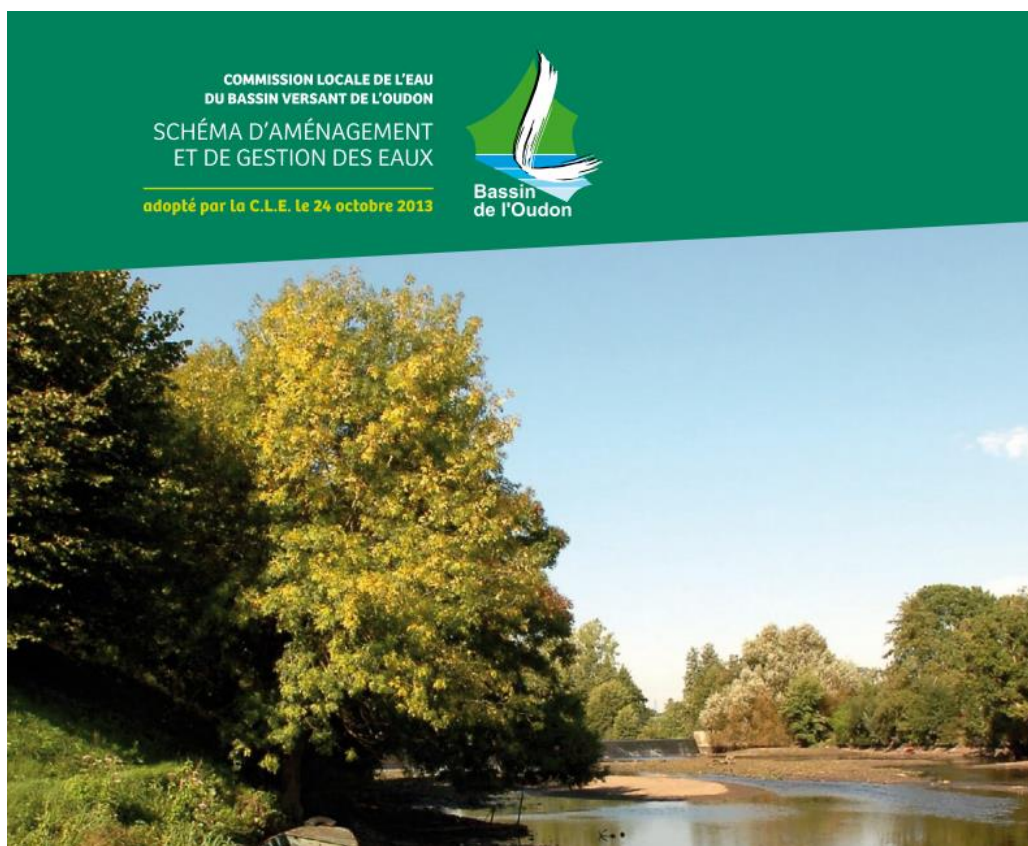


ELABORATION D'UN PROJET DE TERRITOIRE POUR LA GESTION DE L'EAU (PTGE) LE BASSIN VERSANT DE L'OUDON

Étude Hydrologie Milieu Usage Climat (HMUC) format 2022



Volets HMUC – 1^{ère} partie

Février 2024



1	INTRODUCTION / CONTEXTE	13
2	DEFINITION DU PERIMETRE D'ETUDE	20
3	RESUME DES HYPOTHESES ET DES RESULTATS DE L'ETUDE VOLUMES PRELEVABLES DE 2015	21
3.1.1	<i>Préambule :</i>	21
3.1.2	<i>Découpage du périmètre du SAGE en Unités Hydrologiques (EVP 2015):</i>	22
3.1.3	<i>Hypothèses et résultats du Volet (H) Hydrologie de l'étude EVP 2015:</i>	23
3.1.4	<i>Hypothèses et résultats du Volet (U) Usages de l'étude EVP 2015:</i>	27
3.1.5	<i>Hypothèses et résultats du Volet (M) Milieu de l'étude EVP 2015:</i>	37
3.1.6	<i>Hypothèses et résultats de l'évolution des besoins des futurs usages (EVP 2015)</i>	43
3.1.7	<i>Hypothèses et résultats du Volet (C) Climat de l'étude EVP 2015:</i>	43
3.1.8	<i>Résultats de propositions de Volumes Prélevables de l'étude EVP 2015:</i>	44
3.1.9	<i>Résultats de propositions d'actions d'accompagnement de l'étude EVP 2015:</i>	46
4	ACTUALISATION DU VOLET MILIEU (M)	48
4.1	<i>PREAMBULE, objectifs et déroulé de la démarche de l'analyse</i>	48
4.2	<i>ELEMENTS DU CONTEXTE PHYSIQUE DU BASSIN VERSANT</i>	50
4.2.1	Contexte géologique du bassin versant et tendances hydrogéologiques	50
4.2.2	Données sur les asssecs	51
4.2.3	Occupation du sol	53
4.3	<i>CONTEXTE DE L'ÉTAT ET DES OBJECTIFS ASSOCIÉS AUX MASSES D'EAU</i>	55
4.3.1	Données sur l'état des eaux	59
4.3.2	Réservoirs biologiques	64
4.3.3	Données d'inventaire de peuplements piscicoles des cours d'eau réservoir biologique	66
4.4	<i>ACTUALISATION DES DÉBITS BIOLOGIQUES</i>	71
4.4.1	Débit plancher en période de basses eaux	71
4.4.2	Débit plancher et débit maximal en période de hautes eaux	89
4.5	<i>ANALYSE DE L'IMPACT CUMULE DES PLANS D'EAU</i>	90
4.5.1	Préambule : objectifs de l'analyse	90
4.5.2	Bibliographie sur les critères des plans d'eau impactant pour les milieux aquatiques	91
4.5.3	Analyse des effets d'une retenue isolée	93
4.6	<i>ENJEUX DE BIODIVERSITÉ LIÉE À L'EAU</i>	98
4.6.1	Données issues des sites Natura 2000	98
4.6.2	Données des ZNIEFF (zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique)	98
4.7	<i>SYNTHÈSE DES ENJEUX DE GESTION DE L'EAU ASSOCIÉS AUX MILIEUX AQUATIQUES</i>	101
5	ACTUALISATION DU VOLET USAGES (U)	102
5.1	<i>Résultats de la Banque Nationale des Prélèvements d'Eau</i>	102
5.2	<i>Usage Eau Potable (AEP)</i>	105
5.3	<i>Répercussions des prélèvements souterrains sur le débit des cours d'eau</i>	105
5.4	<i>Bilan des prélèvements et consommations actuels</i>	108
5.4.1	Répartition de la population sur le périmètre d'étude	108

5.4.2	Prélèvements pour la production d'eau potable et consommation d'eau potable du territoire	110
5.4.3	Rejets d'eaux usées	120
5.4.4	Bilan du petit cycle de l'eau	126
5.5	<i>Usage Eau Industrielle (IND)</i>	126
5.6	<i>Usage Agricole</i>	127
5.6.1	Prélèvements d'eau pour l'irrigation des cultures	127
5.6.2	Prélèvements d'eau pour les activités d'élevage	135
5.7	<i>Usage Plans d'Eau</i>	140
5.7.1	Les données nécessaires pour évaluer les effets des plans d'eau	141
5.7.2	Élaboration de la base de données des plans d'eau pour l'étude	144
5.7.3	Résultats de l'actualisation de l'inventaire des plans d'eau du SAGE Oudon	148
5.7.4	Résultats d'évaluation des effets des plans d'eau sur les milieux	149
6	ACTUALISATION DU VOLET HYDROLOGIE (H)	165
6.1	<i>Climat actuel</i>	165
6.1.1	Réseau de stations météorologiques	165
6.1.2	Caractérisation de la pluie et de l'évapotranspiration (ETP)	166
6.2	<i>Ressource en eau mesurée</i>	168
6.2.1	Réseau de stations hydrométriques	168
6.2.2	Débits mesurés : comparaison des bassins versants	170
6.2.3	Données du réseau de stations ONDE	179
6.3	<i>Hydrologie naturelle</i>	180
6.3.1	Description du modèle pluie-débit	180
6.3.2	Initialisation du modèle et données d'entrées	182
6.3.3	Calibration du modèle	182
6.3.4	Méthode de transfert du modèle aux bassins versants non jaugés	185
6.3.5	Résultats aux stations hydrométriques	185
6.3.6	Résultats aux UHS	191
6.4	<i>Synthèse du volet H</i>	193
7	ACTUALISATION DU VOLET EVOLUTION DU CLIMAT ET DE LA RESSOURCE EN EAU SOUS LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	194
7.1	<i>Définitions et méthodologie</i>	194
7.1.1	La modélisation du climat	194
7.1.2	Le jeu de données DRIAS 2020	198
7.1.3	Incertitudes et recommandations	199
7.1.4	Méthodologie générale menée dans cette étude	200
7.2	<i>Impact du changement climatique sur le climat</i>	203
7.2.1	Choix de scénarios climatiques en fonction des indicateurs de pluie et de température	203
7.2.2	Sélection des deux modélisations climatiques : scénarios médian et pessimiste	212
7.2.3	Présentation des deux scénarios sélectionnés sur le bassin versant de l'Oudon	217
7.2.3.1	<i>Données de Température</i>	217
7.2.3.2	<i>Données de pluie</i>	218

7.2.3.3	<i>Données d'évapotranspiration</i>	222
7.3	<i>Impact du changement climatique sur la ressource en eau</i>	225
8	ANNEXES	227
8.1	<i>Annexe 1 : Légende de la carte géologique</i>	227
8.2	<i>Annexe 2 : Tableaux d'impacts cumulés potentiels sur les milieux aquatiques pour chaque type de retenue</i>	231
8.3	<i>Annexe 3 : Bibliographie du volet Climat</i>	233
8.4	<i>Annexe 4 : Tableau des réponses aux remarques relatives au rapport préliminaire de la phase 1 de l'étude du 27 septembre 2023</i>	234

Liste des tableaux

Tableau 1 : Remarques complémentaires des services de l'État	15
Tableau 2 : Stations pluviométriques retenues dans l'étude EVP 2015	23
Tableau 3 : Analyse synthétique des résultats de débits désinfluencés de l'étude EVP 2015	25
Tableau 4 : Débits caractéristiques désinfluencés sur la période 2000-2011 (étude EVP 2015)	27
Tableau 5 : Synthèse des résultats de débits planchers par Unité Hydrologique (EVP 2015)	39
Tableau 6 : Paramètres de la méthode RVA et influences sur les écosystèmes (EVP 2015)	40
Tableau 7 : Synthèse des valeurs de débits Hautes Eaux par UH (EVP 2015)	42
Tableau 8 : Résultats des volumes prélevables au pas de temps mensuel par UH (EVP 2015)	44
Tableau 9 : Écarts volumes prélevables / volumes prélevés moyens 2000 - 2011 (EVP 2015)	45
Tableau 10 : Résultats des débits objectifs au pas de temps mensuel par UH (EVP 2015)	46
Tableau 11 : Résultats de la ventilation des prélèvements par usage Oudon amont (EVP 2015)	47
Tableau 12 : Liste des 17 masses d'eau du SAGE Oudon	57
Tableau 13 : Données hydro-biologiques récentes de l'Araize	60
Tableau 14 : Données hydro-biologiques récentes de l'Oudon	61
Tableau 15 : Données hydro-biologiques récentes du Chéran	62
Tableau 16 : Données hydro-biologiques récentes de la Verzée	62
Tableau 17 : Données hydro-biologiques récentes de l'Argos	63
Tableau 18 : Données hydro-biologiques récentes de la Sazée	63
Tableau 19 : Données hydro-biologiques récentes de La Thiberge	63
Tableau 20 : Cours d'eau réservoir biologique du SAGE Oudon	64
Tableau 21 : Approche par espèce vs par guildes du protocole Estimhab	72
Tableau 22 : Champ d'application d'Estimhab avec les débits de l'étude EVP 2015	73
Tableau 23 : Champ d'application d'Estimhab avec les débits actualisés de la présente étude	74
Tableau 24 : Résultats de Débits Biologiques Critiques obtenus par extrapolation	87
Tableau 25 : différents impacts dans et à l'aval de retenue, d'après Bergkamp et al 2000	94
Tableau 26 : Typologie de retenues d'eau (EsCo impact cumulé des retenues AFB 2017)	94
Tableau 27 : Synthèse des impacts des types de retenues d'eau (d'après EsCo AFB 2017)	97
Tableau 28 : Zones Naturelles d'Intérêt Écologique (ZNIEFF) des unités hydrographiques	100
Tableau 29 : Données disponibles dans la Banque Nationale des Prélèvements d'Eau	103
Tableau 30 : Nombre de points de prélèvement et volumes moyens annuels par usage	104
Tableau 31 : Contribution moyenne mensuelle (2008 à 2020) des eaux souterraines au débit de l'Oudon (BRGM)	106

Tableau 32 : Points de prélèvements sur le SAGE Oudon	110
Tableau 33 : prélèvements bruts pour la production d'eau potable (2012-2021)	112
Tableau 34 : Volumes impactant le débit des cours d'eau.....	114
Tableau 35 : Volumes consommés par UH (m3)	117
Tableau 36 : Estimation des rejets des installations individuelles (ANC)	120
Tableau 37 : Répartition par UH des stations d'épuration.....	120
Tableau 38 : Affectation des rejets de STEP par UH.....	122
Tableau 39 : Volume sortie STEU ou point de rejet direct	124
Tableau 40 : Volumes bruts prélevés pour l'usage industriel (source : BNPE).....	126
Tableau 41 : Volumes ayant un impact sur le débit d'Oudon	127
Tableau 42 : Superficie des principales cultures par Unités Hydrographiques (RPG 2020)	130
Tableau 43 : Superficie des principales cultures irriguée par UH (RGA 2020).....	131
Tableau 44 : Besoins d'eau annuels des principales cultures irriguées (CRAPL 2023)	131
Tableau 45 : Volumes irrigation à l'échelle du BV Oudon selon BNPE -2010 2021	133
Tableau 46 : volumes irrigation moyen au pas de temps mensuel par UH.....	134
Tableau 47 : effectifs d'animaux par catégorie et par UH (données BDNI et RGA 2020).....	135
Tableau 48 : Consommation d'eau des animaux d'élevage (L/jour) – source CRAPL.....	136
Tableau 49 : Répartition mensuelle des consommation d'eau des élevages.....	137
Tableau 50 : Volumes consommés par les élevages selon l'origine de la ressource (CRAPL)	137
Tableau 51 : volumes d'eau prélevés (milieu + AEP)par les élevage sur le BV de l'Oudon	138
Tableau 52 : volumes d'eau (milieu) prélevés par les élevages sur le BV de l'Oudon.....	139
Tableau 53 : volumes d'eau (milieu + AEP)prélevés par les élevages par UH	139
Tableau 54 : Modalités du paramètre connexion de caractérisation des plans d'eau	141
Tableau 55 : définition des paramètres nécessaires pour évaluer les effets des PE.....	144
Tableau 56 : Structure de la base de données de l'enquête des Plans d'Eau du SMB (2022-23).....	144
Tableau 57 : Base de données plans d'eau disponibles	145
Tableau 58 : Règles d'affectation des modalités du paramètre connexion des PE.....	146
Tableau 59 : Résultats statistiques relatifs aux plans d'eau du bassin versant de l'Oudon	148
Tableau 60 : Surfaces des plans d'eau connectés et déconnectés par usage et par UH	149
Tableau 61 : : Taux d'interception surfacique des plans d'eau connectés de chaque UH	152
Tableau 62 : : superficie irriguée par UH et depuis les plans d'eau connectés	154
Tableau 63 : : coefficients de ruissellement fu calcul de l'effet des pluies directes sur les PE.....	155
Tableau 64 : : Analyse détaillée pour deux UH contrastés : Usure et Oudon moyen	156

Tableau 65 : : Résultats du calcul des prélèvements des plans d'eau (fréquence Quinquennale Sèche 2002 – 2022).....	161
Tableau 66 : : Liste des stations météorologiques en périphérie du bassin de l'Oudon	165
Tableau 67 : liste des stations hydrométriques	168
Tableau 68. Paramètres d'efficience de calibration.....	183
Tableau 69. Comparaison des débits désinfluencés algébriquement et débits naturels simulés sur la période 2014-2021.....	184
Tableau 70 : Stations hydrométriques de référence pour chaque UH.....	185
Tableau 71. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – Cossé le Vivien	186
Tableau 72. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – Châtellais	187
Tableau 73. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – Segré.....	188
Tableau 74. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – La Boissière.....	189
Tableau 75. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – Bourg d'Irree	190
Tableau 76. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – Marans.....	191
Tableau 77. Synthèse des résultats d'indicateurs des débits biologiques des 11 UHs du bassin de l'Oudon	192
Tableau 78. Récapitulatif des valeurs (en mm) et des écarts (en %) relatifs à la pluie pour les deux scénarios médian (Aladin) et pessimiste (CCLM4).....	220
Tableau 79. Récapitulatif des valeurs (en mm) et des écarts (en %) relatifs à l'ETP pour les deux scénarios médian (Aladin) et pessimiste (CCLM4).....	223
Tableau 80. Effets des deux scénarios climatiques sur les indicateurs de débits.....	225

Liste des figures, cartes, graphes

<i>Carte 1 : Masses d'eau du territoire du SAGE Oudon</i>	20
<i>Carte 2 : Découpage du périmètre en unités hydrologiques – étude EVP 2015</i>	22
<i>Carte 3 : Captage d'eau potable du périmètre SAGE en 2011 – (Étude EVP 2015)</i>	28
<i>Graphe 4 : Répartition des prélèvements AEP 2011 en volume par UH (Étude EVP 2015)</i>	29
<i>Graphe 5 : Répartition des cultures du périmètre du SAGE Oudon 2010 (Étude EVP 2015)</i>	30
<i>Carte 6 : Prélèvements 2012 d'irrigation du SAGE Oudon (Étude EVP 2015)</i>	31
<i>Carte 7 : Localisation des plans d'eau (Étude EVP 2015)</i>	34
<i>Graphe 8 : Répartition des plans d'eau selon la superficie (Étude EVP 2015)</i>	35
<i>Graphe 9 : Répartition des plans d'eau selon la capacité (Étude EVP 2015)</i>	35
<i>Graphe 10 : Répartition des pertes par évaporation des plans d'eau (Étude EVP 2015)</i>	36
<i>Carte 11 : Localisation des stations Estimhab d'évaluation de DMB (Étude EVP 2015)</i>	38
<i>Carte 12 : Carte géologique du bassin (la légende figure en annexe 1)</i>	50
<i>Carte 13 : Observations mensuelles par station (ONDE)</i>	52
<i>Graphe 14 : Comparaison des UH selon la répartition de l'occupation du sol</i>	53
<i>Carte 15 : Occupation du sol Corine Land Cover 2018 par Unité Hydrologique cohérente</i>	54
<i>Carte 16 : Stations de suivi qualité (réseau Naiades) et de mesures d'hydrométrie</i>	56
<i>Carte 17 : État et objectifs d'état écologique des masses d'eau superficielles</i>	58
<i>Carte 18 : Stations de suivi qualité et des stations de DMB (2015)</i>	59
<i>Carte 19 : Carte des cours d'eau réservoirs biologiques</i>	65
<i>Graphe 20 : Pêche électrique de l'Usure à Niaflès</i>	66
<i>Graphe 21 : diversité piscicole sur la Verzée le 20/07/2020</i>	66
<i>Graphe 22 : Diversité piscicole de l'Hière à Chéranche entre 2015 et 2021</i>	67
<i>Graphe 23 : Pêche électrique du 24/07/2020 sur le Chéran à Congrier</i>	68
<i>Graphe 24 : diversité piscicole sur l'Oudon à Cossé le vivien</i>	68
<i>Graphe 25 : diversité piscicole sur l'Oudon à Châtelais</i>	69
<i>Graphe 26 : diversité piscicole sur l'Oudon à Andigné entre 2015 et 2021</i>	70
<i>Figure 27 : Champ d'application de la méthode Estimhab (source : PAT-biodiv OFB)</i>	72
<i>Graphe 28 : Surface pondérée utile en fonction du débit à la station de l'Oudon à Cossé</i>	76
<i>Graphe 29 : représentation des débits biologiques proposés pour l'Oudon à Cossé au regard des débits mensuels quinquennaux désinfluencés (échelle logarithmique)</i>	77
<i>Graphe 30 : surface pondérée utile en fonction du débit à la station de l'Oudon à Craon</i>	78

Graphe 31 : représentation de la plage de débits biologiques proposés pour l'Oudon à Craon au regard des débits mensuels quinquennaux désinfluencés (échelle logarithmique).....	79
Graphe 32 : : surface pondérée utile en fonction du débit à la station de la Verzée.....	80
Graphe 33 : représentation de la plage de débits biologiques proposée pour la Verzée au regard des débits mensuels quinquennaux désinfluencés.....	81
Figure 34 : caractéristiques générales du site de la station Estimhab du Chéran (EVP 2015).....	82
Graphe 35 : représentation de la plage de débits biologiques proposés pour le Chéran au regard des débits mensuels quinquennaux désinfluencés.....	83
Figure 36 : caractéristiques générales du site de la station Estimhab de l'Araize (EVP 2015).....	84
Graphe 37 : surface pondérée utile en fonction du débit à la station de l'Araize.....	85
Graphe 38 : représentation de la plage de débits biologiques proposés pour l'Araize au regard des débits mensuels quinquennaux désinfluencés.....	86
Graphe 39 : Fonctions appliquées pour l'extrapolation des débits biologiques critiques.....	87
Figure 40 : Emplacement des retenues types dans le paysage (<i>EsCo AFB 2017</i>).....	95
Carte 41 : cartographie des ZNIEFF et sites Natura 2000 sur BV de l'Oudon.....	99
Graphe 42 : évolution des prélèvements par usage entre 2010 et 2021 (source BNPE).....	104
Graphe 43 : Évolution de la contribution mensuelle de la nappe sur les 3 secteurs du bassin d'Oudon.....	106
Graphe 44 : Sectorisation du bassin de l'Oudon pour la modélisation GARDENIA (BRGM).....	107
Carte 45 : Répartition de la population sur le territoire du SAGE Oudon.....	109
Carte 46 : Localisation des organismes publics d'eau potable.....	111
Graphe 47 : Prélèvements annuels pour la production d'eau potable.....	112
Graphe 48 :	113
Graphe 49 : Répartition mensuelle de la production d'eau potable.....	113
Carte 50 : Prélèvements d'eau potable de juillet à octobre 2021.....	115
Graphe 51 : Évolution de la consommation d'eau potable et du nombre d'abonnés.....	116
Carte 52 : Nombre d'abonnés d'eau potable en 2020.....	118
Carte 53 : Consommations d'AEP de juillet à octobre 2021.....	119
Carte 54 : Localisation des points de rejet des STEP.....	121
Graphe 55 : Évolution des volumes de rejets de STEP.....	124
Carte 56 : Rejets des STEPs de juillet à octobre.....	125
Graphe 57 : surfaces irriguées (ha) à l'échelle du bassin versant Oudon (source RGA 2020).....	128
Carte 58 : Assolement sur le bassin versant de l'Oudon en 2020 (RPG 2020).....	129
Graphe 59 : Répartition mensuelle de l'apport d'eau d'irrigation pour le maïs.....	132
Graphe 60 : Répartition mensuelle de l'apport d'eau d'irrigation pour les pommiers.....	132
Graphe 61 : Répartition mensuelle de l'apport d'eau d'irrigation pour le maraîchage.....	133

Graphe 62 : Volumes irrigation au pas de temps mensuel par UH	134
Graphe 63 : volumes d'eau prélevés (milieu + AEP) par les élevages sur le BV de l'Oudon.....	138
Figure 64 : Emplacement des retenues selon leur type d'alimentation (Esco 2017)	142
Figure 65 : Exemple de bassins versants équipés de plans d'eau (Esco 2017)	143
Figure 66 : Schématisation d'un bilan hydrique d'une retenue (Esco 2017).....	150
Carte 67 : bassins versants interceptés par les plans d'eau (usage irrigation et autres).....	153
Figure 68 : volume prélevé par les plans d'eau UH03 (Usure)	158
Figure 69 volume prélevé par les plans d'eau UH06 (Oudon moyen).....	158
Figure 70 : taux d'influence des plans d'eau UH03 (Usure)	159
Figure 71 : taux d'influence des plans d'eau UH06 (Oudon moyen)	159
Carte 72 : Prélèvements des plans d'eau agricoles connectés – période juillet octobre	163
Carte 73 : Volumes d'évaporation des plans d'eau connectés non agricoles juillet octobre	164
Graphe 74 : Chronique de pluviométrie annuelle des principales stations du SAGE Oudon	166
Graphe 75 : Répartition mensuelle des normales de la pluie et de l'évapotranspiration.....	167
Carte 76 : Localisation des stations hydrométriques et des stations météorologiques.....	169
Fiche 77 : Station hydrométrique de l'Argos.....	171
Fiche 78 : Station hydrométrique du Chéran	172
Fiche 79 : Station hydrométrique de la Verzée	173
Fiche 80 : Station hydrométrique de l'Oudon à Cossé-le-Vivien	174
Fiche 81 : Station hydrométrique de l'Oudon à Châtellais.....	175
Fiche 82 : Station hydrométrique de l'Oudon à Segré	176
Graphe 83 : comparaison des débits spécifiques mensuels mesurés	178
Graphe 84 : évolution de la répartition des observations d'écoulement de 2012 à 2022 (source : ONDE)...	179
Figure 85 : Schéma de fonctionnement du modèle pluie-débit GR6J	181
Graphe 86 : Comparaison des scénarios d'émissions de gaz à effets de serre	197
Figure 87. Schéma des étapes de la descente d'échelle de la modélisation globale (GCM), à la régionale (RCM) jusqu'à l'échelle plus locale	198
Graphes 88. Incertitudes totales moyenne sur le 21ème siècle liées aux données de projections de précipitations (à gauche) et de température (à droite)	199
Figure 89. Schéma de la méthode pour évaluer l'impact du changement climatique sur la ressource	202
Carte 90. Cartographie des tuiles SAFRAN utilisées pour exporter les données du DRIAS	204
Graphe 91. H1 - Écart de température moyenne mensuelle (°C)	206
Graphe 92. H2 - Écart de température moyenne mensuelle (°C)	207
Graphe 93. H3- Écart de température moyenne mensuelle (°C)	208

Graphe 94. H1 - Écart de cumul de précipitations (mm).....	209
Graphe 95. H2 - Écart de cumul de précipitations (mm).....	210
Graphe 96. H3 - Écart de cumul de précipitations (mm).....	211
Figure 97. Diagramme $\Delta T / \Delta P$ pour la saison estivale pour le scénario 4.5 (en haut), scénario 8.5 (en bas) sur le territoire français entre la période de référence (1976 – 2005) et la fin de la décennie (2071 -2100)	213
Graphes 98. Comparaison horizon H1 (proche) des deux scénarios sélectionnés (médian vert, pessimiste rouge)	214
Graphes 99. Comparaison horizon H2 (moyen) des deux scénarios sélectionnés (médian vert, pessimiste rouge)	215
Graphes 100. Comparaison horizon H3 (lointain) des deux scénarios sélectionnés (médian vert, pessimiste rouge)	216
Graphe 101. Température moyenne mensuelle (°C) scénario médian (vert), pessimiste (rouge).....	217
Graphe 102. Comparaison des évolutions des pluies entre la période historique (1993-2022) et la période future (2036-2065) pour les scénarios médians et pessimiste	218
Graphe 103. Cumul mensuel pluviométrique (mm) pour le scénario médian (vert), pessimiste (rouge).....	219
Graphe 104. Chroniques des pluies annuelles à Craon de 1993 à 2099	221
Graphe 105. Comparaison des évolutions de l'ETP entre la période historique (1993-2022) et la période future (2036-2065) pour les scénarios médians et pessimiste	222
Graphe 106. Cumul mensuel de l'ETP (mm) avec le scénario médian (vert), pessimiste (rouge)	222
Graphe 107. Chronique de l'ETP annuelle sur Craon de 1993 à 2099.....	224

DOCUMENTS JOINTS

- Atlas cartographique

Historique des versions					
Date	Version	Nature	Rédaction	Vérification	Validation
09/2023	V1	Rapport intermédiaire de phase 1	Jean-François Amen Sabine Ayrinhac Romaric Chenut Marie Lefrancq Frédérique Lohues Magali Marquié	S AYRINHAC JF AMEN	S AYRINHAC
01/2024	V2	Rapport amendé Analyse HMUC 1 ^{ère} partie	Jean-François Amen Sabine Ayrinhac Marie Lefrancq Frédérique Lohues Magali Marquié Philippe Lefevre	S AYRINHAC JF AMEN	S AYRINHAC

1 INTRODUCTION / CONTEXTE

Le Syndicat du Bassin l'Oudon (SBO) est la structure porteuse du SAGE éponyme maître d'ouvrage de l'étude.

Le SAGE Oudon est parmi les plus anciens SAGES instaurés sur le territoire national en application de la Loi sur l'Eau de 1992, son élaboration a débuté dès 1998, son approbation est effective en 2003, sa révision a été engagée à partir de 2010.

« L'étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire du SAGE Oudon » (SAFEGE 2015) précise les informations suivantes :

« Le bassin versant de l'Oudon est caractérisé par des étiages naturels sévères et connaît des déficits quantitatifs récurrents. Des mesures de restrictions des usages de l'eau sont fréquemment prises sur le territoire pour anticiper les risques ou les conséquences de ces situations de tensions quantitatives...

Face à ces constats, le SDAGE Loire Bretagne (2010-2015) porte une vigilance accrue sur l'état quantitatif de la ressource en eau sur le territoire et classe le bassin versant de l'Oudon en Zone de Protection Renforcée à l'Étiage (ZPRE) après que celui-ci ait longtemps été classé en Zone de Répartition des Eaux (ZRE) »

L'étude réalisée par le bureau SAFEGE en 2015, qualifiée « EVP 2015 » avait pour finalité :

- la définition de volumes prélevables par usages sur le bassin
- Proposition d'un programme d'actions et d'éléments de gestion quantitative de la ressource en eau durant la période hivernale et en situation de période de sécheresse

Les résultats de l'étude EVP 2015 ont été validés par la CLE du SAGE Oudon, cependant pour différents motifs circonstanciels les propositions de Volumes Prélevables n'ont pas fait l'objet d'inscription dans le SAGE. Depuis 2015 la méthodologie d'évaluation des volumes prélevables par usage appliquée sur le bassin Loire Bretagne, qualifiée de méthode HMUC (Hydrologie, Milieu, Usage, Climat) a évolué notamment sur les aspects liés à la prise en compte des effets du changement climatique (CC).

Une version (VF4) actualisée du guide méthodologique HMUC a été publiée par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne en juillet 2023, une version révisée est attendue pour le 1^{er} semestre 2024.

Les SDAGEs successifs (2016-2021) (2022-2027) ont adopté le classement de la zone nodale de l'Oudon (Odn) en disposition 7B-3 caractérisée par les principales modalités suivantes :

- Les prélèvements en période de basses eaux, autres que ceux destinés à l'alimentation en eau potable, à la sécurité civile ou à la lutte antigel, sont globalement plafonnés au volume net maximum antérieurement prélevé en période de basses eaux pour une année donnée
- Sous condition de la stabilité ou de la baisse du cheptel, les nouveaux prélèvements liés à l'abreuvement peuvent être autorisés, au-delà du volume d'eau plafond consommé
- *Le SAGE peut définir l'adaptation possible des prélèvements en période de basses eaux et en période de hautes eaux, après réalisation d'une analyse HMUC. Il peut également prolonger la période de basses eaux fixée au minimum du 1 avril au 30 octobre*

Le préfet coordonnateur de bassin Loire Bretagne envisage (2020) la perspective de classer le bassin versant de l'Oudon en zone de répartition des eaux (ZRE) qui se traduirait notamment par les mesures suivantes :

- Mise en place d'un organisme de gestion unique des prélèvements agricoles (OUGC)
- Aucun nouveau prélèvement d'eau autorisé en période d'étiage
- Révision à la baisse des seuils d'autorisation des prélèvements ...

Un sursis au classement du bassin en ZRE a été accordé par la préfète de bassin sous la condition de réalisation d'un PTGE suite à la demande du préfet de Région.

Pour éviter cette éventualité la Commission Locale de l'Eau (CLE) du SAGE Oudon adopte les engagements suivants :

- Validation (17 juin 2021) de la feuille de route pour l'élaboration d'un projet de territoire de gestion de l'eau (PTGE) avec un objectif initial visé d'échéance fin 2023
- Développement de la concertation préalable pour la révision du SAGE (initialement prévu à partir de 2020, retardé en raison de la crise sanitaire)

L'élaboration du PTGE fait l'objet d'un contrat d'étude incluant les prestations suivantes :

1. Mettre à jour l'étude de volumes prélevables réalisée en 2015
2. Compte tenu du contexte du bassin de l'Oudon, et du retour d'expérience de l'étude EVP 2015, une analyse particulière est développée sur la problématique de l'impact cumulé des plans d'eau valorisant l'inventaire des plans d'eau réalisé en 2019 par le Syndicat du Bassin de l'Oudon ainsi que l'enquête des plans d'eau du Chéran amont (2022-2023).
3. Étudier l'impact du dérèglement climatique sur la disponibilité de la ressource en eau sur le bassin versant de l'Oudon
4. Organiser la concertation pour élaborer un projet de territoire pour la gestion de l'Eau (PTGE)
5. Coconstruire le programme d'actions du PTGE et transposer les éventuelles mesures ou règles dans le SAGE (révision conduite en 2022 et 2023)
6. Définir les indicateurs d'évaluation et de suivi des actions menées dans le cadre du PTGE et proposer les outils de suivi

La mise à jour de l'étude EVP 2015 complétée par l'analyse de l'impact du dérèglement climatique sur la disponibilité de la ressource en eau est réalisée sous le format d'une étude HMUC actualisée selon les prescriptions du guide méthodologique 2022 de l'AELB, dont l'aboutissement est la proposition de volumes prélevables actualisés soumise à la concertation de la CLE.

L'étude de l'actualisation de l'étude EVP 2015 ne se limite pas à l'intégration des données et des connaissances nouvelles disponibles postérieures à 2011-2012, elle doit également prendre en compte un ensemble de remarques et de recommandations émises principalement par les services de l'État préalablement au démarrage de l'étude relatives à la réalisation d'analyses complémentaires ou d'ajustement de méthodes telles que :

- *L'analyse conduite en 2015 sur la catégorisation des milieux aquatiques (cours d'eau, plans d'eau, canaux, zones humides, nappes ...), ainsi que sur les caractéristiques hydromorphologiques naturelles et influencés, a été réalisée à l'échelle du SAGE. Ce travail, hormis pour les ouvrages en*

cours d'eau, reste assez général et pourrait être décliné plus précisément par masses d'eau/cours d'eau, afin d'identifier les enjeux et vulnérabilité sur le territoire. Le diagnostic du territoire est à compléter et détailler par sous unités du bassin. Les études sur les plans d'eau qui seront réalisées pourront apporter des éléments en ce sens.

- *Le recensement des espèces piscicoles s'est déroulé sur 5 stations dont les résultats ont été extrapolés au reste des masses d'eau. Ne faudrait-il pas étendre cette analyse à d'autres bassins ? La liste des espèces considérées pourrait être complétée.*
- *L'analyse des menaces liées à la ressource en eau, et les conditions de préservation, n'a pas été conduite dans l'étude EVP 2015.*
- *Une analyse plus poussée de la relation débit/quantité devrait être conduite, cette donnée pouvant être limitante pour la détermination des débits biologiques, particulièrement dans le contexte d'étiage amené à se durcir.*
- *L'étude de 2015 n'a pas pris en compte les différents réservoirs et zones protégées. Des problématiques d'alimentation de ces espaces en période estivale ou hivernale pourraient être prise en compte.*

La notification du contrat d'étude a été effective le 20/09/2022, la réunion de démarrage auprès du comité de suivi a été réalisée le 05/10/2022.

En cours de réalisation de la phase 1 de l'étude, lors d'un point intermédiaire (courrier du 16 mai 2023), les services de l'État ont remis au SBO, un tableau récapitulatif des compléments de l'étude EVP 2015 à réaliser dans le cadre de l'étude d'actualisation :

Tableau 1 : Remarques complémentaires des services de l'État

	Éléments attendus dans le cadre d'une étude HMUC	Complément de l'étude EVP 2015 à réaliser
Hydrologie	<i>Caractérisation générale de l'hydrologie observée à différentes échelles de temps : annuelle, mensuelle, voire journalière nature du régime hydrologique, périodes caractéristiques, etc. Description des pressions, même non quantifiables, ayant une influence sur l'hydrologie du bassin : occupation du sol, imperméabilisation, drainage, recalibrage des cours d'eau etc.</i>	<i>Mise à jour de l'EVP 2015 : complément des données hydrologiques Analyse des pressions à réaliser</i>
	<i>Analyse des variables statistiques décrivant l'hydrologie (module*, QMNA5*, QMN5*, QMN*, VCN*,)</i>	<i>Mise à jour de l'EVP 2015, notamment les volumes à réduire pour résorber le déficit hydrique. Intégrer des marges d'incertitudes pour les valeurs obtenues</i>

Remarques complémentaires des services de l'État (suite 1)

	Éléments attendus dans le cadre d'une étude HMUC	Complément de l'étude EVP 2015 à réaliser
Hydrologie	<p>Reconstitution des débits naturels désinfluencés de l'ensemble des prélèvements connus et décrits dans le volet usages. À l'instar des débits observés, l'hydrologie désinfluencée est caractérisée à différentes échelles de temps par les variables statistiques de base et tout autre descripteur qui paraît pertinent. L'hydrologie désinfluencée est reconstituée sur l'ensemble du cycle hydrologique</p>	<p>Modélisation des débits désinfluencés enrichies par les données acquises post 2015 (données hydrologique et usages) Calcul des VCN, , QMM et QMN5 notamment pour comparer avril et novembre et analyser l'évolution de l'entrée et sortie de basses eaux Intégrer des marges d'incertitudes des valeurs (QMNAS, VCN ...)</p>
	<p>Analyse des eaux souterraines et des liens nappes / rivière</p>	<p>Intégrer les résultats de l'étude du BRGM 2021. Période hivernale : Vérification de l'hypothèse pour les prélèvements en nappe profonde comptabilisé à hauteur de 20 % dans le modèle hydrologique Compléter les tableaux des groupes RVA (crue biennale, compléter avec le Q10 qui est proche des « petites » crues, nb de jours perdus de décolmatage) Une analyse qualitative sur la connexion de berges/sous berge et annexes milieux humides</p>
Milieu	<p>Caractérisation des milieux aquatiques présents sur le territoire (cours d'eau, plans d'eau, zones humides, nappes, etc. et de l'évolution observée</p>	<p>Analyse à compléter, notamment sur les zones humides et les zones à enjeux (réservoir biologique, ZNIEFF) pas abordé dans l'EVP 2015, et à affiner par masse d'eau.</p>
	<p>Prise en compte de l'état des masses d'eau</p>	<p>Analyse à réaliser peu abordé dans l'EVP 2015</p>
	<p>Recensement des espèces et habitats à enjeux avec analyse des menaces éventuelles qui seraient liées à la ressource en eau, et des conditions nécessaires à la réservation</p>	<p>Mise à jour des données OFB et AAPPMA (Vandoise, dans guilde chenal, hors domaine d'application ici). Analyse des menaces à conduire</p>
	<p>Analyse et recherche de causalité des dysfonctionnements éventuels de ces milieux</p>	<p>Analyse à réaliser</p>
	<p>Évaluation des besoins des milieux avec détermination des valeurs clés de débit biologique (optimal, minimum,...) pour la survie des espèces</p>	<p>Compléter les débits biologiques de l'EVP 2015 et vérification des méthodes appliquées : Période estivale : méthode Estimhab sur 5 bassins et extrapolation des résultats aux 6 autres bassins ; Envisager d'autre méthode pour les autres bassins (temps de renouvellements de l'eau/taux d'oxygène) Période hivernal : méthode RVA sur 11 bassins avec 3 scenarii de prélèvement ; Période intermédiaire : absence de données sur les mois d'avril mai.</p>
	<p>Analyse des caractéristiques hydromorphologiques et de leur évolution, naturelle ou influencée</p>	<p>Analyse à réaliser si remise en question de l'absence de volumes prélevables et a minima pour identifier les volumes à réduire pour résorber le déficit</p>
	<p>Analyse des relations débit qualité sur les cours d'eau</p>	<p>Analyse à réaliser</p>

Remarques complémentaires des services de l'État (suite 2)

	Éléments attendus dans le cadre d'une étude HMUC	Complément de l'étude EVP 2015 à réaliser
Usages	Caractérisation des usages de l'eau (prélèvements, rejets, drainages...) sur le territoire : nature et finalité, localisation, volumes ou débits, milieu concerné, répartition temporelle dans l'année, évolution constatée	Mise à jour des données. Vérification des hypothèses (majoration des prélèvements pour l'irrigation de 10 %, taux de répartition des prélèvements pour abreuvement entre milieu et AEP ...) Intégration de l'étude réalisée par la CRAPDL
	Analyse de la densité et du fonctionnement des plans d'eau (mode de remplissage, évaporation...)	Analyse à réaliser Hypothèse de connexion au cours d'eau selon l'éloignement au cours d'eau. Tester d'autres hypothèses au-delà de l'éloignement (connexion par défaut, croisement avec la BD Lisa, bande de 100 m... Intégration de l'étude réalisée par le SBO sur le Chéran
	Analyse des pressions de prélèvement par rapport à la ressource disponible	Mise à jour
	Examen des usages non directement consommateurs d'eau mais dépendant de son régime (usages de sport, de loisir...)	Analyse à réaliser
	Évolution prévisible des différents usages	Analyse à réaliser
	Identification des usages et activités pouvant être directement impactés, voire compromis par une indisponibilité ou une réduction d'approvisionnement en eau.	Analyse à réaliser
	Analyse socio-économique des usages de l'eau	Analyse à réaliser
Climat	Prise en compte des dernières projections disponibles en matière de climat, ETP et pluie	Mise à jour des projections
	Évolution piézométrique et évolution des débits d'étiage des cours d'eau	Analyse à réaliser
	Évolution prévisible des milieux et de leurs besoins en eau	Analyse à réaliser
	Évolution des usages anthropiques de l'eau	Mise à jour des projections de prélèvements estimés dans l'EVP 2015
	Probabilités de remplissage des réserves existantes	Analyse à réaliser
Croisement des 4 volets	Définition d'un DOE permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne 8 années sur 10 et d'atteindre le bon état des eaux, en tenant compte des besoins des milieux	Mise à jour de l'analyse de 2015
	Cohérence avec les objectifs fixés en amont et en aval	Mise à jour de l'analyse de 2015
	Adaptation des seuils de gestion journaliers (DSA, DCR)	Mise à jour de l'analyse de 2015
	Analyse et définition des conditions de prélèvements estivales : volumes prélevables par période et par sous-bassins	Mise à jour de l'analyse de 2015 Détermination des volumes prélevables par usage

Analyse des conditions de prélèvement hivernales (prenant en compte l'impact cumulé des retenues et de leur remplissage

Mise à jour de l'analyse de 2015

Le rapport intermédiaire (V1) comprenant l'état d'avancement des résultats des analyses des quatre volets HMUC a été mis à la disposition du SBO le 22/09/2023.

L'analyse des résultats intermédiaires du volet Milieu a abouti à la décision du comité de suivi (07/11/2023) de devoir réviser le mode opératoire défini dans le CCTP originel de l'étude sur la base des modalités suivantes :

- L'actualisation du volet Milieu de l'étude EVP 2015 a été défini à l'origine dans le CCTP par la mise à jour des valeurs des débits biologiques des 11 unités hydrologiques (UH) du bassin de l'Oudon selon les principes suivants :
 - Pour les 5 UHs avec des mesures ESTIMHAB, la mise à jour des estimations de débits biologiques à partir des nouvelles données de débits désinfluencés sur la base des modalités d'application de la méthode définies dans le Guide HMUC 2023 ;
 - Pour les 6 UHs sans mesures ESTIMHAB, la mise à jour des estimations sur la base d'une méthode d'extrapolation dans la continuité de l'approche développée dans l'étude EVP 2015 ;
- Les résultats de la mise à jour des mesures ESTIMHAB pour les 5 UHs équipés de stations présentés dans le rapport intermédiaire V1 ont été considérés recevables pour l'analyse HMUC versus 2023 par les services de l'État ;
- L'évolution récente des connaissances et des méthodes appliquées pour l'analyse HMUC a pour conséquence de devoir réaliser les estimations des débits biologiques des 6 autres UHs hydrographiques sur la base de mesures soit à partir de la méthode des micro-habitats ESTMIHAB soit par la méthode hydraulique des macro-habitats, soit par une approche hydrologique;

Les conséquences des modifications des modalités des prestations de l'étude sont la réalisation de l'analyse HMUC versus 2023-2024 du bassin de l'Oudon en trois étapes :

1^{ère} partie : volets H,U,C, M partiel (mise à jour des ESTIMHAB pour les 5 UHs hydrographiques équipés de stations) : **les résultats sont le contenu du présent rapport**

2^{ème} partie : Évaluation des débits biologiques des 6 autres UHs par l'application de méthodes fondées sur des mesures de terrain. Cette évaluation est prévue dans le cadre d'un marché complémentaire à réaliser en 2024 avec la prise en compte de deux périodes l'une correspondant à des valeurs de faibles débits, l'autre à des valeurs de débits de niveau supérieur ;

3^{ème} partie : Finalisation de l'analyse HMUC comprenant le croisement des 4 volets, les propositions de 3 scénarios de couples « DOE – Volume prélevable » pour chacune des 11 UHs à l'horizon 2050 avec la prise en compte des effets du Changement Climatique, la caractérisation des conditions de prélèvement pour les périodes hivernales et intermédiaire (avril mai), le calage des seuils de débits de gestion des situations de crise, l'intégration des décisions relatives aux valeurs de débits biologiques et de volumes prélevables dans la révision du SAGE

Les remarques et les recommandations sur le contenu du rapport intermédiaire V1 émises par les membres du comités de suivi ont été prises en compte pour remanier et compléter la rédaction du présent rapport « 1^{ère} partie de l'analyse HMUC ». Un tableau permettant de suivre la traçabilité des réponses aux remarques et des modifications qui en résultent dans le rapport principal est produit en annexe.

Le plan du rapport de l'analyse HMUC a été adapté au contenu particulier de l'étude :

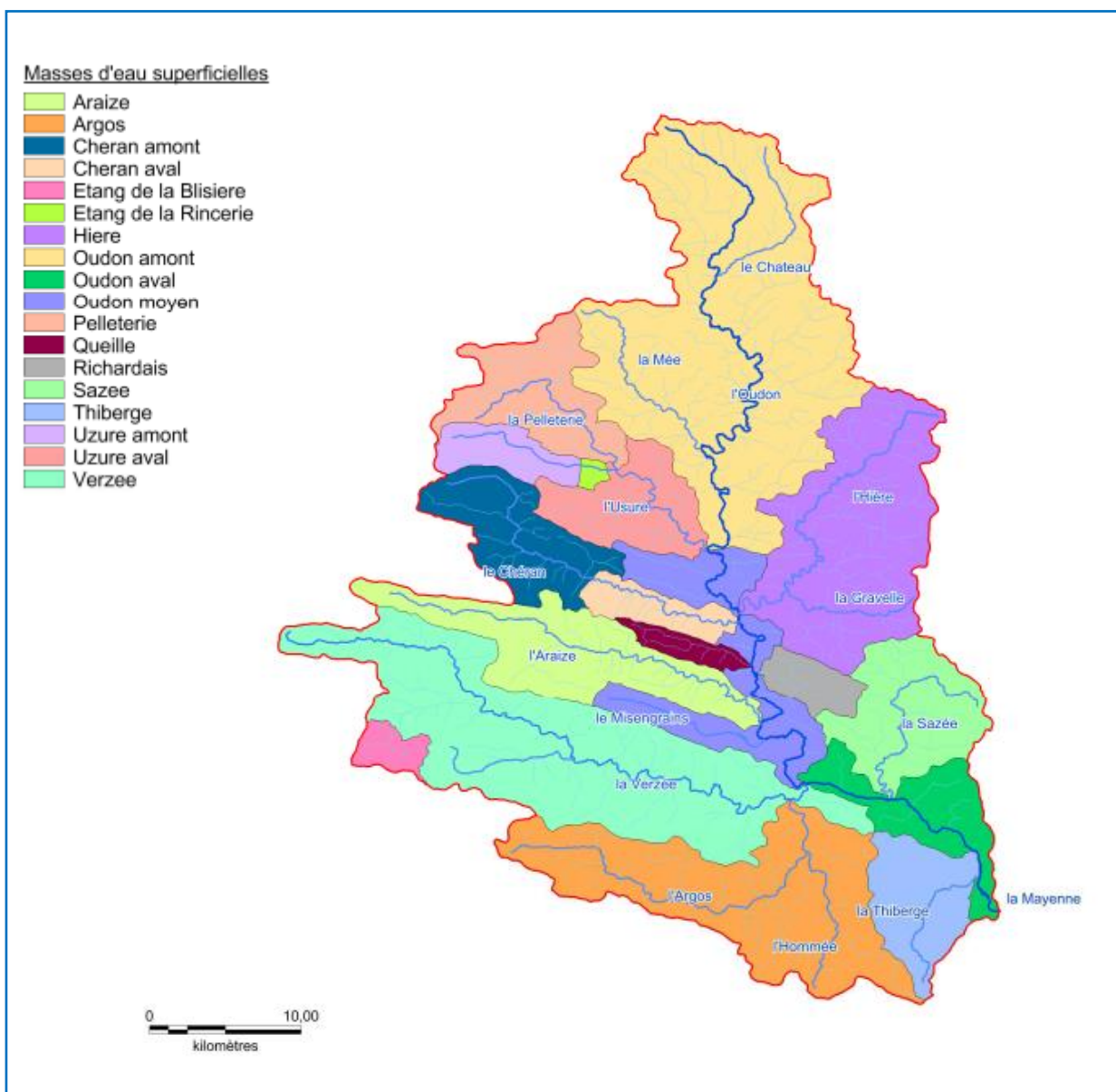
- un chapitre 3 « Rappel des conclusions de l'étude EVP 2015 » précède les chapitres présentant successivement l'actualisation des 4 volets, M,U,H et C, l'analyse supplémentaire de l'impact cumulé des plans d'eau constitue un paragraphe du volet M.

2 DEFINITION DU PERIMETRE D'ETUDE

La zone d'étude correspond périmètre du SAGE Oudon défini sur comme le bassin hydrographique de la rivière Oudon. Le périmètre intersecte au nord la partie sud-ouest du département de la Mayenne, au sud la partie nord-ouest du département du Maine et Loire. Les départements de la Loire Atlantique, et de l'Ille et Vilaine ne sont concernés que marginalement.

L'Oudon prend sa source à la Gravelle, son exutoire est la rivière Mayenne au niveau des communes du Lion d'Angers et de Grez Neuville :

Carte 1 : Masses d'eau du territoire du SAGE Oudon



3 RESUME DES HYPOTHESES ET DES RESULTATS DE L'ETUDE VOLUMES PRELEVABLES DE 2015

3.1.1 Préambule :

L'étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire du bassin du SAGE « Oudon » dénommée pour la suite (EVP 2015) a été accomplie en 5 phases :

- **Rapport de phase 1**, Septembre 2014, 89 pages, *description du contexte, caractérisation de la ressource en eau, analyse du climat, analyse hydrométrique et piézométrique, suivi des écoulements en rivière, facteurs influençant les écoulements, bilan des déséquilibres* ;
- **Rapport de la phase 2**, Mars 2015, 129 pages, *inventaire des prélèvements, bilan des restitutions au milieu naturel, bilan des usages par sous bassin versant, reconstitution de l'hydrologie désinfluencé* ;
- **Rapport des phases 3/4**, Mai 2015, 121 pages, *détermination des débits biologiques en période de basses eaux, détermination du débit « plancher » en hautes eaux, détermination des modalités de prélèvement en période intermédiaire, débits objectifs et volumes prélevables* ;
- **Rapport de la phase 5**, Octobre 2015, 135 pages, *estimation des besoins futurs, analyse du dispositif de gestion de crise actuel, analyse du DOE fixé dans le SDAGE Loire Bretagne, définition de la stratégie pour améliorer l'état quantitatif de la ressource en eau sur le territoire, proposition de mesures pour garantir l'équilibre quantitatif* ;
- **Rapport de synthèse**, Décembre 2015, 65 pages, *synthèse de l'état des lieux, stratégie mise en œuvre pour résorber les déficits quantitatifs, Enjeux, objectifs généraux et moyens prioritaires* ;

Dans un premier temps, les paragraphes suivant récapitulent l'ensemble des hypothèses et des résultats de l'étude EVP 2015 relatifs à l'évaluation des débits biologiques, aux calculs des volumes prélevables, à l'estimation des besoins futurs qui font partie des résultats à produire dans le cadre d'une analyse HMUC.

Le résumé des hypothèses et résultats de l'étude EVP 2015 est présenté en caractères « *italiques* » pour différencier le contenu par rapport à la rédaction de la nouvelle étude d'actualisation.

Dans un second temps, dans les chapitres suivants relatifs à l'actualisation des 4 volets (M,U,H,C) les différences entre les hypothèses et les résultats actualisés avec les données de l'étude EVP 2015 seront mises en perspective.




3.1.2 Découpage du périmètre du SAGE en Unités Hydrologiques (EVP 2015):

L'étude EVP 2015 a été réalisée sur la base du découpage du périmètre du SAGE en 11 secteurs hydrographiques, dénommés Unités Hydrologiques (UHs) dans le rapport :

Carte 2 : Découpage du périmètre en unités hydrologiques – étude EVP 2015



Sous bassins versants

-  Amont Oudon amont
-  Araize
-  Argos
-  Aval Oudon amont
-  Chéran

-  Hière
-  Misengrain
-  Oudon aval
-  Oudon moyen
-  Usure
-  Verzée



3.1.3 Hypothèses et résultats du Volet (H) Hydrologie de l'étude EVP 2015:

Les résultats attendus de cette partie de l'étude sont le calcul des débits désinfluencés des cours d'eau à l'exutoire de chaque UH pour une chronique d'années historiques.

Le débit désinfluencé est une représentation du débit « naturel » estimée à partir des débits mesurés aux stations hydrométriques corrigés par l'addition des prélèvements et la soustraction des rejets, des transferts d'eau évalués sur la chronique historique.

Le débit désinfluencé n'est pas une représentation parfaite du débit naturel du fait que l'occupation du sol (agriculture, urbanisation, forêts ...) et de l'aménagement du cours d'eau (ouvrages, ripisylves) correspond à la situation historique du bassin résultant des actions anthropiques.

La chronique historique de reconstitution des débits désinfluencés considérée est : 2001 - 2011

Stations hydrométriques

Dans un premier temps, les calculs sont réalisés pour les UH équipés de stations hydrométriques situées à proximité des exutoires et en activité sur la période 2000 – 2011 soit :

- L'Oudon à Cossé-le-Vivien ;
- Le Chéran à la Boissière ;
- L'Argos à Sainte-Gemmes-d'Andigné ;
- L'Oudon à Segré.

Les stations hydrométriques sur l'Oudon à Châtellais et la Verzée au Bourg-d'Iré ont été exploitées à titre complémentaire pour s'assurer de la pertinence du calage effectué.

Stations météorologiques

Les données météorologiques (Pluie, évapotranspiration de référence ETo) ont été acquises auprès de Météo France au pas de temps journalier sur la période 2000-2011 pour les stations pluviométriques suivantes :

Tableau 2 : Stations pluviométriques retenues dans l'étude EVP 2015

Station	Code	Période disponible
COSSE-LE-VIVIEN	53077001	1967-2013
CRAON	53084001	1958-2013
POUANCE	49248001	1955-2013

Le choix de ces stations s'est basé sur les données AURELHY de Météo France qui donne à l'échelle de la France, les précipitations normales sur la période 1971-2000 à la maille du km².

La répartition spatiale de la pluviométrie à partir des postes de mesures s'est faite selon la méthode des polygones de Thiessen. Pour les bassins versants situés sous l'influence de plusieurs postes pluviométriques, un simple ratio surfacique a été appliqué aux cumuls journaliers.

Les données d'ETP Penman ETo mesurées à la station de **Beaucouzé** ont été acquises auprès de Météo France au pas de temps décadaire sur la période 2000-2011.

Prélèvements et rejets :

Les volumes de prélèvements et de rejets sont reconstitués au pas du temps journalier à partir de données et de méthodes décrites dans la volet usages (U) – détail résumé ci-après.

Les prélèvements effectués dans la nappe d'accompagnement (nappe superficielle) sont pris en compte avec une efficacité d'impact de 100 % en volume sur le débit des cours d'eau.

Concernant les prélèvements effectués dans les nappes profondes (profondeur > 10 m), sur la base d'une étude en cours de réalisation en 2015 du BRGM, sur la bassin Loire Bretagne compte tenu du niveau estimé de la contribution des nappes profondes aux débits des cours d'eau du bassin de l'Oudon, l'efficacité d'impact des prélèvements en volume sur le débit des cours d'eau est de 20%.

Estimation des débits désinfluencés au pas de temps journalier (chronique 2000 – 2011) :

Le calcul est réalisé dans un premier temps pour les UHs équipés de stations de mesures hydrométriques, à partir des chroniques de débits mesurés par addition des prélèvements et soustractions des rejets/transferts.

Le recoupement des débits influencés avec les données météorologiques permet d'effectuer le calage du modèle « Pluie – Débit ».

La modélisation « pluie-débit » a été réalisée par l'utilisation du logiciel de simulation (MIKE-BASIN © modèle hydrologique NAM, module du code de calcul MIKE11, développé par le Danish Hydraulic Institute DHI), pour chaque UH du périmètre :

- **Étape 1 :** Construction de modèles pluie-débit pour chaque sous-bassin versant analyse en intégrant leur superficie, les données de pluviométrie et d'évapotranspiration et les prélèvements et rejets.
- **Étape 2 :** Calage des paramètres des modèles hydrologiques.
- **Étape 3 :** Une fois les modèles calés de manière satisfaisante, nouvelle simulation du cycle hydrologique sur la période 2000-2011 sur les bassins versants étudiés, en ne considérant plus les prélèvements et rejets.
- **Étape 4 :** Comparaison des séries temporelles et des valeurs caractéristiques issues des simulations avec et sans intégration des prélèvements et rejets.

L'utilisation du modèle pluie-débit permet d'obtenir une estimation des débits désinfluencés à l'exutoire des UHs non équipées de stations hydrométriques (les débits sont estimés par des fonctions de calcul en fonction de la pluie et de Eto) :

- ➔ le calage du modèle s'est avéré délicat compte tenu des **faibles débits mis en jeu et de la forte réactivité du bassin versant**
- ➔ In fine, le calage a été considéré satisfaisant pour l'ensemble des UHs :

Tableau 3 : Analyse synthétique des résultats de débits désinfluencés de l'étude EVP 2015

Unité hydrologique	Résultats de comparaison des débits désinfluencés vs débits influencés (mesurés ou calculés)	influences majeures
UH1 amont de Oudon amont	<p>De décembre à mars, le débit « désinfluencé » est inférieur au débit influencé -> effets des rejets, écarts faibles</p> <p>d'avril à novembre, Le débit désinfluencé est supérieur au débit influencé -> effets des prélèvements estivaux et des pertes par évaporation des plans d'eau</p>	<p>prélèvements</p> <p>évaporation des plans d'eau</p>
UH2 aval de Oudon amont	<p>De décembre à mars, le débit « désinfluencé » est inférieur au débit influencé ; d'avril à novembre, l'inverse</p> <p>-> en lien avec ce qui se passe sur partie amont du BV</p> <p>Les écarts entre l'hydrologie influencée et désinfluencée sont moins importants que ceux obtenus sur l'amont.</p>	<p>prélèvements</p> <p>évaporation des plans d'eau</p>
UH3 Usure	<p>le débit désinfluencé est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de l'année -> importance des prélèvements agricoles et des pertes par évaporation des plans d'eau</p> <p>écarts significatifs de juillet à octobre principalement</p>	<p>prélèvements agricoles</p> <p>évaporation de plans d'eau</p>
UH4 Hière	<p>le débit désinfluencé est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de l'année -> prélèvements AEP et agricoles, évaporation des plans d'eau</p> <p>écarts significatifs de juillet à octobre principalement</p>	<p>AEP, prélèvements agricoles</p> <p>évaporation de plans d'eau</p>
UH5 Chéran	<p>de décembre à mars – l'hydrologie désinfluencée est proche de l'hydrologie influencée -> prélèvements et rejets se compensent</p> <p>d'avril à novembre, débits désinfluencé supérieur aux débits influencés, en particulier de juillet à octobre</p>	<p>évaporation de plans d'eau</p>
UH6 Oudon moyen UH6 Oudon moyen (suite)	<p>le débit « désinfluencé » du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur quasiment l'ensemble de la période d'étude</p> <p>En hiver, l'augmentation de débit est moindre voire négative avec des volumes de rejets supérieurs aux volumes prélevés</p> <p>l'hydrologie désinfluencée de l'Oudon moyen est influencée par celles des sous bassins versants amont</p>	<p>prélèvements compensés par rejets</p>
UH7 Araize	<p>Le débit désinfluencé est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de l'année.</p> <p>les pics observés chaque année sur trois mois consécutifs correspondent à la période de remplissage des plans d'eau -> le remplissage des retenues à usage agricole et des plans d'eau impactent significativement l'hydrologie du bassin versant</p>	<p>remplissage de plans d'eau agricoles</p>

Unité hydrologique	Résultats de comparaison des débits désinfluencés vs débits influencés (mesurés ou calculés)	influences majeures
UH8 Misengrain	<p><i>De décembre à mars, le débit désinfluencé est inférieur (de l'ordre de quelques litres) au débit influencé</i></p> <p><i>d'avril à novembre, le débit désinfluencé devient supérieur au débit influencé -> prélèvements agricoles, pertes par évaporation des PE</i></p>	<p><i>Prélèvements agricoles et évaporation PE</i></p>
UH9 Oudon aval	<p><i>Le débit « désinfluencé » est supérieur au débit influencé du cours d'eau sur la majorité des mois de l'année</i></p> <p><i>Les résultats obtenus à l'aval de l'Oudon dépendent en grande partie des résultats obtenus sur les sous bassins versants amont</i></p>	
UH10 Verzée	<p><i>L'hydrologie du bassin versant est impactée par les pressions agricoles et les pertes par évaporation des plans d'eau ainsi que les prélèvements pour leur remplissage en hiver (écart hivernal + important qu'écart estival)</i></p> <p><i>la Verzée bénéficie des évolutions de débits en hydrologie désinfluencée acquises sur l'Argos. La contribution du secteur amont est significative.</i></p>	<p><i>prélèvements agricoles et évaporation PE + remplissage PE agricoles</i></p>
UH11 Argos	<p><i>le débit « désinfluencés » est supérieur au débit influencé sur l'ensemble de la période d'étude</i></p> <p><i>écarts maximaux de juillet à octobre -> prélèvements agricoles et pertes évaporation plans d'eau + effets du remplissage des retenues en hiver</i></p>	<p><i>prélèvements agricoles et évaporation + remplissage PE agricoles</i></p>

Remarque : Pour certaines UHs (UH1 amont de Oudon amont, UH2 aval de Oudon amont, UH8 Misengrain, UH9 Oudon aval), certains mois de l'année le débit « influencé » (mesuré ou calculé) est supérieur au débit « désinfluencé », ce résultat est la conséquence de rejets (STEPS) supérieurs en volumes aux prélèvements, il doit être mis en correspondance avec l'existence de transferts d'eau importée depuis la rivière Mayenne pour l'alimentation des réseaux de distribution d'eau potable.

**Tableau 4 : Débits caractéristiques désinfluencés sur la période 2000-2011
(étude EVP 2015)**

Unité hydrologique	Module (m ³ /s)	QMNA5 (m ³ /s)
UH1 Amont Oudon amont	1.139	0.0752
UH2 Aval Oudon amont	1.988	0.1031
UH3 Usure	0.946	0.0481
UH4 Hière	0.980	0.0453
UH5 Chéran	0.550	0.0350
UH6 Oudon moyen	8.192	0.4290
UH7 Araize	0.625	0.0418
UH8 Misengrain	0.151	0.0056
UH9 Oudon aval	9.242	0.4372
UH10 Verzée	2.413	0.1223
UH11 Argos	1.030	0.0497

3.1.4 Hypothèses et résultats du Volet (U) Usages de l'étude EVP 2015:

Usage Eau Potable (AEP)

Les données de prélèvements d'AEP ont pour première origine les rapports annuels des syndicats des collectivités, les données manquantes ont été estimées à partir de la base de données des volumes annuels déclarés à l'Agence de l'Eau Loire Bretagne.

Le territoire du SAGE Oudon compte 12 prélèvements d'eau potable actifs en 2011.

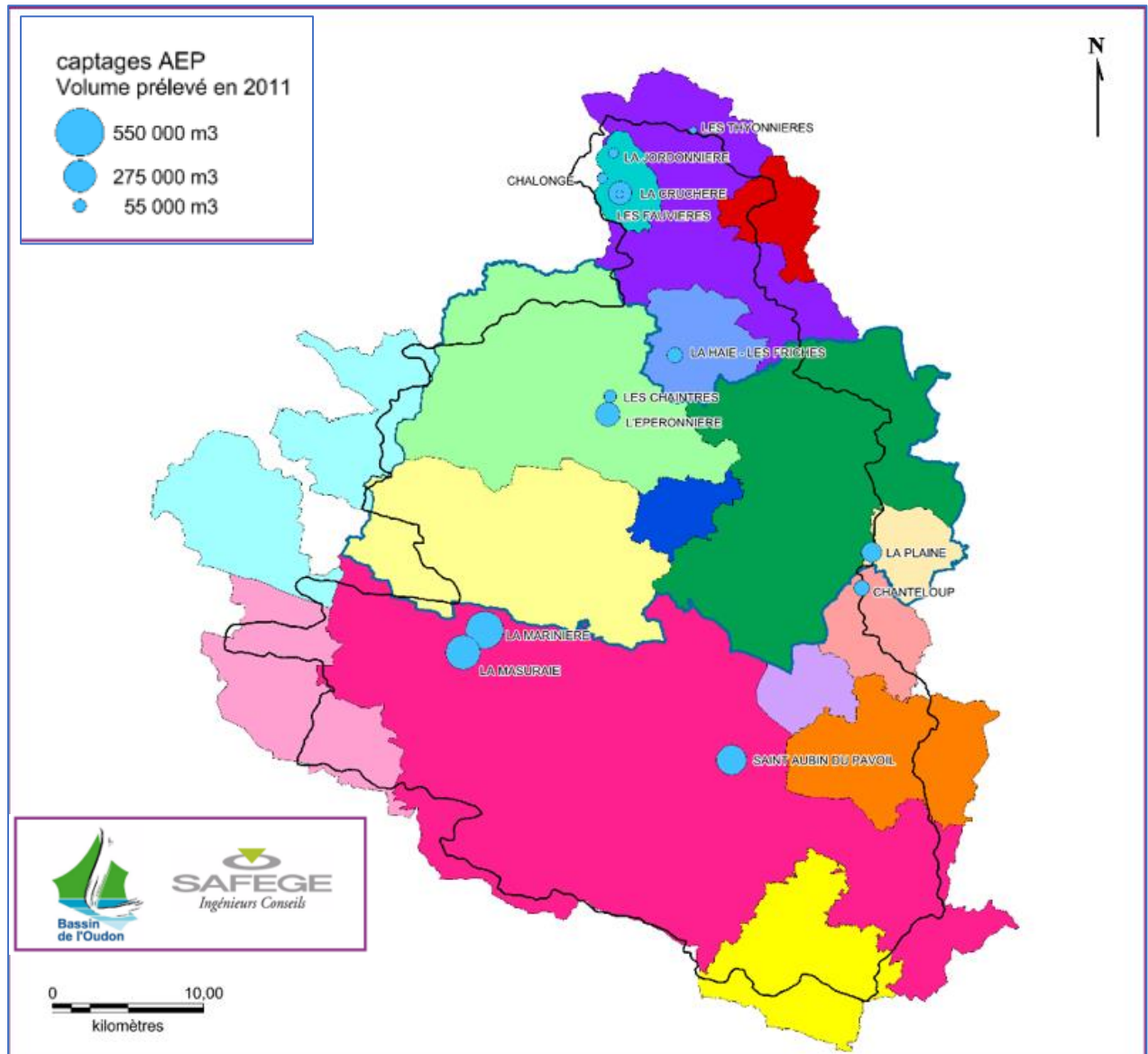
(Carte de la page suivante)

La grande majorité des prélèvements provient d'eaux souterraines :

- Prélèvements moyens 2005-2011 : environ 2 Mm³ depuis les eaux souterraines en nappes captives ou semi-captives (ESOUT), environ 0,5 Mm³ depuis les eaux superficielles (ESUP)

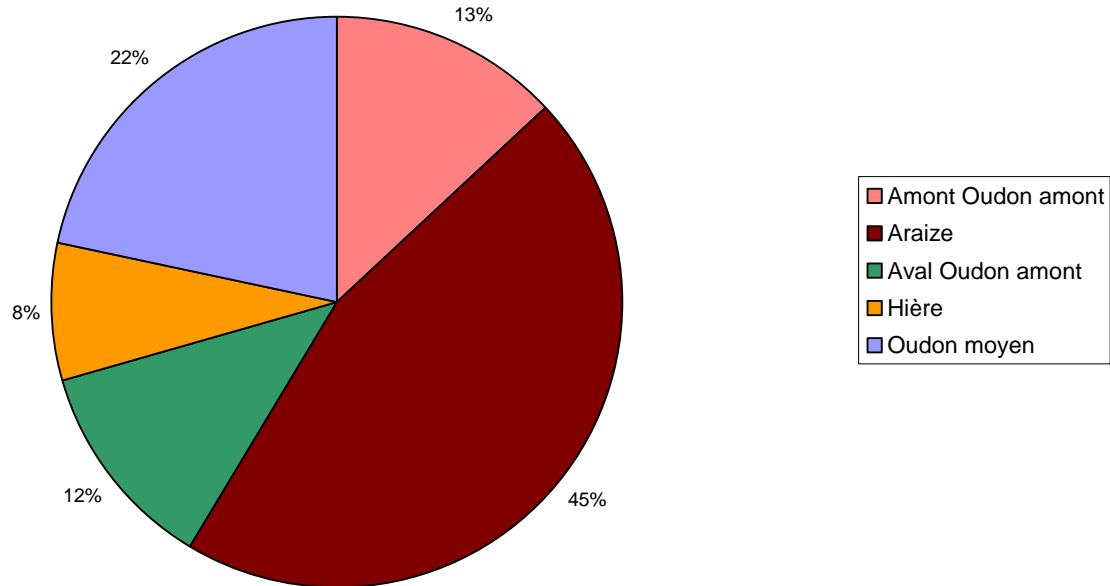
Les prélèvements ont été répartis **au niveau infra-annuel** (pas de temps du mensuel au journalier) dans un premier temps à partir du traitement de données remises par les Syndicats des collectivités et les agences départementales. Des variations des prélèvements au pas de temps mensuels ont été constatées à partir desquelles des coefficients moyens de répartition mensuelle ont été calculés puis appliqués aux chroniques des données de prélèvements annuels pour obtenir une distribution temporelle au niveau infra-annuel.

Carte 3 : Captage d'eau potable du périmètre SAGE en 2011 – (Étude EVP 2015)



Les prélèvements AEP ont diminué de près d'un tiers entre 2001 et 2006 passant de 3 500 000 m³ prélevés en 2000 à 2 500 000 m³ prélevés en 2011. Depuis 2006, les prélèvements semblent s'être stabilisés autour des 2 500 000 m³ /an.

Graphe 4 : Répartition des prélèvements AEP 2011 en volume par UH (Étude EVP 2015)



La ressource prélevée dans le périmètre du SAGE pour la fourniture d'AEP est bien inférieure aux besoins des population, le taux d'autonomie en approvisionnement est seulement de 38 % en 2007, la tendance est à la diminution (45 % en 2003).

Usage Industrie :

Les volumes de prélèvements industriels annuels sont variables de 400 000 m³/an à 500 000 m³ sur la période 2008 – 2012. L'origine des données n'est pas précisée (BNPE ?). Les volumes dédiés à l'activité industrielle sont majoritairement issus de prélèvements dans la nappe profonde (pris en compte à hauteur de 20 % sur les eaux superficielles), secondairement dans des retenues alimentées par des sources.

Le sous bassin de l'Aval de l'Oudon amont est le plus sollicité depuis 2005 (environ 60% des prélèvements) en raison de la présence de la Laiterie Célia à Craon

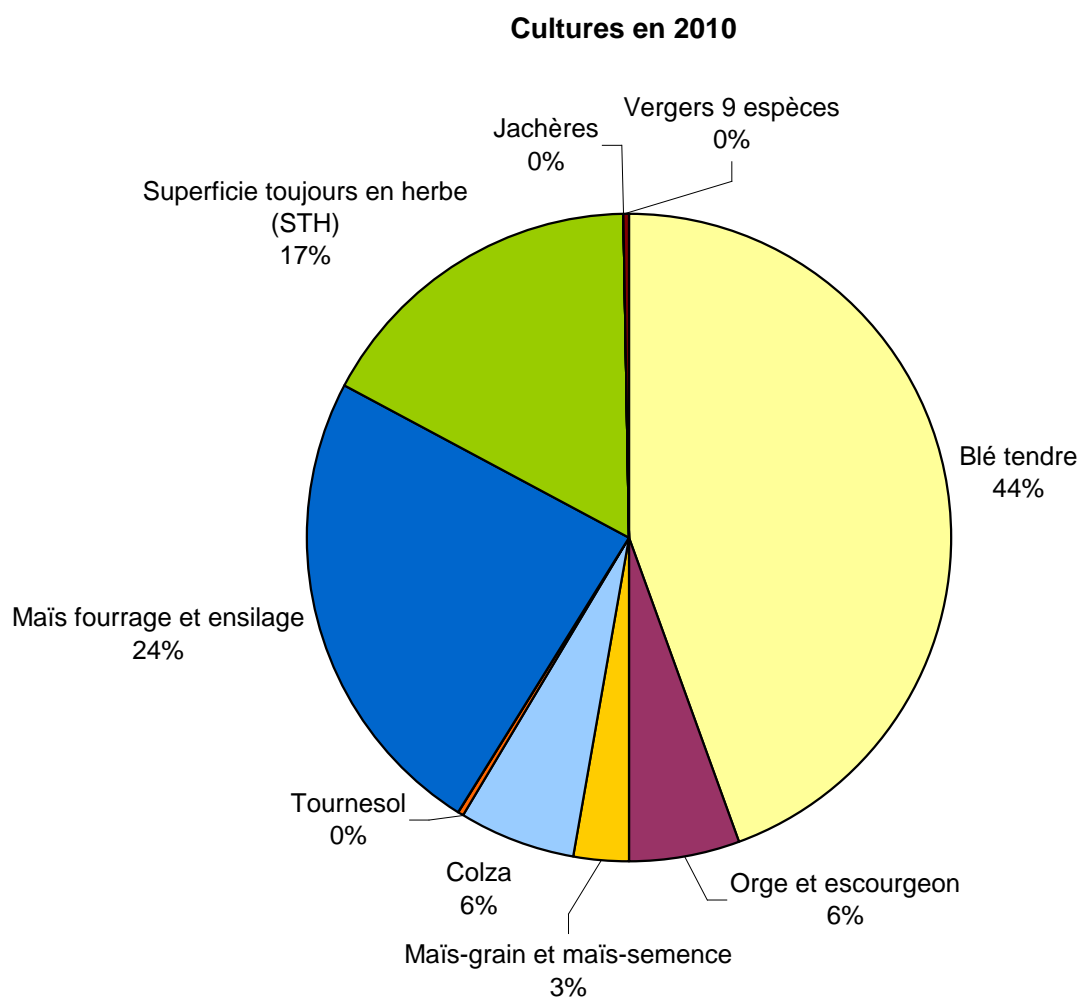
La fonction de répartition infra-annuelle est considérée uniforme en excluant les week-ends et les deux premières semaines d'août

Usage eau agricole

Le territoire du SAGE est caractérisé par une agriculture diversifiée, le système de production dominant étant les exploitations de polyculture-élevage. Les superficies de cultures fourragères destinées à la production d'élevages de ruminants (bovins essentiellement) représentent 41 % de la superficie agricole utilisée (SAU), incluant les prairies permanentes (STH) qui représentent 17 % de la SAU.

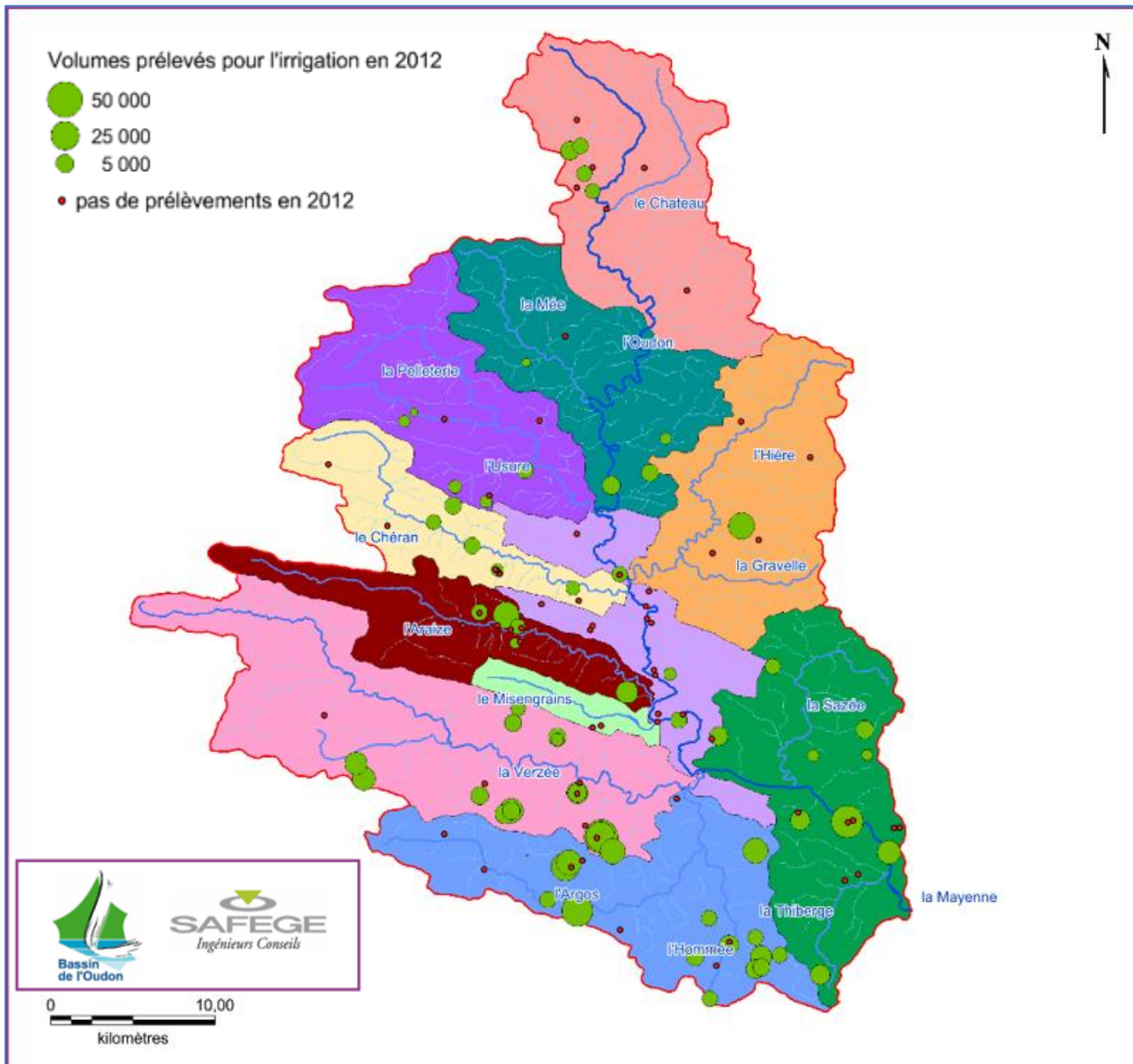
L'essentiel des volumes prélevés par l'agriculture correspond aux besoins des élevages de bovins et de porcins (abreuvement des animaux, bâtiments ...) de l'ordre de 4 Mm³ comparativement aux prélèvements pour l'irrigation des cultures au maximum 2 Mm³.

Graph 5 : Répartition des cultures du périmètre du SAGE Oudon 2010 (Étude EVP 2015)



Les prélèvements en volume annuels pour **l'usage irrigation des cultures** ont été estimés à partir des données de déclaration effectuées auprès de l'AELB majorées d'un coefficient de 10 % approuvé notamment par les chambres d'agriculture du territoire.

Carte 6 : Prélèvements 2012 d'irrigation du SAGE Oudon (Étude EVP 2015)



Les prélèvements oscillent généralement entre 1 500 000 m³ et 2 000 000 m³ par an (1996-2012)

Depuis le début des années 2000, la part de l'eau de surface dans les prélèvements pour l'irrigation a augmenté. En effet, jusqu'à 2002 les prélèvements étaient répartis de manière quasi-égale entre les eaux de surface et les eaux souterraines. Depuis, les prélèvements en eaux de surface représentent environ les 2/3 des volumes totaux prélevés. Cette augmentation peut s'expliquer par le passage du bassin de l'Oudon en Zone de Protection Renforcée à l'étiage qui interdit la création de nouveaux prélèvements estivaux. Les prélèvements hivernaux en cours d'eau destinés à la recharge de retenues agricoles se sont intensifiés.

Les prélèvements réalisés pour l'irrigation sont très majoritairement effectués dans des retenues (90% du volume prélevé en 2011).

Les sous-bassins **les plus sollicités pour l'irrigation sont la Verzée, l'Argos et l'Oudon aval** qui représentent respectivement 30%, 25% et 11% des prélèvements en 2011. Des prélèvements relativement importants sont également effectués sur les sous-bassins de l'Oudon moyen (9%) et l'Araize (7%)

Les sous-bassins les moins sollicités sont le Misengrain (pas de prélèvements), l'Aval de l'Oudon amont, le Chéran et l'Hière avec chacun environ 3% des prélèvements.

→ Estimation des surfaces irriguées (2005-2009) : variable de 2 559 à 2 961 ha

Pour le calcul des débits désinfluencés au pas de temps journalier, il est nécessaire de disposer d'une fonction de répartition infra-annuelle des prélèvements d'irrigation.

La première étape de la méthode consiste à calculer **au pas de temps décadaire**, les besoins en apport d'eau d'irrigation de l'assolement en cultures irriguées du territoire avec la formule du bilan hydrique

→ Besoin Unitaire (par ha) Théorique d'irrigation $BUT = Kc \times ETP - (Pe + R)$:

- Kc le coefficient cultural de la plante pour la décade n
- ETP l'évapotranspiration potentielle pour la décade n
- Pe la pluie efficace pour la décade n
- R la réserve du sol pour la décade $n-1$

→ Apport d'irrigation = $BUT \times$ Surface Irriguée \times Coefficient comportemental

La deuxième étape est l'application des hypothèses suivantes selon l'origine de l'eau :

- **Prélèvement direct dans le milieu** : Le volume prélevé est ventilé par décade selon la fonction BUT ;
- **Prélèvement à partir de retenues, selon a connexion/déconnexion** au cours d'eau de l'ouvrage : Lorsque la donnée n'est pas disponible, les retenues sont considérées comme connectées au milieu si elles se trouvent dans une zone tampon autour des cours d'eau. La largeur de cette bande tampon est de 10 m si la largeur du cours d'eau est inférieure à 7 m sinon elle est de 30 m :
 - **La retenue est connectée** : le prélèvement dans le plan d'eau est immédiatement compensé par un prélèvement sur le cours d'eau. Le volume prélevé est ventilé par décade selon la fonction BUT ;

- **La retenue est déconnectée** : la période de remplissage de la retenue s'effectue hors période d'étiage et sur 3 mois consécutifs. Le premier mois de remplissage est déterminé en fonction de la pluviométrie. Par ailleurs, il a été convenu que :

50% de la retenue est remplie le premier mois,
30% le second mois de remplissage,
20% le dernier mois.

Si le volume annuel prélevé est supérieur au volume de la retenue, la différence est ventilée par décade selon la fonction BUT.

Enfin comme pour les prélèvements AEP, industriels, seul 20% des volumes prélevés en nappe profonde (profondeur > 10 m) sont comptabilisés dans le modèle hydrologique.

Concernant **les besoins des élevages (abreuvement)** le besoin annuel de prélèvement d'eau a été estimé sur la base des effectifs d'animaux issus du RGA 2010 sur lesquels s'appliquent les données de consommation moyenne par type d'animal remises par la Chambre d'Agriculture du Maine-et-Loire.

L'hypothèse de répartition du prélèvement entre les réseaux d'adduction d'eau potable et les prélèvements directs dans le milieu superficiel résulte de l'étude du Groupement de Défense Sanitaire de la Mayenne parue en juillet 2009 :

1. 36 % de l'eau provient des réseaux AEP, 64% de prélèvements directs dans le milieu

Pour un besoin moyen de prélèvement d'eau des élevages estimés à env. 4 Mm³, la fraction considérée prélevée directement dans le milieu superficiel représente un volume de 2,7 Mm³.

La répartition infra-annuelle est considérée homogène sur l'ensemble de l'année.

Usage plans d'eau (PE)

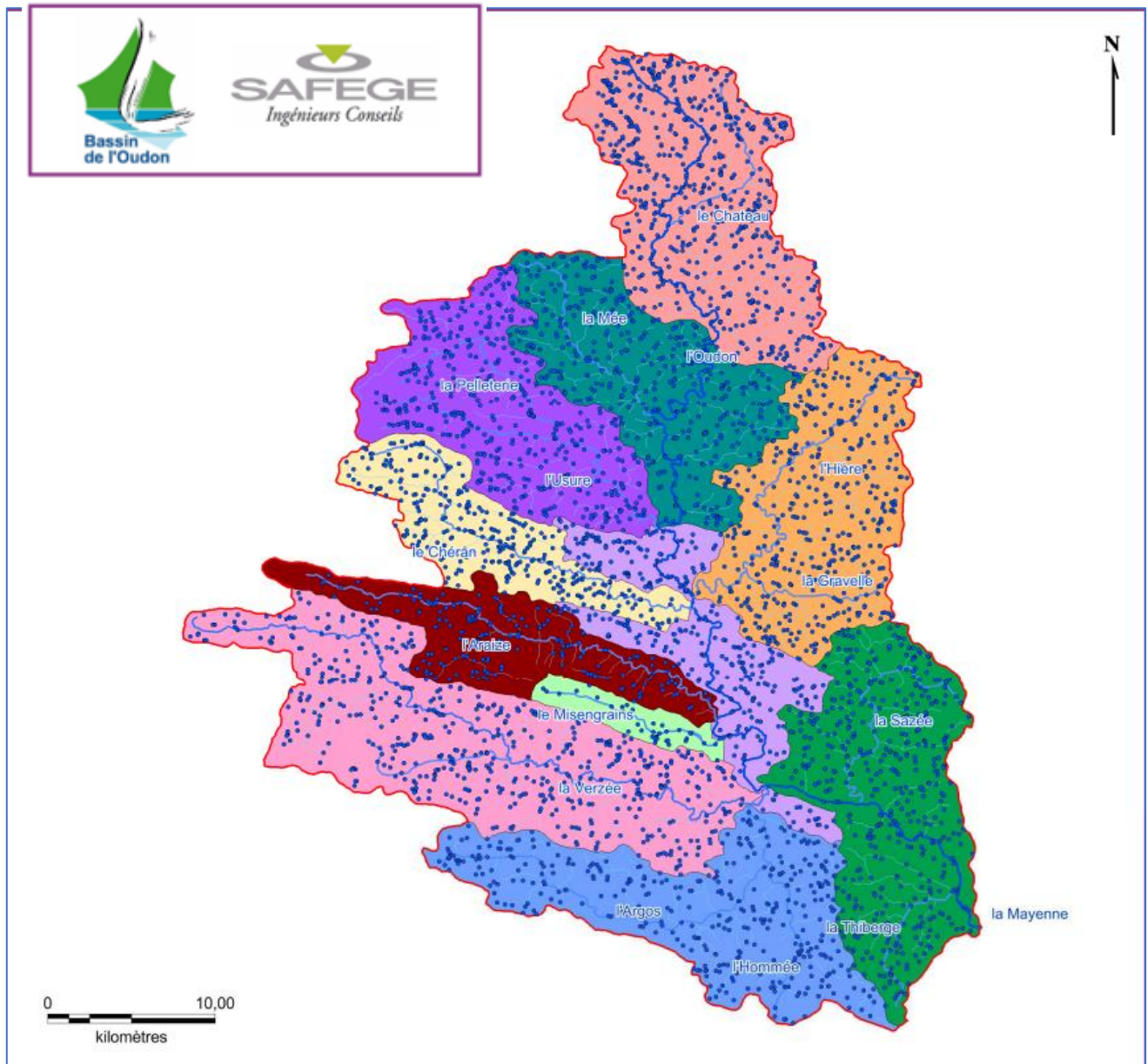
L'inventaire des plans d'eau a été produit à partir des sources de données suivantes :

- la pré-localisation des zones humides de la DREAL Pays de la Loire ;
- l'inventaire des plans d'eau de la DDT49
- l'inventaire des plans d'eau de la DDT53 ;
- la base de données redevance de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

Les champs renseignés :

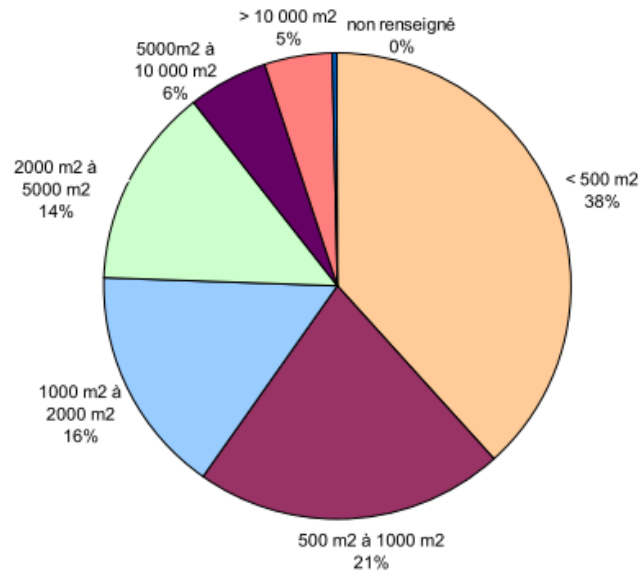
- la situation géographique (coordonnées XY, communes) ;
- l'usage est précisément renseigné seulement pour une fraction des plans d'eau
- la surface du plan d'eau ;
- le volume de stockage ;
- la profondeur ;
- la connexion au cours d'eau est estimée par la cartographie des zones tampons des cours d'eau
- le mode d'alimentation est précisément renseigné seulement pour une fraction des plans d'eau

Carte 7 : Localisation des plans d'eau (Étude EVP 2015)

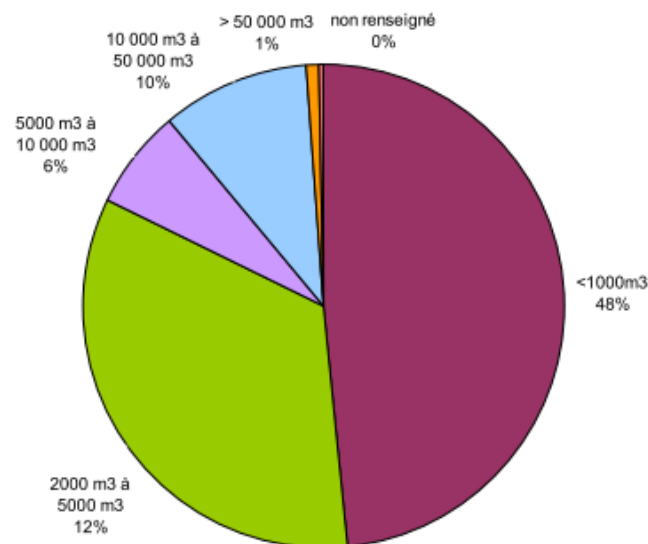


Le nombre total de plans d'eau est 4 177, représentant une superficie cumulée de 11,7 km² soit 1% de la superficie du périmètre, un volume utile cumulé de 21 Mm³.

