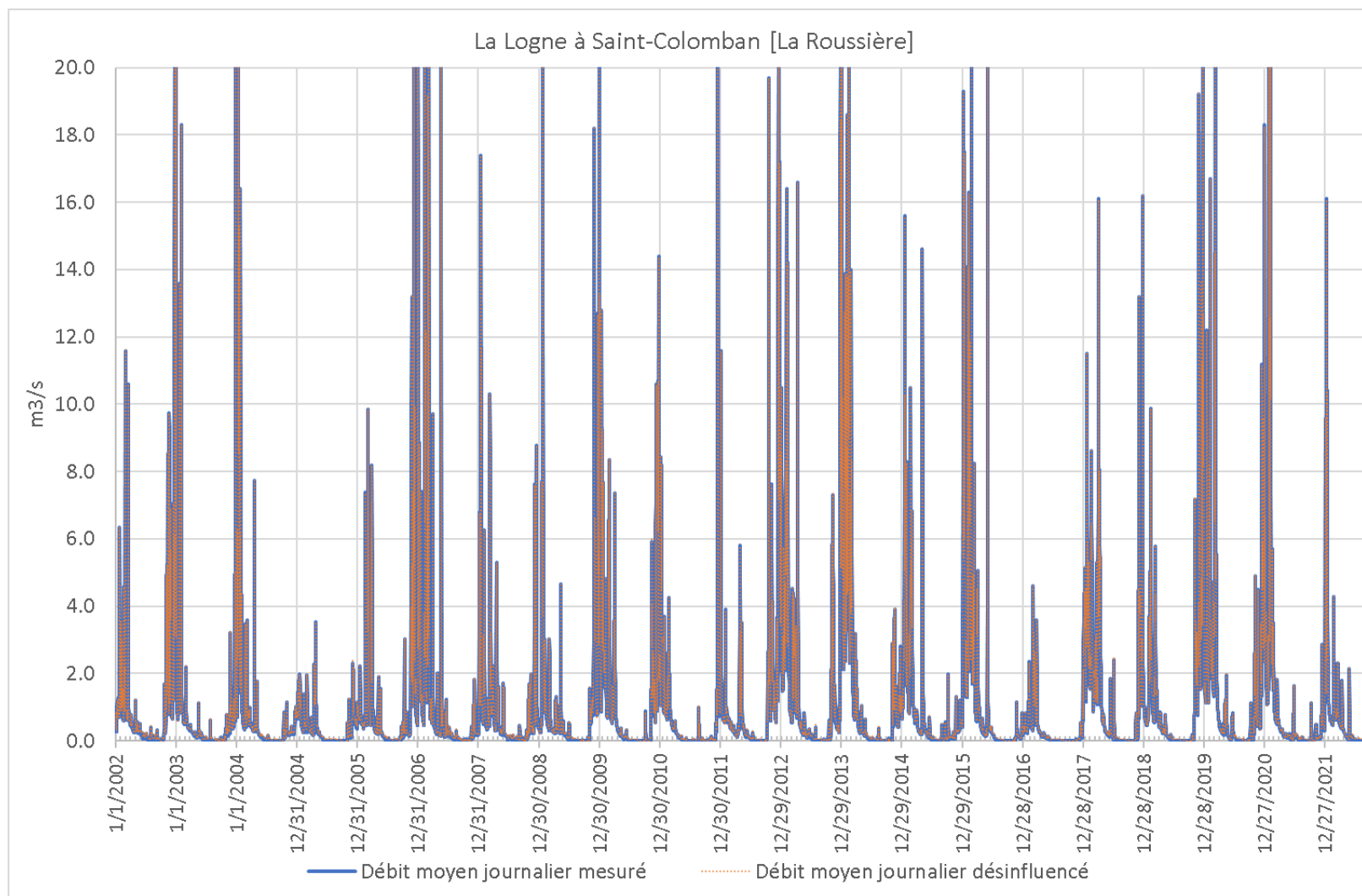
Figure 77 : débits désinfluencés et mesurés de la Logne

Figure 78 : débits désinfluencés et mesurés de la Logne – zoom basses eaux 2020-2022

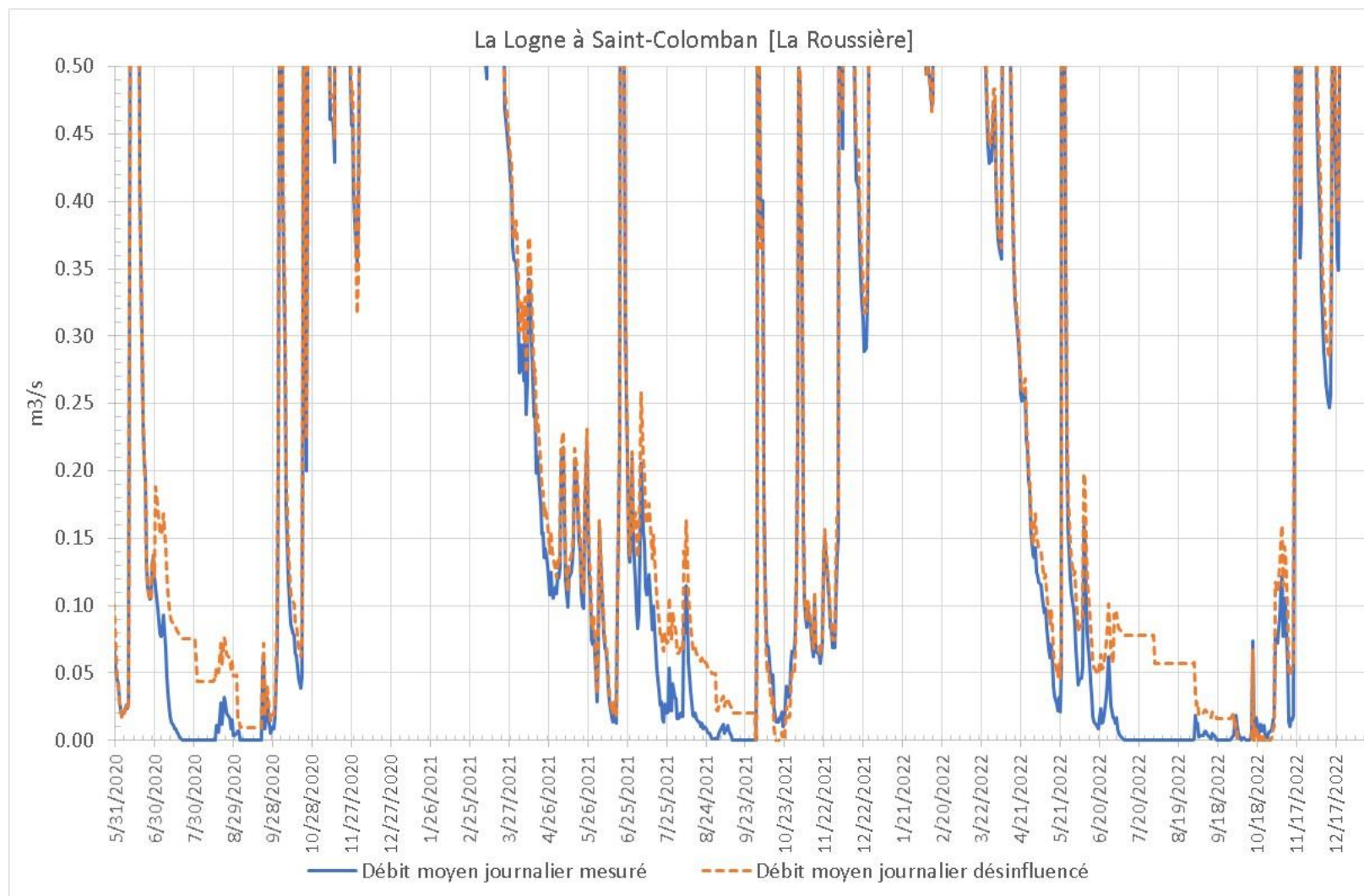
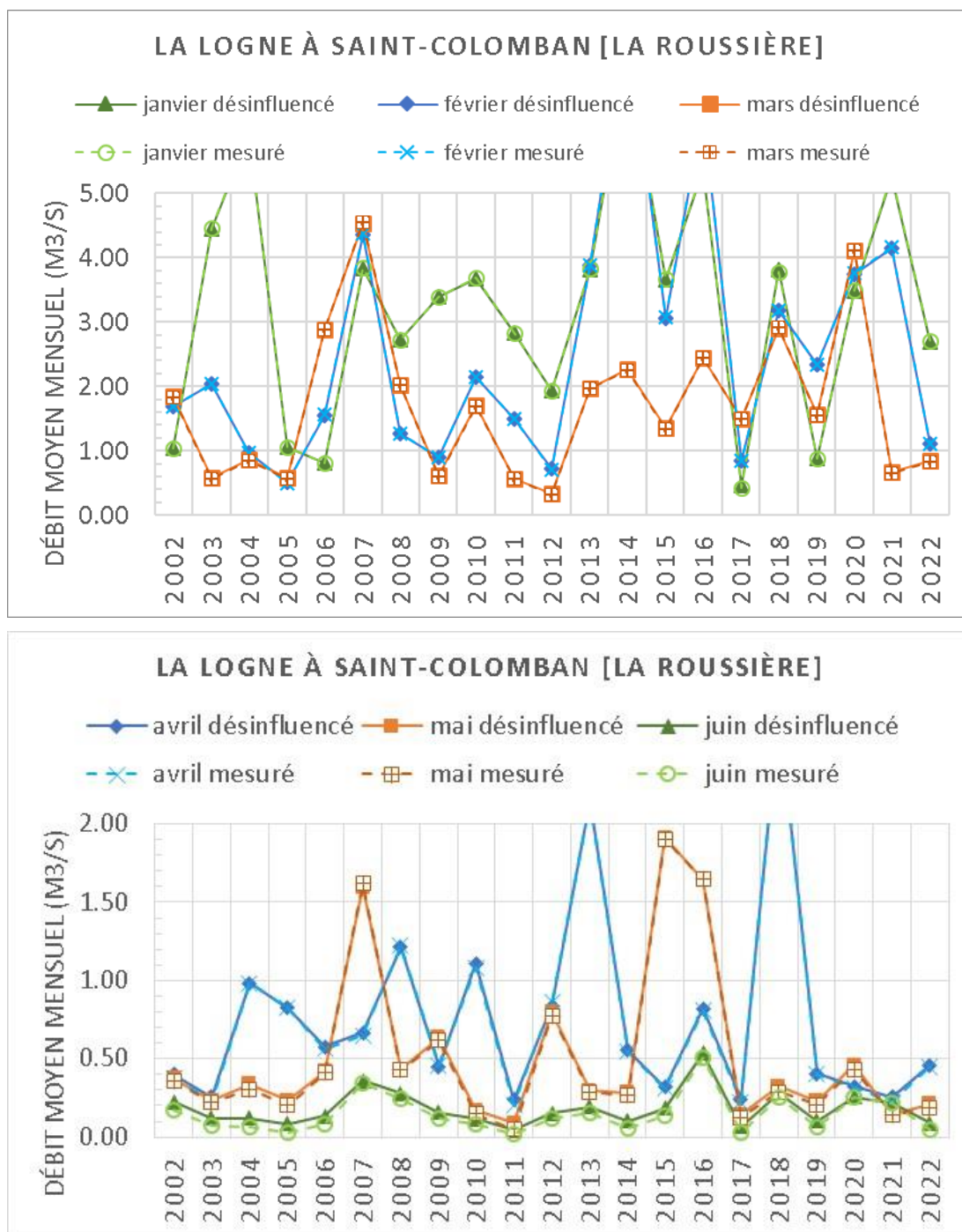
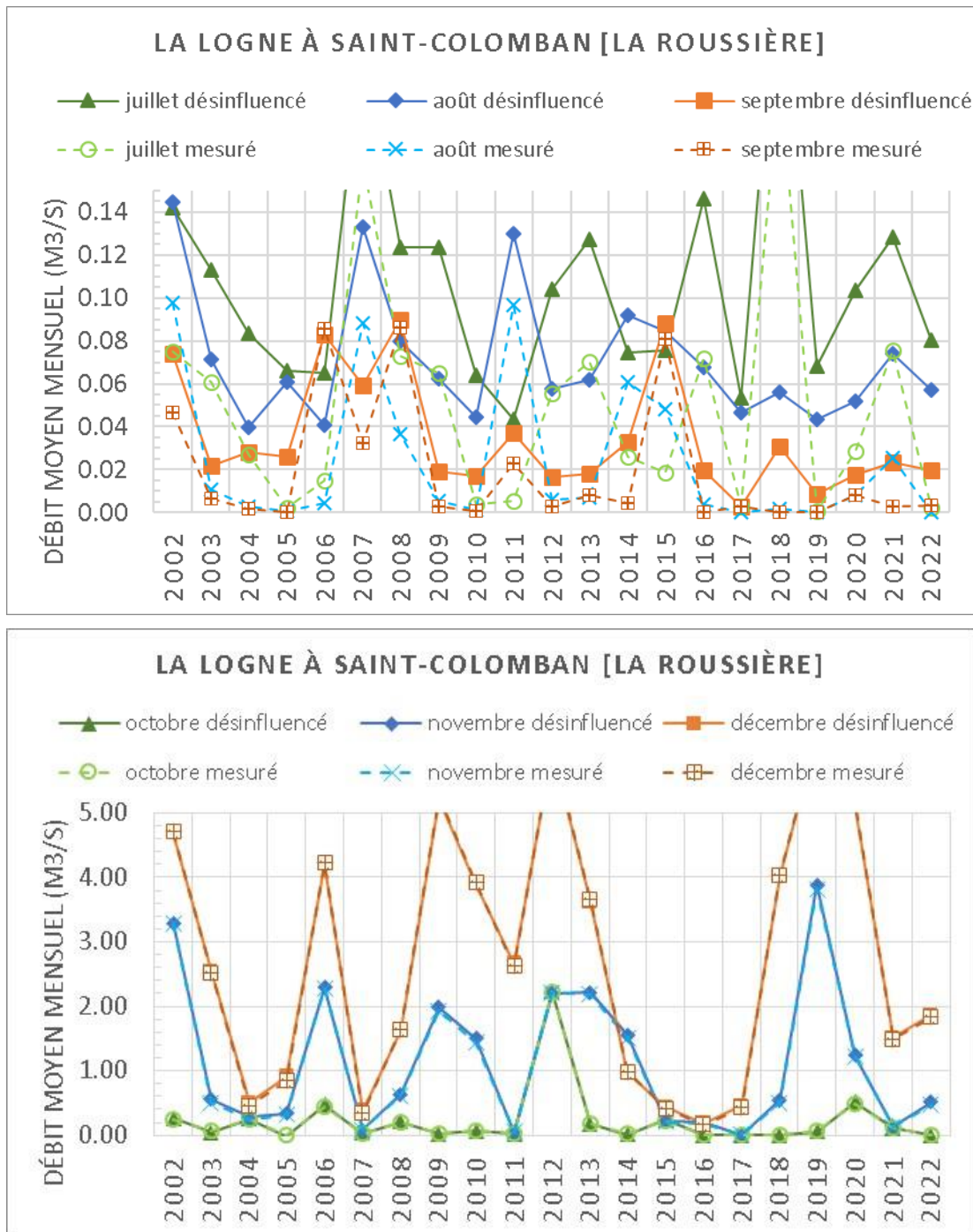


Figure 79 : comparaison des débits mesurés (influencés) et désinfluencés mois par mois – La Logne





Ces graphiques mettent bien en évidence les mois pour lesquels les influences sont les plus sensibles : juin à septembre avec les pertes par évaporation et les prélèvements agricoles depuis les plans d'eau.