Graphe 8 : Répartition des plans d'eau selon la superficie (Étude EVP 2015)



Graphe 9 : Répartition des plans d'eau selon la capacité (Étude EVP 2015)



Compte tenu de la carence en données permettant d'effectuer un calcul précis du volume de prélèvement sur les masses d'eau superficielles imputable au plan d'eau, l'estimation considérée dans l'étude correspond à une HYPOTHESE HAUTE calculée par l'application d'une méthode simplificatrice.

Dans un premier temps l'indicateur « évaporation brute du plan d'eau » est calculé selon la formule :

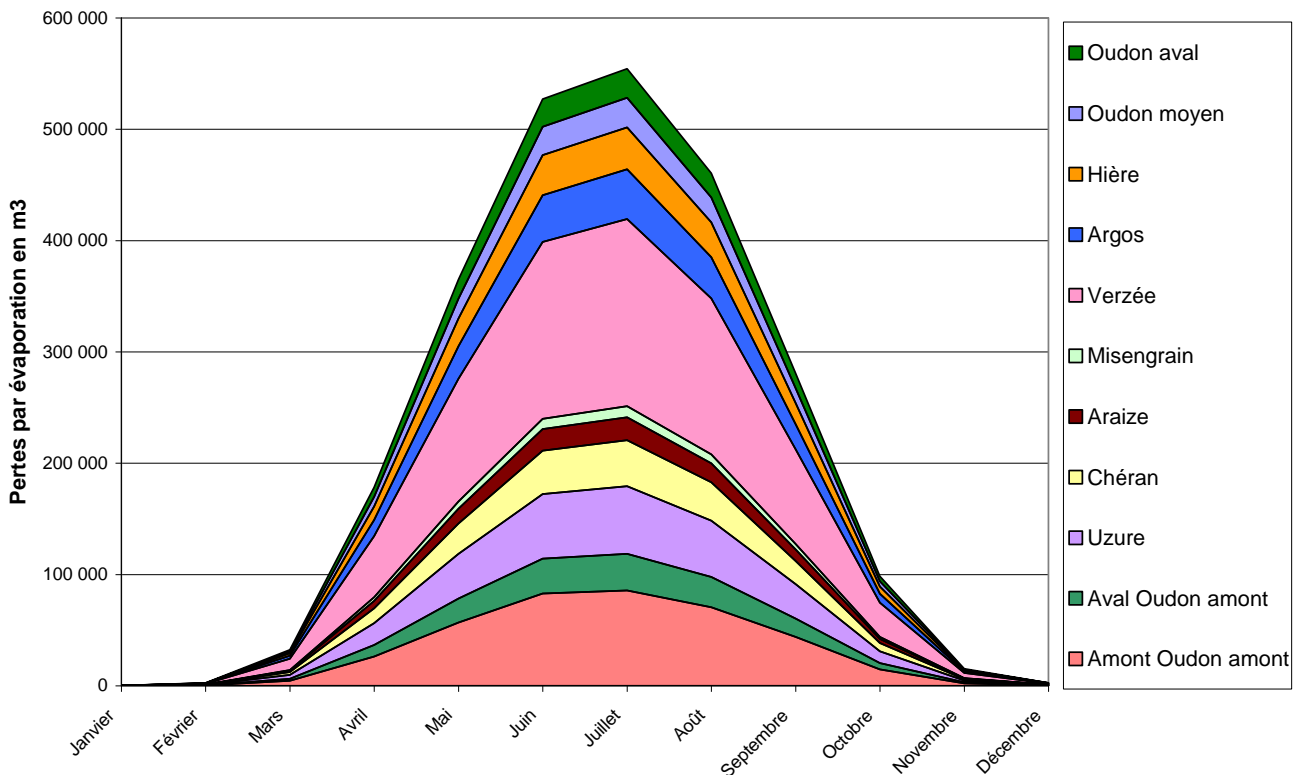
- (évaporation – évapotranspiration réelle ETR d'une prairie de superficie équivalente)
- L'évaporation de la lame d'eau est considérée égale à l'évapotranspiration de référence ETo calculé par Météo France station de Beaucouzé

- ETR prairie calculé avec la formule du bilan hydrique, hypothèse de réserve facilement utilisable (RFU) de 90 mm

Résultat des estimation **de pertes brutes** par évaporation des plans d'eau hypothèse haute :

- pertes en années humides 5 à 6 Mm³/an, 5 200 m³/ha/an
- Pertes en année sèche 7 à 8 Mm³, 7 000 m³/ha/an

Graph 10 : Répartition des pertes par évaporation des plans d'eau (Étude EVP 2015)



Dans un second temps, l'indicateur « **pertes nettes** » de volumes d'eau pour les écoulements superficiels est calculé par le modèle hydrologique (MIKE BASIN) :

- Prise en compte des apports de la pluviométrie dans le plan d'eau
- 42% des plans d'eau en termes de superficie **sont connectés** directement au cours d'eau : sur ces plans d'eau, le volume prélevé au milieu naturel pour compenser les pertes par évaporation se répartit donc suivant l'évaporation réelle, c'est-à-dire en fonction des paramètres hydro-climatiques ;
- 58% des plans d'eau en termes de superficie **ne sont pas connectés** au réseau hydrographique : sur ces plans d'eau, le volume prélevé au milieu naturel pour compenser les pertes par évaporation se répartit donc hors des périodes les plus sèches (compensé par pompage hors des périodes de tension) ;

- *Prise en compte des prélèvements anthropiques effectués directement dans le plan d'eau (cf. prélèvements agricoles)*

Résultat des estimation **de pertes nettes** des plans d'eau par modèle hydrologique :

- 3 359 m³/ha/an en 2003 équivalent à environ 3 Mm³

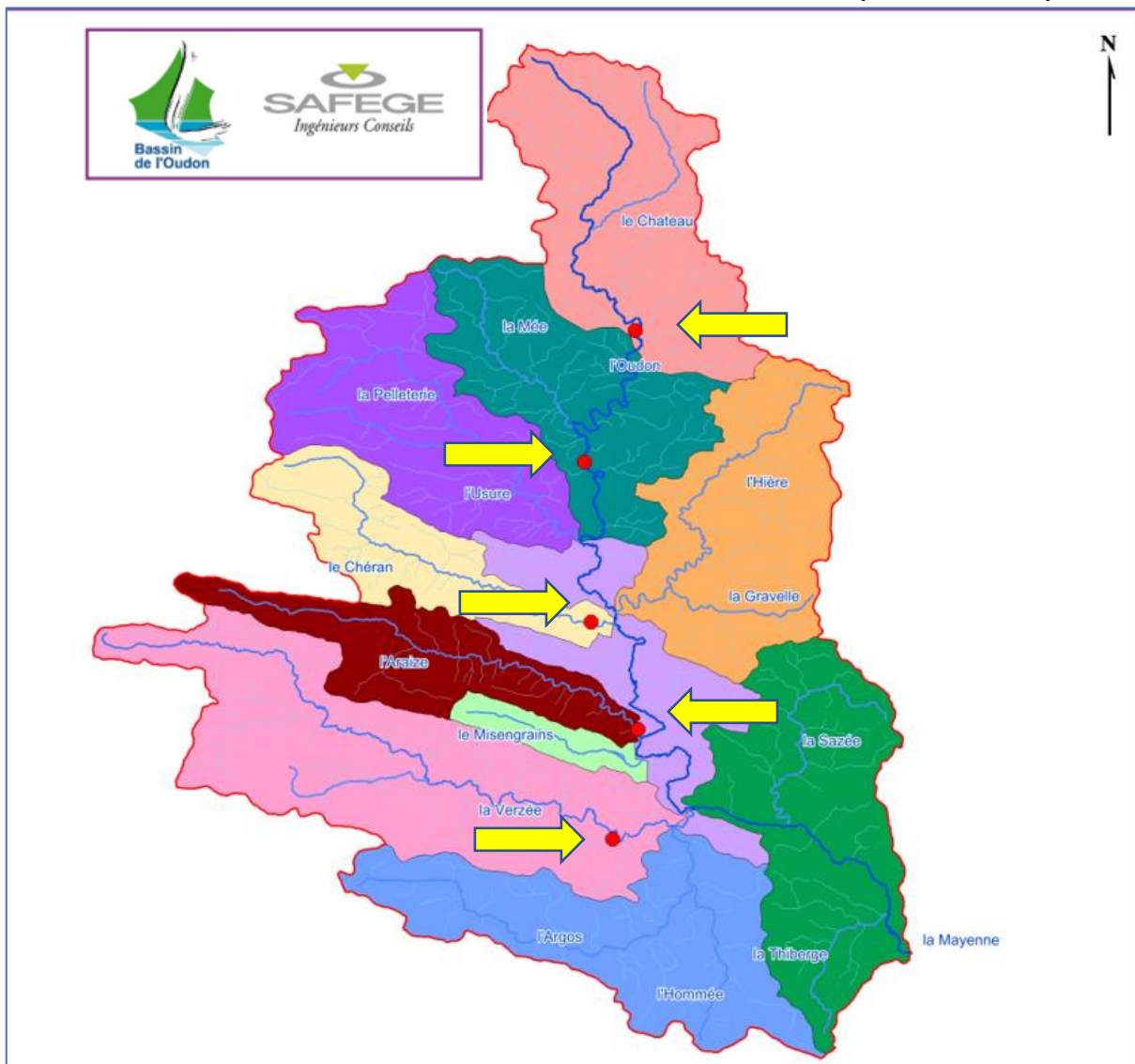
3.1.5 Hypothèses et résultats du Volet (M) Milieu de l'étude EVP 2015:

Dans un premier temps une étude d'évaluation de débits minimums biologiques (DMB) a été réalisée, basée sur l'application du protocole Estimhab, sur 5 stations réparties dans 5 UHs du périmètre du SAGE. Le choix des stations résulte des conditions de faisabilité d'application de la méthode Estimhab, notamment des données disponibles pour caractériser les débits du cours d'eau (station hydrométrique en activité).

Le débit plancher en période de basses eaux est évalué grâce à la méthode Estimhab dite des micro-habitats sur 5 des 11 UHs identifiés :

- *L'amont du sous bassin versant de l'Oudon amont ;*
- *L'aval du sous bassin versant de l'Oudon amont ;*
- *Le Chéran ;*
- *L'Araize ;*
- *La Verzée.*

Carte 11 : Localisation des stations Estimhab d'évaluation de DMB (Étude EVP 2015)



Une extrapolation des débits planchers DMB obtenus sur les 5 UHs équipées de stations Estimhab a été faite sur les 6 UHs du territoire (Misengrain, Usure, Hière, Argos, Oudon moyen et aval), selon les principes suivants :

- ⇒ **Pour le Débit Biologique optimal** : le débit plancher considéré est le QMNA5 désinfluencé
- ⇒ **Pour le Débit Biologique critique** : une extrapolation des débits obtenus sur les stations Estimhab sur la base d'une **fonction mathématique linéaire** entre débit biologique critique et surface de BV drainé en amont de l'exutoire

Tableau 5 : Synthèse des résultats de débits planchers par Unité Hydrologique (EVP 2015)

<i>Sous bassin versant</i>	<i>Débit biologique optimal (m³/s)</i>	<i>Débit biologique critique (m³/s)</i>
Misengrain	0.010	0.005
Chéran	0.045	0.025
Araize	0.045	0.030
Usure	0.050	0.035
Hière	0.055	0.040
Argos	0.055	0.040
Amont Oudon Amont	0.090	0.055
Verzée	0.100	0.070
Aval Oudon amont	0.115	0.070
Oudon moyen	0.460	0.275
Oudon aval	0.470	0.310

Le débit plancher en période de hautes eaux est évalué par l'application de la méthode par la **méthode RVA** (range value analysis) basée sur l'analyse de 32 indicateurs hydrologiques permettant de caractériser l'altération hydrologique répartis en 5 groupes :

- *Tableau de la page suivante*

La construction de 3 scénarii de prélèvements hivernaux a été réalisée. Ces 3 scénarii de prélèvements correspondaient à des débits plafond de prélèvement de :

- 1.2 x module ;
- 1.4 x module
- 1.6 x module

Cette méthode a été testée sur deux bassins (Oudon et Argos) et a consisté à quantifier les niveaux d'altération de chacun des paramètres hydrologiques.

À l'issue de la réunion du 3/04/2015 **le scénario de 1.4 x le module a été retenu et appliqué à tous les bassins versants pour la détermination des volumes prélevables.**

Tableau 6 : Paramètres de la méthode RVA et influences sur les écosystèmes (EVP 2015)

Groupes d'indicateurs	Caractéristiques du régime	Indicateurs hydrologiques utilisés pour l'analyse d'altération hydrologique	Exemples d'influence sur l'écosystème
Groupe 1 : Magnitude de l'écoulement mensuel	- Magnitude - Saisonnalité	- Débit médian pour chaque mois (12 paramètres)	<ul style="list-style-type: none"> - Habitat disponible pour les organismes aquatiques - Humidité du sol disponible pour la végétation - Disponibilité de l'eau pour les animaux terrestres - Accès des prédateurs aux zones de nidification - Fiabilité de l'approvisionnement en eau pour les animaux terrestres - Influence la température de l'eau, les taux d'oxygène, la photosynthèse dans la colonne d'eau
Groupe 2 : Magnitude et durée des conditions extrêmes chaque mois	- Magnitude - Durée	<ul style="list-style-type: none"> - Minimum annuel de la moyenne journalière - Maximum annuel de la moyenne journalière - Minimum annuel de la moyenne sur 3 jours - Maximum annuel de la moyenne sur 3 jours - Minimum annuel de la moyenne sur 7 jours - Maximum annuel de la moyenne sur 7 jours - Minimum annuel de la moyenne sur 30 jours - Maximum annuel de la moyenne sur 30 jours - Minimum annuel de la moyenne sur 90 jours - Maximum annuel de la moyenne sur 90 jours - Nombre jours avec débit = 0 (11 paramètres)	<ul style="list-style-type: none"> - Régulation des organismes compétitifs et tolérants aux stress - Création de sites pour favoriser la colonisation par les plantes - Structuration des écosystèmes aquatiques par équilibre dynamique entre facteurs biotiques et abiotiques - Structuration de la morphologie des cours d'eau et des conditions physiques de l'habitat - Stress hydrique pour la végétation - Stress anaérobique pour la végétation - Déshydratation pour les espèces animales - Volume d'échange de nutriments entre le cours d'eau et le lit majeur - Durée des conditions de stress (faible oxygénation, concentration élevée en éléments chimiques,...) pour l'environnement aquatique - Importance du développement végétal dans les lacs, les étangs, le lit majeur,.. - Durée des hautes eaux permettant le « nettoyage » des cours d'eau, le décolmatage des frayères,...
Groupe 3 : Saisonnalité des conditions extrêmes annuelles des écoulements	- Saisonnalité	<ul style="list-style-type: none"> - Date du calendrier associée au débit journalier maximal de l'année - Date du calendrier associée au débit journalier minimal de l'année (2 paramètres)	<ul style="list-style-type: none"> - Compatibilité des max/min annuels avec les cycles des organismes aquatiques - Probabilité/évitement de conditions de stress pour les organismes - Accès à des habitats spécifiques (pour la reproduction ou échapper aux prédateurs) - Déclenchement de la ponte pour les espèces migratrices - Évolution des mécanismes comportementaux

Groupes d'indicateurs	Caractéristiques du régime	Indicateurs hydrologiques utilisés pour l'analyse d'altération hydrologique	Exemples d'influence sur l'écosystème
<p>Groupe 4 : Fréquence et durée des « pics » et des « creux » de débit²</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fréquence - Durée 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de pics de débit par an - Nombre de creux de débit par an - Durée moyenne des pics sur un an (en jours) - Durée moyenne des creux sur un an (en jours) <p>(4 paramètres)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fréquence et magnitude des conditions de stress hydrique pour les plantes - Fréquence et durée des conditions de stress anaérobique pour la végétation - Disponibilité des habitats du lit majeur pour les organismes aquatiques - Échanges de nutriments et de matière organique entre la rivière et le lit majeur - Disponibilité des minéraux du sol - Accès des oiseaux d'eau aux zones de d'alimentation, de repos, de reproduction - Influences sur le transport solide, la texture des sédiments du lit et la durée/fréquence des perturbations du substrat dans le lit mineur
<p>Groupe 5 : Taux de variation et fréquence des changements d'écoulement</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fréquence - Taux de variation 	<ul style="list-style-type: none"> - Moyenne de toutes les différences positives entre deux débits journaliers consécutifs (débits augmentant) - Moyenne de toutes les différences négatives entre deux débits journaliers consécutifs (débits baissant) - Nombre de changements de pente de l'hydrogramme <p>(3 paramètres)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Stress hydrique (sécheresse) (débits baissant) - Piégeage d'organismes terrestres sur des îles ou dans la zone inondable (débit augmentant) - Piégeage d'organismes aquatiques sur des îles ou dans la zone inondable (débit baissant) - Piégeage et déshydratation des espèces de berge à faible mobilité (débit baissant)

Note 2. Les « pics » et « creux » de débit correspondent, par défaut, aux périodes durant lesquelles le débit journalier reste supérieur (respectivement inférieur) au débit classé de fréquence de dépassement 25% (respectivement 75%), mais peuvent faire l'objet d'ajustements en fonction du contexte local

Source : Tableau tiré de la notice d'utilisation du logiciel IHA permettant la mise en œuvre de la méthode RVA (The Nature Conservancy (2009) : Indicators of Hydrologic Alteration – Version 7.1 – User's manual. April 2009)

Sur la base du scénario (1,4 x le module) retenu :

Tableau 7 : Synthèse des valeurs de débits Hautes Eaux par UH(EVP 2015)

Sous bassin versant	Débit plancher
Misengrain	0,151
Chéran	0,549
Araïze	0,603
Usure	0,797
Hière	0,849
Argos	0,841
Amont Oudon Amont	1,014
Verzée	1,414
Aval Oudon amont	1,779
Oudon moyen	7,616
Oudon aval	8,634

Période de Novembre à Mars

À noter la différenciation de deux modalités de gestion pour le calcul des volumes prélevables en période hivernale :

- **Cas d'une gestion collective des prélèvements** : le seuil de déclenchement est pris égal au module du cours d'eau. Ainsi, les prélèvements sont autorisés dès que les débits dans les cours d'eau sont supérieurs au module. Les volumes de prélèvements autorisés correspondent à la différence entre le débit observé et le module. Si les débits observés dépassent 1,4 x module alors seule la fraction entre le seuil maximal de prélèvement (1,4 x module) et le module est prélevable.
- **Cas d'une gestion individuelle des prélèvements** : le seuil de déclenchement est fixé au seuil maximal de prélèvement retenu soit 1,4 x module. Les volumes de prélèvements autorisés correspondent à la différence entre seuil maximal de prélèvement (1,4 x module) et le module.

Modalités de prélèvement en période intermédiaire (avril – mai)

Le principe suivant a été retenu, sur la base du retour d'expérience des études en cours (2015) sur le territoire Loire Bretagne :

Les prélèvements en avril-mai ne sont pas autorisés par défaut. Ils pourront faire l'objet de dérogation en cas d'année à période hivernale défavorable et printanière favorable (hiver sec suivi d'un printemps pluvieux)

3.1.6 Hypothèses et résultats de l'évolution des besoins des futurs usages (EVP 2015)

Eau potable :

3 scénarios d'évolution démographique sont considérés :

- Un prolongement du taux de croissance actuel sur le territoire, soit 11% à l'horizon 2025/2030 (hypothèse 1);
- Une stagnation de la population à hauteur de celle actuellement recensée (hypothèse 2) ;
- Une décroissance de la population comprise entre 5% et 10% à l'horizon 2005/2030 – Ce scénario semble le moins probable des trois proposés (hypothèse 3).

Ainsi, à horizon 2025/2030, la population du territoire oscillerait entre 105 000 personnes et 85 000 personnes. Le scénario 3 considéré comme peu probable a été exclu de la suite de l'analyse. Une consultation des acteurs a été menée (SIAEP, Conseils départementaux, SBO ...)

Le résultat est :

- En période estivale aucun prélèvement supplémentaire impactant sur les eaux superficielles
- En période hivernale, un potentiel de prélèvement supplémentaire non impactant existe

Eau agricole :

Les chambres d'agricultures ont été consultées. Le résultat est une hypothèse de stabilité des besoins d'irrigation et d'abreuvement des cheptels.

Comme pour l'eau potable il est considéré :

- En période estivale aucun prélèvement supplémentaire impactant sur les eaux superficielles
- En période hivernale, un potentiel de prélèvement supplémentaire non impactant existe

Industrie :

Aucun retour des acteurs n'a été reçu sur les tendances d'évolution possibles de l'activité industrielle sur le bassin versant de l'Oudon dans les années à venir. Il n'est pas attendu d'évolution significative des besoins à moyen terme qui représentent de faibles volumes prélevés sur la période historique.

3.1.7 Hypothèses et résultats du Volet (C) Climat de l'étude EVP 2015:

Le Changement climatique a été abordé en phase 1 de l'étude à partir des données de l'étude EXPLORE 2070, sur la base des projections climatiques régionalisées disponibles sur le site du DRIAS. Les résultats de l'analyse sont des indications générales sur l'évolution des paramètres climatiques (précipitations, nombre de jours de fortes chaleurs, nombre de jours secs). Concernant les effets sur l'hydrologie, il est indiqué (rapport de synthèse de phase 5) les évolutions attendues du QMNA5 à l'horizon 2046-2065 montrent une baisse significative des débits caractéristiques d'étiage sur le bassin versant de l'Oudon. Cette baisse est parmi les plus importantes prévues sur le bassin Loire-Bretagne par le modèle Safran-Isba-Modcou

Il n'y a pas de simulation réalisée à l'horizon 2050 de scénarios d'évolution climatiques sur le calcul des débits désinfluencés et des valeurs de volume prélevable.

3.1.8 Résultats de propositions de Volumes Prélevables de l'étude EVP 2015:

Le rapport de phases 3 et 4 présente les résultats de l'estimation des volumes prélevables au pas de temps mensuel pour les 11 unités hydrologiques du bassin, les indicateurs calculés sont :

- Le volume prélevable en gestion individuelle
- Le volume prélevable en gestion collective
- Les débits objectifs
- Les VP sont nuls pour les mois d'avril et mai

Tableau 8 : Résultats des volumes prélevables au pas de temps mensuel par UH (EVP 2015)

Volumés prélevables en gestion individuelle (m ³)															
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total cycle	Total hiver	Total été
Amont Oudon amont	266 400	242 800	266 400	-	-	112 500	100 900	89 400	28 400	50 500	257 900	266 400	1 681 600	1 299 900	381 700
Aval Oudon amont	205 000	186 800	205 000	-	-	103 500	93 300	83 200	49 300	27 400	198 300	205 000	1 356 800	1 000 100	356 700
Usure	164 000	149 400	164 000	-	-	92 700	86 400	80 100	36 100	36 100	158 700	164 000	1 131 500	800 100	331 400
Chéran	184 500	168 100	184 500	-	-	83 300	78 300	73 400	34 700	21 500	178 500	184 500	1 191 300	900 100	291 200
Araize	164 000	149 400	164 000	-	-	68 000	58 600	49 100	22 100	19 400	158 700	164 000	1 017 300	800 100	217 200
Hière	205 000	186 800	205 000	-	-	87 600	75 500	63 400	28 600	28 600	198 300	205 000	1 283 800	1 000 100	283 700
Misengrain	64 600	58 800	64 600	-	-	11 400	5 700	-	-	-	62 500	64 600	332 200	315 100	17 100
Argos	225 500	205 500	225 500	-	-	102 300	92 000	81 700	36 800	36 900	218 200	225 500	1 449 900	1 100 200	349 700
Verzée	327 900	298 800	327 900	-	-	105 500	80 300	55 100	-	-	317 400	327 900	1 840 800	1 599 900	240 900
Oudon moyen	717 400	653 700	717 400	-	-	183 200	154 900	126 500	58 700	85 100	694 200	717 400	4 108 500	3 500 100	608 400
Oudon aval	614 900	560 300	614 900	-	-	100 300	74 400	48 500	21 900	21 900	595 000	614 900	3 267 000	3 000 000	267 000

Volumés prélevables en gestion collective (m ³)															
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total cycle	Total hiver	Total été
Amont Oudon amont	317 700	289 500	317 700	-	-	112 500	100 900	89 400	28 400	50 500	307 400	317 700	1 931 700	1 550 000	381 700
Aval Oudon amont	276 700	252 100	276 700	-	-	103 500	93 300	83 200	49 300	27 400	267 800	276 700	1 706 700	1 350 000	356 700
Usure	225 500	205 500	225 500	-	-	92 700	86 400	80 100	36 100	36 100	218 200	225 500	1 431 600	1 100 200	331 400
Chéran	225 500	205 500	225 500	-	-	83 300	78 300	73 400	34 700	21 500	218 200	225 500	1 391 400	1 100 200	291 200
Araize	246 000	224 100	246 000	-	-	68 000	58 600	49 100	22 100	19 400	238 000	246 000	1 417 300	1 200 100	217 200
Hière	276 700	252 100	276 700	-	-	87 600	75 500	63 400	28 600	28 600	267 800	276 700	1 633 700	1 350 000	283 700
Misengrain	92 200	84 000	92 200	-	-	11 400	5 700	-	-	-	89 300	92 200	467 000	449 900	17 100
Argos	286 900	261 500	286 900	-	-	102 300	92 000	81 700	36 800	36 900	277 700	286 900	1 749 600	1 399 900	349 700
Verzée	471 400	429 600	471 400	-	-	105 500	80 300	55 100	-	-	456 200	471 400	2 540 900	2 300 000	240 900
Oudon moyen	1 229 800	1 120 700	1 229 800	-	-	183 200	154 900	126 500	58 700	85 100	1 190 100	1 229 800	6 608 600	6 000 200	608 400
Oudon aval	1 229 800	1 120 700	1 229 800	-	-	100 300	74 400	48 500	21 900	21 900	1 190 100	1 229 800	6 267 200	6 000 200	267 000

Tableau 9 : Écarts volumes prélevables / volumes prélevés moyens 2000 - 2011 (EVP 2015)

Tableau 2-1 : Écarts volumes prélevables / volumes prélevés moyens 2000-2011 – gestion individuelle (m3)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total cycle	Total hiver	Total été
Amont Oudon amont	151 022	144 870	157 757	-88 375	-148 836	-101 348	-150 760	-142 783	-160 566	-143 328	45 673	68 320	-368 355	567 641	-698 785
Aval Oudon amont	137 648	128 477	142 032	-54 841	-74 183	7 669	-14 924	-15 130	-47 246	-84 075	84 287	96 498	306 214	588 942	-153 705
Usure	108 220	100 574	105 252	-76 577	-128 066	-88 697	-117 178	-99 030	-94 177	-69 775	62 995	75 013	-221 444	452 055	-468 856
Chéran	85 671	81 488	84 108	-62 855	-95 887	-76 995	-152 118	-128 460	-85 946	-73 153	46 915	65 307	-311 925	363 489	-516 672
Araize	98 349	96 438	109 967	-34 475	-37 567	22 613	-320	-12 204	-63 114	-104 283	29 611	43 631	148 645	377 995	-157 308
Hière	138 110	129 664	143 138	-56 340	-78 668	-12 922	-37 893	-38 082	-73 168	-91 128	78 460	91 276	192 448	580 649	-253 193
Misengrain	57 181	53 195	58 957	-6 172	-10 824	-4 406	-10 575	-13 944	-18 397	-25 219	39 185	43 243	162 224	251 761	-72 540
Argos	120 004	134 871	161 444	-23 664	-26 068	50 123	7 134	-43 018	-41 129	-208 366	-110 835	-49 179	-28 682	256 306	-235 256
Verzée	165 307	220 314	270 666	-62 291	-96 350	-28 618	-75 142	-91 772	-130 256	-610 781	-452 608	-278 390	-1 169 922	-74 712	-936 569
Oudon moyen	546 985	507 723	560 562	-64 560	-80 700	68 353	19 507	-3 327	-61 158	-52 129	474 898	504 110	2 420 264	2 594 277	-28 753
Oudon aval	479 835	442 862	491 671	-22 086	-25 669	54 277	-14 047	-34 984	-59 055	-103 161	386 088	412 182	2 007 913	2 212 638	-156 970
Total BV Oudon	2 088 332	2 040 475	2 285 555	-511 236	-802 617	-109 951	-546 315	-622 731	-834 212	-1 565 398	684 668	1 072 010	3 137 380	8 171 040	-3 678 607

Tableau 2-5 : Écarts volumes prélevables / volumes prélevés moyens 2000-2011 – gestion collective (m3)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total cycle	Total hiver	Total été
Amont Oudon amont	192 022	182 170	198 757	-88 375	-148 836	-101 348	-150 760	-142 783	-160 566	-143 328	85 373	109 320	-168 355	767 641	-698 785
Aval Oudon amont	178 648	165 877	183 032	-54 841	-74 183	7 669	-14 924	-15 130	-47 246	-84 075	123 987	137 498	506 314	789 042	-153 705
Usure	138 920	128 674	135 952	-76 577	-128 066	-88 697	-117 178	-99 030	-94 177	-69 775	92 795	105 713	-71 444	602 055	-468 856
Chéran	116 371	109 488	114 808	-62 855	-95 887	-76 995	-152 118	-128 460	-85 946	-73 153	76 715	96 007	-162 025	513 389	-516 672
Araize	159 849	152 538	171 467	-34 475	-37 567	22 613	-320	-12 204	-63 114	-104 283	89 111	105 131	448 745	678 095	-157 308
Hière	179 110	167 064	184 138	-56 340	-78 668	-12 922	-37 893	34 847	-73 168	-91 128	118 160	132 276	465 478	780 749	-180 264
Misengrain	67 381	62 595	69 157	-6 172	-10 824	-4 406	-10 575	-13 944	-18 397	-25 219	49 085	53 443	212 124	301 661	-72 540
Argos	161 004	172 271	202 444	-23 664	-26 068	50 123	7 134	-43 018	-41 129	-208 366	-71 135	-8 179	171 418	456 406	-235 256
Verzée	247 307	295 014	352 666	-62 291	-96 350	-28 618	-75 142	-91 772	-130 256	-610 781	-373 208	-196 390	-769 822	325 388	-936 569
Oudon moyen	649 485	601 123	663 062	-64 560	-80 700	68 353	19 507	-3 327	-61 158	-52 129	574 098	606 610	2 920 364	3 094 377	-28 753
Oudon aval	582 335	536 262	594 171	-22 086	-25 669	54 277	-14 047	-34 984	-59 055	-103 161	485 188	514 682	2 507 913	2 712 638	-156 970
Total BV Oudon	2 672 432	2 573 075	2 869 655	-511 236	-802 617	-109 951	-546 315	-549 802	-834 212	-1 565 398	1 250 168	1 656 110	6 060 709	11 021 440	-3 605 678

Tableau 10 : Résultats des débits objectifs au pas de temps mensuel par UH (EVP 2015)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Amont Oudon amont	1.014	1.014	1.014	0.711	0.408	0.105	0.100	0.099	0.100	0.112	1.014	1.014
Aval Oudon amont	1.779	1.779	1.779	1.237	0.695	0.153	0.142	0.140	0.145	0.182	1.779	1.779
Usure	0.797	0.797	0.797	0.552	0.307	0.062	0.059	0.059	0.058	0.062	0.797	0.797
Chéran	0.549	0.549	0.549	0.384	0.220	0.055	0.053	0.052	0.054	0.056	0.549	0.549
Araize	0.603	0.603	0.603	0.421	0.240	0.058	0.055	0.055	0.050	0.052	0.603	0.603
Hière	0.849	0.849	0.849	0.590	0.332	0.073	0.071	0.071	0.066	0.070	0.849	0.849
Misengrain	0.151	0.151	0.151	0.105	0.059	0.013	0.012	0.011	0.009	0.011	0.151	0.151
Argos	0.841	0.841	0.841	0.587	0.334	0.080	0.077	0.077	0.070	0.067	0.841	0.841
Verzée	1.414	1.414	1.414	0.984	0.554	0.124	0.115	0.114	0.105	0.115	1.414	1.414
Oudon moyen	7.616	7.616	7.616	5.268	2.920	0.572	0.536	0.532	0.536	0.591	7.616	7.616
Oudon aval	8.634	8.634	8.634	5.955	3.276	0.597	0.553	0.549	0.556	0.622	8.634	8.634

3.1.9 Résultats de propositions d'actions d'accompagnement de l'étude EVP 2015:

Pour chaque UH (rapport de phase 5), une comparaison est effectuée entre le besoin en prélèvement estimé pour chaque usage sur la base de la moyenne historique 2000-2011 utilisée pour le calcul des débits désinfluencés avec le volume prélevable du mois considéré : voir le tableau de la page suivante l'exemple pour l'UH01 « Oudon amont »

L'eau potable est considérée comme l'usage prioritaire satisfait en premier. Les déficits de ressource disponibles sont affectés aux autres usages : agriculture, les plans d'eau, l'industrie

Fort des conclusions des phases précédentes, les acteurs du territoire ont défini 8 axes prioritaires d'actions sur lesquels ils souhaitent s'investir pour améliorer l'état quantitatif de la ressource en eau. Les objectifs fixés sont les suivants :

- Encourager les économies d'eau et sensibiliser les usagers ;
- Améliorer les connaissances sur la ressource en eau et les usages ;
- Agir sur les plans d'eau et les ouvrages hydrauliques ;
- Agir sur le volet agricole ;
- Favoriser l'infiltration en zone agricole et urbanisée ;
- Agir sur l'alimentation en eau potable ;
- Promouvoir une gestion concertée ;
- Adapter le dispositif de gestion de crise.

Pour chaque prioritaire, les acteurs réunis en atelier le 23 juin 2015 ont proposer des mesures, chaque mesure a fait ensuite l'objet d'une fiche descriptive.

Tableau 11 : Résultats de la ventilation des prélèvements par usage Oudon amont (EVP 2015)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total cycle
Volume prélevable gestion individuelle (m3)	205 000	186 800	205 000	-	-	112 500	100 900	89 400	28 400	50 500	198 300	205 000	1 381 800
Volume prélevable gestion collective (m3)	246 000	224 100	246 000	-	-	112 500	100 900	89 400	28 400	50 500	238 000	246 000	1 581 800
Prélèvements mensuels moyens équivalents 2000-2011 (m3)													
AEP	ESU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ESU	7 438	6 464	7 719	7 654	7 681	7 650	7 728	7 607	8 043	7 621	7 738	91 008
Abreuvement	ESU	30 848	28 117	30 848	29 853	30 848	30 848	30 848	29 853	30 848	29 853	30 848	363 466
Evaporation des plans d'eau	ESU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Industrie	ESU	14 604	7 041	8 676	50 868	110 196	166 420	136 863	140 015	149 518	110 003	94 323	1 149 491
Irrigation	ESU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ESU	1 088	309	-	-	127	46 743	56 744	11 491	5 419	5 150	3 771	146 191
Total prélèvement	ESU	53 978	41 930	47 243	88 374	148 836	251 660	232 183	188 966	193 828	152 627	136 680	1 750 155
Répartition des volumes prélevables par usage (m3)													
AEP	ESU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ESU	7 438	6 464	7 719	-	7 681	7 650	7 728	7 607	8 043	7 621	7 738	75 689
Abreuvement	ESU	30 848	28 117	30 848	-	15 178	11 789	11 225	3 423	7 050	29 853	30 848	199 178
Evaporation des plans d'eau	ESU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Industrie	ESU	14 604	7 041	8 676	-	81 837	63 598	49 800	16 053	34 169	110 003	94 323	480 104
Irrigation	ESU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ESU	1 088	309	-	-	7 804	17 863	20 647	1 317	1 238	5 150	3 771	59 188
Total prélèvement	ESU	53 978	41 930	47 243	-	112 500	100 900	89 400	28 400	50 500	152 627	136 680	814 159
Potentiel de prélèvements restant		151 022	144 870	157 757	-	-	-	-	-	-	45 673	68 920	567 641
Déficit quantitatif		-	-	-88 974	-148 836	-101 948	-150 760	-142 783	-160 566	-143 328	-	-	935 996

4 ACTUALISATION DU VOLET MILIEU (M)

4.1 PREAMBULE, objectifs et déroulé de la démarche de l'analyse

L'étude EVP 2015 comprend la réalisation de mesures de débit biologique avec la méthode Estimhab pour 5 unités hydrologiques (UH) parmi les 11 du périmètre du SAGE Oudon ; pour les 6 UH sans mesures Estimhab l'option retenue a été de calculer des valeurs de débit biologique par extrapolation en fonction des superficies des bassins versants, cette méthode n'est pas considérée acceptable par les experts actuels, cet avis a été confirmé par les services techniques de l'État (*réunion du groupe restreint du suivi technique de l'étude du 7 février 2023*).

Le guide de la méthode HMUC (Version 4 juillet 2023), précise que 3 méthodes principales sont actuellement reconnues pour estimer les débits biologiques des cours d'eau :

1. La méthode Estimhab (micro habitats)
2. La méthode hydraulique (macro habitats)
3. L'approche hydrologique

Les deux premières méthodes nécessitent des investigations de terrain, d'autres méthodes sont envisageables au « cas par cas », en fonction du contexte local.

Dans le cadre du présent marché, il n'a pas été prévu de réaliser de prospections préalables de terrain permettant de reconsidérer le type de méthode applicable par unité hydrologique (méthode Estimhab ou méthode hydraulique). L'approche hydrologique est menée en parallèle puisque la fréquence d'occurrence des débits désinfluencés est indiquée au niveau des stations de débit écologique retenues.

À l'issue de la réunion du 7 février 2023, l'option retenue pour la détermination des débits biologiques des 6 UHs a été de demander au bureau d'étude de réaliser une analyse multifactorielle comparative des 11 unités hydrologiques du bassin à partir des données disponibles utiles pour la caractérisation de l'état des masses d'eau au plan quantitatif, qualitatif, et des écosystèmes associés. À ce stade l'objectif était de pouvoir rattacher chacune des UH sans valeur de débit biologique à une UH caractérisée par une valeur, sur la base de critères objectivés des caractéristiques des milieux.

Lors de la réunion du comité de suivi de l'étude du 4 juillet 2023, les résultats de l'analyse multicritères n'ont pas été considérés acceptables pour permettre l'évaluation des débits biologiques des unités hydrologiques sans mesure Estimhab.

En parallèle le recalcul des débits biologiques Estimhab avec les valeurs actualisées de débits désinfluencés aboutit au constat que seulement 3 stations respectent les conditions stricte d'application de la méthode : UH1 Oudon amont, UH2 Oudon amont aval, UH10 La Verzée.

À l'issue de la réunion du groupe restreint du 31 octobre 2023, les résultats des mesures Estimhab des secteurs UH5 Chéran, UH7 Araize ont été remis aux représentants de l'OFB les conclusions de l'analyse complémentaire (2 novembre 2023) sont les suivantes :

- *Le rapport EVP 205 précise que les alternances de faciès sont bonnes pour les 2 stations Araize et Chéran ;*
- *Les relevés de terrain Estimhab montrent des hauteurs d'eau relativement contrastées entre les différents transects, ce qui vient corroborer le rapport ;*

- *Ces éléments semblent suffisants pour juger de la recevabilité des stations pour l'application du protocole Estimhab, et ce malgré leur faible largeur. Un retour sur le terrain ne semble pas nécessaire pour les stations du Chéran et l'Araize ;*

Ainsi sur la base de l'expertise de l'OFB, les résultats de recalcul des débits biologiques Estimhab sont considérés recevables pour les 5 UHs ayant fait l'objet de mesures dans le cadre de l'étude EVP 2015.

Pour les 6 UHs « sans mesures Estimhab », l'analyse des services de l'État présentée lors de la réunion du groupe restreint du 31 octobre 2023 aboutit à la préconisation de devoir réaliser des mesures de terrain avec l'application d'une méthode recommandée par le Guide HMUC, (Estimhab, hydraulique, hydrologique) pour estimer les débits biologiques.

Le comité de suivi de l'étude du 7 novembre 2023 a pris acte de la nécessité de réaliser une étude complémentaire au présent marché ayant pour objet de produire des données nouvelles pour le volet Milieu (M) de l'analyse HMUC à savoir l'évaluation des débits biologiques sur la base des méthodes recommandées par le guide HMUC.

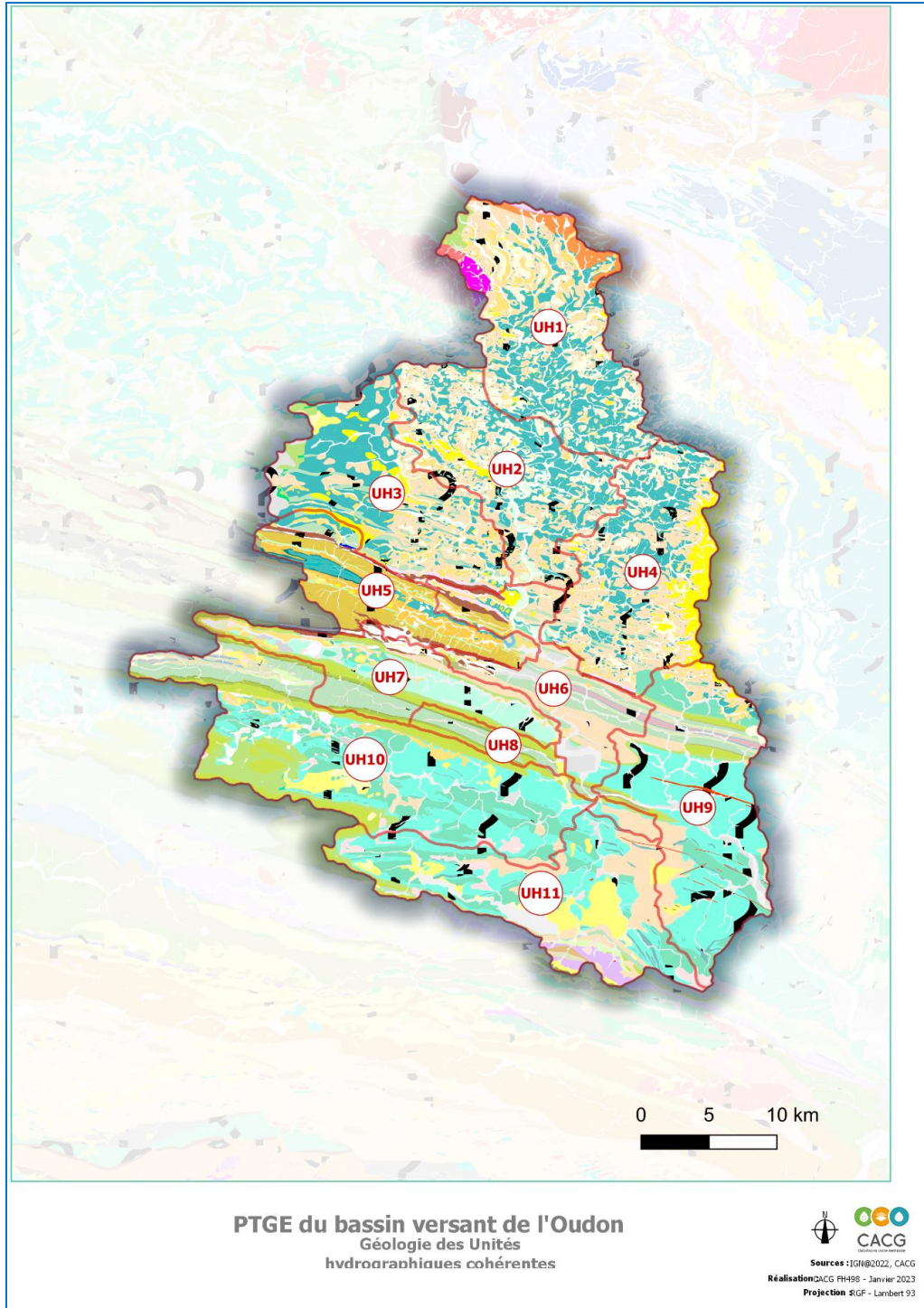
L'actualisation du volet Milieu (M) de l'étude EVP 2015 présentée à la suite doit être complétée dans le cadre de la prestation d'un marché complémentaire d'étude dont le contenu précis reste à définir et dont la mise en œuvre est prévue au cours de l'année 2024 incluant au moins deux saisons avec des niveaux de débits contrastés pour les cours d'eau de UH3 Usure, UH4 Hière, UH6 Oudon moyen, UH8 Misengrain, UH9 Oudon aval, UH11 Argos.

Au stade actuel, les résultats de l'actualisation du volet (M) du présent rapport ne couvrent pas la totalité du périmètre du SAGE Oudon.

4.2 ELEMENTS DU CONTEXTE PHYSIQUE DU BASSIN VERSANT

4.2.1 Contexte géologique du bassin versant et tendances hydrogéologiques

Carte 12 : Carte géologique du bassin (la légende figure en annexe 1)



Les bassins versant de l'Oudon amont (UH1 et UH2), l'Usure (UH3) et de l'Hière (UH4) et l'amont de l'UH6 (Oudon moyen) sont composés de roches méta sédimentaires dominantes caractérisées par une faible productivité aquifère, avec quelques aquifères moyens (sables).

Le bassin versant du Chéran (UH5) est très singulier du point de vue géologique et présente majoritairement des siltites micacés / schistes ardoisiers et du grès micacé et de nombreuses failles perpendiculaires à l'axe du cours d'eau sur la partie amont. Sur la partie aval, des altérites de formations sédimentaires et du grès quartzeux .

Le bassin de l'Araize (UH7) est composé de plusieurs éléments géologiques : grès, formation météorique de la Mayenne, siltites. Le bassin du Misengrain (UH8) a la particularité de présenter d'anciennes ardoisières. La formation de Traveusot est une forte spécificité présente sur le BV du Misengrain et la partie amont du BV de la Verzée (UH10).

La présence de roches méta sédimentaires et d'aquifères importants est commune au sud du bassin de l'Argos (UH11) et de la Verzée (UH10) et d'une grande partie du bassin de l'Oudon aval (UH9).

4.2.2 Données sur les assecs

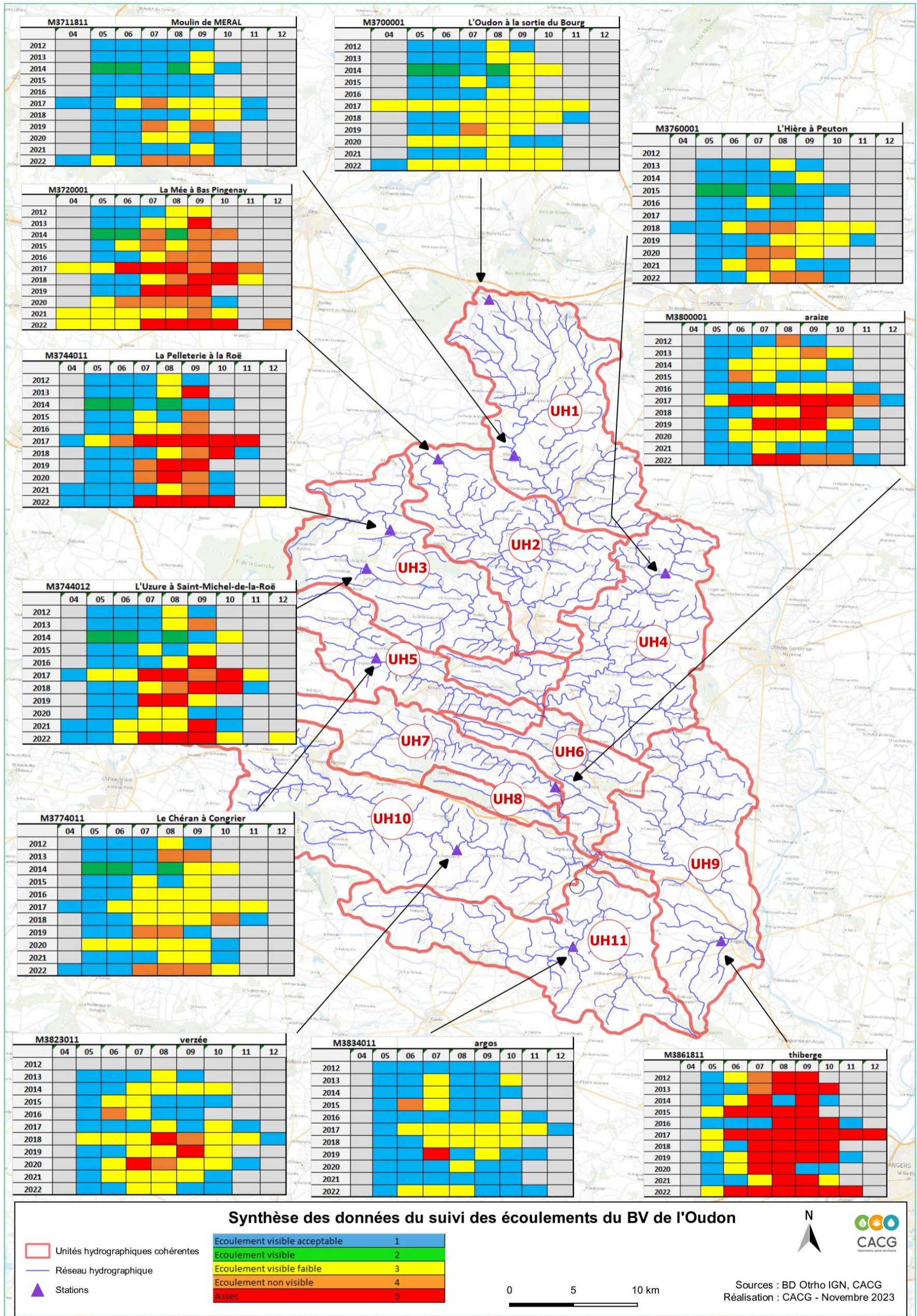
Cf. la carte des observations du réseau ONDE page suivante

Certaines de ces stations sont localisées très en amont des sous bassins (La Mée UH2), d'autres très en aval (Araize UH7) et la plupart sont intermédiaires. Elles ne permettent pas forcément de comparer le fonctionnement de l'ensemble de des UH. Cependant il ressort :

- L'ensemble des stations montre à moment donnée une rupture d'écoulement (écoulement non visible) ;
- Certaines stations présentent une rupture d'écoulement pendant plusieurs mois d'affilée sur au moins 3 années sur 11 : la Thiberge (UH9), la Mée à Bas pingenay (UH2), la Pelleterie à la Roé et l'Usure à Saint-Michel de la Roé (UH3), le Chéran à Congrier (UH5) ;
- La Thiberge présente systématiquement au moins deux mois d'assec au vu des 11 années de mesure.
- Au mois de mai l'écoulement est la plupart du temps acceptable sur toutes les stations mais il arrive qu'il soit déjà faible au moins une année sur les 11 sauf pour l'Argos (UH11) et l'Hière à Peuton (uh4).

Les ruptures d'écoulement ont forcément un impact défavorable pour les populations piscicoles (moindre surface d'habitat, alimentation disponible, rupture de continuité écologique, d'accès aux zones de reproduction ou de repos ou d'alimentation). Les écoulements faibles peuvent également être néfastes pour les espèces d'eau vive car l'oxygénation s'en voit limitée.

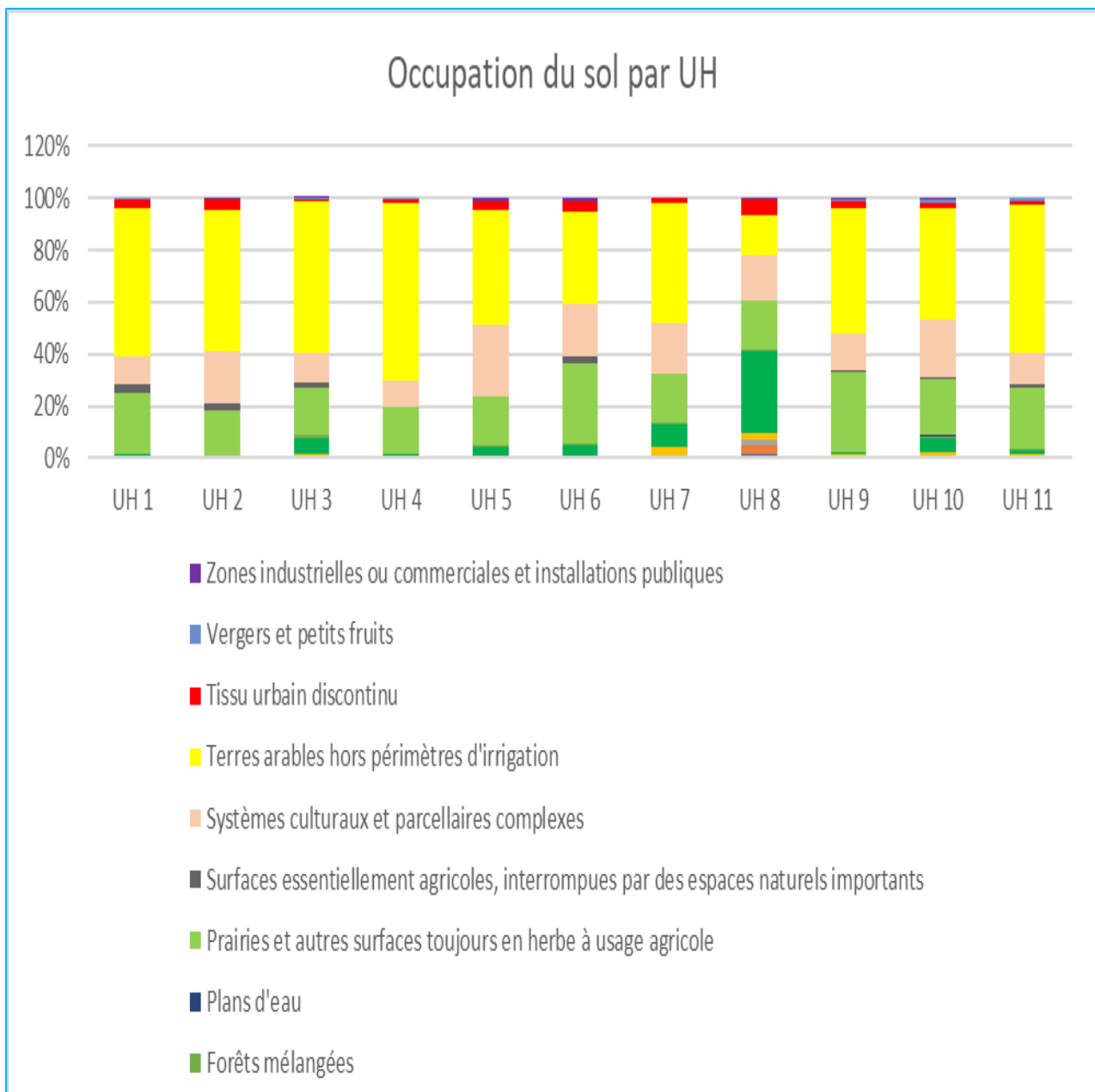
Carte 13 : Observations mensuelles par station (ONDE)



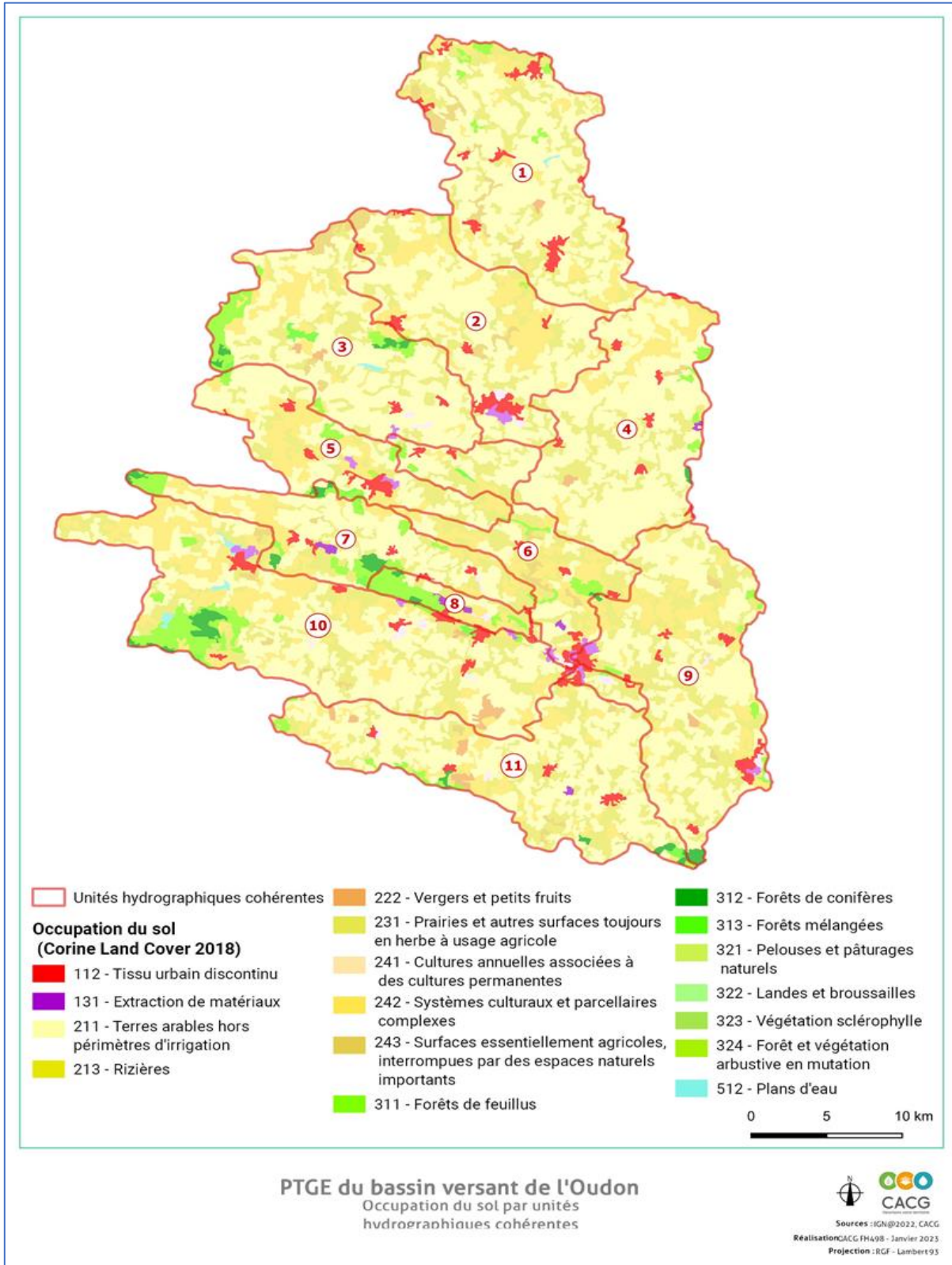
4.2.3 Occupation du sol

La cartographie en page suivante ainsi que le diagramme de répartition des types d'occupation du sol par UH permettent de caractériser l'occupation du sol sur l'ensemble des UH. Les terres arables non irriguées dominent largement sur l'ensemble du bassin. Seul le Misengrain comprend une majorité d'espace forestier.

Graphe 14 : Comparaison des UH selon la répartition de l'occupation du sol



Carte 15 : Occupation du sol Corine Land Cover 2018 par Unité Hydrologique cohérente



4.3 CONTEXTE DE L'ÉTAT ET DES OBJECTIFS ASSOCIÉS AUX MASSES D'EAU

Le bassin versant de l'Oudon est composé de 17 masses d'eau superficielles dont 16 masses d'eau rivières et une masse d'eau plan d'eau (étang de la Rincerie).

L'état de ces masses d'eau est évalué grâce aux stations de suivi de la qualité physico-chimique, chimique et biologique

La Carte 16 ci-après présente ces masses d'eau avec leur code qui renvoie au tableau page suivante. Outre les masses d'eau, elle localise les stations de suivi de la qualité qui ont permis d'évaluer l'état de ces masses d'eau, ainsi que les stations hydrométriques où est mesuré le débit et les stations sur lesquelles des débits minimum biologiques ont été évalués en 2015.

Carte 16 : Stations de suivi qualité (réseau Naiades) et de mesures d'hydrométrie

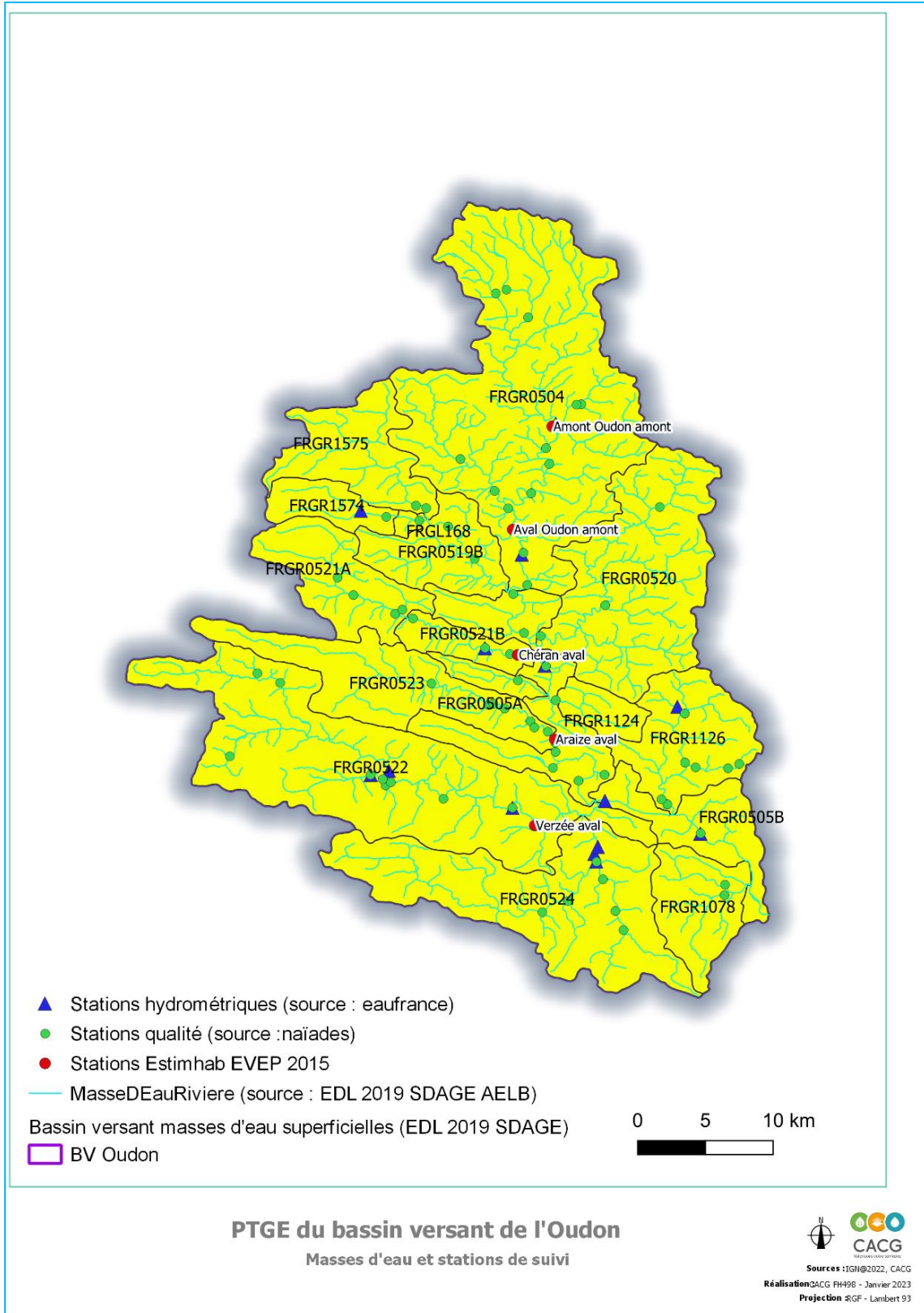


Tableau 12 : Liste des 17 masses d'eau du SAGE Oudon

code	Nom de la masse d'eau
FRGL168	ETANG DE LA RINCERIE
FRGR0504	L'LOUDON ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À CRAON
FRGR0505A	L'LOUDON DEPUIS CRAON JUSQU'À SEGRE
FRGR0505B	L'LOUDON DEPUIS SEGRE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC LA MAYENNE
FRGR0519B	L'USURE DEPUIS L' ETANG DE LA RINCERIE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'LOUDON
FRGR0520	L'HIERE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'LOUDON
FRGR0521A	LE CHÉRAN ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À SAINT-MARTIN-DU-LIMET
FRGR0521B	LE CHÉRAN DEPUIS SAINT-MARTIN-DU-LIMET JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'LOUDON
FRGR0522	LA VERZEE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'LOUDON
FRGR0523	L'ARAIZE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'LOUDON
FRGR0524	L'ARGOS ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'LOUDON
FRGR1078	LA THIBERGE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'LOUDON
FRGR1124	LE RICHARDAIS ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'LOUDON
FRGR1126	LA SAZEE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'LOUDON
FRGR1134	LA QUEILLE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'LOUDON
FRGR1574	L'USURE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À L'ETANG DE LA RINCERIE
FRGR1575	LA PELLETERIE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'À LA CONFLUENCE AVEC L'USURE

NB : masses d'eau incluant un réservoir biologique

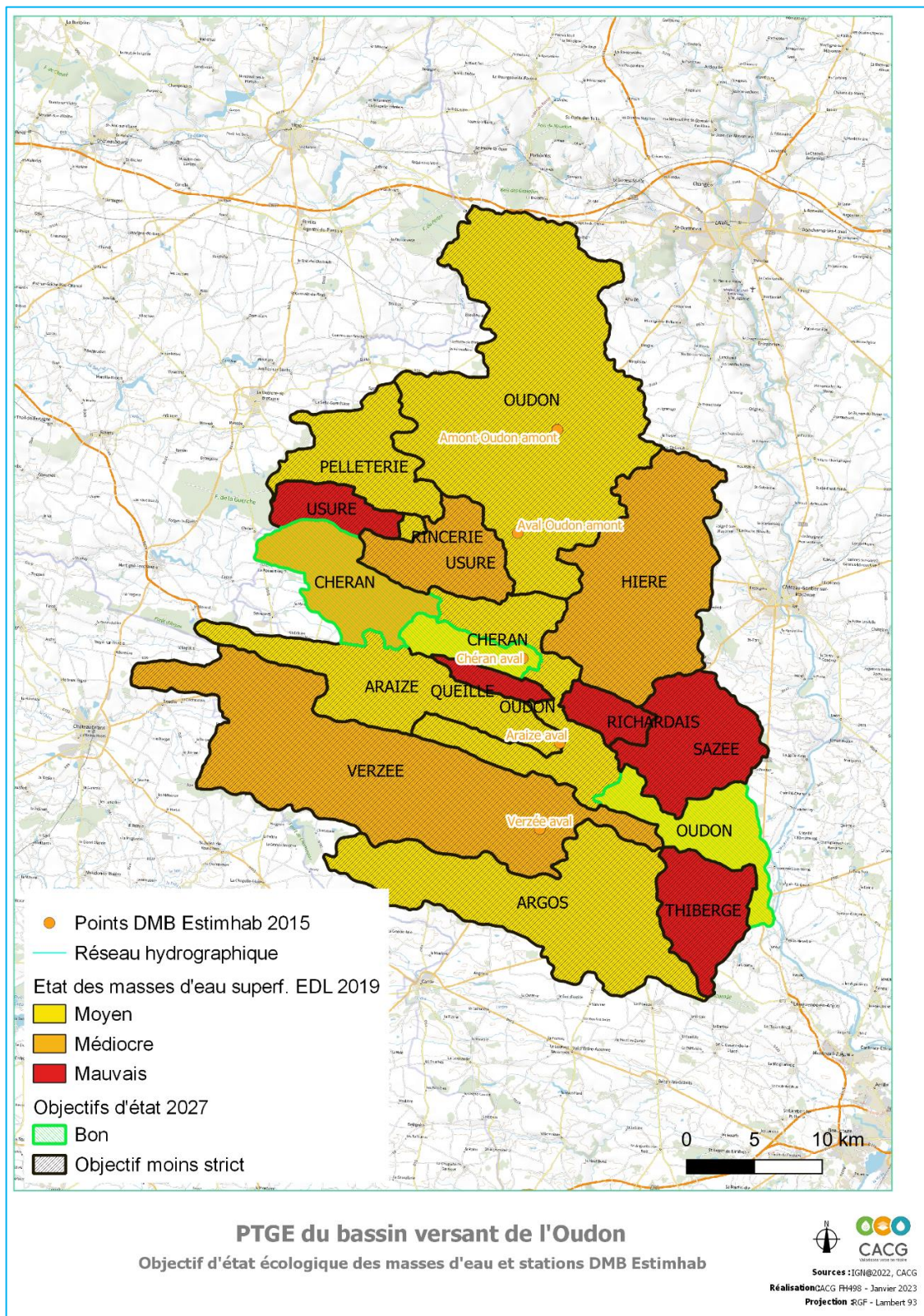
La carte suivante indique l'état écologique des masses d'eau superficielles du bassin. Deux masses d'eau sont en état moyen (Oudon aval et Chéran aval) et ont un objectif de bon état en 2027. La masse d'eau de Chéran amont est en état écologique médiocre et un objectif de bon état en 2027. Toutes les autres masses d'eau sont en état moyen, médiocre ou mauvais et ont un objectif moins strict que le bon état écologique.

Le terme « d'objectif moins strict » n'indique pas une remise en cause définitive de l'objectif de bon état, mais plutôt son rééchelonnement dans le temps. L'atteinte de l'objectif de bon état en 2027 est considérée comme ne pouvant pas être envisagée, et l'ambition est adaptée pour seulement certains éléments de qualité. Le bon état doit être atteint pour les autres.. Tous les 6 ans, la situation est réexaminée, afin de voir si les conditions permettant de lever la dérogation sont réunies. Le choix d'un report de délai ou d'un objectif moins strict est motivé, conformément à la directive cadre sur l'eau, par :

- les conditions naturelles (CN),
- la faisabilité technique (FT),
- les coûts disproportionnés (CD).

En ce qui concerne l'état chimique, toutes les masses d'eau sont en objectif moins strict en raison de faisabilité technique : il a été estimé que la restauration du bon état chimique n'était pas techniquement faisable d'ici à 2027.

Carte 17 : État et objectifs d'état écologique des masses d'eau superficielles



4.3.1 Données sur l'état des eaux

Carte 18 : Stations de suivi qualité et des stations de DMB (2015)



Sur l'Araize des données hydro biologiques sont disponibles. Les indices macro invertébrés indiquent des niveaux d'état biologique moyen en 2017 et mauvais en 2019 à Bouillé Ménard, et médiocre en 2021 à Gruge l'hôpital, ces deux stations étant situées en amont de l'Araize. À Châtelais au pont de Montreuil, 850 en amont de la station où Estimhab a été mis en œuvre, des données de l'indice biologique diatomée montrent une dégradation de l'état biologique en 2018, 2019 et 2020 mais une amélioration 2021 permettant de retrouver le niveau d'état de 2015, ainsi que les données physico chimie. Il n'y a pas de problématique majeure au regard des polluants spécifiques.

Tableau 13 : Données hydro-biologiques récentes de l'Araize

FRGR0523	L'ARAIZE ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUEN
-----------------	---

	ECOLOGIQUE	CHIMIQUE
Etat 2019	Moyen	Bon état
Objectif d'Etat	OMS	Bon état
Délai	2027	2021

	4131445 ARAIZE à CHATELAIS						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique							
Etat Biologique							
Physico-Chimique							
Polluants Spécifiques							
Etat Chimique (Sans ubiquistes)							

	4638021 ARAIZE A GRUGE-L'HOSPITAL						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique							
Etat Biologique							
Physico-Chimique							
Polluants Spécifiques							
Etat Chimique (Sans ubiquistes)							

	4638003 R ARAIZE A BOUILLE-MENARD						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique							
Etat Biologique							
Physico-Chimique							
Polluants Spécifiques							
Etat Chimique (Sans ubiquistes)							

Sur le ruisseau de Misengrain, depuis 2015 l'indice macro invertébré montre une dégradation, alors que l'indice diatomée montre une amélioration de l'état écologique des eaux. La physico chimie est toujours bonne et il n'y a pas de polluants spécifiques.

	4131455 RAU DE MISENGRAIN à NYOISEAU						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique							
Etat Biologique							
Physico-Chimique							
Polluants Spécifiques							
Etat Chimique (Sans ubiquistes)							

Sur l'Oudon plusieurs stations qualité sont disponibles. Les données d'état chimique (sans ubiquiste, Composé chimique émis par les activités humaines, à caractère persistant, bioaccumulable et toxique) montrent, lorsqu'elles sont disponibles, un très bon état partout sauf à Andigné en 2015, problème qui a été résolu.

La physico chimie est parfois mauvaise dès l'amont, mais peut aussi être bonne comme en 2021. En revanche à Châtelais, la physico chimie est soit moyenne, soit médiocre. À Andigné aussi, et elle a même été mauvaise en 2019.

L'état biologique est toujours moyen à Cossé ; à Châtelais il peut être moyen, bon ou médiocre selon les années et à Andigné il est moyen ou médiocre. Cela dépend beaucoup de l'indice utilisé.

Les polluants spécifiques (métaux / pesticides) sont moyens à bon à Cossé, plus souvent bon à Châtelais, et moyen à bon à Craon et Andigné

Tableau 14 : Données hydro-biologiques récentes de l'Oudon

	4130500 OUDON à COSSE-LE-VIVIEN						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Etat Biologique	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Physico-Chimique	Yellow	Orange	Red	Yellow	Red	Yellow	Green
Polluants Spécifiques	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Blue	Blue	Blue	Blue	Grey	Blue	Blue

	4131400 OUDON À CHATELAIS						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Yellow	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Orange	Yellow
Etat Biologique	Yellow	Yellow	Green	Grey	Grey	Orange	Green
Physico-Chimique	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Yellow
Polluants Spécifiques	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Green
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey

	4131000 OUDON à CRAON						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
Etat Biologique	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
Physico-Chimique	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Orange	Yellow
Polluants Spécifiques	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Yellow	Green
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey

	4132000 OUDON à ANDIGNE						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange
Etat Biologique	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange
Physico-Chimique	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Red	Yellow	Yellow
Polluants Spécifiques	Green	Yellow	Green	Yellow	Green	Yellow	Yellow
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Red	Blue	Grey	Blue	Blue	Blue	Blue

Sur le **Chéran** à Congrier, l'état écologique est médiocre à mauvais en raison de la biologie et de la physico chimie. Il y a peu de polluants spécifiques.

En revanche à la Boissière, c'est la physico chimie la plus déclassante, la biologie est bonne à médiocre, les polluants spécifiques moyen à bon et l'état écologique global moyen à médiocre.

Tableau 15 : Données hydro-biologiques récentes du Chéran

	4131250 CHERAN à CONGRIER						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Orange	Orange	Orange	Orange	Rouge	Orange	Orange
Etat Biologique	Orange	Orange	Orange	Orange	Rouge	Orange	Orange
Physico-Chimique	Rouge	Orange	Orange	Orange	Rouge	Orange	Orange
Polluants Spécifiques	Orange	Orange	Orange	Orange	Vert	Vert	Vert
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange

	4131300 CHERAN à LA BOISSIERE						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Jaune	Jaune	Jaune	Orange	Orange	Orange	Orange
Etat Biologique	Vert	Vert	Vert	Orange	Orange	Orange	Orange
Physico-Chimique	Jaune	Jaune	Orange	Rouge	Rouge	Jaune	Jaune
Polluants Spécifiques	Vert	Vert	Vert	Jaune	Vert	Vert	Jaune
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange

Sur la Verzée

Les polluants spécifiques sont en classe bonne sur la Verzée à Bourg d'Ire et son affluent le ruisseau des Nymphes.

Tableau 16 : Données hydro-biologiques récentes de la Verzée

	4131500 VERZEE à BOURG-D'IRE (LE)						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Orange	Orange	Jaune	Orange	Orange	Orange	Orange
Etat Biologique	Orange	Orange	Vert	Orange	Orange	Orange	Orange
Physico-Chimique	Jaune	Jaune	Orange	Orange	Orange	Jaune	Jaune
Polluants Spécifiques	Vert	Vert	Vert	Vert	Orange	Vert	Vert
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange

	4131470 RAU DES NYMPHES À NOELLET						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Jaune	Orange	Jaune	Rouge	Orange	Rouge	Rouge
Etat Biologique	Jaune	Orange	Jaune	Rouge	Orange	Rouge	Rouge
Physico-Chimique	Jaune	Vert	Jaune	Jaune	Jaune	Orange	Jaune
Polluants Spécifiques	Orange	Vert	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange

L'état écologique est généralement dégradé par l'état biologique, classé bon à médiocre sur la Verzée, moyen à mauvais sur le ruisseau des Nymphes.

Sur l'Argos

L'état chimique était mauvais en 2015 mais s'est amélioré depuis. L'état biologique est souvent médiocre, et la physico chimie a été mauvaise 3 années consécutives.

Tableau 17 : Données hydro-biologiques récentes de l'Argos

	4131550 ARGOS à SAINTE-GEMMES-D'ANDIGNE						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Orange	Orange	Jaune	Orange	Orange	Orange	Orange
Etat Biologique	Orange	Orange	Jaune	Orange	Orange	Orange	Orange
Physico-Chimique	Jaune	Jaune	Rouge	Rouge	Rouge	Orange	Jaune
Polluants Spécifiques	Jaune	Vert	Jaune	Jaune	Vert	Jaune	Jaune
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Rouge	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange

Sur la Sazée

Les quelques années de mesure reflètent un état écologique médiocre à mauvais, surtout en raison de la biologie et de la physico chimie.

Tableau 18 : Données hydro-biologiques récentes de la Sazée

	4131600 SAZEE À LOUVAINES						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Rouge	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Rouge
Etat Biologique	Rouge	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Rouge
Physico-Chimique	Orange	Orange	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge	Orange
Polluants Spécifiques	Orange	Orange	Orange	Vert	Jaune	Orange	Jaune
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange

Sur la Thiberge

Tableau 19 : Données hydro-biologiques récentes de La Thiberge

	4132050 THIBERGE À LION-D'ANGERS						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Etat Écologique	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Rouge	Rouge
Etat Biologique	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Rouge	Rouge
Physico-Chimique	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Rouge	Rouge
Polluants Spécifiques	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Vert	Vert
Etat Chimique (Sans ubiquistes)	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange

Les deux années de mesure reflètent un état écologique mauvais en raison de la biologie et de la physico chimie.

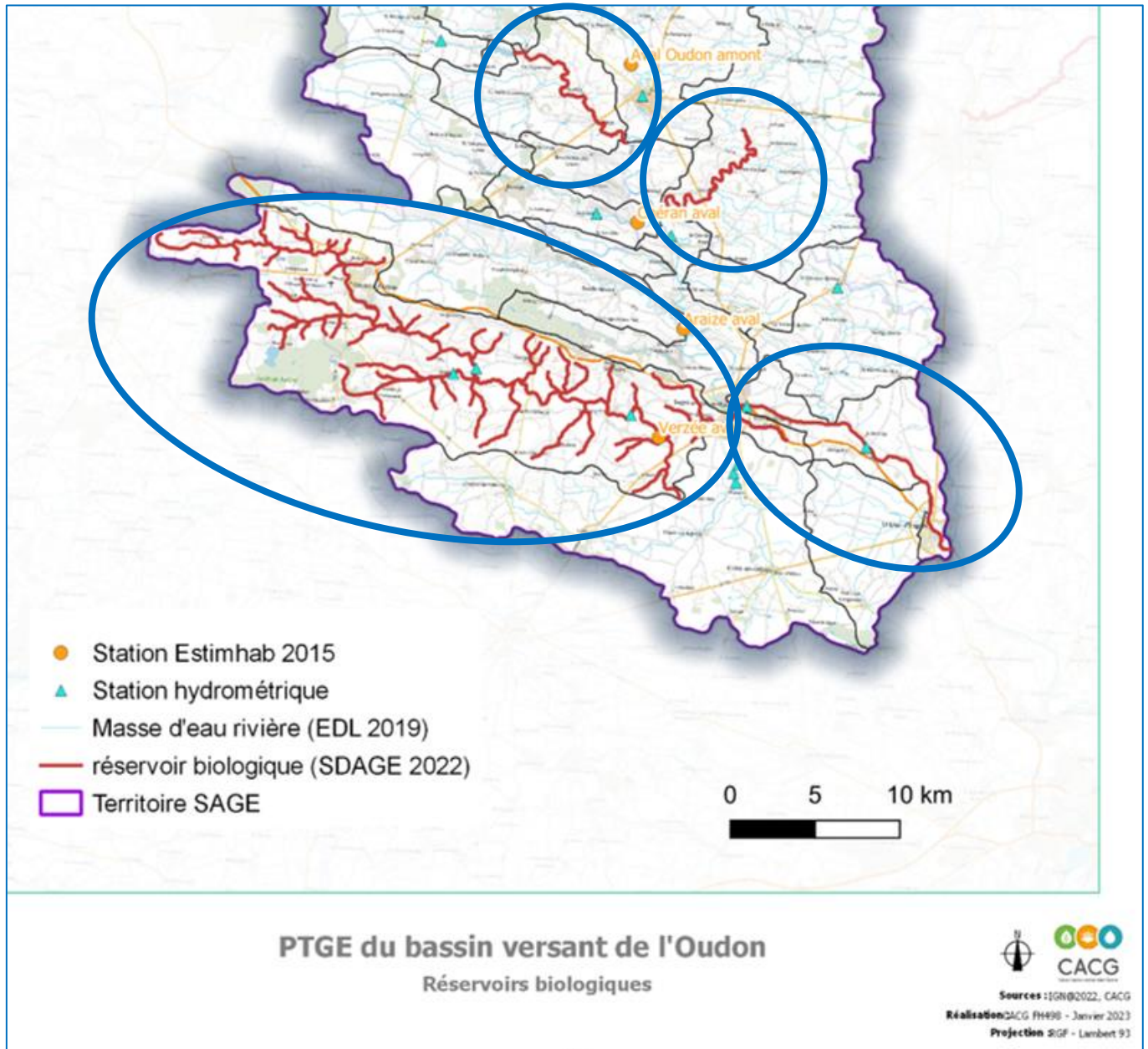
4.3.2 Réservoirs biologiques

Les réservoirs biologiques sont définis par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA, art. L214-17 du Code de l'Environnement). Il s'agit de parties de cours d'eau ou canaux nécessaires au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant. Au sens du 1° du I de l'article L.214.17 du code de l'environnement, il s'agit de cours d'eau, partie de cours d'eau ou canal qui comprend une ou plusieurs zones de reproduction ou d'habitat des espèces de phytoplancton, de macrophytes et de phytobenthos, de faune benthique invertébrée ou d'ichtyofaune, et permettant leur répartition dans un ou plusieurs cours d'eau du bassin versant. Selon le SDAGE Loire Bretagne 2022-2027, des cours d'eau réservoirs biologiques sont présents sur les bassins de la **Verzée**, de l' **Usure** (en rive droite de l'Oudon), de l' **Hière** (en rive gauche de l'Oudon) ainsi que l' **Oudon en aval de Sègre**, comme indiqué dans le tableau ci-dessous et la carte en page suivante.

Tableau 20 : Cours d'eau réservoir biologique du SAGE Oudon

Code	Départ.	Masse d'eau	Cours d'eau réservoir biologique	Long. (km)
RESBIO_412	53	FRGR0519b	L' Usure	13,1
RESBIO_414	44 49	FRGR0522	Les ruisseaux des Nymphes, Nymphae, du Mesnil, du Merdereau, du Pihambert, des Bois André et Hubert, de la Houssaudière et ses affluents	186,42
RESBIO_381	49	FRGR0505b	L'Oudon	18,55
RESBIO_413	49 53	FRGR0520	L'Hiere	14,96

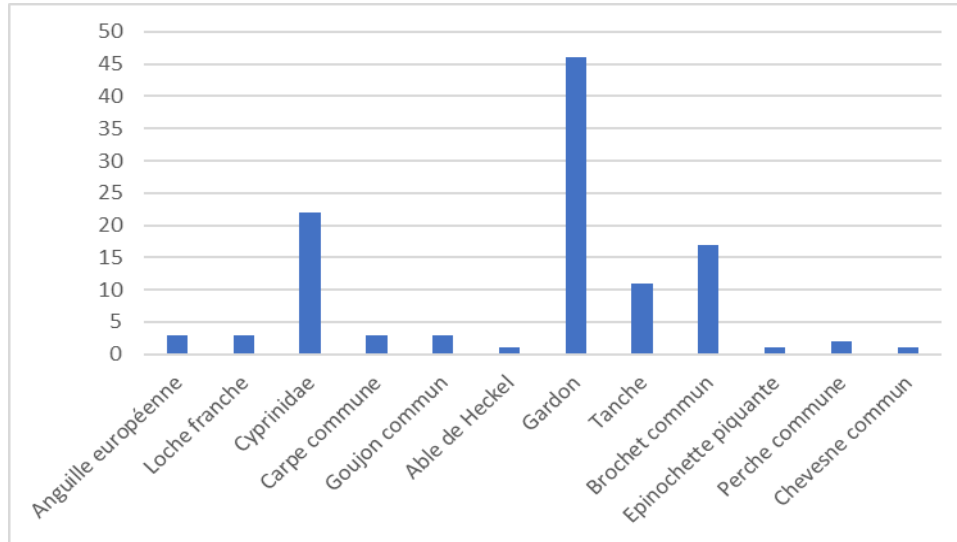
Carte 19 : Carte des cours d'eau réservoirs biologiques



4.3.3 Données d'inventaire de peuplements piscicoles des cours d'eau réservoir biologique

L'Usure : D'après la pêche électrique de l'Usure à Niaflès, le contexte piscicole est constitué de Brochet, de Gardon, d'anguille mais aussi d'espèces d'eaux vives comme le Vairon et la Loche Franche.

Graphe 20 : Pêche électrique de l' Usure à Niaflès



La Verzée : Les données piscicoles récentes (2020) montrent la dominance du gardon, de la loche franche et du goujon (de préoccupation mineure sur la liste rouge des espèces menacées). D'autres espèces patrimoniales comme l'anguille européenne (grand migrateur, en danger critique d'extinction sur la liste rouge nationale) ainsi que la lamproie de planer et le chevesne commun (de préoccupation mineure) sont présentes en plus petite quantité ainsi que d'autres espèces non patrimoniales. Plusieurs espèces exotiques envahissantes (perche soleil, grémille) et chez les crustacés (écrevisse américaine).

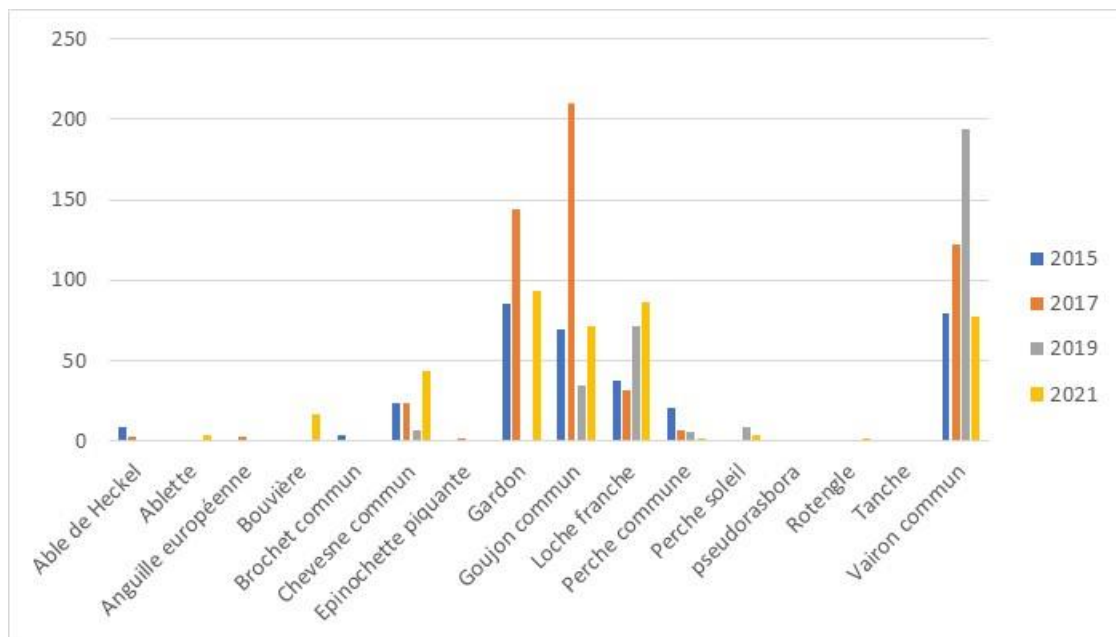
Graphe 21 : diversité piscicole sur la Verzée le 20/07/2020



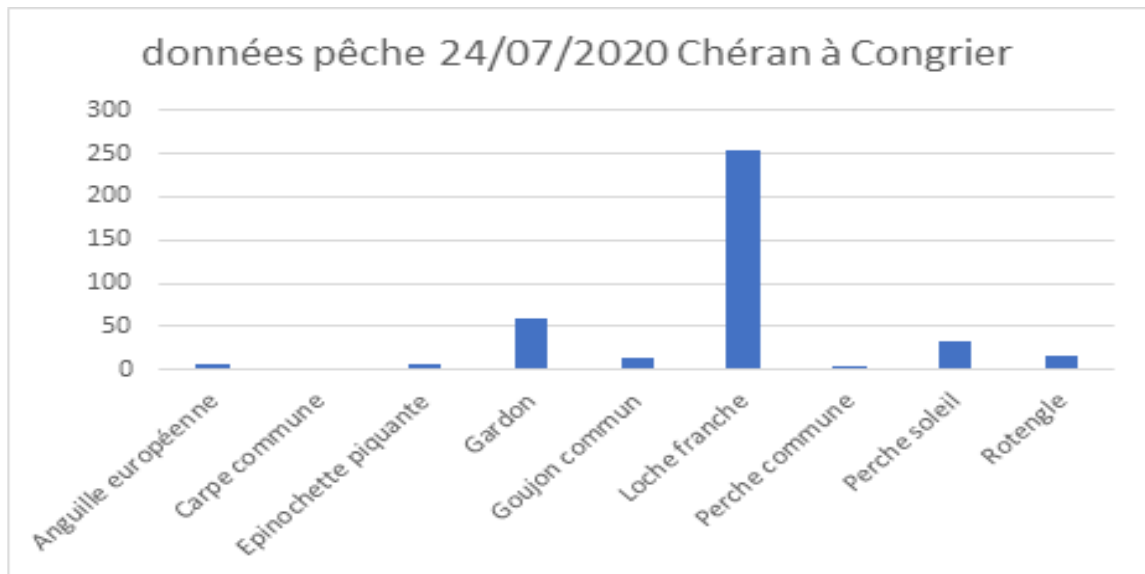
L'Hière : à Chérance, 4 pêches réalisées récemment entre mi-mai et début juin permettent d'observer l'évolution de la diversité et de l'abondance des espèces :

- Les anguilles et brochet commun, peu nombreux en 2015 et 2017, sont absents en 2019 et 2020 ;
- **La loche franche, le vairon commun, le gardon, le goujon et le chevesne restent les espèces les plus représentées ;**
- L'abondance de la perche commune diminue contrairement à celle de la perche soleil.