Le tableau suivant présente les valeurs caractéristiques désinfluentées et les compare aux valeurs mesurées.

Tableau 36 : débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – La Logne

La Logne à Saint-Colomban [La Roussière]	débit influencé (mesuré)	débit désinfluencé	([1]-[2])/ [2]
débit en m³/s	[1]	[2]	
Surface BV (km²)	130		
Débits moyens			
Module	1.084	1.101	-1.6%
module spécifique (l/s/km²)	8.34	8.47	
Débit moyen annuel quinquennal sec	0.761	0.782	-2.6%
Débit moyen annuel quinquennal humide	1.406	1.421	-1.0%
Débit moyen NOV-MARS	2.270	2.275	-0.2%
Débit spécifique moyen NOV-MARS (l/s/km²)	17.463	17.499	
Débit moyen NOV-MARS quinquennal sec	1.559	1.569	-0.6%
Débit moyen NOV-MARS quinquennal humide	2.981	2.981	0.0%
Débit moyen AVR-JUIN	0.464	0.485	-4.4%
Débit spécifique moyen AVR-JUIN (l/s/km²)	3.571	3.734	
Débit moyen AVR-JUIN quinquennal sec	0.215	0.240	-10.3%
Débit moyen AVR-JUIN quinquennal humide	0.713	0.731	-2.4%
Débit moyen JUIL-OCT	0.079	0.110	-27.9%
Débit spécifique moyen JUIL-OCT (l/s/km²)	0.610	0.846	
Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec	0.000	0.009	-100.0%
Débit moyen JUIL-OCT quinquennal humide	0.181	0.211	-14.5%
Débits d'étiage			
Débit moyen mensuel le plus faible 2002-2019	0	0.001	
QMNA5	0.001	0.007	-84.5%

4.7.2.4 L'Ognon aux Sorinières

Les influences sont celles des UH04 et UH05 cumulées.

Les graphes suivants illustrent l'influence opérée par les usages sur les débits :

- Journaliers avec une vue d'ensemble des cycles annuels de la période 2002-2022, puis des zooms pour mieux se rendre compte des influences en basses eaux,
- Moyens mensuels, avec des comparaisons des débits par trimestres afin de zoomer sur les écarts d'un mois ou d'une saison en particulier.

Figure 80 : débits désinfluencés et mesurés de l'Ognon

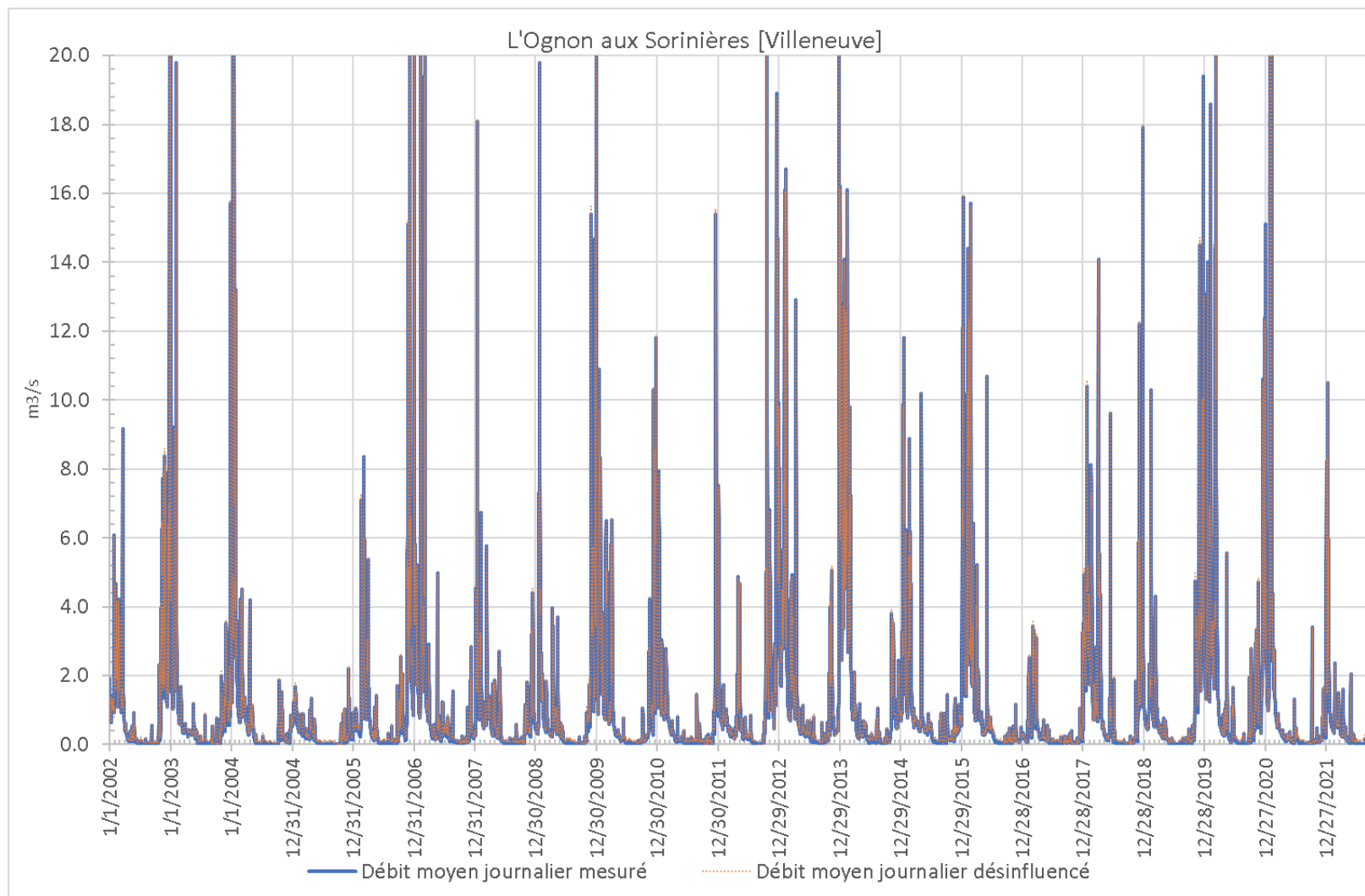


Figure 81 : débits désinfluencés et mesurés de l'Ognon – zoom basses eaux 2020-2022

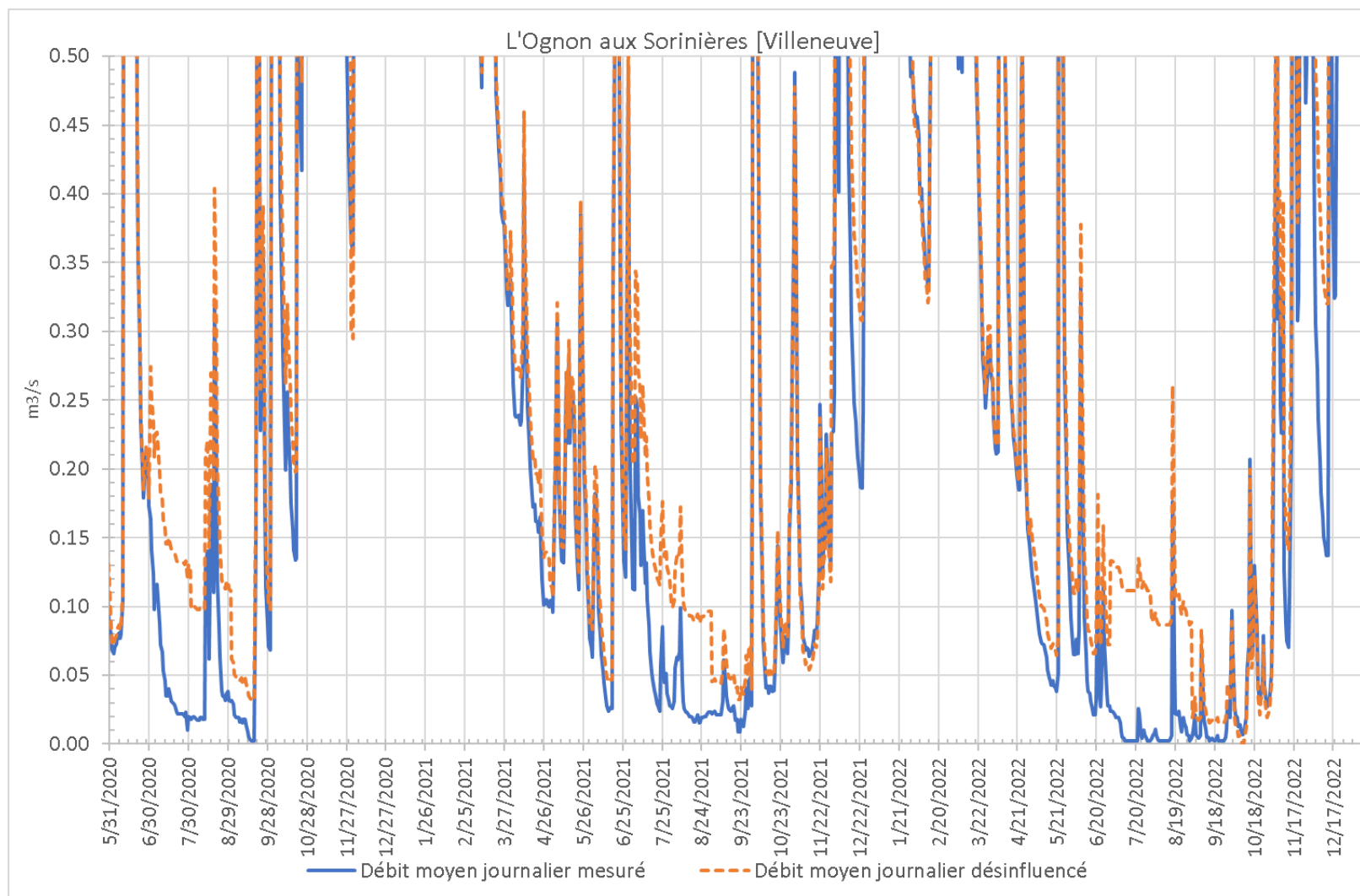
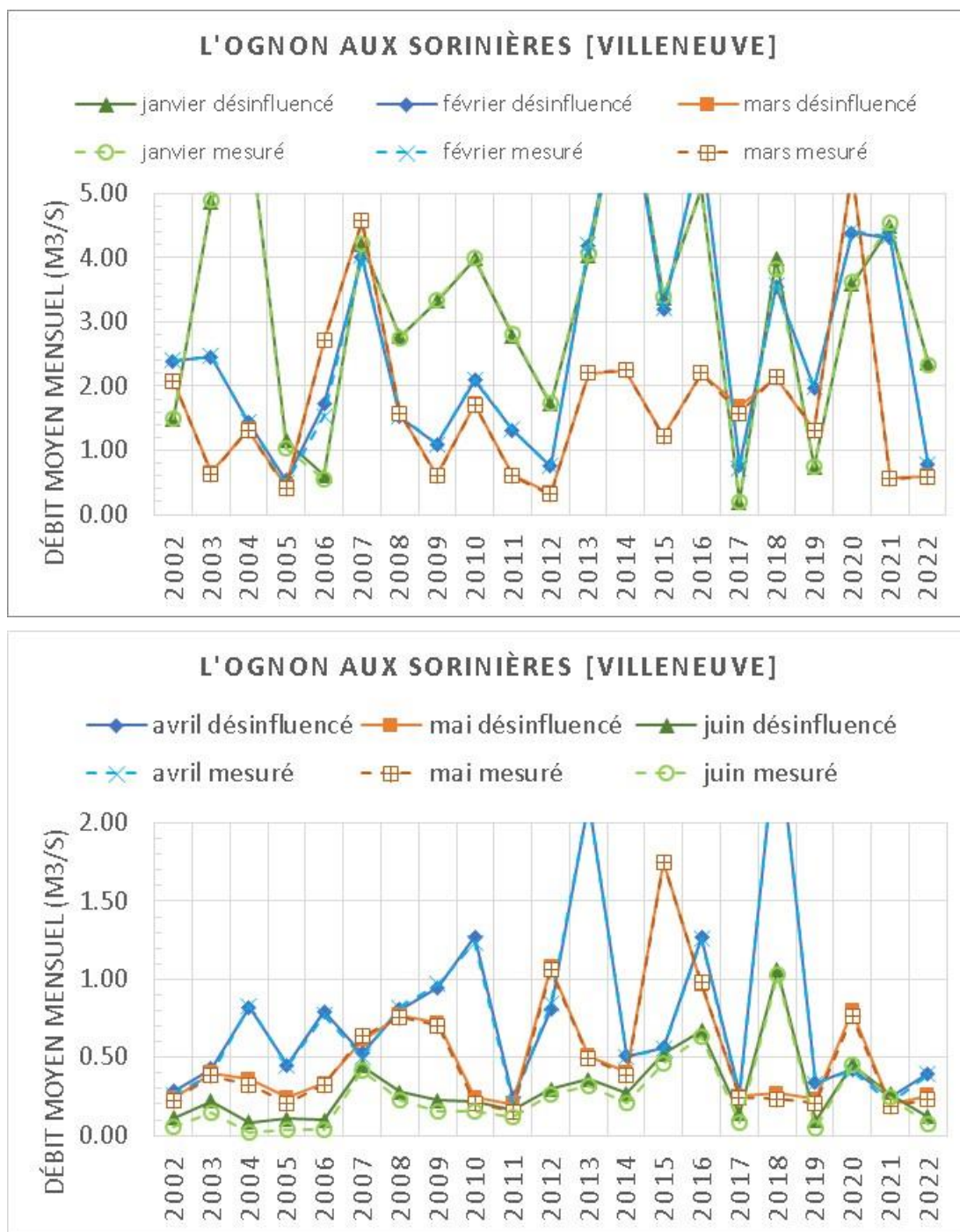
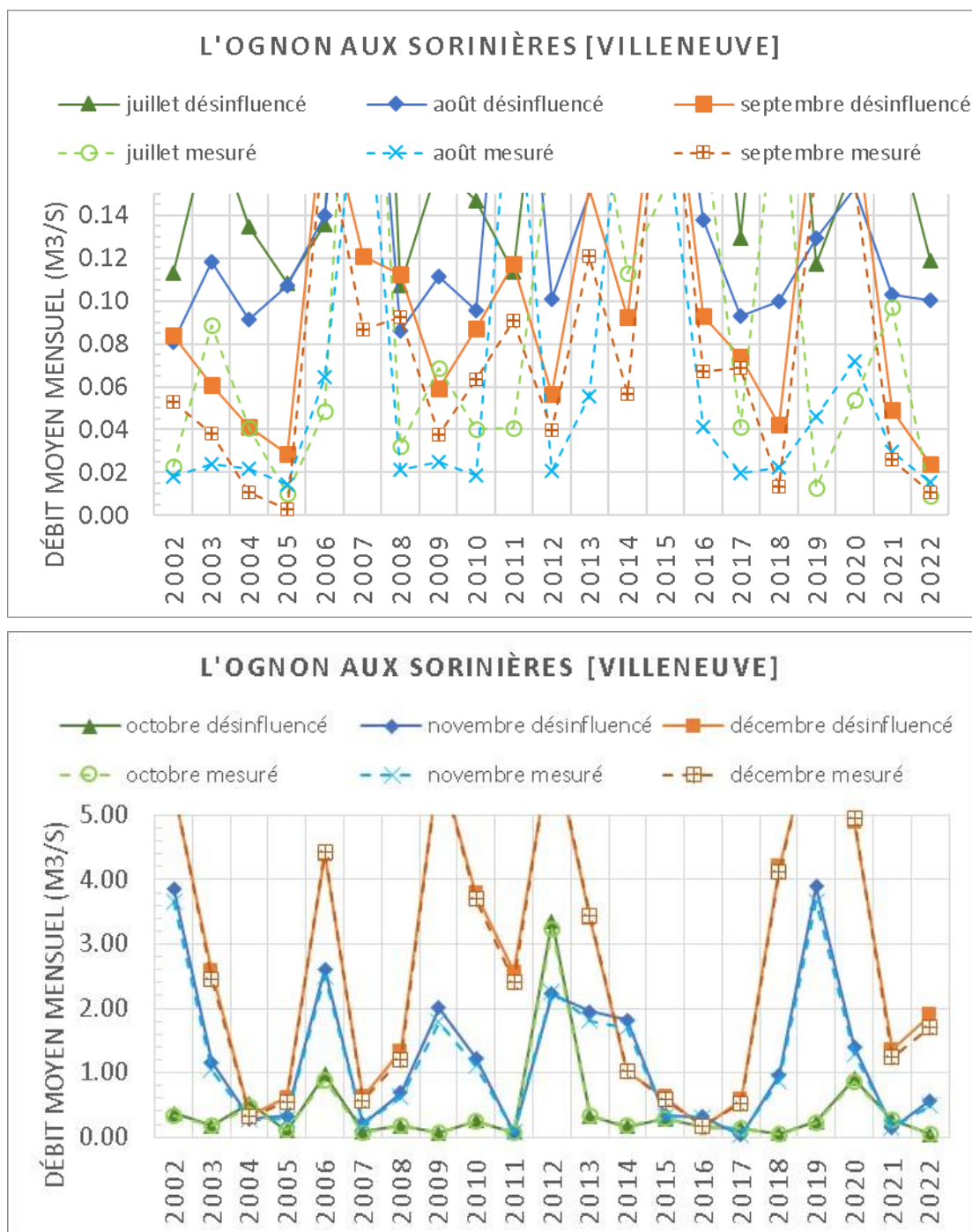