Graphe 22 : Diversité piscicole de l'Hière à Chérance entre 2015 et 2021

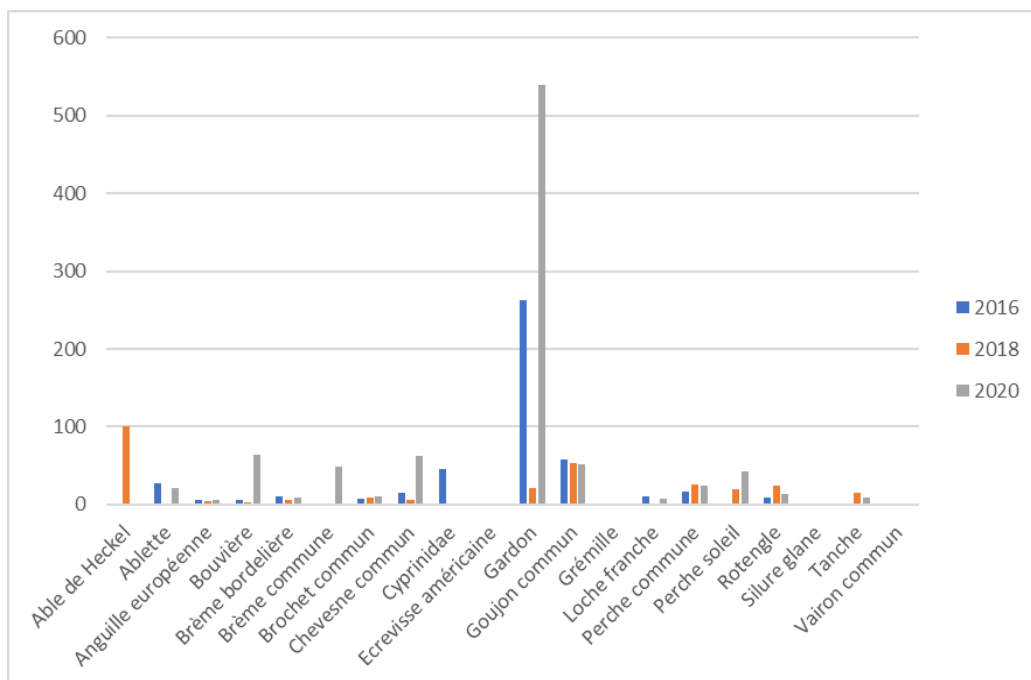


Sur le **Chéran à Congrier** (en amont du bassin), les données piscicoles récentes (24/07/2020) confirment la nécessité de prendre en compte **la loche franche** qui est la plus exigeante des espèces en présence en termes de débit et la plus abondante. À noter que cette pêche était réalisée alors que selon le réseau ONDE, l'écoulement était caractérisé de visible faible depuis le mois de mai 2020 (cf. volet hydrologie).

Graphe 23 : Pêche électrique du 24/07/2020 sur le Chéran à Congrier

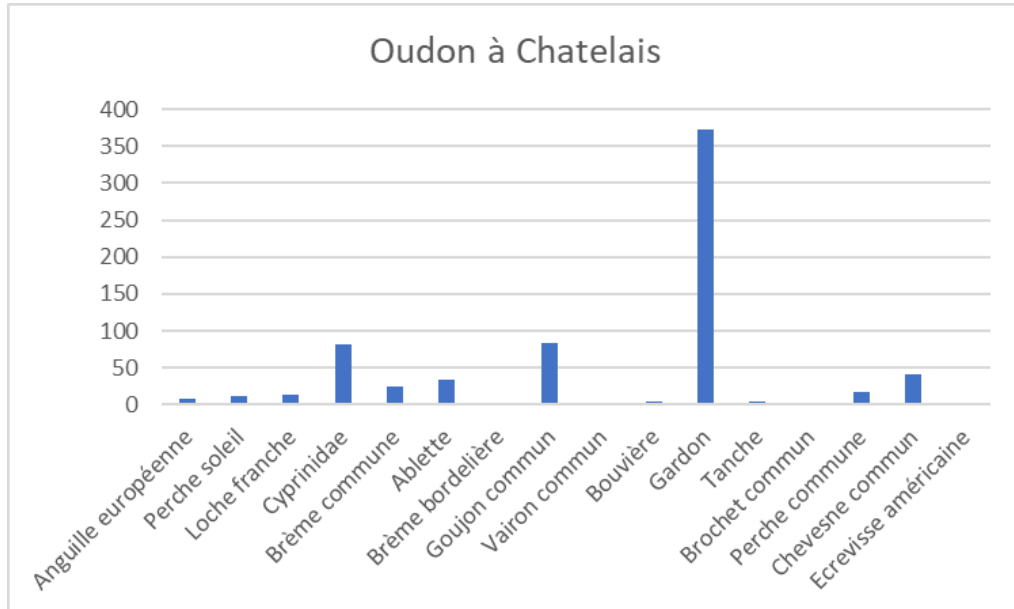
Oudon amont : à Cossé, les 3 pêches réalisées en 2016, 2018 et 2020 montrent :

- La présence d'anguille en faible quantité ;
- Un contexte intermédiaire avec la présence d'espèces d'eaux vives comme le Goujon, le Vairon et la Loche Franche, en faible abondance, ainsi que la présence d'autres cyprinidés, moins exigeantes en termes de débit.

Graphe 24 : diversité piscicole sur l'Oudon à Cossé le vivien

Oudon moyen : à Châtellais, la pêche électrique du 24/6/20 a montré un contexte intermédiaire avec la présence de Loche Franche et de Vairon, mais aussi d'anguilles, de gardon de chevesne et de cyprinidae.

Graphe 25 : diversité piscicole sur l'Oudon à Châtellais

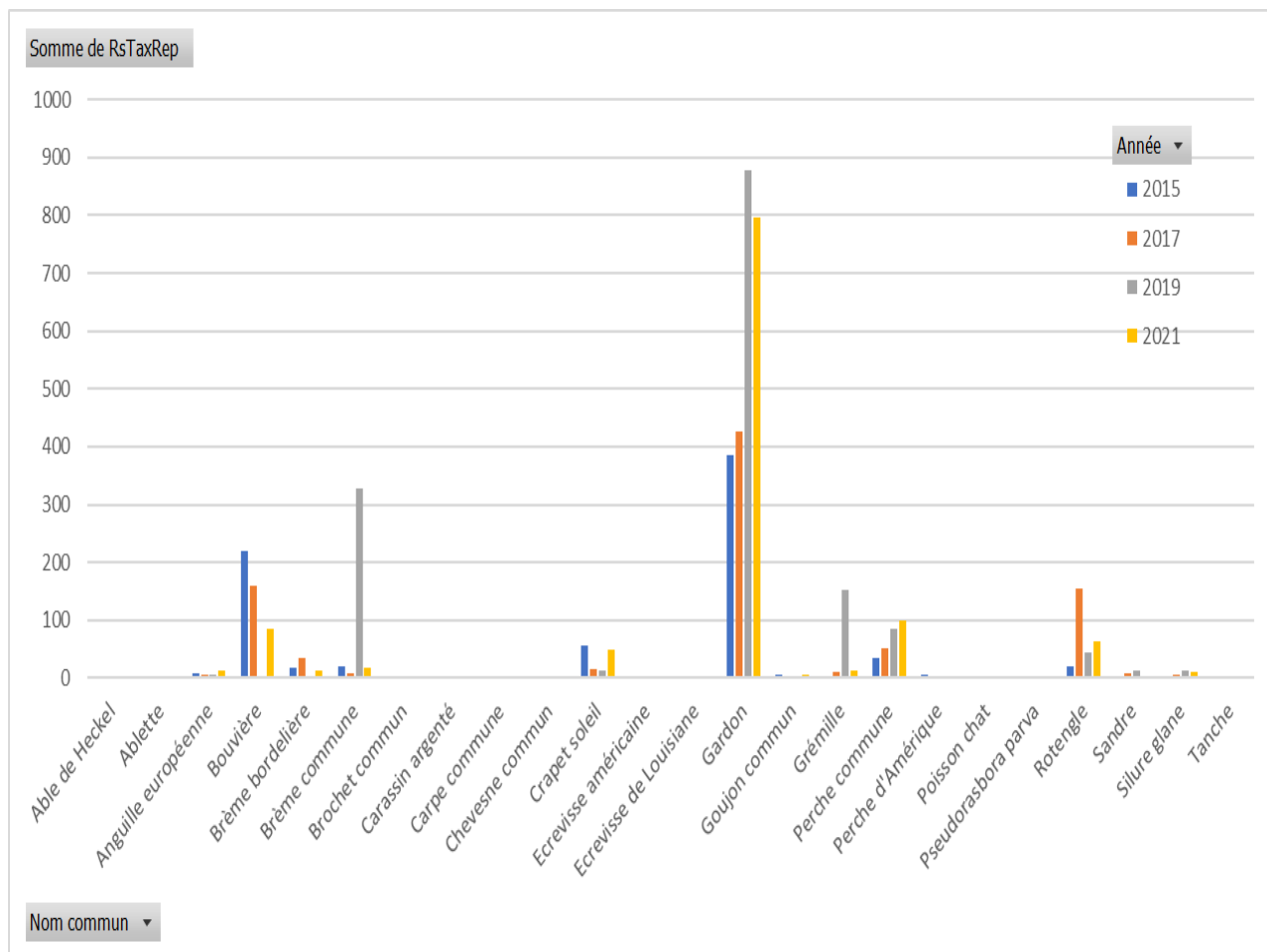


Sur l'Oudon à Craon, aucune donnée piscicole récente n'est disponible.

Oudon aval : à Andigné, 4 pêches réalisées entre mi-septembre et fin octobre montrent :

- La présence d'anguille en faible abondance et de la Bouvière (préoccupation mineure);
- La **dominance du Gardon** sur les 4 pêches ;
- Nombreuses espèces indésirables en faible quantité : silure glane, grémille, perche soleil, écrevisse américaine et de Louisiane.

Graphe 26 : diversité piscicole sur l'Oudon à Andigné entre 2015 et 2021



Argos à Saint-Gemmes d'Andigné : les pêches électriques réalisées en 2015 et 2021 indiquent la présence d'espèces d'eaux vives comme la Vairon, le Goujon, la Loche Franche et le Chevesne. Ainsi que d'autres espèces comme le chabot l'anguille, la Bouvière.

Sur l'Araize, les pêches électriques antérieures à 2015 ont montré la présence des espèces Loche franche, Vairon, Goujon et Perche. Aucune donnée piscicole récente n'a été recensée

4.4 ACTUALISATION DES DÉBITS BIOLOGIQUES

4.4.1 Débit plancher en période de basses eaux

L'étude des volumes prélevables réalisée en 2015 comprend, dans le rapport « phases 3-4 », le chapitre décrivant la méthode et les résultats de détermination des débit biologiques :

- Débit plancher en période de basses eaux ;
- Débit plancher en période de hautes eaux.

Lors du déroulement de l'étude EVP215, la détermination des débits biologiques fait l'objet d'un groupe de travail dédié réuni par la CLE du SAGE de l'Oudon. Les référents experts sur les problématiques des milieux aquatiques du bassin de l'Oudon (fédération de pêche, OFB, syndicats de rivière...) ont validé le travail présenté dans le rapport final.

L'expertise réalisée dans le cadre de l'étude vise à vérifier si les conditions d'application ont bien été respectées et évaluer si les valeurs de débit déterminées en 2015 sont encore applicables en 2023.

4.4.1.1 *Applicabilité de la méthode Estimhab*

Développée par le laboratoire d'hydroécologie quantitative de l'IRSTEA de Lyon, la méthode ESTIMHAB est une méthode dite des « micro habitats », qui croisent l'évolution des caractéristiques hydrauliques avec les préférences biologiques d'espèces à différents stades de développement ou de groupes d'espèces. Il s'agit d'une méthode simplifiée d'évaluation de la valeur des habitats piscicoles et de son évolution en fonction des débits des cours d'eau. Le protocole ESTIMHAB se base sur la géométrie hydraulique du cours d'eau (lois hauteur-débit, largeur-débit) et les courbes de préférence d'un certain nombre d'espèces piscicoles dites « repères ». Il prédit l'évolution de la qualité de l'habitat (variant entre 0 et 1), ou d'une surface pondérée utile (SPU) (note de qualité de l'habitat * surface du tronçon) en fonction du débit des cours d'eau.

Deux approches sont possibles dans le modèle ESTIMHAB : par espèce ou par guildes. Les guildes regroupent les espèces qui ont en commun des préférences d'habitats. Les espèces et les guildes repères sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 21 : Approche par espèce vs par guildes du protocole Estimhab

Approche par espèce	Approche par guildes
Traite fario adulte et juvénile	Guilde radier : loche franche, chabot, barbeau < 9 cm
Barbeau fluviatile adulte	
Chabot adulte	Guilde chenal : barbeau > 9 cm, blageon > 8cm
Goujon adulte	
Loche franche adulte	Guilde mouille : anguille, perche soleil, perche, gardon, chevesne > 17cm
Vairon adulte	
Saumon atlantique	Guilde berge : goujon, blageon < 8 cm, chevesne < 17cm, vairon
Ombre commun	

Cette méthode n'est applicable que dans certaines conditions : les conditions d'application sont précisées en suivant.

Figure 27 : Champ d'application de la méthode Estimhab (source : PAT-biodiv OFB)

CHAMPS D'APPLICATION

DOMAINE DE VALIDITÉ PHYSIQUE

- Cours d'eau de climat tempérés à morphologie naturelle ou peu modifiée de pente < 5 %
- Eviter les tronçons dont plus de 40 % de la surface est hydrauliquement influencée par des seuils, enrochements, épis, ...
- Méthodes délicates à utiliser sur des contextes morphologiques modifiés (secteur à hydrologie régulée, secteur hydraulique chenalisé et/ou mise en bief, secteur rectifié, ...)

DOMAINE DE VALIDITÉ BIOLOGIQUE

Pertinence du modèle biologique mis en en cause lorsque la profondeur moyenne est > 2 m

- Méthode limitée vis-à-vis de certains stades de développement ou d'espèces, notamment ceux utilisant des habitats très particuliers et très spatialisés (reproduction, stades larvaires et jeunes alevins utilisant les zones de bordures).
- Les espèces adaptées au milieu lentique (ROT, GAR, ...) ne constituent pas des cibles biologiques pertinentes pour la définition d'un débit minimal, leur comportement de recherche de nourriture n'étant absolument pas lié aux conditions hydrauliques du milieu à l'inverse des cyprinidés rhéophiles (BAF, SPI, BLN, ...)

INTERPRÉTATION DES COURBES

- Il est préférable d'interpréter la partie de la courbe « bas à moyens débits » (Vitesse < 1 m/s et H < 1,5 m)
- Les valeurs de débits obtenues ne représentent en aucun cas des valeurs « magiques » et constituent seulement un support d'analyse pour comparer des scénarios de gestion en termes d'habitat

PRISE EN COMPTE DU CONTEXTE ET DES OBJECTIFS

- L'interprétation des résultats doit se faire aux dépens des objectifs de gestion et du contexte socio-économique
- Prise en compte du contexte global du cours d'eau (amont, aval, connexions, ...)
- Prise en compte du contexte hydrologique annuel et des dynamiques des populations (connaissance de l'hydrologie naturelle et artificielle de la rivière, ...)

APPLICATION

- Outil d'aide à la détermination du débit minimal dans le cadre d'un projet hydroélectrique qui vient compléter l'approche par le régime réservé

Les fichiers de calcul utilisés pour chacune des 5 stations ont permis de vérifier les conditions d'application de la méthode.

Les 5 stations qui ont été retenues et validées ont une morphologie peu modifiée, une pente inférieure à 5%. L'interprétation des courbes se fait bien pour des valeurs de vitesse inférieures à 1 m/s et hauteurs d'eau inférieures à 1.5m. Dans les deux tableaux suivants, les cases colorées en vert indiquent un respect des conditions d'application. Les cases en rose ne les respectent pas.

Le premier tableau concerne les conditions d'application lors de l'étude EVP 2015. Le tableau suivant intègre les débits mis à jour au vu des données récentes.

Tableau 22 : Champ d'application d'Estimhab avec les débits de l'étude EVP 2015

	LOUDON cossé le vivien mesuré actuel	LOUDON craon la puce	CHERAN Boissière	ARAIZE foucheraie	VERZEE Bourgdire
Applicabilité / gamme de simulation par espèces					
validité Q50 2015 (0.2 à 13.10 m ³ /s)	0.682	1.15	0.264	0.299	0.752
largeur à Q50 (5.15 à 39.05m)	6.35	9.84	4.84	5.25	9.65
hauteur à Q 50 (0.18 à 1.45 m)	0.42	0.6	0.39	0.37	0.65
substrat D50 (0.02 à 0.64)	0.13	0.06	0.05	0.11	0.13
Applicabilité / gamme de simulation par guildes					
validité Q50 (1 à 152 m ³ /s)	0.682	1.15	0.264	0.299	0.752
largeur à Q50 (7 à 139 m)	6.35	9.84	4.84	5.25	9.65
hauteur à Q 50 (0.25 à 2.25 m)	0.13	0.06	0.05	0.11	0.13
substrat D50 (0.01 à 0.33)	0.13	0.06	0.05	0.11	0.13
Choix des débits Q1 et Q2					
Q2 avril 2014	1.188	1.4	0.114	0.28	0.691
Q1 juin 2014	0.082	0.286	0.012	0.036	0.447
Q2-2Q1 >0?	1.024	0.828	0.09	0.208	-0.203
Q1/10	0.008	0.029	0.001	0.004	0.045
5 Q2	5.94	7	0.57	1.4	3.455
Q1/10 < Q50 < 5 Q2 ?	0.682	1.15	0.264	0.299	0.752

Tableau 23 : Champ d'application d' Estimhab avec les débits actualisés de la présente étude

	OUDON cossé le vivien	OUDON craon la puce	CHERAN Boissière	ARAIZE foucheraie	VERZEE Bourgdire
Applicabilité / gamme de simulation par espèces					
validité Q50 2022 (0.2 à 13.10 m3/s)	0.313	0.701	0.121	0.135	0.364
largeur à Q50 (5.15 à 39.05m)	6.06	9.7	4.46	4.72	9.17
hauteur à Q 50 (0.18 à 1.45 m)	0.35	0.56	0.29	0.27	0.48
substrat D50 (0.02 à 0.64)	0.13	0.06	0.05	0.11	0.13
Applicabilité / gamme de simulation par guildes					
validité Q50 (1 à 152 m3/s)	0.313	0.701	0.121	0.135	0.364
largeur à Q50 (7 à 139 m)	6.09	9.7	4.46	4.72	9.65
hauteur à Q 50 (0.25 à 2.25 m)	0.35	0.56	0.29	0.27	0.13
substrat D50 (0.01 à 0.33)	0.13	0.06	0.05	0.11	0.13
Choix des débits Q1 et Q2					
Q2 avril 2014	1.188	1.4	0.114	0.28	0.691
Q1 juin 2014	0.082	0.286	0.012	0.036	0.447
Q2-2Q1 >0?	1.024	0.828	0.09	0.208	-0.203
Q1/10	0.008	0.029	0.001	0.004	0.045
5 Q2	5.94	7	0.57	1.4	3.455
Q1/10 < Q50 < 5 Q2 ?	0.313	0.701	0.121	0.135	0.364

En ce qui concerne les débits auxquels ont été réalisés les campagnes, le débit de hautes eaux est bien supérieur à 2 fois le débit de basses eaux, à l'exception de la Verzée. Sur cette station, il avait été établi que les débits étaient suffisamment contrastés pour pouvoir obtenir des résultats valorisables et une attention particulière a été portée aux débits biologiques retenus sur ce bassin versant compte tenu de ces éléments.

D'après la vérification des conditions d'application **avec les débits naturels reconstitués de l'étude EVP 2015 (chronique 2000 – 2011)** la simulation par espèces était applicable aux 5 stations selon tous les critères, **à l'exception en toute rigueur de la station du Chéran, le critère largeur à Q50 étant légèrement inférieure à la limite.**

La simulation par guildes n'est applicable pour aucune station.

Avec les débits désinfluencés actualisés de l'étude (chronique 2003 – 2022 résultats du volet H actualisé), après échange entre les services de l'État et l'OFB (avis du 2 novembre 2023), la simulation par espèces est considérée applicable pour les 5 stations. En effet, même si les gammes dites d'applicabilité correspondent aux gammes de débit pour lesquelles le modèle EVHA a permis de construire les courbes Estimhab, les experts considèrent que ces courbes peuvent rester applicables en dehors de ces gammes.

La simulation par guildes n'est applicable pour aucune station : **courbes guildes chenel et radier à ne pas prendre en compte**

4.4.1.2 Évolution des peuplements piscicoles des secteurs Estimhab

En ce qui concerne les espèces et guildes, il avait été décidé suite à la note méthodologique soumise le 19/11/2014 (étude EVP 2015) aux représentants des fédérations de pêche, des syndicats de rivière, de l'ONEMA et de la DREAL, de retenir pour l'ensemble des sites où a été déployée le protocole Estimhab :

- les espèces loche franche adulte et le vairon adulte ;
- les guides berges et chenal.

D'après **les données piscicoles plus récentes (cf. paragraphe précédent sur le données d'inventaires piscicoles et les réservoirs biologiques), sur l'Oudon amont, l'Hière et la Verzée, c'est toujours la loche franche et le vairon qui sont les espèces les plus exigeantes et demeurent les espèces cibles les plus pertinentes.**

Il est préférable de considérer les courbes correspondant à **la loche franche et le vairon** plutôt que celle des guildes au vu de l'applicabilité des gammes de simulation.

Lors de la réunion du 29/11/2022 avec l'OFB 53 et 49, la DDT 49 et 53, la DREAL et le syndicat de l'Oudon, où se posait la question de la validité de l'étude 2015, il a été admis que l'hydromorphologie des cours d'eau de l'étude évolue peu d'une année sur l'autre. **Par conséquent les micro habitats présents sur les tronçons de cours d'eau étudiés sont considérés comme quasi constants.**

Pour cette raison, les graphiques de surface pondérée utile en fonction du débit ont été actualisées en mettant à jour les référentiels applicables et les références aux fréquences d'observation de débit naturel.

4.4.1.3 Actualisation des courbes de la méthode Estimhab

Le guide sur les analyses HMUC paru après 2021 recommande l'utilisation d'autres termes que ceux utilisés dans l'étude de 2015 (débits minimum biologiques, débits planchers, débits critiques) :

- Débit biologique : débit dans le lit d'un cours d'eau permettant le bon fonctionnement général des communautés vivantes aquatiques situées sur le bassin versant amont ;
- Débit écologique : intègre au débit « biologique » les objectifs supplémentaires de bon état des eaux (physicochimie...).

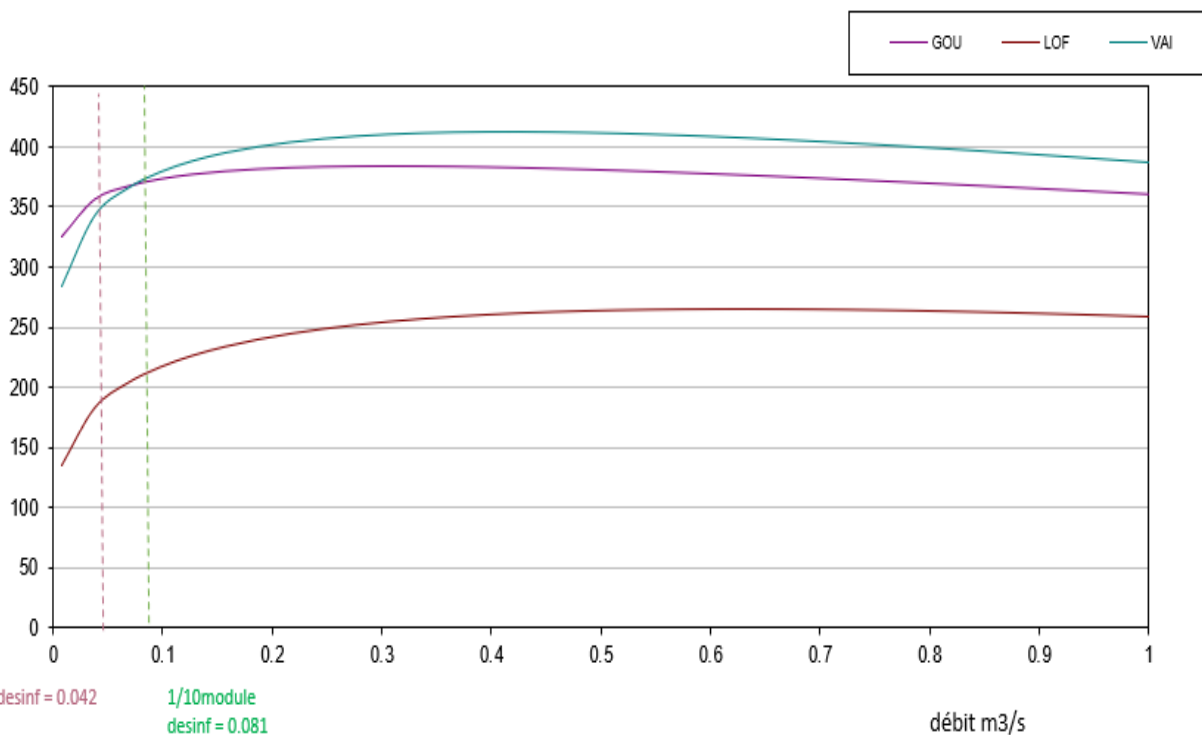
La notion de débit minimum biologique étant une valeur rattachée à un ouvrage et au tronçon situé directement en aval n'est donc pas adaptée ici .

L'évaluation des débits biologique ou écologique porte sur l'ensemble du cycle hydrologique (période de basses eaux et hors période de basses eaux), sans négliger les saisons intermédiaires. Pour autant les courbes de préférence de la méthode Estimhab ont été établies pour chaque espèce à partir de données statistiques établies sur des gammes de bas débits. De fait les résultats obtenus sont peu pertinents pour les hautes eaux. La période considérée ici est la période avril – octobre.

Les éléments suivants sont basés sur la mise à jour des courbes reliant les débits (en abscisse) aux Surfaces Pondérées Utiles (en ordonnée) selon la méthode Estimhab, d'après les données terrain relevées en 2015. Il s'agit de surfaces correspondant aux préférences d'habitat de l'espèce considérée.

4.4.1.3.1 Oudon à Cossé

Graphe 28 : Surface pondérée utile en fonction du débit à la station de l'Oudon à Cossé



QMNA5 desinf = 0.042

1/10module
desinf = 0.081

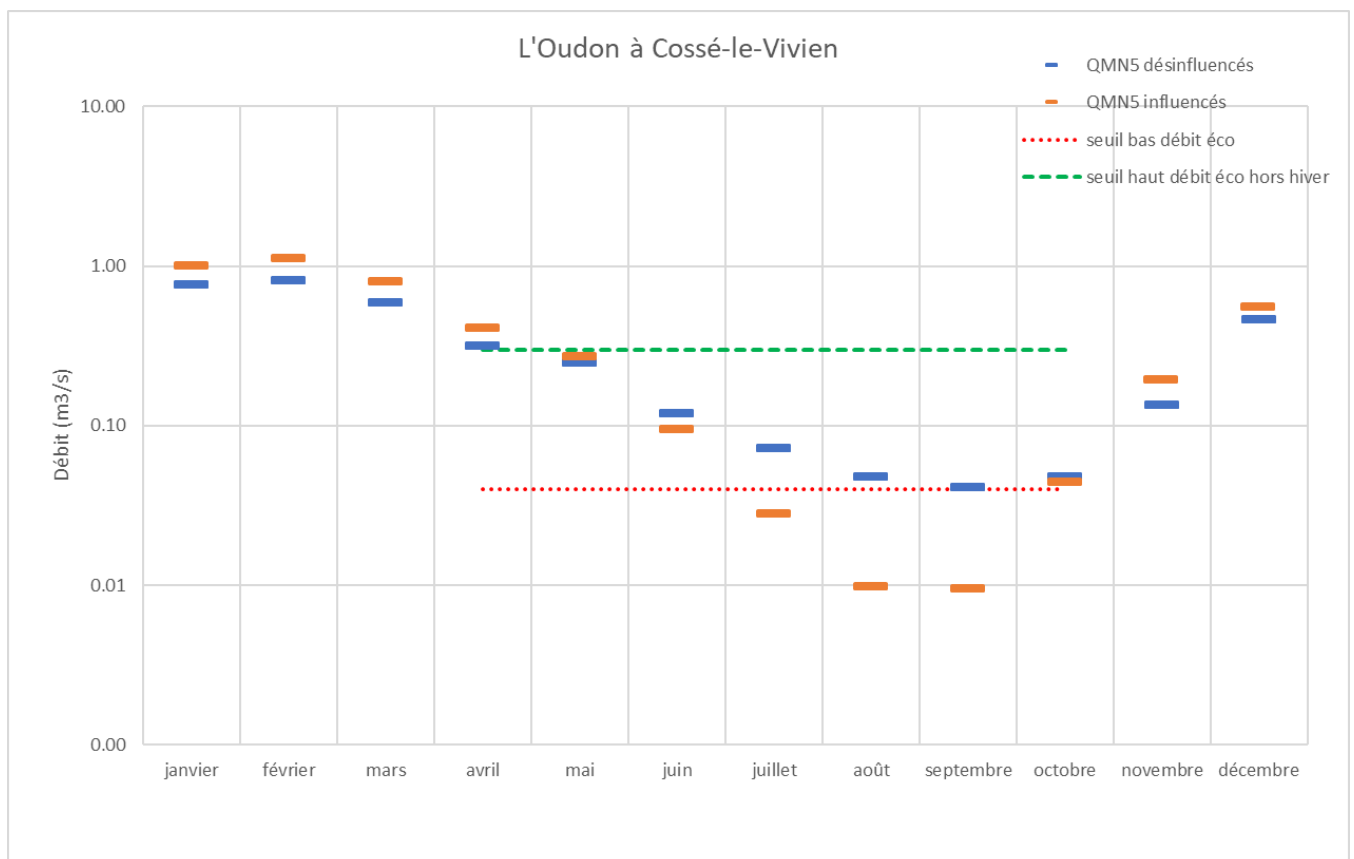
débit m³/s

VRIER 2024

Au vu de ces courbes, la première inflexion observée pour les 3 courbes correspond à un débit de $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$. Le 2^{ème} point d'inflexion est moins évident, compris entre $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ en ce qui concerne la courbe du Goujon, $0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le Vairon et $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en ce qui concerne la courbe de la Loche Franche. Le Vairon n'étant pas présent sur les 3 dernières pêches et la Loche Franche en très faible quantité, il semble plus réaliste de considérer la valeur de $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$. À noter que d'après les observations de terrain, SAFEGE avait estimé le débit optimal à $0,09 \text{ m}^3/\text{s}$, qui est légèrement supérieur au 1/10 du module désinfluencé.

Valeur 2015	Valeur 2023
Débit médian (Q50) : $0,682 \text{ m}^3/\text{s}$	Débit médian (Q50) : $0,313 \text{ m}^3/\text{s}$
Débit biologique optimal $0,09 \text{ m}^3/\text{s}$	Plage de débit biologique : Seuil haut : $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ d'après courbes Seuil bas : $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$
Débit biologique critique $0,055 \text{ m}^3/\text{s}$	

Graphe 29 : représentation des débits biologiques proposés pour l'Oudon à Cossé au regard des débits mensuels quinquennaux désinfluencés (échelle logarithmique)



La période de reproduction pour ces 3 espèces (goujon, loche franche et vairon) s'étend d'avril à juillet. Sur cette période, le QMNS désinfluencé le plus faible est celui du mois de juillet : $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$. Au vu des débits mensuels quinquennaux désinfluencés et pour permettre la migration préalable à la reproduction dans des bonnes conditions il est proposé de considérer les valeurs suivantes de plages de débit écologique :

- gamme de $0,3$ à $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$ sur la période d'avril à juillet ;
- gamme de $0,04$ à $0,07 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la période d'août à octobre.

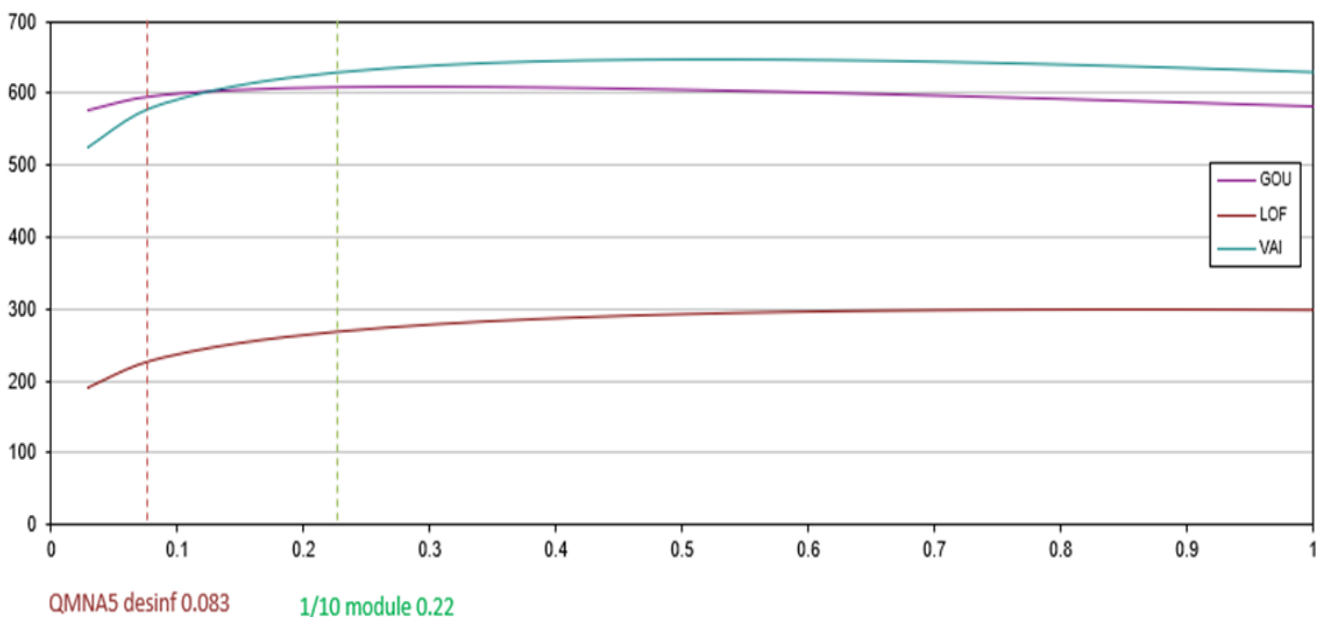
Pour la période hivernale (novembre à mars), il est important de permettre au milieu de recevoir des crues de fréquence, intensité et durée suffisamment élevées pour permettre :

- la connexion de zones humides riveraines ;
- le déclenchement de migrations piscicoles ;
- le décolmatage des substrats et donc l'apport d'oxygène pour les larves d'invertébrés.

Des investigations de terrain supplémentaires, non prévues dans le cadre du présent marché sont nécessaires pour pouvoir estimer les débits écologiques en période hivernale.

4.4.1.3.2 Oudon à Craon

Graphe 30 : surface pondérée utile en fonction du débit à la station de l'Oudon à Craon

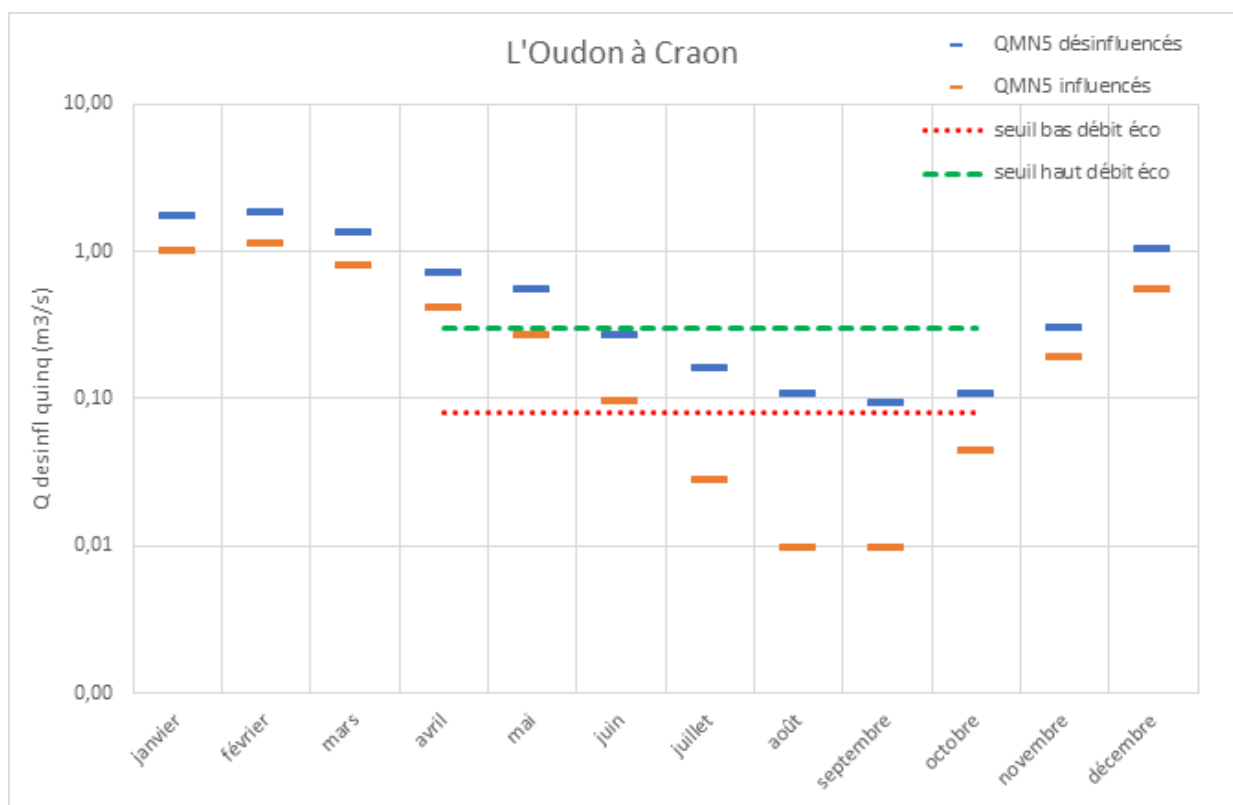


D'après les courbes du Vairon et de la Loche Franche, le premier point d'inflexion s'observe vers $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui est proche du QMNS désinfluencé.

Le 2^e point d'inflexion n'est pas net : 0,5 m³/s pour le vairon, 0,7 m³/s pour la Loche franche, 0,3 m³/s pour le Goujon. À noter les considérations hydromorphologiques de SAFEGE pour le débit biologique optimal alentour de 0,115 m³/s.

Valeur 2015	Valeur 2023
Débit médian (Q50) : 1,15 m ³ /s	Débit médian (Q50) : 0,70 m ³ /s
Débit biologique optimal : 0,115 m ³ /s	Plage de débit : Seuil haut : 0,3 m ³ /s d'après courbe, (0,115 m ³ /s d'après observation de terrain SAFEGE) Seuil bas : 0,08 m ³ /s
Débit biologique critique : 0,07 m ³ /s	

Graphe 31 : représentation de la plage de débits biologiques proposés pour l'Oudon à Craon au regard des débits mensuels quinquennaux désinfluencés (échelle logarithmique)



La période de reproduction pour ces 3 espèces (goujon, loche franche et vairon) s'étend d'avril à juillet. Au vu des débits mensuels quinquennaux désinfluencés et pour permettre la migration

préalable à la reproduction dans des bonnes conditions il est préconisé de considérer les valeurs suivantes des plages de débit écologique :

- 0,3 à 0,16 m³/s sur la période d'avril à juillet ;
- 0,08 à 0,16 m³/s pour la période d'août à octobre.

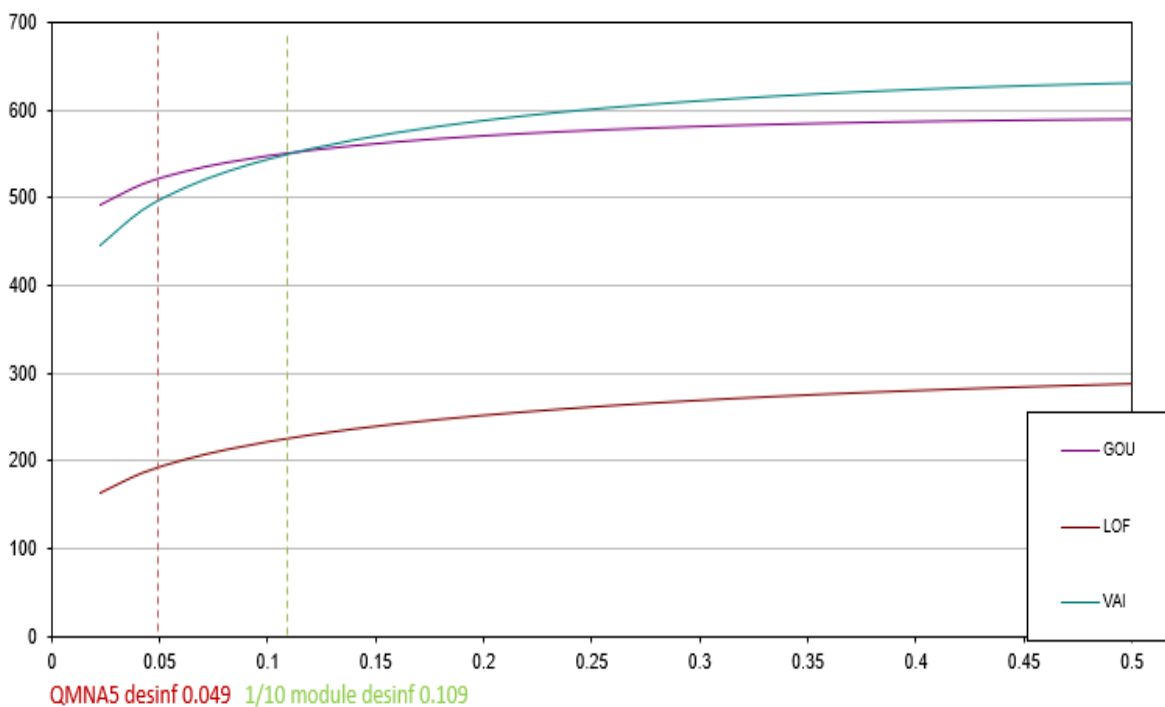
Pour la période hivernale (novembre à mars), il est important de permettre au milieu de recevoir des crues de fréquence, intensité et durée suffisamment élevées pour permettre :

- la connexion de zones humides riveraines ;
- le déclenchement de migrations piscicoles ;
- le décolmatage des substrats et donc l'apport d'oxygène pour les larves d'invertébrés.

Des investigations de terrain supplémentaires, non prévues dans le cadre du présent marché sont nécessaires pour pouvoir estimer les débits écologiques en période hivernale.

4.4.1.3.3 Verzée à Bourg d'Ire

Graphe 32 : : surface pondérée utile en fonction du débit à la station de la Verzée

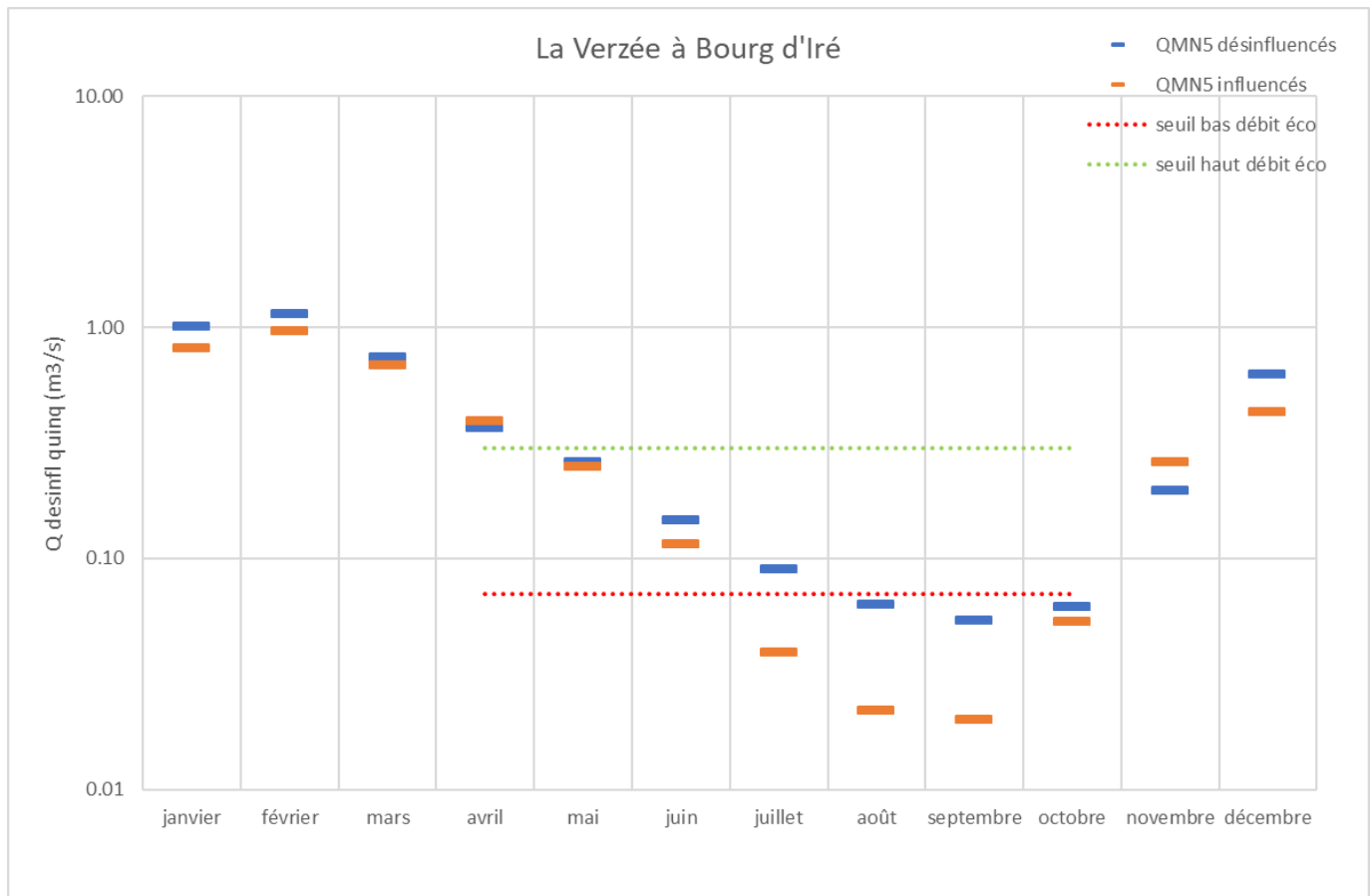


Le premier point d'inflexion se rencontre vers 0,07 m³/s pour la courbe de la loche franche et 0,05 m³/s pour les deux autres. On conserve donc la valeur supérieure de 0,07 m³/s.

Il n'y a pas de 2ème point d'inflexion évident sur les 3 courbes, on peut considérer qu'à partir de 0,3 m³/s la pente évolue peu pour les trois courbes.

Valeur 2015	Valeur 2023
Débit médian (Q50) : 0,752 m ³ /s	Débit médian (Q50) : 0,364 m ³ /s
Débit biologique optimal : 0,1 m ³ /s	Plage de débit : Seuil haut : 0,3 m ³ /s Seuil bas : 0,07 m ³ /s
Débit biologique critique : 0,07 m ³ /s	

Graphe 33 : représentation de la plage de débits biologiques proposée pour la Verzée au regard des débits mensuels quinquennaux désinfluencés



La période de reproduction pour ces 3 espèces (goujon, loche franche et vairon) s'étend d'avril à juillet. Sur ce BV où sont présents de nombreux réservoirs biologiques, il est particulièrement important de maintenir des débits suffisants en période de reproduction c'est-à-dire au printemps. Le QMN5 de juillet est proche de 0,1 m³/s, celui d'avril de 0,4 m³/s. Au vu des débits mensuels quinquennaux désinfluencés et pour permettre la migration préalable à la reproduction dans des bonnes conditions il est préconisé de considérer les valeurs suivantes des plages de débit écologique :

- 0,4 à 0,1 m³/s sur la période d'avril à juillet ;
- 0,07 m³/s pour la période d'août à octobre.

Pour la période hivernale (novembre à mars), il est important de permettre au milieu de recevoir des crues de fréquence, intensité et durée suffisamment élevées pour permettre :

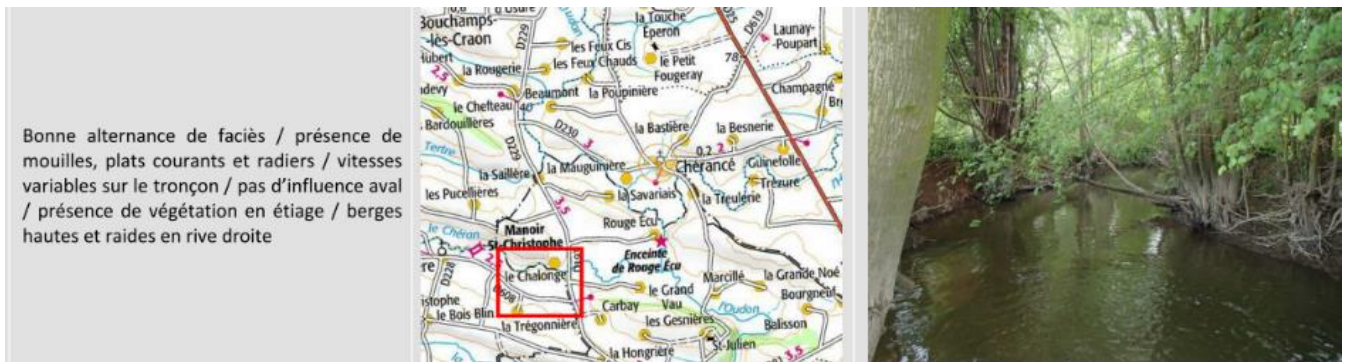
- la connexion de zones humides riveraines ;
- le déclenchement de migrations piscicoles ;
- le décolmatage des substrats et donc l'apport d'oxygène pour les larves d'invertébrés.

Des investigations de terrain supplémentaires, non prévues dans le cadre du présent marché sont nécessaires pour pouvoir estimer les débits écologiques en période hivernale.

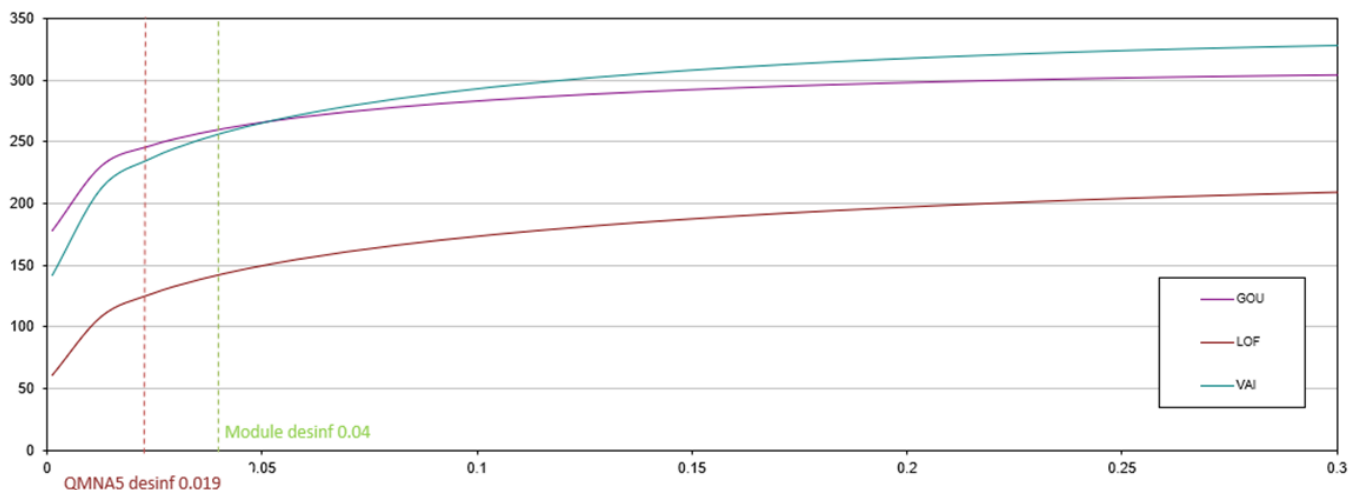
4.4.1.3.4 Chéran

Même si les conditions d'applicabilité ne sont pas strictement réunies, il a été décidé de réappliquer la méthode Estimhab dans la mesure où ces stations présentaient une bonne alternance de faciès.

Figure 34 : caractéristiques générales du site de la station Estimhab du Chéran (EVP 2015)



Graphe 31 : surface pondérée utile en fonction du débit à la station du Chéran



La première inflexion s'observe pour 0,015 m³/s.

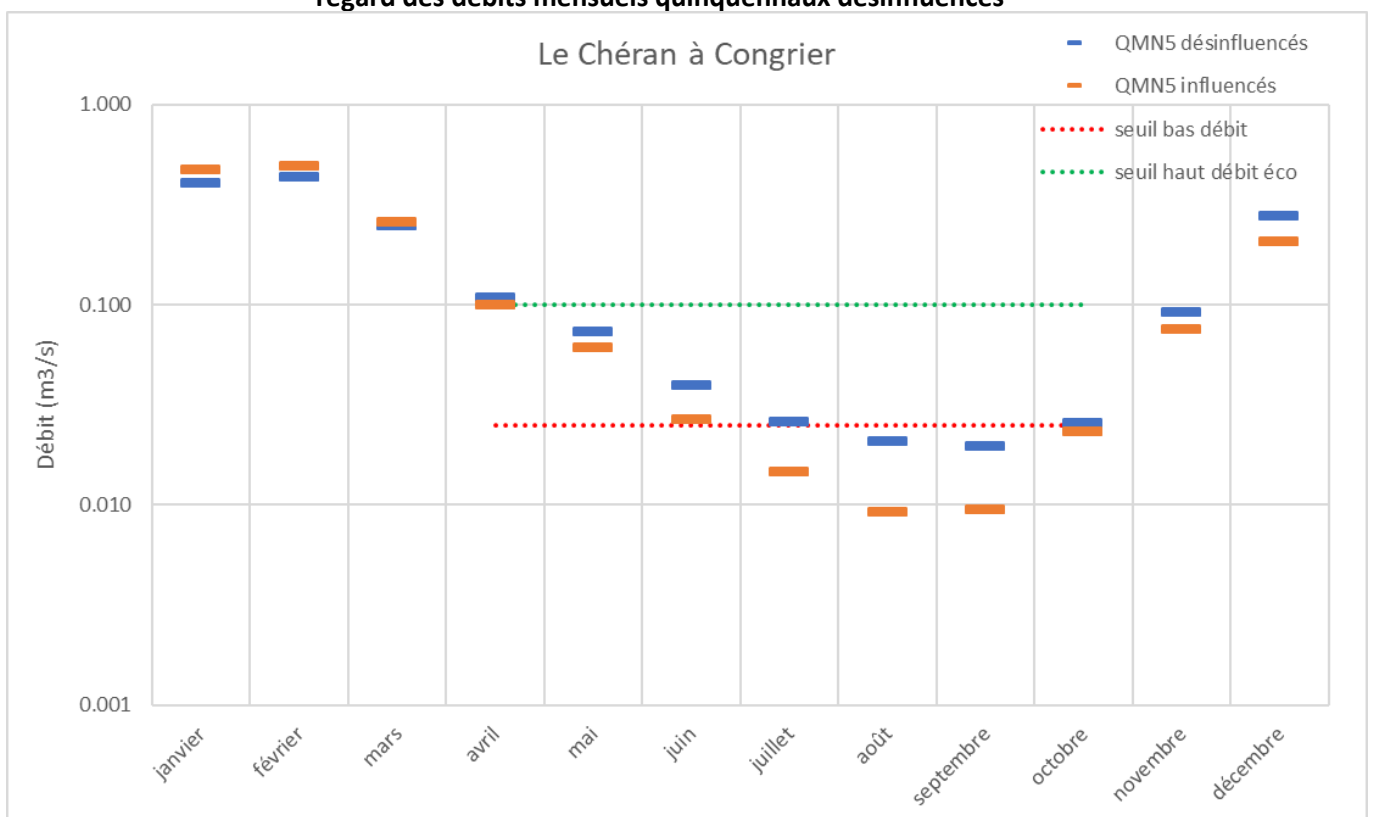
Entre 0 et 0,015 m³/s, la SPU augmente de 100% pour la Loche Franche le Goujon et de 55% pour le Vairon, de 30% pour le goujon.

À noter que, d'après les mesures de terrain réalisées en 2015, le débit de 0,015 m³/s ne permet pas une hauteur suffisante au niveau des radiers et interrompt la continuité écologique. Le débit 0,025 m³/s permet cette continuité et est donc proposé comme seuil bas.

Au-delà de 0,15 m³/s, la SPU augmente plus lentement pour le goujon que pour le Vairon et la loche franche, et pour les 3 espèces de plus en plus lentement. Pour un débit de 0,1 m³/s les SPU sont augmenté de 300% pour la Loche Franche, 140% le goujon et 200% pour le vairon. Au vu des données de débit désinfluencé ce débit est proposé comme seuil haut.

Valeur 2015	Valeur 2023
Débit médian (Q50) : 0.264 m ³ /s	Débit médian (Q50) : 0.121 m ³ /s
Débit biologique optimal : 0.045 m ³ /s	Plage de débit : Seuil haut : 0.1 m ³ /s Seuil bas : 0.025 m ³ /s
Débit biologique critique : 0.025 m ³ /s	

Graph 35 : représentation de la plage de débits biologiques proposés pour le Chéran au regard des débits mensuels quinquennaux désinfluencés



La période de reproduction pour ces 3 espèces (goujon, loche franche et vairon) s'étend d'avril à juillet. Sur le Chéran à Congrier, les écoulements estivaux sont généralement faibles. Le vairon est absent lors de la pêche de 2020. L'état écologique est mauvais en raison de la physico chimie et de la biologie. Au vu des débits mensuels quinquennaux désinfluencés et pour permettre la migration préalable à la reproduction des goujons et loches franches dans des bonnes conditions il est préconisé de considérer les valeurs suivantes des plages de débit écologique :

- 0.1 m³/s sur la période d'avril à juin ;
- 0.025 m³/s pour la période de juillet à octobre.

Pour la période hivernale (novembre à mars), il est important de permettre au milieu de recevoir des crues de fréquence, intensité et durée suffisamment élevées pour permettre :

- la connexion de zones humides riveraines ;
- le déclenchement de migrations piscicoles ;
- le décolmatage des substrats et donc l'apport d'oxygène pour les larves d'invertébrés.

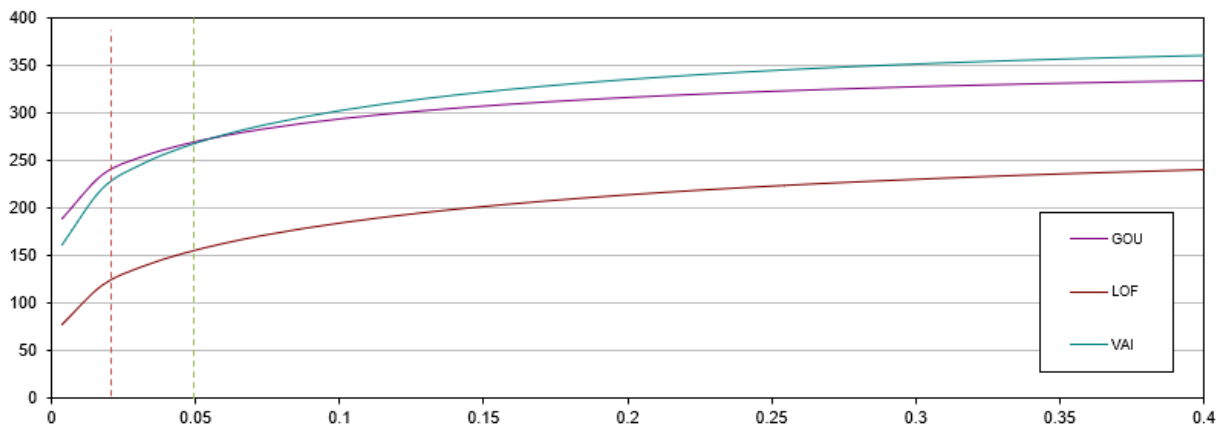
Des investigations de terrain supplémentaires, non prévues dans le cadre du présent marché sont nécessaires pour pouvoir estimer les débits écologiques en période hivernale.

4.4.1.3.5 Araize

Même si les conditions d'applicabilité ne sont pas strictement réunies, il a été décidé de réappliquer la méthode Estimhab dans la mesure où ces stations présentaient une bonne alternance de faciès.

Figure 36 : caractéristiques générales du site de la station Estimhab de l'Araize (EVP 2015)



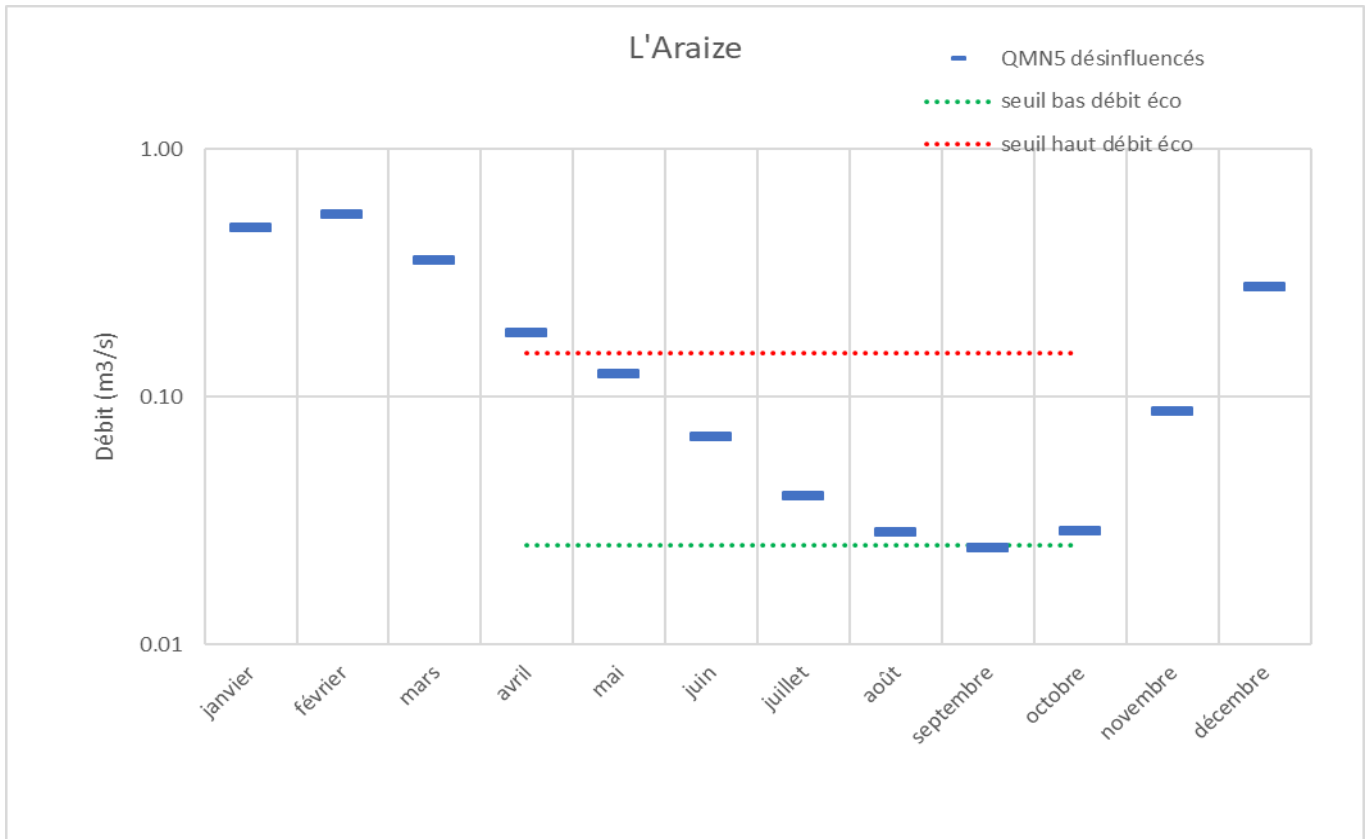
Graphe 37 : surface pondérée utile en fonction du débit à la station de l'Araize


QMNA5 desinf 0.022 1/10 module desinf 0.049

L'inflexion se trouve pour les 3 espèces au même débit à savoir 0.025 m³/s, qui est proche du QMNA5 désinfluencé. Elle correspond à un gain de SPU de 66% pour la loche franche, 25% pour le goujon et 30% pour le vairon.

Valeur 2015	Valeur 2023
Débit médian (Q50) : 0.299 m ³ /s	Débit médian (Q50) : 0.135 m ³ /s
Débit biologique optimal : 0.045 m ³ /s	Plage de débit : Seuil haut : 0.15 m ³ /s Seuil bas : 0.025 m ³ /s
Débit biologique critique : 0.03 m ³ /s	

Graphe 38 : représentation de la plage de débits biologiques proposés pour l'Araize au regard des débits mensuels quinquennaux désinfluencés



La période de reproduction pour ces 3 espèces (goujon, loche franche et vairon) s'étend d'avril à juillet. Sur cette station comme il n'y a pas de mesure de débit il n'y a pas de donnée de débit influencé. Le suivi des écoulements en aval du bassin de l'Araize a montré sur plusieurs années récentes des assècs prolongés. L'état écologique est moyen en raison de la physico chimie et de la biologie. Au vu des débits mensuels quinquennaux désinfluencés (issus de la modélisation GR6J) et pour permettre la migration préalable à la reproduction des goujons et loches franches dans des bonnes conditions il est préconisé de considérer les valeurs suivantes des plages de débit écologique :

- 0,1 à 0,15 m³/s sur la période d'avril à juillet ;
- 0,025 à 0,03 m³/s pour la période d'août à octobre.

Pour la période hivernale (novembre à mars), il est important de permettre au milieu de recevoir des crues de fréquence, intensité et durée suffisamment élevées pour permettre :

- la connexion de zones humides riveraines ;
- le déclenchement de migrations piscicoles ;
- le décolmatage des substrats et donc l'apport d'oxygène pour les larves d'invertébrés.

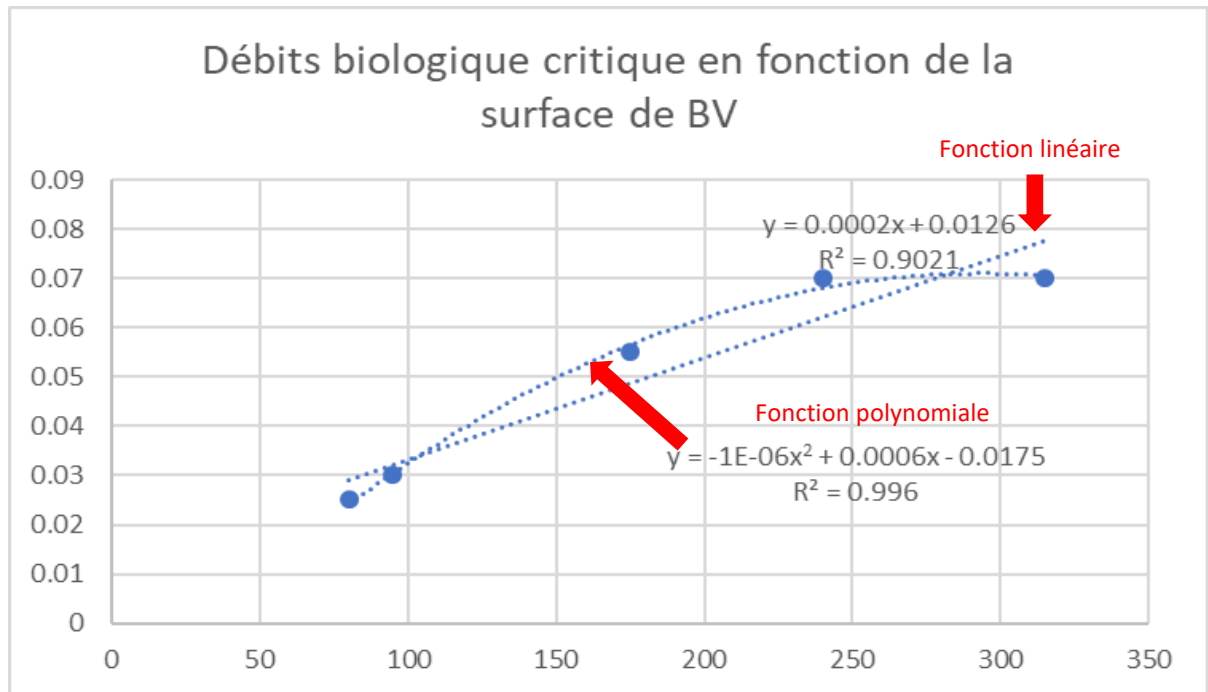
Des investigations de terrain supplémentaires, non prévues dans le cadre du présent marché sont nécessaires pour pouvoir estimer les débits écologiques en période hivernale.

4.4.1.4 évaluation des débits biologiques pour les UH sans Estimhab

Concernant la méthode d'extrapolation des DMB appliquée dans l'étude EVP 2015, pour les 6 UHs sans station :

- ⇒ **Débit Biologique Optimal** : le choix de caler la valeur sur le QMNA5 désinfluencé, n'est pas justifié par des données réelles d'évaluation biologique
- ⇒ **Débit Biologique Critique** : la fonction mathématique linéaire proportionnellement à la surface de BV drainé a un coefficient de corrélation de 0,9021.
Au vu des données disponibles une relation polynomiale aurait été mathématiquement plus adaptée, avec un coefficient de régression proche de l'unité (0,996) comme l'illustre le graphe suivant.

Graphe 39 : Fonctions appliquées pour l'extrapolation des débits biologiques critiques



L'extrapolation par une méthode mathématique des données de débits biologiques critiques a pour résultat des valeurs négatives pour le Misengrain, l'Oudon moyen et aval :

Tableau 24 : Résultats de Débits Biologiques Critiques obtenus par extrapolation

	surface km2	débit m3/s
misengrain	21	-0.005
usure	144	0.048
hière	154	0.051
argos	164	0.054
oudon moyen	1314	-0.956
oudon aval	1487	-1.336

Indépendamment de ces résultats, les avis des experts environnementaux consultés (dont les représentants de l'OFB sept. 2023) sont consensuels sur le constat qu'il n'y a pas de méthode justifiée sur le plan scientifique permettant de transposer les valeurs de débits biologiques d'un cours d'eau sur un cours d'eau voisin en considérant uniquement le critère des superficies de bassin versant.

La transposition peut s'envisager en hydrologie (*approche des modèles pluies débit*) car le débit d'un cours d'eau résulte du ruissellement et de l'infiltration des apports de pluviométrie dont l'importance est fonction de la superficie du bassin versant.

En revanche, la biologie d'un cours d'eau dépend des caractéristiques hydromorphologiques du cours d'eau fonctions non seulement des variables hydrologiques mais aussi de composantes géomorphologiques, physico chimiques, chimiques, complètement indépendantes de la surface de bassin versant. (*approche multifactorielle et multicritères*)

Les experts consultés considèrent que l'estimation du débit biologique d'un bassin versant par extrapolation des résultats Estimhab d'un bassin versant voisin n'est pas une méthode acceptable.

Cet avis négatif a été communiqué au groupe technique restreint de suivi de l'étude réuni le 7 février 2023, sur ce constat, la décision a été adoptée de procéder à une analyse multicritères comparative des 11 unités hydrologiques du bassins de l'Oudon par la mobilisation de toutes les données disponibles utiles pour la caractérisation de l'état des masses d'eau.

L'objectif recherché était dans un premier temps de réaliser des rapprochements des unités hydrologiques sans mesures Estimhab avec les UHs avec mesures Estimhab, pour dans un second temps effectuer une estimation du débit biologique sur la base d'une approche basée sur des équivalences d'indicateurs hydrologiques.

Une analyse multicritères a été réalisée afin de comparer les fonctionnement de bassins versants grâce aux données disponibles en matière de géologie, occupation du sol, suivi des écoulements, données qualité des cours d'eau, peuplements piscicoles et a été présenté en ateliers de concertation.

La réunion du comité de suivi de l'étude du 4 juillet 2023 a conclu sur la décision que les résultats de l'analyse multicritères ne pouvaient constituer une méthode alternative acceptable pour l'évaluation des débits biologiques des unités hydrologiques sans valeur Estimhab.

Lors de la réunion du groupe restreint du 31 octobre 2023, les services de l'Etat ont exprimé la nécessité de devoir faire réaliser les évaluations des débits biologiques par l'application d'une méthode parmi les 3 préconisées dans le guide HMUC de l'AELB (Estimhab, hydraulique, approche hydrologique).

L'avis des services de l'Etat a été acté par le comité de suivi de l'étude du 7 novembre 2023.

Un marché complémentaire de prestations d'étude est en cours de préparation pour une réalisation prévue dans le courant de l'année 2024.

4.4.2 Débit plancher et débit maximal en période de hautes eaux

Préambule :

Pour la période de hautes et moyennes eaux, l'analyse HMUC actuellement ne préconise pas l'estimation de débits biologiques. L'analyse doit prendre en compte les effets des différents scénarios de gestion de prélèvements hivernaux sur les métriques spécifiques relatives aux enjeux de la période hivernale (occurrences des débits morphogènes, des débits de décolmatage des substrats) sur la base d'une analyse hydrologique. Il convient également de prendre en compte l'effet cumulé du remplissage hivernal des réserves d'eau., et notamment les contraintes définies dans les mesures 7B-1, 7D-5 et 7D-7 du SDAGE Loire Bretagne.

Dans le cadre de l'étude EVP 2015, la démarche a été engagée de définir un débit plancher et un débit maximal, correspondant à une plage de débits d'autorisation des prélèvements hivernaux.

Le débit plancher en période de hautes eaux correspond au débit de la rivière au-delà duquel un prélèvement peut être réalisé en période de hautes eaux. Il a été fixé par défaut au module interannuel (moyenne des débits annuels moyens). Dans le cadre de l'étude EVP 2015, l'hypothèse retenue (3/04/2015) par application de la méthode RVA, est :

- Débit plancher de hautes eaux = le module
- Débit maximal de hautes eaux = 1.4 x le module

La méthode RVA repose essentiellement sur des données hydrologiques, le lien avec les implications écologiques, même s'il est cité dans le tableau des paramètres (*Tableau 6* page 40), n'est pas fait directement. À noter que le groupe 3 « saisonnalité des conditions extrêmes annuelles des écoulements » n'a pas été pris en compte dans l'analyse de l'étude EVP 2015.

L'important en ce qui concerne ce débit plancher de hautes eaux est que les prélèvements permettent le maintien d'un débit suffisant pour :

- le décolmatage des zones de frayères ;
- le maintien de volume d'habitat suffisant pour l'ensemble des organismes aquatiques ;
- le maintien de l'alimentation des annexes alluviales de type chenaux secondaires, canaux de dérivation ;
- le maintien de fréquence de débordement pour la mise en eau temporaire des zones humides.

Une approche de terrain basée sur les débits réels permettant d'alimenter les annexes alluviales à fort enjeu, s'il y en a, et permettant de décolmater les zones connues de reproduction serait davantage pragmatique cependant elle nécessite des reconnaissances de terrain avec la caractérisation de niveaux d'eau des secteurs à enjeu .

Ces investigations ne sont pas prévues dans la réalisation de l'étude en cours, elles pourraient être considérées ultérieurement notamment dans le programme d'action du PTGE.

4.5 ANALYSE DE L'IMPACT CUMULE DES PLANS D'EAU

4.5.1 Préambule : objectifs de l'analyse

Concernant les hypothèses et les modalités de calcul de l'effet cumulé « prélèvement » des plans d'eau le guide de l'analyse HMUC (VF4 – juillet 2023) contient des prescriptions constituant un cadre méthodologique strictement appliqué dans l'étude d'actualisation. Les hypothèses, les données utilisées, les méthodes et les résultats des prélèvements des plans d'eau sont présentés dans le volet Usages, « 5.7 Usage Plans d'Eau page 140 ».

Un premier objectif est d'accomplir une synthèse bibliographique des études scientifiquement reconnues relatives à la problématique de l'impact cumulé des plans d'eau sur le milieu s'appliquant au contexte local du bassin de l'Oudon. L'expertise est ciblée sur l'impact cumulé des plans d'eau sur l'hydrologie (effets quantitatifs sur les écoulements superficiels).

Les résultats de la synthèse doivent permettre d'apporter un éclairage sur les critères caractéristiques des plans d'eau déterminants des niveaux d'impact sur les écoulements.

Un deuxième objectif de l'analyse est l'identification des critères à considérer pour l'élaboration d'une typologie des plans d'eau par niveau d'impact.

L'analyse doit répondre au besoin du SBO de préciser les critères pertinents à renseigner pour compléter la base de données des plans d'eau du bassin de l'Oudon à constituer selon le programme d'actions de la feuille de route du PTGE.

L'objectif est d'établir les bases d'un diagnostic robuste de l'effet des plans d'eau pour permettre la conception d'une politique de gestion des plans d'eau cohérente, efficace et faciliter la communication sur ce sujet parfois conflictuel.

D'un point de vue fonctionnel, il est important de distinguer les plans d'eau qui se trouvent sur le lit mineur d'un cours d'eau des plans d'eau créés hors lit mineur et dont la présence affecte la continuité écologique et la biodiversité aquatique de plusieurs manières :

- De par la présence d'un **obstacle au franchissement** qui se traduit d'une part par le ralentissement du transit sédimentaire voire le blocage, d'autre part par des éventuels problèmes de montaison et de dévalaison piscicole ainsi que pour d'autres organismes aquatiques, qui se traduit par une fragmentation des habitats ;
- De par la **modification des habitats** générés par l'ouvrage puisque l'ouvrage permettant de retenir les eaux a pour effet de modifier le faciès d'écoulement initialement présent dans le lit mineur vers des faciès plus lenticulaires ainsi que des substrats plus fins qui auraient été transportés plus en aval si les vitesses étaient plus fortes. De ces modifications de faciès et de substrat dépendent les conditions d'habitats des espèces qui vont pouvoir se développer ;

- De par la modification dans le temps des conditions d'écoulement en fonction du débit et donc de la morpho dynamique fluviale dont dépend fortement la **dynamique des populations** peuplant ces faciès. C'est l'ensemble de cette partie de hydrosystème qui est ainsi modifié.

Des plans d'eau créés en creusant le terrain naturel n'ont pas d'impact aussi significatif sur les conditions d'écoulement des rivières que les plans d'eau situés dans le lit mineur. Leur création revient à remplacer des habitats terrestres par des habitats aquatiques. Sans intervention humaine ils ont vocation à se refermer, sauf s'ils sont situés en lit majeur et qu'une ou plusieurs crues débordantes les connecte au réseau hydrographique. Ils peuvent en revanche avoir un effet sur le fonctionnement de la nappe souterraine superficielle

L'évaluation des pressions entre en compte dans le **risque de non atteinte** du bon état du SDAGE Les plans d'eau artificiels situés sur des masses d'eau cours d'eau génèrent des **pressions** à cause de risque sur la **morphologie, les obstacles à l'écoulement** et **l'hydrologie (modification du régime hydrologique)**.

Les plans d'eau artificiels situés hors cours d'eau génèrent des pressions à cause de risque sur **l'hydrologie**. Ce qui suit concerne principalement l'impact sur **l'hydrologie**

4.5.2 Bibliographie sur les critères des plans d'eau impactant pour les milieux aquatiques

Parmi les études existantes sur l'impact des plans d'eau ainsi que l'impact cumulé des plans d'eau, nous avons sélectionné les références qui présentent les résultats les plus intéressants adaptés aux objectifs de l'analyse :

1. Expertise Scientifique Collective (EsCo) du MEEM mai 2016 – Impact cumulé des retenues sur le milieu Aquatique : <https://expertise-impact-cumule-retenues.irstea.fr/>
2. Déclinaison en proposition de démarche « *Comment étudier le cumul des impacts des retenues d'eau sur les milieux aquatiques ?* », AFB – Juin 2017
3. Thèse de M Aldomany « *L'évaporation dans le bilan hydrologique des étangs du centre ouest de la France (Brenne et Limousin)* » (Déc-2017)

D'autres références nous ont été adressées ultérieurement par le SMIDAP:

4. Article « *UNE ZONE HUMIDE PERD-ELLE AUTANT, MOINS OU DAVANTAGE D'EAU PAR ÉVAPOTRANSPIRATION QU'UN ÉTANG PAR ÉVAPORATION ? ÉTUDE EXPÉRIMENTALE EN LIMOUSIN* » (*Annales de géographie-2020*) Al Domany, Touchart, Bartout, Choffel
5. "EFFETS DES PLANS D'EAU SUR LES CONCENTRATIONS DE PESTICIDES" (Le Cor & al. mars 2021)
6. "EFFETS DES PLANS D'EAU D'AQUACULTURE SUR LA DILUTION DES PESTICIDES" (J Gaillard & al mars 2015)
7. "L'ÉVAPORATION DES ÉTANGS PELLICULAIRES" (Al Domany & al 2015)
8. "L'EFFET THERMIQUE D'UNE CHAÎNE D'ÉTANGS DU LIMOUSIN" (L Touchard, P Trintignac & al, 2023)
9. "LES ÉTANGS PISCICOLES DES RÉSERVOIRS DE BIODIVERSITÉ VÉGÉTALE" (P Trintignac & al 2020)
10. "REMARQUES DU SMIDAP À L'ÉTUDE EVP 2015 OUDON"

L'enseignement principal des études se rapportant à l'effet cumulé des plans d'eau à l'échelle d'un bassin versant (1 Esco) (2 AFB) est la différenciation de 2 niveaux d'analyse de l'impact des plans d'eau :

➤ **NIVEAU 1 : EFFET D'UNE RETENUE ISOLEE**

les effets sont multiples ils dépendent de nombreux facteurs, et sont étroitement liés entre eux. Les effets s'expriment à la fois à l'amont, à l'aval sur le site ennoyé, les effets peuvent être inverses : (puit de carbone vs source) (dénitrification vs eutrophisation), (pertes d'eau pour l'aval par évaporation et infiltration vs restitution), (nouvelles espèces vs espèces exotiques), dans tous les cas piège à sédiment

Les effets sont variables selon de multiples facteurs... l'emplacement, les caractéristiques, le mode de restitution, selon la saisonnalité ...

➡ **POINT CRUCIAL LES DONNEES** : les bases de données existantes ne comportent pas l'ensemble des données nécessaires, elles doivent être complétées par la collecte au niveau local (enquête) exigeante en moyens ...

Évaluer l'impact d'une RETENUE ISOLEE sur l'hydrologie nécessite de réaliser une étude spécifique précisant les caractéristiques locales. Apprécier l'enjeu de l'effacement ou de la construction d'une retenue inclut les trois dimensions « environnement, économiques, sociales ». Élaborer une typologie des plans d'eau par niveau d'impact potentiel
Approche à privilégier au niveau du PLAN D'ACTION

➤ **NIVEAU 2 : EFFET CUMULE DE PLUSIEURS RETENUES**

Objet de recherches en hydrologie, **la notion de connectivité hydrologique principalement par les eaux de surface et d'échelle d'analyse sont essentielles**. La modélisation se heurte à diverses questions, pour beaucoup liées à une caractérisation insuffisante des retenues elles-mêmes, aux hypothèses associées à la représentation de leur fonctionnement au sein du bassin, à la prise en compte des usages de l'eau des retenues, et à l'évaluation des incertitudes associées à la modélisation.

➡ Le déficit de données et connaissances constaté limite le nombre d'indicateurs pertinents ou de méthodes validées qui permettraient d'emblée de caractériser l'influence d'un ensemble de retenues sur un bassin versant, voire d'anticiper l'effet de la construction de nouvelle(s) retenue(s) ...

effet cumulé à l'échelle d'unités de bassin versant
Modélisation intégrant la connectivité des plans d'Eau à partir de référentiels cartographiques, imagerie etc. ...
Approche adaptée au contexte des analyses HMUC

Les travaux réalisés par Aldomany (& al.) sur les réserves du Limousin révèlent des résultats intéressants pour l'étude de cas de retenue isolée :

- *Étude conduite sur un échantillon (6 étangs) du Centre Ouest : Limousin*
- *Bilan hydrologique, mesure de l'évaporation par l'instrumentation directe*
- *Analyse des facteurs ayant des effets sur l'évaporation : sur le secteur étudié variabilité de 850 mm/an à 1000 mm/an selon les caractéristiques locales :*
 - Environnement arboré autour du plan d'eau : effet brise vent et ombrage,*
 - Température de la surface de l'eau (profondeur du plan d'eau, albédo,*
 - plantes aquatiques, plancton, turbidité ...), pression atmosphérique*
 - (altitude), exposition par rapport à la topographie*
- *L'infiltration est variable selon le contexte géologique et sédimentaire*

4.5.3 Analyse des effets d'une retenue isolée

Selon l'étude IRSTEA (2016) réalisée en réunissant un collectif de scientifiques (Esco), les effets d'une retenue isolée sur les milieux aquatiques sont multiples :

- Modification du **régime hydrologique** : Perte d'eau pour le cours d'eau aval, évaporation accrue et parfois infiltration (cf. volet H traitant de cette thématique) ;
- Modification de l' **hydromorphologie** du cours d'eau aval :
 - Piège à sédiments (100% sédiments grossiers) ;
 - Lors de chasse/vidange : fort apport de sédiments fins ;
- Modification **physicochimique et chimique** :
 - Stockage de Phosphore et/ou Éléments Traces Métalliques, de pesticides susceptibles d'être remobilisés à plus ou long terme ;
 - Puits ou source de Carbone, Azote, Phosphore dont bilan dépend de nombreux déterminants et variable selon saison et dynamique hydrologique ;
- **Modification biologique** : nouveau milieu biotique créé (habitats lenticques) abritant un nouveau cortège d'espèces et pouvant se révéler favorable aux espèces exotiques envahissantes.

Ces effets dépendent du contexte de chaque plan d'eau :

- De l'emplacement de la retenue dans le BV (flux entrants) ;
- De ses caractéristiques (morphologie, dynamique de prélèvement, temps de séjour) ;
- De son mode de restitution de l'eau à l'aval (débordement, canalisation) ; l'influence dépend du ratio flux restitué / flux du cours d'eau, existence d'un débit réservé ou d'une dérivation, présence ou non d'affluents, vulnérabilité du milieu

Tableau 25 : différents impacts dans et à l'aval de retenue, d'après Bergkamp et al 2000

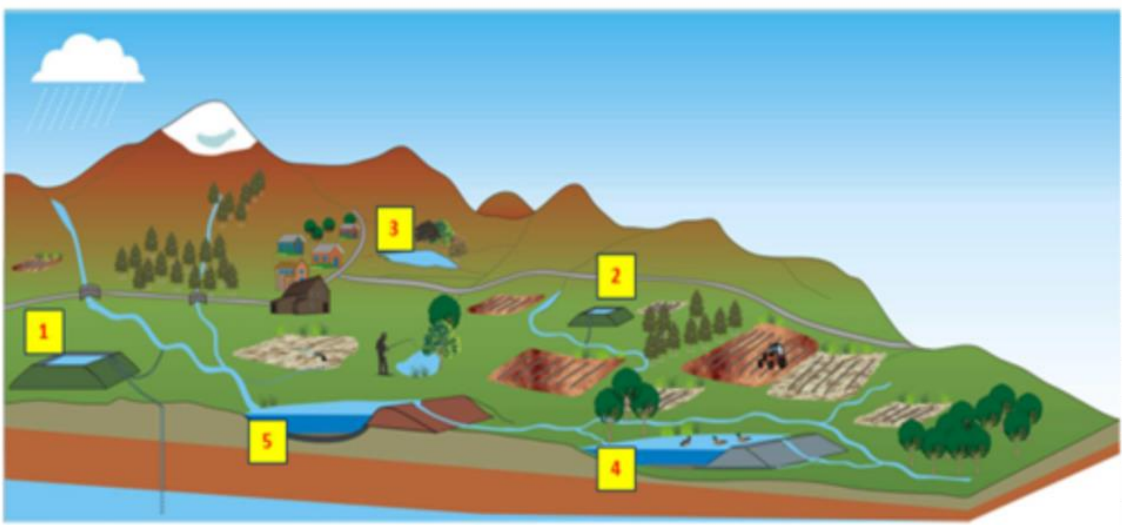
Position par rapport au barrage	Catégorie d'impact	Impact
Amont (dans la retenue)	Impact du 1 ^{er} ordre	Modification du régime thermique, risque de désoxygénation Accumulation de sédiment dans le réservoir ; inondation des sols Changement des caractéristiques physico-chimiques de l'eau Eau souterraine autour du réservoir
	Impact du 2 ^{ème} ordre	Plancton et périphyton Croissance de macrophytes aquatiques risque eutrophisation Végétation riparienne
	Impact du 3 ^{ème} ordre	Invertébrés, poissons, oiseaux et mammifères
Aval	Impact du 1 ^{er} ordre	Débits journaliers, saisonniers et annuels Flux de sédiment réduits Evolution de la morphologie du chenal, de la plaine d'inondation, et du delta côtier Nappe souterraine dans la zone riparienne Température de l'eau, pollution thermique Formation de glace
	Impact du 2 ^{ème} ordre	Plancton et périphyton Croissance de macrophytes aquatiques Végétation riparienne Flux de carbone, distorsion du cycle
	Impact du 3 ^{ème} ordre	Invertébrés, poissons, oiseaux et mammifères Impacts estuariens Impacts marins

Cette étude a été suivie d'un rapport de l'Esco coordonné par l'Agence Française de la Biodiversité en 2017 catégorisant les plans d'eau en 5 catégories :

Tableau 26 : Typologie de retenues d'eau (EsCo impact cumulé des retenues AFB 2017)

Connexion au cours d'eau	type de retenue		alimentation	restitution dans le milieu naturel	usage	
aucune	1	réserve alimentée par pompage dans la nappe	pompage en nappe	cours d'eau ? (si vidange)	prélèvements d'eau (irrigation, usages domestiques...)	
	2	réserve alimentée par pompage dans le cours d'eau	pompage en cours d'eau ou dans un canal	cours d'eau ? (si vidange)	idem	
très limitée (restitution)	3	retenue collinaire	a	Ruissellement diffus ou concentré par des talwegs secs et drainage	cours d'eau ? (si vidange)	idem, sans usage...
			b	Source temporaire, zone d'exfiltration, ruissellement concentré et drainage	Ecoulement temporaire	idem, sans usage...
limitée (en dérivation)	4	retenue en dérivation	cours d'eau	cours d'eau	idem, eau potable, loisirs, sans usage...	
directe (dans le lit)	5	retenue de barrage	a	sur source	cours d'eau	idem, eau potable, loisirs, hydroélectricité, sans usage...
			b	cours d'eau		
	Pour tous les types		Possible alimentation via des eaux usées traitées ou de l'eau pluviale, alimentation MIXTE	Possible infiltration d'eau vers la nappe, possible segmentation de la restitution		

Figure 40 : Emplacement des retenues types dans le paysage (EsCo AFB 2017)



Source : F Peyriguer IRSTEA, O Douez BRGM

1. Réserve alimentée par pompage dans la nappe. Il s'agit d'une réserve déconnectée du réseau hydrographique superficiel, alimentée strictement par pompage dans un aquifère proche.
2. Réserve alimentée par pompage dans la rivière. Également déconnectée du réseau hydrographique superficiel, elle est alimentée strictement par pompage dans la rivière.
3. Retenue collinaire. Ces retenues sont alimentées par ruissellement et normalement déconnectées du réseau hydrographique. Parce qu'elles sont situées dans des talwegs de manière à intercepter plus de ruissellement, il s'avère que des ouvrages considérés comme des retenues collinaires peuvent être installés sur des sources ou drainer des nappes : il s'agit alors en réalité de retenues sur cours d'eau, qui devraient être soumises aux réglementations de ce type d'ouvrage (notamment débit minimum).
4. Retenue en dérivation. Une telle retenue s'apparente à une réserve alimentée par pompage dans la rivière (2), mais l'alimentation est ici gravitaire. Toutefois, la déconnexion de la retenue une fois celle-ci remplie est rarement complète, et souvent seul un débit minimum, parfois busé depuis l'amont de la retenue, assure la continuité hydrique du cours d'eau.
5. Retenue en barrage. Ce type de retenue est situé sur un cours d'eau : sauf dispositif particulier de débit minimum (avec prise de l'eau en amont), toute l'eau qui rejoint le cours d'eau à l'aval a transité par la retenue.

Certaines retenues peuvent être alimentées par écoulement d'eau pluviale urbaine ou d'eaux usées traitées provenant de stations d'épuration ou d'industries ; elles ne seront pas abordées spécifiquement ici.

La typologie des retenues d'eau proposée dans le cadre de l'EsCo est établie sur la base des critères suivants :

Usages :

1. **qui ne consomment pas d'eau**, en restituant directement au cours d'eau et tout au long de l'année, l'eau interceptée. Les usages de première catégorie sont par exemple les usages de loisirs (attrait paysager, baignade, loisirs nautiques, pêche, mares* de chasse) ou la pisciculture. Ils n'entraînent pas de consommation d'eau mais peuvent avoir des effets par exemple sur la qualité de l'eau.
2. **qui n'en consomment pas à l'échelle annuelle mais influencent significativement le régime des débits en stockant et déstockant les flux entrants**. L'usage pour l'hydroélectricité appartient typiquement à la deuxième catégorie. Certains prélèvements pour des activités industrielles peuvent aussi être rattachés à cette catégorie, selon qu'ils restituent l'essentiel de l'eau prélevée ou non au milieu. Les retenues de restitution / réalimentation, qui servent à réalimenter le cours d'eau en période sèche et à soutenir les étiages peuvent également être classées dans cette catégorie.
3. **qui consomment effectivement de l'eau**. La troisième catégorie comprend tous les usages prélevant de l'eau qui ne sera pas restituée directement au cours d'eau : eau potable, irrigation, abreuvement du bétail, neige de culture. Les retenues de restitution / réalimentation peuvent aussi se rapprocher de cette catégorie dans la mesure où l'eau qu'elles restituent au cours d'eau est parfois reprise pour l'irrigation.

À noter que les usages 1 et 2 influencent principalement le régime hydrologique via l'évaporation, voire l'infiltration. De façon générale, les retenues peuvent avoir des usages multiples.


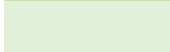


Mode d'alimentation :

On distingue ici essentiellement **cinq types de retenues**, en fonction de leur position par rapport au cours d'eau et de leur mode de remplissage (Figure, page suivante). Mode d'alimentation et usages ne sont pas strictement indépendants. Ils sont présentés ci-après selon un ordre croissant de connexion au réseau hydrographique. La substitution désigne la pratique qui permet de prélever l'eau dans le milieu hors période de tension (en automne-hiver dans le cas général) pour la stocker dans une retenue utilisée en été et diminuer d'autant les prélèvements dans le milieu en période d'étiage.

Une retenue stocke l'eau qui s'écoule de façon gravitaire, alors qu'**une réserve** est remplie par pompage.

La caractérisation détaillée de l'analyse des impacts par type de retenue et de réserve d'eau de l'étude EsCo de 2017 est présentée dans les tableaux *Annexe 2 : Tableaux d'impacts cumulés potentiels sur les milieux aquatiques pour chaque type de retenue page 231*.

Le code couleur utilisé dans ce tableau est le suivant :

	Impact favorable important
	Impact favorable faible
	neutre
	Impact défavorable faible

Impact défavorable important

Tableau 27 : Synthèse des impacts des types de retenues d'eau (d'après EsCo AFB 2017)

Impact du plan d'eau sur l'hydrologie	Retenue déconnectée alimentée par pompage Types 1 et 2	Barrage (barre plus que mineur) TYPE 5 ou 4	Dépression alimentée par ruissellement collecté ou drainage ou nappe (étang) TYPE 3	Retenue collinaire alimentée par ruissellement naturel TYPE 3 ou 4
Modification des niveaux d'eau dans la nappe	Baisse pendant prélèvement, renforcée si évaporation > précipitation	augmentation et régulation des niveaux de la nappe à proximité de la retenue suivant les variations de niveau d'eau dans la retenue	Baisse, renforcée si évaporation > précipitation	Type 3 : Effet local atténué en fonction du niveau de déconnexion Type 4 : selon gestion et usage
Régime d'écoulement en été : impact sur durée étiage, intermittence CE	Si prélèvement en étiage et proche de cours d'eau : Augmente la durée de l'étiage, peut modifier la période d'étiage et augmenter l'intermittence CE	Selon gestion restitution : augmentation ou diminution ; grand volume disponible	Augmente la durée de l'étiage, peut modifier la période d'étiage et augmenter l'intermittence CE	Type 3 : Effet réduit à nul en fonction du niveau de déconnexion Type 4 : selon gestion et usage
Régime d'écoulement en hiver : modification des débits hivernaux	Si prélèvement en hiver et proche de cours d'eau : baisse des débits hivernaux	Diminution selon gestion restitution	Diminution / surface d'impluvium	Diminution / surface d'impluvium
Modification des débits de crue (Qcrue) du cours d'eau et des vitesses d'écoulement du CE	Si prélèvement dans ou proche de cours d'eau : peu d'impact car $Q_{pompage} \ll Q_{crue}$	Qcrue diminués pendant remplissage Vitesse diminuées dans plan d'eau	Influence selon volume du plan d'eau et l'usage	Type 3 : Local selon usage diminution des Qcrue et des inondations Type 4 : selon gestion et usage
Modification des crues morphogènes et du débit de pleins bords (Qpb), impact les inondations en aval	Si prélèvement dans ou proche de cours d'eau : peu d'impact car $Q_{pompage} \ll Q_{crue}$	Diminution sur la zone d'influence et fort impact en aval (sauf si transparence)	Idem précédent	Idem précédent
Vitesses d'écoulement de l'eau du CE en amont des ouvrages	Modifiée uniquement pendant prélèvement pompage si proche cours d'eau	Diminution en amont du barrage	Non concerné (pas de CE)	Non concerné (pas de CE)
Si interception des écoulements alimentant des zones humides : impact sur les zones humides à l'aval de la retenue	non	Possible assèchement de zone humide sur lit majeur en aval	Possible assèchement de zone humide au niveau de l'implantation et en aval	Possible assèchement de zone humide au niveau de l'implantation et en aval
Piégeage sédiments	Non	Piégeage sédiments fins et grossiers (sauf si transparence)	Piégeage sédiments fins (sauf si transparence)	Type 3 : impact atténué Type 4 : selon gestion

4.6 ENJEUX DE BIODIVERSITÉ LIÉE À L'EAU

4.6.1 Données issues des sites Natura 2000

Une seule zone Natura 2000 est partiellement présente sur ce bassin versant en aval :
« *FR5200630 basses vallées angevines, aval de la rivière Mayenne et prairies de la Baumette* ». Il s'agit d'une zone spéciale de conservation au titre de la directive habitats

4.6.2 Données des ZNIEFF (zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique)

Comme le montre le Tableau 28 page 100, plusieurs ZNIEFF associées aux milieux aquatiques dans les UH de l'Amont Oudon amont, de l'Usure, du Misengrain, de l'Oudon aval, et surtout en amont du BV de la Verzée. Outre le Misengrain et la Mayenne, qui sont des cours d'eau, la plupart sont des étangs ou plans d'eau artificiels. Les habitats déterminants sont souvent des habitats caractéristiques de zones humides. Ils présentent, selon les cas, des intérêts botaniques, ornithologiques, entomologiques (odonates en particulier), voire liés aux amphibiens.

Carte 41 : cartographie des ZNIEFF et sites Natura 2000 sur BV de l'Oudon

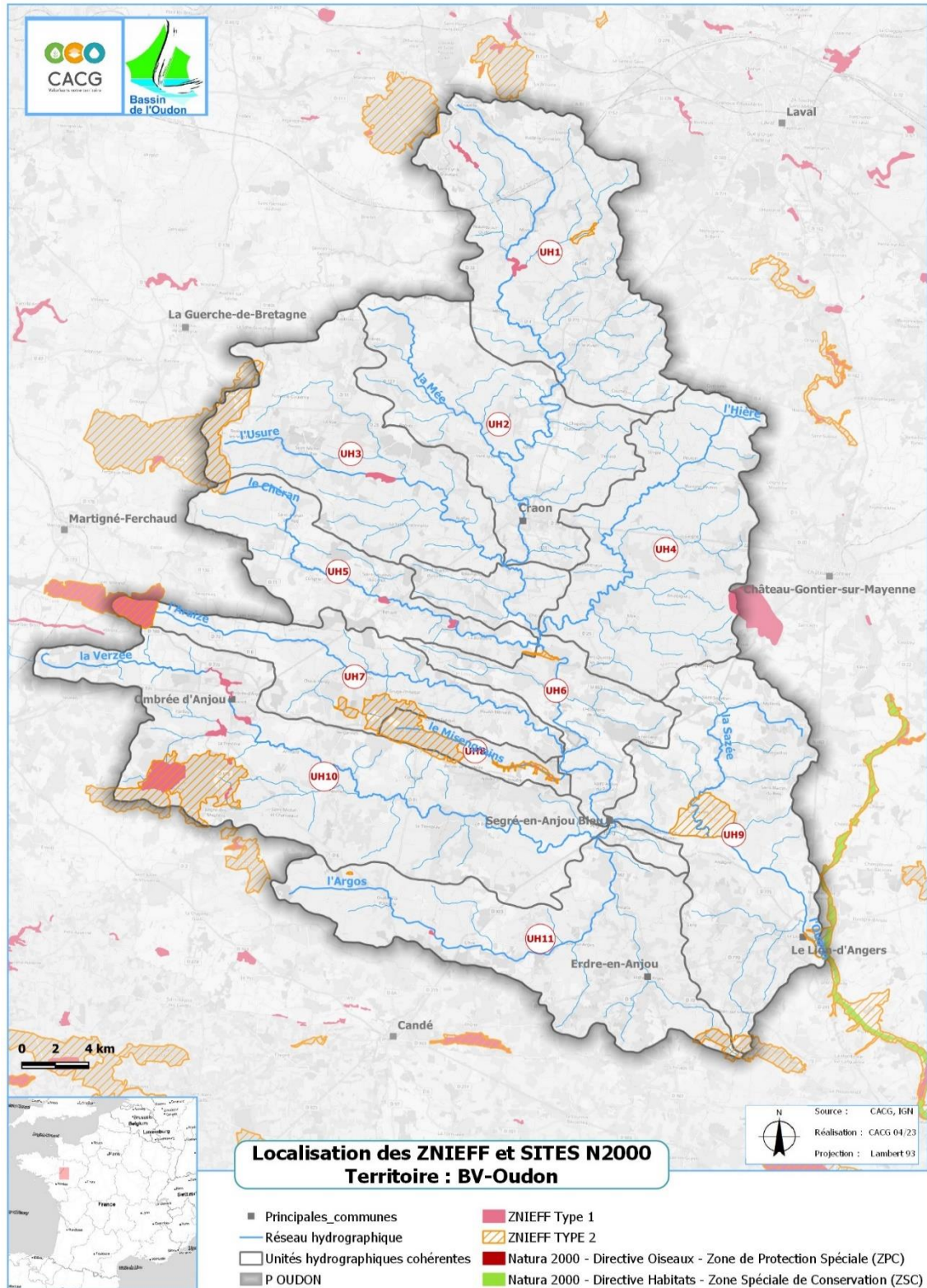


Tableau 28 : Zones Naturelles d'Intérêt Écologique (ZNIEFF) des unités hydrographiques

UH1	Amont Oudon Amont	Dominante liée à l'eau?
UH 1 - Amont oudon amont	Type 1 : 520005859 : ETANG DE LA GUEHARDIERE 520030127 : ETANGS DE SAINT-CYR-LE-GRAVELAIS	x x
	Type 2 : 520005857 : ETANG DE MONTJEAN 530006332 : FORET DU PERTRE	x
UH 3 - Usure	Type 1 : 520014619 : PLAN D'EAU DE LA RINCERIE	x
	Type 2 : 530006459 : FORET DE LA GUERCHE (UH5)	
UH 4 - Hière	Type 1 : 520005860 : FORET DE VALLES	
UH5 - Chéran	Type 1 : 520015270 : TERRIL DE LA REPENELAIS 520015236 : ANCIENNE ARDOISIERE DE SAINT AIGNAN	
	Type 2 : 530006459 : FORET DE LA GUERCHE (UH3) 520220053 : LE BOIS-BOUC ET SAINT-JULIEN (UH6)	
UH 6 - Oudon moyen	Type 1 : 520220039 : LE PRESOIR	
	Type 2 : 520220053 : LE BOIS-BOUC ET SAINT-JULIEN (UH5)	
UH 7 - Araize	Type 1 : 520220043 : ZONE OUEST DE LA FORÊT D'OMBRÉE 530009829 : FORET D'ARAIZE (UH10)	
	Type 2 : 520014642 : FORET D'OMBREE ET BOIS DE CHAZE (UH8/UH10) 530009828 : FORET D'ARAIZE ET ETANG DE SAINT-MORAND (UH10)	
UH 8 Misengrain	Type 1 : 520220057 : RUISSEAU DE MISENGRAIN ET SES ETANGS	x
	Type 2 : 520014642 : FORET D'OMBREE ET BOIS DE CHAZE (UH7/UH10) 520220045 : RUISSEAU DE MISENGRAIN ET SES ETANGS	x
UH 9 - Oudon aval	Type 1 : 520030088 : FERME DES HARAS NATIONAUX DE L'ISLE BRIAND	
	Type 2 : 520004467 : VALLEE DE LA MAYENNE EN MAINE-ET-LOIRE 520015088 : FORET DE LONGUENEE (UH11) 520220046 : BOCAGE ET VERGERS DU SEGREEN	x
UH 10 - Verzée	Type 1 : 530009829 : FORET D'ARAIZE (UH7) 520014645 : ETANG DU FOURNEAU 520006619 : ETANGS DE LA BLISIERE ET DU HAUT-BREIL ET LEURS ABORDS 520014644 : ETANG DE TRESSE 520220041 : ETANG DE SAINT-AUBIN 520220058 : ETANG DES ROCHETTES 520220059 : ETANG NEUF ET ETANG DE LA FONTE	x x x x x x
	Type 2 : 520006618 : FORET DE JUIGNE, ETANGS ET BOIS ATTENANTS 520014642 : FORET D'OMBREE ET BOIS DE CHAZE (UH7/UH8) 530009828 : FORET D'ARAIZE ET ETANG DE SAINT-MORAND (UH7)	x x
UH11 - Argos	Type 1 : 520220056 : BOIS DE LA VALLIERE	
	Type 2 : 520015088 : FORET DE LONGUENEE (UH9) 520220050 : BOIS DES PRES POURRIS	

4.7 SYNTHÈSE DES ENJEUX DE GESTION DE L'EAU ASSOCIÉS AUX MILIEUX AQUATIQUES

Les enjeux de gestion de l'eau associés aux milieux aquatiques sont :

- Le lien entre rivières et nappes pour l'Oudon et ses principaux affluents qui s'écoulent sur des alluvions récentes et anciennes ;
- Un sous-sol globalement peu perméable qui favorise le ruissellement, l'érosion des sols nus pouvant entraîner le colmatage de milieux aquatiques ;
- La continuité écologique qui permet la circulation des espèces et des matériaux tout au long des cours d'eau et la connexion entre les différents habitats aquatiques et humides qui les constituent ;
- La présence de plans d'eau « isolés » issus de creusement dont le lien avec les nappes est mal connu.
- Plusieurs plans d'eau artificiels constituent des ZNIEFF présentent des intérêts faunistiques et floristiques , l'absence de poissons peut favoriser le développement d'amphibiens

L'évolution des habitats est très dépendante du régime hydrologique et de la capacité des cours d'eau à mobiliser les sédiments qui s'y déposent.

Les plans d'eau ont naturellement tendance à se refermer sans intervention humaine, par le dépôt de sédiments. Les cours d'eau en revanche ont la capacité à renouveler leurs habitats et leurs peuplements aquatiques grâce aux variations hydrologiques naturelles qui impliquent des dynamiques de population à toutes les échelles de la chaîne trophique.

5 ACTUALISATION DU VOLET USAGES (U)

Les résultats de l'analyse des usages de l'eau étant un préalable nécessaire pour réaliser les calculs de débits désinfluencés, les résultats du volet U sont présentés avant le volet H.

5.1 Résultats de la Banque Nationale des Prélèvements d'Eau

Catégorie	Nom base (fournisseur)	Commentaires
Prélèvements directs	Banque Nationale des Prélèvements d'Eau –(BNPE)	Prélèvements IRR, AEP, IND avec précision eau souterraine ou superficielle 2010 2020
	Redevances AELB	Données complémentaires à la BNPE Précision sur l'origine de la ressource (1)
	DDT 53 et 49	Convention de mise à disposition des données entre DDT 53 49 et CRAPL
Effets des Plans d'Eau (PE)	Inventaire exhaustif plans d'eau Oudon (SBO)	Sur la base des travaux d'inventaire de Sophie Perchet
	Inventaire exhaustif plans d'eau Chéran amont (SBO)	Enquête 2022 2023
	PE connus de la DDT	PE réglementés seulement
	PE agri (CRAPL)	CRAPL

Note (1) : Des données complémentaires à la BNPE relatives à l'origine de la ressource en eau sont disponibles auprès du référentiel des prélèvements de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, permettant de préciser l'origine de la ressource prélevée :

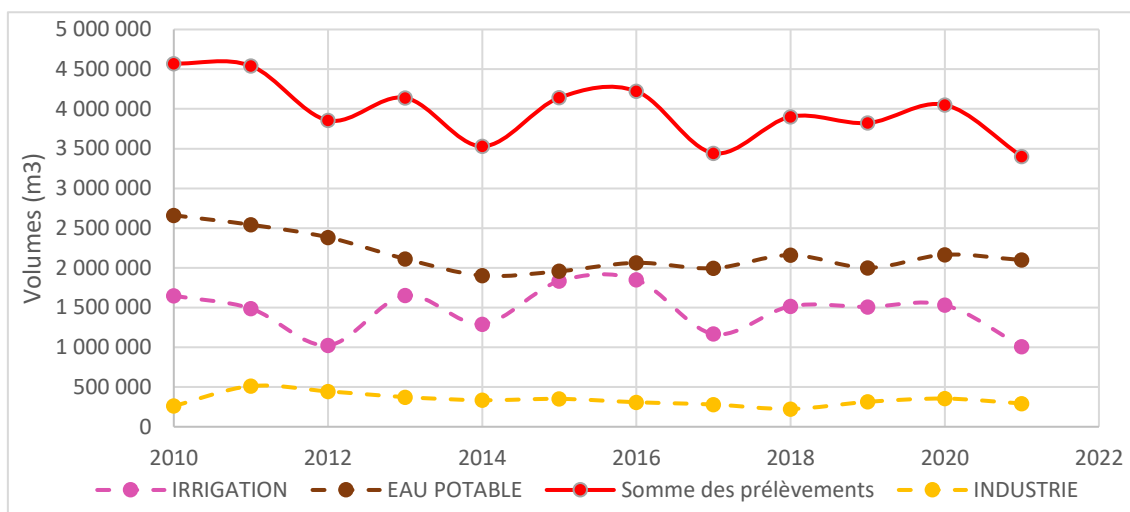
CA=canal; CN=cours d'eau; NA=nappe alluviale; NP=nappe profonde; RA=retenue alluviale; RC=retenue collinaire; RN=barrage; RO=retenue sur source; RP=retenue sur nappe profonde; RX=retenue alluviale hors alluvions; SO=source

La BNPE constitue la première source de données prise en compte pour l'estimation des volumes d'eau prélevés. La donnée élémentaire est le volume annuel déclaré¹ à l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, par point de prélèvement avec la précision des coordonnées géographiques et la nature de la masse d'eau prélevée.

Tableau 29 : Données disponibles dans la Banque Nationale des Prélèvements d'Eau

Champ	Contenu
Code Sandre et Nom de l'ouvrage	Identifiant du point, identité du préleveur non précisée 113 points en 2010, 90 points en 2021
Année	Disponible pour l'étude de 2010 à 2021
Coordonnées XY	Renseigné précisément sur une partie des points, pour les autres centroïde de la commune du prélèvement
Dates de début et fin de prélèvement	Pour l'année considérée
Volume	Valeur unique pour l'année considérée
Code Usage BNPE (redevance)	AEP : eau potable, BAR : barrage (eau turbinée), CAN : canaux, ENE : production d'énergie, EXO : usages exonéré de redevance, IND : industries et autres activités économiques (hors BAR, ENE et IRR), IRR : irrigation.
Type de ressource	CONT (continental) / SOUT (souterrain)
Code BSS (SOUT seulement)	BSS base du sous-sol gérée par le BRGM
Code zone hydro (CONT seulement)	Zone hydro SANDRE
Code entité hydrographique Cours d'Eau (CONT seulement)	BD Carthage objet de type cours d'eau
Code entité hydrographique Plan Eau (CONT seulement)	BD Carthage objet de type plan d'eau

¹ Le préleveur est soumis au paiement de la redevance pour un volume annuel prélevé supérieur à 10 000 m³ (hors zone de répartition des eaux) ou un débit de pompage supérieur à 400 m³/heure (110 l/s).

Graphe 42 : évolution des prélèvements par usage entre 2010 et 2021 (source BNPE)

Sur la période 2010 à 2021, les prélèvements totaux² fluctuent entre 3,5 et 4,5 Mm³ (moyenne 4,0 Mm³). Les prélèvements pour l'AEP représentent un peu moins de 2,2 Mm³, les prélèvements agricoles (irrigation) varient entre 1 et 2 Mm³ selon les années (moyenne 1,5 Mm³). Les prélèvements industriels représentent en moyenne sur la période environ 340 000 m³.

Tableau 30 : Nombre de points de prélèvement et volumes moyens annuels par usage

Usage	Nombre de points de prélèvement 2021	Prélèvement moyen 2010-2021 (m ³)
AEP	8	2 170 487
Irrigation	78	1 460 284
Industrie	4	337 826

Les volumes d'eau prélevés dans le milieu non soumis à déclaration à l'Agence de l'Eau ne sont pas enregistrés auprès des services publics de l'eau, ces prélèvements qualifiés souvent de « prélèvements diffus » ne sont pas pris en compte sur le territoire du SAGE Oudon par défaut de données disponibles pour les dimensionner.

² Les volumes de la BNPE correspondent aux index des compteurs des points de prélèvement, il s'agit de prélèvements « bruts », pour certains prélèvements il peut y avoir des restitutions au milieu naturel (pertes d'eau, fuites dans les réseaux de distribution,...) ;

5.2 Usage Eau Potable (AEP)

Les prélèvements d'eau effectués pour les usages de production d'eau potable et d'alimentation des industries sont réalisés préférentiellement à partir de ressources en eau souterraines principalement pour répondre à des objectifs de qualité des eaux (réduction de la contamination par les polluants d'origine diffuse).

En préambule de l'analyse, il convient de caractériser les flux d'échange des masses d'eau souterraines avec les masses d'eau superficielles.

Une étude réalisée par le BRGM³ sur le bassin de l'Oudon en 2020 représente la source de données la plus précise pour estimer l'influence des prélèvements dans les nappes sur les débits des cours d'eau.

Ainsi le BRGM constate que du fait du contexte géologique, le bassin de l'Oudon ne contient pas de nappes d'eau souterraine présentant un intérêt significatif pour les usages anthropiques. Les ressources en eau souterraines correspondant aux nappes alluviales, présentent généralement une faible inertie et sont très dépendantes des précipitations.

Pour mémoire, du fait de la rareté en disponibilité d'eau souterraine, plus de la moitié de l'eau potable consommée sur le bassin de l'Oudon est importée depuis les bassins périphériques principalement à partir de la rivière Mayenne.

5.3 Répercussions des prélèvements souterrains sur le débit des cours d'eau

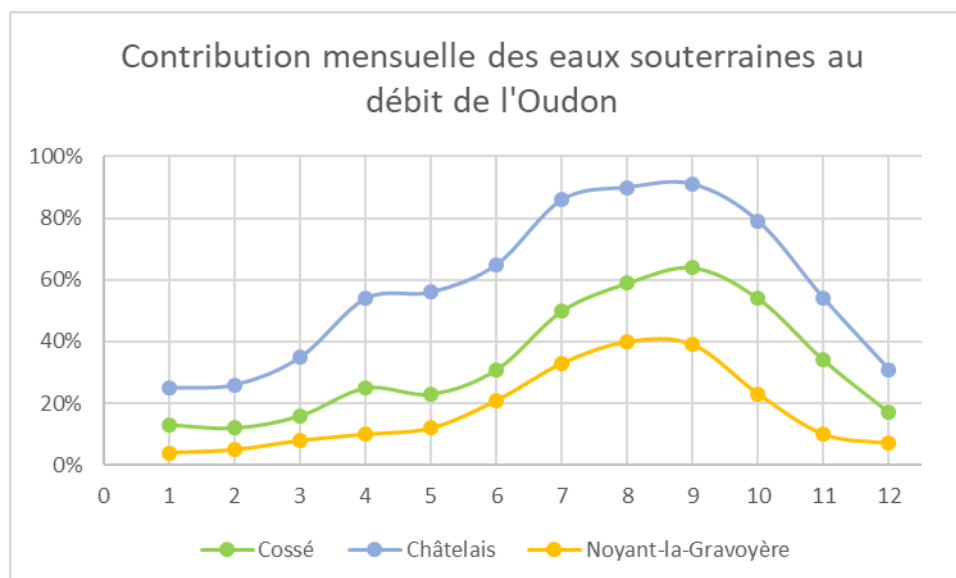
Le BRGM a réalisé une étude³ en 2020 afin de mettre en place des indicateurs piézométriques dans le bassin versant de l'Oudon. Cette étude a permis de connaître la contribution mensuelle des eaux souterraines au débit de l'Oudon sur 3 secteurs (cf. carte page suivante) :

- Il est très important pour le soutien des débits de **Châtelais**, où les eaux souterraines contribuent pour plus d'un tiers du débit total annuel du cours d'eau.
- Il est plus modéré en tête de bassin versant à **Cossé-le-Vivien**.
- **À Ségré**, la nappe contribue faiblement au soutien du débit du cours d'eau.

³ Contribution à la définition d'indicateurs piézométriques dans le bassin versant de l'Oudon BRGM/RP-70318-FR Novembre 2020

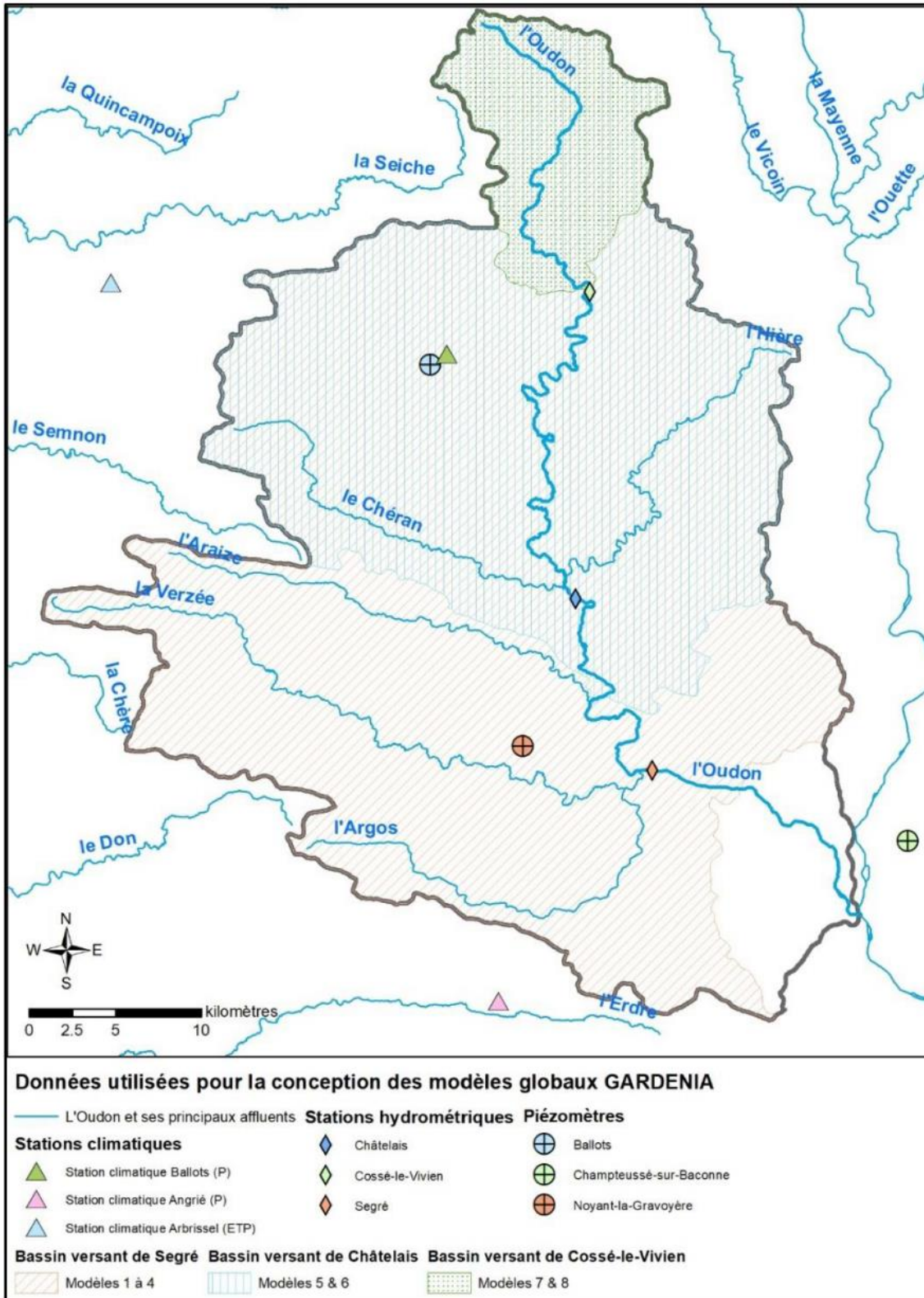
Tableau 31 : Contribution moyenne mensuelle (2008 à 2020) des eaux souterraines au débit de l'Oudon (BRGM)

	Cossé	Châtelais	Noyant-la-Gravoyère
janvier	13%	25%	4%
février	12%	26%	5%
mars	16%	35%	8%
avril	25%	54%	10%
mai	23%	56%	12%
juin	31%	65%	21%
juillet	50%	86%	33%
août	59%	90%	40%
septembre	64%	91%	39%
octobre	54%	79%	23%
novembre	34%	54%	10%
décembre	17%	31%	7%


Graphe 43 : Évolution de la contribution mensuelle de la nappe sur les 3 secteurs du bassin d'Oudon

En fonction de la localisation du point de pompage des eaux souterraines, un coefficient est appliqué à chaque prélèvement pour calculer l'impact réel sur le débit des cours d'eau.

Graph 44 : Sectorisation du bassin de l'Oudon pour la modélisation GARDENIA (BRGM)



5.4 Bilan des prélèvements et consommations actuels

Préambule :

Toutes les cartes présentées pour les usages ont été produites avec une légende similaire pour faciliter les comparaisons : les mêmes classes de valeurs afin d'être comparables entre elles.

5.4.1 Répartition de la population sur le périmètre d'étude

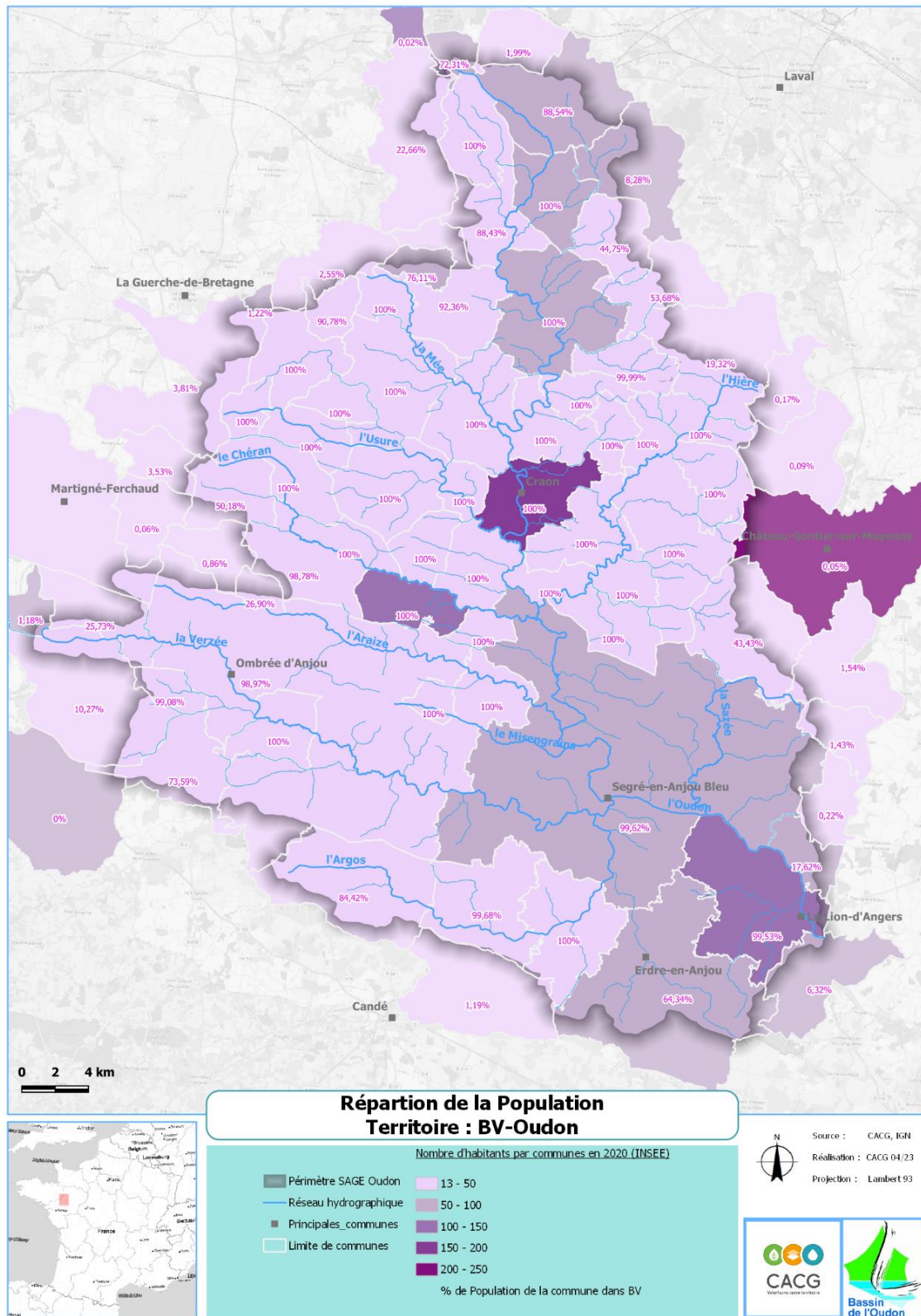
La population n'est pas répartie de façon homogène selon les communes. De plus, la délimitation du SAGE Oudon et des UH (Unités Hydrographiques) divise de nombreuses communes. Or, la répartition de la population a un impact direct sur l'utilisation de l'eau pour les usages humains notamment sur les volumes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

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 pavage du territoire français de 2017 réalisé par l'INSEE⁴. La carte ci-après représente le nombre d'habitants par commune et la part retenue pour chacune d'entre elle afin de connaître la répartition de la population à l'échelle de chaque UH.

⁴ <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6215138?sommaire=6215217>

Carte 45 : Répartition de la population sur le territoire du SAGE Oudon



5.4.2 Prélèvements pour la production d'eau potable et consommation d'eau potable du territoire

5.4.2.1 *Données disponibles*

Les données suivantes émanant des différents syndicats présents sur le périmètre d'étude ont été fournies pour les communes incluses totalement ou partiellement dans le périmètre du SAGE :

- Nombre d'abonnés par commune 2009-2021,
- Volumes annuels consommés par commune 2009-2021,
- Production d'eau potable entre 2000 et 2021.

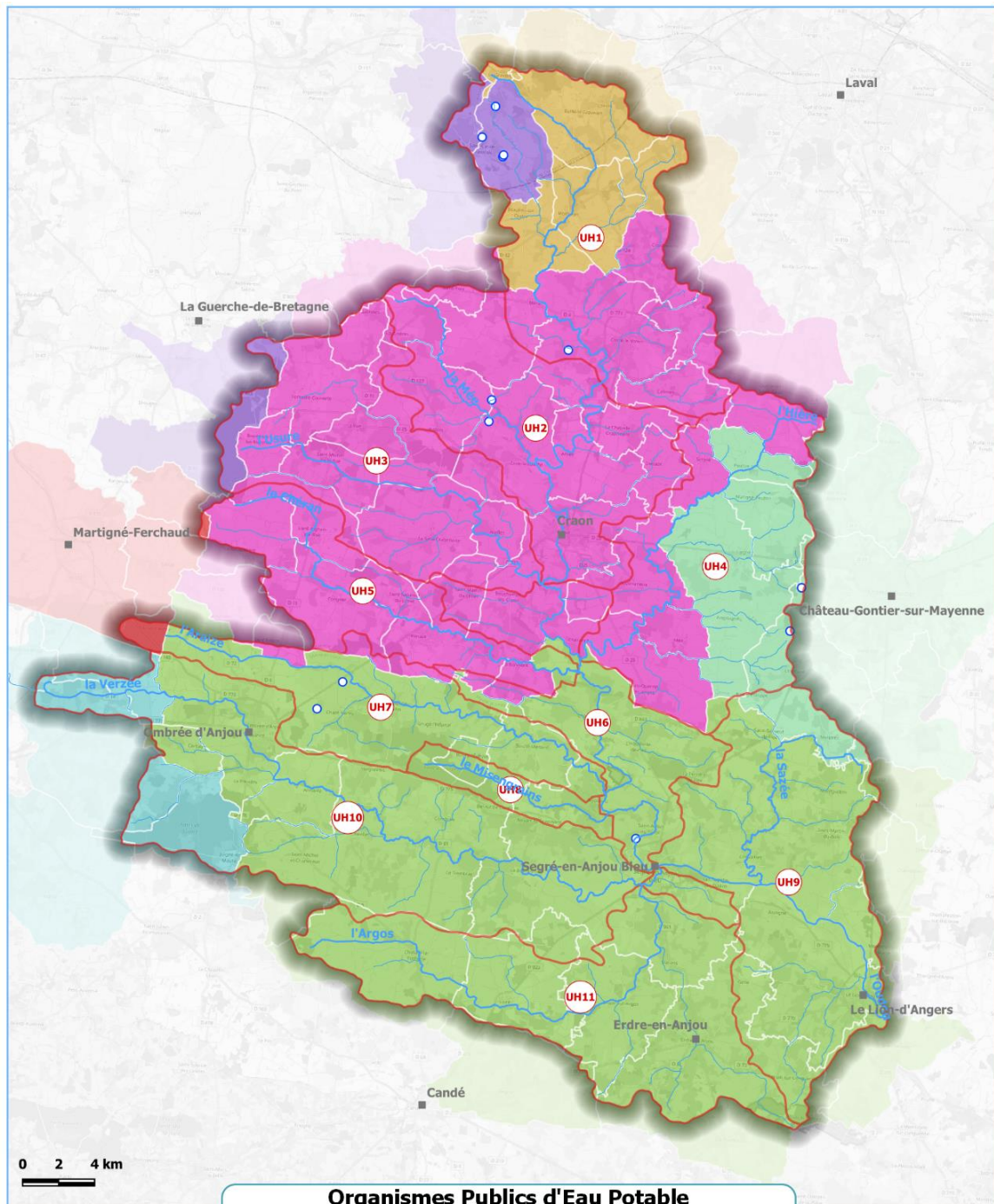
5.4.2.2 *Prélèvements pour l'eau potable*

10 points de prélèvements sont présents sur la zone d'étude. Le tableau ci-dessous et la carte en page suivante illustrent les différents prélèvements pour l'eau potable présents sur le périmètre du SAGE Oudon.

Tableau 32 : Points de prélèvements sur le SAGE Oudon

Code INSEE	Nom de la commune	Nom du Captage / Prise Eau	Organismes publics	Ressources	Masse d'eau	Num UH
53209	Saint-Cyr-le-Gravelais	La Jordonniere	Eau des Portes de Bretagne (SYMEVAL)	Nappe libre	FRGG021	UH1
		La Cruchère		Nappe libre	FRGG021	UH1
		Les Fauvières		Nappe libre	FRGG021	UH1
		Chalonge		Nappe libre	FRGG021	UH1
53077	Cossé-le-Vivien	La Haie les Friches	CC du Pays de Craon	Nappe libre	FRGG021	UH1
53018	Ballots	Les Chaintres		Nappe libre	FRGG021	UH2
53135	Livré-la-Touche	L'Eperonnière		Nappe libre	FRGG148	UH2
49331	Segré-en-Anjou Bleu	PE - St Aubin	Syndicat d'eau de l'Anjou (SEA)	Eau de surface	FRGR0505a	UH6
49248	Ombrée-d'Anjou	La Mazuraie		Nappe libre	FRGG021	UH7
		La Marinierie		Nappe libre	FRGG021	UH7

Carte 46 : Localisation des organismes publics d'eau potable



**Organismes Publics d'Eau Potable
Territoire : BV-Oudon**

- Périmètre SAGE Oudon
- Unités hydrographiques cohérentes
- Réseau hydrographique
- Principales communes
- Captages_AEP

Organismes - AEP

- Atlantic'eau
- Laval Agglomération
- Syndicat d'eau de l'Anjou
- Eau des Portes de Bretagne
- Communauté de Communes du Pays de Craon
- Syndicat Intercommunal des Eaux de la Forêt du Theil
- Communauté de Communes du Pays de Château Gontier



Source : CACG, IGN
Réalisation : CACG 04/23
Projection : Lambert 93

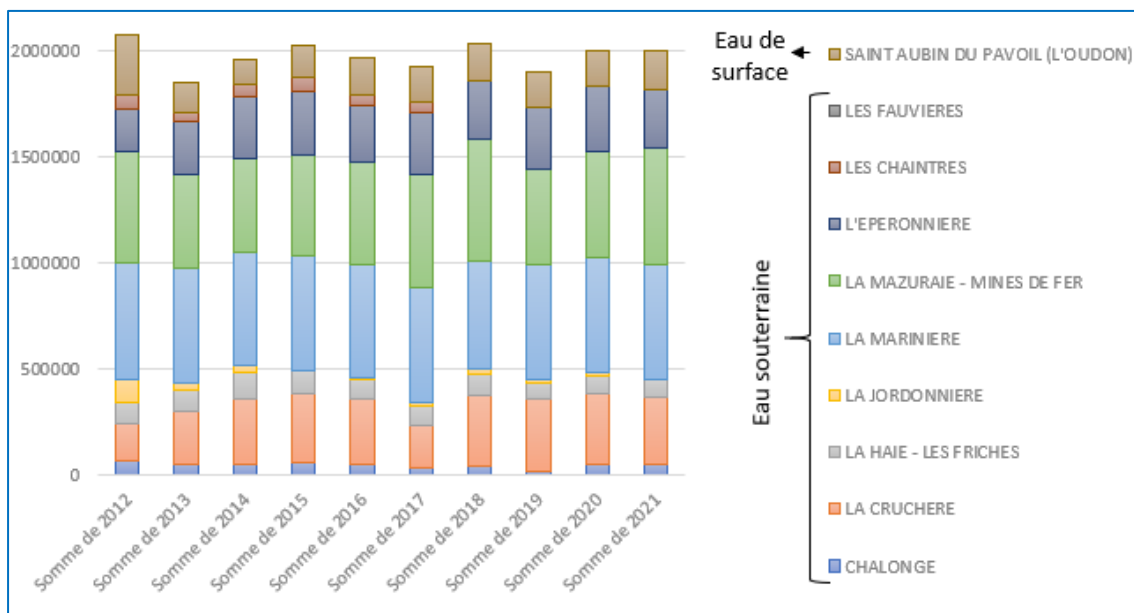


Le tableau et le graphique suivant mettent en évidence la répartition des prélèvements annuels.

Tableau 33 : prélèvements bruts pour la production d'eau potable (2012-2021)

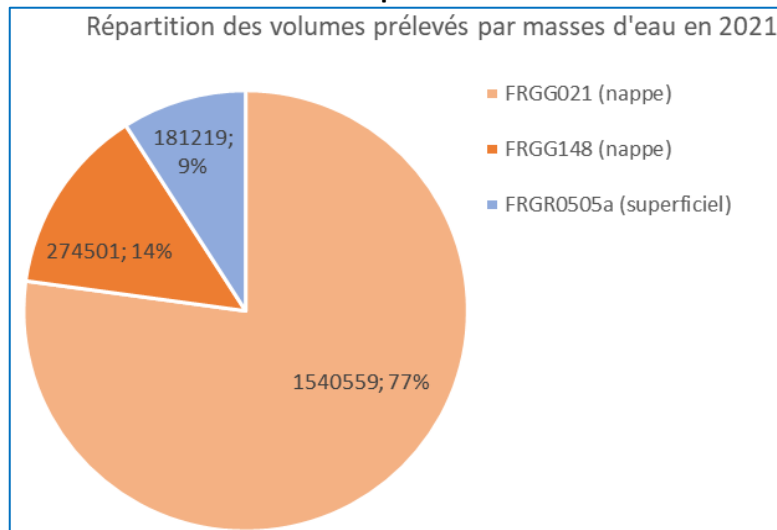
Nom ouvrage	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Chalonge	59820	50320	49810	53100	46698	31397	37486	17040	49503	49503
La Cruchère	180427	242995	309885	329180	309367	200338	332724	336524	329379	313611
La Haie - Les Friches	97091	105908	123760	104802	88489	92572	101620	75927	89279	81219
La Jordonnière	108182	34051	27204	6087	9483	13197	24857	16618	12544	1951
La Marinière	552182	542757	535507	539862	536069	539724	507032	545011	540370	539433
La Mazuraie - Mines De Fer	522240	434805	441690	475287	483712	535826	577812	448169	501506	554842
L'Eperonnière	201610	255620	296579	297087	263768	294128	273340	295035	306004	274501
Les Chaintres	70398	38034	52560	72255	51281	46304	0	0	0	0
Saint Aubin Du Pavoil (L'oudon)	284260	145123	120081	143684	179880	170250	177407	165020	173266	181219
Total Général	2076210	1849613	1957076	2021344	1968747	1923736	2032278	1899344	2001851	1996279

Graph 47 : Prélèvements annuels pour la production d'eau potable



Environ 2 Mm3 sont prélevés tous les ans sur le territoire pour la production d'eau potable. 91% proviennent de 2 nappes profondes et 9% provient de l'Oudon.

Graphe 48 :

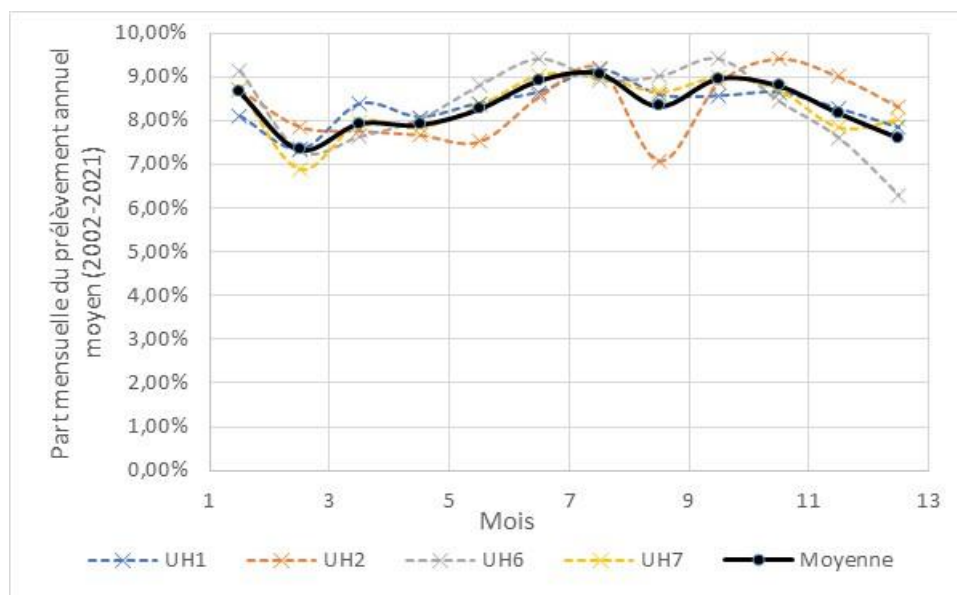


On exploite ensuite les données journalières et mensuelles de prélèvements afin de déterminer la répartition temporelle de ces prélèvements pour l'eau potable.

Le graphique suivant représente la courbe de répartition des prélèvements AEP sur les 5 dernières années par UH et une courbe moyenne à l'échelle du SAGE Oudon. Cette dernière est jugée représentative des consommations d'eau potable pour l'ensemble du territoire et est utilisée par la suite.

Dans ce secteur plutôt rural avec peu de tourisme, la répartition des prélèvements est assez homogène tout au long de l'année (8.33% en moyenne) avec une légère augmentation juin et juillet et une baisse en hiver.

Graphe 49 : Répartition mensuelle de la production d'eau potable



À partir de ces données, on calcule l'impact net des prélèvements sur le cours d'eau grâce aux données du BRGM (cf. 5.3 Répercutions des prélèvements souterrains sur le débit des cours d'eau p105). Le tableau ci-dessous détaille les volumes ayant un impact direct sur le cours d'eau.

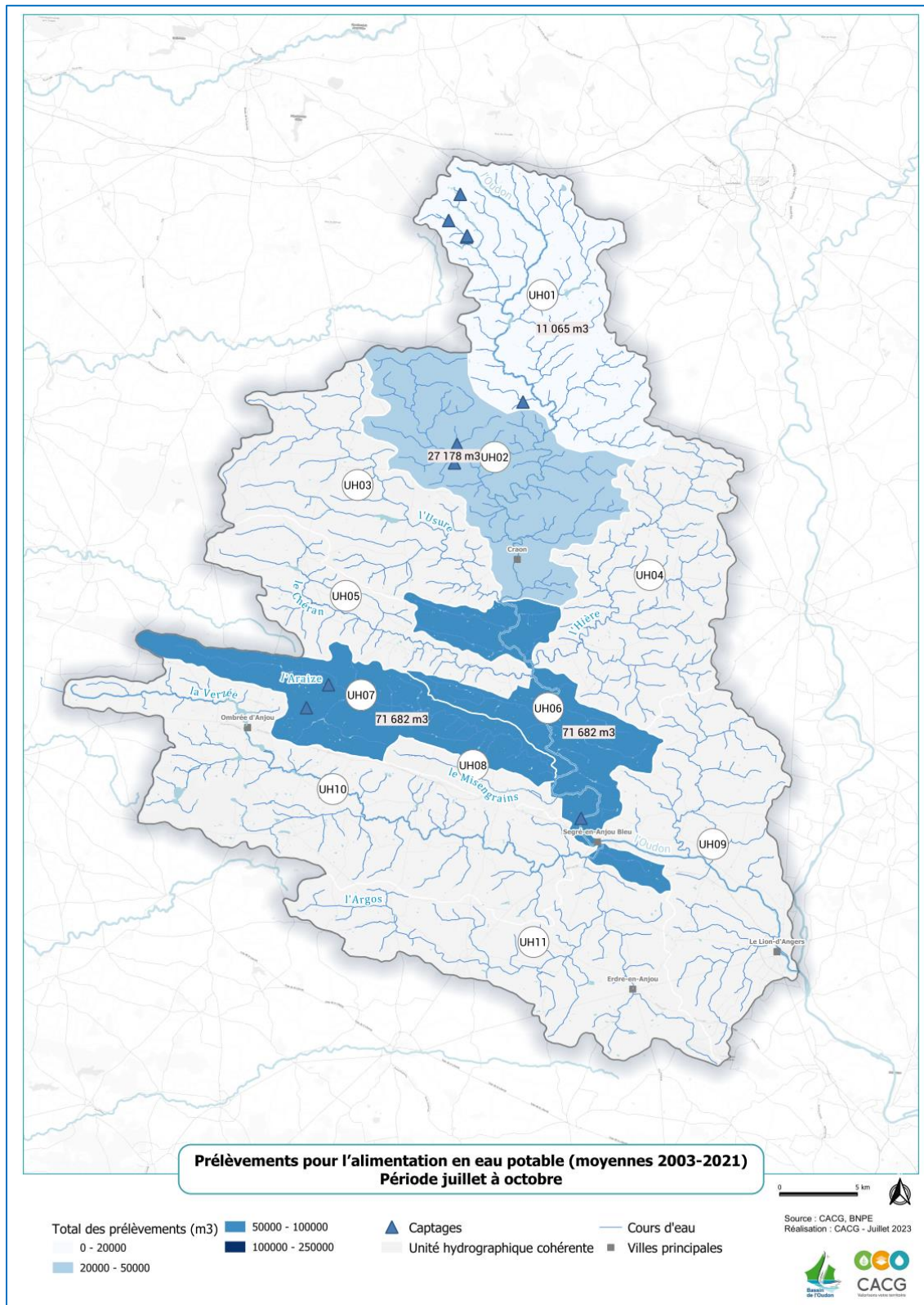
Tableau 34 : Volumes impactant le débit des cours d'eau

UH/ Vol m3	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	207 082	241 117	276 119	272 049	257 728	169 283	268 927	218 593	260 304	133 617
2	158 050	193 317	202 867	214 606	183 059	197 808	177 252	196 200	213 758	159 498
4	55 001	47 280	51 025	47 853	50 596	50 548	48 113	46 500	52 348	50 232
6	284 260	145 123	120 081	143 684	179 880	170 250	177 407	165 020	173 266	181 219
7	192 482	176 420	180 913	186 018	180 914	195 499	206 047	201 801	201 836	200 251
ANNEE	896 874	803 257	831 005	864 209	852 177	783 389	877 746	828 113	901 513	724 817

On représente cartographiquement les prélèvements d'eau potable impactant le cours d'eau par période (novembre à mars, avril à juin et juillet à octobre) et pour l'année complète. Sur ces cartes relatives aux usages, les UH sont colorés en fonction du prélèvement localisé dans l'UH.

La carte suivante présente les prélèvements d'eau potable par UH pour la période juillet-octobre. Les autres cartes sont jointes dans l'atlas cartographique remis avec le rapport.

Carte 50 : Prélèvements d'eau potable de juillet à octobre 2021



5.4.2.3 Consommation d'eau potable sur le périmètre du SAGE

Le secteur d'étude compte environ 33 000 abonnés en 2021, pour une consommation annuelle de 5 000 000 m³. Comme vu précédemment, seulement environ 2 000 000 de m³ sont produits sur le territoire. Afin d'alimenter tous les habitants du bassin versant, environ 3 000 000 m³ proviennent de la Mayenne.

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.

Graphe 51 : Évolution de la consommation d'eau potable et du nombre d'abonnés

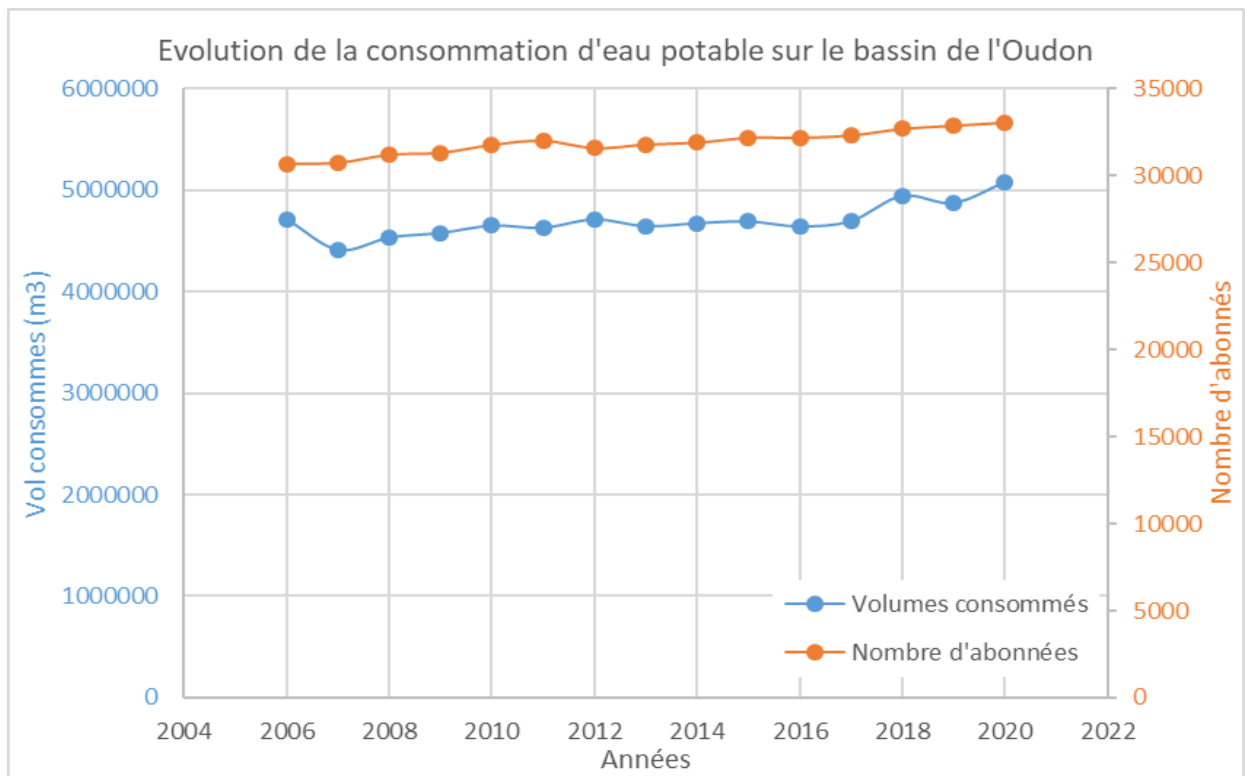


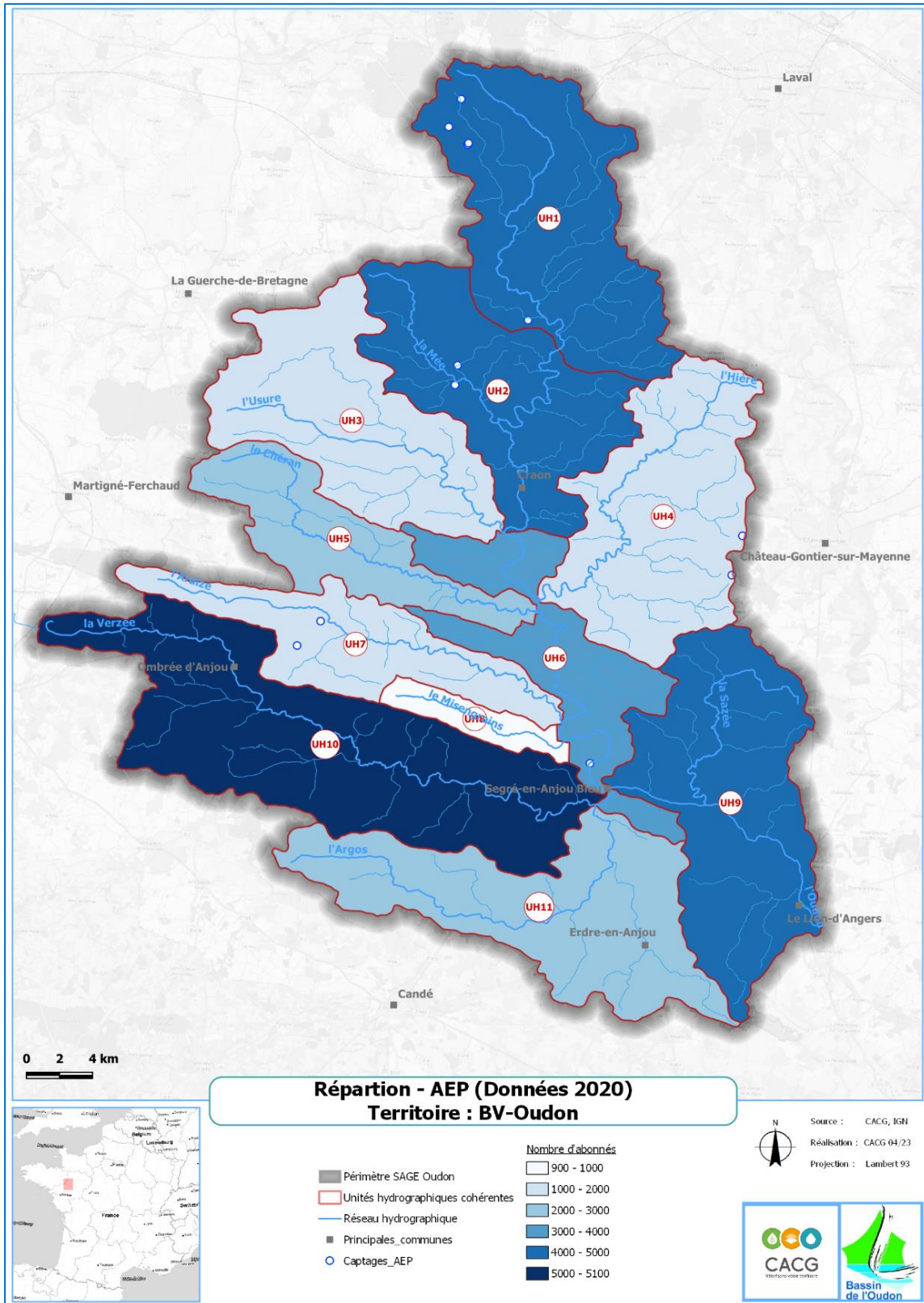
Tableau 35 : Volumes consommés par UH (m3)

Vol m3	UH1	UH2	UH3	UH4	UH5	UH6	UH7	UH8	UH9	UH10	UH11	Total général
2006	524 515	1013 481	207 209	268 897	280 536	466 716	135 686	112 689	816 607	603 635	281 473	4 711 442
2007	531 152	812 905	205 855	241 044	280 696	464 386	128 218	109 612	803 014	574 148	258 595	4 409 625
2008	545 275	909 700	206 461	231 970	278 795	468 874	128 871	110 737	789 112	590 945	271 273	4 532 013
2009	546 724	924 609	206 514	248 495	277 853	475 962	128 505	111 628	781 390	587 899	287 642	4 577 221
2010	533 674	903 816	218 688	251 872	277 473	479 965	138 208	115 600	831 378	603 647	294 841	4 649 163
2011	575 055	926 274	216 983	252 285	278 592	483 692	121 807	110 594	775 822	599 107	288 094	4 628 305
2012	575 574	1 000 000	215 105	253 980	278 254	484 257	128 292	112 733	774 685	593 876	294 385	4 711 140
2013	550 450	995 027	217 050	255 785	276 047	486 523	123 003	111 459	775 926	568 923	283 275	4 643 468
2014	554 233	1 000 023	219 328	256 051	273 853	487 668	118 602	110 404	801 124	572 463	279 045	4 672 794
2015	558 949	1 001 378	222 742	257 820	271 496	487 662	129 782	112 802	774 386	575 482	298 505	4 691 004
2016	565 580	1 002 985	223 828	258 554	270 657	471 168	126 511	109 499	763 317	561 151	288 229	4 641 479
2017	571 489	1 002 846	224 495	259 187	270 936	477 913	129 988	112 004	772 200	582 455	289 964	4 693 476
2018	569 169	1 140 636	236 515	250 581	271 346	496 846	138 876	117 794	811 441	597 217	313 905	4 944 327
2019	552 917	1 136 853	223 706	250 432	271 396	498 002	133 390	116 699	808 300	594 124	288 598	4 874 418
2020	548 999	1 277 875	215 935	262 163	271 756	489 835	140 437	118 116	824 525	624 902	303 946	5 078 488

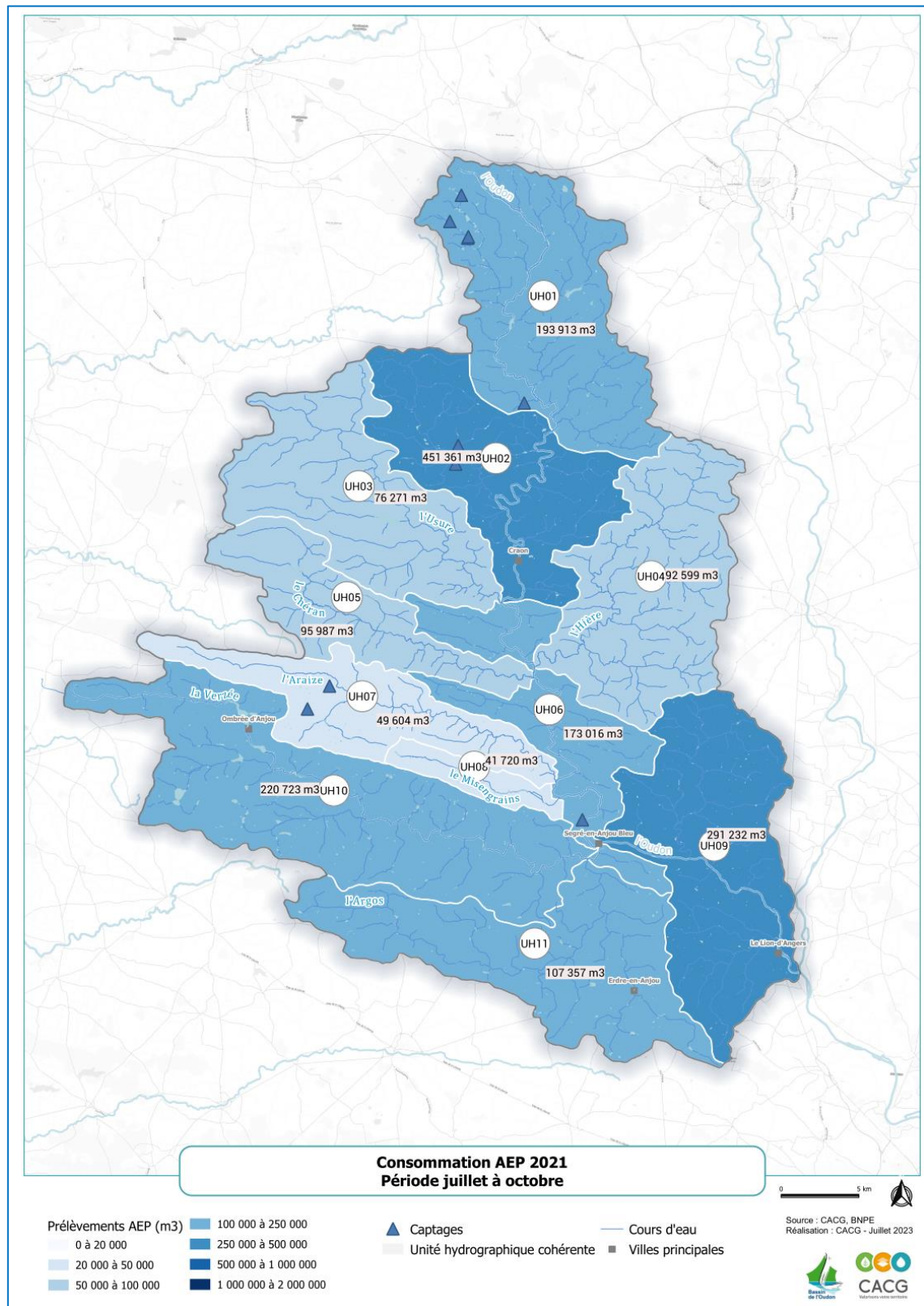
La carte suivante met en évidence la répartition spatiale du nombre d'abonnés en 2020, et de la consommation en eau potable de juillet à octobre 2021, les autres cartes saisonnières sont remises dans l'atlas cartographique complémentaire au rapport.

Il est considéré que la répartition temporelle des prélèvements est équivalente à la répartition temporelle des consommations. (cf. *Grappe 49 : Répartition mensuelle de la production d'eau potable page 113*)

Carte 52 : Nombre d'abonnés d'eau potable en 2020



Carte 53 : Consommations d'AEP de juillet à octobre 2021



5.4.3 Rejets d'eaux usées

5.4.3.1 Systèmes d'assainissement non collectifs (ANC)

La CC du Pays de Craon a fait la synthèse⁵ du nombre d'installations d'assainissement non collectif (ANC) par commune sur son territoire. Au total, il recense 3924 installations en ANC pour 28 531 habitants en 2021. La CC de Pays de Craon recouvre plus d'1/3 de la surface du périmètre d'étude. Il peut donc être considéré comme représentatif de la répartition du nombre d'installation non collectif à l'échelle du BV.

Sous l'hypothèse de 2,11 personnes par système ANC, et en fonction de la consommation annuelle d'eau potable par habitant issue de l'analyse précédente (120 l/j/hab.), on évalue à 440 356 m³ le rejet d'eaux usées épurées via l'ANC. Leurs localisations, en tant que rejets diffus, est affectée à l'UH au prorata de la surface communale. Considérant que ces rejets ponctuels diffus de faibles débits n'influencent pas directement les débits des cours d'eau, ils ne sont pas comptabilisés dans la suite des bilans des influences par UH.

Tableau 36 : Estimation des rejets des installations individuelles (ANC)

	Nombre d'habitants	Nombre d'ANC	Vol rejets diffus (m3/ans)
CC Craon	28 531	3 924	171 871
BV Oudon	73 100	10 054	440 356

5.4.3.2 Stations d'épuration

Le territoire comprend 80 stations d'épuration de capacités variables :

Tableau 37 : Répartition par UH des stations d'épuration

Num UH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
[10 000 100 000 [EH		1							1			2
[2 000 10 000 [EH	1				1				1	1		4
[200 2 000 [EH	6	3	1	5	2	5	1	1	6	5	5	40
Taille < 200 EH	2	3	3	1	1	3	4	5	3	9		34
Total	9	7	4	6	4	8	5	6	11	15	5	80

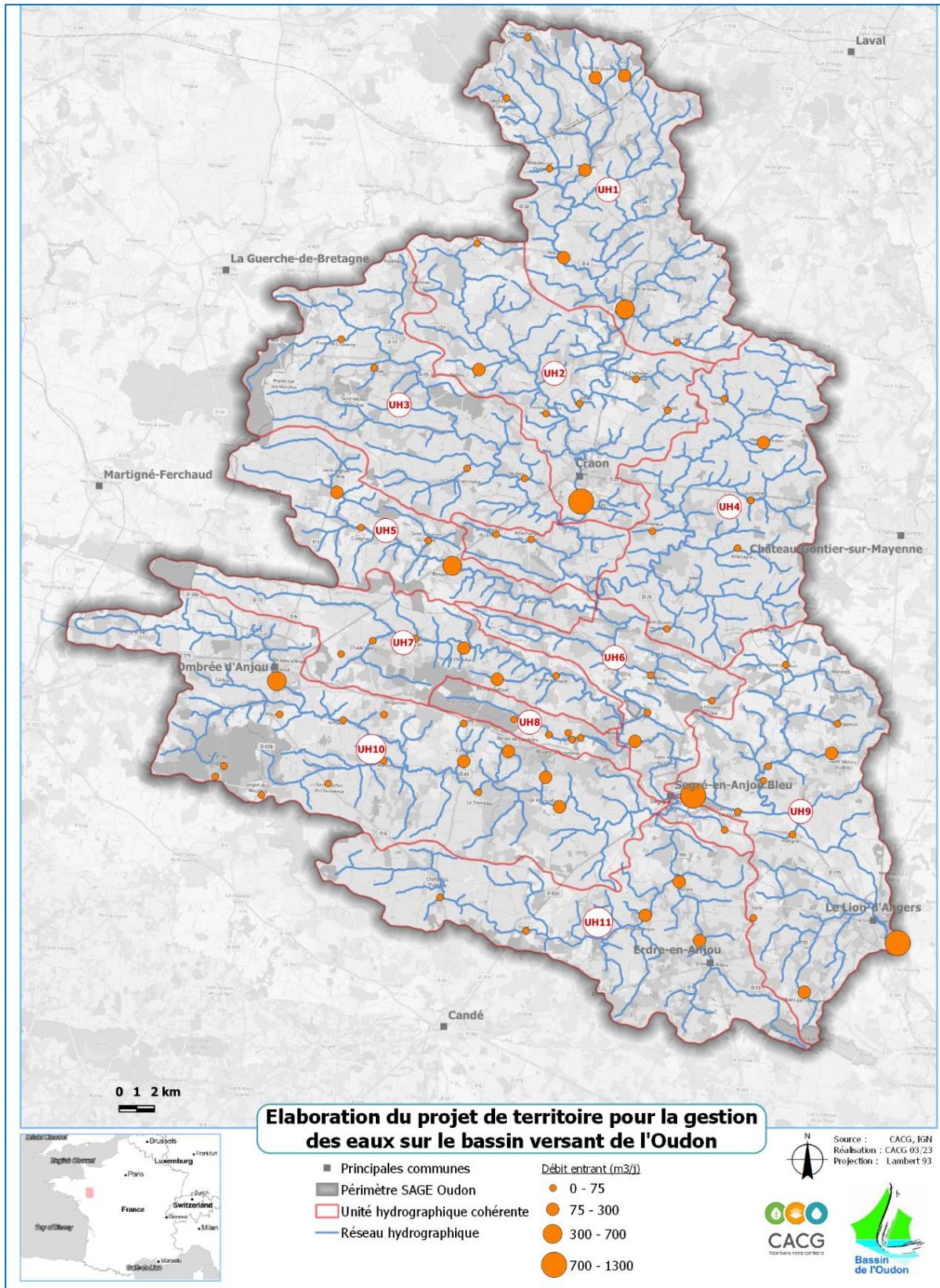
2 stations d'épuration appartiennent à la classe [10 000 ; 100 000 [EH : la station de Craon et la station de Ségré-en-Anjou Bleu. Une majorité des STEP du territoire ont une capacité inférieure à 2000 EH. Les données disponibles sur le portail de l'assainissement sont par station :

- La charge annuelle maximale en entrée,
- Le débit de référence retenu,
- Les résultats de conformités des équipements et de la performance.

Le débit restitué au milieu par les stations d'épuration est assimilé au débit entrant.

⁵ RPQS – Assainissement Non Collectif – Année 2021 Communauté de communes du Pays de Craon

Carte 54 : Localisation des points de rejet des STEP



Élaboration d'un Projet de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE) le bassin versant de l'ODON



FÉVRIER 2024

Phase 1 – Analyse HMUC 1^{ère} partie

121

5.4.3.3 Localisation des points de rejets

La carte précédente localise les points de rejets des STEP avec la précision du dimensionnement des débits entrants.

Le tableau suivant associe chaque commune à l'UH de 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.

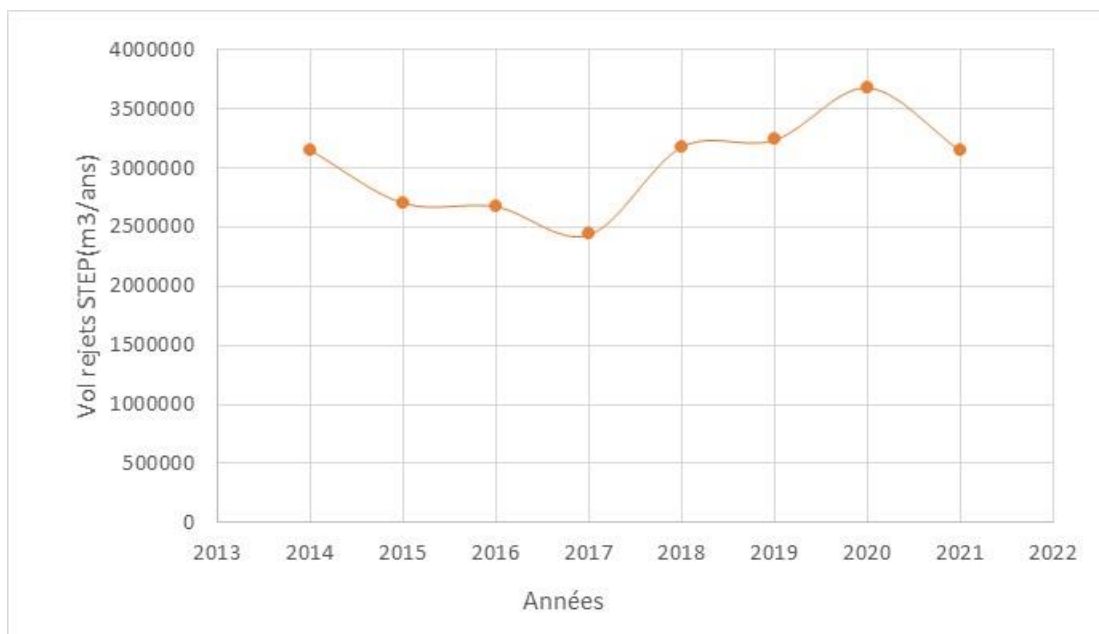
Tableau 38 : Affectation des rejets de STEP par UH

Nom commune	Code Insee	UH	Total rejets
JUIGNE-DES-MOUTIERS	44078	UH10	3
ANDIGNE	49005	UH9	1
ARMAILLE	49010	UH10	1
AVIRE	49014	UH9	1
BOUILLE-MENARD	49036	UH7 UH8	2
BOURG-D'IRE	49037	UH10	1
BOURG-L'EVEQUE	49038	UH7	1
BRAIN-SUR-LONGUENEE	49043	UH9	1
CHALLAIN-LA-POTHERIE	49061	UH11	1
CHAPELLE-SUR-LOUDON	49077	UH6 UH9	2
CHATELAIS	49081	UH6	1
CHAZE-HENRY	49088	UH7	2
CHAZE-SUR-ARGOS	49089	UH11	1
COMBREE	49103	UH8 UH10	5
FERRIERE-DE-FLEE	49136	UH6	1
GENE	49148	UH9	1
GRUGE-L'HOPITAL	49156	UH7	1
HOTELLERIE-DE-FLEE	49158	UH6	1
LION-D'ANGERS	49176	UH9	1
LOIRE	49178	UH11	1
LOUVAINES	49184	UH9	1
MARANS	49187	UH11	1
MONTGUILLON	49208	UH9	1
NOELLET	49226	UH10	1
NOYANT-LA-GRAVOYERE	49229	UH8 UH10	4
NYOISEAU	49233	UH6	2
POUANCE	49248	UH10	1
PREVIERE	49250	UH10	1
SAINT-MARTIN-DU-BOIS	49305	UH9	1
SAINT-MICHEL-ET-CHANVEAUX	49309	UH10	1
SAINT-SAUVEUR-DE-FLEE	49319	UH9	1
SEGRE	49331	UH9	1
TREMBLAY	49354	UH10	1
VERGONNES	49366	UH10	1

Nom commune	Code Insee	UH	Total rejets
ERDRE-EN-ANJOU	49367	UH11	1
AMPOIGNE	53004	UH4	1
ATHEE	53012	UH2	1
BALLOTS	53018	UH2	1
BEAULIEU-SUR-LOUDON	53026	UH1	1
BOUCHAMPS-LES-CRAON	53035	UH6	1
CHAPELLE-CRAONNAISE	53058	UH2	1
CONGRIER	53073	UH5	1
COSMES	53075	UH1	1
COSSE-LE-VIVIEN	53077	UH1	1
CRAON	53084	UH2	1
DENAZE	53090	UH2	1
FONTAINE-COUVERTE	53098	UH3	1
GRAVELLE	53108	UH1	1
LAIGNE	53124	UH4	1
LIVRE	53135	UH2	1
LOIRON-RUILLÉ	53137	UH1	1
MARIGNE-PEUTON	53145	UH4	1
MERAL	53151	UH1	1
MONTJEAN	53158	UH1	1
NIAFLES	53165	UH3	1
POMMERIEUX	53180	UH4	1
RENAZE	53188	UH5	1
ROE	53191	UH3	1
RUILLE-LE-GRAVELAIS	53194	UH1	1
SAINT-AIGNAN-SUR-ROE	53197	UH5	1
SAINT-CYR-LE-GRAVELAIS	53209	UH1	1
SAINT-MARTIN-DU-LIMET	53240	UH6	1
SAINT-POIX	53250	UH2	1
SAINT-QUENTIN-LES-ANGES	53251	UH4	1
SAINT-SATURNIN-DU-LIMET	53253	UH5	1
SELLE-CRAONNAISE	53258	UH3	1
SIMPLE	53260	UH4	1

Il est considéré que la répartition mensuelle des rejets suit la répartition mensuelle de prélèvements (cf. *Graphe 49 : Répartition mensuelle de la production d'eau potable page 113*).

Le graphique ci-dessous illustre l'évolution des rejets diffus sur le bassin d'Oudon. Le tableau ci-après, détaille les volumes des rejets par UH.

Grphe 55 : Évolution des volumes de rejets de STEP

La carte en page suivante montre la répartition spatiale de ces rejets pour la période juillet-octobre. Les cartes des autres périodes et de l'année sont dans l'atlas joint.

Tableau 39 : Volume sortie STEU ou point de rejet direct

	UH1	UH2	UH3	UH4	UH5	UH6	UH7	UH8	UH9	UH10	UH11	TOTAL
2006	476 321	794 788	130850	199 437	214 409	163 237	87 156	55 338	1 028 581	461 477	235 343	3 846 936
2007	482 961	678 908	131430	177 833	215 661	163 127	81 925	54 124	1 011 234	438 502	212 608	3 648 315
2008	497 100	755 571	129267	171 763	216 413	163 260	81 551	54 530	1 003 953	451 084	225 268	3 749 762
2009	498 294	764 901	130080	181 736	216 471	165 689	81 697	54 391	995 602	446 318	241 241	3 776 420
2010	490 884	750 466	138246	183 372	216 434	166 871	89 760	55 990	1 041 112	459 705	247 817	3 840 657
2011	527 208	770 666	134780	185 556	216 316	164 665	76 170	52 778	977 451	464 193	241 340	3 811 122
2012	529 765	780 426	138217	187 766	216 014	166 395	81 052	54 363	988 607	450 825	247 909	3 841 340
2013	518 367	800 203	138356	189 792	214 232	168 393	78 054	53 828	1 002 995	429 618	239 110	3 832 949
2014	533 794	822 298	138373	191 013	212 542	170 039	74 158	53 683	1 029 538	432 520	236 827	3 894 785
2015	539 327	836 487	138639	193 574	211 008	171 779	82 657	56 147	1 013 431	435 931	256 746	3 935 727
2016	552 018	849 402	139339	194 888	211 216	175 538	80 577	56 628	1 028 736	432 222	250 587	3 971 150
2017	556 742	862 278	139722	195 839	211 701	177 761	82 329	57 866	1 042 242	450 028	252 051	4 028 559
2018	530 752	945 540	150051	188 354	211 833	183 714	89 774	60 676	1 088 030	460 576	270 819	4 180 119
2019	514 166	943 178	143488	187 747	211 864	184 388	85 380	59 818	1 088 002	458 591	248 091	4 124 714
2020	510 607	1 059 757	134449	196 347	211 826	181 797	89 908	60 481	1 098 281	486 032	263 164	4 292 649

5.4.4 Bilan du petit cycle de l'eau

Au total, sur le territoire du SAGE, sur une année (moyenne 2009-2020),

- . Environ 2 Mm³ sont prélevés pour l'eau potable,
- . Environ 5 Mm³ d'eau potable sont consommés,
- . Environ 3,1 Mm³ retournent au milieu naturel via les rejets de stations d'épuration.

5.5 Usage Eau Industrielle (IND)

Les données de la BNPE montrent que les volumes concernés par cet usage de l'eau représentent 6% des prélèvements.

Les données BNPE correspondent à des prélèvements d'eau brute dans le milieu naturel (superficiel et souterrain) (cf. Tableau 40), 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.

Tableau 40 : Volumes bruts prélevés pour l'usage industriel (source : BNPE)

UH	Nom de l'ouvrage	Type d'eau	Volumes bruts prélevés (m ³ / an)											
			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
2	Usine de Celia laiterie de Craon sa	SOUT		225 563	206 170	258 834	234 647	218 255				172 713	181 576	172 635
	Usine de Sara sa	SOUT	41 660	43 149	40 177	41 058	44 698	49 064					37 188	44 500
	Total		41 660	268 712	246 347	299 892	279 345	267 319				172 713	218 764	217 135
5	Usine de Dirickx sas	CONT	164 939	178 644	145 228	14 830	7 400	18 097	16 736	16 178	22 043	23 092	70 389	17 597
9	Usine de soc de courses Lion d'Angers	CONT			51 491				54 332				65 348	58 434
10	Usine de Centre Hosp Chateaubriant	SOUT	3 155	2 889	2 903	2 792	2 503	2 554	2 654					
Total général (m³)			209 754	450 245	445 969	317 514	289 248	287 970	73 722	16 178	22 043	195 805	354 501	293 166

En première analyse, et en l'absence de données plus précises caractéristiques des industries locales, nous appliquons un taux de consommation de 7% au prélèvement brut 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*).

Pour les prélèvements souterrains, les coefficients du BRGM ont été utilisés (comme pour l'AEP) (cf. Tableau 45).

Le prélèvement annuel net pour l'usage industriel s'élève ainsi à 14001 m³ en 2021, réparti sur 3 UH : UH02 (Oudon aval amont), UH05 (Chéran), UH09 (Oudon aval). Des prélèvements étaient également réalisés sur l'UH10 jusqu'à 2016 (cf. 40 p126).

Tableau 41 : Volumes ayant un impact sur le débit d'Oudon

Vol (m3)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Moyenne
UH2	1 682	10 847	9 944	12 106	11 276	10 791	9 496	8 278	5 720	8 515	8 831	8 765	8 628
UH5	10 738	11 630	9 454	965	482	1 178	1 090	1 053	1 435	1 503	4 582	1 146	1 712
UH9	3 639	4 315	3 604	3 942	3 182	4 414	3 803	4 115	4 236	5 587	4 574	4 090	4 403
UH10	36	33	33	32	29	29	31	0	0	0	0	0	9
Total	16 095	26 825	23 036	17 045	14 968	16 412	14 419	13 446	11 391	15 605	17 987	14 001	14 752

5.6 Usage Agricole

Certaines activités agricoles ont un besoin de consommer de l'eau (intrant) pour leur fonctionnement, ce sont principalement :

- La production de cultures irriguées : irrigation
- Les ateliers d'élevage : abreuvement des animaux, lavage quotidien des installations et des bâtiments

5.6.1 Prélèvements d'eau pour l'irrigation des cultures

5.6.1.1 *Données utilisées (en complément de la BNPE)*

Au moment de la réalisation de l'étude, au niveau du territoire du SAGE Oudon, il n'existe pas encore une base de données complète actualisée dédiée à l'ensemble des prélèvements du secteur agricole. La démarche a été initiée, dans le cadre de la feuille de route du PTGE (juin 2021), par la Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de la Loire de constituer un « inventaire / observatoire » des prélèvements d'eau agricoles (et des ouvrages associés) pour les usages en irrigation, en abreuvement et le cas échéant en lutte antigel des vergers par aspersion », cependant ce travail n'est pas achevé au moment de la réalisation de l'étude d'actualisation (1^{er} trimestre 2023) ; seulement quelques données partielles énumérées ci-après ont pu être communiquées par le service de la CRAPL.

Les services de l'État ont communiqué les données utiles pour l'étude relatives aux ouvrages de prélèvements agricoles soumis à déclaration ou autorisation :

- DDT 53 (125 points de prélèvements)
- DDT 49 (151 points de prélèvements)

Ces données ont permis de consolider la caractérisation des prélèvements d'eau d'irrigation.

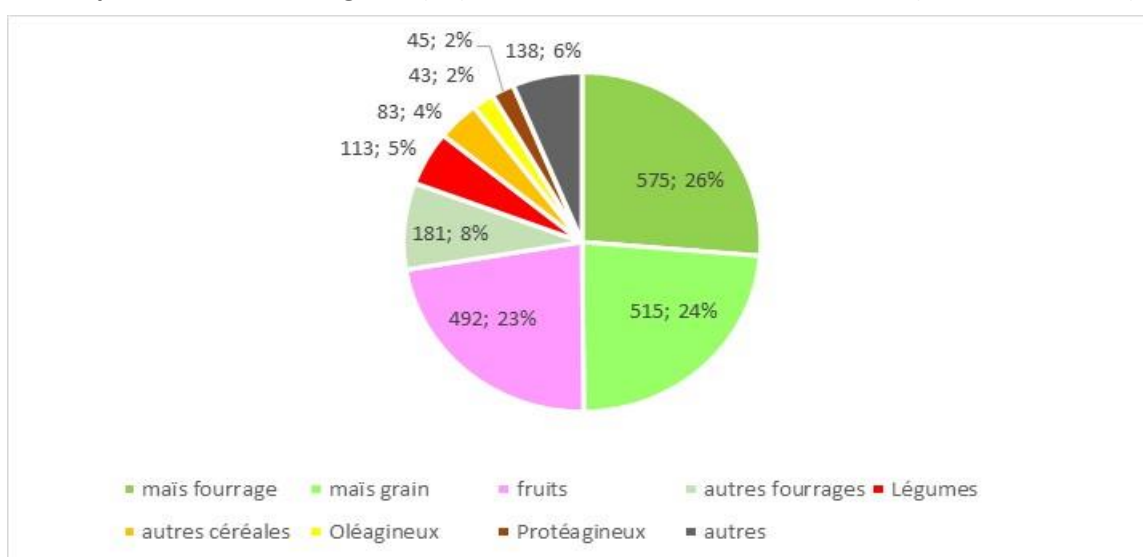
5.6.1.2 Contexte actualisé de l'agriculture irriguée du SAGE Oudon

Données du Recensement Général Agricole 2020 (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. Les données du RGA 2020 (superficies irriguées par culture) ont été récupérées à l'échelle des masses d'eau au sens de la Directive Cadre Européenne. Cette extraction à l'échelle des masses d'eau présente plusieurs avantages par rapport à l'extraction à la maille communale habituellement pratiquée :

- Les masses d'eau dans le BV de Oudon se superposent assez bien avec les UHC
- Les données sont fournies avec un niveau de détail important (cultures et catégories d'animaux)
- L'extraction à l'échelle des Masses d'Eau permet de générer des données sans secret statistique.

Graph 57 : surfaces irriguées (ha) à l'échelle du bassin versant Oudon (source RGA 2020)



Les données élémentaires du recensement agricole sont rattachées à l'exploitation agricole, l'attribut géographique correspond à la commune du siège de l'exploitation.

Le maïs (grain et fourrage confondus) représente 50% de la Surface Irriguée ; les cultures fruitières (parmi lesquelles 75% de pommiers) représentent 23%, viennent ensuite les autres fourrages (luzerne et prairies temporaires) avec 8% et les légumes avec 5%. La superficie totale irriguée est de 2 167 ha ce qui permet de calculer un apport moyen à l'hectare d'environ 700 m³/ha, ce qui recouvre une forte hétérogénéité entre cultures et années.

Données du registre parcellaire graphique (RPG)

Le RPG indique la nature des cultures à l'échelle de la parcelle cadastrale au pas de temps annuel. Le RPG ne permet pas de distinguer les cultures irriguées des cultures pluviales. Le RPG est alimenté par les déclarations d'assolement des exploitants nécessaires pour l'obtention des aides de la politiques agricole commune (PAC)⁶.

⁶ Les exploitants qui ne bénéficient pas d'aides de la PAC ne sont pas soumis réglementairement à l'obligation de déclarer leur assolement. Cela concerne un faible nombre d'exploitations essentiellement spécialisées en viticulture, maraîchage et arboriculture.