Figure 82 : comparaison des débits mesurés (influencés) et désinfluencés mois par mois – L'Ognon





Ces graphiques mettent bien en évidence les mois pour lesquels les influences sont les plus sensibles : juin à septembre avec les pertes par évaporation et les prélèvements agricoles depuis les plans d'eau connectés.

Le tableau suivant présente les valeurs caractéristiques désinfluentées et les compare aux valeurs mesurées.

Tableau 37 : débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – L'Ognon

L'Ognon aux Sorinières [Villeneuve]	débit influencé (mesuré)	débit désinfluencé	([1]-[2])/ [2]
débit en m³/s	[1]	[2]	
Surface BV (km²)	147		
Débits moyens			
Module	1.130	1.165	-3.0%
module spécifique (l/s/km²)	7.69	7.93	
Débit moyen annuel quinquennal sec	0.774	0.814	-4.8%
Débit moyen annuel quinquennal humide	1.485	1.517	-2.1%
Débit moyen NOV-MARS	2.295	2.321	-1.1%
Débit spécifique moyen NOV-MARS (l/s/km²)	15.615	15.786	
Débit moyen NOV-MARS quinquennal sec	1.537	1.572	-2.2%
Débit moyen NOV-MARS quinquennal humide	3.053	3.069	-0.5%
Débit moyen AVR-JUIN	0.502	0.527	-4.7%
Débit spécifique moyen AVR-JUIN (l/s/km²)	3.413	3.582	
Débit moyen AVR-JUIN quinquennal sec	0.232	0.262	-11.4%
Débit moyen AVR-JUIN quinquennal humide	0.772	0.791	-2.5%
Débit moyen JUIL-OCT	0.160	0.214	-25.6%
Débit spécifique moyen JUIL-OCT (l/s/km²)	1.085	1.459	
Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec	0.010	0.059	-83.5%
Débit moyen JUIL-OCT quinquennal humide	0.309	0.370	-16.4%
Débits d'étiage			
Débit moyen mensuel le plus faible 2002-2019	0.003	0.024	-88.3%
QMNA5	0.012	0.047	-73.9%

4.7.3 Extrapolation des débits désinfluencés aux UH non jaugées

Une fois les reconstitutions aux stations hydrométriques validées par la Commission Gestion Quantitative, les débits désinfluencés de chaque UH seront calculés à partir des précédents.

Le tableau suivant récapitule les valeurs caractéristiques de débits désinfluencés pour chaque UH, celui d'après convertit les débits en volumes écoulés sur la période indiquée.