Carte 58 : Assolément sur le bassin versant de l'Oudon en 2020 (RPG 2020)

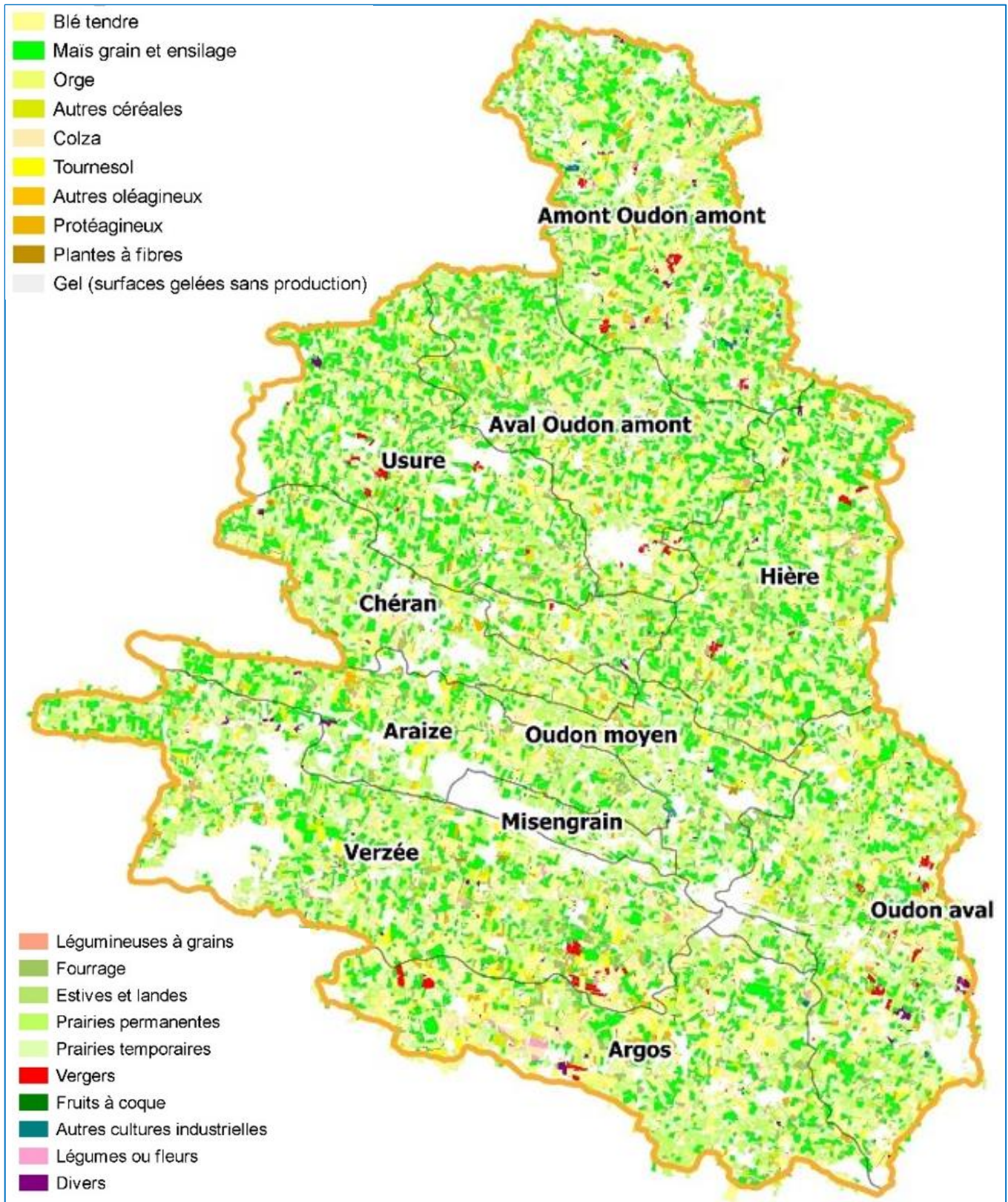


Tableau 42 : Superficie des principales cultures par Unités Hydrographiques (RPG 2020)

Groupe de culture	Amont Oudon amont	Araize	Argos	Aval Oudon amont	Chéran	Hière	Misen-grain	Oudon aval	Oudon moyen	Usure	Verzée	Total général	
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	%
Maïs grain et ensilage	3 409	1 453	2 341	3 131	1 470	3 518	183	2 556	1 463	3 419	3 793	26 737	23%
Blé tendre	2 980	1 136	3 017	2 442	1 186	3 038	124	2 530	1 236	2 500	3 287	23 476	20%
Prairies permanentes	2 923	1 706	2 477	2 003	1 202	2 132	291	2 452	1 920	1 787	3 582	22 474	19%
Prairies temporaires	1 480	896	1 556	1 579	1 311	1 631	121	2 058	1 078	1 681	2 340	15 731	14%
Fourrage	656	435	603	708	252	695	14	768	377	438	1 079	6 026	5%
Colza	723	316	869	550	286	551	32	679	350	419	951	5 726	5%
Orge	766	328	870	492	322	785	39	568	342	331	832	5 675	5%
Autres céréales	281	174	323	317	186	321	30	614	240	300	532	3 318	3%
Tournesol	73	175	378	111	70	95	2	227	89	76	403	1 701	1%
Divers oléag.	192	68	175	117	73	185	10	204	86	162	217	1 488	1%
Protéagineux	191	93	182	79	84	133	7	171	104	57	346	1 447	1%
Vergers	117	2	100	33	6	86		154	10	115	125	748	1%
Légumes ou fleurs	19	2	103	7	1	28	0	13	0	10	56	239	0%
Autres*	199	28	50	79	52	28	7	41	56	6	153	699	1%
Sous Total UH ha	14 009	6 812	13 044	11 648	6 501	13 226	860	13 035	7 351	11 301	17 696	115 485	100%
%	12%	6%	11%	10%	6%	11%	1%	11%	6%	10%	15%	100%	

* Autres oléagineux, gel, autres cultures industrielles, plantes à fibres, légumineuses à grain, estives et landes, fruits à coque

76 % des surfaces sont mises en valeur par seulement quatre cultures : maïs, blé tendre, prairies permanentes et prairies temporaires. Le colza avec le maïs sont les principales cultures précédant le blé tendre, l'orge, le maïs et les prairies temporaires sont les cultures suivantes.

5.6.1.3 Répartition de la superficie irriguée par UH

Le tableau suivant représente la répartition des cultures irriguées dans chaque Unité Hydrographique.

La donnée élémentaire correspond est la superficie de la culture irriguée agrégée par Masse d'Eau.

Le paramètre de répartition est le ratio de la Surface Agricole Utile (SAU) d'intersection des Masses d'Eau avec les Unité Hydrographiques.

$$\text{Surface culture irriguée UH} = (\text{surface culture irriguée ME} / \text{SAU_ME}) * \text{SAU_UH}$$

Tableau 43 : Superficie des principales cultures irriguée par UH (RGA 2020)

	Amont Oudon	Aval Oudon	Usure	Hiere	Chéran	Araize	Verzee	Oudon moyen	Misen-grain	Argos	Oudon aval	TOTAL	
	Amont	Amont										ha	%
	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	%
Maïs fourrage	36	29	15	64	40	34	88	39	7	109	114	575	27%
Maïs grain	38	31	30	61	1	48	100	18	4	93	91	515	24%
Fruits	22	18	41	28	5	1	31	19	3	121	205	492	23%
Autres fourrages	7	6	7	29	1	25	54	16	3	9	25	181	8%
Légumes	9	7	5	24	3	2	12	9	2	22	19	113	5%
Autres céréales	1	1	0	40	0	3	5	1	0	13	19	83	4%
Oléagineux	0	0	0	0	0	0	6	5	1	20	11	43	2%
Protéagineux	3	3	1	12	0	3	8	3	1	7	4	45	2%
Autres	24	19	2	1	1	7	17	5	1	33	7	118	5%
TOTAL	ha	141	113	100	260	52	124	322	115	426	494	2 167	100%
	%	7%	5%	5%	12%	2%	6%	15%	5%	1%	20%	23%	100%

5.6.1.4 Répartition des prélèvements d'eau d'irrigation au pas de temps mensuel

Les enregistrements des prélèvements d'eau agricole des bases de données disponibles correspondent à des volumes annuels, la répartition au pas de temps mensuel des prélèvements d'eau nécessite de reproduire les pratiques de conduite des irrigations appliquées par les exploitants agricoles.

Les trois principales cultures irriguées du territoire sont prises en compte : le maïs, les vergers (dont plus de 90% de pommiers) et le maraichage. La dynamique d'irrigation sur ces trois cultures principales (et la moyenne résultante) a vocation à décrire la dynamique d'irrigation sur le territoire, toutes cultures confondues.

Les services de la Chambre Régionale d'Agriculture des Pays de Loire ont été consultés pour caractériser les paramètres techniques représentatifs des pratiques d'irrigation sur le territoire du SAGE Oudon.

Tableau 44 : Besoins d'eau annuels des principales cultures irriguées (CRAPL 2023)

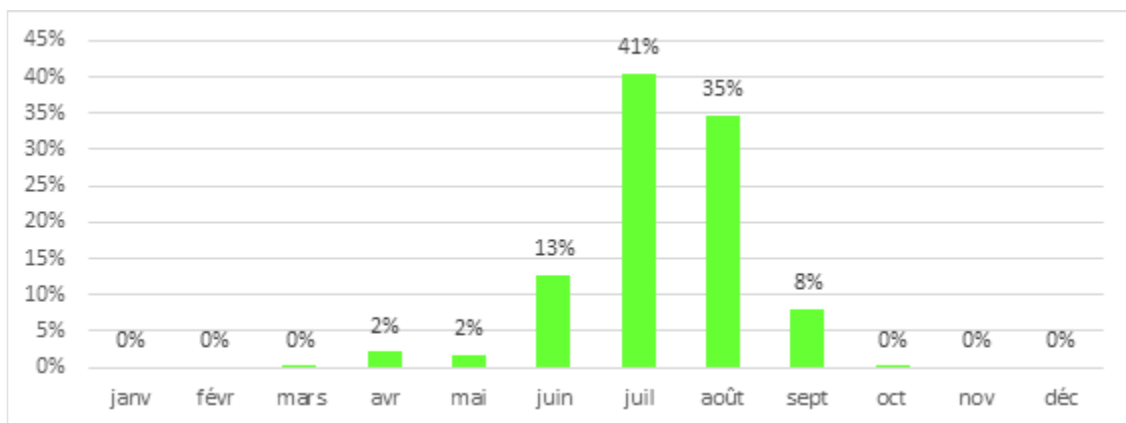
Culture	Maïs	Vergers (pommiers)	Maraichage
Besoin Unitaire Théorique BUT (m ³ /ha)	1 350	1 750	2 500

Le Besoin Unitaire Théorique (BUT) correspond au besoin en apport d'eau d'irrigation à la culture en conditions non limitantes, ce besoin est significativement supérieur au prélèvement moyen par hectare irrigué estimé comme le ratio du volume annuel déclaré à l'AELB par les superficies irriguées enregistrées dans le RGA 2020, soit 700 m³/ha. L'écart de la valeur du BUT avec la consommation moyen peut provenir des éléments suivants :

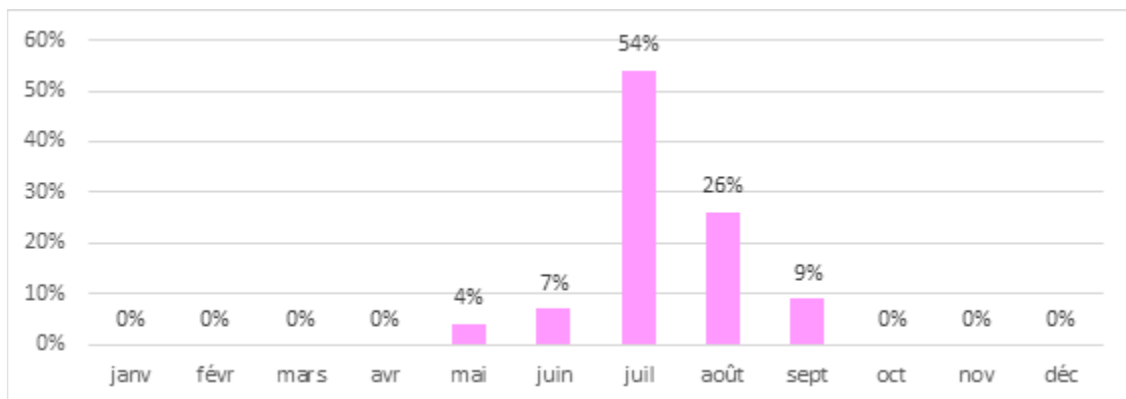
- Restriction aux prélèvements appliqués en cours de campagne (arrêté cadre sécheresse)
- Les volumes prélevés inférieur à 10 000 m³/ préleveur ne sont pas enregistrés dans la BNPE
- Application d'un apport inférieur au besoin du fait des conditions climatiques de l'année en cours et de la ressource mobilisable par l'irrigant

Pour chaque culture principale, la fonction de répartition mensuelle de l'apport d'eau d'irrigation résulte de l'estimation du bilan hydrique moyen établi en considérant l'avis d'expert des conseillers ainsi que les préconisation des bulletins d'irrigation de la CRAPL :

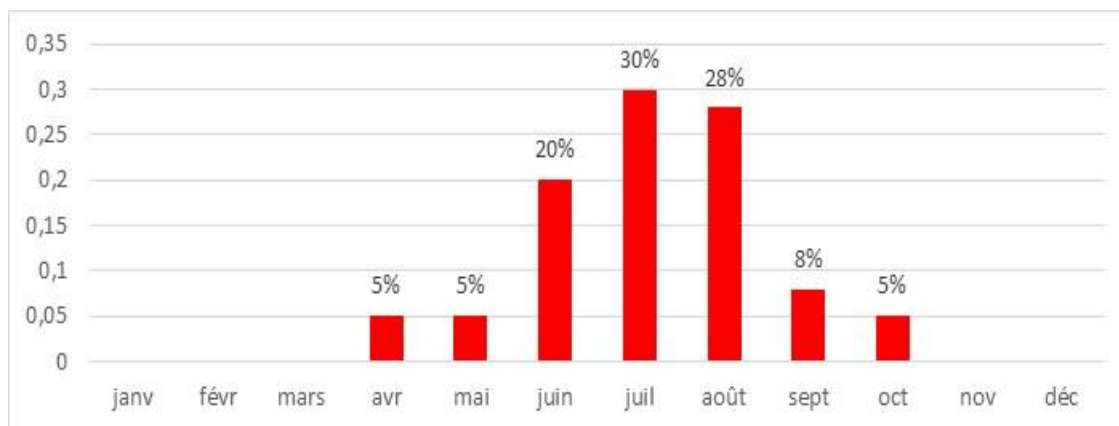
Graphe 59 : Répartition mensuelle de l'apport d'eau d'irrigation pour le maïs



Graphe 60 : Répartition mensuelle de l'apport d'eau d'irrigation pour les pommiers



En pommiers, les besoins liés à l'antigel (principalement en mars et avril) ne sont pas pris en compte. En effet on considère que ces besoins n'interviennent pas au cours de l'étiage et que la très grosse majorité des volumes utilisées retournent au milieu (ruissellement, infiltration).

Graphe 61 : Répartition mensuelle de l'apport d'eau d'irrigation pour le maraîchage

Les principales cultures maraîchères du territoire sont les haricots, la pomme de terre, la carotte et les courges (avec des SAU > 20 ha).

5.6.1.5 Résultats des prélèvements d'eau d'irrigation au pas de temps mensuel

Le bassin versant de Oudon est relativement peu irrigué. Les surfaces irriguées représentent 2 % de la SAU (bien en dessous de la moyenne nationale qui se situe à 7,3% en 2020) .

Les volumes prélevés par année (source BNPE) sont les suivants :

Tableau 45 : Volumes irrigation à l'échelle du BV Oudon selon BNPE -2010 2021

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Moyenne 2010 – 2021
1,648	1,487	1,026	1,652	1,292	1,833	1,851	1,168	1,517	1,509	1,532	1,010	1,460

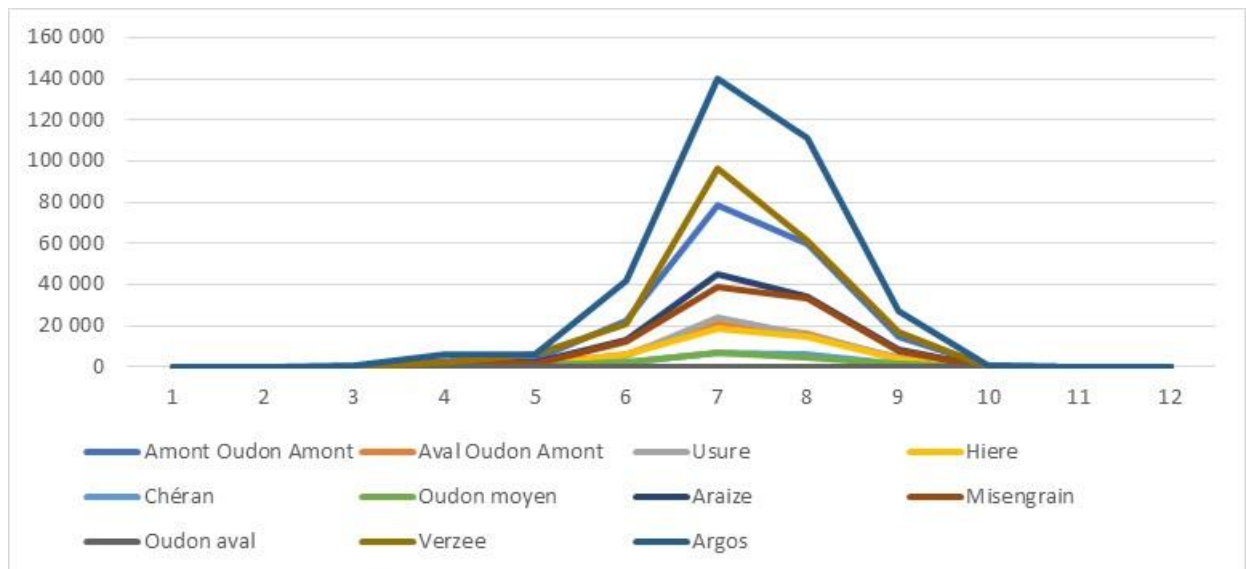
Les données de prélèvement (source BNPE) sont connues au pas de temps annuel. Ces volumes doivent être distribués au pas de temps mensuel qui est le pas de temps choisi pour cette étude et pour apprécier la variabilité infra annuelle.

La procédure de calcul de la répartition est la suivante :

- Caractériser les principales cultures irriguées par UH et leurs surfaces respectives
- Reconstituer des courbes de besoin en eau de ces cultures au pas de temps mensuel
- Construire, par UH, une courbe composite qui est la résultante des courbes de besoin par culture et de la superficie de chaque culture irriguée
- Ventiler le volume irrigation annuel (BNPE) selon cette courbe composite (répartition du total annuel au pas de temps mensuel).

Tableau 46 : volumes irrigation moyen au pas de temps mensuel par UH

	J	F	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	N	D	Total année	
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%
Amont Oudon Amont			108	2576	3435	20916	72306	55033	13753	251			168 378	12%
Aval Oudon Amont			31	738	984	5988	20702	15756	3937	72			48 208	3%
Usure			19	466	1342	5158	22974	14791	4145	46			48 941	3%
Hiere			29	704	808	5944	18667	14802	3610	69			44 634	3%
Chéran			20	487	535	3678	12018	9560	2319	48			28 665	2%
Oudon moyen			62	1479	2026	12592	42949	32602	8172	144			100 026	7%
Araize			81	1935	1563	12005	37764	32139	7429	188			93 104	6%
Misengrain														0%
Oudon aval			88	2106	6082	22511	102836	65841	18507	205			218 176	15%
Verzee			241	5749	6258	40778	137329	109045	26430	559			326 388	22%
Argos			200	4774	9390	44010	174744	121575	32274	465			387 432	26%
TOTAL	m3		879	21 013	32 426	173 580	642 289	471 143	120 576	2046			1 463 951	100%
	%		0%	1%	2%	12%	44%	32%	8%	0%			100 %	

Graphe 62 : Volumes irrigation au pas de temps mensuel par UH

5.6.2 Prélèvements d'eau pour les activités d'élevage

5.6.2.1 *Contexte actualisé des activités d'élevage du SAGE Oudon*

Les référentiels de données disponibles permettant d'estimer les effectifs en animaux sont :

- Pour les ruminants (bovins lait, viande, ovins caprins) auprès de la CRAPL : effectifs issus de la Base de Données Nationale d'Identification (BDNI) extrait par Unité Hydrologique
- Pour les autres animaux : RGA 2020 extrait à l'échelle des masses d'eau.

Les effectifs animaux sont présentés dans le tableau suivant regroupés par grandes catégories.

Tableau 47 : effectifs d'animaux par catégorie et par UH (données BDNI et RGA 2020)

	Bovins viande	Bovins lait	Ovins	Caprins	Équins	Porcins	Volaille et lapin
Amont Oudon Amont	6 207	14 083	1 181	980	237	23 082	378 219
Aval Oudon Amont	4 979	11 298	947	786	190	18 517	303 418
Usure	3 799	14 539	687	113	57	24 951	232 278
Hiere	6 919	14 802	648	2 522	166	31 477	267 905
Chéran	1 313	5 795	411	1 522	61	10 803	523 183
Araize	3 418	5 144	475	1 370	134	9 708	185 652
Verzée	8 284	12 328	1 595	3 166	338	18 378	358 478
Oudon moyen	3 852	5 867	1 369	3 081	94	10 176	198 771
Misengrain	846	1 370	256	645	20	2 741	47 820
Argos	8 978	6 648	1 700	2 069	114	18 580	370 692
Oudon aval	8 065	8 902	2 454	3 087	436	5 417	274 125
TOTAL BV	56 660	100 775	11 722	19 343	1 847	173 831	3 140 542

Les calculs de besoin en eau des ateliers d'élevage ont été réalisés sur les effectifs détaillés du des consommations unitaires, voir le Tableau 48 page 136.

5.6.2.2 *Paramètres pour l'évaluation des besoin en eau des ateliers d'élevage*

Les consommations unitaires des animaux d'élevage, en litres par jour, ont été récupérées auprès de la CRAPL qui a mené un travail d'expertise en 2023. Ces données ont pu être consolidées selon la nécessité avec des données provenant du conseil départemental de la Mayenne (« étude changement climatique ») et d'un groupe de travail dédié à l'échelle de la Bretagne piloté par la DREAL.

Tableau 48 : Consommation d'eau des animaux d'élevage (L/jour) – source CRAPL

Catégorie d'animal selon le type d'élevage	Abreuvement, lavage et transformation (l/jour)*	Catégorie d'animal selon le type d'élevage	Abreuvement, lavage et transformation (l/jour)*
Brebis lait	10	Porcelets post sevrage	3,1
Agneau ovin viande	2	Jeunes porcs de moins de 50 kg	7
Agneau ovin lait	2	Porcs à l'engraissement, de 50 kg à moins de 80 kg	7
Agneau engraissement	2	Porcs à l'engraissement, de 80 kg à moins de 110 kg	7
Brebis viande	8	Porcs à l'engraissement, de 110 kg ou plus	7
Chèvre lait	14	Verrats (reproducteur mâle)	24
Chevreau	4	Truies et verrats de réformes	24
Chèvre viande	12	Poules pondeuses d'œufs de consommation (total)	0,3125
Chevreau engraissement	4	Poules pondeuses d'œufs à couvrir (total)	0,28125
BL < 1 an	21	Poulettes	0,125
BL 1-2 ans	37	Poulets de chair et coqs	0,14625
BL > 2 ans	118	Dindes et dindons, hors dindes pondeuses d'œufs à couvrir	0,625
BV < 1 ans	15	Dindes pondeuses d'œufs à couvrir	0,6825
BV 1-2 ans	35	Oies à rôtir	1,125
BV > 2 ans	60	Oies pondeuses d'œufs à couvrir (total)	1,125
Juments et ponettes (réforme exclue) / selle	45	Oies prêt-à-gaver	1,125
Juments et ponettes (réforme exclue) / course de trop	45	Oies en gavage	1,125
Juments et ponettes (réforme exclue) / course de galop	45	Canards à rôtir	0,5625
Juments et ponettes (réforme exclue) / trait	45	Canes pondeuses d'œufs à couvrir (total)	0,5625
Chevaux et poneys (y compris réforme) / selle	50	Canards prêt-à-gaver	0,5625
Chevaux et poneys (y compris réforme) / course de trop	50	Canards en gavage	4,1625
Chevaux et poneys (y compris réforme) / course de galop	55	Pintades, hors pondeuses d'œufs à couvrir	0,125
Chevaux et poneys (y compris réforme) / trait	80	Pintades pondeuses d'œufs à couvrir	0,125
Ânes, mulets, bardots	45	Autruches	0
Truies reproductrices, poids vifs de 50 kg ou plus dont truies gestantes (réforme exclue)	24	Cailles	0,125
Cochettes saillies	24	Pigeons	0,125
Cochettes non encore saillies	7	Autres volailles n.c.a* (hors faisans, à classer avec le gibier)	0,14625
Porcelets sous la mère	3,1	Effectif : Lapines mères	1,05

(*) Les consommations journalières en l/s tiennent compte de l'abreuvement, et pour les espèces laitières (bovin ovin caprin) les besoins pour le nettoyage et la transformation.

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

Tableau 49 : Répartition mensuelle des consommation d'eau des élevages

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Ruminants et équins	110%	110%	110%	50%	60%	80%	170%	170%	110%	60%	60%	110%
Monogastriques	80%	80%	80%	80%	110%	120%	150%	150%	110%	80%	80%	80%

Sources : d'après CRAB, CD Mayenne, CRAPL

Dans les volumes consommés par les élevages il faut être en mesure de distinguer la part prélevée dans le milieu (prélèvement diffus et inconnu de la BNPE) et celle prélevée sur les réseaux AEP (déjà comptabilisé).

La clé de répartition a pu être constituée sur la base de l'enquête réalisée par la CRAPL auprès des préleveurs, et ce même si le taux de retour reste faible.

Tableau 50 : Volumes consommés par les élevages selon l'origine de la ressource (CRAPL)

	Ruminants	Porcs	Volailles et lapins	Équins
Forage ou puit	50%	80%	70%	20%
Réseau AEP	40%	20%	20%	80%
Eau de surface	10%	0%	10%	0%

Source : Enquête des préleveurs 2022-23 CRAPL

Il convient de préciser que selon la réglementation en vigueur sur le territoire des Pays de la Loire (CRAPL), l'abreuvement des animaux par un accès direct au cours d'eau n'est pas autorisé.

5.6.2.3 Résultats

Tableau 51 : volumes d'eau prélevés (milieu + AEP) par les élevage sur le BV de l'Oudon

Volume total (m3)	Janv.	Fév.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	année	%
bovin lait	243 644	220 065	243 644	107 175	132 897	171 479	376 540	376 540	235 784	132 897	128 610	243 644	2 612 918	62%
bovin viande	69 276	62 572	69 276	30 473	37 787	48 757	107 063	107 063	67 042	37 787	36 568	69 276	742 942	18%
ovin	1 932	1 745	1 932	850	1 054	1 360	2 986	2 986	1 870	1 054	1 020	1 932	20 724	0%
caprin	5 730	5 175	5 730	2 521	3 125	4 033	8 855	8 855	5 545	3 125	3 025	5 730	61 450	1%
équidé	3 164	2 857	3 164	1 392	1 726	2 227	4 889	4 889	3 062	1 726	1 670	3 164	33 927	1%
porcin	28 812	26 024	28 812	27 883	39 617	41 824	54 023	54 023	38 339	28 812	27 883	28 812	424 866	10%
volaille	20 958	18 930	20 958	20 282	28 818	30 424	39 297	39 297	27 888	20 958	20 282	20 958	309 052	7%
lapin	45	40	45	43	61	65	84	84	59	45	43	45	659	0%
TOTAL	373 561	337 410	373 561	190 619	245 085	300 169	593 739	593 739	379 589	226 404	219 101	373 561	4 206 538	100%

Graphe 63 : volumes d'eau prélevés (milieu + AEP) par les élevages sur le BV de l'Oudon

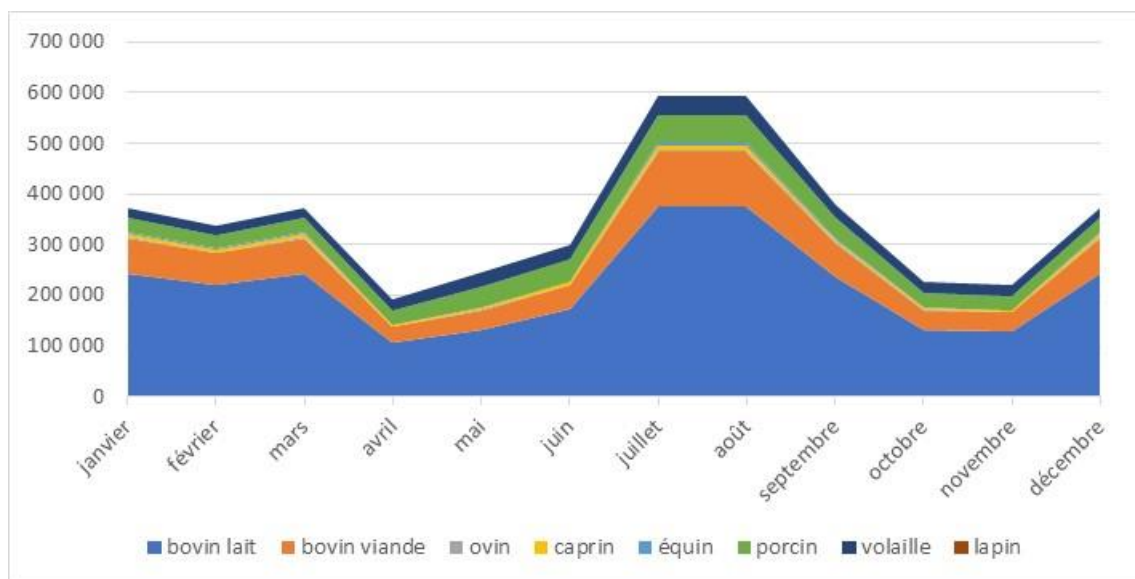


Tableau 52 : volumes d'eau (milieu) prélevés par les élevages sur le BV de l'Oudon

Volume milieu (m3)	Janv.	Fév.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	année	%
bovin lait	146 186	132 039	146 186	64 305	79 738	102 888	225 924	225 924	141 471	79 738	77 166	146 186	1 567 751	59%
bovin viande	41 566	37 543	41 566	18 284	22 672	29 254	64 238	64 238	40 225	22 672	21 941	41 566	445 765	17%
ovin	1 159	1 047	1 159	510	632	816	1 792	1 792	1 122	632	612	1 159	12 434	0%
caprin	3 438	3 105	3 438	1 512	1 875	2 420	5 313	5 313	3 327	1 875	1 815	3 438	36 870	1%
équidé	633	571	633	278	345	445	978	978	612	345	334	633	6 785	0%
porcin	23 050	20 819	23 050	22 306	31 694	33 460	43 219	43 219	30 671	23 050	22 306	23 050	339 893	13%
volaille	16 767	15 144	16 767	16 226	23 054	24 339	31 438	31 438	22 311	16 767	16 226	16 767	247 242	9%
lapin	36	32	36	35	49	52	67	67	48	36	35	36	527	0%
TOTAL	232 834	210 302	232 834	123 456	160 060	193 673	372 968	372 968	239 786	145 115	140 434	232 834	2 657 267	100%

Tableau 53 : volumes d'eau (milieu + AEP)prélevés par les élevages par UH

	Janv.	Fév.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	année	%
Amont Oudon Amont	49 095	44 344	49 095	24 854	31 899	39 169	77 908	77 908	49 751	29 584	28 630	49 095	551 329	13%
Aval Oudon Amont	39 385	35 574	39 385	19 938	25 590	31 422	62 500	62 500	39 912	23 733	22 968	39 385	442 292	11%
Usure	44 590	40 274	44 590	22 883	29 459	36 014	70 952	70 952	45 399	27 137	26 261	44 590	503 101	12%
Hiere	52 376	47 308	52 376	26 548	34 083	41 834	83 136	83 136	53 099	31 590	30 571	52 376	588 434	14%
Chéran	21 911	19 790	21 911	12 152	15 902	18 982	35 431	35 431	22 932	14 116	13 661	21 911	254 128	6%
Oudon moyen	23 433	21 165	23 433	11 999	15 440	18 889	37 271	37 271	23 840	14 238	13 779	23 433	264 190	6%
Araize	19 549	17 657	19 549	10 089	13 004	15 869	31 141	31 141	19 942	11 946	11 560	19 549	220 995	5%
Misengrain	5 413	4 889	5 413	2 820	3 642	4 431	8 639	8 639	5 540	3 330	3 223	5 413	61 391	1%
Oudon aval	36 484	32 953	36 484	17 398	22 021	27 590	57 227	57 227	36 235	21 062	20 383	36 484	401 547	10%
Verzée	46 485	41 986	46 485	23 329	29 883	36 798	73 639	73 639	46 966	27 836	26 938	46 485	520 469	12%
Argos	34 842	31 470	34 842	18 608	24 162	29 171	55 896	55 896	35 974	21 831	21 126	34 842	398 662	9%
TOTAL BV	373 561	337 410	373 561	190 619	245 085	300 169	593 739	593 739	379 589	226 404	219 101	373 561	4 206 538	100%

5.7 Usage Plans d'Eau

Préambule :

L'estimation de l'influence d'un plan d'eau sur les eaux superficielles nécessite de disposer de données précises relatives aux caractéristiques précises de dimensionnement de l'ouvrage, du milieu de son implantation (connexion avec les écoulements superficiels et souterrains, occupation du sol autour du bassin, climat local ...), des modalités de gestion du fonctionnement du plan d'eau. À l'échelle d'un bassin versant tel que le SAGE Oudon, le nombre de plans d'eau est important (de l'ordre de 6 500), il n'existe de référentiel regroupant l'ensemble des données nécessaires pour la caractérisation précise des effets des plans d'eau.

Dans le cadre de la feuille de route du PTGE de l'Oudon (juin 2021), il a été prévu l'action « caractérisation des plans d'eau inventoriés » sous la supervision de la CLE du SAGE en concertation avec les services de l'État, à engager à partir de 2022.

L'enquête des plans d'eau a été conduite dans un premier temps sur le secteur amont de l'unité hydrologique Chéran -UH05 par le service du SBO (2022-2023). Les données recueillies permettent de compléter les bases de données existantes, mais elles sont partielles à l'échelle du bassin versant de l'Oudon. Le retour d'expérience de cette première phase d'enquête, complétée par les résultats de l'étude d'actualisation HMUC seront valorisés pour la définition de nouvelles actions de réduction de l'impact des plans d'eau.

L'analyse HMUC comprend une évaluation de l'influence cumulée des plans d'eau par le calcul d'un indicateur du prélèvement net sur les écoulements superficiels en période d'étiage à l'échelle des unités hydrologiques. (11 sous bassins versants du SAGE Oudon)

Le guide de l'analyse HMUC (VF4 juillet 2023) contient des prescriptions de cadrage sur les hypothèses et les modalités de calcul du prélèvement cumulé des plans d'eau qui sont strictement appliquées pour la production des résultats de l'étude d'actualisation.

Du fait du défaut de connaissances précises des caractéristiques des plans d'eau, l'estimation du volume des prélèvements des plans d'eau sur les écoulements des cours d'eau en période d'étiage est affectée d'une incertitude, cependant ce résultat calculé avec une méthode normalisée constitue un indicateur permettant de hiérarchiser les niveaux d'impacts entre les différentes unités hydrologiques, et en comparaison avec les prélèvements des usages anthropiques.

Au-delà du résultat en valeur absolue, l'indicateur de volume de prélèvements des plans d'eau a pour utilité essentielle de contribuer à l'aide à la décision des membres de la CLE du SAGE pour la définition des actions d'adaptation (priorité, dimensionnement) éventuelles à programmer pour réduire l'influence des plans d'eau les plus impactant.

5.7.1 Les données nécessaires pour évaluer les effets des plans d'eau

5.7.1.1 *Le paramètre « connexion »*

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. Plusieurs cas de figure :

Tableau 54 : Modalités du paramètre connexion de caractérisation des plans d'eau

Plans d'eau connectés	Interceptent directement les écoulements. 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
Plans d'eau déconnectés	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 écoulement qu'elles interceptent n'auraient pas alimenté les cours d'eau.

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 64 : Emplacement des retenues selon leur type d'alimentation (Esco 2017)

(NB : les chiffres de la légende sont dans les cercles jaunes sur le schéma)



Emplacement des retenues selon leur type d'alimentation (Source : F. Peyriguer (Irstea) d'après O. Douez (BRGM)).

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

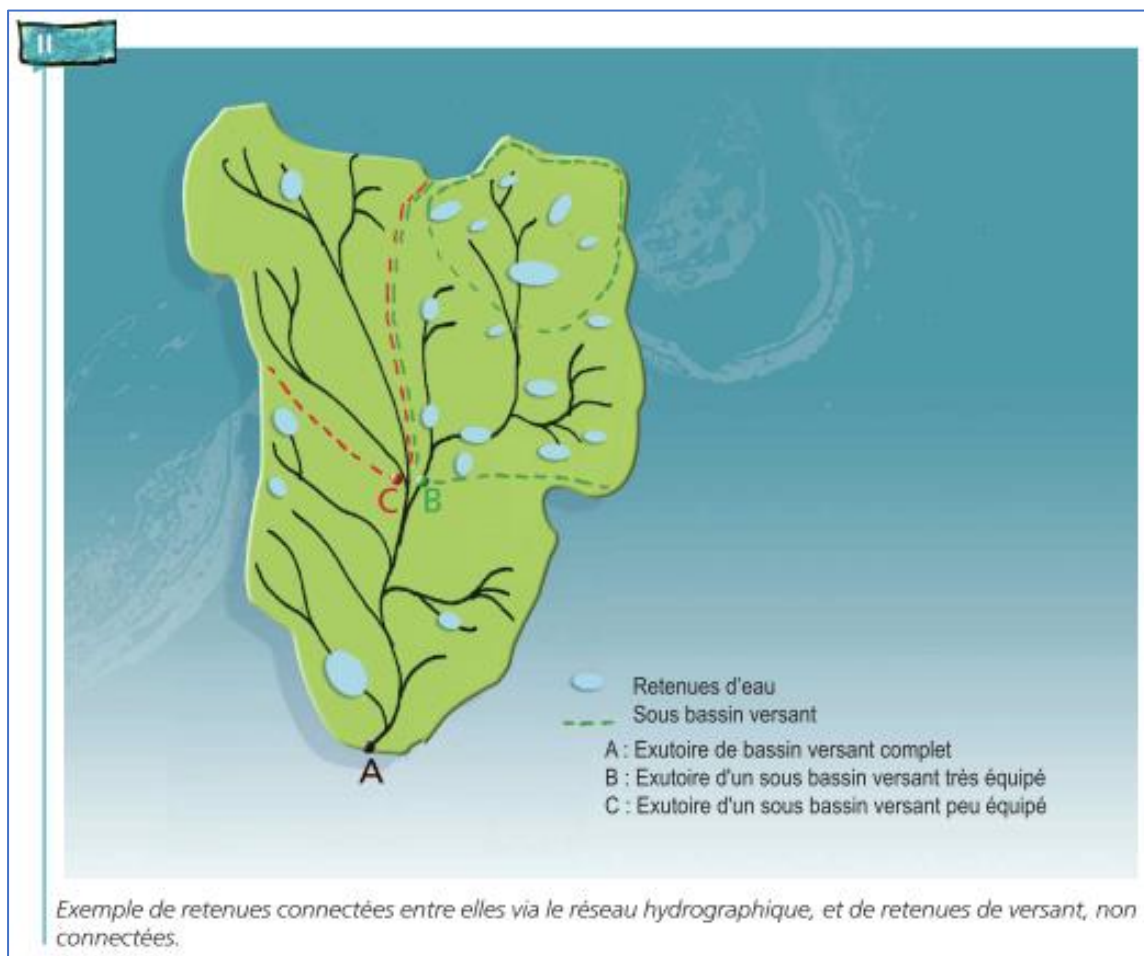
- Au sein du plan d'eau en créant un milieu particulier qui favorise certains processus physiques, chimiques et biologiques,
- En aval, en influençant l'ensemble des caractéristiques fonctionnelles du cours d'eau par modification du régime hydrologique et du transport solide,
- En amont, en créant un 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 à 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 65 : Exemple de bassins versants équipés de plans d'eau (Esco 2017)



5.7.1.2 Structure de la base de données de l'étude

A minima, les paramètres nécessaires pour effectuer le calcul des prélèvements des plans d'eau selon les prescriptions du guide HMUC sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 55 : définition des paramètres nécessaires pour évaluer les effets des PE

Champs	Caractéristiques
Identifiant plan d'eau	
Connexion	Avec les modalités suivantes : -connecté eaux superficielles -connecté eaux souterraines -déconnecté
Usage	On distinguera principalement l'usage irrigation des autres usages
Surface	En m ² (donnée de base évaporation)
Volume	En m ³

En l'absence de données exhaustives collectées par enquête auprès des propriétaires de plans d'eau, les données proxy (*de remplacement*) sont produites par des traitements de données cartographiques (*carte des plans d'eau provenant des référentiels tels que Gest'Eau, le système d'information de l'AELB, outil Carmen du MTE, BD Carthage de l'IGN, ...*)

Les méthodes appliquées pour extraire les données à partir des supports cartographiques (traitements du Système d'Information Géographique) sont décrites ci-après.

5.7.2 Élaboration de la base de données des plans d'eau pour l'étude

5.7.2.1 Base de données de l'enquête des plans d'eau du BV de Chéran : utilité pour la caractérisation de l'impact sur les milieux

Les données des plans d'eau du BV Chéran ont été renseignées de la façon suivante :

Tableau 56 : Structure de la base de données de l'enquête des Plans d'Eau du SMB (2022-23)

critères milieux renseignés	types
code masse d'eau	
cours d'eau à proximité	
type d'écoulement	intermittent / permanent / NR
nature écoulement observé	cours d'eau / fossé / NR
usages	certain usages ont un lien avec le fonctionnement du milieu : biodiversité , frayères, loisirs pêche, loisir chasse ; paysage
nature	mare / réservoir / retenue barrage / retenue digue / NR
type de bassin	déblai / déblai et remblai / remblai / NR
mode d'alimentation	
densité couvert végétal	dense / clairsemé / régulier / NR
fréquence vidange	jamais / > 10 ans / entre 5 et 10 ans / tous les ans / NR
classement continuité écologique	
réservoir biologique	0 / NR
trame bleue srce	0 / 1 / NR
catégorie piscicole	2ème
présence certaines espèces habitats	présence de poissons/ espèces protégées / animaux nuisibles / zones humides associées / moule d'eau douce
listes especes particulires obs	groupes ou habitats génériques, quelques espèces nommées
statut piscicole	eaux closes / eaux libres

Il manque des renseignements sur :

- La connexion au cours d'eau (superficielle ou souterraine) ;
- Le mode de restitution ;
- L'hydrologie, physico chimie, biologie et hydromorphologie afin d'appréhender le fonctionnement écologique de ces plans d'eau.

5.7.2.2 Retours d'expériences des effacements de plans d'eau sur le territoire

Ce retour d'expérience a été établi sur la base :

- De photos du Patis en 2012 ;
- 6 dossiers de déclaration des travaux.

Les données avant /et après effacement sont très disparates (données qualité de l'eau très ponctuelles, données d'habitats et espèces pas toujours renseignées). Les protocoles n'ont pas été strictement appliqués. Il manque des données de contexte hydro-géomorphologique permettant de comprendre s'il y a érosion des sols, équilibre sédimentaire des cours d'eau ou pas, s'il y a d'autres sources ou prélèvements de matériaux.

À noter sur l'Aviré : un problème de survie de brocheton a été associé à un faible niveau d'eau , pouvant être lié à un niveau d'eau faible dans un lit mineur calibré pour les crues qui, s'il n'avait pas été recalibré aurait un gabarit plus petit et donc un niveau d'eau plus important pour un même débit.

5.7.2.3 Bases de données disponibles relatives à la caractérisation des plans d'eau

Tableau 57 : Base de données plans d'eau disponibles

Nom base (fournisseur)	Commentaires	Nombre de plans d'eau
Inventaire exhaustif plans d'eau Oudon (SBO)	Sur la base des travaux d'inventaire de Sophie Perchet	6507
Inventaire exhaustif plans d'eau Chéran amont (SBO)	Enquête 2022 2023 - Chéran amont seulement	330
DDT 53	PE réglementés seulement	435
DDT 49	PE réglementés seulement	251
Plans d'eau à usage agricole	Enquête toujours en cours en 2023 (version 15/05/23)	97

La base de données du SBO est la plus exhaustive. C'est cette base qui sert de réceptacle pour recevoir les informations provenant des autres BDD.

5.7.2.4 Hypothèses du paramètre « connexion »

Les données de connexion sont préférentiellement tirées des bases de données existantes. La base de données du SBO ne présente pas d'information relative à la connexion. En revanche les bases de données DDT et l'enquête de Chéran amont, sont renseignées par un attribut (en général dans un champ « alimentation » ou « modalité d'alimentation »).

Le diagnostic de connexion est réalisé selon les correspondances présentées dans le tableau :

Tableau 58 : Règles d'affectation des modalités du paramètre connexion des PE

Mode d'alimentation du plan d'eau	Modalité de connexion
Cours d'eau	Connecté eaux superficielles
Ruissellement (collecté, naturel)	
Source	
Drainage	
Nappe d'accompagnement	Connecté eaux souterraines
Pompage en nappe, forage	Déconnecté
Pompage en cours d'eau	
Dérivation de cours d'eau (hors nappe d'accompagnement)	

Si la base de données source présente plusieurs champs alimentation, c'est le mode d'alimentation principal ou assimilé comme tel à partir des informations disponibles qui est pris en compte. En l'absence de données sur le mode d'alimentation, un diagnostic est réalisé par traitement géographique. Tout plan d'eau se trouvant pour tout ou partie à une distance inférieure à 100 m d'un cours d'eau est considéré comme connecté.

Le seuil de 100 m a été soumis au comité technique restreint de l'étude pour approbation, il résulte d'une analyse des études HMUC en cours sur la région Pays de Loire, cette valeur étant considérée par certains arrêtés cadres sécheresse interdépartementaux.

La couche des cours d'eau utiliser pour ce traitement géographique est la couche issue de la BD Topage. La cartographie des cours d'eau du RUCÉ, plus précise, n'a pu être utilisée car disponible que sur le département de la Mayenne.

Ce diagnostic a pu être revu et affiné dans un second temps au moyen de la carte des drainages du bassin versant (ponctuellement certains plans d'eau ont pu être reclassés selon qu'il apparaissait nettement la communication ou non communication avec le réseau hydrographique).

5.7.2.5 Hypothèses du paramètre « usage »

Tout comme la connexion, les informations d'usage sont préférentiellement tirées des bases de données existantes. Les bases de données de la DDT et de l'enquête du Chéran amont précisent l'usage irrigation des plans d'eau .

En l'absence de données sur l'usage, un diagnostic est réalisé par traitement géographique. Tout plan d'eau se trouvant pour tout ou partie à moins de 50 mètres d'un prélèvement d'irrigation (base de données BNPE) est considéré comme usage irrigation.

Le seuil de 50 m a été soumis au comité technique restreint de l'étude pour approbation, il résulte d'une expertise en cohérence avec les valeurs adoptées dans les études HMUC en cours sur la région Pays de Loire.

Ce diagnostic a pu être affiné avec la base de données des prélèvements de l'AELB qui apporte une précision sur l'origine de la ressource mobilisée par le prélèvement.

5.7.2.6 Hypothèse du paramètre Surface

La base de données fournie par le SBO est une base de données géographique. Tous les plans d'eau du bassin versant ont été numérisés à partir de photos aériennes ou cartes IGN. Ainsi tous les plans d'eau ont une surface. Les effets de marnage ne sont pas pris en compte.

5.7.2.7 Hypothèses du paramètre Volume

Une relation exprimant le volume en fonction de la surface a pu être déterminée sur la base des plans d'eau connus de la DDT, pour lesquels les deux informations sont connues. Ainsi nous avons :

$$\text{Volume} = 0,4496 * \text{surface}^{1,1193}$$

Cette équation a donc été utilisée pour calculer le volume des plans d'eau pour lesquels l'information n'existait pas.

Il a été constaté que les plans d'eau agricoles du bassin versant sont légèrement plus profonds que la moyenne, et que donc leur volume peut être sous-estimé par l'équation ci-dessus.

5.7.3 Résultats de l'actualisation de l'inventaire des plans d'eau du SAGE Oudon

5.7.3.1.1 Statistiques sur les plans d'eau du territoire

Tableau 59 : Résultats statistiques relatifs aux plans d'eau du bassin versant de l'Oudon

Tous les plans d'eau	Usage	Volume (m3)	Surface (m²)	Nombre
Connecté souterrain	irrigation	0	0	0
	autre	43 071	29 136	8
	total	43 071	29 136	8
Connecté superficiel	irrigation	995 057	512 484	36
	autre	13 498 270	8 260 737	2369
	total	14 493 327	8 773 222	2 405
Déconnecté	irrigation	692 240	317 271	24
	autre	4 796 889	3 940 915	3919
	total	5 489 129	4 258 186	3 943
ENSEMBLE DES PLANS D'EAU		20 025 527	13 060 544	6 356

Plans d'eau > 1000 m²	Usage	Volume (m3)	Surface (m²)	Nombre
Connecté souterrain	irrigation	0	0	0
	autre	42 665	28 699	7
	total	42 665	28 699	7
Connecté superficiel	irrigation	995 057	512 484	36
	autre	12 969 901	7 713 141	1064
	total	13 964 958	8 225 626	1 100
Déconnecté	irrigation	692 240	317 271	24
	autre	3 669 970	2 737 731	795
	total	4 362 210	3 055 002	819
ENSEMBLE DES PLANS D'EAU SUPERIEURS A 1000 m²		18 369 832	11 309 327	1 926
% / Ensemble des plans d'eau		92%	87%	30%

Les plans d'eau connectés aux eaux souterraines sont quasiment négligeables sur le territoire.

Les plans d'eau connectés représentent 73% des volumes, 67% des surfaces et 38% des plans d'eau en nombre. Cela signifie que les plans d'eau connectés sont plus grands (3650 m² en moyenne) que les plans d'eau déconnectés (1080 m²).

Parmi les plans d'eau à usage irrigation, les plans d'eau connectés représentent 60% des « volumes, surfaces, et nombre » d'unités de plans d'eau.

Tableau 60 : Surfaces des plans d'eau connectés et déconnectés par usage et par UH

Surfaces (m ²)	Plans d'eau agricoles (irrigation)		Plans d'eau autres	
	Connecté IRR	Déconnecté IRR	Connecté autres	Déconnectés autres
UH01	158 421	0	1 644 745	381 071
UH02	3 713	8 608	469 346	289 112
UH03	38 556	18 544	976 620	293 482
UH04	0	20 110	492 886	372 128
UH05	0	8 258	555 172	204 052
UH06	25 150	15 948	324 348	267 703
UH07	17 568	14 300	274 768	254 522
UH08	0	0	218 947	72 388
UH09	10 000	26 000	282 197	416 335
UH10	130 012	152 895	2 456 465	894 461
UH11	129 063	52 608	594 379	495 660
BV Oudon	512 484	317 271	8 289 873	3 940 915
	4%	2%	63%	30%

5.7.4 Résultats d'évaluation des effets des plans d'eau sur les milieux

5.7.4.1 Principe de la méthode de calcul du prélèvement : bilans entrée – sortie

Selon « Impact cumulé des retenues d'eau sur le milieu aquatique – EsCo – AFB », 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).

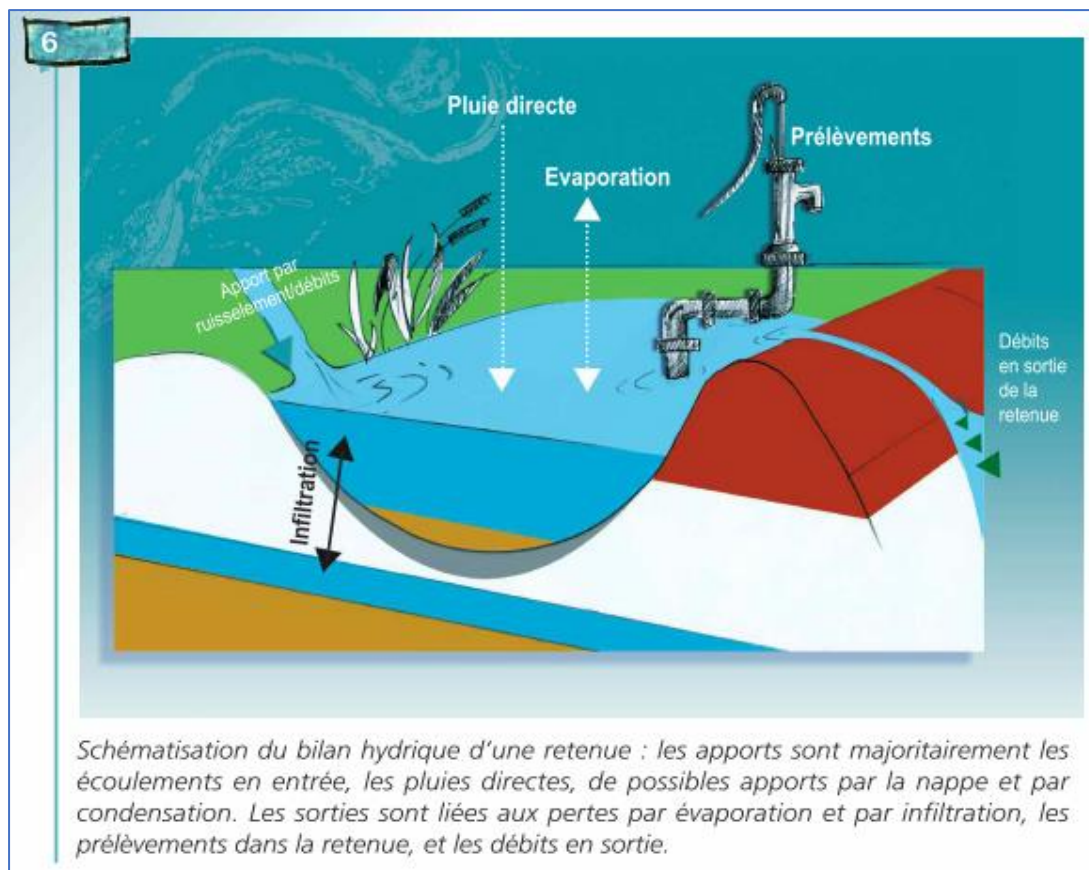
L'expertise collective dresse une typologie des retenues selon les usages consommateurs d'eau ou pas :

- Qui ne consomment pas d'eau : (attrait paysager, baignade, loisirs nautiques, pêche, mares de chasse) ou la pisciculture.
- Qui n'en consomment pas à l'échelle annuelle mais influencent significativement le régime des débits en stockant et déstockant les flux entrants : hydroélectricité, certains prélèvements industriels, soutien d'étiage,
- Qui consomment 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.

Figure 66 : Schématisation d'un bilan hydrique d'une retenue (Esco 2017)



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

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 (*les prélèvements liés à l'abreuvement étant considérés comme nuls sur la base de l'expertise présentée*). Nous avons évalué dans un premier temps les besoins d'irrigation pour une année moyenne. Les prélèvements d'irrigation au pas de temps mensuel sont dans un second temps, multipliés par un coefficient traduisant les conditions climatiques de l'année considérée.

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.*

Nous nous attacherons, ici, à caractériser l'influence des plans d'eau tant en hiver qu'en période d'irrigation sur les débits des cours d'eau.

5.7.4.2 Bassins versants interceptés par les plans d'eau

Par analyse du MNT RGE ALTI sous SIG, on détermine, pour chaque plan d'eau connecté aux eaux superficielles ou mixtes (eaux superficielles et eaux souterraines), le bassin versant intercepté : la partie du bassin versant située en amont du plan d'eau, qui contribue à le remplir. L'analyse est réalisée pour tous les plans d'eau supérieurs à 1000 m². La carte de la page suivante décrit les bassins versants interceptés par les plans d'eau pour chaque Unité Hydrologique.

Pour chaque UH le taux d'interception surfacique est défini comme le rapport entre la somme des surfaces de bassins versants interceptés par les plans d'eau et la surface de l'UH.

Tableau 61 : : Taux d'interception surfacique des plans d'eau connectés de chaque UH

UH	surface UH (km ²)	Plans d'eau connectés usage irrigation		Plans d'eau connectés autres usages		Tous les plans d'eau connectés	
		surface cumulée des BV interceptés (km ²)	taux d'interception de l'UH (%)	surface cumulée des BV interceptés (km ²)	taux d'interception de l'UH (%)	surface cumulée des BV interceptés (km ²)	taux d'interception de l'UH (%)
UH01	177	92,0	52%	32,5	18%	124,5	71%
UH02	142	3,8	3%	38,9	27%	42,7	30%
UH03	145	2,0	1%	57,7	40%	59,7	41%
UH04	154	0,0	0%	21,8	14%	21,8	14%
UH05	84	0,0	0%	43,4	51%	43,4	51%
UH06	100	1,7	2%	28,1	28%	29,8	30%
UH07	93	2,1	2%	26,9	29%	29,0	31%
UH08	22	0,0	0%	17,1	80%	17,1	80%
UH09	173	2,7	2%	71,8	41%	74,5	43%
UH10	238	4,7	2%	106,9	45%	111,6	47%
UH11	164	4,7	3%	25,2	15%	29,8	18%

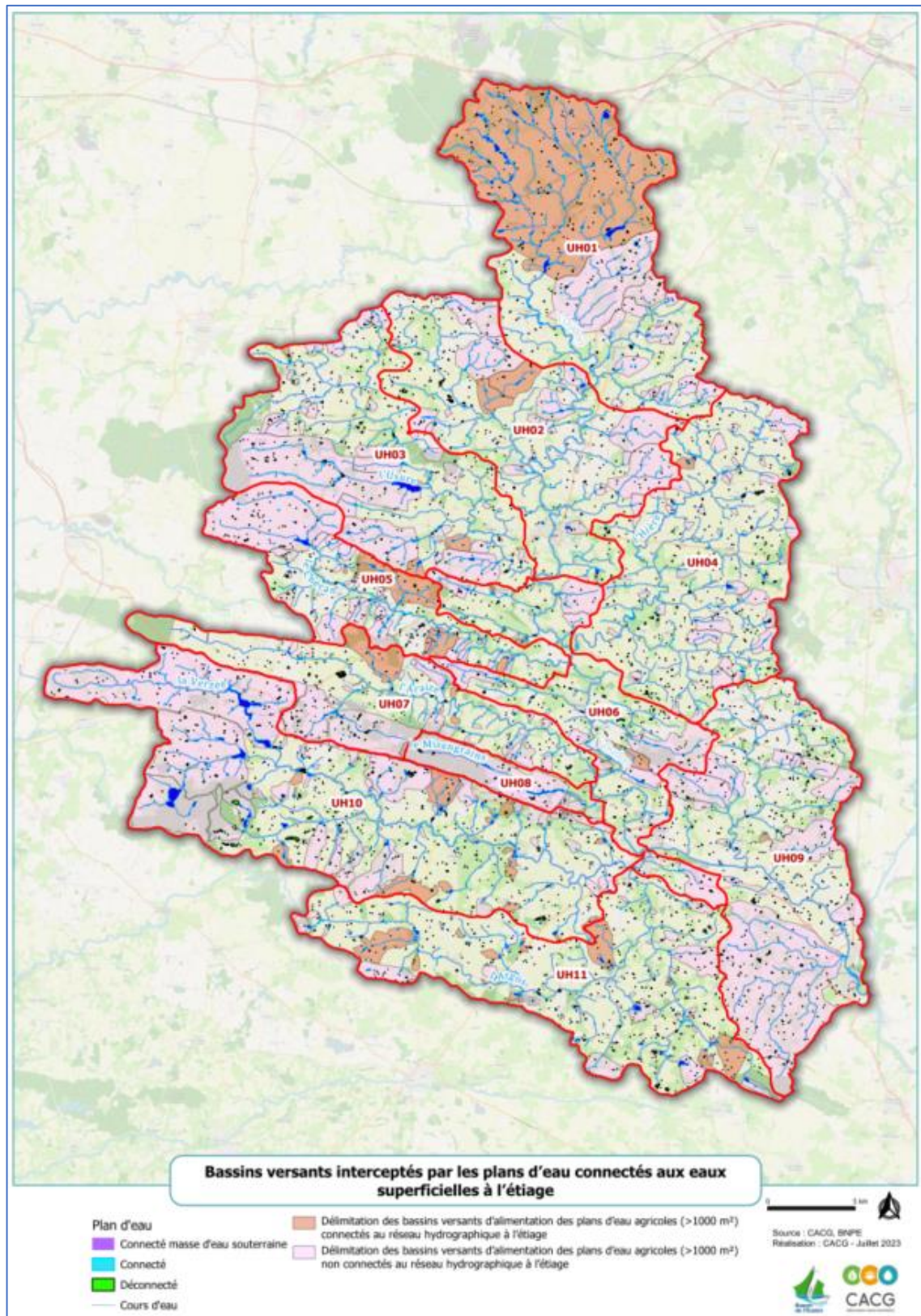
Les UH08 (Misengrain), UH01(Oudon amont), UH05 (Chéran), UH10 (Verzée) et UH09 (Oudon aval) UH03 (Usure)sont par ordre d'importance les plus interceptés par les plans d'eau. Dans ces UH des plans d'eau interceptent des bassins versants importants parce qu'ils sont situés en travers de cours d'eau.

Par opposition dans UH04 (Hière), et UH11 (Argos) on ne trouve pas de plan d'eau interceptant un linéaire important de cours d'eau, les bassins versant interceptés sont donc de petite taille (impluvium de retenues collinaires) et leur surface cumulée reste plus modeste.

UH02 (Aval Oudon amont) UH06(Oudon moyen) et UH07(Araize) présentent des taux d'interceptions de l'ordre de 30 %.

Les plans d'eau à usage irrigation interceptent des bassins versant de taille relativement modeste (par comparaison aux BV interceptés par les plans d'eau autre usage), sauf dans l'UH01 (Oudon amont) ou 50% de l'UH est intercepté par un plan d'eau de taille relativement importante utilisé pour l'irrigation au travers d'un cours d'eau,.

Carte 67 : bassins versants interceptés par les plans d'eau (usage irrigation et autres)



5.7.4.3 Modélisation de l'influence des plans d'eau

Pour évaluer l'influence des plans d'eau sur les débits, nous avons réalisé un modèle de « gestion » des retenues qui intègre :

- Les débits mensuels reconstitués pour chaque UH pour la période 2003-2021 ;
- Les besoins agricoles par UH (entraînant un déstockage des retenues) correspondant aux volumes prélevés dans les plans d'eau (recoupement entre les bases de données prélèvements BNPE et plans d'eau), répartis au pas de temps mensuel selon les courbes d'irrigation présentées au § 5.6.1.4 page 131, et affectés d'un coefficient dépendant des conditions climatique de l'année ;
- L'évaporation à la surface des plans d'eau et la pluie directe.

Le principe du modèle est de compenser les déstockages par les apports amont pour reconstituer (partiellement ou totalement selon l'hydraulicité) le stock de la retenue.

Les surfaces irriguées depuis les plans d'eau sont considérées proportionnelles aux volumes prélevés dans les plans d'eau.

Tableau 62 : : superficie irriguée par UH et depuis les plans d'eau connectés

	UH01	UH02	UH03	UH04	UH05	UH06	UH07	UH08	UH09	UH10	UH11	BV
Superficie irriguée par UH (source RGA 2020)	141	113	100	260	52	115	124	22	494	322	426	2 166
Superficie irriguée depuis les plans d'eau connectés	99	60	27	0	0	26	20	0	77	83	322	713
Part de la superficie irriguée depuis les plans d'eau = pat des volumes irrigation prélevé dans les plans d'eau	70%	53%	27%	0%	0%	23%	16%	0%	16%	26%	76%	33%

Les superficies irriguées sont en moyenne faibles sur Oudon comparativement à d'autres territoires en Pays de la Loire où l'irrigation est plus largement développée. La part des surfaces irriguées depuis les plans d'eau est de 33% du total en moyenne.

Le calcul des débits désinfluencé révèle que les prélèvements d'irrigation dans les plans d'eau ont un impact relativement faible sur l'hydrologie, en comparaison aux prélèvements liés à l'évaporation et à l'interception des écoulements.

Ainsi les plans d'eau peuvent influencer les débits à la baisse par l'intermédiaire des pertes dues à l'évaporation. À l'inverse, la pluie directe sur les pans d'eau équivaut à un ruissellement total et constitue un gain pour les débits. Pour faire le bilan des pertes dues à l'évaporation et des gains dus à la pluie directe, on évalue les coefficients de ruissellement par UH pour la période d'étiage et pour la période hivernale. Le tableau suivant donne les valeurs calculées à partir des débits mesurés aux stations hydrométriques du secteur pour chaque UH.

Tableau 63 : : coefficients de ruissellement fu calcul de l'effet des pluies directes sur les PE

	Coefficient de ruissellement hiver	Coefficient de ruissellement été
UH01 (Oudon amont)	44,8%	4,6%
UH02 (Oudon aval amont)	44,8%	4,6%
UH03 (Usure)	38,2%	2,7%
UH04 (Hière)	47,7%	5,0%
UH05 (Chéran)	40,5%	3,0%
UH06 (Oudon moyen)	39,4%	3,3%
UH07 (Araize)	40,7%	3,0%
UH08 (Misengrain)	42,2%	3,0%
UH09 (Oudon aval)	39,3%	3,0%
UH10 (Verzée)	39,0%	3,3%
UH11 (Argos)	32,1%	2,4%

5.7.4.4 Résultats

À la sortie du modèle, on obtient l'influence des retenues sous la forme du **rapport des volumes interceptés par rapport aux volumes écoulés de l'UH**, selon les critères suivant par UH :

- Par mois et par période (période d'irrigation : avril-juin et juillet-octobre ; période de remplissage : novembre-mars)
- Par type de retenues :
 - Connectée agricoles (irrigation)
 - Connectés non agricoles
 - Déconnectés non agricoles (de type retenue collinaire) interceptant du ruissellement
 - *(Déconnectées agricoles : ce type de retenue n'est pas pris en compte dans les calculs car les prélèvements hivernaux pour les remplir sont connus par ailleurs – prélèvements déclarés connus de la BNPE)*

En distinguant les volumes prélevés par l'évaporation et par l'irrigation. La part évaporation correspond à l'évaporation générée « en plus » par rapport à l'absence de plan d'eau (occupation du sol de l'UH et coefficient de ruissellement dépendant de l'évapotranspiration).

Tableau 64 : : Analyse détaillée pour deux UH contrastés : Usure et Oudon moyen

	UH 3 - Usure	UH 6 – Oudon moyen
	Tête de BV	Oudon moyen
Surface	UH 145 km ² Bassin versant 145 km ²	UH 100 km ² Bassin versant 801 km ²
Apports influencés moyens juillet octobre	984 277 m ³ Apports de l'UH 03 seulement	5 777 056 m ³ Apports des UH 06 et amonts
Taux d'interception surfacique par le PE du BV	41% dont 1% pour les PE à usage irrigation	Le taux d'interception sur l'UH 06 est de 29%. Cependant les apports proviennent de l'UH 06 et des UH amont. Nous considérons donc le taux d'interception selon le calcul suivant : surface des BV interceptés de l'UH / surface de l'intégralité du BV amont = 4% dont 0,2% pour les PE à usage irrigation
Volume des plans d'eau connectés (m ³)	53 800 plans d'eau d'irrigation 1 573 000 plans d'eau autres usages	46 600 plans d'eau d'irrigation 412 456 plans d'eau autres usages
Surface des plans d'eau connectés (m ²)	40 000 plans d'eau d'irrigation 1 000 000 plans d'eau autres usages	25 150 plans d'eau d'irrigation 324 348 plans d'eau autres usages
Volume des plans d'eau déconnectés (m ³)	330 000	312 511
Surface plans d'eau déconnectés (m ²)	295 000	267 703
Ponction des apports par les plans d'eau d'irrigation (en % des volumes écoulés de l'UH) (par modélisation des déstockage remplissage)	Les ponctions liées aux plans d'eau à usage irrigation sont faibles : en moyenne 0,4% sur la période avril juin, 1,3% sur la période juillet octobre, 0,1% sur la période novembre mars. Au sein de cette influence la part de l'évaporation est plus importante que la part des prélèvements d'irrigation (faibles au regard du volume des plans d'eau concernés)	Les ponctions liées aux plans d'eau d'irrigation sont très faibles : 0% sur la période avril juin ; 0.2% sur la période juillet octobre ; 0% sur la période novembre mars
Ponction des apports par les plans d'eau sans usage irrigation (en % des volumes écoulés de l'UH) (par modélisation des déstockage remplissage)	Les ponctions liées aux plans d'eau hors usage agricole sont importantes au vu de la quantité importante de plans d'eau connectés et de la surface de BV intercepté : - 9 % sur la période avril juin ; - 31 % sur la période juillet octobre (variabilité inter annuelle allant de 10 à 40%) ; - 0,5% sur la période novembre mars (l'influence en novembre peut certaines années être fortes)	Les ponctions liées aux plans d'eau connectés sont relativement faibles : - 0% sur la période avril juin - 2,3% sur la période juillet octobre (variabilité interannuelle de 0,5 % à 3,5 %) - 0% sur la période novembre mars

	UH 3 - Usure	UH 6 – Oudon moyen
	Tête de BV	Oudon moyen
	si les plans d'eau continuent de se remplir)	
Comparaison des résultats	L'influence des plans d'eau est plus importante sur les UH têtes de bassin. En effet dans ces UH les écoulements sont ceux du chevelu de cours d'eau fortement interceptés par les plans d'eau connectés. Au contraire dans les UH aval (UH06, UH09) les écoulements (importants car cumulés sur l'ensemble des UH amont) sont concentrés dans des cours d'eau principaux qui sont faiblement interceptés par les plans d'eau connectés.	

Les graphiques suivants, au pas de temps mensuel, présentent les prélèvements liés aux plans d'eau en volume. Les volumes prélevés par l'évaporation (proportionnels aux surfaces de plan d'eau) sont beaucoup plus importants que les volumes prélevés par l'irrigation (peu de surface irriguée sur le bassin versant et une fraction seulement irriguée depuis les plans d'eau).

On observe un décalage temporel entre les besoins d'irrigation (concentrés en juillet août et prélevés dans les eaux stockées) et les prélèvements correspondants (prélevés sur le milieu par remplissage des plans d'eau en octobre novembre, *ce prélèvement peut être qualifié de « passif » lorsqu'il résulte d'un captage gravitaire du ruissellement amont*).

Figure 68 : volume prélevé par les plans d'eau UH03 (Usure)

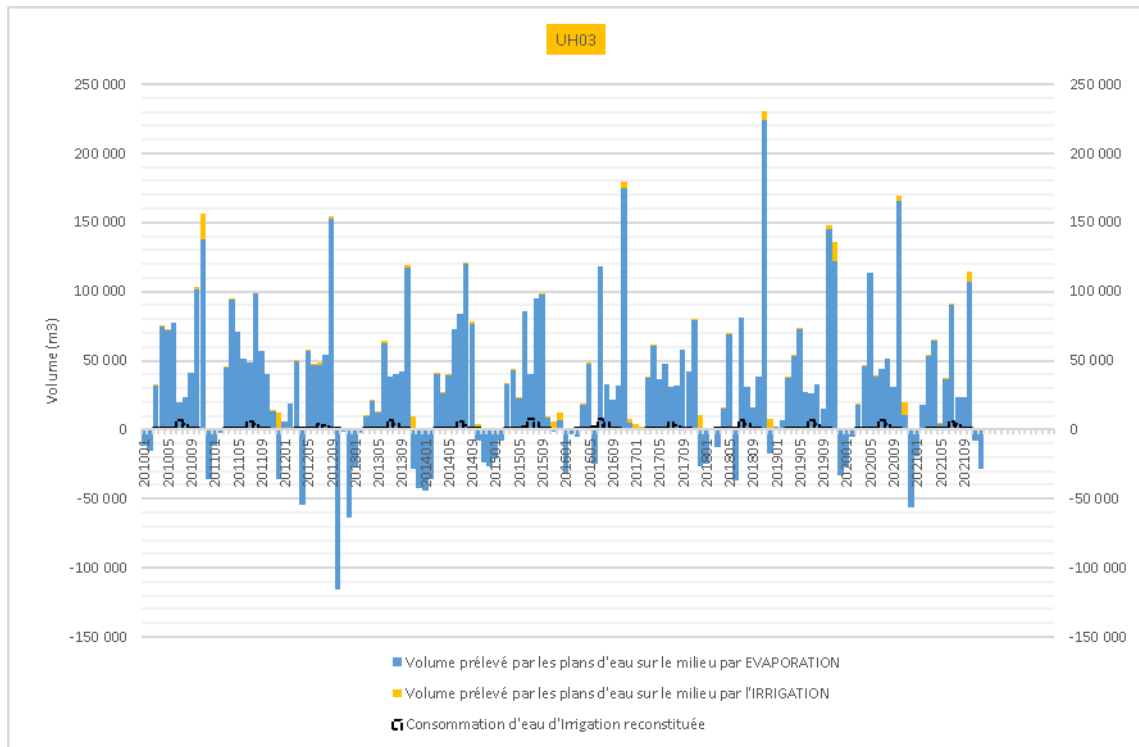


Figure 69 volume prélevé par les plans d'eau UH06 (Oudon moyen)

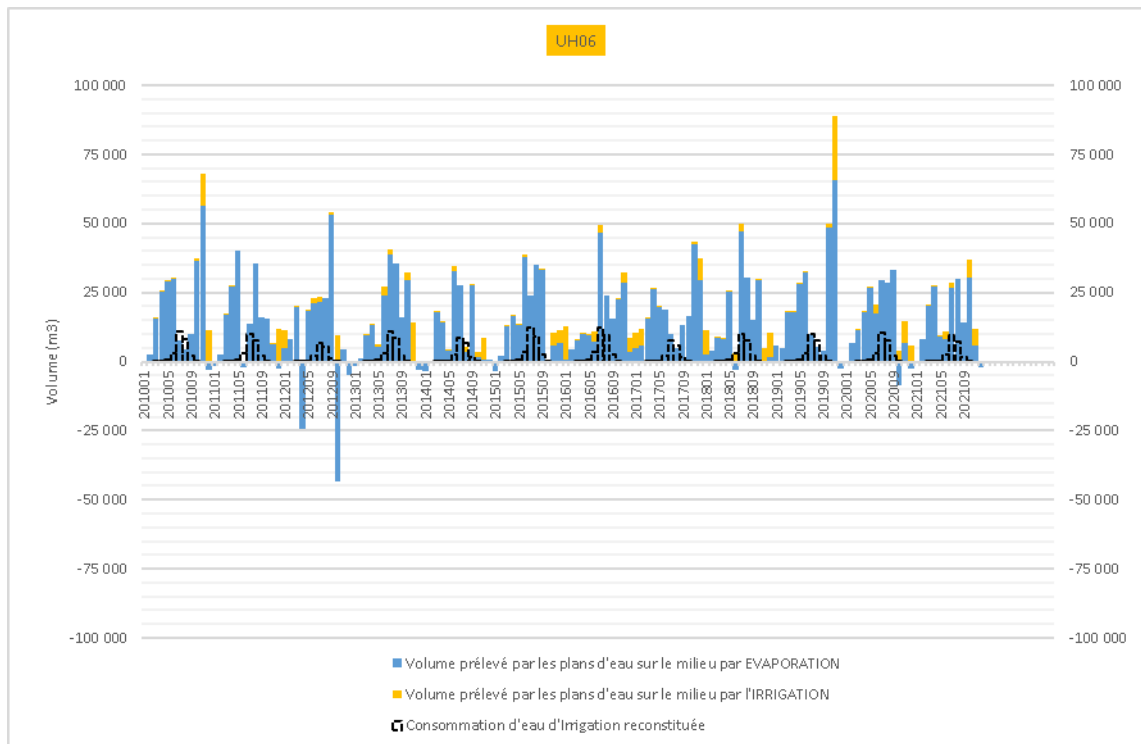


Figure 70 : taux d'influence des plans d'eau UH03 (Usure)

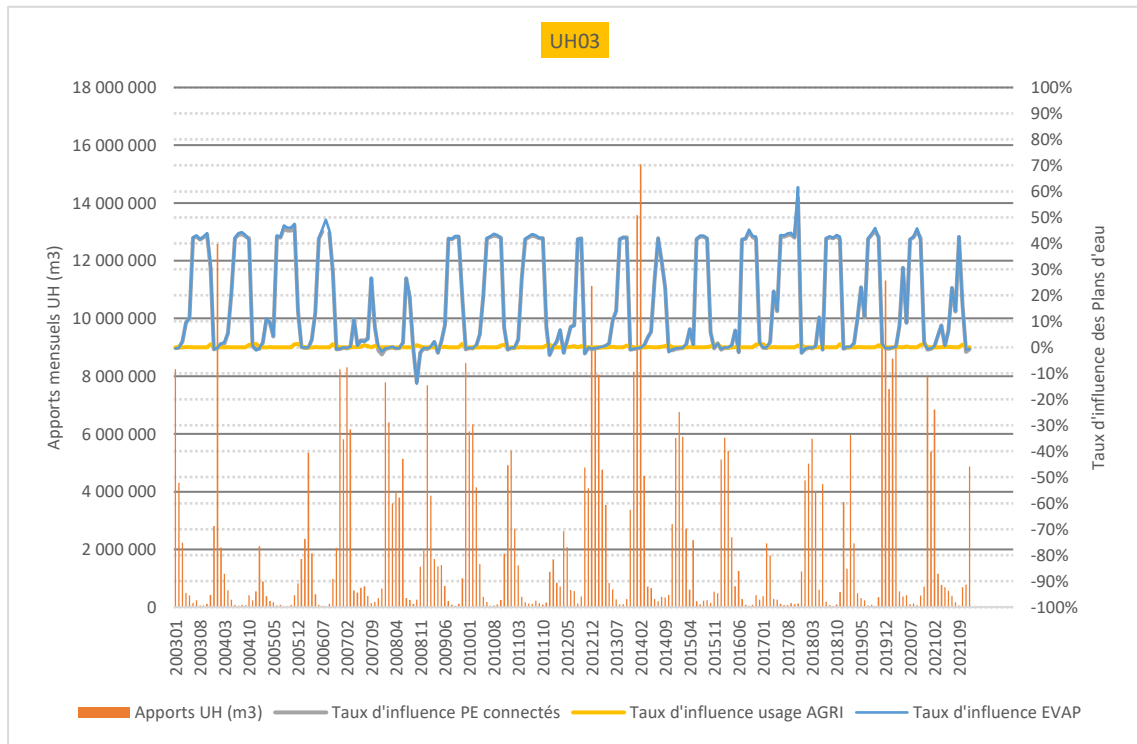
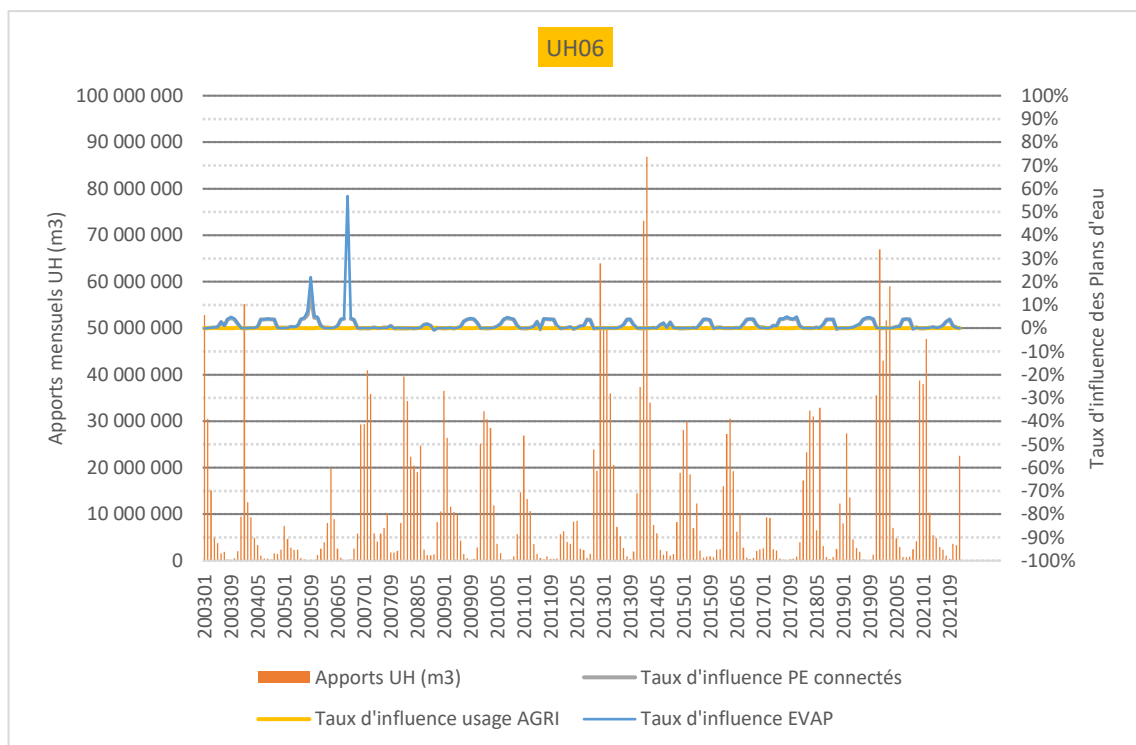


Figure 71 : taux d'influence des plans d'eau UH06 (Oudon moyen)



Les graphiques précédents, au pas de temps mensuel, montrent la dynamique et l'ampleur de l'influence des plans d'eau par rapport aux volumes écoulés sur les UH. Sur l'UH03 (Usure), tête de bassin, les volumes écoulés sont relativement faibles, l'influence des plans d'eau est forte en été (interception de 30 à 40% des volumes écoulés). Sur l'UH06 (Oudon moyen) les volumes écoulés sont importants, l'influence des plans d'eau rapporté à ces volumes est donc beaucoup plus faible. La encore on observe que l'influence des prélèvements d'irrigation est faible par rapport à l'influence des prélèvements d'évaporation.

Résultats synthétiques pour toutes les UH

Le tableau suivant présente les prélèvements des plans d'eau par UH et pour l'ensemble du bassin par période. Il s'agit des valeurs estimées pour une année de **type quinquennale sèche**.

Les prélèvements d'irrigation dans les plans d'eau connectés représentent un peu plus de 1 Mm³ en année quinquennale sèche :

les volumes nécessaires pour remplir les plans d'eau à la fin de l'étiage et en hiver sont affectés à l'irrigation ; 60% entre novembre et mars

30% est prélevé entre juillet et octobre,

en année moyenne, les plans d'eau se videront moins et les prélèvements seront recentrés sur l'été).

Les prélèvements d'irrigation dans les plans d'eau déconnectés représentent un peu moins de 0,5 Mm³. Ces prélèvements, en hiver (par pompage ou dérivation de cours d'eau), visent à remplir des plans d'eau qui seront vidés à la fois par des prélèvements d'irrigation et d'évaporation, qui ne sont ici pas distingués.

Les prélèvements liés à l'évaporation dans tous les plans d'eau connectés représentent près de 6,4 Mm³ soit plus de 4 fois le volumes des prélèvements agricole. Logiquement ce volume se répartir de la manière suivante : 43% juillet-octobre, 27% novembre-mars et 30% avril-juin.

Les prélèvements liés à l'évaporation dans les plans d'eau déconnectés non agricoles sont à considérer avec précaution. En effet, ces plans d'eau, pour la plupart de type collinaires avec un petit bassin versant sont classés déconnectés : nous supposons donc qu'ils sont trop éloignés du réseau hydrographique et que les écoulements qu'ils interrompent à l'étiage n'auraient pas contribué à alimenter les cours d'eau.

Les volumes présentés ici sont les volumes nécessaires pour remplir ces plans d'eau, vidés par l'évaporation pendant l'été. Considérer que ces écoulements hivernaux, interceptés pour le remplissage des plans d'eau déconnectés, sont soustraits aux écoulements du bassin versant, est une hypothèse maximisant : il n'est pas certain que ces volumes auraient atteint le réseau hydrographique.

La répartition des prélèvements est inégale sur les UH. Les prélèvements d'irrigation sont proportionnels aux superficies irriguées de l'UH (plus importantes sur les UH 1, 9, 10, 11).

Les prélèvements liés à l'évaporation sont proportionnels à la surface des plans d'eau de l'UH

Tableau 65 : : Résultats du calcul des prélèvements des plans d'eau (fréquence Quinquennale Sèche 2002 – 2022)

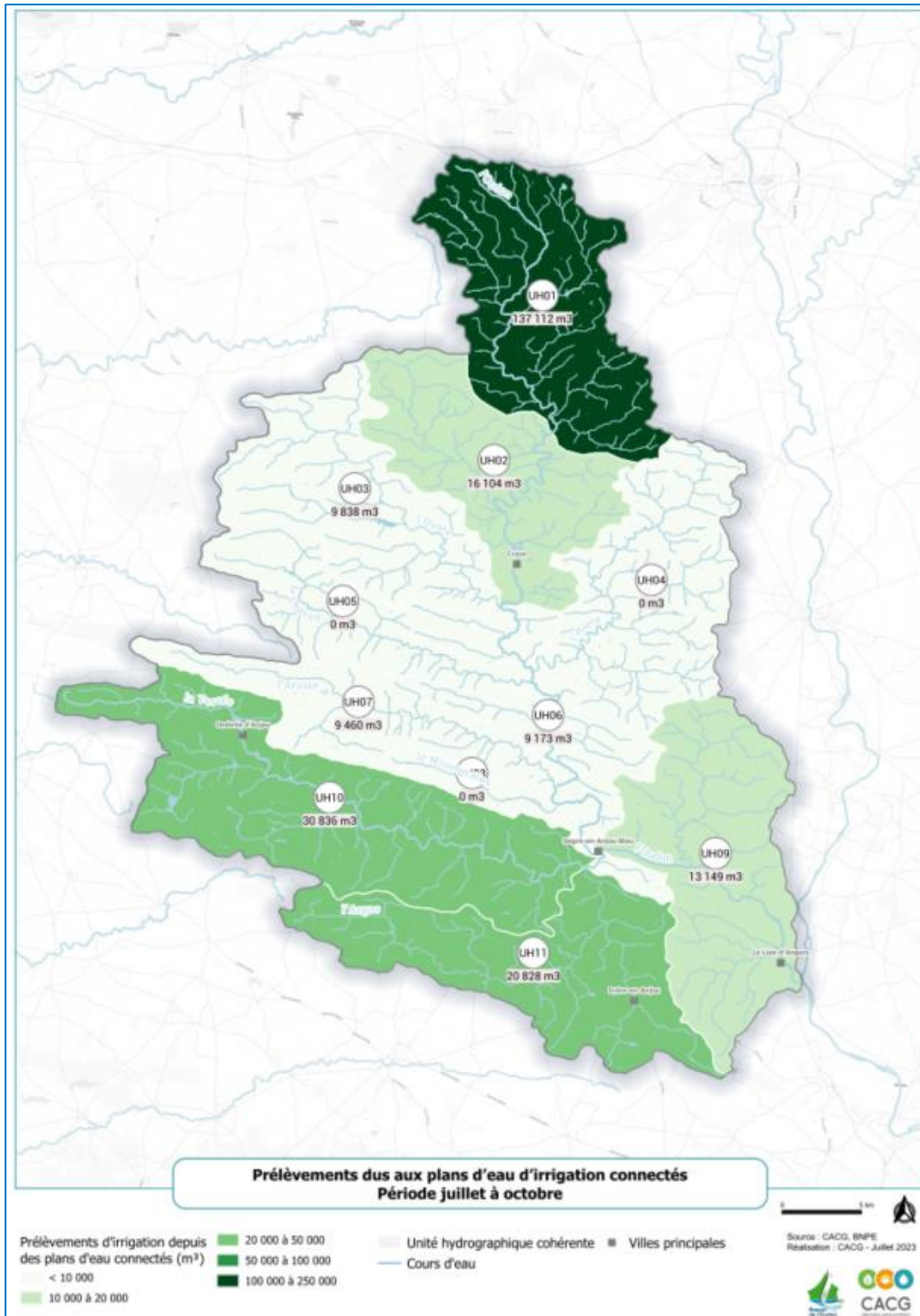
Volumes en m ³	Prélèvements d'irrigation						Prélèvements de l'influence sur l'hydrologie					
	Dans les plans d'eau agricoles connectés			Dans les plans d'eau agricoles déconnectés			Dans tous les plans d'eau connectés (agricoles et autres)			Dans les plans d'eau non agricoles déconnectés		
	Juillet Octobre	Novembre Mars	Avril Juin	Juillet Octobre	Novembre Mars	Avril Juin	Juillet Octobre	Novembre Mars	Avril Juin	Juillet Octobre	Novembre Mars	Avril Juin
UH01 (Oudon amont)	176 123	20 577	23 082	0	0	0	421 660	462 078	356 051	0	165 322	0
UH02 (Oudon aval amont)	24 907	1 075	4 711	0	9 571	0	186 846	43 317	115 591	0	125 828	0
UH03 (Usure)	7 390	19 951	1 831	0	36 638	0	358 224	169 666	202 637	0	126 185	0
UH04 (Hière)	0	0	0	0	44 220	0	181 194	83 622	113 682	0	157 078	0
UH05 (Chéran)	0	0	0	0	31 272	0	219 291	79 435	121 596	0	85 599	0
UH06 (Oudon moyen)	9 311	31 790	3 711	0	47 288	0	132 033	53 623	81 331	0	108 156	0
UH07 (Araize)	10 747	14 524	2 512	0	14 030	0	122 469	33 214	66 927	0	106 782	0
UH08 (Misengrain)	0	0	0	0	0	0	87 660	30 375	46 060	0	29 115	0
UH09 (Oudon aval)	18 987	30 830	4 985	0	20 471	0	115 559	15 198	71 643	0	165 659	0
UH10 (Verzée)	25 776	137 335	12 751	0	201 507	0	743 429	578 910	571 155	0	381 802	0
UH11 (Argos)	41 234	407 538	41 936	0	53 246	0	158 805	199 893	139 372	0	205 794	0
Périmètre Oudon	314 474	663 620	95 517	0	458 242	0	2 727 172	1 749 331	1 886 044	0	1 657 321	0
Ensemble périmètre Oudon	1 073 611			458 242			6 362 547			1 657 321		
par catégorie de plan d'eau	1 531 853						8 019 868					

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

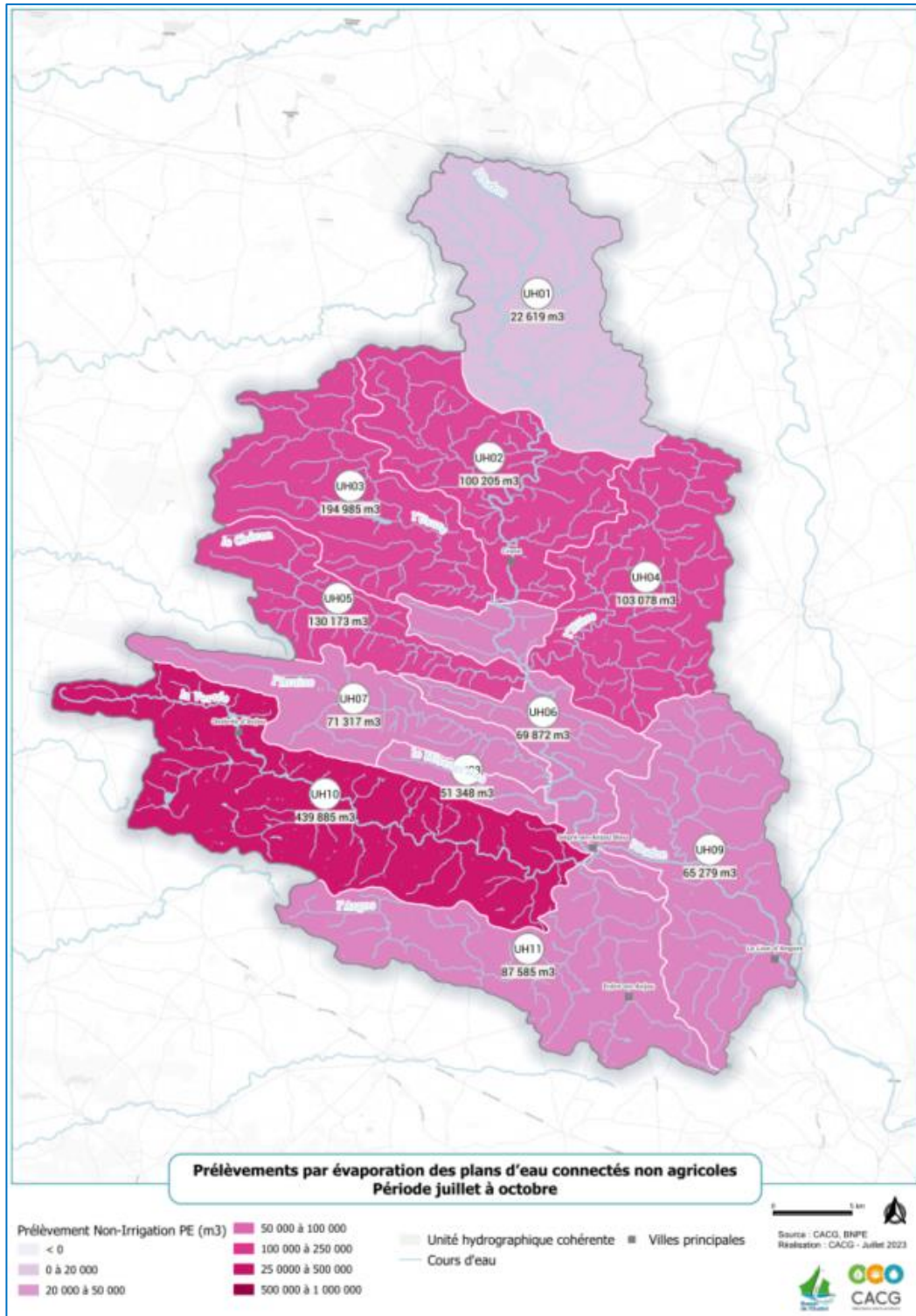
- Prélèvements dus aux plans d'eau d'irrigation connectés : irrigation et évaporation,
- Prélèvements d'irrigation dus aux plans d'eau déconnectés : remplissage hivernal des retenues,
- Prélèvements dus aux plans d'eau non agricoles connectés : évaporation,
- Estimation des prélèvements dus aux plans d'eau non agricoles déconnectés : évaporation (voir plus haut les précautions à prendre avec des données de prélèvement affectés aux plans d'eau déconnectés de type autre usage)

Parmi ces cartes, deux sont présentées ci-dessous et illustrent les prélèvements dus aux plans d'eau connectés agricoles et non agricoles pour la période Juillet-Octobre.

Carte 72 : Prélèvements des plans d'eau agricoles connectés – période juillet octobre



Carte 73 : Volumes d'évaporation des plans d'eau connectés non agricoles juillet octobre



6 ACTUALISATION DU VOLET HYDROLOGIE (H)

6.1 Climat actuel

6.1.1 Réseau de stations météorologiques

La carte et le tableau suivants présentent les différentes stations existantes et leurs localisations sur et autour du périmètre d'étude.

Tableau 66 : : Liste des stations météorologiques en périphérie du bassin de l'Oudon

COMMUNE	NUM POSTE	NUM DEPT	TYPE	Sur le site d'étude?	Période disponible	ETP
ANGRIE	49008001	49	METEO FRANCE	Non	Aujourd'hui	NON
ARBRISSEL	35005001	35	METEO FRANCE	Non	01/06/2023 - Aujourd'hui	NON
ARGENTRE	53007001	53	METEO FRANCE	Non	01/06/1971 - 31/12/2020	NON
BEAUCOUZE	49020001	49	METEO FRANCE	Non	01/01/1921 - Aujourd'hui	OUI
COSSE-LE-VIVIEN	53077001	53	METEO FRANCE	Oui	01/01/1967 - Aujourd'hui	NON
CRAON	53084001	53	METEO FRANCE	Oui	11/12/2006 - 30/06/2016	NON
GREZ-EN-BOUERE	53110002	53	METEO FRANCE	Non	01/05/2002 - Aujourd'hui	NON
LAUNAY-VILLIERS	53129001	53	METEO FRANCE	Non	01/10/1972 - 31/12/2020	NON
ENTRAMMES	53094001	53	METEO FRANCE	Non	01/05/1988 - 20/09/2010	NON
LAVAL	53130008	53	METEO FRANCE	Non	Aujourd'hui	OUI
OMBREE D'ANJOU	49248003	49	SAPC	Oui	Aujourd'hui	NON
SEGRE-EN-ANJOU BLEU	49331002	49	METEO FRANCE	Oui	01/01/1989 - 17/01/2011	NON
SEGRE-EN-ANJOU BLEU	49331003	49	SAPC	Oui	Aujourd'hui	NON
SOUDAN	44199002	44	METEO FRANCE	Non	01/02/1994 - 31/12/2020	NON
SAINT-GEORGES-LE-FLECHARD	53220001	53	METEO FRANCE	Non	01/04/1993 - 31/12/2020	NON
SAINT-LOUP-DU-DORAT	53233001	53	METEO FRANCE	Non	01/10/1992 - 31/12/2020	NON
VALLONS-DE-L'ERDRE	44180005	44	METEO FRANCE	Non	01/01/2001 - Aujourd'hui	NON
THOURIE	35335001	35	METEO FRANCE	Non	01/02/1972 - Aujourd'hui	NON
VILLIERS-CHARLEMAGNE	53273001	53	METEO FRANCE	Non	01/06/1971 - 31/12/2020	NON

Les stations de Cossé-le-Vivien, Craon, Segré en Anjou, Ombree d'Anjou sont incluses dans le périmètre d'étude, et apportent une bonne connaissance du climat du territoire. Les données d'Angers Beaucouzé à proximité du périmètre sont également intéressantes pour caractériser le climat de la partie Est du bassin. Ce sont les données de ces stations qui vont être présentées dans la partie suivante.

Les données journalières de cumul pluviométriques aux trois stations ont été obtenues auprès de Météo France sur la période 2003-2022, ainsi que l'ETP à la station de Beaucouzé, qui est la station la plus proche où ces données étaient disponibles.

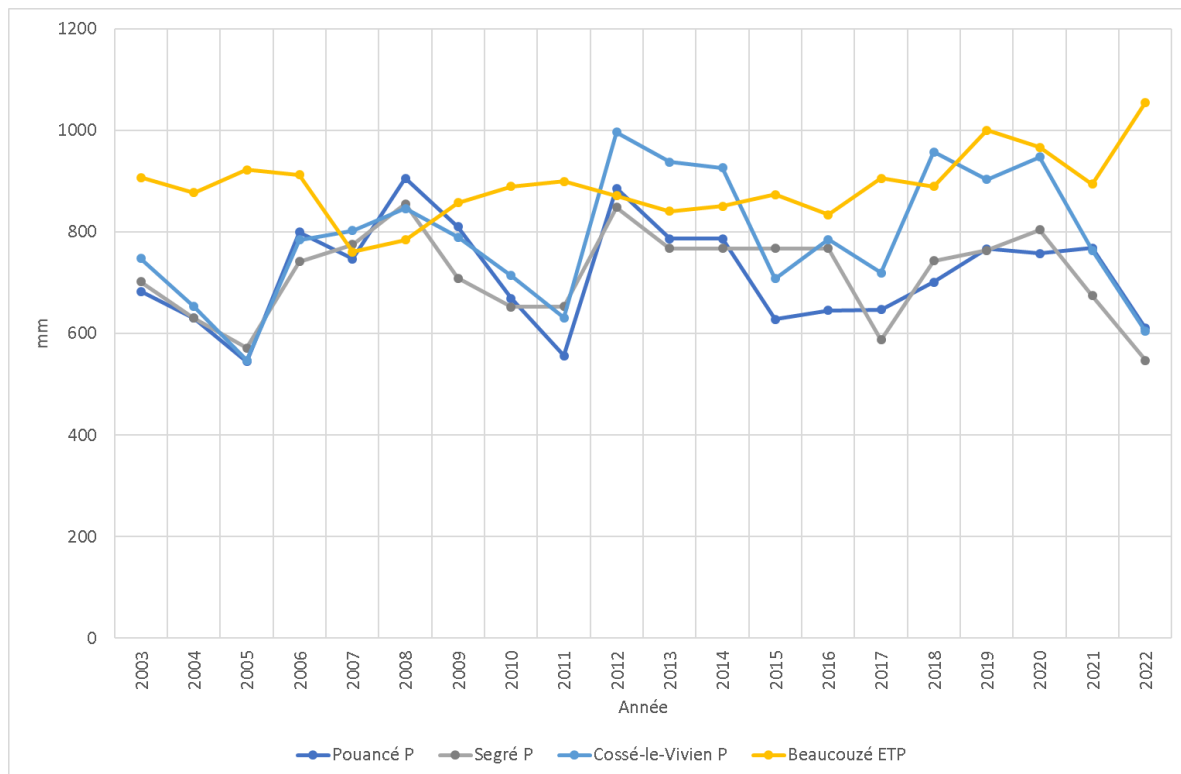
Ces données pluviométriques et d'ETP étaient disponibles sur une longue période (20 ans) sans lacunes et sont bien représentatives des variations climatiques sur le territoire. Leurs variations sont analysées dans la partie suivante.

6.1.2 Caractérisation de la pluie et de l'évapotranspiration (ETP)

Il pleut en moyenne sur les 20 dernières années (2003-2022) 716 mm au Sud et 788 mm au Nord alors que l'ETP moyenne annuelle est de 889 mm à Angers-Beaucouzé (voir le Graphe 74 page 166). Le gradient pluviométrique Nord-Sud sur la zone d'étude avait déjà été relevé lors de l'étude précédente de 2015⁷ sur la période 1971-2000, et est toujours vrai sur la période récente.

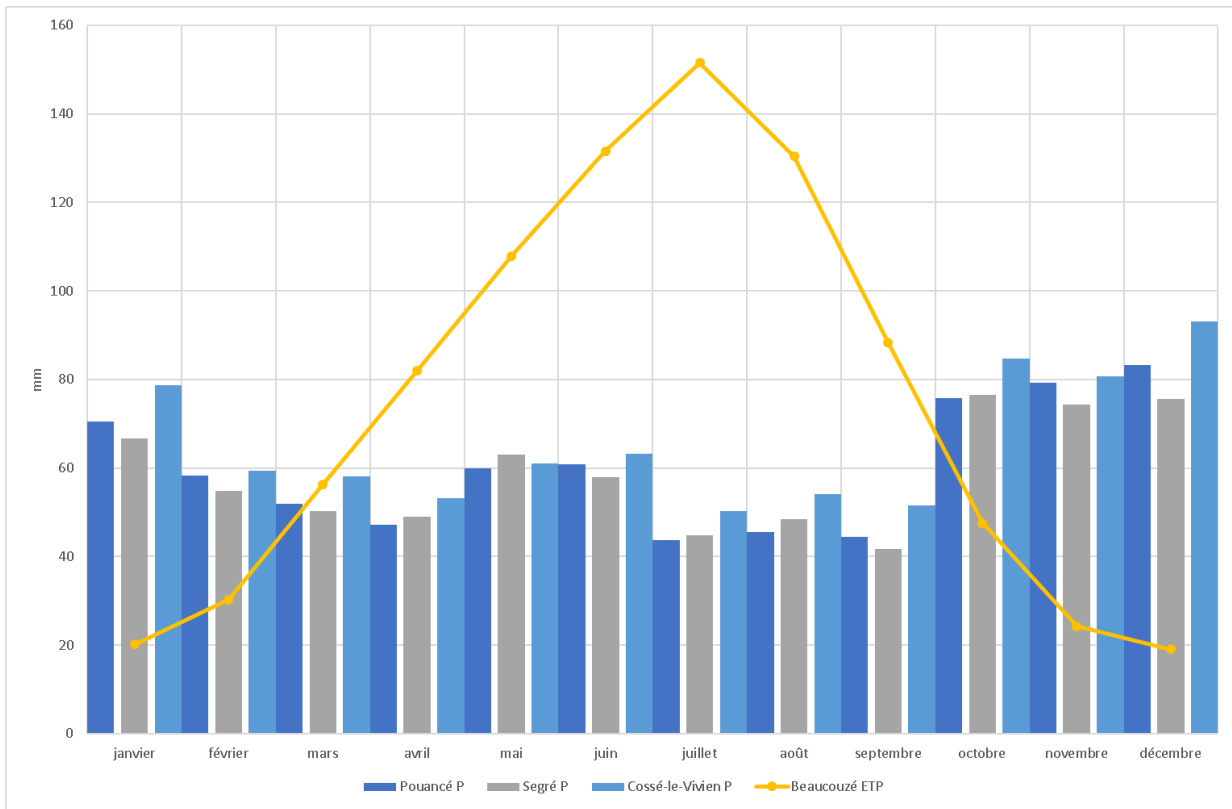
Le Graphe 75 page 167 met en évidence l'inégale répartition des précipitations mensuelles mais surtout celle de l'ETP avec un pic de juin à août où elle est supérieure à 120 mm par mois. En moyenne le secteur présente un déficit P-ETP de mars à septembre, relativement homogène sur les 3 stations.

Graphe 74 : Chronique de pluviométrie annuelle des principales stations du SAGE Oudon



⁷ Safege, 2015. Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire du SAGE Oudon - Rapport de phase 1.

Graphe 75 : Répartition mensuelle des normales de la pluie et de l'évapotranspiration



6.2 Ressource en eau mesurée

6.2.1 Réseau de stations hydrométriques

Le bassin versant d'Oudon comporte 6 stations hydrométriques en service depuis au moins 30 ans et 1 station hors service.

Tableau 67 : liste des stations hydrométriques

Stations actives				
Caractéristiques		Taille BV	Période de fonctionnement	
Code Station	Nom Station	en km2	Début	Fin
M371 1810	L'Oudon à Cossé-le-Vivien	133	1988	
M377 4010	Le Chéran à la Boissière	85	1971	
M377 1810	L'Oudon à Châtelais [Marcillé]	734	1972	
M383 4010	L'Argos à Marans et à Sainte-Gemmes-d'Andigné	153	1982	
M382 3010	La Verzée au Bourg-d'Iré [La Pommeraye]	205	1990	
M385 1810	L'Oudon à Segré [écluse de Maingué]	1310	1994	
M386 1810	L'Oudon à Andigné [Port aux Anglais]	1409	1964	2001

Les stations hydrométriques du bassin versant d'Oudon apportent des informations essentielles de suivi des débits sur certains cours d'eau du bassin versant : Oudon amont, médian et aval, Argos, Verzée et Chéran. À l'inverse, plusieurs affluents ne sont pas jaugés : Araize, Misengrain, Usure, Hière.

Carte 76 : Localisation des stations hydrométriques et des stations météorologiques



Bassin de l'Oudon
Localisation des stations de mesures

- | | | | |
|----------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Station météo | Station hydrométrique | Périimètre SAGE Oudon | limites administratives |
| fermée | Station hydro en service | Unités hydrographiques cohérentes | Limite de région |
| ouverte | Station hydro hors service | | Limite de département |
| ? | Station limni hors service | | |

Source : CACG, IGN
Réalisation : CACG 04/23
Projection : Lambert 93



6.2.2 Débits mesurés : comparaison des bassins versants

À partir des débits moyens journaliers des 6 stations en service pour les 30 dernières années (1992-2021), on calcule les valeurs hydrologiques caractéristiques suivantes

- débit moyen mensuel de chaque mois,
- débit moyen annuel,
- module : débit moyen interannuel,
- module quinquennal : débit moyen annuel dépassé en moyenne 4 années sur 5,
- QMNA : débit moyen mensuel minimum
- QMNA5 : débit moyen mensuel minimum dépassé en moyenne 4 années sur 5,
- Hautes eaux : débit moyen de la période novembre-mars et sa valeur quinquennale,
- Printemps : débit moyen de la période avril-mai et sa valeur quinquennale.

Les résultats sont présentés, pour chaque station, sous forme d'une fiche de synthèse aux pages suivantes.

Fiche 77 : Station hydrométrique de l'Argos

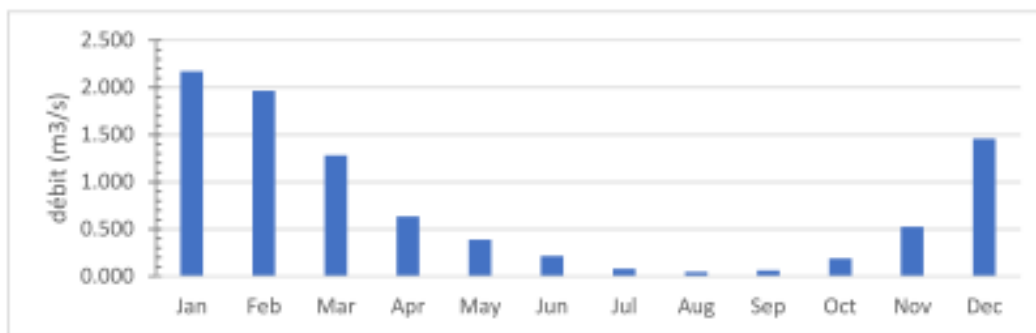
Station Hydrométrique de L'Argos à Marans et à Sainte-Gemmes-d'Andigné
Fiche de synthèse

Code Station: **M3834010** Département: **MAINE-ET-LOIRE**
 Surface BV: **153 km²** Commune: **Segré-en-Anjou Bleu**
 Données disponibles: **1992-2021**

Module: **0.746 m³/s** Module spécifique: **4.9 l/s/km²**

Débits moyens mensuels calculés sur l'ensemble des données disponibles jusqu'au 31/12/2021

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Débits (m ³ /s)	2.172	1.964	1.282	0.633	0.388	0.214	0.078	0.046	0.062	0.190	0.523	1.457



Valeurs caractéristiques: ajustement d'une loi normale

m ³ /s	Module	QMNA	Débit moyen nov-mars	Débit moyen avr mai
Moyenne	0.746	0.039	1.480	0.510
Ecart-type	0.388	0.026	0.789	0.435
valeur quinquennale	0.419	0.017	0.816	0.144



Fiche 78 : Station hydrométrique du Chéran

Station Hydrométrique de Le Chéran à la Boissière

Fiche de synthèse

Code Station: **M3774010**
 Surface BV: **85 km²**
 Données disponibles: **1992-2021**

Département: **MAYENNE**
 Commune: **La Boissière**

Module: **0.514 m³/s** Module spécifique: **6.1 l/s/km²**

Débits moyens mensuels calculés sur l'ensemble des données disponibles jusqu'au 31/12/2021

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Débits (m ³ /s)	1.439	1.276	0.756	0.369	0.233	0.150	0.051	0.031	0.043	0.187	0.520	1.154



Valeurs caractéristiques: ajustement d'une loi normale

m ³ /s	Module	QMNA	Débit moyen nov-mars	Débit moyen avr-mai
Moyenne	0.514	0.020	1.029	0.301
Ecart-type	0.224	0.013	0.459	0.263
valeur quinquennale	0.326	0.009	0.643	0.079



Fiche 79 : Station hydrométrique de la Verzée

Station Hydrométrique de La Verzée au Bourg-d'Iré [La Pommeraye]

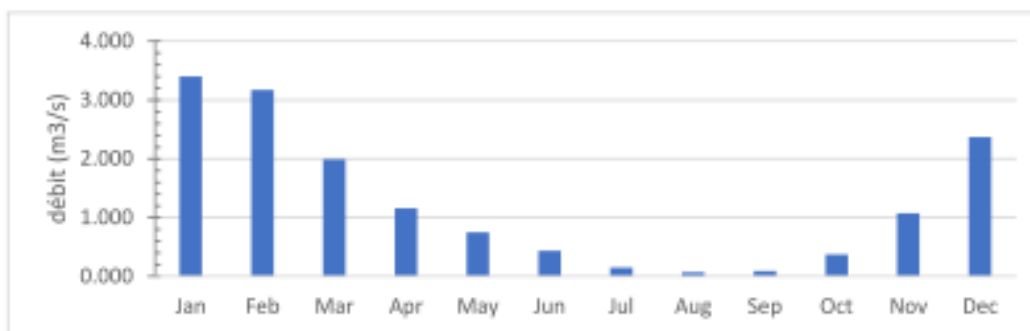
Fiche de synthèse

Code Station:	M3823010	Département:	MAINE-ET-LOIRE
Surface BV:	205 km²	Commune:	Segré-en-Anjou Bleu
Données disponibles:	1992-2021		

Module: **1.243 m³/s** Module spécifique: **6.1 l/s/km²**

Débits moyens mensuels calculés sur l'ensemble des données disponibles jusqu'au 31/12/2021

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Débits (m ³ /s)	3.398	3.168	1.992	1.156	0.747	0.432	0.146	0.070	0.090	0.368	1.074	2.369



Valeurs caractéristiques: ajustement d'une loi normale

m ³ /s	Module	QMNA	Débit moyen nov-mars	Débit moyen avr-mai
Moyenne	1.243	0.054	2.400	0.952
Ecart-type	0.617	0.048	1.257	0.690
valeur quinquennale	0.723	0.014	1.342	0.371



Fiche 80 : Station hydrométrique de l'Oudon à Cossé-le-Vivien

Station Hydrométrique de L'Oudon à Cossé-le-Vivien

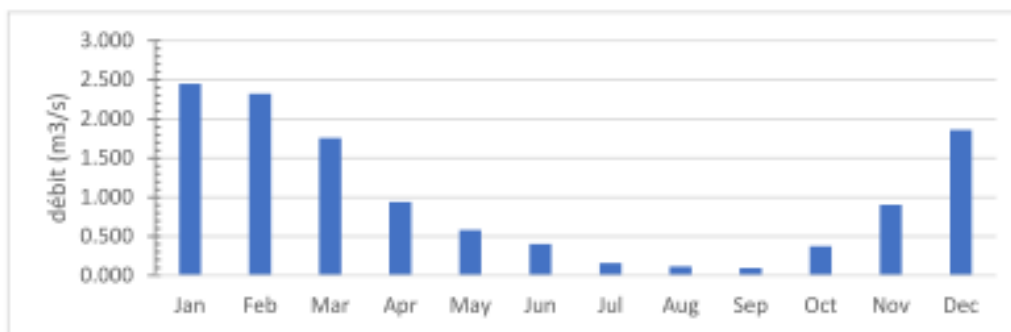
Fiche de synthèse

Code Station:	M3711810	Département:	MAYENNE
Surface BV:	133 km²	Commune:	Cossé-le-Vivien
Données disponibles:	1992-2021		

Module: **0.990 m³/s** Module spécifique: **7.4 l/s/km²**

Débits moyens mensuels calculés sur l'ensemble des données disponibles jusqu'au 31/12/2021

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Débits (m ³ /s)	2.450	2.323	1.754	0.938	0.579	0.403	0.158	0.112	0.095	0.373	0.903	1.861



Valeurs caractéristiques: ajustement d'une loi normale

m ³ /s	Module	QMNA	Débit moyen nov-mars	Débit moyen avr-mai
Moyenne	0.990	0.053	1.858	0.758
Ecart-type	0.423	0.061	0.806	0.483
valeur quinquennale	0.634	0.002	1.180	0.352



Fiche 81 : Station hydrométrique de l'Oudon à Châtellais

Station Hydrométrique de L'Oudon à Châtellais [Marcillé]

Fiche de synthèse

Code Station:	M3771810	Département:	MAINE-ET-LOIRE
Surface BV:	734 km²	Commune:	Segré-en-Anjou Bleu
Données disponibles:	1992-2021		

Module: **4.218 m³/s** Module spécifique: **5.7 l/s/km²**

Débits moyens mensuels calculés sur l'ensemble des données disponibles jusqu'au 31/12/2021

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Débits (m ³ /s)	11.256	10.793	7.456	3.686	2.289	1.627	0.552	0.333	0.327	1.202	3.364	8.068



Valeurs caractéristiques: ajustement d'une loi normale

m ³ /s	Module	QMNA	Débit moyen nov-mars	Débit moyen avr-mai
Moyenne	4.218	0.179	8.187	2.988
Ecart-type	2.074	0.184	4.267	2.115
valeur quinquennale	2.472	0.024	4.597	1.207



Fiche 82 : Station hydrométrique de l'Oudon à Segré

 Station Hydrométrique de L'Oudon à Segré [écluse de Maingué]
 Fiche de synthèse

Code Station: **M3851810** Département: **MAINE-ET-LOIRE**
 Surface BV: **1310 km²** Commune: **Segré-en-Anjou Bleu**
 Données disponibles: **1995-2021**

Module: **8.141 m³/s** Module spécifique: **6.2 l/s/km²**

Débits moyens mensuels calculés sur l'ensemble des données disponibles jusqu'au 31/12/2021

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Débits (m ³ /s)	21.676	21.044	15.112	7.497	4.807	2.917	0.961	0.491	0.491	1.955	5.990	14.581



Valeurs caractéristiques: ajustement d'une loi normale

m ³ /s	Module	QMNA	Débit moyen nov-mars	Débit moyen avr-mai
Moyenne	8.141	0.314	15.713	6.152
Ecart-type	4.179	0.304	8.345	4.412
valeur quinquennale	4.624	0.059	8.689	2.439



L'analyse des débits mensuels met bien en évidence le régime hydrologique pluvial du bassin avec de hautes eaux annuelles en hiver (décembre à février) et une période de basses eaux de juin à octobre avec les minima atteints en juillet-août, avec une reprise des débits au mois de novembre

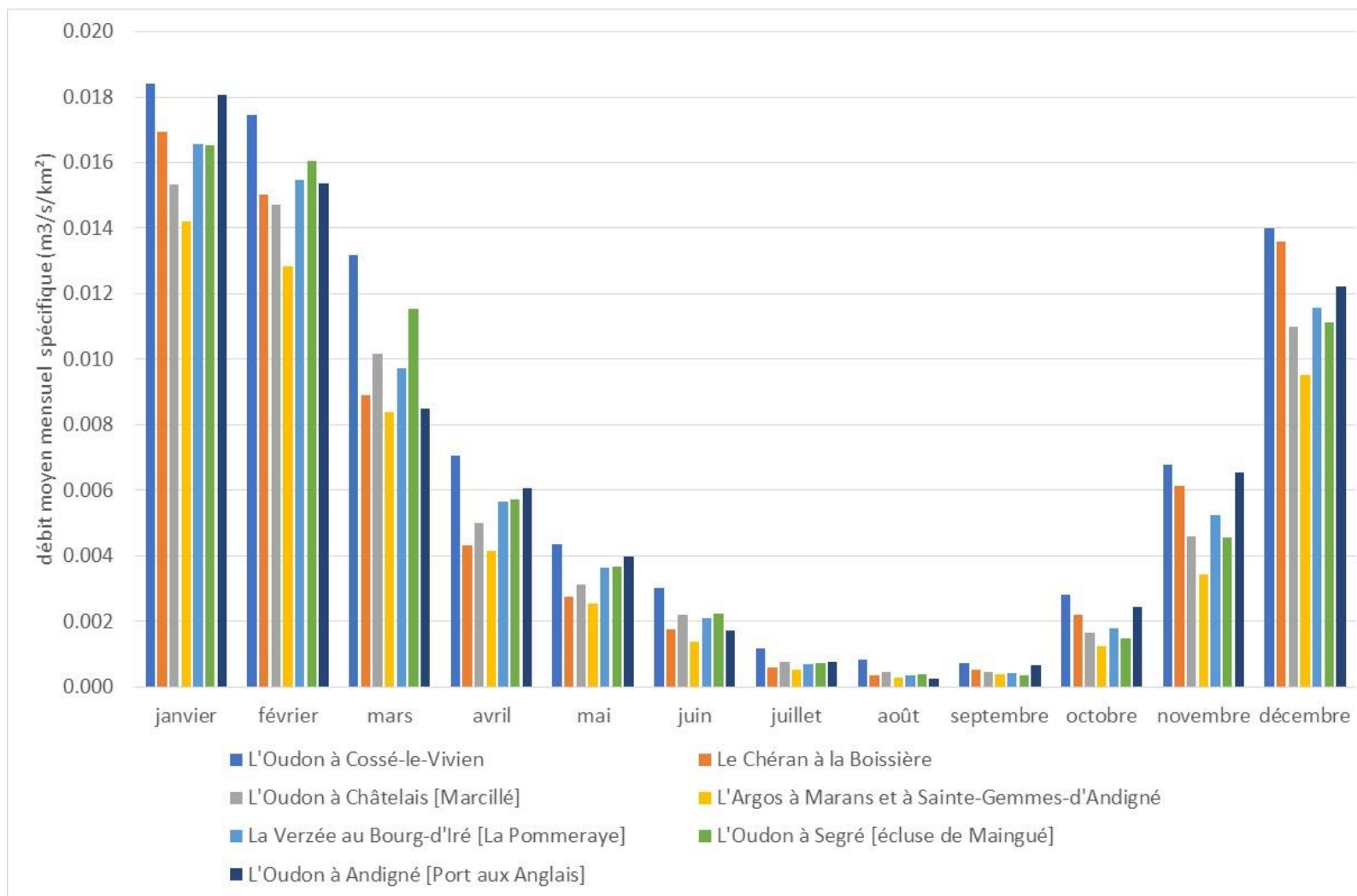
Sur le bassin, les modules interannuels varient de 0,514 m³/s pour le Chéran à la Boissière (85 km²) à 8,141 m³/s pour l'Oudon à Segré (1310 km²).

Les variations de débits moyens annuels (ou modules annuels) renseignent sur la variabilité interannuelle des écoulements pour chaque cours d'eau. Sur chacune des chroniques où les données sont disponibles, les années 2005 et 2017 se distinguent en tant qu'années sèches alors que 1999, 2000, 2001 et 2013, 2014 se dégagent comme des années plutôt humides.

Pour comparer les bassins versants entre eux, on utilise le débit spécifique qui correspond au rapport du débit d'un cours d'eau par la surface de son bassin versant. La figure suivante permet de comparer les débits moyens mensuels des 6 stations de la zone d'étude et montre que

- les débits hivernaux (décembre, janvier, février) de l'Oudon amont et du Chéran sont un peu plus soutenus que ceux des autres cours d'eau,
- les débits de printemps et d'automne (mars, avril et novembre) paraissent légèrement plus forts sur l'Oudon que sur les affluents,
- les débits d'étiage sont également légèrement plus soutenus sur l'Oudon.

Graph 83 : comparaison des débits spécifiques mensuels mesurés



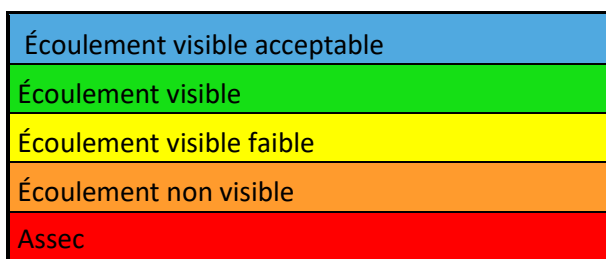
6.2.3 Données du réseau de stations ONDE

Cf. la carte des observations du réseau ONDE Carte 13 page 52

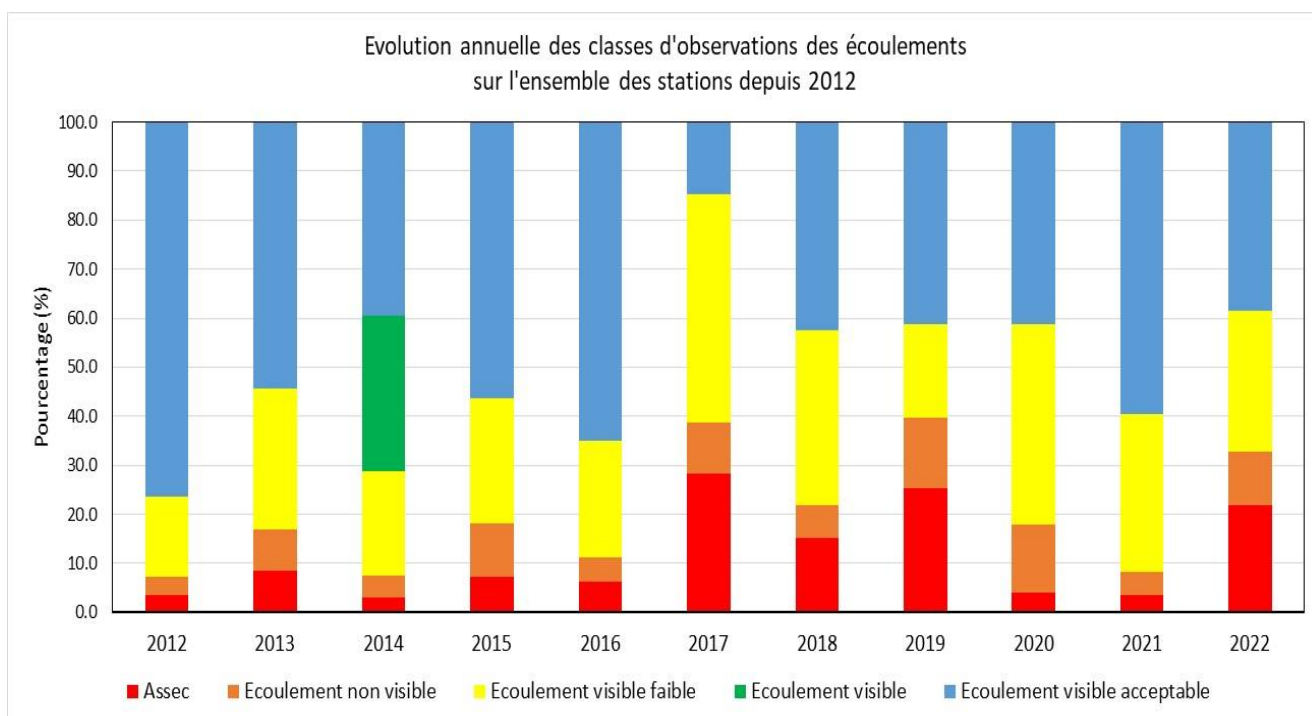
Les données de l’observatoire national des étiages (ONDE) sont les observations visuelles réalisées par les agents départementaux de l’Office français de la biodiversité (OFB) pendant la période estivale sur l’écoulement des cours d’eau. (Source : <https://onde.eaufrance.fr/>)

Dix sites sont suivis sur le bassin versant de l’Oudon sur les cours d’eau de la Pelleterie, la Mée, l’Oudon amont, l’Hière, l’Araize, l’Uzure, la Verzée, l’Argos et la Thiberge. Depuis 2012, l’OFB effectue entre 55 et 101 observations par an sur l’ensemble des 10 stations. La carte suivante présente la localisation des stations de suivi des étiages sur le bassin versant de l’Oudon et les suivis des assecs de 2012 à 2022 par mois.

Le graphique suivant présente la part de chaque type d’observation par an selon les 5 classes d’écoulement :



Graphe 84 : évolution de la répartition des observations d’écoulement de 2012 à 2022
(source : ONDE)



Sur les 11 années d’observations, 4 ont plus de 15% d’observations en assecs. L’année 2017 connaît le moins d’observations d’écoulement acceptable.

Parmi les stations, le moulin de Méral, L'Oudon à la sortie du Bourg, l'Hière à Peuton et le Chéran à Congrier ne présentent aucun assècs sur la période 2012-2022. L'Argos et la Verzée en présentent ponctuellement parfois un dans l'année selon les années. Par contre, la Mée à Bas Pingenay, la pelleterie à la Roë, l'Araize, l'Uzure à Saint Michel de la Roë et thiberge sont des stations plus impactées présentant fréquemment des assècs sur la période estivale, avec des assècs qui durent parfois sur plusieurs mois consécutifs et jusqu'au mois de novembre pour la pelleterie à la Roë et décembre pour Thiberge.

6.3 Hydrologie naturelle

L'hydrologie naturelle ou désinfluencée désigne l'hydrologie naturelle reconstituée à partir de la connaissance des débits mesurés et des influences auxquelles le bassin versant est soumis. Il existe différentes méthodes pour naturaliser une chronique de débits mesurés. Dans cette étude, il a été choisi d'utiliser un modèle pluie-débit, calé sur des débits qui ont été algébriquement désinfluencés sur une période donnée. Cette méthode permettra :

- Étendre des chroniques sur des périodes plus longues où on possède le forçage climatique (pluie et ETP) mais pas forcément de débits mesurés ou que l'on ne maîtrise pas les prélèvements.
- Évaluer des débits sur des bassins versants non jaugés tels que les UHs.
- Évaluer l'impact du changement climatique sur la ressource, en utilisant des chroniques de forçage climatique (pluie et ETP) provenant du jeu de données nationale de projections climatiques DRIAS 2020.

6.3.1 Description du modèle pluie-débit

La suite des modèles GR implémenté dans R par INRAE a été utilisée⁸.

Les modèles GR (pour Génie rural) simulent la relation pluie-débit sur un bassin versant. Ils sont dits conceptuels et globaux car ils représentent le fonctionnement d'un bassin versant comme un réservoir (conceptuel) et en tant qu'une seule entité (global, c'est-à-dire non distribué).

Ils ont été développés dans un objectif de représenter la relation pluie débit de façon performante et en même temps parcimonieuse (entre 4 à 6 paramètres seulement, décrit dans la Figure suivante). Les modèles GR ont deux composantes principales :

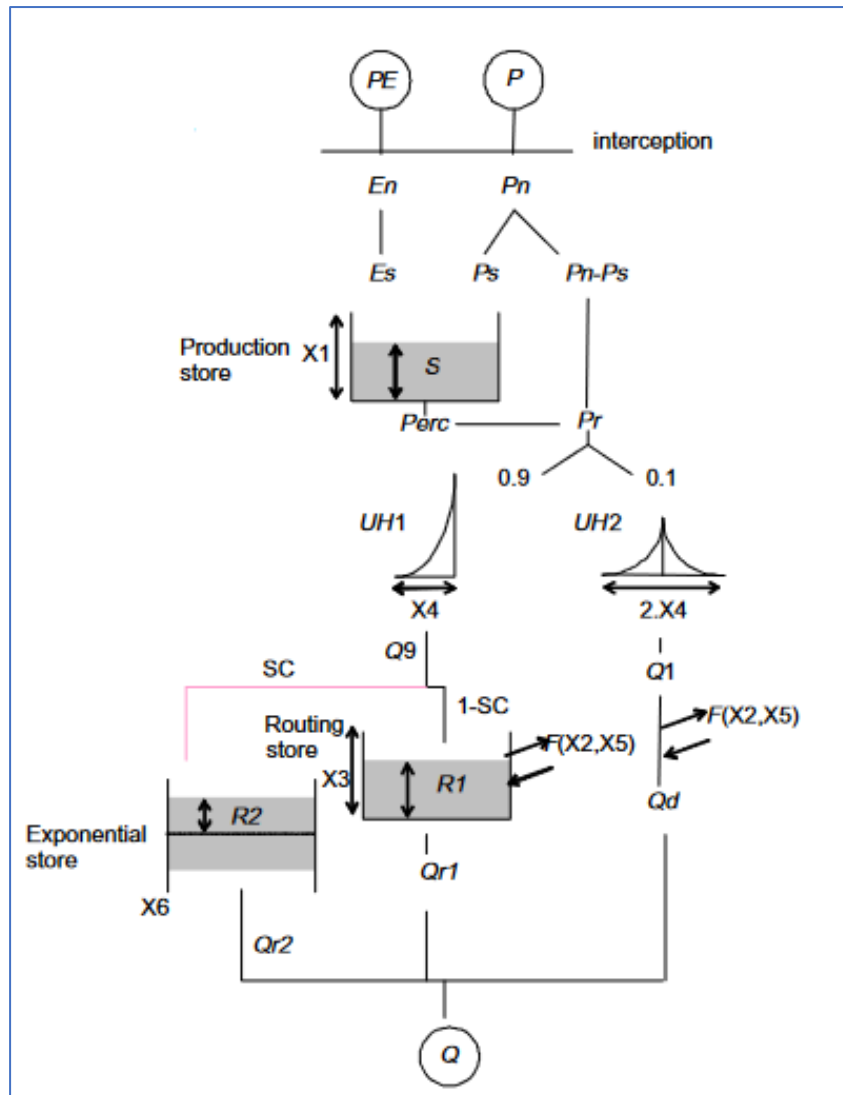
- **une fonction de production** qui détermine la répartition des précipitations en évapotranspiration et en pluie efficace, pluie qui va ensuite provoquer un ruissellement
- **une fonction de routage** qui permet la répartition temporelle du ruissellement dans le temps jusqu'à l'exutoire du bassin versant. Il existe différentes versions de GR.

Dans cette étude, il a été testé GR4J, GR5J et GR6J. La lettre « J » indique que les simulations sont au pas de temps journalier. Le chiffre indique le nombre de paramètres à calibrer. **GR4J** est le modèle historique le plus classique et aussi le plus utilisé. **GR5J** est une version évoluée de GR4J, pour lequel un paramètre supplémentaire a été ajouté pour mieux prendre en compte les échanges surface-souterrain. **GR6J** a été développé spécifiquement pour pouvoir mieux représenter les étiages.

⁸ Coron, L., Thirel, G., Delaigue, O., Perrin, C. and Andréassian, V. (2017). The Suite of Lumped GR Hydrological Models in an R Package. Environmental Modelling and Software, 94, 166–171. DOI: 10.1016/j.envsoft.2017.05.002.

Ces 3 modèles ont été successivement utilisés sur les stations de calage afin de choisir celui qui représentaient le mieux les débits désinfluencés, et en particulier la période des étiages qui est la période la plus tendue pour les bilans besoins-ressources. Le fonctionnement du modèle GR6J est présentée dans la figure suivante comme illustration, les deux autres modèles ayant un fonctionnement similaire.

Figure 85 : Schéma de fonctionnement du modèle pluie-débit GR6J⁹



Les quatre à six paramètres (selon les modèles utilisées) sont les suivants :

- X1 : Capacité du réservoir de production (mm),
- X2 : Coefficient d'échanges souterrains (mm/jour),
- X3 : Capacité à un jour du réservoir de routage (mm),
- X4 : Temps de base de l'hydrogramme unitaire HU1 (jours).
- X5 : Seuil d'échange avec le sous-sol (adimensionnel)
- X6 : Capacité du réservoir exponentiel (mm)

⁹ Pushpalatha, R., Perrin, C., Le Moine, N., Mathevet, T., Andréassian, V., 2011. A downward structural sensitivity analysis of hydrological models to improve low-flow simulation. *Journal of Hydrology* 411, 66–76. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.09.034>

6.3.2 Initialisation du modèle et données d'entrées

Les surfaces des bassins versants ont été déterminés sur la base du MNT-RGE alti rééchantillonné à 5 m. Les pluies de bassin versant ont été reconstituées à partir du découpage du bassin versant selon les polygones de Thiessen pour chaque bassin versant étudié sur la base des données des 3 stations pluviométriques à Segré, Pouancé et Cossé le Vivien. L'ETP a été pris à Beaucouzé. La chronique journalière de pluie et évapotranspiration a été obtenue sur la période 2003-2022.

Les premières années ont été utilisées pour « chauffer » le modèle et permettre d'initialiser l'état hydrologique du modèle.

Les débits désinfluencés ont été évalués de façon algébrique sur la période 2014-2021 au pas de temps journalier afin de servir de base de calage pour le modèle sur 6 stations hydrométriques: l'Oudon à Cossé le Vivien, à Châtelais et à Segré, le Chéran à la Boissière, la Verzée au Bourg d'Iré et l'Argos à Marans.

Pour chaque station hydrométrique (SH), les facteurs influençant les débits sont caractérisés, à partir des reconstitutions réalisées dans le volet Usages. Le débit journalier désinfluencé est calculé par l'opération suivante :

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

Avec

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

Ces chroniques ont servi à calibrer le modèle pluie-débit sur des débits considérés naturels.

6.3.3 Calibration du modèle

Le calage des modèles s'effectue en utilisant le critère de Nash-Sutcliffe (NSE). Le critère de Nash-Sutcliffe exprime la différence relative entre l'erreur du modèle hydrologique testé et l'erreur d'un modèle de référence, défini par la moyenne des débits observés. **Plus la valeur du critère est proche de 1, meilleur est l'accord entre la simulation et l'observation.** Une valeur négative du critère signifie qu'il est préférable de prendre comme modèle la moyenne des débits observés plutôt que le modèle proposé avec ses paramètres. Une valeur nulle signifie que le modèle de référence et le modèle proposé ont la même performance.

Le critère calculé sur les débits présente l'inconvénient de donner beaucoup de poids aux valeurs fortes. La même formulation utilisée sur l'inverse ou sur le log de la variable permet de diminuer le poids des valeurs fortes (on donne alors moins d'importance aux très forts débits, mesurés en crue, pour lesquels les erreurs relatives de mesure peuvent être plus importantes). Le critère calculé sur l'inverse ou sur le log des débits donne plus d'importance aux étiages. Le critère calculé sur les racines des débits est assez général et donne un poids similaire à la simulation des débits de crues et d'étiages.

L'analyse comparative des trois modèles a montré que les modèles ainsi que les différentes transformations des Nash (NSE, log ou racine) donnent toutes des résultats très satisfaisants sur les 6 stations (Critères >0.75). La calibration sur le log des débits, ainsi que l'utilisation de GR6J a permis d'être plus proche des plus petits débits. Le choix du modèle s'est donc orienté vers GR6J, qui est le plus récent et utilisé à des fins opérationnelles de prévisions d'étiages en temps réel (Projet PREMHYCE). Les paramètres ont été obtenus en calibrant sur les logarithmes des débits pour privilégier la représentation des faibles débits. Les résultats de calibration plus spécifiques sont présentés en Annexe.

Tableau 68. Paramètres d'efficience de calibration

Noms des stations	Surface du bassin [km ²]	Coefficient de Nash
L'Oudon à Cossé-le-Vivien	135.2	0.88
L'Oudon à Châtellais	732.4	0.92
Le Chéran à la Boissière	76.1	0.87
La Verzée au Bourg-d'Iré	202.7	0.82
L'Argos à Marans	153.4	0.89
L'Oudon à Segré	1319.1	0.92

Les paramètres d'efficience ont été reportés pour chaque station dans le Tableau 68. Ils sont tous supérieurs à 0.82. Dans les annexes, on peut observer les caractéristiques des débits simulés et des débits désinfluencés algébriquement en débits spécifiques pour pouvoir comparer les différentes stations entre elles plus facilement. On peut observer que les faibles débits ont bien été représentés mais que le module annuel simulé est un peu plus faible que celui des débits algébriquement désinfluencés.

Tableau 69. Comparaison des débits désinfluencés algébriquement et débits naturels simulés sur la période 2014-2021

Sur la période de calibration 2014-2021		L'Oudon à Cossé-le-Vivien		L'Oudon à Châtelais		Le Chéran à la Boissière		La Verzée au Bourg-d'Iré		L'Argos à Marans		L'Oudon à Segré	
Surface bassin versant	[km ²]	135.2		732.4		76.1		202.7		153.4		1319.1	
Module spécifique algébrique/simulé	[l/s/km ²]	7.81	7.04	5.92	5.38	0.50	0.40	5.76	5.04	4.51	4.02	5.92	5.33
Écart sur le module spécifique*	[]	-0.10		-0.09		-0.20		-0.12		-0.11		-0.10	
Débit spécifique moyen avril-juin	[l/s/km ²]	5.74	5.38	3.78	3.88	2.59	2.36	3.30	2.91	2.41	2.35	3.78	3.56
Écart sur le débit spécifique moyen avril-juin*	[]	-0.06		0.03		-0.09		-0.12		-0.02		-0.06	
Débit spécifique moyen juillet-octobre	[l/s/km ²]	1.03	1.04	0.65	0.64	0.56	0.59	0.73	0.67	0.47	0.47	0.629	0.65
Écart sur le débit spécifique moyen avril juillet-octobre*	[]	0.01		-0.03		0.05		-0.09		-0.01		0.04	

*Les écarts sont calculés avec $(q_{sim}-q_{algeb})/q_{sim}$

6.3.4 Méthode de transfert du modèle aux bassins versants non jaugés

Une fois calibré avec le jeu de paramètres obtenus, le paramètre X4 (temps de base de l'hydrogramme unitaire, exprimé en jours) du modèle est ajusté, du fait de la dépendance significative entre la valeur de ce paramètre et la surface du bassin versant considéré. La valeur du paramètre X4 est donc modifiée en fonction du rapport entre la surface du bassin receveur (S_{receveur}) et la surface du bassin donneur (S_{donneur}), selon la formule suivante¹⁰ :

$$X4_{\text{receveur}} = X4_{\text{donneur}} * \left(\frac{S_{\text{receveur}}}{S_{\text{donneur}}} \right)^{0.3} \quad \text{Eq. 1}$$

Cette méthode nous permettra de transférer les résultats de ces 6 stations pour tous les UHs. Les stations référentes utilisées pour chaque UH sont détaillées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 70 : Stations hydrométriques de référence pour chaque UH

UH	Stations hydrologiques de référence
UH1	L'Oudon à Cossé le Vivien
UH2	L'Oudon à Cossé le Vivien
UH3	Le Chéran à la Boissière
UH4	L'Oudon à Cossé le Vivien
UH5	Le Chéran à la Boissière
UH6	L'Oudon à Châtelais
UH7	La Verzée au Bourg-d'Iré
UH8	La Verzée au Bourg-d'Iré
UH9	L'Oudon à Segré
UH10	La Verzée au Bourg-d'Iré
UH11	L'Argos à Marans

6.3.5 Résultats aux stations hydrométriques

Les résultats des simulations de débits naturels sont maintenant comparés aux débits mesurés afin d'évaluer l'impact des influences sur la période totale de l'étude 2003-2022.

6.3.5.1 L'Oudon à Cossé le Vivien

Sur la période 2003-2022, les résultats des valeurs caractéristiques de débits désinfluencés simulés et les valeurs mesurées sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 71. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – Cossé le Vivien

<i>Sur la période 2003-2022</i>			
<i>L'Oudon à Cossé-le-Vivien</i>	débit influencé (mesuré)	débit désinfluencé (simulé)	$\frac{([1]-[2])}{[2]}$
	[1]	[2]	
Débits moyens			
Module (m^3/s)	0.984	0.790	24.6%
Module spécifique ($l/s/km^2$)	7.401	5.938	
Débit moyen AVR-JUIN (m^3/s)	0.619	0.591	4.7%
Débit spécifique moyen AVR-JUIN ($l/s/km^2$)	4.657	4.447	
Débit moyen JUIL-OCT (m^3/s)	0.141	0.163	-13.5%
Débit spécifique moyen JUIL-OCT ($l/s/km^2$)	1.061	1.226	
Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec* (m^3/s)	0.038	0.066	-42.7%
Débits d'été			
Débit moyen mensuel le plus faible 2003-2022 (m^3/s)	0.001	0.030	-98.3%
QMNA5 (m^3/s)	0.006	0.037	-84.3%

* : valeurs obtenues par ajustements statistiques d'une loi de Galton

Pour le module et le débit moyen sur la période avril-juin, les débits désinfluencés sont plus faibles que les débits mesurés. Ceci est dû à la calibration du modèle qui a été centré sur les étiages pour être au plus proches des faibles valeurs, étant le cœur du sujet de cette étude.

On observe un écart de -13.5% sur les débits moyens de la période d'étiage (juillet-octobre) et entre -98 et -43% sur les caractéristiques d'étiages (débit moyen juillet-octobre quinquennal sec, QMNA5 et débit moyen mensuel le plus faible sur 2003-2022), soulignant l'impact des influences.

6.3.5.2 L'Oudon à Châtellais

Sur la période 2003-2022, les résultats des valeurs caractéristiques de débits désinfluencés simulés et les valeurs mesurées sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 72. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – Châtellais

<i>Sur la période 2003-2022</i>			
<i>L'Oudon à Châtellais</i>	débit influencé (mesuré)	débit désinfluencé (simulé)	[(1)-[2)] / [2]
	[1]	[2]	
Débits moyens			
<i>Module (m³/s)</i>	3.795	3.622	4.8%
<i>Module spécifique (l/s/km²)</i>	5.170	4.935	
<i>Débit moyen AVR-JUIN (m³/s)</i>	2.405	2.609	-7.8%
<i>Débit spécifique moyen AVR-JUIN (l/s/km²)</i>	3.276	3.555	
<i>Débit moyen JUIL-OCT (m³/s)</i>	0.476	0.632	-24.7%
<i>Débit spécifique moyen JUIL-OCT (l/s/km²)</i>	0.648	0.861	
<i>Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec (m³/s)</i>	0.128	0.258	-50.4%
<i>Débit moyen mensuel le plus faible 2003-2022 (m³/s)</i>	0.001	0.128	-99.5%
<i>QMNA5 (m³/s)</i>	0.014	0.157	-91.2%

De la même façon que pour l'Oudon à Cossé le Vivien, le module désinfluencé est plus faible que le module mesuré. Ceci est dû à la calibration du modèle qui a été centré sur les étiages pour être au plus proches des faibles valeurs, étant le cœur du sujet de cette étude.

On observe un écart de -7.84% et -24.7% sur les débits moyens de la période avril-juin et juillet-octobre soulignant l'impact des influences. Pour les caractéristiques d'étiage, l'écart est entre -99.5% et -50%.

6.3.5.3 L'Oudon à Segré

Sur la période 2003-2022, les résultats des valeurs caractéristiques de débits désinfluencés simulés et les valeurs mesurées sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 73. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – Segré

<i>Sur la période 2003-2022</i>			
<i>L'Oudon à Segré</i>	débit influencé (mesuré)	débit désinfluencé (simulé)	$\frac{[1]-[2]}{[2]}$
	[1]	[2]	
Débits moyens			
<i>Module (m³/s)</i>	7.338	6.924	6.0%
<i>Module spécifique (l/s/km²)</i>	5.602	5.286	
<i>Débit moyen AVR-JUIN (m³/s)</i>	4.288	4.880	-12.1%
<i>Débit spécifique moyen AVR-JUIN (l/s/km²)</i>	3.273	3.725	
<i>Débit moyen JUIL-OCT (m³/s)</i>	0.849	1.165	-27.1%
<i>Débit spécifique moyen JUIL-OCT (l/s/km²)</i>	0.648	0.889	
<i>Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec (m³/s)</i>	0.230	0.490	-53.0%
<i>Débit moyen mensuel le plus faible 2003-2022 (m³/s)</i>	0.001	0.192	-99.4%
<i>QMNA5 (m³/s)</i>	0.026	0.258	-89.9%

De la même façon que pour l'Oudon à Cossé le Vivien et à Châtelais, le module désinfluencé est plus faible que le module mesuré. Ceci est dû à la calibration du modèle qui a été centrée sur les étiages pour être au plus proche des faibles valeurs, ceci étant le cœur du sujet de cette étude.

On observe un écart de -12% et -27% sur les débits moyens de la période avril-juin et juillet-octobre soulignant l'impact des influences. Pour les caractéristiques d'étiage, l'écart est entre -99.4% et -53%, similairement aux ordres de grandeurs de la station de l'Oudon à Châtelais.

6.3.5.4 Le Chéran à la Boissière

Sur la période 2003-2022, les résultats des valeurs caractéristiques de débits désinfluencés simulés et les valeurs mesurées sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 74. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – La Boissière

<i>Sur la période 2003-2022</i>			
Le Chéran à la Boissière	débit influencé (mesuré)	débit désinfluencé (simulé)	([1]-[2])/ [2]
	[1]	[2]	
Débits moyens			
<i>Module (m³/s)</i>	0.453	0.415	9.2%
<i>Module spécifique (l/s/km²)</i>	5.33	4.88	
<i>Débit moyen AVR-JUIN (m³/s)</i>	0.226	0.219	3.2%
<i>Débit spécifique moyen AVR-JUIN (l/s/km²)</i>	2.663	2.580	
<i>Débit moyen JUIL-OCT (m³/s)</i>	0.053	0.064	-17.3%
<i>Débit spécifique moyen JUIL-OCT (l/s/km²)</i>	0.627	0.758	
<i>Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec (m³/s)</i>	0.022	0.031	-31.1%
<i>Débit moyen mensuel le plus faible 2003-2022 (m³/s)</i>	0.003	0.017	-81.3%
<i>QMNA5 (m³/s)</i>	0.007	0.019	-62.8%

De la même façon que précédemment, le module ainsi que le débit moyen sur la période avril-juin en désinfluencé est plus faible que les mêmes caractéristiques mesurées. Ceci est dû à la calibration du modèle qui a été centrée sur les étiages pour être au plus proche des faibles valeurs, ceci étant le cœur du sujet de cette étude.

On observe un écart de -17% sur les débits moyens de la période juillet-octobre soulignant l'impact des influences. Pour les caractéristiques d'étiage, l'écart est entre -81% et -31%.

6.3.5.5 La Verzée au Bourg d'Irée

Sur la période 2003-2022, les résultats des valeurs caractéristiques de débits désinfluencés simulés et les valeurs mesurées sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 75. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – Bourg d'Irée

<i>Sur la période 2003-2022</i>			
<i>La Verzée au Bourg-d'Iré [La Pommeraye]</i>	débit influencé (mesuré)	débit désinfluencé (simulé)	$\frac{[1]-[2]}{[2]}$
	[1]	[2]	
Débits moyens			
<i>Module (m³/s)</i>	1.069	1.091	-2.0%
<i>Module spécifique (l/s/km²)</i>	5.215	5.320	
<i>Débit moyen AVR-JUIN (m³/s)</i>	0.647	0.687	-5.9%
<i>Débit spécifique moyen AVR-JUIN (l/s/km²)</i>	3.155	3.353	
<i>Débit moyen JUIL-OCT (m³/s)</i>	0.129	0.170	-24.1%
<i>Débit spécifique moyen JUIL-OCT (l/s/km²)</i>	0.627	0.827	
<i>Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec (m³/s)</i>	0.044	0.082	-46%
Débit moyen mensuel le plus faible 2003-2022 (m³/s)			
<i>QMNA5 (m³/s)</i>	0.017	0.049	-65.4%

Pour la Verzée au Bourg d'Irée, tous les écarts entre les caractéristiques désinfluencés et mesurés sont négatifs soulignant que la calibration plus centrée sur l'étiage reste performante sur le module annuel.

On observe un écart de -2% sur le module annuel, -6% sur les débits moyens avril-juin et -24% sur juillet-octobre montrant l'augmentation de l'impact des influences au cours de la saison. Pour les caractéristiques d'étiage, l'écart est entre -46% et -78%. Les écarts sont moindres que pour les stations précédentes, présentant l'impact d'une influence un peu moins marquée.

6.3.5.6 L'Argos à Marans

Sur la période 2003-2022, les résultats des valeurs caractéristiques de débits désinfluencés simulés et les valeurs mesurées sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 76. Débits caractéristiques mesurés et désinfluencés – Marans

<i>Sur la période 2003-2022</i>			
<i>L'Argos à Marans et à Sainte-Gemmes-d'Andigné</i>	débit influencé (mesuré)	débit désinfluencé (simulé)	$\frac{[1]-[2]}{[2]}$
	[1]	[2]	
Débits moyens			
<i>Module (m³/s)</i>	0.622	0.653	-4.6%
<i>Module spécifique (l/s/km²)</i>	4.068	4.265	
<i>Débit moyen AVR-JUIN (m³/s)</i>	0.336	0.424	-20.8%
<i>Débit spécifique moyen AVR-JUIN (l/s/km²)</i>	2.197	2.774	
<i>Débit moyen JUIL-OCT (m³/s)</i>	0.075	0.093	-19.8%
<i>Débit spécifique moyen JUIL-OCT (l/s/km²)</i>	0.488	0.608	
<i>Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec (m³/s)</i>	0.022	0.036	-38.1%
Débit moyen mensuel le plus faible 2003-2022 (m³/s)			
<i>Débit moyen mensuel le plus faible 2003-2022 (m³/s)</i>	0.001	0.015	-95.4%
<i>QMNA5 (m³/s)</i>	0.009	0.021	-57.8%

Similairement à la Verzée au Bourg d'Irée, tous les écarts entre les caractéristiques désinfluencés et mesurés sont négatifs soulignant que la calibration plus centrée sur l'étiage reste performante sur le module annuel.

On observe un écart de -4.6% sur le module annuel, -20.8% sur les débits moyens avril-juin et -19.8% sur juillet-octobre montrant l'augmentation de l'impact des influences au cours de la saison, avec une influence aussi marquée en avril-juin qu'en juillet-octobre. Pour les caractéristiques d'étiage, l'écart est entre -38% et -95.4%, soulignant l'impact des influences estivales.

6.3.6 Résultats aux UHS

Une fois les modèles calibrés, les paramètres des modèles sont appliqués aux bassins versants non jaugés avec les pluies de bassin afin de reconstituer leur hydrologie désinfluencée. Les indicateurs hydrologiques pour chaque UH sont présentés dans le tableau suivant

Tableau 77. Synthèse des résultats d'indicateurs des débits biologiques des 11 UHs du bassin de l'Oudon

Débits naturels

Sur la période 2004-2022

	UH1	UH2	UH3	UH4	UH5	UH6	UH7	UH8	UH9	UH10	UH11
Débits moyens											
Module (m^3/s)	1.062	0.852	0.893	0.765	0.463	0.412	0.513	0.113	0.853	1.292	0.715
Module spécifique ($l/s/km^2$)	7.982	6.405	6.713	5.752	3.482	3.095	3.856	0.851	6.413	9.715	5.375
Débit moyen AVR-JUIN (m^3/s)	0.802	0.642	0.476	0.604	0.250	0.328	0.326	0.077	0.660	0.837	0.473
Débit spécifique moyen AVR-JUIN ($l/s/km^2$)	6.033	4.828	3.582	4.539	1.878	2.469	2.451	0.581	4.960	6.292	3.559
Débit moyen JUIL-OCT (m^3/s)	0.215	0.173	0.153	0.144	0.071	0.072	0.079	0.019	0.162	0.200	0.102
Débit spécifique moyen JUIL-OCT ($l/s/km^2$)	1.617	1.298	1.150	1.081	0.531	0.541	0.593	0.147	1.216	1.503	0.768
Débit moyen JUIL-OCT quinquennal sec (m^3/s)	0.084	0.067	0.059	0.060	0.033	0.033	0.037	0.009	0.070	0.094	0.038
Débits d'étiage											
Débit moyen mensuel le plus faible 2004-2022 (m^3/s)	0.039	0.032	0.033	0.024	0.019	0.016	0.019	0.004	0.027	0.047	0.016
QMNA5 (m^3/s)	0.046	0.037	0.034	0.036	0.020	0.021	0.022	0.005	0.037	0.056	0.022

6.4 Synthèse du volet H

Le bassin versant de l'Oudon est bien couvert par des stations météorologiques et hydrologiques réparties sur son territoire. Elles permettent de mettre en avant des disparités saisonnières et spatiales.

Les stations pluviométriques mettent en évidence un gradient Nord-Sud avec plus de pluie au Nord qu'au Sud (+70 mm en moyenne).

L'analyse des débits mesurés met en évidence le régime hydrologique pluvial du bassin avec des hautes eaux annuelles de décembre à février et une période de basses eaux de juin à octobre avec les minima atteints en juillet-août. Les débits de l'Oudon sont un peu plus soutenus que ses affluents sur les 3 périodes (hiver, printemps et basses eaux). Les données du réseau Onde présentent pour 5 stations de fréquents assecs : d'une année sur 2 à une fréquence annuelle avec parfois des assecs sur plusieurs mois consécutifs.

Les débits désinfluencés ont été reconstitués avec une modélisation pluie-débit au droit des 6 stations hydrométriques étudiées. Un focus a été fait pour bien représenter l'étiage (paramètres d'efficacité et modèle ont été choisis pour bien représenter les plus faibles débits). Les paramètres d'efficacité montrent un bon calage global. Le module annuel simulé est parfois un peu sous-estimé par rapport au module mesuré. La comparaison des différentes caractéristiques hydrologiques entre débits de calage et débits simulés, souligne par contre que les débits d'étiage ont été bien modélisés. Ce modèle sera donc pertinent pour la suite de l'étude ainsi que pour quantifier les effets du changement climatique.

L'impact des influences (les écarts entre débits mesurés et débits pseudo-naturels) a été évalué :

- Sur juillet-octobre, cette influence représente entre 13 et 27% des débits pseudo-naturels reconstitués selon les stations ; en fréquence quinquennale (débit moyen non dépassé une année sur 5 en moyenne), les influences ont une part plus importante, entre 30% et 50%,
- Toutes les stations présentent aussi une augmentation de l'écart entre débits influencés et pseudo-naturels au cours de la saison d'étiage (un écart augmentant entre avril-juin et juillet-octobre) ; sauf l'Argos ayant montré un écart équivalent sur les périodes avril-juin et juillet-octobre.

Les débits désinfluencés caractérisés aux stations hydrométriques servent ensuite de base pour évaluer les débits puis les indicateurs hydrologiques au droit de chaque UH dans le but de réaliser un bilan ressource, milieu, usages à cette échelle spatiale.

7 ACTUALISATION DU VOLET EVOLUTION DU CLIMAT ET DE LA RESSOURCE EN EAU SOUS LES EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Dans un contexte de changement climatique, les démarches d'adaptation aux effets du changement climatique des collectivités et des acteurs économiques ont besoin de s'appuyer sur des données climatiques à jour que constitue le nouveau jeu de projections climatiques DRIAS-2020.

Avant de rentrer plus en détails dans la description de ce jeu de données et dans la méthodologie de l'étude, plusieurs définitions vont être données pour mieux appréhender ce qu'est la modélisation climatique, avec une analyse bibliographique des études d'impact du changement climatique déjà réalisés sur le site d'étude ou à proximité.

7.1 Définitions et méthodologie

7.1.1 La modélisation du climat

Le climat futur peut être évalué en utilisant des projections climatiques. Il s'agit de simulations numériques réalisées à l'aide de **modèles climatiques**. Les définitions suivantes ont été adaptées du rapport réalisé par Météo France intitulé « les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la métropole (2021).

Un modèle climatique se définit par un programme informatique qui résout à l'aide d'ordinateurs puissants un ensemble complexe d'équations qui décrit le comportement du système climatique, composé de l'atmosphère, les surfaces continentales, l'océan, les aérosols, la glace de mer, la végétation, les rivières, ... en réponse à des forçages externes qui lui sont imposés.

Les forçages climatiques sont des perturbations d'origine extérieure au système climatique qui impactent son bilan radiatif : différence entre l'énergie reçue par le soleil et l'énergie rayonnée par la Terre vers l'espace. Les forçages sont de deux types : naturels (variations du rayonnement solaire, aérosols désertiques ou éruptions volcaniques) ou anthropiques (émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines).

Ces gaz à effet de serre (GES), sont des composants gazeux qui se singularisent par leur capacité à absorber puis à réémettre l'énergie rayonnée par la surface terrestre.

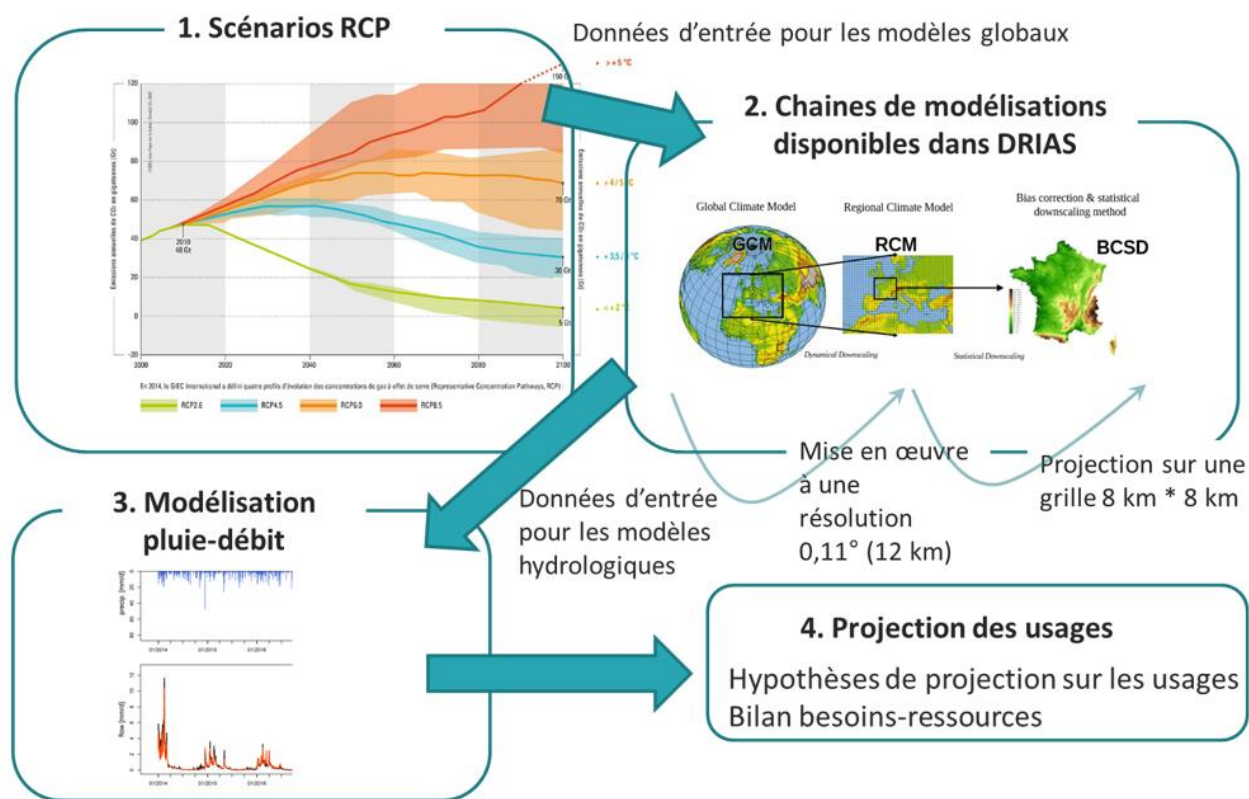
Modéliser le climat futur implique donc de faire des hypothèses sur l'évolution des émissions de GES (et aussi d'aérosols) ainsi que l'évolution de l'usage des sols au cours des prochaines décennies. Cette évolution dépend d'un ensemble de facteurs importants tels que la croissance démographique, le développement socio-économique, les évolutions technologiques et les choix politiques futures. Prédire avec précision ce forçage anthropique est impossible, c'est pourquoi les climatologues utilisent une gamme de scénarios dont chacun correspond à une représentation plausible du comportement à venir des sociétés humaines. Ces scénarios sont décrits dans les rapports du GIEC.

Ces scénarios, appelés RCP pour « Representative Concentration Pathway » sont utilisés en entrée des modèles globaux comme forçage externe.

Lors de l'étude précédente sur le bassin de l'Oudon (2015)¹¹, les trois scénarii A1B, A2 et B1 avaient été étudiés avec les modèles Arpège et Aladin de Météo France. Ces scénarios faisaient partie de la deuxième génération de scénarios dits SRES (Second Report on Émission Scenario) et étaient présentés dans le 4ème rapport du GIEC. Dans cette étude, nous ferons référence aux scénarios RCP issus du 5ème rapport du GIEC (2014). Les données des chaînes de modélisations provenant des scénarios SSP (pour Shared Socioeconomic Pathways) issus du 6^{ème} rapport du GIEC (2023) sont encore en cours de traitement et sont prévus pour 2025.

¹¹ Safege, 2015. Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire du SAGE Oudon - Rapport de phase 1.

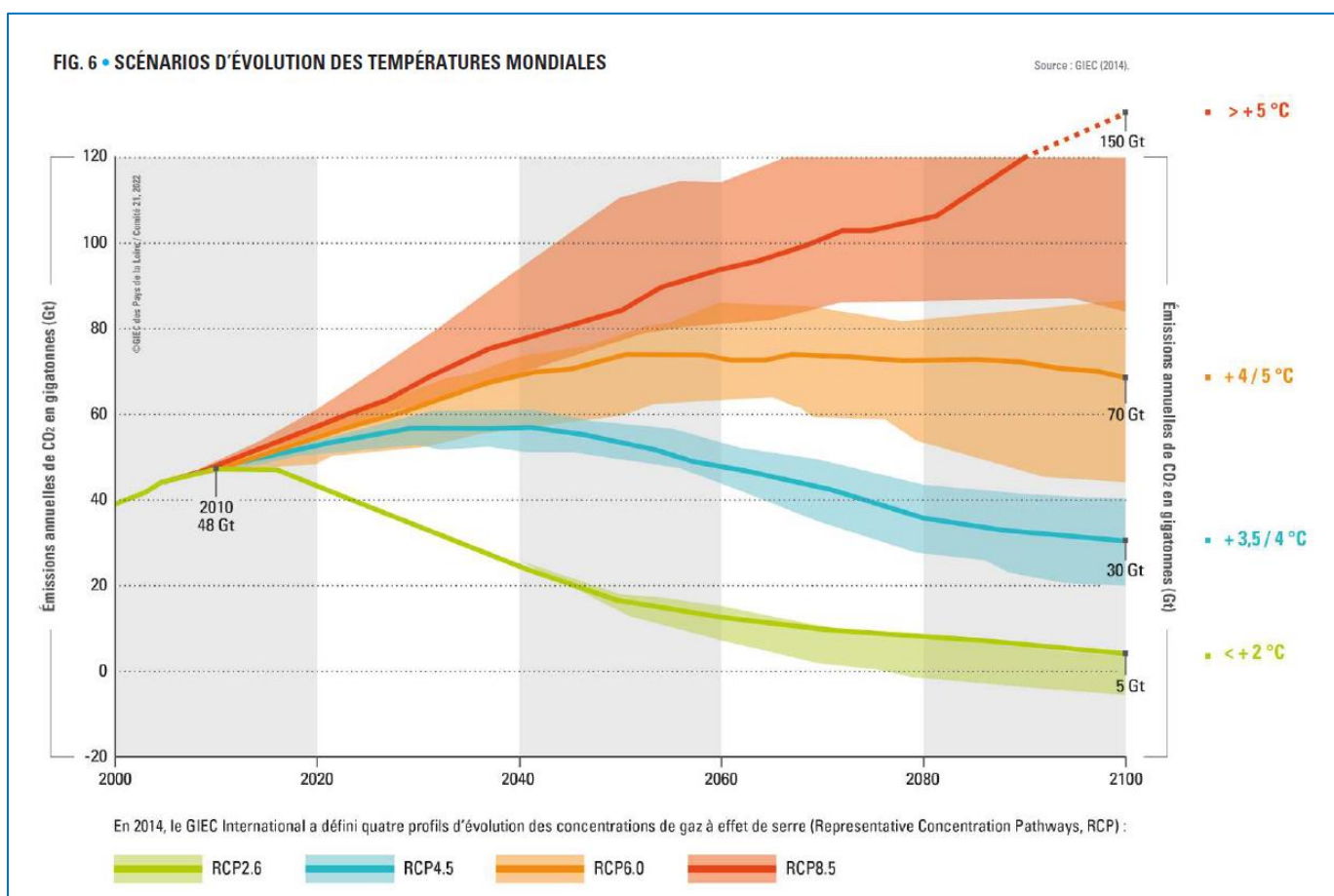
En synthèse et comme représenté sur la figure ci-dessous, les scénarios RCP sont donc des données d'entrées pour les modèles climatiques, dont les résultats (forçage climatique) sont des données d'entrées pour les modèles hydrologiques. Les projections hydrologiques associées à des projections sur les usages permettent de réaliser un bilan besoin-ressource à l'horizon 2050.



Dans le 5e rapport du GIEC, quatre scénarios de référence ont été définis correspondant à des efforts plus ou moins grands de réduction des émissions de GES au niveau mondial. La figure suivante met en évidence les différences d'évolution des forçages radiatifs des 4 scénarios RCP. L'effet de la perturbation du climat est rapporté à un équivalent de forçage radiatif qui modifie le bilan énergétique de la Terre. Le chiffre du scénario correspond à ce forçage radiatif équivalent en W/m^2 pour l'année 2100 par rapport à 1750. Le scénario RCP 2.6 correspond donc à un scénario d'atténuation avec un pic d'émission avant 2050 et un déclin des émissions avec un forçage limité à $2.6 W/m^2$, c'est le scénario le plus optimiste. Le scénario 8.5 se caractérise par une augmentation des émissions de GES jusqu'à la fin du siècle sans atténuation, c'est le scénario dit le plus pessimiste. Le scénario 4.5 est un scénario intermédiaire. Il est à noter qu'à moyen terme (50 ans) certains modèles se basant sur le scénario 4.5 sont plus pessimistes que d'autres modèles avec le scénario 8.5.

Graphe 86 : Comparaison des scénarios d'émissions de gaz à effets de serre

(Source : GIEC des Pays de la Loire : 1 er rapport de Juin 2022)



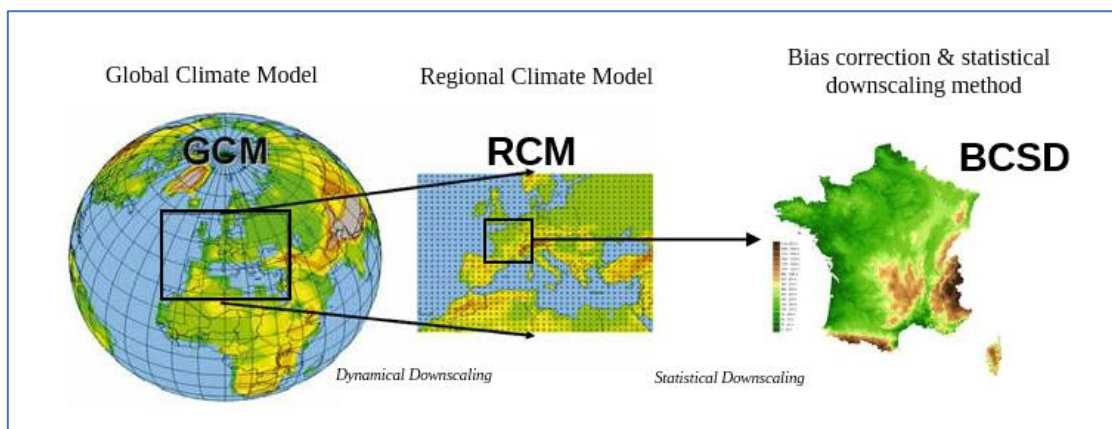
7.1.2 Le jeu de données DRIAS 2020

Le jeu de données DRIAS 2020, disponible publiquement sur le portail DRIAS, a été élaboré dans le cadre de la convention services climatiques soutenue par le ministère de la Transition écologique, avec l'appui scientifique du CNRM, du CERFACS et de l'IPSL. Ces données concernent des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat (IPSL, CERFACS, CNRM) pour pouvoir mieux appréhender les effets du changement climatique dans les études¹².

Les simulations sont réalisées à partir de modèles de climat régionaux (RCM pour Régional Climate Model) mis en œuvre à la résolution de 0,11° (environ 12 km) sur un même domaine couvrant l'Europe. **Elles sont contrôlées à leurs bords par des modèles de climat globaux** (GCM, pour General Climate Model) du programme CMIP5. Finalement, les données sont projetées sur une grille de 8 km de résolution (sur la même grille que SAFRAN), et corrigées de leur biais par la méthode ADAMONT étendue sur la France (mise en œuvre par Météo-France) à partir de l'analyse de données d'observation SAFRAN (version > 2016). Il y a 12 couples de modèles climatiques (GCM-RCM) différents disponibles.

Trente simulations régionalisées issues de l'ensemble appelé EuroCordex couvrant les 3 **scénarios climatiques RCP2.6, 4.5 et 8.5** ont été sélectionnées pour constituer un ensemble plus facilement utilisable pour des études que l'ensemble complet qui comporte plusieurs centaines de simulations.

Figure 87. Schéma des étapes de la descente d'échelle de la modélisation globale (GCM), à la régionale (RCM) jusqu'à l'échelle plus locale¹³



¹² Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la métropole., 2021. Auteurs : Jean-Michel Soubeyroux, Sébastien Bernus, Lola Corre, Agathe Drouin, Brigitte Dubuisson, Pierre Etchevers, Viviane Gouget, Patrick Josse, Maryvonne Kerdoncuf, raphaëlle Samacoits et Flore Tocquer. Avec l'appui scientifique de Christian Pagé (Cerfacs), Samuel Somot, et Aurélien Ribes (CNRM) et Robert Vautard (IPSL).

¹³ <http://www.drias-climat.fr/> : « Drias, données Météo-France, CERFACS, IPSL, mise à jour en 2020 »

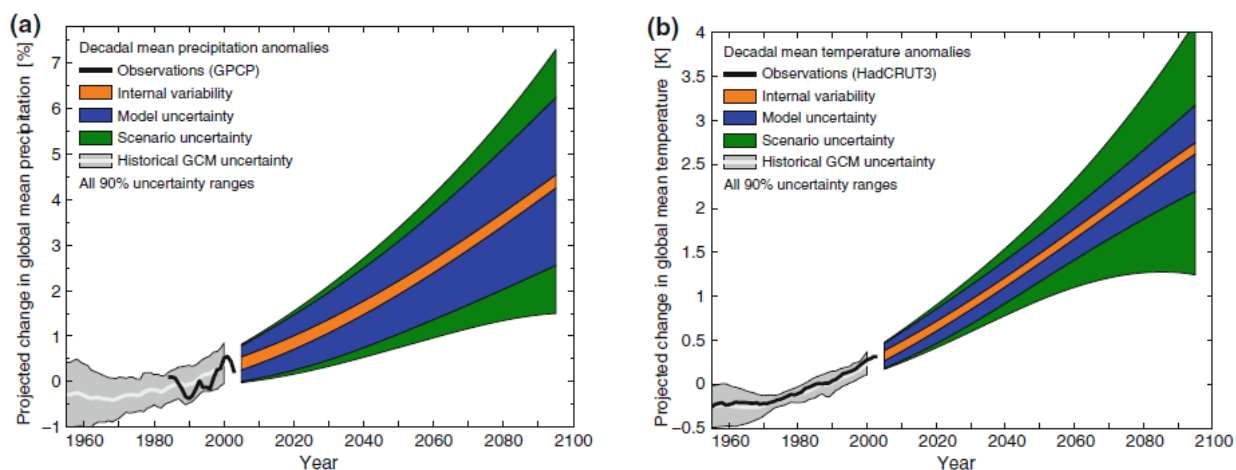
7.1.3 Incertitudes et recommandations

Comme toutes projections climatiques ou hydrologiques, ces données sont entachées d'incertitudes. Il existe différentes sources d'incertitudes :

- L'incertitude « modèle » liée à la représentation des processus physiques
- L'incertitude associée aux scénarios d'émission des gaz à effet de serre.
- L'incertitude intrinsèque liée à la variabilité interne du climat
- L'incertitude dépend aussi fortement de l'horizon temporel futur considéré
- L'incertitude spécifique liée au problème de descente d'échelle.

Les incertitudes liées aux modèles climatiques et aux scénarios d'émission peuvent être analysées en utilisant les produits de distribution issus d'un ensemble de modèles et de plusieurs scénarios d'évolutions climatiques décrits dans les rapports du GIEC. On peut voir, sur la figure ci-dessous représentant la répartition des différents types d'incertitudes sur le 21^{ème} siècle qu'à l'horizon 50 ans, l'incertitude modèle est plus importante que l'incertitude liée aux scénarios RCP utilisés, en particulier pour les données de pluie (à gauche) et de température (à droite).

Graphes 88. Incertitudes totales moyenne sur le 21ème siècle liées aux données de projections de précipitations (à gauche) et de température (à droite).



Cette incertitude est décomposée en trois composantes : variabilité interne (orange), incertitude liée aux modèles climatiques utilisées (bleu) et incertitudes liées aux scénario RCP (vert)¹⁴. Il est important de retenir que :

- Les simulations de référence sont des simulations numériques et non des observations. C'est la raison pour laquelle **les données modélisées ne représentent pas jour pour jour le temps qu'il fera dans 30 ou 50 ans** mais plutôt les **tendances générales d'évolution du climat et de l'hydrologie des rivières**. Quand on compare plusieurs projections climatiques, **il est donc préférable de le faire sur des valeurs de statistiques annuelles calculées sur une série d'années plutôt que de comparer les chronologies temporelles**

¹⁴ Hawkins, E., Sutton, R., 2011. The potential to narrow uncertainty in projections of regional precipitation change. *Clim Dyn* 37, 407–418. <https://doi.org/10.1007/s00382-010-0810-6>

des modèles qui sont toutes indépendantes. Ainsi, comparer une année spécifique comme 2050 à partir de deux modèles n'est pas pertinent, car les deux modèles ont un passé simulé différent qui impacte les résultats de l'année 2050 en question.

- Chaque chaîne de modélisation dispose d'une simulation de référence. Pour analyser les effets du changement climatique, on **parle rarement des valeurs absolues attendues** sur une région, **mais plutôt de l'écart avec les valeurs observées sur une période passée ou récente. Cette période doit être longue, d'au moins 30 ans, comme pour le calcul des normales climatologiques.** Il ne faut donc pas considérer les données DRIAS directement en valeur absolue, mais plutôt en écart relatif entre la période passée et la période future choisie ; ces écarts peuvent être ensuite appliqués aux données locales mesurées afin de se rapprocher au mieux des conditions historiques naturelles (méthode dite de débiaisement). Selon les applications et les objectifs des études, le choix de la période de référence peut être variable et impacte les résultats.

7.1.4 Méthodologie générale menée dans cette étude

Cette méthodologie **s'est basée en partie sur le guide méthodologique réalisé par le CRESEB intitulé « diagnostic climatique territorial, focus « ressource en eau »** .

Il a donc été choisi de considérer en premier lieu tous les modèles disponibles du jeu de données DRIAS (une trentaine de projections : 12 couples de modèles, 3 scénarios RCP) afin de permettre d'avoir un ensemble représentatif de la dispersion des résultats et de la variabilité. Toutes ces simulations seront regardées comme un ensemble de possible sans distinguer le type de scénario RCP 2.6, 4.5 ou 8.5. L'analyse se base donc sur un ensemble de données de pluie et de température journalières de DRIAS-2020 constitué de 30 simulations climatiques (il n'y a pas toujours les 3 scénarios disponibles pour chaque couple de modèles).

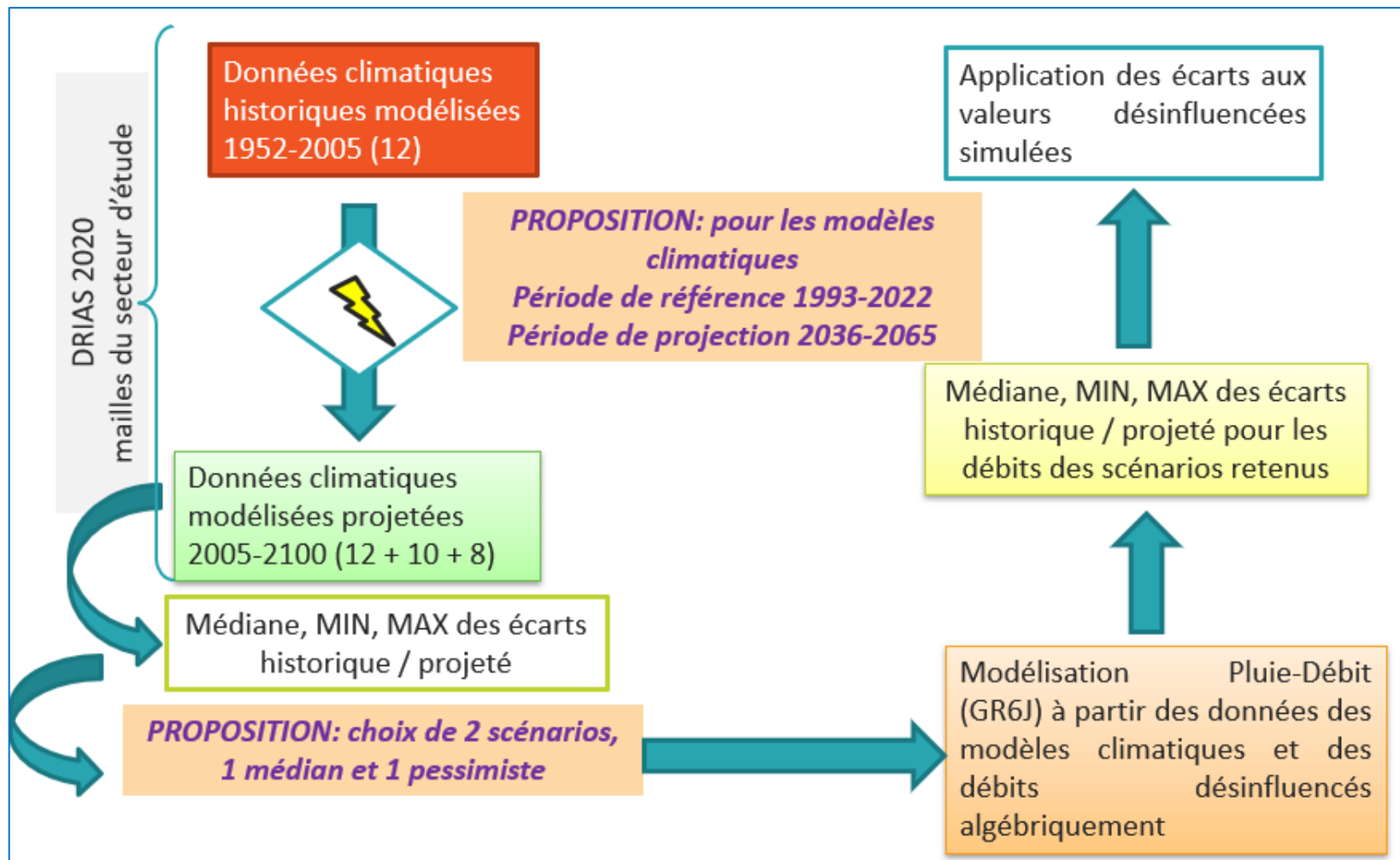
Au sein de cet ensemble, deux scénarios seront sélectionnés : un médian et un pessimiste. Comme expliqué dans la partie recommandations, les écarts entre la période historique et la période de référence vont être analysés afin de sélectionner les deux scénarios étudiés dans cette étude.

La période de référence retenue est 1993-2022 et la période prospective 2036-2065.

La méthode retenue pour prendre en compte l'impact du changement climatique sur la ressource en eau est détaillée ci-dessous et est représentée par le schéma suivant :

1. La première étape est d'analyser les écarts entre les périodes passée et future sur les données brutes DRIAS de température et de pluie afin de pouvoir sélectionner un scénario médian et un scénario pessimiste pour la suite.
2. De la même façon qu'avec les données actuelles (voir § 6.1.2), les chroniques journalières de pluie et d'ETP issues de DRIAS pour les deux scénarios retenus sont reconstituées pour les périodes historique et future sur chaque bassin versant en fonction du ratio de surface de bassin versant représentatif de la contribution de chaque station pour le bassin.
3. Un modèle pluie-débit à pas de temps journalier est calibré pour chaque bassin versant doté d'une station hydrométrique, ayant fait l'objet d'une reconstitution des débits désinfluencés. La pluie et l'ETP locale sont utilisées comme forçage climatique pour la calibration permettant d'obtenir les paramètres de calage (voir description dans le volet H).
4. Sur la base de ce jeu de paramètres, le modèle pluie-débit est ensuite utilisé sur les 2 chroniques historique et future de pluie et d'ETP pour chaque bassin versant avec les paramètres obtenus par calibration. Les écarts entre les valeurs caractéristiques historiques et futurs sont évalués $((ValFutur-ValHist)*100/ValHist)$.
5. Les écarts obtenus sont ensuite appliqués sur les données de référence des débits désinfluencés sur des indicateurs choisis : module, QMNA5, VCN10, moyennes de débits mensuels

Figure 89. Schéma de la méthode pour évaluer l'impact du changement climatique sur la ressource



7.2 Impact du changement climatique sur le climat

7.2.1 Choix de scénarios climatiques en fonction des indicateurs de pluie et de température

L'une des difficultés majeures dans le cadre d'études relatives au changement climatique réside dans la sélection des projections climatiques, qui doivent servir de support pour déterminer les impacts et les mesures d'adaptation associées. Ces projections climatiques correspondent à différents scénarios d'émission RCP et à différents modèles (couples GCM/RCM), qu'il convient de choisir au mieux en fonction des objectifs de l'étude et du territoire. Ce ne sont ainsi pas moins de 30 simulations qui sont mises à disposition, dans le jeu de données DRIAS 2020, qui a déjà fait l'objet d'un sous échantillonnage intelligent parmi les projections climatiques qui existent à l'échelle du globe. Ce sous échantillonnage a permis de conserver uniquement les GCM et RCM réalistes, de maximiser la dispersion du signal du changement climatique en supprimant deux chaînes de modélisations redondantes en termes de résultats par exemple et à conserver les couples de modèles cohérents physiquement en termes de processus. Ils ont tous été débiaisés par rapport aux données Météo France de Safran. Ils sont donc tous considérés comme équiprobables par les chercheurs.

En fonction des études, et en particulier pour celles qui nécessitent, sur la base des projections climatiques, la mise en œuvre d'un modèle hydrologique puis l'analyse des résultats sur les milieux, telle une étude HMUC, il n'est pas toujours possible de traiter un aussi grand nombre de données. Il est donc souvent préférable de sélectionner quelques simulations judicieusement choisies (approche storylines) sur le territoire et accepté par les acteurs.