Tableau 38 : valeurs caractéristiques de débits désinfluencés par UH

VALEURS CARACTERISTIQUES ISSUES DES CHRONIQUES RECONSTITUEES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES DU BV DE GRAND LIEU PERIODE 2002-2022

DEBITS DESINFLENCES				Débits moyens mensuels désinfluencés (m3/s)												Débit moyen annuel f1/5 humide			Débit moyen NOV-MARS f1/5 sec humide			Débit moyen minimum f1/5	
Nom	ID2	Surfac e UH (km²)	Surface BV à l'exutoir e de l'UH (km²)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septe mbre	Octobr e	Novem bre	Décem bre	Module (m3/s)	Débit moyen annuel f1/5 sec (m3/s)	Débit moyen annuel f1/5 humide (m3/s)	Débit moyen NOV-MARS (m3/s)	Débit moyen NOV-MARS f1/5 sec (m3/s)	Débit moyen NOV-MARS f1/5 humide (m3/s)	Débit moyen minimum [QMNA2] (m3/s)	Débit moyen minimum f1/5 [QMNA5] (m3/s)
(1) L'Issoire en amont de sa confluence à la Boulogne	UH1	73.93	73.93	1.730	1.345	0.904	0.386	0.245	0.091	0.049	0.033	0.019	0.130	0.585	1.494	0.584	0.402	0.762	1.214	0.822	1.605	0.012	0.006
(2) La Boulogne en amont de la confluence de l'Issoire	UH2	207.71	207.71	4.937	4.076	2.829	1.263	0.772	0.361	0.230	0.161	0.105	0.437	1.812	4.188	1.764	1.191	2.322	3.571	2.342	4.801	0.056	0.023
La Boulogne de l'aval de la confluence de l'Issoire à la confluence de la Logne	UH3	43.01	324.66	7.698	6.273	4.324	1.912	1.178	0.527	0.328	0.228	0.146	0.658	2.776	6.557	2.717	1.844	3.566	5.530	3.658	7.403	0.079	0.035
L'Ognon en amont de Vieillevigne (amont de la confluence du ruisseau de Marceau)	UH4	27.55	27.55	0.607	0.493	0.323	0.144	0.097	0.055	0.036	0.027	0.019	0.078	0.233	0.519	0.219	0.152	0.284	0.435	0.296	0.575	0.013	0.008
(5) L'Ognon de Vieillevigne aux Sorinières	UH5	133.08	160.63	3.238	2.629	1.722	0.769	0.516	0.295	0.194	0.145	0.101	0.418	1.243	2.770	1.170	0.814	1.517	2.322	1.578	3.067	0.071	0.044
(6) La Logne juqu'à sa confluence à la Boulogne	UH6	144.43	144.43	3.244	2.564	1.720	0.752	0.523	0.182	0.108	0.071	0.035	0.224	1.131	2.716	1.106	0.781	1.421	2.277	1.578	2.977	0.016	0.006
Cours d'eau sur socle affluents du lac de Grand-Lieu au sud et à l'ouest	UH7	48.94	48.94	1.221	0.965	0.648	0.283	0.197	0.069	0.041	0.027	0.013	0.084	0.426	1.022	0.416	0.294	0.535	0.857	0.594	1.121	0.006	0.002
Partie aval du bassin de l'Ognon et cours d'eau en zone sédimentaire affluents du lac de Grand-Lieu au nord	UH8	69.98	69.98	1.541	1.252	0.820	0.366	0.246	0.140	0.092	0.069	0.048	0.199	0.592	1.319	0.557	0.387	0.722	1.106	0.751	1.460	0.034	0.021
Cours d'eau en zone sédimentaire affluents du lac de Grand-Lieu à l'est	UH9	69.50	69.50	1.531	1.243	0.814	0.364	0.244	0.139	0.092	0.069	0.048	0.198	0.588	1.310	0.553	0.385	0.717	1.098	0.746	1.450	0.033	0.021
Lac de Grand-Lieu	UH10	61.69	879.83	16.594	13.400	9.050	4.000	2.603	1.181	0.742	0.525	0.332	1.538	6.034	14.085	5.840	4.042	7.590	11.843	8.008	15.678	0.234	0.134

Tableau 39 : volumes désinfluencés écoulés par UH

VALEURS CARACTERISTIQUES ISSUES DES CHRONIQUES RECONSTITUEES AUX STATIONS HYDROMETRIQUES DU BV DE GRAND LIEU PERIODE 2002-2022

VOLUMES ECOULES DESINFLUENCES				Volumes moyens mensuels désinfluencés (Mm³ = 1 000 000 m³)																Valeur moyenn e période NOV- MARS	Valeur quinque nnale sèche période NOV- MARS	Valeur quinque nnale humide période NOV- MARS		
Nom	ID2	Surfac e UH (km²)	Surface BV à l'exutoir e de l'UH (km²)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept mbre	Octobr e	Novem bre	Décem bre	Année quinque nnale sèche	Année quinque nnale humide				Volume mensuel minimum moyen	Volume mensuel minimum quinquen nal sec		
(1) L'Issoire en amont de sa confluence à la Boulogne	UH1	73.93	73.93	4.635	3.284	2.423	1.001	0.656	0.235	0.132	0.088	0.048	0.348	1.517	4.001	18.439	12.688	24.044	15.859	10.743	20.975	0.030	0.014	
(2) La Boulogne en amont de la confluence de l'Issoire	UH2	207.71	207.71	13.223	9.950	7.577	3.273	2.068	0.936	0.617	0.431	0.273	1.170	4.697	11.218	55.678	37.589	73.280	46.668	30.603	62.733	0.145	0.060	
La Boulogne de l'aval de la confluence de l'Issoire à la confluence de la Logne	UH3	43.01	324.66	20.619	15.311	11.582	4.957	3.155	1.366	0.878	0.610	0.378	1.762	7.195	17.561	85.743	58.208	112.543	72.272	47.797	96.747	0.204	0.090	
L'Ognon en amont de Vieilleville (amont de la confluence du ruisseau de Marceau)	UH4	27.55	27.55	1.625	1.203	0.865	0.374	0.259	0.143	0.097	0.073	0.049	0.210	0.604	1.390	6.919	4.812	8.970	5.687	3.863	7.511	0.034	0.021	
(5) L'Ognon de Vieilleville aux Sorinières	UH5	133.08	160.63	8.672	6.418	4.613	1.994	1.382	0.764	0.519	0.390	0.261	1.119	3.223	7.419	36.924	25.681	47.869	30.348	20.616	40.081	0.183	0.114	
(6) La Logne juqu'à sa confluence à la Boulogne	UH6	144.43	144.43	8.688	6.257	4.608	1.948	1.400	0.472	0.290	0.191	0.090	0.600	2.931	7.274	34.895	24.659	44.839	29.758	20.618	38.899	0.040	0.015	
Cours d'eau sur socle affluents du lac de Grand-Lieu au sud et à l'ouest	UH7	48.94	48.94	3.271	2.356	1.735	0.733	0.527	0.178	0.109	0.072	0.034	0.226	1.104	2.738	13.137	9.283	16.880	11.203	7.762	14.644	0.015	0.006	
Partie aval du bassin de l'Ognon et cours d'eau en zone sédimentaire affluents du lac de Grand-Lieu au nord	UH8	69.98	69.98	4.129	3.055	2.196	0.949	0.658	0.364	0.247	0.186	0.124	0.533	1.534	3.532	17.579	12.226	22.790	14.448	9.815	19.082	0.087	0.054	
Cours d'eau en zone sédimentaire affluents du lac de Grand-Lieu à l'est	UH9	69.50	69.50	4.100	3.035	2.181	0.943	0.653	0.361	0.245	0.184	0.123	0.529	1.524	3.508	17.458	12.142	22.633	14.349	9.747	18.951	0.087	0.054	
Lac de Grand-Lieu	UH10	61.69	879.83	44.445	32.707	24.238	10.367	6.973	3.061	1.987	1.406	0.860	4.119	15.641	37.726	184.307	127.549	239.520	154.766	104.654	204.879	0.606	0.347	