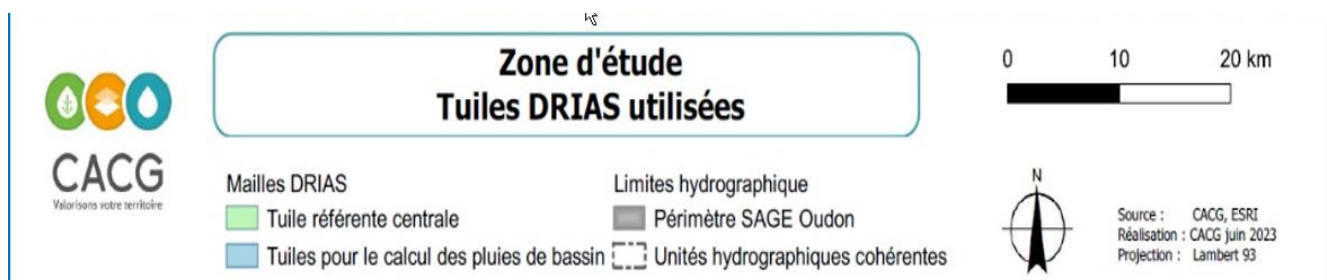
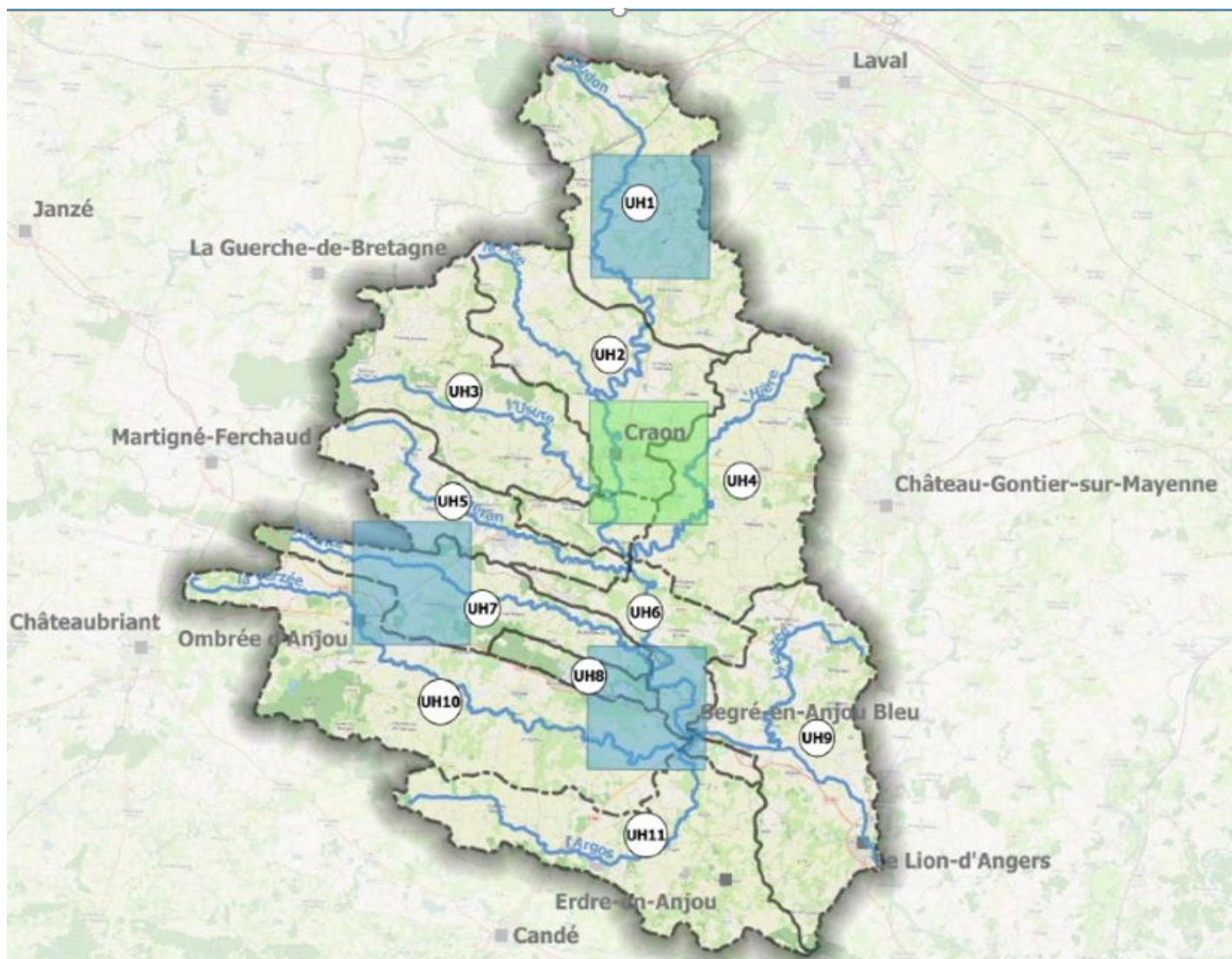
Sur la base des recommandations disponibles sur le portail DRIAS qui présente des méthodologies pour sélectionner un modèle climatique sur l'ensemble disponible¹⁵, nous avons analysé deux indicateurs climatiques représentatifs du comportement des modèles : écart de la température moyenne (ΔT) et écart relatif des précipitations (ΔP) entre les deux périodes étudiées.

Afin d'analyser ces écarts sur les 30 couples GCM/RCM¹⁶ et scénarios RCP différents, une tuile centrale du bassin versant a été choisie (voir figure ci-dessous). Une fois les deux scénarios choisis, les données journalières de pluie et d'ETP de trois tuiles correspondant à la localisation des trois stations météorologiques utilisées pour la modélisation pluie-débit dans le volet H ont été utilisées. Les pluies de bassin pour chaque station hydrométrique et chaque UH ont été reconstituées en suivant la même méthode que dans le volet H.

¹⁵ Fiche « Aide à la sélection des modèles » : <http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/255>

¹⁶ GCM/RCM : Global Climate Model/ Regional Climate Model

Carte 90. Cartographie des tuiles SAFRAN utilisées pour exporter les données du DRIAS



Les écarts de température et de pluie ont donc été analysés pour tous les modèles sur la tuile centrale du bassin versant de l'Oudon, à pas de temps mensuel pour les trois horizons : horizon proche H1 (2021-2050), horizon moyen H2 (2041-2070) et horizon lointain H3 (2071-2100), définis sur le portail DRIAS, par rapport à la période de référence (1976-2005).

Les graphes (Graphe 91, Graphe 92, Graphe 93) des pages suivantes présentent les résultats pour la température et permet d'observer une grande hétérogénéité parmi les 30 simulations avec :

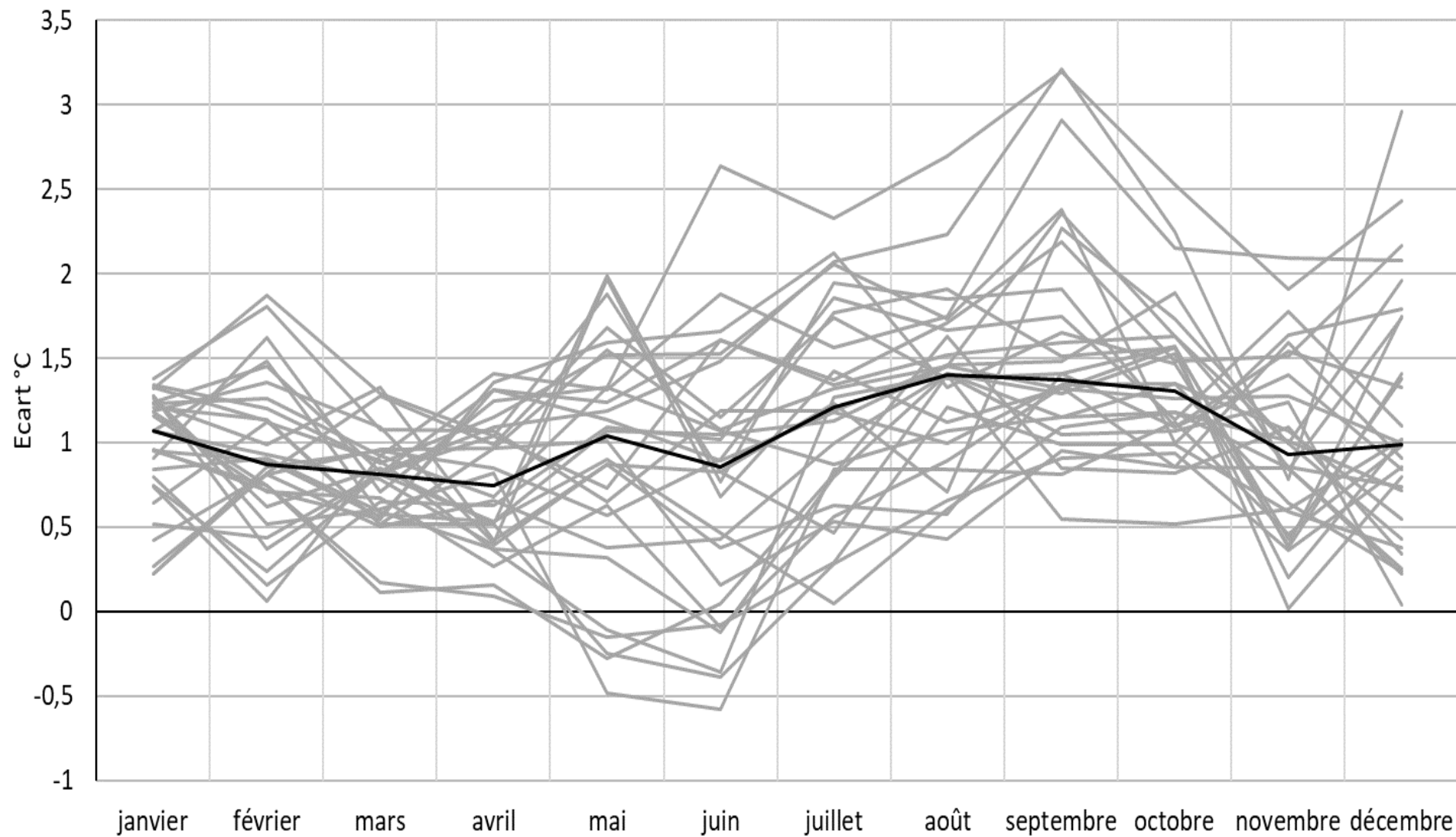
- À l'horizon H1, les écarts de température moyen mensuel sont compris entre -0.6°C et $+3.2^{\circ}\text{C}$ tous modèles confondus et une tendance à la hausse des températures avec en moyenne $+1.6^{\circ}\text{C}$ en moyenne annuel.
- À l'horizon moyen H2 (2041-2070), les écarts de température moyen mensuel sont compris entre -0.8°C et $+4.8^{\circ}\text{C}$ tous modèles confondus et une tendance à la hausse des températures avec en moyenne $+1.6^{\circ}\text{C}$ en moyenne annuel.
- À l'horizon H3, les écarts de température moyen mensuel sont compris entre -0.6°C et 7.2°C tous modèles confondus et une tendance à la hausse des températures avec en moyenne $+2.3^{\circ}\text{C}$ en moyenne annuel.

De la même façon que pour les températures, les résultats pour la pluviométrie sont très variables entre les différents modèles pour un même horizon. Certains modèles pouvant atteindre des écarts de : -30 à $+40$ mm en valeurs moyennes mensuelles (voir graph H3, ci-dessous).

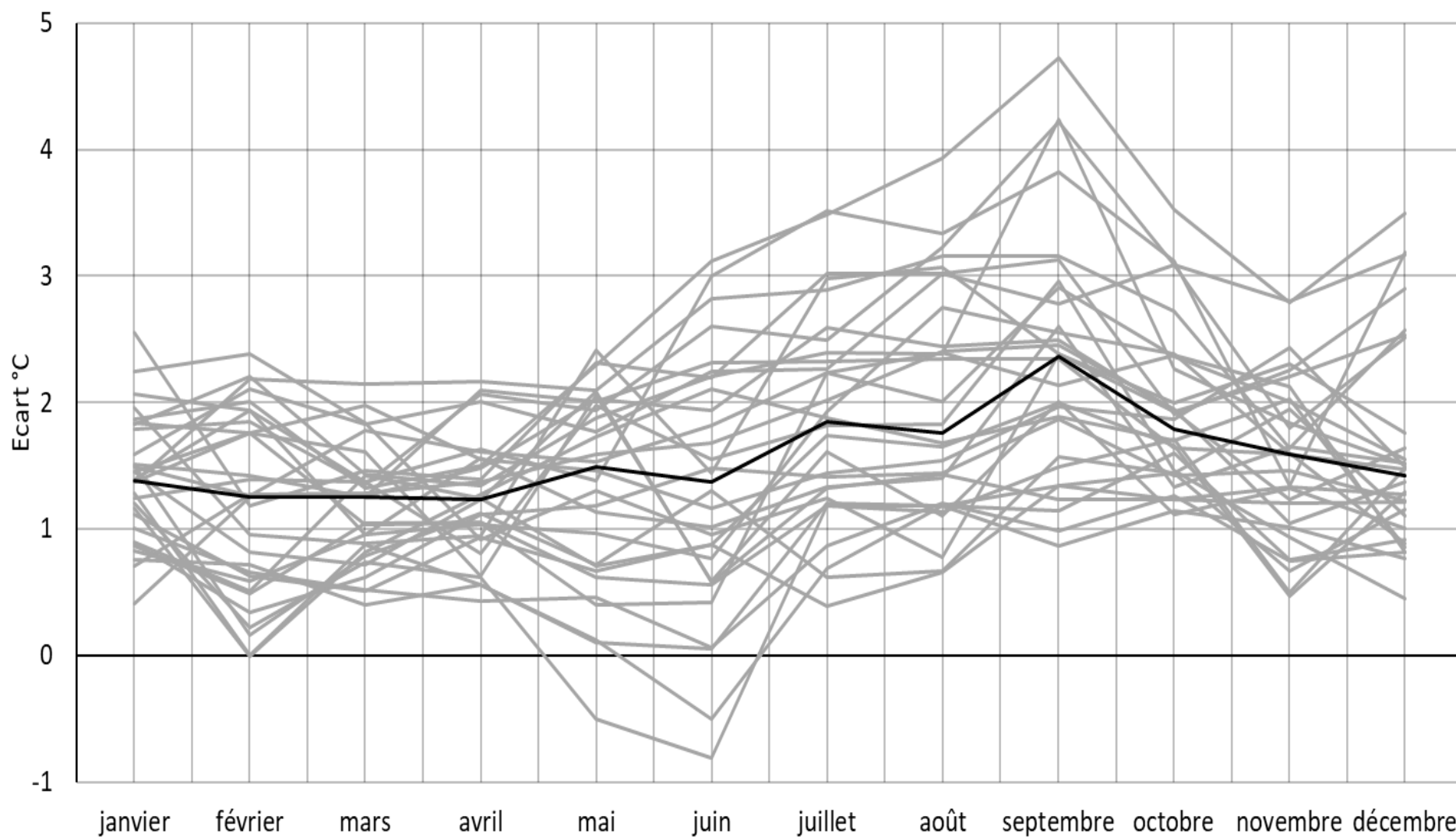
Lorsqu'on regarde l'ensemble des médianes des différents horizons, on observe :

- Sur l'horizon H1, des écarts cycliques qui montrent plus de pluie sur la période novembre-février ($\approx +2.5$ mm) et moins de pluie sur juin-septembre (≈ -2.5 mm)
- Sur l'horizon H2 et H3 : Moins de pluie sur la période de mai-septembre (entre 0 et -10 mm), et plus de pluie sur la période octobre-avril (Entre 0 et $+10$ mm). L'horizon H3 présente des variations plus marquées.

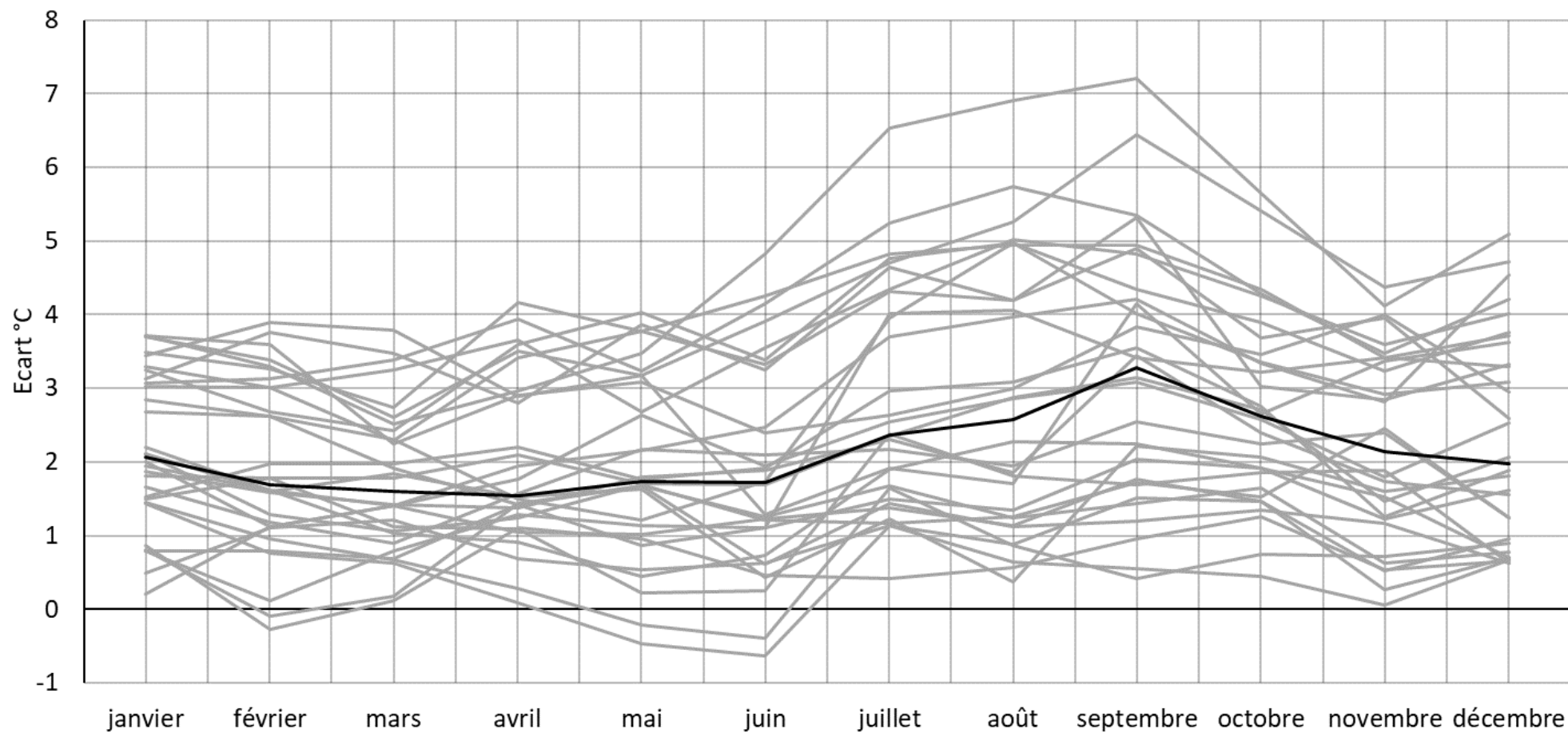
Graphe 91. H1 - Écart de température moyenne mensuelle (°C)



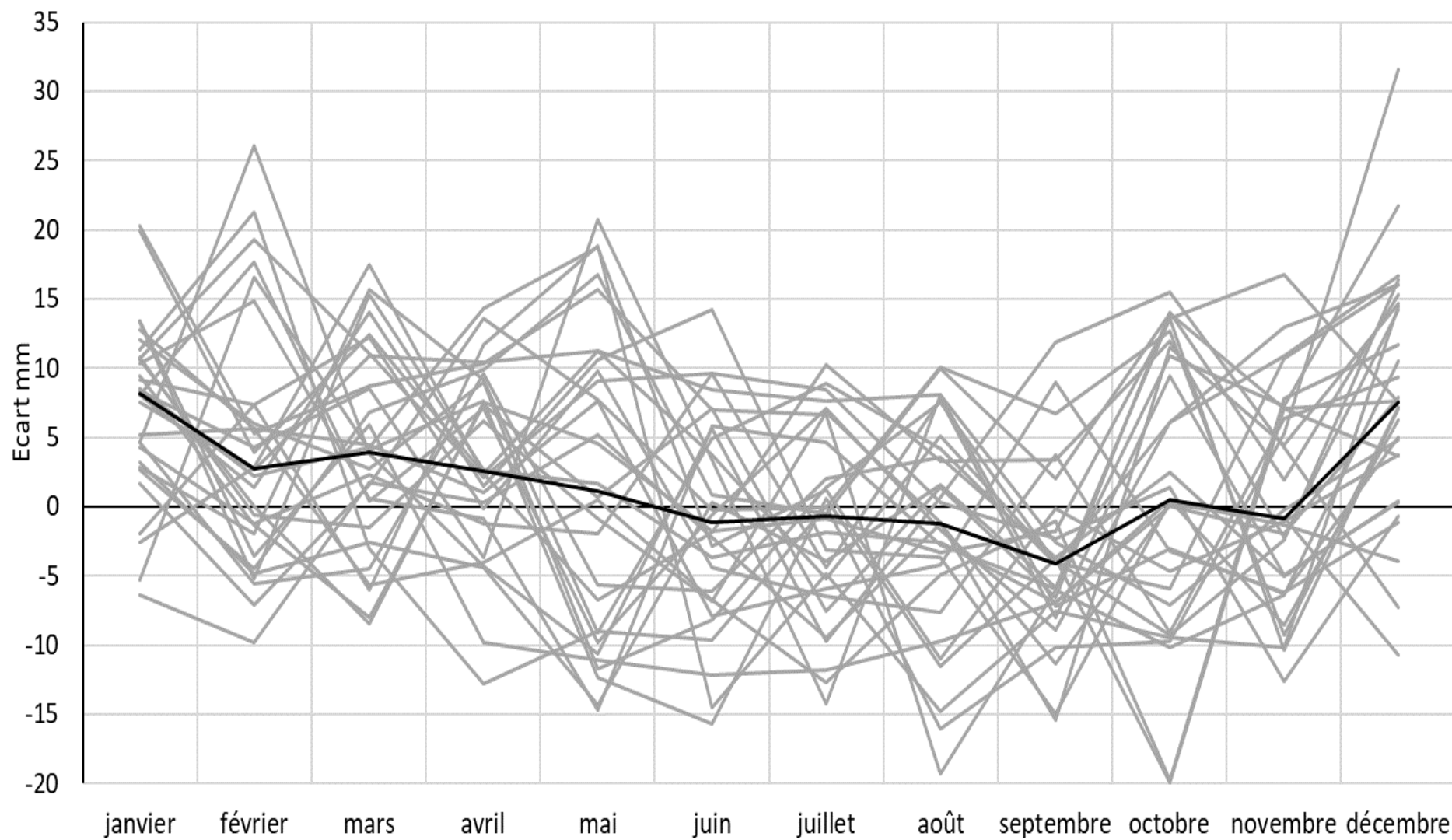
Graphe 92. H2 - Écart de température moyenne mensuelle (°C)



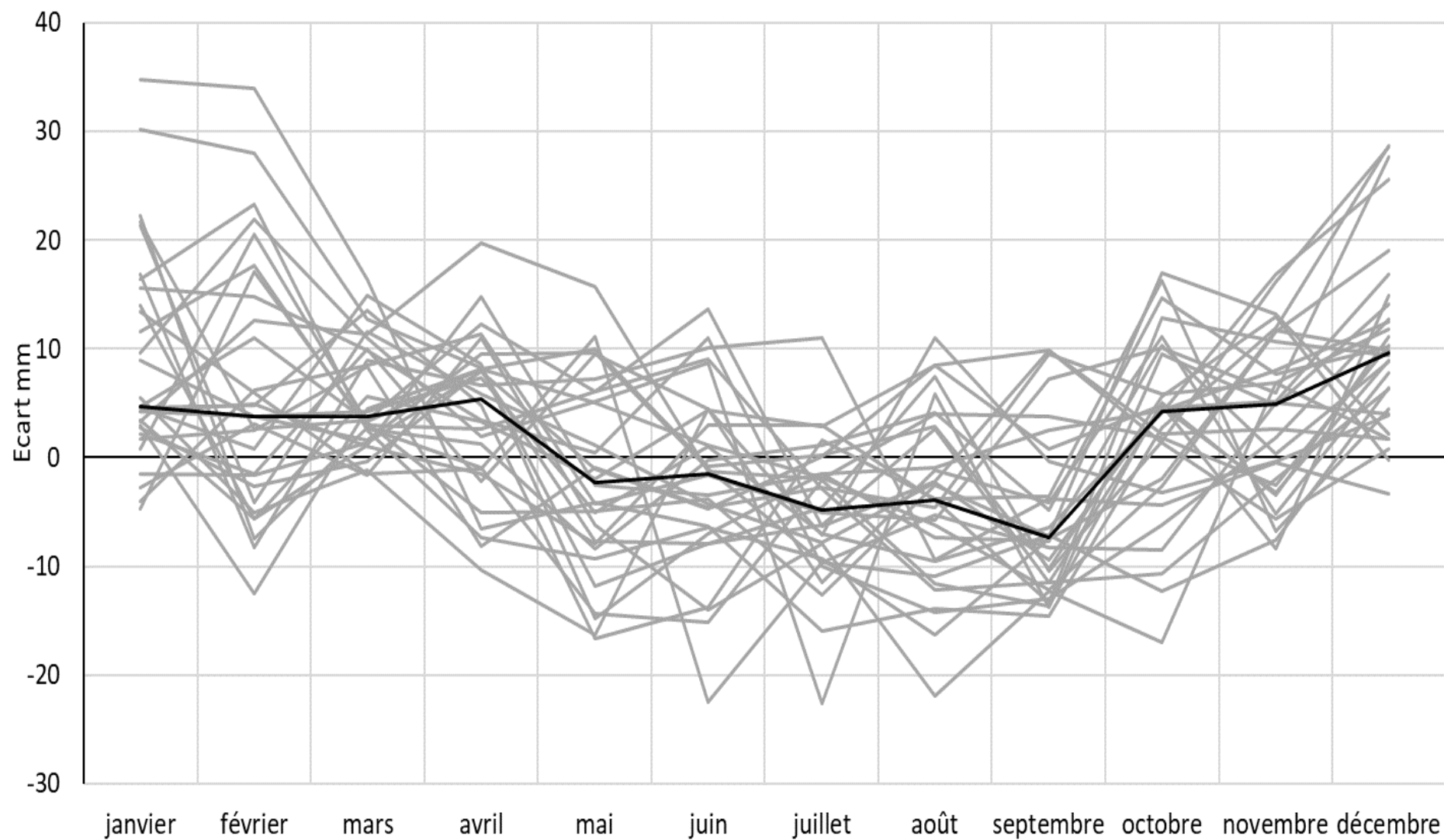
Graphe 93. H3- Écart de température moyenne mensuelle (°C)



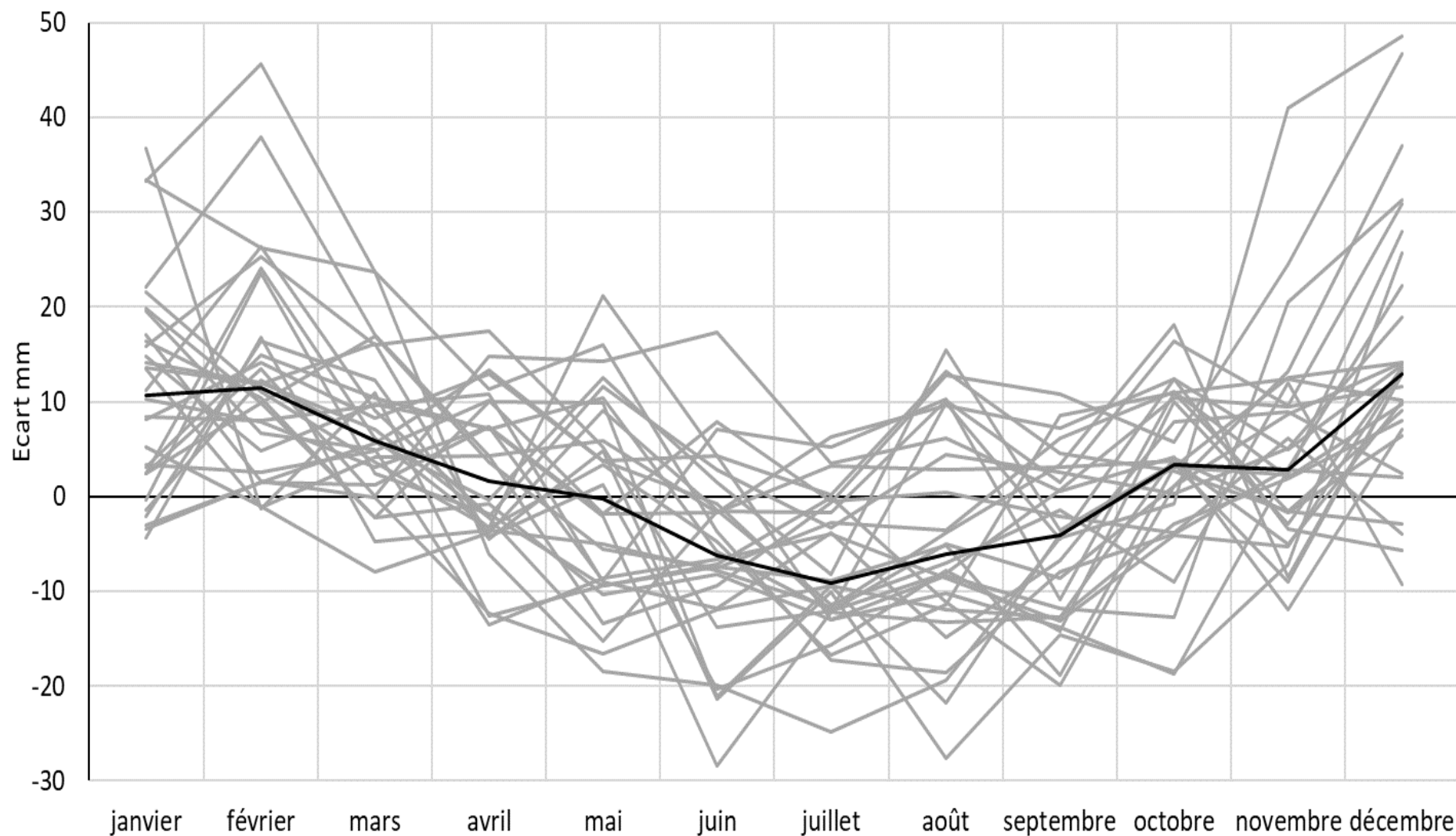
Graphe 94. H1 - Écart de cumul de précipitations (mm)



Graphe 95. H2 - Écart de cumul de précipitations (mm)



Graphe 96. H3 - Écart de cumul de précipitations (mm)



7.2.2 Sélection des deux modélisations climatiques : scénarios médian et pessimiste

Sur le site de données DRIAS, cette comparaison d'indicateurs climatiques (ΔT) a été réalisée pour tous les modèles à l'échelle de la France pour chaque saison (hivernale, automnale printanière et estivale) entre la période de référence (1976-2005) et le période fin de siècle (2071-2100). Tous les résultats sont disponibles en ligne ¹⁷. On peut observer sur la figure suivante la dispersion des simulations de chaque couple de modèles de l'ensemble DRIAS selon les évolutions prévues de précipitations (abscisses) et températures (ordonnées) pour la saison estivale selon le scénario 4.5 et 8.5 (cf. Figure 97).

On peut retenir que pour la saison estivale en fin de siècle, le modèle climatique régional (CCLM4-8-17) forcé par le modèle HadGEM2 est celui qui modélise le plus important réchauffement avec jusqu'à +6,4°C (pour le scénario 8.5) et +3,6°C (RCP 4.5) (cf. Figure 97, représenté par un triangle orange). Ce même couple de modèles, HadGEM2-CCLM4-8-17, modélise la plus forte diminution des précipitations (-40% RCP8.5 et -32% pour le RCP 4.5) par rapport à la période de référence 1976-2005 pour la saison estivale en fin de siècle (Figure 97).

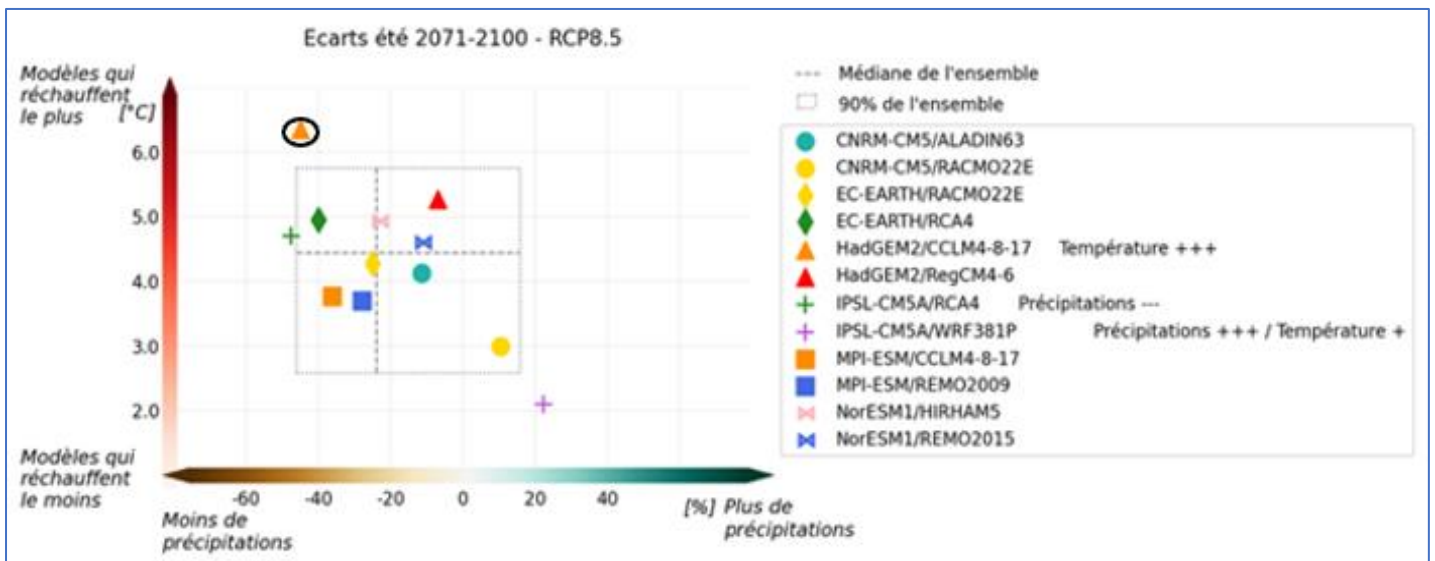
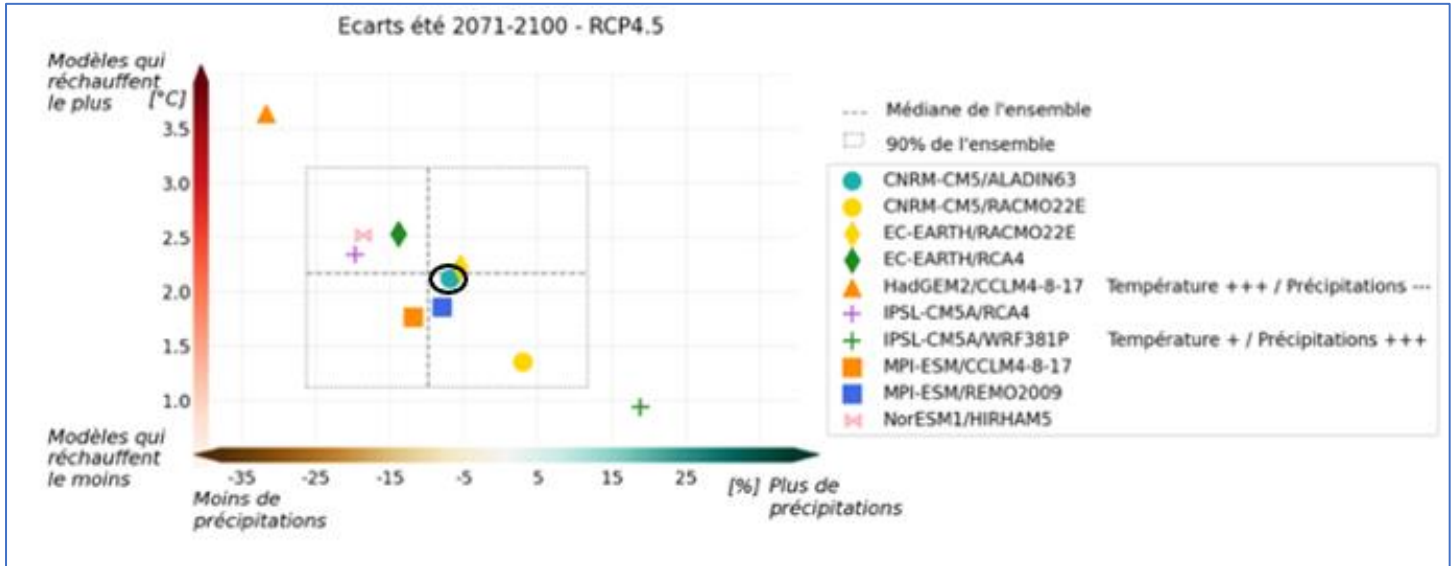
Pour le scénario médian, on voit sur la base de la Figure 97 que le couple de modèle CNRM-CM5/Aladin63 avec le RCP 4.5 est celui qui est le plus proche de la médiane représentée par la croix en pointillés.

Lorsque l'on compare ces modélisations sur la période considérée dans notre étude avec la médiane de tous les modèles, on se rend compte que la chaîne de modélisations CNRM-CM5/Aladin63 (nommé modèle Aladin dans la suite de cette étude) est bel et bien proche de la médiane des simulations (en vert Graphes 98 page 214). Il se caractérise par une hausse des températures qui affecte principalement les mois d'été et une baisse des précipitations surtout visible sur les mois d'avril à août. La chaîne de modélisations HadGEM2-CCLM4-8-17 (en rouge Graphes 98 page 214) se remarque, quant à lui, par sa hausse importante de température en été et sur le début de l'automne ainsi que par la diminution de la pluie globalement marquée sur les mois de mars à novembre.

Ce sont donc ces deux chaînes de modélisations qui seront retenus pour la suite de cette étude.

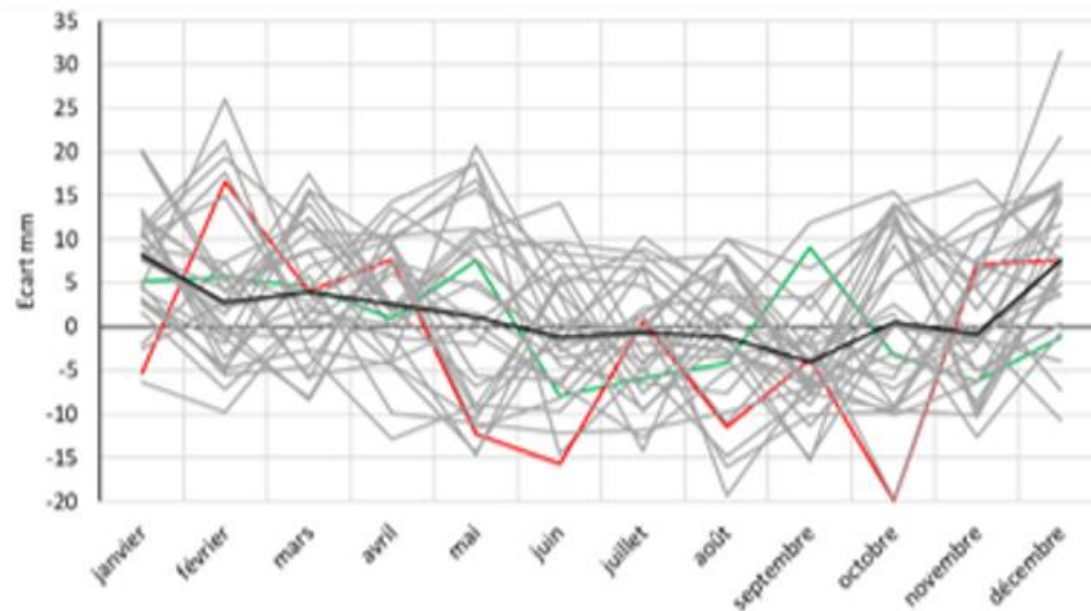
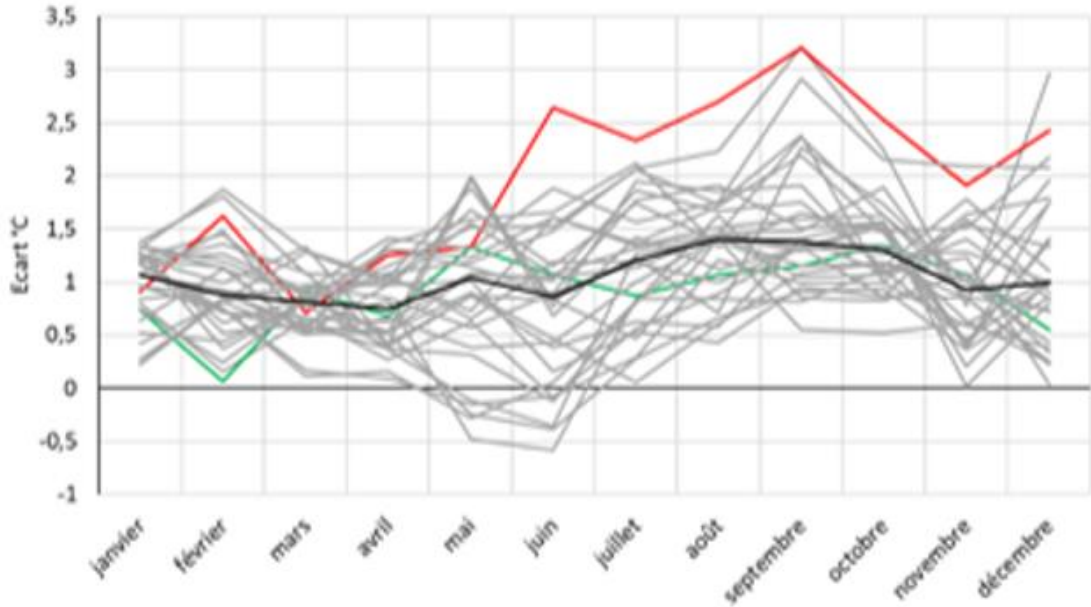
¹⁷ <http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/255>

Figure 97. Diagramme $\Delta T / \Delta P$ pour la saison estivale pour le scénario 4.5 (en haut), scénario 8.5 (en bas) sur le territoire français entre la période de référence (1976 – 2005) et la fin de la décennie (2071 -2100)



Graphes 98. Comparaison horizon H1 (proche) des deux scénarios sélectionnés (médian vert, pessimiste rouge)

La médiane de toutes les simulations (noir) par rapport à toutes les chaînes de modélisations disponibles (gris)

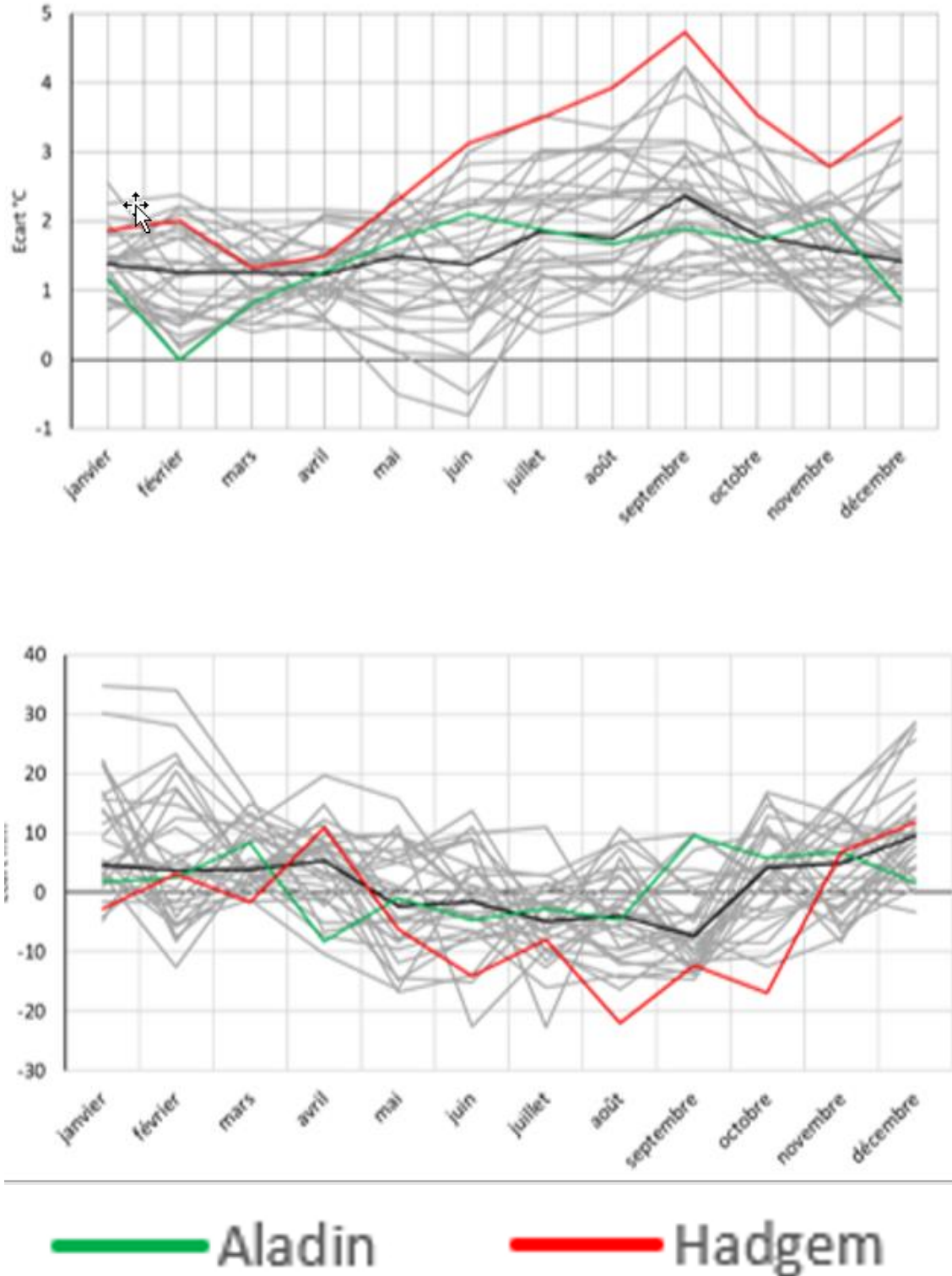


— Aladin

— Hadgem

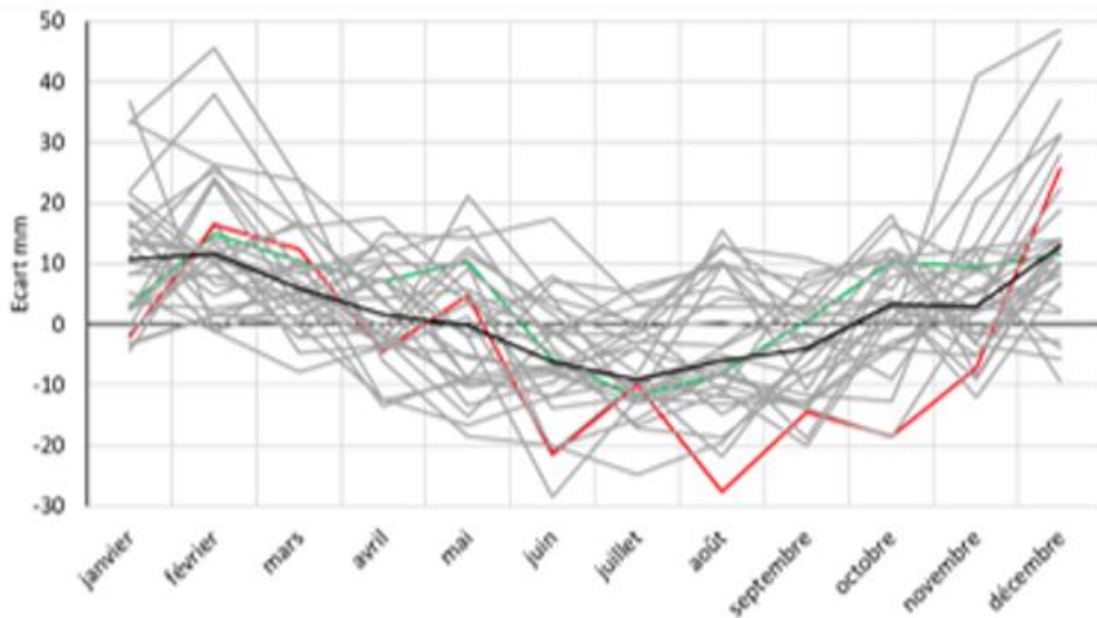
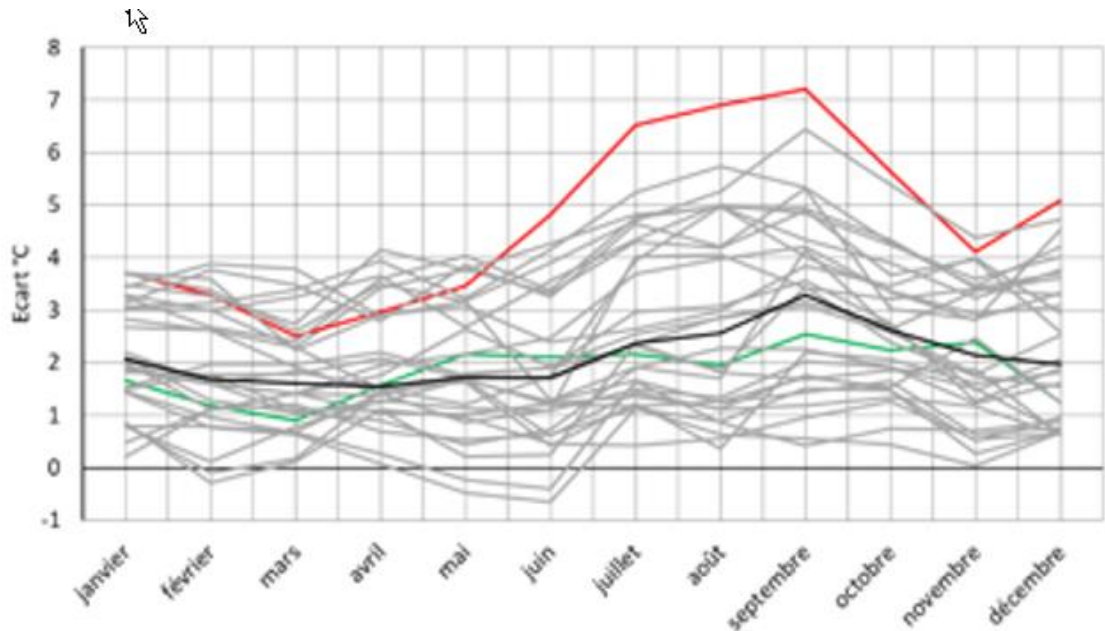
Graphes 99. Comparaison horizon H2 (moyen) des deux scénarios sélectionnés (médian vert, pessimiste rouge)

La médiane de toutes les simulations (noir) par rapport à toutes les chaînes de modélisations disponibles (gris)



Graphes 100. Comparaison horizon H3 (lointain) des deux scénarios sélectionnés (médian vert, pessimiste rouge)

La médiane de toutes les simulations (noir) par rapport à toutes les chaînes de modélisations disponibles (gris)



— Aladin

— Hadgem

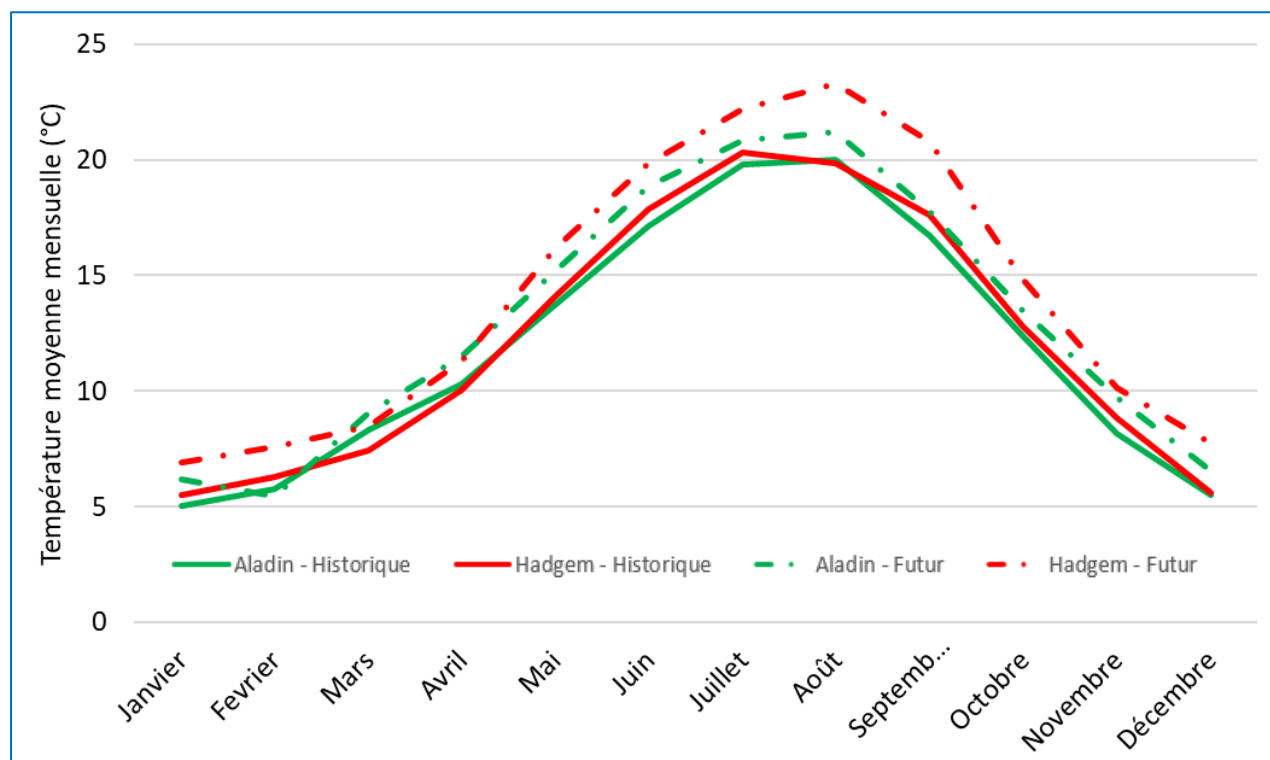
7.2.3 Présentation des deux scénarios sélectionnés sur le bassin versant de l’Oudon

Pour rappel, les périodes étudiées sont 1993-2022 pour la période historique et 2036-2065 pour la période future.

7.2.3.1 Données de Température

Les deux scénarios étudiés montrent une augmentation des températures entre la période historique et future : en moyenne sur l’année +1°C pour le scénario médian, +2°C pour le scénario pessimiste. L’augmentation est plus marquée pour le scénario pessimiste ; jusqu’à +3.8°C sur le mois d’août, pour une augmentation de seulement +1.2°C pour le scénario médian.

Graphe 101. Température moyenne mensuelle (°C) scénario médian (vert), pessimiste (rouge)



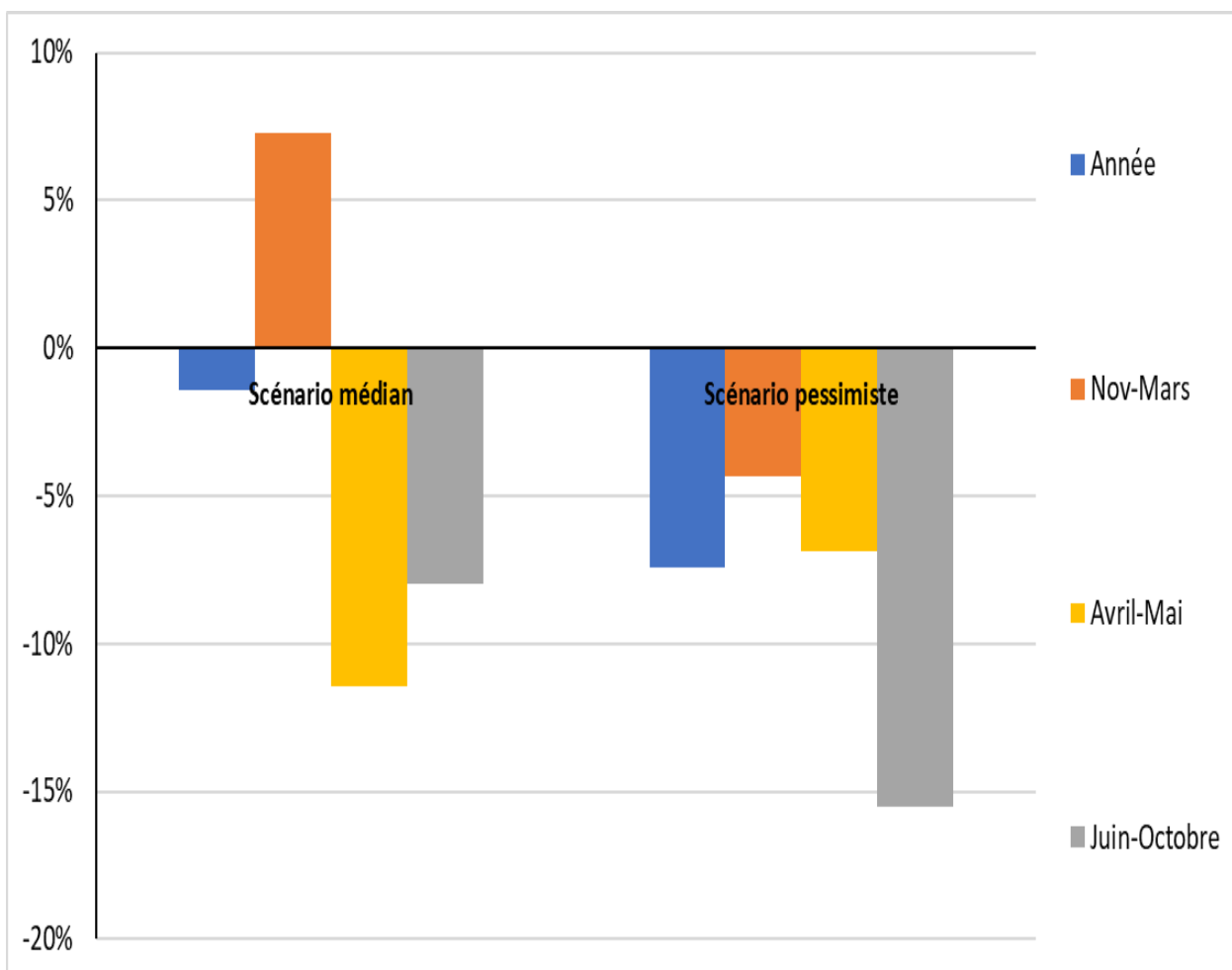
7.2.3.2 Données de pluie

Sur la chronique de pluviométrie cumulée annuelle 1993-2100 (Graphe 104), on observe qu'il est parfois difficile d'identifier une tendance claire à la hausse ou à la baisse pour le scénario médian, la variabilité interannuelle étant très forte. Les courbes de tendances indiquent une hausse de 0.4 mm/an pour le scénario médian et une baisse de 0.7 mm/an pour le scénario pessimiste.

Lorsque l'on compare les deux périodes spécifiques 1993-2022 et 2036-2065, on observe une diminution annuelle des pluies de l'ordre de -1,43% pour le scénario médian et -7,42% pour le scénario pessimiste (en bleu sur la figure ci-dessous). Ces résultats soulignent bien la variabilité forte interannuelle du climat avec une dynamique qui était neutre voire faiblement à la hausse pour le scénario médian sur la période 1993-2100 et une tendance à la baisse quand on compare les deux périodes spécifiques de l'étude.

On observe aussi une diminution, quelle que soit la période considérée (année, nov.-mars, avril-mai ou juin-octobre), pour le scénario pessimiste alors que le scénario médian prévoit une hausse des pluies sur la période hivernale (en orange ci-dessous).

Graphe 102. Comparaison des évolutions des pluies entre la période historique (1993-2022) et la période future (2036-2065) pour les scénarios médians et pessimiste



À l'échelle mensuelle, le cumul pluviométrique montre une diminution pluviométrique estivale avec pour le scénario pessimiste -65% de pluviométrie sur le mois d'août et -25% pour le scénario médian.

Graphe 103. Cumul mensuel pluviométrique (mm) pour le scénario médian (vert), pessimiste (rouge)

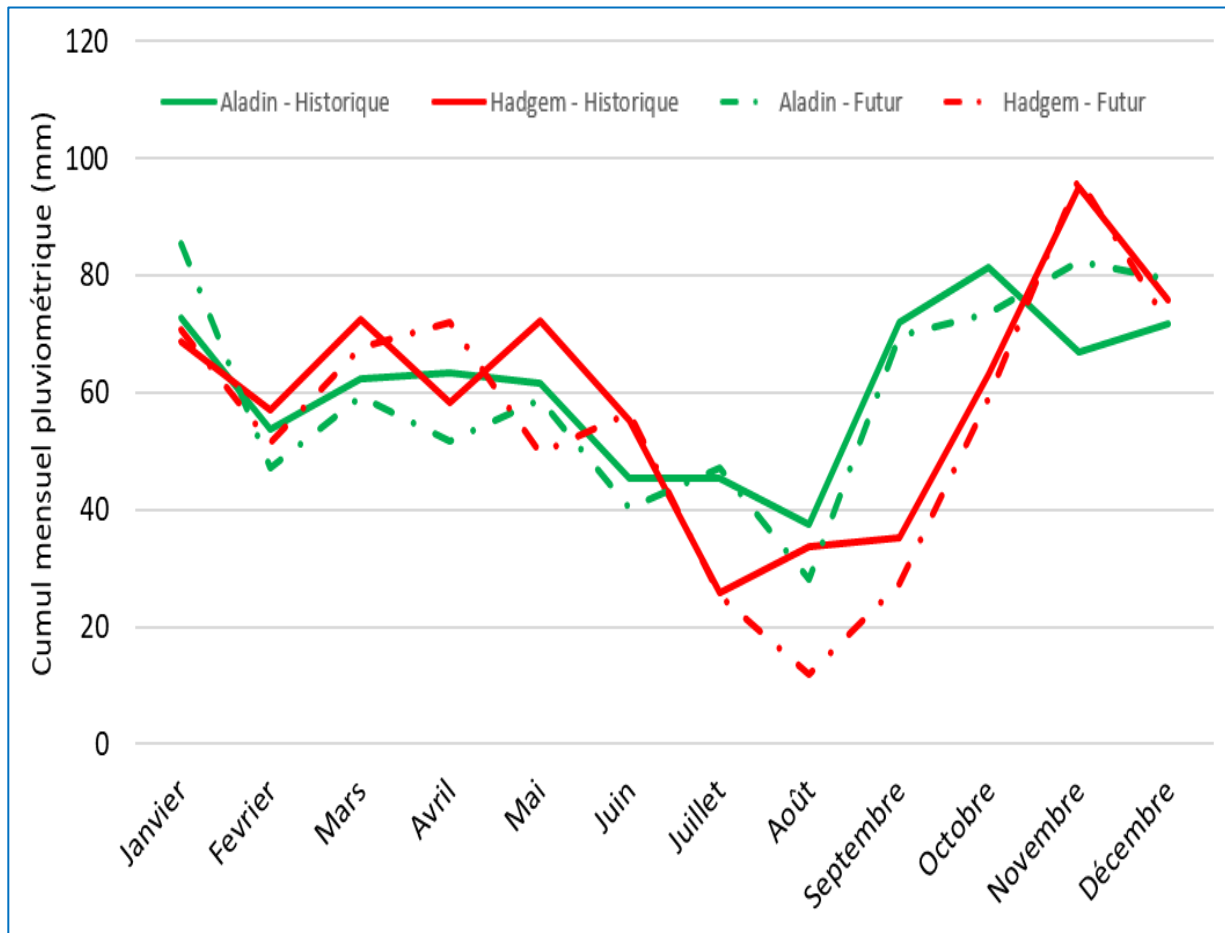
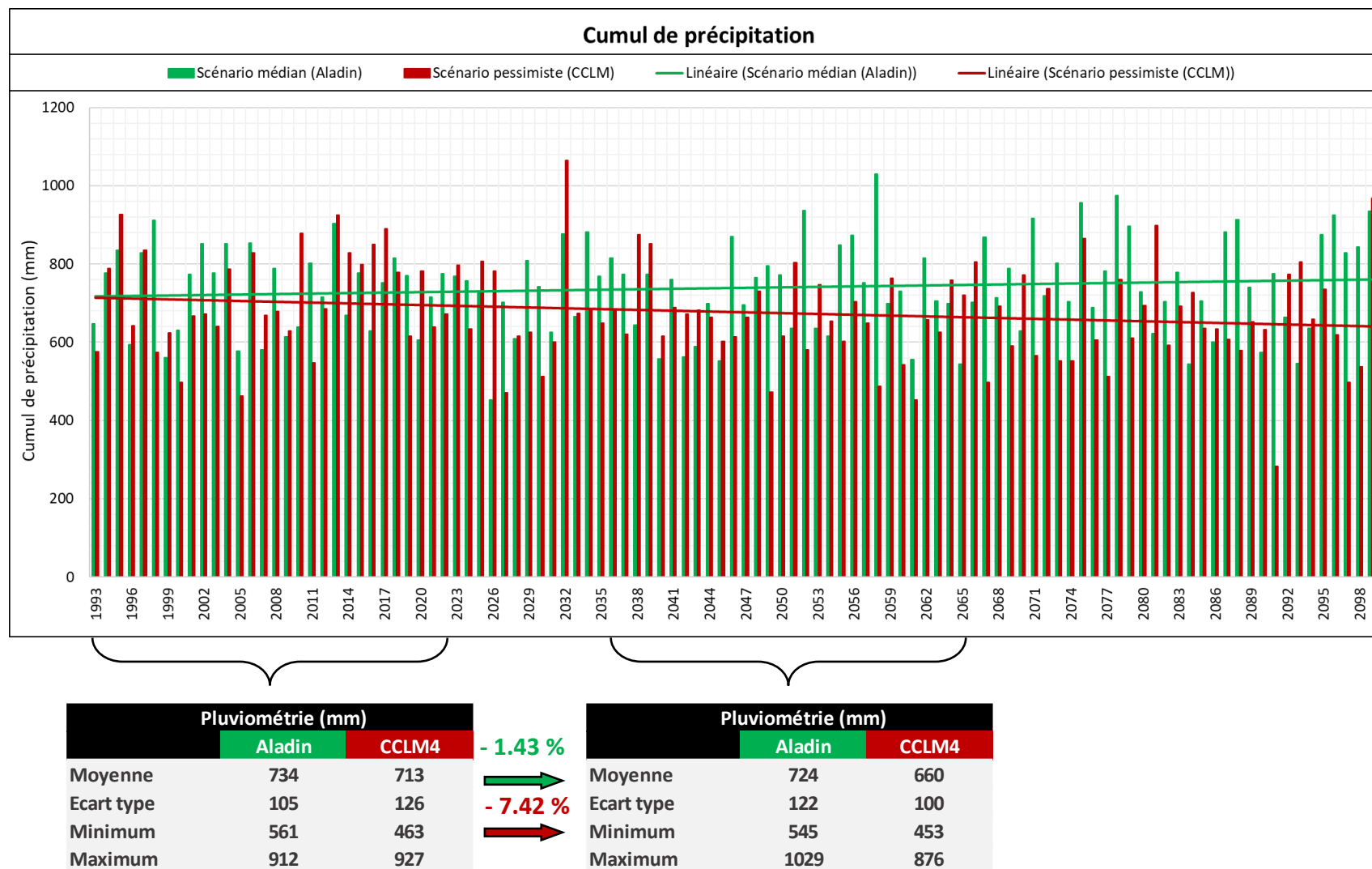


Tableau 78. Récapitulatif des valeurs (en mm) et des écarts (en %) relatifs à la pluie pour les deux scénarios médian (Aladin) et pessimiste (CCLM4)

ALADIN							CCLM4						
1993-2022							1993-2022						
	moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum		moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum
année	734,01	104,62	560,92	911,57	645,96	822,07	année	713,04	126,02	462,93	927,12	606,98	819,10
nov-mars	328,1	89,6	163,5	554,5	252,7	403,5	nov-mars	372,3	93,0	232,7	531,3	294,0	450,5
avr-mai	125,0	42,4	47,7	243,3	89,3	160,7	avr-mai	130,5	49,7	28,3	245,8	88,6	172,3
juin-oct.	281,4	59,1	172,3	444,1	231,7	331,1	juin-oct.	213,3	66,9	113,2	371,7	156,9	269,6
2036-2065							2036-2065						
	moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum		moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum
année	723,50	121,62	544,71	1028,96	621,14	825,86	année	660,13	99,71	453,47	875,89	576,21	744,04
nov-mars	352,0	79,9	202,6	533,0	284,7	419,2	nov-mars	356,1	84,7	213,8	516,9	284,8	427,4
avr-mai	110,7	47,7	31,4	235,3	70,5	150,9	avr-mai	121,5	49,5	25,6	234,1	79,8	163,2
juin-oct.	258,9	77,1	113,5	453,7	194,0	323,7	juin-oct.	180,2	64,5	52,3	300,9	126,0	234,5
Écarts sur valeurs stats issues de DRIAS							Écarts sur valeurs stats issues de DRIAS						
	moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum		moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum
année	-1,43%	16,25%	-2,89%	12,88%	-3,84%	0,46%	année	-7,42%	-20,88%	-2,04%	-5,52%	-5,07%	-9,16%
nov-mars	7,27%	-10,81%	23,89%	-3,87%	12,66%	3,89%	nov-mars	-4,34%	-8,89%	-8,10%	-2,72%	-3,12%	-5,13%
avr-mai	-11,43%	12,58%	-34,16%	-3,26%	-21,02%	-6,10%	avr-mai	-6,87%	-0,38%	-9,57%	-4,75%	-9,94%	-5,30%
juin-oct.	-7,99%	30,43%	-34,14%	2,17%	-16,24%	-2,22%	juin-oct.	-15,49%	-3,70%	-53,79%	-19,04%	-19,72%	-13,03%

Graphe 104. Chroniques des pluies annuelles à Craon de 1993 à 2099

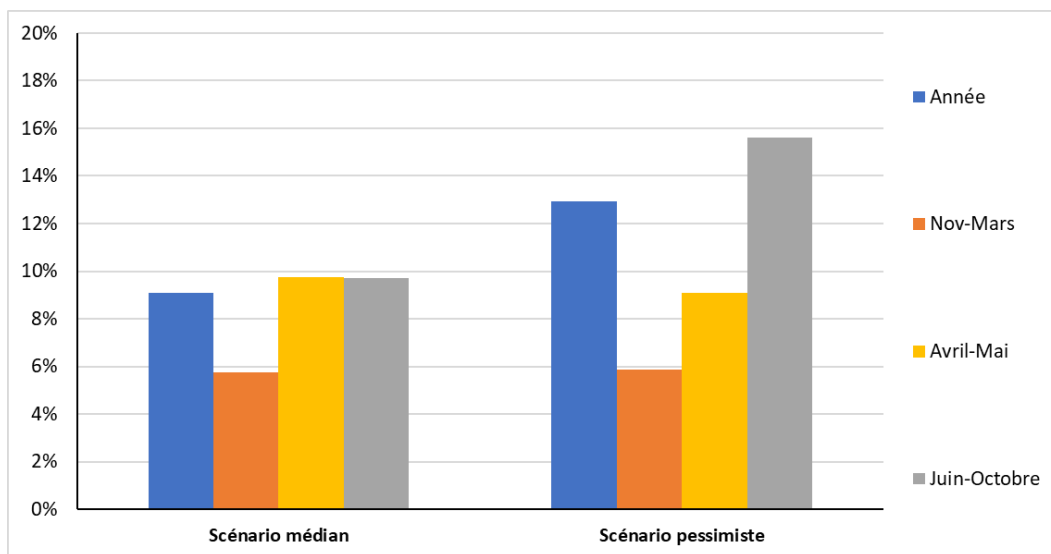


7.2.3.3 Données d'évapotranspiration

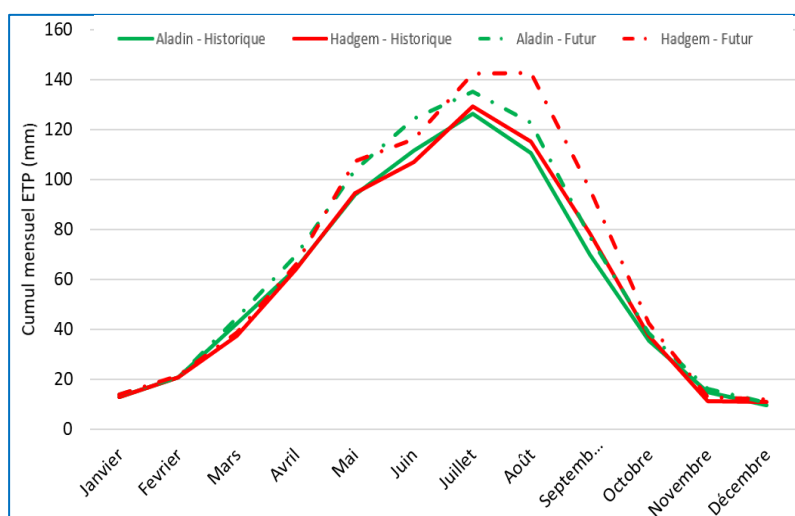
L'évapotranspiration cumulée annuelle sur les périodes d'étude augmentent de 9.07% et de 12.94% pour les scénarios médian et pessimiste respectivement. Le scénario médian montre un écart positif plus important sur la période avril-mai alors que le scénario pessimiste montre une augmentation positive importante pour la période juin-octobre. Les écarts de toutes les valeurs statistiques sont recensés dans le tableau ci-après.

La chronique de l'ETP annuelle continue de 1993 à 2099 est représentée ci-dessous. Elle montre une augmentation pour les deux modèles de +0.9 mm/an et +2.4 mm/an d'ETP.

Graphe 105. Comparaison des évolutions de l'ETP entre la période historique (1993-2022) et la période future (2036-2065) pour les scénarios médians et pessimiste



Graphe 106. Cumul mensuel de l'ETP (mm) avec le scénario médian (vert), pessimiste (rouge)

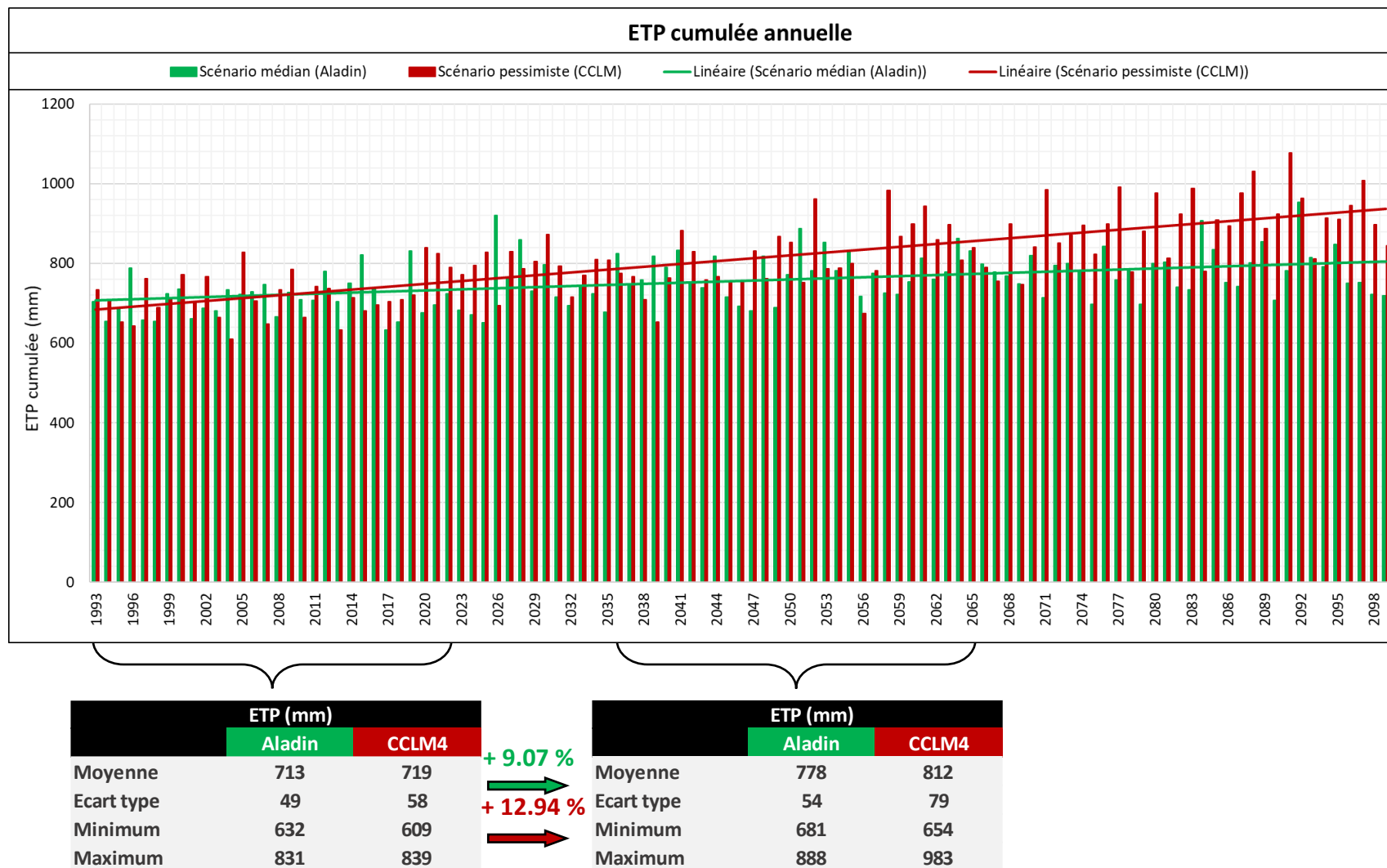


À l'échelle mensuelle, l'augmentation de l'ETP est plus marquée sur les mois d'été (Pessimiste : +84% ; Médian : +56% sur le mois d'août).

Tableau 79. Récapitulatif des valeurs (en mm) et des écarts (en %) relatifs à l'ETP pour les deux scénarios médian (Aladin) et pessimiste (CCLM4)

ALADIN							CCLM4						
1993-2022							1993-2022						
	moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum		moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum
année	712,88	49,06	632,45	831,37	671,59	754,17	année	719,05	58,44	609,49	838,94	669,87	768,23
nov-mars	100,0	6,7	82,9	112,8	94,4	105,7	nov-mars	93,1	8,1	79,0	111,6	86,3	99,9
avr-mai	158,1	15,8	129,2	188,8	144,8	171,4	avr-mai	158,7	14,8	126,1	201,6	146,2	171,1
juin-oct.	454,2	46,2	377,7	577,4	415,3	493,1	juin-oct.	467,4	48,5	372,9	573,0	426,6	508,2
2036-2065							2036-2065						
	moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum		moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum
année	777,57	53,82	680,55	888,09	732,27	822,86	année	812,13	79,02	653,51	982,66	745,63	878,63
nov-mars	105,8	6,2	96,7	123,5	100,6	111,0	nov-mars	98,6	8,4	73,4	112,8	91,5	105,7
avr-mai	173,5	21,1	135,9	245,1	155,8	191,2	avr-mai	173,1	26,7	123,2	229,6	150,6	195,6
juin-oct.	498,3	46,5	425,2	584,8	459,2	537,4	juin-oct.	540,3	54,1	424,6	654,7	494,8	585,9
Écarts sur valeurs stats issues de DRIAS							Écarts sur valeurs stats issues de DRIAS						
	moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum		moyenne	écart-type	MIN	MAX	f1/5 sec	f1/5 hum
année	9,07%	9,71%	7,60%	6,82%	9,04%	9,11%	année	12,94%	35,22%	7,22%	17,13%	11,31%	14,37%
nov-mars	5,73%	-7,22%	16,72%	9,47%	6,51%	5,05%	nov-mars	5,87%	3,98%	-7,08%	1,03%	6,02%	5,74%
avr-mai	9,74%	33,18%	5,20%	29,80%	7,58%	11,56%	avr-mai	9,10%	80,10%	-2,26%	13,87%	3,04%	14,27%
juin-oct.	9,70%	0,52%	12,58%	1,29%	10,56%	8,98%	juin-oct.	15,61%	11,61%	13,86%	14,25%	15,99%	15,29%

Graphe 107. Chronique de l'ETP annuelle sur Craon de 1993 à 2099



7.3 Impact du changement climatique sur la ressource en eau

Pour évaluer l'impact du changement climatique, les données de forçage climatique issues du portail DRIAS ont été téléchargées. Les pluies de bassin ont été reconstituées comme dans le volet H et les paramètres du modèles obtenues dans le volet H ont été réutilisés pour chaque UH. Nous avons donc obtenu des chroniques de débits sur la période 1651-2100 et avons calculé des écarts sur le module, les débits mensuels ainsi que les QMNA5 entre les deux périodes d'étude : 1993-2022 et 2036-2065, en moyennant les résultats sur tous les UHs.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous pour les deux scénarios climatiques.

Tableau 80. Effets des deux scénarios climatiques sur les indicateurs de débits

		Aladin	CCLM4
Écart sur les Modules	[%]	-1.3	-17.4
Écart sur les QMNA5	[%]	-25.4	-21.3
Écart sur les débits moyens avril-juin	[%]	-19.7	5.5
Écart sur les débits moyens juillet-octobre	[%]	-19.7	-36.6

Comme on peut le constater sur les résultats du tableau ci-dessus, les modules interannuels sont évalués à la baisse pour l'horizon 2050 avec une baisse de -1.3% et -17.4% pour le scénario médian et pessimiste respectivement. Les QMNA5 sont relativement impactées de la même façon pour les deux scénarios (-20%). Les débits estivaux sont les plus impactés pour le scénario pessimiste avec -36.6%. Par contre, on observe que les débits moyens avril-juin sont prévues à la hausse pour le scénario CCLM4. Celui-ci a en effet été choisi comme scénario pessimiste en été, et non pas sur les critères de printemps.

Synthèse du volet C

Dans cette étude, l'impact du changement climatique a pu être remis à jour par rapport à l'étude précédente de 2015 avec les nouvelles données du portail DRIAS, issues des scénarios RCP du 5ème rapport du GIEC. Deux chaînes de modélisation climatiques ont été identifiées sur le territoire pour présenter des résultats contrastés à l'horizon 2050 et être représentatif d'un scénario médian et pessimiste.