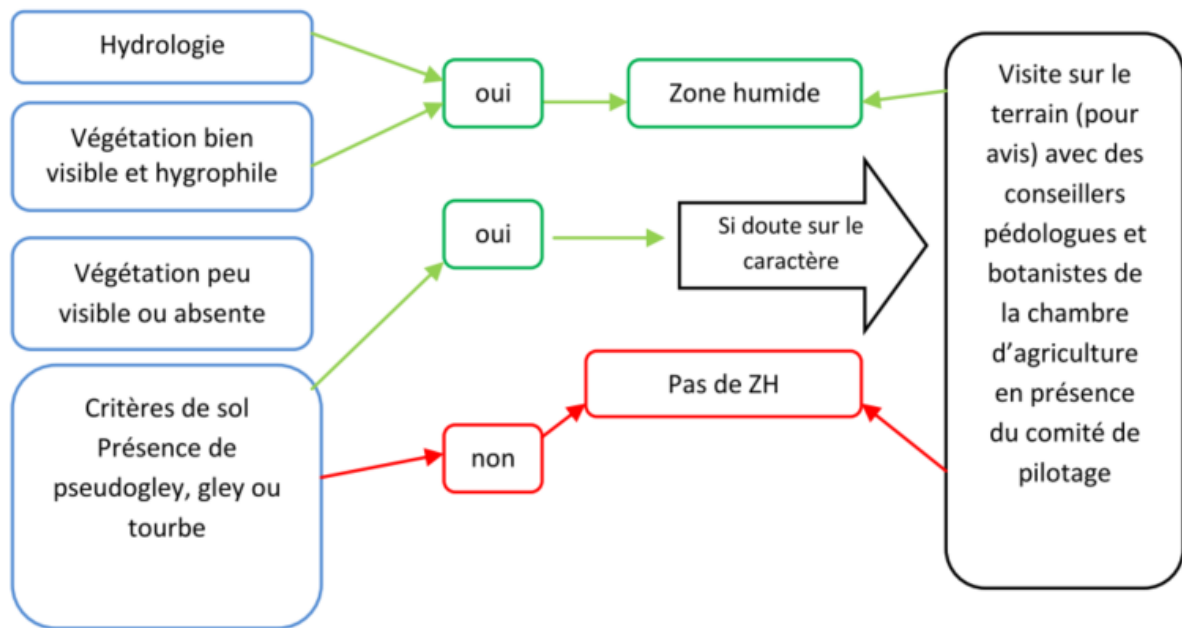
4.8 Eau dans les zones humides

Les zones humides jouent un rôle important dans la préservation de la ressource en eau et le climat de par la régulation effectuée par l’alternance de stockage et de restitution au milieu (par écoulement) ou à l’atmosphère (par évaporation / évapotranspiration).

Le Syndicat du bassin versant de Grand Lieu a réalisé l’inventaire des zones humides du territoire de manière concertée, de 2010 à 2016.

La méthodologie, validée en 2010, a consisté en :

- Constituer un comité de pilotage communal (3 élus communaux, 2 agriculteurs, 1 chasseur ou pêcheur, 1 naturaliste du territoire, un retraité connaissant l’histoire de la commune, un représentant des services de l’Etat, l’animateur du SAGE du BV voisin) ;
- Informer et échanger avec les professionnels agricoles et autres sur les zones humides ;
- Prélocaliser les zones humides au moyen de recoupement de données cartographiques diverses (topographie, pédologie, géologie, zones inondables...) et élaboration de pistes de gestion par les agriculteurs ;
- Réaliser un inventaire de terrain par le SMBVGL (85% du territoire), ainsi que, selon les secteurs par le Syndicat Ligneron Vie Jaunay, l’Association pour le Développement du BV de la Baie de Bourgneuf A+B urbanisme et environnement, Dervenn, Ouest Conseils Etudes Environnement, SEGI, X. Hardy. Ces expertises comprenaient une délimitation cartographique à partir de sondages pédologiques et de reconnaissances de plantes indicatrices de zones humides, entre les mois d’avril et août ;
- Réaliser une 2^{ème} réunion de COPIL communal pour présenter les résultats de l’inventaire et préparer les phases suivantes ;
- Présenter les résultats aux professionnels agricoles, public et usagers,
- Réaliser une 3^{ème} réunion de comité de pilotage communal, et lorsqu’il le jugeait nécessaire, des retours sur le terrain ;
- Valider le recensement en Conseil Municipal puis en Commission Locale de l’Eau.



Résumé de la détermination d'une zone humide (source : SBVGL)

Figure 83 : méthodologie de caractérisation de zones humides sur le bassin versant de Grand Lieu (source : SGLE)

La typologie utilisée sur ce SAGE a distingué les 14 types suivants :

- Plans d'eau ; étangs et leurs bordures ;
- Mares et leurs bordures ;
- Zones humides artificielles ;
- Roselières / cariçaies ;
- Roselières boisées ;
- Tourbières ;
- Mégaphorbiaies ;
- Prairies humides de bas fond ou de marais ;
- Prairies humides inondables en bordures de cours d'eau ;
- Autres milieux humides à vocation agricole ;
- Boisements humides non liés à un cours d'eau ;
- Bandes boisées des rives et boisements alluviaux ;
- Plantation de peupliers en zone humide ;
- Zone humide du Lac (cote Buzay 2,96).



Figure 84 : résultat de l'inventaire réalisé par le SBV Grand Lieu entre 2010 et 2016

La surface de zones humides totale y compris le lac est de 10 745 ha, soit 12% de la surface totale du bassin versant. Elle se répartit comme suit entre les différents sous-bassins.

Sous BV	Lac (UH07, UH08, UH09, UH10)	Boulogne (UH01, UH02, UH03)	Logne (UH06)	Ognon (UH04, UH05, UH08)	Chaussée (UH09)
Surface totale de zones humides en ha	6981	1964	876	808	116
Densité de zones humides	46%	13%	6%	5%	1%

Les types de zones humides les plus fréquemment rencontrées sont les prairies humides / marais, les plans d'eau / mares, les bandes boisées des rives et les prairies inondables.

Même si c'est difficile à quantifier, l'évapotranspiration des végétaux et l'évaporation de l'eau des lacs apportent de l'humidité à l'air et diminuent localement les besoins en eau des végétaux voisins. En effet, le gradient d'humidité entre l'intérieur et l'extérieur d'une feuille entraîne une diffusion de vapeur d'eau qu'on appelle transpiration. Il en résulte un léger dessèchement des cellules internes et par suite une diminution du potentiel hydrique foliaire, qui va entraîner la montée de sève brute et l'absorption racinaire, remplaçant ainsi l'eau perdue par transpiration. Ainsi, plus l'humidité de l'air est élevée autour d'un végétal, moins le gradient entre l'intérieur et l'extérieur des feuilles sera élevé, et moins le végétal (cultivé ou non) aura besoin d'eau. C'est pourquoi **les solutions fondées sur la nature basées sur la végétalisation des zones asséchées et la préservation des zones humides permettent indirectement de limiter les besoins en eau des végétaux cultivés ou non.**

4.9 Estimation sommaire des surfaces drainées

Afin d'estimer la proportion des surfaces drainées sur le territoire, les données d'Agreste⁹ ont été utilisées. Cependant, la donnée la plus récente concerne le relevé agricole de 2010. La donnée brute indique la part de la SAU drainée en 2010.

Pour estimer la surface drainée à l'échelle de chaque UH, la SAU totale en 2010 de chaque commune a été calculée à partir des données cantonales. Le pourcentage de la SAU drainée par commune a ensuite été appliqué. La surface drainée par UH est obtenue en considérant que la SAU drainée par commune à l'intérieur du bassin est proportionnelle à la surface de la commune incluse dans l'UH.

Le tableau ci-dessous et la carte en page suivante indiquent le pourcentage des surfaces agricoles drainées en 2010 à l'échelle des UH.

Tableau 40: Surfaces drainées en 2010 par UH

Num UH	Surface de l'UH (ha)	Surface drainée en 2010 (ha)	part de la SAU drainée en 2010 (%)
UH01	7393	3900	53%
UH02	20771	6488	31%
UH03	4301	1074	25%
UH04	2755	1606	58%
UH05	13308	5976	45%
UH06	14443	3270	23%
UH07	4894	537	11%
UH08	6998	70	1%
UH09	6950	470	7%
UH10	6169	454	7%

Les UH amont apparaissent comme les plus drainées.

Ces valeurs ont certainement évolué depuis plus de 10 ans. Une base de données des surfaces drainées est actuellement pilotée par le BRGM (BDdrainage¹⁰). La DDTM 44 fera partie des DDT pilotes pour la transmission des données sur le drainage en 2025. Mais, aujourd'hui, l'ensemble des données n'a pas encore été numérisé.

⁹<https://stats.agriculture.gouv.fr/cartostat/#bbox=310169,6719736,169447,103707&c=indicator&i=raanc2.sauaa&i2=cult1.saudrai10&s=2010&t=A02&t2=A01&view=map2>

¹⁰ <http://bddrainage.brgm.fr/>

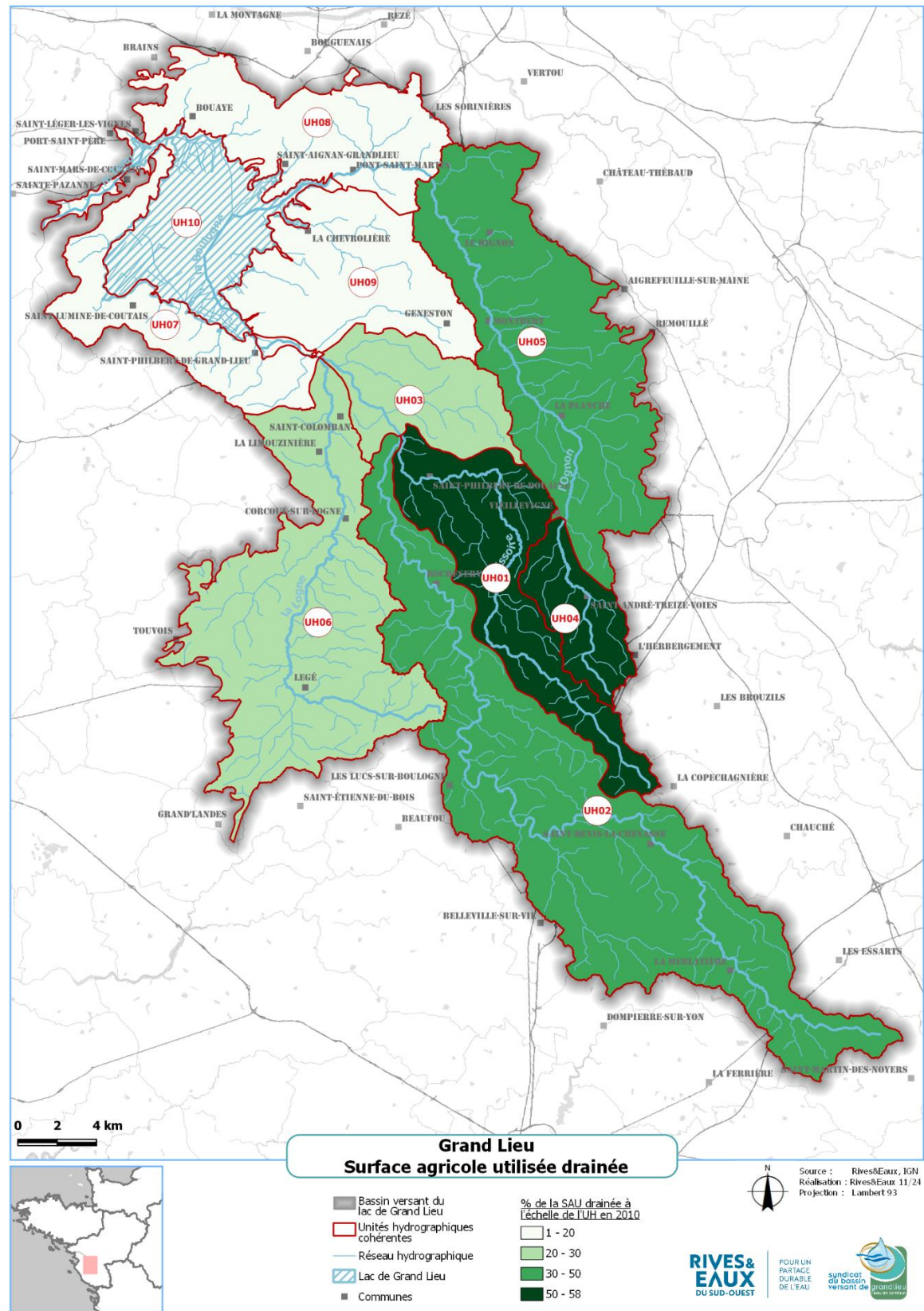


Figure 85 : Pourcentage des surfaces drainées par UH

5 SYNTHÈSE DES VOLETS H ET U

L'analyse des 2 volets H.U. sur le bassin de Grand Lieu met en évidence

- ➔ Des usages dominés par l'irrigation s'appuyant prioritairement sur des plans d'eau et dont la proportion varie selon la période de l'année :
 - En juillet-octobre, plus de 67% de l'eau prélevée dans le milieu est utilisée pour l'irrigation (par plans d'eau connectés aux eaux superficielles ou souterraines ou prélèvements directs), le reste étant lié aux prélèvements diffus (évaporation des plans d'eau principalement et abreuvement) ;
 - Sur l'année, la répartition de l'ensemble des prélèvements du bassin est inégalement répartie selon la période : environ 50% de novembre à mars, environ 13% d'avril à juin et environ 37% de juillet à octobre,
- ➔ Des apports d'eau extérieure au bassin versant via l'eau potable consommée sur le bassin et les rejets des stations d'épuration,
- ➔ Une ressource influencée par les prélèvements pour les usages humains ainsi que par les nombreux plans d'eau aménagés sur le territoire qui modifient le régime des eaux en interceptant une partie de la ressource ; proportionnellement aux débits des cours d'eau, ces influences sont nettement plus sensibles à l'étiage. Les écoulements naturels sont très limités en étiage comme en témoigne l'apparition d'assecs récurrents sur les têtes de bassins et les secteurs où la relation nappe-rivière est faible.
- ➔ Les débits désinfluencés montrent que les débits sont naturellement très faibles en étiage du fait du régime hydrologique pluvial du bassin. Les usages estivaux sur le bassin aggravent les situations de tension sur la ressource, et rendent les étiages plus précoces
- ➔ D'un point de vue hydrogéologique, l'analyse montre que dans certains secteurs, les relations nappe-rivière sont fortes. Par ailleurs, la nappe est en continuité hydraulique avec le Lac de Grand Lieu dont il est l'exutoire direct ou indirect via les cours d'eau.