Les deux scénarios étudiés montrent que l'évolution entre 1993-2022 et 2036-2065 présente :

- Une augmentation des températures moyennes annuelles de +1°C pour le scénario médian et +2°C pour le scénario pessimiste avec jusqu'à +3.8°C sur le mois d'août pour le scénario pessimiste.
- Une augmentation de l'évapotranspiration cumulée annuelle de 9% et de 13% pour les scénarios médian et pessimiste respectivement, avec une période estivale plus marquée.
- Une tendance difficilement claire à la hausse ou à la baisse pour le scénario médian sur la pluviométrie annuelle, la variabilité interannuelle étant très forte, alors que le scénario pessimiste présente -7% (-50 mm) sur la pluviométrie annuelle. Les deux scénarios présentent une baisse de la pluviométrie pour la période avril-octobre.
- L'impact sur l'hydrologie naturelle a été évalué en utilisant le modèle pluie débit du volet H, avec comme données d'entrées le forçage climatique provenant du nouveau jeu de données DRIAS2020. Les résultats sont que le module interannuel diminuera de -1.3% et -17.4% respectivement pour le scénario médian et pessimiste. Pour les QMNA5, les deux scénarios montrent une baisse significative de 20%

8 ANNEXES

8.1 Annexe 1 : Légende de la carte géologique

	X, Dépôts anthropiques, remblais, digues (Quaternaire) - 1
	Y, Accumulations ferromanganiques type alios, grison, bétain, grillon (Quaternaire; Holocène) - 2
	°, Cuirasse ferrugineuse ("Roussards")(Cénozoïque) - 3
	²z, Dépôts chimiques : tufs de source, barres de travertins (Quaternaire; Holocène) - 4
	Fz, Alluvions récentes (Holocène) - 5
	Fy, Alluvions weichséliennes - 6
	Fx, Alluvions fluviales périglaciaires (Pléistocène moyen, Saalien) - 7
	Fw, Alluvions fluviales périglaciaires (Pléistocène moyen, Elstérien) - 8
	Fv, Alluvions fluviales périglaciaires (Pléistocène inférieur) - 9
	C, Colluvions de versants indifférenciées : limons argilo-sableux ou sablo-argileux à débris lithiques - 10
	CSF, Epandages fluviales colluvionnés et soliflués - 11
	SGH, Dépôts de pente hétérométriques périglaciaires (heads), éboulis. - 12
	Gy, grès lustrés, galets éolisés ("dreikanter") - 13
	LP-OEy, Loess non carbonatés ou décalcifiés, limons des plateaux (Quaternaire-Weichsélien) - 14
	i2P, Altérites des formations paléozoïques indifférenciées. Faciès fortement argilisés - 15
	ib2, Altérites des formations briovériennes indifférenciées - 16
	i2b2, Altérites des formations briovériennes indifférenciées. Faciès fortement argilisés - 17
	p2-3, Sables et argiles (Pliocène supérieur) - 18
	c1-p, Sables, graviers et galets roulés (Cénomaniens à Pliocène) - 19
	m3-4F, Faluns blancs à bryozoaires, faluns de Chazé-Henry (Miocène) - 20
	e-g, Grès silicifiés, silcrêtes, sables, graviers, galets, Grès à Sabalites - 21
	c1SM, Sables du Maine (sur Villaines: Cénomaniens inférieur à moyen) - 22
	j3-4PC, Calcaire et poudingue de Chailloué (poudingue de la Pâquerie. Bathonien sup à Callovien inf.). - 23
	Rj1-2, Calcaires meulièrement résiduels (Aalénien supérieur-Bajocien inférieur) - 24
	h5SP(1), Formation de Saint Pierre-La-Cour: conglomérats (Stéphanien) - 25
	h5SP, Formation de Saint Pierre-La-Cour (Stéphanien) - 26
	h3B(2), Formation de la Baconnière: niveau d'antracite (Namurien inférieur) - 27
	h3B(1), Formation de la Baconnière: conglomérats (Namurien inférieur) - 28
	h3B, Formation de la Baconnière (Namurien inférieur) - 29
	h2c-3L(2), Formation des Schistes de Laval: niveaux gréseux (Viséen supérieur-Namurien) - 30
	h2c-3L(1), Formation des Schistes de Laval: niveaux conglomératiques à microconglomératiques (Viséen supérieur-Namurien) - 31
	h2c-3L, Formation des Schistes de Laval (Formation de Heurtebise)(Viséen supérieur-Namurien) - 32
	h2vsó, Pyroclastites remaniées au passage entre les formations de Laval-Sablé et de Heurtebise - 33
	h2ó, Cinérites, tufs, et tuffites au passage entre les formations de Laval-Sablé et de Heurtebise - 34
	h2Br, Brèches périrécifales (Viséen) - 35
	h2Si, Calcaires viséens silicifiés - 36

	h2W, Formation des Calcaires de Bouère(calcaires waulsortiens) (Viséen inférieur à moyen) - 37
	h2a-bL, Formation du Calcaire de Laval (Viséen inférieur à moyen) - 38
	h1c-2cS, Formation du Calcaire de Sablé (Tournaisien supérieur à Viséen supérieur) - 39
	h1c0, Cinérites (Tournaisien supérieur à Viséen moyen) - 40
	h1cC, Formation de Changé: grauwackes à Paléchinides (Tournaisien supérieur) - 41
	h1tfK3, Roches volcaniques associées à la Formation de l'Huisserie: tufs spillitiques (Carbonifère: Tournaisien) - 42
	h1K3, Roches volcaniques associées à la Formation de l'Huisserie: spilites et volcanites associées.(Carbonifère: Tournaisien) - 43
	h1K1-2, Roches volcaniques associées à la Formation de l'Huisserie: coulées et tufs kérotophyriques (Carbonifère: Tournaisien) - 44
	h1Br, Formation volcanique de l'Huisserie: brèches pyro et épiciastiques (Carbonifère: Tournaisien) - 45
	h1I, Roches volcaniques associées à la Formation de l'Huisserie: Ignimbrites (Carbonifère: Tournaisien) - 46
	h1i0, Roches volcaniques associées à la Formation de l'Huisserie: Ignimbrites, rhyolites (Carbonifère: Tournaisien) - 47
	h10H, Roches volcaniques associées à la formation de l'Huisserie, indifférenciées - 48
	h10, Roches volcaniques associées à la Formation de l'Huisserie: Rhyolites massives, pyromérides, tufs fins à cristaux (Carbonifère: Tournaisien) - 49
	h1tf, Formation volcano-sédimentaire de l'Huisserie: tuffites, poudingues, brèches (Carbonifère: Tournaisien) - 50
	h1(3), Formation sédimentaire de l'Huisserie: niveau de houille (Carbonifère: Tournaisien) - 51
	h1(2), Formation sédimentaire de l'Huisserie: faciès conglomératiques (Carbonifère: Tournaisien) - 52
	h1(1), Formation sédimentaire de l'Huisserie: faciès gréseux (Carbonifère: Tournaisien) - 53
	h1H, Formation sédimentaire de l'Huisserie (Carbonifère: Tournaisien) - 54
	h1a0U, "Blaviérite": tufs et rhyolites de la base de la série carbonifère (Tournaisien) - 55
	d1b-3bC, Formation de St Cénére s.l. (membres de St-Cénére, de Montguyon, du Buard, et de Marollières, indifférenciés) - 56
	d1aG, Formation de Gahard: Grès à Platyorthis monnieri (Dévonien inférieur: Lochkovien inférieur) - 57
	s3-d1a, Groupe de St Jean-sur-Erve, formation du Val (Ludlow à Lochkovien basal) - 58
	s2-4, Formation des ampélites, formation des Tuileries (Wenlock-Pridoli) (Silurien) - 59
	s2-3, Formation de Renac: ampélites, shales, grès et siltites indifférenciés (Wenlock-Ludlow?) - 60
	s1-4, Silurien indifférencié (Llandoveryen à Pridoli) - 61
	o6-s3, Formation de la Lande-Murée (ou du "Grès culminant"): grès quartzeux micacés blancs à rouges; intercalations de schistes noirs - 62
	o6-s1C(2), Formation de la Chesnaie : membre des "Schistes moyens" (Asghill ?-Llandoveryen inférieur ?)(synclinaux de Martigné-Ferchaud et Segré) - 63
	o6-s1C(1), Formation de la Chesnaie : membre du "Grès de base" (Asghill ?-Llandoveryen inférieur ?) - 64
	o6, Tillite de Feuguerolles (Asghill) - 65
	o5-6PC, Formation de Riadan-Renazé, Schistes du Pont-de-Caen ("Schistes à Trinucleus") (Caradoc à base de l'Asghill) - 66
	o5-6GI, Formation de St-Germain-sur-Ille (Caradocien inférieur-Ashgillien) : grès, grès psammitiques, siltites - 67
	o5aC, Formation du Châtellier: Grès verts chlorito-micacés et quartzites blancs (Caradoc inférieur) - 68
	o4-5, Grès de May-sur-Orne (Llandello-Caradoc) - 69
	o3-5, Formation d'Andouillé (Schistes d'Urville, Schistes du Pissot, "Schistes à Calymènes") (Lanvir à Llandello, voir Caradoc) - 70
	o3-5 (Fe), Schistes d'Urville, Schistes du Pissot: minerai de fer oolitique (Llanvir à Llandello) - 71
	o3-5T, Formation d'Angers-Traveusot: siltites micacées et schistes ardoisiers chlorito-micacés (Arenig supérieur?- Lanvir à Llandello voir Caradoc inférieur?) - 72

	o2c, Formation du Grès armoricain: membre supérieur: quartzites, psammites blancs (Arénig moyen) - 73
	o2b, Formation du Grès armoricain: membre moyen (membre du Congrier ou Schistes intermédiaires): siltites argilo-micacées (Arénig moyen) - 74
	o2a, Formation du Grès armoricain: membre inférieur: quartzites massifs, psammites blancs (Arénig moyen) - 75
	o2Cg, Grès armoricain: horizon conglomératique (Arénig) - 76
	o2, Grès armoricain (Arénig) - 77
	o1-2PR(3), Formation de Pont-Réan: membre de Courouët (Arénig inférieur): grès massifs - 78
	o1-2PR, Formation de Pont-Réan (membres de Montfort et de Courouët indifférenciés; Arénig inférieur) - 79
	k5-o1, Formation des Schistes et grès de Blandouët - 80
	k4S-o1, Formations des Psammites de Sillé et du Grès de Blandouët indifférenciées (Cambrien moyen à Trémadocien) - 81
	k4S, Formation des Psammites de Sillé ("Schistes à lingules"). Cambrien moyen ? ? - 82
	k4GF, Formation des Tuffites et grès feldspathiques (infra Psammites de Sillé) - 83
	k3S, Formation des Grès de Sainte-Suzanne (Grès suprarhyolitiques d'Écouves ou de Perseigne) - 84
	k2CF(2), Membre des Calcaires de Châtres-la-Forêt (Cambrien inférieur): grès intercalés - 85
	k2CF(1), Membre des Calcaires de Châtres-la-Forêt (Cambrien inférieur): schistes intercalés - 86
	k2CF, Membre des Calcaires de Châtres-la-Forêt (Charnie) et St Pierre-sur-Orthe (Coëvrons) (Cambrien inférieur) - 87
	k2E, Membre des calcaires dolomitiques d'Évron (Coëvrons et Charnie); Dolomie de Neau. - 88
	k2, Formation des "Schistes et calcaires" (Cambrien) - 89
	k1M, Arkose de Montsûrs - 90
	k1B, Poudingue de Brée - 91
	k1G, Membre des Grès feldspathiques bigarrés (formation k1) - 92
	k1C, Membre des Conglomérats et grès pourprés alternant (formation k1) (Cambrien) - 93
	k1, Formation des Conglomérats et arkoses pourprés (Cambrien) - 94
	kóCgBr, Conglomérats et brèches volcanogènes du complexe volcanique d'Écouves-Multonnes-Les Coëvrons-Vimarcé - 95
	kió, Rhyolites ignimbritiques du complexe volcanique d'Écouves-Multonne - 96
	kótf, Tufs, cinérites, ponces des complexes volcaniques cambriens (Écouves-Multonne-Les Coëvrons, Vimarcé, etc..) - 97
	kóvs, Tuffites, pyroclastites remaniées (volcano-sédimentaire) associées aux complexes volcanique cambriens (Écouves, Multonne, Charnie, Coëvrons, Vimarcé, Voutré etc..) - 98
	kói, Ignimbrites des complexes volcaniques cambriens (Écouves, Charnie, Vimarcé etc..) - 99
	kó, Rhyolites des complexes volcanique cambriens (Écouves, Vimarcé, etc..) - 100
	kóá, Dacites des massifs d'Écouves et Vimarcé. Cambrien moyen ? ? - 101
	ká, Andésites du massif d'Écouves. Cambrien moyen ? ? - 102
	kK1, Complexes volcaniques acides cambriens (Écouves-Multonne, Coëvrons, Charnie etc..) - 103
	b2GQ, Grès-quartzites, quartzites (Briovérien supérieur à Cambrien) - 104
	b2CH, Cherts hydrothermaux (Protérozoïque supérieur; Briovérien supérieur) - 105
	b2, Siltites, argillites, grès, grauwackes et conglomérats (Briovérien supérieur; Briovérien supérieur à Cambrien inférieur ? en Bretagne centrale) - 106
	b2Cg, Microconglomérats et conglomérats à galets de quartz et de phanite (Schistes à galets) (Briovérien supérieur) - 107
	b2C, Grès carbonatés (Briovérien supérieur à Cambrien en Bretagne centrale) - 108
	b2S, Siltites, siltites ardoisières et argillites dominantes, non métamorphiques (Briovérien supérieur; à Cambrien inférieur en Bretagne centrale) - 109

	b2G, Grès fins et grauwackes (Briovérien supérieur; à Cambrien en Bretagne centrale) - 110
	b2CgÌ, Microconglomérats et conglomérats à galets de quartz et de phanite métamorphisés dans le domaine des "Schistes tachetés" - 111
	b2SÌ, Siltites et argilites (b2) métamorphisées dans le domaine des "Schistes tachetés" - 112
	b2GÌ, Grès et grauwackes (b2) métamorphisés dans le domaine des "Schistes tachetés" - 113
	b2Ì, Briovérien indifférencié, métamorphisé dans le domaine des Schistes tachetés - 114
	b2ÌÃ, Schistes tachetés et cornéennes du Briovérien, indifférenciés - 115
	b2CgÃ, Microconglomérats et conglomérats à galets de quartz et de phanite, cornéifiés - 116
	b2SÃ, Siltites et argilites cornéifiées (intrusifs cadomiens ou varisques) - 117
	b2GÃ, Grès et grauwackes cornéifiés (intrusifs cadomiens ou varisques) - 118
	b2Ã, Siltites et grès briovériens indifférenciés, cornéifiés - 119
	Lã1, Leucogranites (tardi-Cadomien) - 120
	ëqN, Diorite de Neau (cycle cadomien tardif) - 121
	ëqE, Diorite quartzique à grain fin à moyen - 122
	ëE, Diorite à grain fin à moyen - 123
	i1E, Anorthosite - 124
	i2E, Massif gabbroïque d'Ernée (Néoprotérozoïque) - 125
	pãE, Dacite - 126
	õE, Trachyte - 127
	ã3AL, Monzogranite hyperalumineux sodipotassique, à grain fin à moyen - 128
	ã3ALK, Granite hyperalumineux à tendance potassique - 129
	ã4c, Granodiorites cadomiennes à biotite et cordiérite - 130
	ã4, Granodiorites cadomiennes à biotite seule (type Louvigné-du-Désert) - 131
	dã, Dolérites, microgabbros, en filons (Dévono-Carbonifère) - 132
	Q, Filons de quartz (en majorité Néoprotérozoïque à Paléozoïque) - 133
	aã, «, Pegmatites, aplites (Néoprotérozoïque à Paléozoïque) - 134
	õK1, Quartz-kératophyre porphyrique (Varisque) - 135
	õã-ã, Filons dacitiques, andésitiques, trachyandésitiques (Varisque?) - 136
	ïë, Microdiorites quartziques porphyriques à biotite (Varisque) - 137
	ïã, Microgranites, microgranites porphyriques de Nullé sur Vicoin (cycles cadomien tardif??, varisque probable) - 138
	ó, Rhyolites (Paléozoïque: Cambrien à Carbonifère?) - 139
	ïãCA, Microgranites porphyriques calco-alkalins (Briovérien à Paléozoïque??) - 140
	ï, Lamprophyres, microdiorites, diabases (Cadomien à Dévono-Carbonifère ?) - 141
	ãC, Granite subleucocrate de Craon (Carbonifère) - 142
	LpãP, Leucogranite porphyrique du Pertre à deux micas (Carbonifère) - 143
	LãP, Leucogranite du Pertre à grain fin à grossier à deux micas (Carbonifère) - 144

8.2 Annexe 2 : Tableaux d'impacts cumulés potentiels sur les milieux aquatiques pour chaque type de retenue

milieu aquatique	niveau		niveau		niveau		niveau		niveau		niveau		niveau		niveau		niveau		niveau	
	niveau		niveau		niveau		niveau		niveau		niveau		niveau		niveau		niveau		niveau	
	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
milieu aquatique	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
mode d'alimentation	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
gestion d'alimentation (période...)	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
restauration de la retenue vers le milieu aquatique	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
correspondance avec le type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
Impact cumulé potentiel sur le milieu aquatique	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
temps de résidence de l'eau dans la retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
modification des niveaux d'eau dans la nappe	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
régime d'écoulement en été - impact sur la durée de l'étiage et la période d'étiage/entraîtlement de CE	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
régime d'écoulement en hiver - modification des débits hivernaux et/ou des débits de crue de CE et des variations des crues morphogènes et du débit de jauge bas, impact les fondations en aval	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
vitesses d'écoulement de l'eau - diminution des vitesses d'écoulement de CE en amont des ouvrages	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
la saturation des écoulements amont des zones humides - impact sur les zones humides à l'échelle de la retenue ou du passage	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
l'ajout de sédiments dans la retenue - déficit en sédiments fins dans le sac d'eau aval - possible dégradation de la structure du substrat - possible altération des ZH proches	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
le niveau de la nappe - l'impact potentiel de	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
température de l'eau en aval des retenues (fortes variations saisonnières) - l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont - l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont - l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont - l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont - l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont - l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont - l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue
l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont - l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont - l'impact de la retenue sur la température - peut se cumuler avec les retenues en amont	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue	type de retenue



milieu alimentation	type de retenue									
	sage		pompage en rive		pompage en rivière		réservoir		naufrage	
	hiver	été	restoration	restauration	restauration	restauration	restauration	restauration	restauration	restauration
mode d'alimentation	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
gestion d'alimentation (période...)	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
restauration de la retenue vers le milieu aquatique	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
type de retenue	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
correspondance avec le lagrange	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
% de retenues de ce type sur le BV	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
Impact cumulés potentiels sur le milieu aquatique	Possible évolution de l'impact cumulés potentiels par le type de retenue cible									
concentrations en azote dans le CE : diminution de l'azote dans le cours d'eau par dénitrification dans la retenue avec des variations saisonnières (les retenues placées à l'aval proche de l'aval sont plus efficaces que celles placées à l'amont et de nombreux petits retenues sont plus efficaces qu'un grand)	diminution mais sans restriction pas d'impact sur le CE		diminution mais sans restriction pas d'impact sur le CE		diminution mais sans restriction pas d'impact sur le CE		diminution mais sans restriction pas d'impact sur le CE		diminution mais sans restriction pas d'impact sur le CE	
concentrations en phosphore dans le CE : a priori, diminution dans le cours d'eau de phosphore particulaire par rétention dans la retenue (départ de la retenue et de la retenue) mais cette charge interne en phosphore peut être relâchée lors de crues/décharge de la retenue	diminution		diminution		diminution		diminution		diminution	
concentrations en autres polluants dans le CE : la présence de retenue peut préserver l'aval du CE (du BV en aval) et/ou retarder les polluants en provenance de l'amont mais cette charge interne en polluants peut être relâchée lors de crues/décharge de la retenue	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
augmentation du risque d'eutrophication (augmentation des concentrations en nutriments et de la température) qui provoque des blooms ce qui déséquilibre la physico-chimie et peut poser problème si prélevement d'eau dans la retenue pour AEP	augmentation		augmentation		augmentation		augmentation		augmentation	
Augmentation des milieux lotiques sur le BV : modification des espèces présentes sur le BV avec plus d'espèces de milieu lotiques (poissons, macrophytes...)	diminution (mais augmentation lors de crues)									
Diminution de la surface des zones humides sur le BV : augmentation des espèces invasives sur le BV et moins de zones humides (augmentation de la densité et des indices DCE)	modification selon espèces		modification selon espèces		modification selon espèces		modification selon espèces		modification selon espèces	
altération des "signaux" pour les cycles biologiques : dérèglement du cycle biologique de certaines espèces (modification des périodes de reproduction...) liés aux modifications des variations saisonnières de certains paramètres (température, débit...)	modification selon espèces		modification selon espèces		modification selon espèces		modification selon espèces		modification selon espèces	
évolution de la structure des communautés d'invertébrés : modification de la structure des populations et de la répartition des différentes classes d'invertébrés à cause des modifications des habitats avec les variations longitudinales : qualité de l'eau, physico-chimie et hydromorphologie : qui peut être influencé par la densité de retenue présentes sur le BV	modification		modification		modification		modification		modification	
déplacement et migration : un grand nombre de retenues proches sur le BV va favoriser la dispersion d'espèces lotiques entre ces milieux lotiques	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
fonctionnement va diminuer des possibilités de déplacement des populations et pourra rendre impossible les migrations et faire disparaître des populations, ce qui peut à long terme engendrer une diminution de la diversité génétique en amont du cours d'eau et altérer la santé des populations	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
zone de reproduction des poissons : si les retenues présentes sur le BV modifient la forme et le débit de la retenue et diminuent le nombre de crues = cela peut faire disparaître les zones de frayères dans le cours d'eau et faire progressivement disparaître certaines espèces	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
zone de refuge pour les poissons : augmentation des zones de refuge en cas de phénomènes hydrologiques extrêmes	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
modification des pratiques culturales : modification possible des pratiques culturales et l'occupation des sols (intensification et/ou diversification des cultures) : la irrigation : diminution de la ressource disponible en augmentant la consommation d'eau journalière, peut réduire ou intensifier les couloirs (vers la nappe ou par ruissellement) suivant l'usage de l'eau et les cultures irriguées	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
modification de l'apport d'eau douce dans les estuaires : diminution des apports d'eau douce dans les estuaires, ce qui modifie leur salinité et turbidité et impacte les espèces estuariennes. De plus, les biefs de barrage perturbent le gradient de salinité et évacuent les organismes pélagiques	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	
effets sur le climat : en créant des conditions que l'on ne retrouve pas en l'absence de retenue, un grand nombre de retenues peut avoir un impact sur le climat comme la production de gaz à effet de serre ou la séquestration de carbone	/ /		/ /		/ /		/ /		/ /	



8.3 Annexe 3 : Bibliographie du volet Climat

Explore 2, 2022. Étude d'impact du changement climatique sur le régime hydrologique en France métropolitaine - état de l'art. Eric Sauquet, Guillaume Thirel, Jean-Pierre Vergnes et Florence Habets.

Hawkins, E., Sutton, R., 2011. The potential to narrow uncertainty in projections of regional precipitation change. *Clim Dyn* 37, 407–418. <https://doi.org/10.1007/s00382-010-0810-6>

Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la métropole., 2021. Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la métropole. Auteurs : Jean-Michel Soubeyroux, Sébastien Bernus, Lola Corre, Agathe Drouin, Brigitte Dubuisson, Pierre Etchevers, Viviane Gouget, Patrick Josse, Maryvonne Kerdoncuf, raphaëlle Samacoits et Flore Tocquer. Avec l'appui scientifique de Christian Pagé (Cerfacs), Samuel Somot, et Aurélien Ribes (CNRM) et Robert Vautard (IPSL).

Safege, 2015. Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire du SAGE Oudon - Rapport de phase 1.

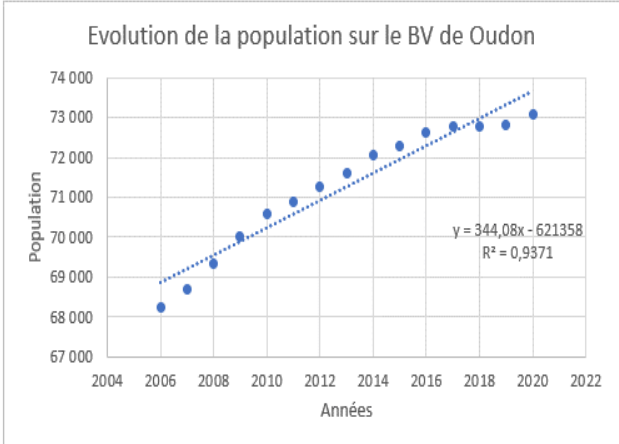
8.4 Annexe 4 : Tableau des réponses aux remarques relatives au rapport préliminaire de la phase 1 de l'étude du 27 septembre 2023

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
1	Services de l'État	<i>Globalement, le rapport est peu lisible un effort de pédagogie et de synthèse est à faire.</i>	La rédaction de la nouvelle version du rapport est reprise pour corriger ces imperfections	Ensemble du rapport
2	Services de l'État	<i>,,,,, il n'est pas facile d'identifier ce qui relève de l'EVP 2015 ou l'étude HMUC. L'analyse du rapport de l'EVP 2015 devrait davantage être développée et mieux mise en avant Il manque un bilan global présentant les éléments ajoutés ou complété par cette étude et les analyses non réalisés. Cette analyse devrait s'appuyer sur le tableau de lecture qui a été joint au courrier du préfet de région et du préfet de département mais qui n'est toujours pas réalisée.</i>	Le tableau de lecture mentionné correspond à celui joint au courrier du 13 mai 2023 de Mme la préfète de la Mayenne à Monsieur Louis Michel président de la CLE du SAGE Oudon. Ce tableau a été rajouté dans le rapport <i>Tableau 1 page 15</i> pour être considéré dans l'analyse des hypothèses et des résultats de l'étude EVP 2015 présentée dans le chapitre 3.	<i>Tableau 1 page 15</i>
3	Services de l'État	<i>Le rapport ne fait pas de synthèse entre les résultats de l'étude EVP 2015 et le travail réalisé, ce pour les conclusions des différents volets. Il est nécessaire de réaliser cette analyse et de fournir des éléments explicatifs soit qui valide les résultats de l'EVP 2015 soit qu'il explique les écarts et ses causes (débit médian, prélèvements des différents usages ...).</i>	Nous prenons en compte cette remarque dans la rédaction des conclusions de chaque volet	Conclusion de chaque volet, H M U C

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
4	Services de l'État Volet M	<i>La description du milieu répète les mêmes erreurs que l'EVP 2015, des données brutes sont exposées sans réelle analyse. Il n'y a toujours pas d'élément sur le drainage du bassin alors que des données existent. Les zones humides et le réseau de fossé jouent un rôle important dans la capacité de recharge des nappes et la restitution des eaux en période plus sèche. Il est difficilement compréhensible que ces éléments ne soient pas abordés de manière a minima qualitative, sur un bassin qui a fait l'objet de travaux de drainage important</i>	La méthodologie de l'analyse HMUC définie dans le guide de l'AELB est appliquée strictement par le prestataire. Dans le volet Milieu, l'analyse HMUC comprend une composante " diagnostic du territoire qui sert de base aux choix des stations d'estimation des débits biologiques " (page 23 du Guide V3 août 2023). Le drainage des terrains, l'imperméabilisation, l'occupation du sol, la topographie, la nature des sols et du sous-sol sont des éléments caractéristiques du territoire qui ont des effets sur les écoulements superficiels et les régimes hydrauliques des cours d'eau. Ces éléments sont considérés comme des caractéristiques intrinsèques de l'état actuel du territoire pour lesquels il n'y a pas de paramètre pris en compte dans les calculs de l'analyse HMUC. Autrement dit, l'analyse HMUC ne comprend pas une modélisation de l'influence du drainage, ou des zones humides sur les écoulements, elle répond aux objectifs précis que sont la détermination des débits biologiques et des débits désinfluencés des prélèvements directs pour chaque unité hydrographique.	Éléments descriptifs de l'état du territoire non pris en compte dans l'analyse HMUC.
5	Services de l'État Volet H	<i>La partie hydrologie ne rend pas compte des différentes hypothèses et du travail qui a été réalisé. Le modèle pluie-débit pour reconstituer l'hydrologie n'est pas présenté ni la méthode de calage du modèle</i>	Le volet Hydrologie a été finalisé avec le transfert sur les UHs et la méthodologie pour reconstituer les débits naturels a été développée.	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
6	Services de l'État Volet U	<i>Pour la partie usages des hypothèses doivent être présentées et partagées par le COFIL. Cette partie ne fait pas apparaître de comparaison avec les résultats de l'EVP 2015.</i>	<p>Les données et les hypothèses du volet Usage (U) de l'étude EVP 2015 sont présentées au § 3.1.4 page 27. Pour l'essentiel les données les plus récentes concernent l'année 2011.</p> <p>Les données et les hypothèses de l'étude d'actualisation sont présentées pour chaque type d'usage dans le chapitre 5 à partir de la page 102.</p> <p>Les données les plus récentes pour caractériser les volumes prélevés concernent l'année 2022 (BNPE). Ainsi pour l'étude d'actualisation, les débits naturels ont été reconstitués sur la période 2004 à 2022 (19 années) voir le Tableau 77 page 192.</p> <p>Dans l'étude EVP de 2015, les débits naturels ont été reconstitués sur la période 2000 à 2011 (12 années). De fait, le terme « actualisation » est réducteur pour qualifier le travail réalisé dans le cadre de la nouvelle étude.</p> <p>De fait, d'une part l'analyse HMUC présentée prend en compte des données supplémentaires en quantité importante, d'autre part les paramètres considérés pour estimer la part des prélèvements effectués dans les eaux superficielles, pour reconstituer la fonction de répartition saisonnière des prélèvements (<i>au pas de temps journalier dans le modèle pluie débit, les indicateurs de résultat étant calculés au niveau mensuel</i>) correspondent à des hypothèses établies sur la base des méthodes prescrites dans le Guide HMUC actuel (2023).</p> <p>Ainsi la comparaison des hypothèses, des données et des résultats avec les éléments de l'ancienne étude EVP 2015 présente peu d'intérêt tellement les différences sont importantes entre les jeux de données.</p> <p>Les paramètres de calcul et les méthodes utilisées dans l'étude ont fait l'objet de présentations dans le cadre des réunions du groupe restreint et des comités de suivi de l'étude. Les méthodes sont définies dans le guide HMUC de l'AELB. Pour la partie usage, les hypothèses sont adaptées aux données disponibles récupérées auprès des représentants des catégories d'usagers : Chambre d'Agriculture, Syndicats de distribution d'eau potable, d'assainissement, administration L'origine des données utilisée est tracée dans chaque partie du rapport.</p>	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
7	Services de l'État Volet M	<i>Dans la partie milieu sur les 5 UG avec une station estimhab l'exercice de définition des plages de débit objectif étiage pourrait être conduite, l'ensemble des données sont disponibles.</i>	Avec les débits désinfluencés actualisés de l'étude (chronique 2003 – 2022 résultats du volet H actualisé), après échange entre les services de l'État et l'OFB , la simulation par espèces est considérée applicable pour les 5 stations. En effet , même si les gammes dites d'applicabilité correspondent aux gammes de débit pour lesquelles le modèle EVHA a permis de construire les courbes Estimhab, les experts considèrent que ces courbes peuvent rester applicables en dehors de ces gammes.	
8	Services de l'État	<i>Le choix du formalisme du rapport n'est pas un élément rédhibitoire. Classiquement 4 rapports successifs sont fournis (Usages, Hydrologie, Milieux puis Climat) suivant la chronologie de l'étude HMUC. Ces phases successives permettent de valider les hypothèses d'une phase et de ne plus en débattre dans les étapes suivantes. Il est donc envisageable qu'un rapport unique soit fourni.</i>	Après avoir pris connaissance de l'ensemble des avis, l'option retenue est de produire un rapport principal comprenant des chapitres distincts pour chaque volet M U H et C. Un rapport « atlas cartographique » est produit en complément avec une édition des cartes à une échelle convenable pour faciliter la lecture.	
9	Services de l'État	<i>Le manque de clarté du rapport n'aide pas à la prise en main par les acteurs, il peut être source d'un rejet de l'étude.</i>	La rédaction du rapport est reprise jusqu'à l'obtention d'un avis positif pour sa recevabilité par les services de l'État .	
10	Services de l'État	Page 13 : « Le SAGE peut définir l'adaptation possible des prélèvements en période de basses eaux et en période de hautes eaux, après réalisation d'une analyse HMUC. Il peut également prolonger la période de basses eaux fixée au minimum du 1 avril au 30 octobre »	Correction effectuée	Page 13
11	Services de l'État	Page 14 : Ajouter une mention dans cette partie sur le contexte du sursis accordé par la préfète de bassin au classement ZRE sous condition de la réalisation du PTGE suite à la demande du préfet de région. Après l'évocation de l'étude sur les plans d'eau du Chéran du SAGE il faudrait évoquer le travail de la Chambre régionale d'agriculture.	Correction effectuée	Page 14

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport									
12	Services de l'État Volet H	<p>Page 16 : Formalisme de tableau 2 à revoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • on parle de « influencé »/« actuel » ou de « désinfluencé »/« naturel » pour désigner la même chose • uniformiser les commentaires • Les influences pourraient être distinguées par colonne (prélèvements, évaporation, ...) <p>La remarque en bas de page 20 fait référence à certains secteurs hydrographiques : préciser lesquels</p>	Correction effectuée, il s'agit maintenant du <i>Tableau 4</i> page 27	<i>Tableau 4</i> page 27									
13	Services de l'État Volet U	<p>Page 22 : Quelle est la cause des réductions de prélèvement AEP (1 Mm³) entre 2001 et 2006 ? Des éléments explicatifs sont à ajouter pour le lecteur.</p>	Il s'agit d'une observation de l'étude EVP 2015. Après une recherche, certains captages ont été arrêtés à cause de problèmes de qualité de l'eau.										
14	Services de l'État Volet U	<p>Page 24 : Il aurait été intéressant également d'indiquer les volumes prélevés correspondant pour l'irrigation par type de culture plutôt que l'assolement.</p>											
15	Services de l'État Volet U	<p>Page 37 : Il serait intéressant de réinterroger les scénarii d'évolution démographique. Notamment l'hypothèse d'une augmentation de la population de 11 % d'ici 2025/2030.</p>	<p>Un calcul de l'évolution tendancielle de la démographie pour 2030 et 2050 considérée dans l'étude EVP 2015 a été effectué par nos soins avec les résultats suivants:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Evolution de la population sur le BV de Oudon</p> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th>année</th> <th>pop</th> <th>% augmentation par rapport à 2020</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2030</td> <td>77124</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>2050</td> <td>84006</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table> </div>	année	pop	% augmentation par rapport à 2020	2030	77124	6%	2050	84006	15%	
année	pop	% augmentation par rapport à 2020											
2030	77124	6%											
2050	84006	15%											

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
16	Services de l'État	<i>Page 39 : Il faudrait ajouter les tableaux du rapport EVP phase 5 : Écarts volumes prélevables / volumes prélevés moyens. Car on ne fait pas apparaître les déficits volumétriques identifiés par cette étude.</i>	Ajout effectué <i>Tableau 9</i> page 45	<i>Tableau 9</i> page 45
17	Services de l'État : volet M	<i>Page 41 : Le paragraphe renvoie au courrier de l'État adressé à la CLE. On ne retrouve ici que la partie Milieu. Pourquoi les 3 autres volets ne sont pas détaillés dans le rapport ? Un tableau d'analyse plus complet a été transmis par courrier ultérieurement (courrier de la DDT53 du 16 mai 2023), ces éléments sont à intégrer. Une synthèse sous la forme du tableau transmis devrait être présentée dans le rapport contenant, a minima les éléments ayant fait l'objet d'une mise à jour ou d'un complément par rapport à l'EVP 2015 sont à indiquer pour faciliter la compréhension du rapport.</i>	Le tableau de lecture mentionné correspond à celui joint au courrier du 13 mai 2023 de Mme la préfète de la Mayenne à Monsieur Louis Michel président de la CLE du SAGE Oudon, a été rajouté dans le rapport <i>Tableau 1 page 15</i> pour être considéré dans l'analyse des hypothèses et des résultats de l'étude EVP 2015 présentée dans le chapitre 3. Le tableau de la DDT du 16 mai 2023 n'a pas fait l'objet d'une réunion de travail spécifique avec une analyse circonstanciée des différentes remarques, le rapport intermédiaire a pris en considération les remarques des services de l'État qui avaient été émises au démarrage de l'étude dans une note transmise au consultant par le maître d'ouvrage SBO.	§ 4.1 page 48
18	Services de l'État : volet M	<i>Page 42 : Une analyse des possibilités d'application des 3 méthodes d'estimation des débits biologiques (Estimhab, hydraulique, hydrologique) devrait être ajoutée. Le choix de la méthode devrait être motivé par la suite au regard des expertises terrains.</i>	Dans le cadre du présent marché, il n'a pas été prévu de réaliser de prospections préalables de terrain permettant de reconsidérer le type de méthode applicable par unité hydrographique (estimhab ou méthode hydraulique). L'approche hydrologique est menée en parallèle puisque la fréquence d'occurrence des débits désinfluencés est indiquée au niveau des stations de débit écologique retenues.	
19	Services de l'État : volet M	<i>Page 43 : carte illisible</i>	carte refaite et commentaire modifié : cette carte présente ces masses d'eau avec leur code qui renvoie au tableau page suivante. Outre les masses d'eau, elle localise les stations de suivi de la qualité qui ont permis d'évaluer l'état de ces masses d'eau, ainsi que les stations hydrométriques où est mesuré le débit et les stations sur lesquelles des débits minimum biologiques ont été évalués en 2015.	Carte 16 page 56

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
20	Services de l'État : volet M	<p><i>Page 44 : Les masses d'eau sont en état moyen, médiocre, mauvais ou en objectif moins strict que le bon état écologique. En ce qui concerne l'état chimique, toutes les masses d'eau sont en objectif moins strict en raison de faisabilité technique. Le rapport ne fournit pas d'explication à cette situation qui peut interpeller.</i></p> <p><i>Une première présentation de l'état écologique des masses d'eau est faite p 44-45. Cette analyse est complétée 10 pages plus loin après avoir détaillé les réservoirs biologiques et les recensements piscicoles. Ces éléments devraient être regroupés.</i></p>	<p>Le terme « d'objectif moins strict » n'indique pas une remise en cause définitive de l'objectif de bon état, mais plutôt son rééchelonnement dans le temps. L'atteinte de l'objectif de bon état en 2027 est considérée comme ne pouvant pas être envisagée, et l'ambition est adaptée pour seulement certains éléments de qualité. Le bon état doit être atteint pour les autres.. Tous les 6 ans, la situation est réexaminée, afin de voir si les conditions permettant de lever la dérogation sont réunies. e choix d'un report de délai ou d'un objectif moins strict est motivé, conformément à la directive cadre sur l'eau, par :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les conditions naturelles (CN), • la faisabilité technique (FT), • les coûts disproportionnés (CD). <p>En ce qui concerne l'état chimique, toutes les masses d'eau sont en objectif moins strict en raison de faisabilité technique : il a été estimé que la restauration du bon état chimique n'était pas techniquement faisable d'ici à 2027</p> <p>Les éléments concernant l'état des eaux ont été regroupés afin de répondre à la remarque.</p>	Tableau 12 page 57
21	Services de l'État : volet M	<p><i>Page 43, 47 : La partie 4.2 regroupe des données descriptives du bassin sans analyse ni qualitative, ni spatiale (masses d'eau / UG). Elle ne correspond pas à ce qu'on attend d'un diagnostic de territoire. On regrette que ce travail ne permette pas d'apprécier les milieux en présences, ni les enjeux. L'analyse ne permet pas par la suite de mettre ces données en perspectives avec les enjeux et les choix de débit biologique.</i></p>	<p>Les prestations définies dans le CCTP du marché initial ne comprennent pas la révision du volet Milieu (M) intégrant notamment la caractérisation des enjeux. Pour le volet Milieu il était seulement prévu une actualisation de la détermination des débits biologiques Estimhab avec les nouvelles valeurs de débits désinfluencés pour les 5 UHs analysés dans l'étude EVP 2015.</p> <p>Les recommandations des Services de l'État ont conduit le maître d'ouvrage SBO à faire réaliser un marché complémentaire de prestations pour consolider le volet Milieu (M). Au-delà de la réalisation des débits biologiques pour les 6 autres UHs du bassin, le complément de prestations du volet Milieu (M) aura pour résultat une actualisation du diagnostic et des enjeux milieux pris en compte dans l'analyse HMUC.</p>	§ 4.2 page 50

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
22	Services de l'État : volet M	<i>Il n'y a aucun élément sur le taux de drainage du bassin, alors que la SAU sur le bassin de l'Oudon est très fortement drainée (Agreste 2010). La carte a pourtant été utilisée plus loin dans le rapport (citée par 136).</i>	Voir la réponse à la remarque 4	
23	Services de l'État : volet M	<i>Pages 58 à 79 : Dans la partie 4.3 « Actualisation des DMB » : il faut rompre avec la terminologie de l'EVP 2015. Actualiser selon Guide HMUC. Ne plus utiliser « DMB, débit plancher, débit optimal, débit critique ». Remplacer respectivement par « Débit biologique ou écologique, plage de débits, seuils haut et bas de la gamme de débits bio ».</i>	<p>Un préambule est rajouté pour répondre à cette remarque : " Le guide sur les analyses HMUC paru après 2021 recommande l'utilisation d'autres termes que ceux utilisés dans l'étude de 2015 (débits minimum biologiques, débits planchers, débits critiques) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Débit biologique : débit dans le lit d'un cours d'eau permettant le bon fonctionnement général des communautés vivantes aquatiques situées sur le bassin versant amont ; - Débit écologique : intègre au débit « biologique » les objectifs supplémentaires de bon état des eaux (physicochimie...). <p>La notion de débit minimum biologique étant une valeur rattachée à un ouvrage et au tronçon situé directement en aval n'est donc pas adaptée ici .</p> <p>L'évaluation des débits biologique ou écologique porte sur l'ensemble du cycle hydrologique (période de basses eaux et hors période de basses eaux), sans négliger les saisons intermédiaires. Pour autant les courbes de préférence de la méthode Estimhab ont été établies pour chaque espèce à partir de données statistiques établies sur des gammes de bas débits. De fait les résultats obtenus sont peu pertinents pour les hautes eaux." De plus les tableaux et interprétations sont modifiées en ce sens.</p>	§ 4.4.1.3 page 76

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
24	Services de l'État : volet M	<p><i>Page 61 : Tableau 15 : Réintégrer les stations Estimhab Chéran et Araize (largeurs limites mais tolérable étant donné que les stations présentaient une bonne alternance de faciès, le justifier avec les éléments du rapport). Pages 63 à 67 : 4.3.1.3 : Il faut actualiser les courbes Estimhab et mieux justifier les propositions de plages de débits biologiques, en procédant par étapes, espèce par espèce, puis toutes espèces. Justifier et argumenter l'expertise. Garder en tête que le seuil bas de la gamme de débits bio ne correspond pas à un débit de survie mais reste un débit de « bon fonctionnement ». Préciser en quoi et pourquoi les résultats et l'analyse diffèrent de l'EVP 2015.</i></p> <p><i>Compléter la définition des débits biologiques pour les mois d'intersaison : avril/mai/octobre/novembre</i></p> <p><i>Graphe 25 et suivants : fournir les débits mensuels influencés, désinfluencés / moyens, quinquennaux secs / étendre à tous les mois de l'année.</i></p> <p><i>Compléter l'expertise des débits biologiques sur les UG qui en sont actuellement exemptes en respectant les étapes suivantes : 1. diagnostic du territoire 2. choix de secteurs sur lesquels expertiser les débits biologiques 3. choix des stations 4. choix des méthodes (en basses eaux : soit méthode d'habitats, soit méthode hydraulique pour les cours d'eau altérés morphologiquement) et choix des espèces cibles.</i></p> <p><i>Reconstituer l'hydrologie influencée et désinfluencée à ces stations.</i></p>	<p>Compléments effectués dans le rapport : ajout des stations Araize et Chéran, ajout des QMN5 sur tous les mois de l'année.</p> <p>La commande était une réactualisation de l'existant et ne comprenait pas le diagnostic de territoire le choix de secteurs...</p> <p>Voir la réponse à la remarque 21</p>	Tableau 22 page 73

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
25	Services de l'État : volet M	<i>Page 69 à 78 : Compte tenu des remarques sur la faiblesse de la méthodologie exprimée par les acteurs en COPIL cette partie ne devrait pas être maintenue telle quelle. Des éléments descriptifs du bassin sont cependant à reprendre et à intégrer dans l'analyse du bassin de l'Oudon (4.2).</i>	L'analyse multicritère pour comparer les UH a été enlevée. Les éléments de contexte intéressants ont été placés en début de rapport (contexte géologique, données sur les asssecs et l'occupation du sol)	§ 4.2 page50
26	Services de l'État : volet M	<i>Page 74 : Il manque la station ONDE du Chéran à Congrier</i>	carte mise à jour => renvoi vers le volet hydrologie	Carte 13 page 52
27	Services de l'État : volet M	<i>Page 78 : Tableau 22 : Le BV de référence proposé pour le Chéran UH5 est l'Oudon Cossé UH1 alors que ce dernier ne ressort aucune fois comme ayant des similitudes dans la ligne du Chéran UH5</i>	L'analyse multicritères présentée dans le rapport intermédiaire a été supprimée.	
28	Services de l'État : volet M	<i>Pages 80 à 98 : Le volet plan d'eau est intéressant, il dépasse le strict volet Milieux de l'étude HMUC. En ce sens il est préférable d'intégrer la partie descriptive des impacts potentiels des plans d'eau dans le volet usages. Les plans d'eau sont une composante des systèmes hydrauliques, cependant ils ne le sont que par une action anthropique et ne perdurent qu'en association d'un usage auquel ils sont consacrés. Usages qui ont également un lien direct avec les impacts potentiels du plan d'eau (temporalité des prélèvements, localisation sur cours d'eau ...). L'angle usage permettrait de mieux distinguer les différents type de plans d'eau (agricole, piscicole, loisir ...) là où une distinction sous l'angle milieu montre plus de limites. En effet elle conduit à regrouper sous la même dénomination des types de plans d'eau très différent. De plus, l'objet de la partie milieu est de déterminer des débits biologiques limitants pour les espèces aquatiques des systèmes hydraulique, sauf erreur ces débits limites sont atteints sur les cours d'eau et non sur les plans d'eau.</i>	Après analyse des différentes remarques, nous avons finalement retenu l'option de conserver une partie de l'analyse du sujet des plans d'eau dans le volet Milieu. Précisons que selon l'enquête de Chéran, sur 59 plans d'eau enquêtés seulement 2 font l'objet d'un usage de prélèvement (dont 1 pour l'irrigation), et pour les autres il n' a pas été mis en évidence des interventions de manipulation d'équipement de régulation du flux hydraulique entrant ou sortant. De fait, l'impact de la plupart des plans d'eau est lié à leur simple présence sur le territoire (évaporation, interception des écoulements, connexion avec les eaux de surfaces et souterraines).	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
29	Services de l'État : volet M	<p><i>Page 81 : « Des plans d'eau créés en creusant le terrain naturel n'ont pas d'impact aussi significatif sur les conditions d'écoulement des rivières. Leur création revient à remplacer des habitats terrestres par des habitats aquatiques. Sans intervention humaine ils ont vocation à se refermer. Ils peuvent en revanche avoir un effet sur le fonctionnement de la nappe souterraine superficielle »</i></p> <p><i>Ce paragraphe apparaît sans trop de contexte dans le développement. Hormis pour la continuité qui est peut-être moins impactée il est difficile de généraliser de la sorte. Ces plans d'eau sont par exemple susceptibles d'être plutôt plus connectés au réseau hydrographique car non isolé pas un système de digues (réserves collinaire).</i></p>	<p>La phrase est modifiée pour préciser cette idée : Des plans d'eau créés en creusant le terrain naturel n'ont pas d'impact aussi significatif sur les conditions d'écoulement des rivières <i>que les plans d'eau situés dans le lit mineur</i>. Leur création revient à remplacer des habitats terrestres par des habitats aquatiques. Sans intervention humaine ils ont vocation à se refermer, <i>sauf s'ils sont situés en lit majeur et qu'une ou plusieurs crues débordantes les connecte au réseau hydrographique</i>. Ils peuvent en revanche avoir un effet sur le fonctionnement de la nappe souterraine superficielle</p>	§ 4.5.1 page 90

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
30	Services de l'État : volet M	<i>Page 82 : Le rapport cite la thèse d'Aldomany, mais ne l'utilise pas dans le développement après. Il faudra développer les limites méthodologiques de cette thèse (comparaison de l'évaporation d'un plan d'eau mesurée et d'une prairie avec une alimentation en eau non limitante) et ce qu'elle apporte qui fait l'objet d'une reconnaissance par la communauté scientifique (donnée d'évaporation sur plan d'eau en France).</i>	<p>Les travaux d'étude et de recherche de Mohammad Aldomany dont les travaux de thèse de doctorat de Géographie de l'Université d'Orléans (12/09/2017) présentent un intérêt par le sujet traité « <i>L'évaporation dans le bilan hydrologique des étangs</i> ». Parmi les résultats intéressants de ces travaux nous notons :</p> <p>P1 l'absence de méthode de mesure normée de l'évaporation de plans d'eau,</p> <p>P2 la variabilité des résultats de mesures d'évaporation in situ selon les caractéristiques du plan d'eau et de son environnement</p> <p>Un rapport très récent (novembre 2023) de l'Académie d'Agriculture de France, précise l'état des connaissances sur le sujet : <i>Académie d'Agriculture de France, « Les retenues de substitution du cas de Mauzé sur le Mignon aux conditions générales de leur déploiement » rapport de l'Académie novembre 2023</i> file:///C:/Users/iffame/Downloads/20231117rapportretenues-de-substitutionnovembre-2023.pdf</p> <p>Il en résulte à partir d'une analyse de la bibliographie scientifique :</p> <p>P3 les constats des points P1 et P2 sont corroborés par l'état des connaissances scientifiques</p> <p>P4 « <i>Faute de mesures directes, on peut donc accepter que la perte annuelle par évaporation d'un plan d'eau dans le Marais poitevin soit voisine de l'ETP</i> »</p> <p>ETP ou ETo est l'abréviation de Évapotranspiration de référence, qui est calculée par Météo France avec la formule de Penman Monteith</p>	§ 4.5.2 page 91

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
31	Services de l'État : volet M	<i>Page 88 : Le tableau de synthèse est difficilement compréhensible : le code couleur n'est pas expliqué, le tableau manque de formalisme. Il y a des incohérences, par exemple pour l'impact « modification des crues morphogènes .. » les deux dernières cases changent de couleur alors que l'impact est décrit comme identique au précédent .</i>	Les erreurs sur le code couleur du tableau ont été rectifiées et le code couleur précisé	Tableau 27 page 97
32	Services de l'État : volet M	<p><i>Page 89 : La partie 4.4.4 est-elle amenée à être développée ? En l'état elle pose question dans le développement .</i></p> <p><i>La partie 4.4.5 semble peu développée par rapport aux investigations conduites par le SAGE sur les plans d'eau du Chéran. Ces éléments pourraient être intégrés dans la partie usage consacrée aux plans d'eau. Pages 90-92</i></p> <p><i>Des éléments descriptifs du milieu sont évoqués sur l'aspect biodiversité (Natura 2000 et ZNIEFF). C'est élément devraient être intégrés dans le paragraphe 4.2. L'analyse pourrait être détaillée et ne pas s'arrêter à l'évocation « d'enjeux liés l'eau ».</i></p>	<p>Le § 5.7.2.2 page 145 relatif au « retour d'expérience des effacements de plans d'eau » présente l'état des données disponibles sur la problématique. Ce sujet ne présente pas d'intérêt particulier pour l'analyse HMUC, les enseignements du retour d'expérience sont à considérer pour l'élaboration des actions éventuelles qui pourraient être considérées dans les scénarios étudiés pour le PTGE.</p> <p>Il en va de même pour l'expertise des données collectées par l'enquête des plans d'eau de Chéran § 5.7.2.1 page 144. Les résultats de l'analyse pourraient être utiles dans la perspective où l'action est considérée de poursuivre la démarche de compléter la base de données des plans d'eau du bassin.</p>	<p>§ 5.7.2.2 page 145</p> <p>§ 5.7.2.1 page 144.</p>

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport																														
33	Services de l'État : volet U	<p><i>Page 96 : Sur le graphique de la page 96, la partie abreuvement (4 millions m³, dont 60 % en superficiel et 20 % sur le réseau) n'apparaît pas, sauf si celle-ci a été intégrée dans une autre rubrique. Page 24, il est noté que l'agriculture prélève 6 millions m³ dont 4 pour l'abreuvement).</i></p>	<p>Les prélèvements d'abreuvement des animaux d'élevage ont été estimé sur la base des effectifs des troupeaux § 5.6.2 page 135 de la Base de Données Nationale d'identification (BDNI) et du RGA 2020 et par l'application de besoins unitaires. L'analyse historique de l'évolution du cheptel n'a pas été présentée, cette analyse devra être considérée pour la définition des scénarios prospectifs horizon 2050, pour préciser l'hypothèse d'évolution du besoin d'abreuvement, un travail complémentaire doit être entrepris avec la Chambre d'Agriculture sur le sujet.</p> <p>Le tableau ci-dessous présente les données de cheptels d'animaux de l'étude EVP 2015 (rapport de phase 2 page 16)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>Bovins</th> <th>Caprins</th> <th>Ovins</th> <th>Porcins</th> <th>Volailles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RGA 2000</td> <td>238 835</td> <td>499</td> <td>9 771</td> <td>234 577</td> <td>966 583</td> </tr> <tr> <td>RGA 2010</td> <td>234 399</td> <td>0</td> <td>3 850</td> <td>189 534</td> <td>902 814</td> </tr> </tbody> </table> <p>Les données d'actualisation considérées dans l'étude sont :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>Bovins</th> <th>Caprins</th> <th>Ovins</th> <th>Porcins</th> <th>Volailles Lapins</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2020</td> <td>157 435</td> <td>19 343</td> <td>11 722</td> <td>173 831</td> <td>3 140 542</td> </tr> </tbody> </table>	Année	Bovins	Caprins	Ovins	Porcins	Volailles	RGA 2000	238 835	499	9 771	234 577	966 583	RGA 2010	234 399	0	3 850	189 534	902 814	Année	Bovins	Caprins	Ovins	Porcins	Volailles Lapins	2020	157 435	19 343	11 722	173 831	3 140 542	§ 5.6.2 page 135
Année	Bovins	Caprins	Ovins	Porcins	Volailles																													
RGA 2000	238 835	499	9 771	234 577	966 583																													
RGA 2010	234 399	0	3 850	189 534	902 814																													
Année	Bovins	Caprins	Ovins	Porcins	Volailles Lapins																													
2020	157 435	19 343	11 722	173 831	3 140 542																													

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
34	Services de l'État : volet U	<p><i>Page 97 : Les données de contribution des eaux souterraines aux débits des cours d'eau sont extrapolées aux UG de l'étude. Les limites de ce choix ne sont pas exposées. Notamment pour le cas du piézomètre de Noyant dont le fonctionnement atypique a été soulevé par le BRGM</i></p> <p><i>Sur l'Oudon, les nappes souterraines ont, à peu près, le même fonctionnement, mais nous ne savons pas comment fonctionne la relation nappe/rivière afin de définir le débit minimum d'étiage. Dans ce secteur où principalement tous les prélèvements se font dans les nappes, il faudrait arriver à quantifier le maximum de prélèvements au niveau des nappes souterraines pour que celles-ci continuent à alimenter les cours d'eau. Au minimum, une analyse statistique aurait dû être réalisée (lien entre débit des cours d'eau et niveaux piézométriques). Suite à l'étude BRGM de 2015, on ne sait pas si des équipements ont été mis en place. On a l'impression qu'il n'y a pas plus de données et que l'on est obligé de continuer à extrapoler sur certains bassins versants. Les conclusions de l'étude BRGM ont-elles été reprises ?</i></p> <p><i>Pour l'usage industriel, il n'y a aucun descriptif : origine du prélèvement, usage, auto-gestion ou rejet en station communale. Il y a beaucoup d'hypothèses.</i></p> <p><i>Il n'y a pas d'analyse des types usages industriels sur le territoire. Les principaux préleveurs ne sont pas identifiés.</i></p>	<p>Le paragraphe 5.5 page 126 a été consolidé par apporter plus de précision sur les questions soulevées.</p> <p>Notamment un tableau a été ajouté précisant les volumes prélevés de 2010 à 2021 pour chaque ouvrage (Tableau 40).</p> <p>Les explications concernant la reprise des résultats de l'étude du BRGM ont été complétées.</p>	§ 5.5 page 126

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
35	Services de l'État : volet U	<i>Page 108 : Les prélèvements AEP ont diminué de près d'un tiers entre 2001 et 2006 passant de 3 500 000 m³ prélevés en 2000 à 2 500 000 m³ prélevés en 2011. Depuis 2006, les prélèvements semblent s'être stabilisés autour des 2 500 000 m³/an. (page 22) Le secteur d'étude compte environ 33 000 abonnés en 2021, pour une consommation annuelle de 5 000 000 m³. Globalement, le nombre d'abonnés et la consommation d'eau potable n'ont cessé d'augmenter depuis plus de 10 ans. Il faudrait rappeler ici qu'une partie de l'AEP vient du bassin de la Mayenne.</i>	Des précisions supplémentaires sont communiquées au § 5.4.2.3 page 116 Comme vu précédemment, seulement environ 2 000 000 de m ³ sont produits sur le territoire. Afin d'alimenter tous les habitants du bassin versant, environ 3 000 000 m ³ proviennent de la Mayenne.	§ 5.4.2.3 page 116
36	Services de l'État : volet U	<i>Page 109 : Il manque un tableau de synthèse de la consommation AEP par UG et par mois.</i>	Le tableau rajouté Tableau 35 page 117 présente le détail des volumes consommés par UH et par année. La répartition mensuelle des consommation est considérée similaire à la répartition des prélèvements d'AEP dont la courbe moyenne est représentée sur le Graphe 49 page 112	Tableau 35 page 117
37	Services de l'État : volet U	<i>Page 112 : Indiquer également les volumes rejetés par UG.</i>	Un tableau a été rajouté : Tableau 39 page 124	Tableau 39 page 124
38	Services de l'État : volet U	<i>Page 117 : Les limites des sources de données ne sont pas exprimées : BNPE et données État. On ne connaît finalement qu'une partie de la réalité, et l'expérience a montré que les données sont incomplètes. L'objectif était de palier à ce manque par l'inventaire de la CRA (irrigation+ abreuvement). Le succès de cet inventaire n'a pas été au rendez-vous. Irrigation des cultures : on ne connaît que 276 points de prélèvements ce qui paraît faible. L'analyse de l'apport moyen par hectare irrigué / BUT à partie du RPG et du besoin des cultures montre un écart d'au moins le double (700m³/ha/an contre 1350 à 2500m³/ha/an). 70 % des volumes d'irrigation</i>	Tel que précisé dans le paragraphe, les services de l'État ont mis à disposition les données correspondant aux points de prélèvements soumis à autorisation ou déclaration. La BNPE est renseignée à partir des redevances versées à l'Agence de l'Eau, pour l'agriculture, les préleveurs sont redevables au-delà de 10 000 m ³ prélevés. En l'absence de données d'enquêtes auprès des préleveurs, la connaissance des prélèvements est partielle. Il est important de préciser que la production des données sur les prélèvements est du ressort des acteurs du territoire. Dans la majorité des situations, les prélèvements des irrigants sont inférieurs au besoin d'irrigation des cultures (BUT), ce résultat s'explique très bien par les modèles agroéconomiques qui reproduisent le fonctionnement des systèmes de production agricole. Ainsi pour	§ 5.6.1.1 page 127

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
		<p><i>sont utilisés en 49.</i></p> <p><i>La variation de situations de UG laisse perplexe, 76 % des surfaces de SAU sont irriguées sur l'Argos contre 0 % sur le Misengrain...</i></p>	<p>l'irrigation des grandes cultures et des cultures fourragères les prélèvements moyens sur une chronique d'années sont de l'ordre de 70 % du BUT. Les années de fort déficit hydrique, si l'accès à la ressource en eau n'est pas limité (restriction), les prélèvements sont de l'ordre de 90 % du BUT.</p> <p>Ce sont des contraintes dans l'utilisation des équipements d'irrigation et aussi la prise en compte de l'aversion aux risques que prend en compte l'exploitant dans ses décisions techniques qui sont les principaux éléments explicatifs de l'écart entre prélèvements avec les besoins théoriques (BUT).</p> <p>Pour les cultures à haute valeur ajoutée, (arboriculture, maraîchage, cultures de semences ou industrielles sous contrat) les prélèvements sont proches des besoins agronomiques.</p> <p>Les données relatives aux surfaces irriguées sont issues du Recensement Agricole de 2020 (§ 5.6.1.2 page 128), ces obtenues par masse d'eau sont exhaustives pour l'année considérée. Cependant les données du RGA sont rattachées à la commune siège de l'exploitation agricole. Ainsi il demeure une marge d'incertitude par rapport à la localisation des parcelles à l'échelle des Unité Hydrologiques.</p>	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport												
39	Services de l'État : volet U	<i>Page 118 : Une description de l'évolution du RGA entre 2010 et 2020 pourrait être ajoutée.</i>	<p>Pour mémoire dans l'étude EVP de 2015 : (rapport de phase 2 page 24)</p> <p>2.2.2.2 Évolution des surfaces irriguées</p> <p>L'estimation des surfaces irriguées sur le bassin versant a été délicate compte-tenu du peu de données disponibles. L'analyse s'est essentiellement basée sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les fichiers transmis par la DDT 53 où sont précisées les surfaces cultivées par type de cultures et par communes ; • Les fichiers transmis par la DDT 49 où sont précisées les surfaces irriguées par type de cultures et par communes pour les années 2000, 2005 et 2009. <p>Les données n'étant pas disponibles en Mayenne nous avons choisi, en accord avec les Chambres d'Agriculture, d'appliquer des ratios de surfaces irriguées par type de cultures calculés à partir des données de Maine et Loire.</p> <p><i>Il faut relativiser ici les lacunes dans les données relatives aux surfaces irriguées : en effet, celles-ci sont utilisées uniquement pour répartir les volumes annuellement prélevés présentés plus haut sur la période d'irrigation (à partir d'un calcul de besoin en théorique des plantes). Le manque de données sur les surfaces irriguées n'impacte donc pas le bilan global des usages de l'eau.</i></p> <p>Les surfaces irriguées obtenues sur le bassin versant sont précisées dans le Tableau 2-6 suivant :</p> <p style="text-align: center;">Tableau 2-6: Surface irriguée (ha)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>2000</th> <th>2005</th> <th>2007</th> <th>2008</th> <th>2009</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Surfaces Irriguées (ha)</td> <td>3 288</td> <td>2 599</td> <td>2 559</td> <td>2 961</td> <td>2 713</td> </tr> </tbody> </table> <p>Les années manquantes ont du être extrapolées à partir des éléments ci-dessus. Les années manquantes ont été complétées par une interpolation linéaire jusqu'en 2009. Après 2009, les données des surfaces irriguées ont été répliquées.</p> <p>La surface totale irriguée au RGA 2020 est 2 167 ha, soit une valeur inférieure d'environ 20 % aux valeurs considérées dans l'étude EVP de 2015. Après consultation de la Chambre d'Agriculture nous pouvons considérer que l'assolement irrigué a une composition relativement stable sur la période 2004 – 2022, avec cette hypothèse la fonction de répartition du besoin d'irrigation au pas de temps mensuel est calculée sur l'assolement irrigué du RGA 2020</p>	Année	2000	2005	2007	2008	2009	Surfaces Irriguées (ha)	3 288	2 599	2 559	2 961	2 713	Graphe 57 page 128
Année	2000	2005	2007	2008	2009											
Surfaces Irriguées (ha)	3 288	2 599	2 559	2 961	2 713											

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
40	Services de l'État : volet U	<i>Page 122 : N'y a-t-il pas de limite à comparer le ratio moyen volume irrigation/surface irrigation du bassin Adour Garonne à la situation sur le bassin de l'Oudon, où les réalités peuvent être différentes. Absence de valeur en Loire-Bretagne ? Il est noté que les besoins liés à l'antigel ne sont pas pris en compte. Or, la CRA PdL devait fournir dès septembre les données sur la consommation en eau pour les besoins liés à la lutte antigel. Qu'en est-il ?</i>	<p>La référence AEAG est une erreur, il s'agit bien évidemment de AELB !!!</p> <p>Les données prises en compte pour la répartition des besoins en apport d'eau d'irrigation des cultures correspondent à des référentiels locaux. Ces données ont été obtenues auprès des Chambres d'Agriculture, les services spécialisés dans le conseil aux irrigants. L'irrigation « antigel » concerne les cultures pérenne soit sur le territoire de Oudon, l'arboriculture. Les volumes prélevés à cette période retourne au milieu (faible perte par évaporation)</p>	<p>§ 5.6.1.4</p> <p>Page 132</p>
41	Services de l'État : volet U	<i>Page 123 : Il serait intéressant de comparer les résultats de la méthodologie avec une estimation du prélèvement irrigation basé uniquement sur les surfaces irriguées et les coefficients BUT (considéré comme maximisant), cette donnée peut être obtenue très facilement. En effet, l'estimation se base que sur une ventilation du volume déclaré pour la redevance Agence, ce qui tend à minimiser le volume irrigation (les limites de ces déclarations ont été présentées p122). Voir si cette méthode permet d'indiquer une borne haute de prélèvement irrigation cohérente.</i>	<p>Nous comprenons l'idée qui serait d'obtenir une valeur « maximisée » du prélèvement d'eau d'irrigation en considérant les besoins unitaires théoriques (BUT) à la place des volumes déclarés à l'Agence de l'Eau Loire Bretagne (BNPE).</p> <p>En complément de la réponse à la remarque 38, nous précisons que l'agriculteur irrigant détermine l'assolement irrigué de son exploitation (surface irriguée) en fonction d'une analyse qui intègre son appréciation de la ressource (probabilité du volume prélevable) qu'il pourra utiliser. Cette appréciation prend en compte le risque de restriction (arrêtés sécheresse) estimé sur la base de son expérience historique (les années récentes).</p> <p>On constate que en général les irrigants n'ont pas la capacité en matériel et en temps de travail pour irriguer toute leur surface irriguée au niveau du BUT.</p> <p>Les données historiques indiquent un volume maximal déclaré à la BNPE de 1,851 Mm³ (2016) pour une moyenne sur la chronique de 1,460 Mm³, le coefficient de l'ordre de 1,3 nous paraît être une estimation réaliste du volume prélevé maximal dans le contexte des contraintes locales des irrigants</p>	<p>§ 5.6.1.5</p> <p>page 133</p>

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
42	Services de l'État : volet U	<i>Page 124 : Il serait intéressant de présenter dans le tableau la fourchette de prélèvements potentiel avec les valeurs des années extrêmes sur 2010/2021. L'usage irrigation peut être fortement variable</i>	<p>Les apports d'eau d'irrigation sont variables selon les années en fonction notamment des conditions climatiques du printemps et de l'été. Le Tableau 45 page 133, révèle un prélèvement minimal en 2021 de 1,01 Mm³ maximal en 2016 de 1,851 Mm³.</p> <p>Le tableau et le graphe de la page suivante ont été définis sur la base du prélèvement moyen de la chronique (2010-2021) soit 1,464 Mm³. Ces supports servent à produire une comparaison entre 11 UHs du bassin de l'Oudon au pas de temps mensuels.</p> <p>Les fonctions de répartition au pas de temps mensuel ont été produites pour une année de climat moyen Pluie Eto.</p> <p>L'approche par les valeurs moyennes est suffisante pour caler la valeur des paramètres pluies débits, sachant que par ailleurs nous ne disposons pas des données (assolement irrigué de chaque année de la chronique) permettant d'estimer le prélèvement au pas de temps mensuel.</p>	Le Tableau 45 page 133,
43	Services de l'État : volet U	<i>Page 125 : Répétition de page</i>		
44	Services de l'État : volet U	<i>Page 129 : Dans le tableau, s'agit-il d'un volume prélevé ou consommé ?</i>	La différence entre « prélèvement » et « consommation » correspond aux pertes éventuelles d'eau selon le mode de transport de la ressource depuis le point de prélèvement jusqu'au point de consommation. Dans le cas des besoins des élevages, pour la fraction provenant du milieu, le volume prélevé est considéré égal au volume consommé. (0% de perte). Pour la fraction du besoin provenant du réseau AEP, il s'agit d'un volume consommé.	Tableau 51 page 138
45	Services de l'État : volet U	<i>Page 130 : L'hypothèse de la bande de déconnexion des 100 m du cours d'eau possède des limites. Si l'on conserve ce principe, ne serait-il pas plus judicieux de raisonner en fonction de la largeur du cours d'eau (et donc plus un cours d'eau est important, plus la nappe d'accompagnement sera large ?)</i>	<p>Avec les données d'imagerie disponibles (SIG) pour la plupart des cours d'eau du bassin il sera quasiment impossible d'estimer la largeur du cours d'eau le plus proche de chaque plan d'eau.</p> <p>D'autre part, l'étendue de la nappe alluviale d'un cours d'eau est variable selon plusieurs critères.</p>	§ 5.7.2.4 page 146

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
46	Services de l'État : volet U	Page 132 <i>La légende ne correspond pas aux lettres utilisées sur le schéma. Le développement aborde de nouveau des éléments issus de l'expertise commune décrivant l'impact potentiel des plans d'eau. Ces éléments ont déjà été abordés dans le développement de la partie milieu. Il serait plus clair pour le rapport que cette partie décrivant les impacts potentiels figure à cet endroit plutôt que dans la partie milieu.</i>	Légende corrigée La rédaction a été remaniée pour éviter la redondance.	Figure 40 page 95
47	Services de l'État : volet U	Page 135 : <i>Dans le tableau 51 les plans d'eau en dérivation de cours d'eau sont identifiés comme déconnectés. Ce n'est pas forcément le cas de toutes ces retenues qui peuvent être connectées à la nappe d'accompagnement du cours d'eau.</i>	Une précision a été apportée pour les plans d'eau en dérivation	Tableau 58 page 146
48	Services de l'État : volet U	Page 136 : <i>Combien de plans d'eau ont-ils été identifiés par hypothèse des 50 m assimilant un plan d'eau comme ayant un usage agricole ? Est-il possible de faire deux hypothèses de calcul du volume des plans d'eau selon qu'il soit agricole ou non, car les plans d'eau agricoles sont plus creusés que les autres. Le travail du SAGE sur le Chéran a permis de préciser des valeurs.</i>	Le nombre de plans d'eau « usage agricole » est précisé dans le Tableau 59 page 148. Dans l'enquête de Chéran il y a avait seulement un plan d'eau à usage agricole avéré, et un deuxième avec un usage probable. Les résultats de l'enquête de Chéran ne sont pas extrapolables à l'ensemble du bassin	Tableau 59 page 148
49	Services de l'État : volet U	Page 136 : <i>Les effets de marnage ne sont pas pris en compte dans le cadre du paramètre surface. Cette hypothèse n'a pas été présentée au COPIL.</i>	Pour évaluer les effets de marnages il faudrait disposer d'images du plan d'eau à différentes saisons et/ou années, ce qui n'est pas le cas.	§ 5.7.2.6 page 147
50	Services de l'État : volet U	Page 138 : <i>Il est nécessaire que certaines données soient présentées aux acteurs pour validation. Par exemple pour les plans d'eau sont considérés comme connectés 24 plans d'eau à usage d'irrigation et 63 % des plans d'eau à usage de loisirs (8 Mm3 de volume).</i>	Toutes les modalités de calcul ont été présentées en réunion du groupe restreint de pilotage du 31 mai 2023 dédiée à « L'impact des plans d'eau – méthodes données », la présentation a été réalisée en considérant l'exemple de l'UH Chéran Dans l'étape prochaine de l'analyse HMUC « croisement des 4 volets » une présentation détaillée des résultats de chacune des 11 UHs sera produite pour une analyse en Comité de Suivi.	Tableau 60 page 149

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
51	Services de l'État : volet U	<i>Page 146 : Les principes de la modélisation ne sont pas évoqués. Les résultats sont très variables passant de 14 % à 80 % pour conclure sur le fait que la part des flux interceptés par les plans d'eau à usage irrigation est faible alors que ceux de loisirs peuvent capter plus de 30 % des flux en période estivale. Cette hypothèse doit être validée par le Copil. Ces limites doivent être présentées.</i>	Les données présentées dans le paragraphe 5.7.4.4 page 155 correspondent AUX RESULTATS DES CALCULS DE LA MODELISATION DE L'IMPACT DES PLANS D'EAU, il ne s'agit pas d'hypothèses. Le modèle de calcul avec les équations des formules les valeurs des paramètres ... est présenté dans les paragraphes précédents. du chapitre 5.7.4 page 149.	5.7.4.4 page 155
52	Services de l'État : volet U	<i>Page 146 : On observe un décalage temporel entre les besoins d'irrigation (concentrés en juillet août et prélevés dans les eaux stockées) et les prélèvements correspondants (prélevés sur le milieu par remplissage des plans d'eau en octobre novembre). Il faudrait indiquer qu'il s'agit d'un remplissage passif des plans d'eau qui ont baissé pendant la saison d'étiage</i>	Corrigé	Page (155 + 2)
53	Services de l'État : volet U	<i>Page 141 : Pourquoi UH6 n'est pas considérée comme ayant une faible surface interceptée alors que UH2 et UH 6 ont un taux identique de 30 %</i>	Anomalie corrigée	Tableau 61 page 152

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
54	Services de l'État : volet U	<i>Page 147 : La méthode de calcul de l'évaporation n'est pas détaillée. Dans les figures 62 et 63 pourquoi y a-t-il des valeurs d'évaporation négatives ? Préciser la méthode utilisée (ETP/ETR, ...)</i>	Le terme « évaporation » correspond à l'impact du plan d'eau par rapport à la situation « sans plan d'eau » sur l'écoulement des eaux superficielles. Ainsi il peut arriver que pour certains mois et certaines années, l'état « sans plan d'eau » prélève un volume d'eau supérieur au plan d'eau, dans ce cas la valeur « évaporation » du plan d'eau est négative ce qui correspond à un effet positif sur les écoulements superficiels	Figure 68 page 158
55	Services de l'État : volet U	<i>Page 150 : Le prélèvement par évaporation des plans d'eau est estimé à 8 019 868 m³. La valeur a été calculée à partir d'une année de référence ? Année sèche, moyenne ... ? De manière générale il faut afficher des amplitudes de prélèvements qui permettent d'apprécier l'écart possible entre des situations annuelles différentes.</i>	Les résultats de prélèvements par évaporation présentés dans le Tableau 65 page 161 correspondent aux valeurs d'une année quinquennale sèche calculées sur la chronique 2002 – 2022. À titre indicatif, le prélèvement par évaporation moyen de la chronique est 4 429 824 m ³ , dont 1 325 622 m ³ dans les plans d'eau non agricoles déconnectés et 3 104 202 m ³ dans les autres plans d'eau.	Tableau 65 page 161
56	Services de l'État : volet H	<i>Page 154 : Absence de réflexion quant à la période de basses eaux (allongement ou non à novembre, souvent questionné dans les autres études HMUC)</i>	Dans le cahier des charges de l'étude ainsi que dans la continuité de l'étude EVP 2015, il est fait référence à 3 périodes : étiage de juin à octobre, hors étiage de novembre à mars et intermédiaire de avril à mai. Ces périodes ont donc été analysées de façon distinctes. Cependant, le mois de novembre a maintenant été plus analysé dans le texte pour répondre à votre commentaire que dans la version du rapport précédent. Les données du réseau Onde présentent en effet parfois encore des assecs ponctuels sur le mois de novembre pour deux stations. Mais les moyenne des débits spécifiques mensuels montrent bien une reprises des écoulements en novembre suggérant la fin de la période de basses eaux.	§ 6 page 165
57	Services de l'État : volet H	<i>Page 158 : La partie hydrologie n'est pas assez détaillée. Le travail réalisé à partir des données recueillies n'est pas présenté. Les résultats sont présentés par UG mais ne font ne sont pas l'objet d'analyse. La reconstitution de l'hydrologie par la simulation du modèle pluie débit n'est pas présentée.</i>	Le modèle, les paramètres de calage ainsi que les données d'entrée du modèle ont été plus détaillés.	§ 6.2 page 168

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
58	Services de l'État : volet H	<i>Page 166 : « À ce stade, en analysant des débits mesurés dits influencés par les usages humains, il n'est pas possible de se prononcer quant à l'origine des écarts constatés entre les différents bassins versants : naturelle ou anthropique ? ». Cette information n'est pas compréhensible.</i>	Ce n'était qu'une simple transition entre l'analyse des débits mesurés et le besoin de désinfluencer les débits pour pouvoir répondre à cette question. Cette phrase a été supprimé.	Page (176+1)
59	Services de l'État : volet H	<i>Page 169 : Il manque la station ONDE du Chéran à Congrier</i>	station intégrée	Carte 13 page 52
60	Services de l'État : volet H	<i>Page 174 : Les résultats des simulations de débits naturels sont maintenant comparés aux débits mesurés afin d'évaluer l'impact des influences sur la période 2003-2022. La période diffère par rapport à celle du tableau précédent (2014-2021), il est donc normal de ne pas avoir les mêmes valeurs. Ce type de remarque engendre des confusions. Préciser par un exemple</i>	Pour simplifier et clarifier cette partie du rapport, le tableau d'efficacité du modèle a été mis en annexe pour n'avoir que dans le corps du texte du rapport les indicateurs hydrologiques sur la période d'étude 2003-2022.	§ 6.3.4 page 185
61	Services de l'État : volet H	<i>Page 171 : Dans la formule, la somme des rejets des STEP intègre-t-elle uniquement les STEP collectives ou les STEP collectives et industrielles ? Les fuites des réseaux ne sont pas prises en compte, tout comme l'infiltration naturelle des milieux et les rejets de l'assainissement non collectif (qui correspond toutefois au prélèvement industriel = 400 000 m³). Pour la partie prélèvements, l'usage des puits des particuliers n'a pas été intégré dans la formule.</i>	La somme des rejets de STEP intègre seulement les STEP collectives. Certaines industries peuvent être rattachées aux STEP collectives (notamment celles où l'eau ne demande pas un traitement spécifique). D'après le rapport de Safège (Rapport de phase 2, étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire du SAGE "Oudon"), les fuites suite aux traitements de potabilisation ou à l'utilisation d'eaux de services nécessaires au fonctionnement des installations sont comprises entre 2 et 5% des prélèvements pour l'alimentation en eau potable. Le volume perdu dans les fuites est négligeable par rapport au volume pompé. Ces fuites sont des rejets "diffus" difficiles à intégrer dans le bilan du BV.	§ 6.3.2 page 182

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
62	Services de l'État : volet C	<i>Page 188 : L'analyse du réseau Onde intervient tardivement dans le rapport, elle devrait être intégrée avec les autres éléments descriptifs du bassin.</i>	L'analyse des données Onde a été reportée dans le volet Milieu	Carte 13 page 52
63	Services de l'État : volet C	<i>Page 190 : Les résultats de trois tuiles seront téléchargés. Comment s'est fait le choix de ces 3 tuiles ?</i>	Les trois tuiles ont été choisies au droit des 3 stations météorologiques utilisées dans le volet H comme données d'entrée pour la modélisation. Ceci a été explicité dans le rapport.	Carte 90 page 204
64	Services de l'État : volet C	<i>Page 195 : Les modèles sont plus ou moins bons dans la modélisation qu'ils offrent de l'évolution de la température ou des précipitations. Le rapport ne détaille pas la capacité de modélisation des modèles retenus sur ces deux variables.</i>	<p>L'une des difficultés majeures dans le cadre d'études relatives au changement climatique réside dans la sélection des projections climatiques, qui doivent servir de support pour déterminer les impacts et les mesures d'adaptation associées. Ces projections climatiques correspondent à différents scénarios d'émission RCP et à différents modèles (couples GCM/RCM), qu'il convient de choisir au mieux en fonction des objectifs de l'étude et du territoire. Ce ne sont ainsi pas moins de 30 simulations qui sont mises à disposition, dans le jeu de données DRIAS 2020, qui a déjà fait l'objet d'un sous échantillonnage intelligent parmi les projections climatiques qui existent à l'échelle du globe. Ce sous échantillonnage a permis de conserver uniquement les GCM et RCM réalistes, de maximiser la dispersion du signal du changement climatique en supprimant deux chaînes de modélisations redondantes en termes de résultats et à conserver les couples de modèles cohérents physiquement en termes de processus. Ils ont tous été débiaisés par rapport aux données Météo France de Safran. Il sont donc tous considérés comme équiprobables par les chercheurs et comme capables de modéliser la température et la précipitation. ceci a été explicité dans le texte du rapport.</p> <p>En fonction des études, et en particulier pour celles qui nécessitent, sur la base des projections climatiques, la mise en œuvre d'un modèle hydrologique puis l'analyse des résultats sur les milieux, telle une étude HMUC, il n'est pas toujours possible de traiter un aussi grand nombre de données. Il est donc souvent préférable de sélectionner quelques simulations judicieusement choisies (approche storylines) sur le territoire et acceptées par les acteurs.</p> <p>Sur la base des recommandations disponibles sur le portail DRIAS qui présente des méthodologies pour sélectionner un modèle climatique sur l'ensemble disponible, nous avons analysé deux indicateurs climatiques représentatifs du comportement des modèles : écart de la température moyenne (ΔT) et écart relatif des précipitations (ΔP) entre les deux périodes étudiées. Sur cette base, deux chaînes de modélisation contrastées ont été étudiées.</p>	§ 7.2.2 page 212

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
65	Services de l'État : volet C	<i>Page 201 : Pour le modèle Aladin, le graphique montre une très légère augmentation des pluies sur la période or il est annoncé -1.43%. A-t-il une erreur au niveau du graphique ? Les chiffres traduisent bien une baisse mais pas la courbe « linéaire Aladin ».</i>	En effet, sur la chronique de pluviométrie cumulée annuelle 1993-2100 Graphe 104, la courbes de tendance pour le scénario Aladin indique une hausse de 0.4 mm/an alors que la comparaison des deux périodes spécifiques d'étude indiquent une baisse ce qui montre bien la variabilité interannuelle forte du climat. Ceci a été explicité dans le rapport.	Graphe 104 page 221
66	Services de l'État : volet C	<i>Page 205 : L'analyse de l'effet du changement climatique sur les différents usages restent donc à conduire.</i>	Analyse prévue postérieurement	
67	DREAL - Pauline Busson	<i>Rapport peu clair et pas assez dans la pédagogie. numérotation des parties qui brouillent la lisibilité du rapport : par exemple, au vu des titres, les parties 5.5 et 5.6 devraient être des sous-parties du 5.4</i>	Voir la réponse à la remarque 1 Il est prévu dans le cadre de l'étude de produire une note de synthèse à vocation pédagogique destinée à un large public non averti aux méthodes de calculs au demeurant complexes mises en œuvre pour la détermination des propositions de volumes prélevables et de débits biologiques.	
68	DREAL - Pauline Busson	<i>partie sur l'EVP précédente : manque de synthèses sur les résultats importants / le rapport ne pointe pas assez les choses à compléter / mériterait d'avoir une analyse comparative entre anciens résultats et nouveaux résultats</i>	L'étude EVP 2015 a été réalisée la chronique de débits désinfluencés « 2000 à 2011 » (12 ans). La nouvelle étude « Analyse HMUC guide 2023 » est basée sur la chronique de débits désinfluencés « 2004 à 2022 » (19 ans) Dans la nouvelle étude les prélèvements sur les Usages sont déterminés sur des données, des paramètres et des méthodes différentes de façon significative par rapport à l'étude EVP 2015 du fait notamment de l'application du guide méthodologique de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne. De l'étude EVP 2015, nous retenons le découpage du bassin en 11 Unités Hydrologiques, les mesures Estimhab effectuées dans les 5 UHs pour lesquelles les calculs de débits biologiques sont refaits sur la base des séries actualisées de débits biologiques. AINSI L'ENSEIGNEMENT PRINCIPAL EST : <ul style="list-style-type: none"> • La sensibilité des résultats d'une étude Volumes Prélevables en fonction de la série de données d'hydrologie, une chronique de 19 années représente une hydrologie significativement différente d'une chronique de 12 années • La sensibilité des résultats à la qualité des données disponibles pour évaluer les prélèvements et à l'évolution des méthodes d'évaluation des débits biologiques 	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
69	DREAL - Pauline Busson	<i>des explications parfois très compliquées et mal structurées : par exemple explications sur les Plans d'eau à deux endroits différents + informations importantes brouillées par un état de l'art sur les Plans d'eau (on se perd entre ce qui est relèvé de l'étude de ce qui est juste pour information)</i>	Le rapport « préliminaire » présente l'ensemble des résultats obtenus depuis le démarrage de l'étude sous une forme brute qui doit être révisée pour être conforme aux attentes du livrable de l'analyse HMUC.	
70	DREAL - Pauline Busson	<i>les incertitudes inhérentes aux hypothèses prises dans l'étude sont peu explicitées</i>	Des compléments dans la rédaction sont réalisés pour répondre aux remarques sur les points précis du rapport.	
71	DREAL - Pauline Busson volet U	<i>usage industrie (P.116) : application d'un ratio (qui provient de Seine Normandie) aux prélèvements bruts pour déterminer les prélèvements nets. N'aurait-on pas pu faire une analyse des rejets industriels ?</i>	Au stade actuel de la disponibilité des données, nous n'avons pas obtenu de données locales permettant de caractériser le prélèvement net, et le volume de rejets des industries locales, par défaut un ratio a été appliqué correspondant à une valeur moyenne établie sur un grand nombre d'entreprises (Bassin Seine Normandie). Dans le cas où des données plus précises seraient mises en disposition nous pourrions les prendre en compte et ajuster les résultats.	§ 5.5 page 126
72	DREAL - Pauline Busson volet U	<i>p121 il est écrit : "Les trois principales cultures irriguées du territoire sont prises en compte" : cela signifie bien qu'on s'est basé sur ces 3 cultures pour estimer une dynamique d'irrigation (i.e. un ratio par mois pour répartir les prélèvements agricoles) qui sera appliquée, toute culture confondue, à l'ensemble des prélèvements agricoles du territoire ? Cette partie mériterait une explication plus claire.</i>	Les 3 cultures prises en compte représentent 79 % de la sole irriguée cf. le Tableau 43 page 131, les 21 % restant correspondent à un assolement diversifié.	§ 5.6.1.4 page 131
73	DREAL - Pauline Busson volet U	<i>est-ce que la non prise en compte des volumes de prélèvements non déclarés (p.122) a été discutée en groupe de travail ? Car cela pose question quand on voit l'écart entre BUT des principales cultures du territoire et ratio moyen calculé via les données agence de l'eau.</i>	L'existence de prélèvements « non déclarés » est un incontournable sur l'ensemble des territoires. Le Guide Méthodologique HMUC de l'AELB précise l'existence de prélèvements et de rejets non déterminés dont certains sont qualifiés de « diffus » qui ne peuvent pas être pris en compte dans le calcul des bilans besoins ressources. Ainsi il est admis que le calcul des VPs soit effectué avec cette incertitude.	Page 132

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
74	DREAL - Pauline Busson volet U	<i>. la non prise en compte de la lutte antigél dans le diagnostic pose aussi question quand on voit la place importante des vergers et notamment pommiers sur le territoire > à ce propos, l'enquête CRA a-t-elle avancé sur le sujet ? Ce serait bien de le mentionner dans le rapport.</i>	Voir la réponse à la remarque 40. Les apports d'eau pour la protection « anti gel » ne sont pas consommés, l'essentiel retourne au milieu.	
75	DREAL - Pauline Busson mel du 07/12/2023 volet U : irrigation	<i>Ce serait bien aussi de nuancer ce qui est écrit p.122 : "on considère que ces besoins n'interviennent pas au cours de l'étiage et que la très grosse majorité des volumes utilisés retournent au milieu". En effet on peut considérer qu'il y a un retour au milieu, mais ce retour est très difficilement quantifiable et va dépendre de la configuration du verger en question (l'eau ne retourne pas forcément dans le cours d'eau où elle a été prélevée). De plus, on estime que l'impact direct des prélèvements LAG n'est pas négligeable : potentiellement on aura un cumul de prélèvements importants (tout le monde prélèvera au même moment), qui plus est sur une période critique pour les milieux (début printemps = période où les besoins des milieux sont les plus importants).</i>	La superficie de vergers irrigués est de l'ordre de 500 ha. Les apports d'eau pour la protection antigél sont utiles seulement pour les épisodes de gels tardifs effectivement au début du printemps (mars, avril). Les épisodes de gels tardifs ne se produisent pas tous les ans. Nous proposons que l'impact potentiel de la lutte anti gel des vergers soit pris en compte dans l'analyse des enjeux de la période hivernale (novembre à mars) et intermédiaire (avril mai) Il est prévu de réaliser des investigations supplémentaires dans le cadre d'un marché de prestations complémentaires pour le volet Milieu qui intègre l'analyse des enjeux de la période hivernale. Ce sujet sera considéré dans la détermination des conditions de prélèvement compatibles avec les enjeux milieux de la période « hors basses eaux »	
76	DREAL - Pauline Busson mel du 07/12/2023 volet U : abreuvement	<i>certaines hypothèses de calcul ne sont pas explicitées : . méthodologie de ventilation par UH des animaux autres que ruminants (p.125) . répartition en fonction de l'origine de la ressource : apparemment cette répartition se base sur l'enquête CRAPL qui a eu très peu de retour, ce serait donc bien d'expliquer comment les résultats ont été extrapolés.</i>	Il est précisé dans le texte que les effectifs des animaux autres que les ruminants sont déterminés à partir du RGA 2020, nous disposons des résultats du RGA ramenés à la commune des exploitants par masse d'eau ce qui permet de les répartir par Unité Hydrologique. Pour l'origine de la ressource utilisée pour l'abreuvement Tableau 49 page 137, l'enquête CRAPL certes réalisée sur un échantillon restreint est la source données locales la plus appropriée pour préciser ce paramètre.	Tableau 47 page 135

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
77	DREAL - Pauline Busson volet U	<p><i>Globalement cette partie est assez opaque. Plusieurs analyses sont présentées via des tableaux, c'est intéressant, mais il faudrait distinguer la partie "analyse" de l'explication de la prise en compte de l'impact des Plans d'eau dans le calcul de l'hydrologie désinfluencée. Il est difficile de comprendre la méthodologie qui a été appliquée :</i></p> <p><i>>p138-140 (partie 5.7.4.1) : on a l'impression que la détermination de l'impact des plans d'eau va être issue d'une modélisation des flux entrants et sortants pour chaque plan d'eau (figure 60) mais à la lecture du reste du rapport sur le sujet, je n'ai pas l'impression que c'est ce qui a été fait?</i></p> <p><i>> p.143 une méthodologie plus simple est exposée</i></p> <p><i>> p. 144 : on parle d'un coefficient de ruissellement mais il n'est pas expliqué comment concrètement ce coefficient de ruissellement va être pris en compte dans les calculs</i></p> <p><i>> p.144 : on introduit des différences de prise en compte par typologie de plan d'eau</i></p> <p><i>> on parle aussi d'une modélisation des déstockages-remplissages sans expliquer clairement ce qui est fait</i></p>	<p>Tel que vous l'avez compris à partir du schéma de la Figure 66 page 150, le calcul de l'influence des plans d'eau sur les écoulements correspond à la détermination de la différence entre les flux entrants et les flux sortants comparativement à une situation « sans plan d'eau ». La méthodologie décrite au § 5.7.4.3 page 154 s'inscrit dans ce principe :</p> <p>Chaque plan d'eau est caractérisé par un volume estimé par la superficie x profondeur (formule § 5.7.2.7 page 147).</p> <p>Il y a un écoulement à l'aval du plan d'eau seulement lorsque le niveau est à la cote maximale (plan d'eau rempli).</p> <p>Le stock d'eau dans le plan d'eau est réduit par les prélèvements directs et l'évaporation</p> <p>Le stock d'eau dans le plan d'eau est augmenté par le flux entrant provenant des apports du bassin versant amont.</p> <p>À l'échelle de l'UH, les plans d'eau sont agrégés selon la typologie présentée au § 5.7.4.4 page 155, selon la catégorie (connecté ou non) (usage agricole ou non) les paramètres de calcul sont adaptés.</p>	<p>Figure 66 page 150,</p> <p>§ 5.7.4.3 page 154</p> <p>§ 5.7.4.4 page 155</p>
78	DREAL - Pauline Busson mel volet U	<p><i>Je m'interroge donc sur la tenue de groupes de travail pour partager les hypothèses/méthodologies retenues sur le sujet des plans d'eau, avant rédaction du rapport (autres que réunion Visio en juillet)</i></p>	<p>Le sujet des « plans d'eau » a fait l'objet de plusieurs réunions du groupe de travail 05/05, 25/05, 31/05/2023 ainsi qu'une réunion du groupe de travail avec le SMIDAP le 07/07/2023 pour partager les principes de la méthode et les hypothèses.</p>	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
79	DREAL - Pauline Busson volet U	<p><i>D'autres petites remarques sur la partie plans d'eau :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - p.135 : pourquoi considérer les PdE avec prélèvements sur nappe d'accompagnement comme connectés aux eaux souterraines et pas superficielles ? - formule pour calculer volume PdE en fonction de la surface a-t-elle été partagée en groupe de travail ? car a priori cela minimise l'impact des PdE agricoles - p.137, dernière ligne, il faudrait modifier la phrase ainsi "Parmi les plans d'eau à usage irrigation, les plans d'eau connectés représentent 60% des volumes, surfaces et nombre de plans d'eau." - p.141 (partie 5.7.4.2) : expliquer ce que représente le bassin intercepté et ce que cela illustre - p.143 : il est écrit "le calcul des débits désinfluencés révèle que les prélèvements d'irrigation dans les plans d'eau ont un impact relativement faible sur l'hydrologie, en comparaison aux prélèvements liés à l'évaporation et à l'interception des écoulements", or les chiffres qui appuient cette info sont situés 2 pages plus loin (et encore partiellement car on ne voit rien sur l'interception des écoulements...) 	<p>Par définition une nappe d'accompagnement est en relation avec les eaux superficielles. Ainsi un plan d'eau connectés à la nappe d'accompagnement a un effet sur les écoulements superficiels avec une efficacité assimilable à 100 %.</p> <p>L'hypothèse pour le calcul de la profondeur (formule § 5.7.2.7 page 147) résulte des données locales disponibles elle a été présentée en groupe de travail.</p>	Tableau 58 page 146
80	DREAL - Pauline Busson volet C	<p><i>globalement OK avec le choix des 2 scénarios, juste la température moyenne projetée pour le scénario médian me pose question par rapport à la moyenne qui avait été mise en évidence sur l'ensemble des scénarios envisagés :</i></p> <p>p. 198 "en moyenne sur l'année +1°C pour le scénario médian, +2°C pour le scénario pessimiste"</p> <p>alors que p. 191 : "À l'horizon moyen H2 (2041-2070), les écarts de température moyen mensuel sont compris entre -0.8°C et +4.8°C tous modèles confondus et une tendance à la hausse des températures avec en moyenne +1.6°C en moyenne annuel."</p>	<p>À l'horizon moyen H2 (2041-2070), la moyenne annuel de tous les modèles confondus est de +1.6°C. Le scénario médian a été choisi pour être proche de la médiane et non de la moyenne, afin d'être représentatif</p>	§ 7.2.3 page 217

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
81	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>J'ai une question supplémentaire qui m'est venue lors du COPIL CTEau : Comment votre diagnostic plan d'eau CHÉRAN a été valorisé dans le modèle de calcul d'interception par les plans d'eau de CACG ?</i>	L'enquête des plans de Chéran § 5.7.2.1 page 144, concerne uniquement le secteur amont du bassin versant. Les résultats de cette enquête ont permis de préciser les paramètres des plans d'eau du secteur prospecté (connexion, déconnexion, type d'usage, ...)	§ 5.7.2.1 page 144
82	CD 53 - Alexis Robert	<i>Page 16 carte2 : les points rouges correspondent au stations hydrométriques DREAL ? (actives et non actives ?)</i>	Les stations hydrométriques sont représentées sur la Carte 76 page 169. Les points rouges de la carte Carte 2 page 22 correspondent aux 5 stations Estimhab de l'étude EVP 2015	Carte 2 page 22
83	CD 53 - Alexis Robert volet M	<i>• Il manque l'hydrologie actuelle sur les graphiques des plages de débits écologiques (permet d'identifier les mois problématiques)</i>	La caractérisation des situations de déséquilibre (débits mesuré inférieur au débit biologique) est effectuée dans l'étape « croisement des 4 volets HMUC » de l'analyse, elle sera donc proposée à la suite de la finalisation du volet M de l'étude	
84	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>• Le mode de prise en compte des prélèvements dans les eaux souterraine est à clarifier (comment sont-ils comptés ?)</i>	Ajout de détails sur l'utilisation des données du BRGM chap 5.3 (contribution moyenne mensuelle des eaux souterraines au débit de l'Oudon) + chap 5.4.2.2 (volumes impactant le débit du cours d'eau)	chap 5.3 chap 5.4.2.2
85	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>• La ventilation mensuelle des prélèvements pour l'élevage sont à revoir (ou alors je n'ai pas compris)</i>	La ventilation saisonnière des prélèvements d'eau par les élevages est présentée dans le Tableau 49 page 137. Les données résultent d'enquêtes effectuées par les Chambres Régionales d'Agriculture Bretagne et Pays de Loire. La saisonnalité est liée aux pratiques d'élevage des territoires. Ces données ont été validées par la CRAPL qui est l'organisme référent des données agricoles considérées pour l'étude.	Tableau 49 page 137
86	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>• La ventilation mensuelle des prélèvement d'irrigation maïs sont à revoir (voire aussi les pommiers – cf. PJ)</i>	La ventilation mensuelle des besoins d'irrigation des cultures est effectuée sur la base d'un calcul du bilan hydrique pour les 3 catégories de cultures prise en compte dans l'analyse (maïs, maraîchage, pommiers). Les paramètres considérés pour le calcul des bilans hydriques ont été fixés à partir de données locales (fiches techniques pour la conduite de l'irrigation produite par les Chambres d'Agriculture CRAPL, CA de la Sarthe (Pommiers)	§ 5.6.1.4 page 131
87	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>• Il manque une synthèse des prélèvements et rejets moyens par unité de gestion ainsi qu'à l'échelle du bassin. Très utile pour la compréhension des usages.</i>	La synthèse par Unité Hydrologique sera effectuée dans le cadre du chapitre du « croisement des 4 volets HMUC ».	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport																																																
88	CD 53 - Alexis Robert volet U	<ul style="list-style-type: none"> Les rejets industriels, qui sont importants localement, doivent se baser sur des données réelles et pas des estimations. Voici ce que j'avais récupéré auprès de la DREAL entre 2011 et 2017 sur la partie mavennaise du bassin 	<p>Effectivement il est préférable de pouvoir évaluer les rejets industriels à partir de données locales. Sur la base de votre information, nous avons entrepris une démarche pour essayer d'obtenir des données auprès des fournisseurs (dont la DREAL) en cas de succès nous réviserons l'évaluation des rejets.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>NOM_USINE</th> <th>COMMUNE</th> <th>SAGE</th> <th>sous E</th> <th>TYPE</th> <th>2011</th> <th>2012</th> <th>2013</th> <th>2014</th> <th>2015</th> <th>2016</th> <th>2017</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DIANA NATURAL</td> <td>COSSE LE VIVIEN</td> <td>OUDON</td> <td>-</td> <td>rejet milieu</td> <td>38 682</td> <td>49 439</td> <td></td> <td>9 753</td> <td>73 736</td> <td>54 172</td> <td>15 459</td> </tr> <tr> <td>LISI COSMETICS</td> <td>Saint Saturnin du Limet</td> <td>OUDON</td> <td>-</td> <td>rejet milieu</td> <td>42 259</td> <td>37 029</td> <td></td> <td>33 215</td> <td>29 817</td> <td>26 260</td> <td>23 596</td> </tr> <tr> <td>CELIA</td> <td>CRAON</td> <td>OUDON</td> <td>-</td> <td>rejet milieu</td> <td>épandage</td> <td>épandage</td> <td>épandage</td> <td>épandage</td> <td>984 624</td> <td>1 072 420</td> <td>1 051 933</td> </tr> </tbody> </table>	NOM_USINE	COMMUNE	SAGE	sous E	TYPE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	DIANA NATURAL	COSSE LE VIVIEN	OUDON	-	rejet milieu	38 682	49 439		9 753	73 736	54 172	15 459	LISI COSMETICS	Saint Saturnin du Limet	OUDON	-	rejet milieu	42 259	37 029		33 215	29 817	26 260	23 596	CELIA	CRAON	OUDON	-	rejet milieu	épandage	épandage	épandage	épandage	984 624	1 072 420	1 051 933	§ 5.5 page 126
NOM_USINE	COMMUNE	SAGE	sous E	TYPE	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017																																									
DIANA NATURAL	COSSE LE VIVIEN	OUDON	-	rejet milieu	38 682	49 439		9 753	73 736	54 172	15 459																																									
LISI COSMETICS	Saint Saturnin du Limet	OUDON	-	rejet milieu	42 259	37 029		33 215	29 817	26 260	23 596																																									
CELIA	CRAON	OUDON	-	rejet milieu	épandage	épandage	épandage	épandage	984 624	1 072 420	1 051 933																																									
89	CD 53 - Alexis Robert volet U : rejets usines AEP	<ul style="list-style-type: none"> Les rejets d'usine AEP ne sont pas pris en compte (gênant je pense car représente jusqu'à plus de 10% du prélèvement) 	<p>Dans l'étude EVP 2015 (Rapport de phase 2, étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire du SAGE "Oudon"), les fuites suite aux traitements de potabilisation ou à l'utilisation d'eaux de services nécessaires au fonctionnement des installations sont comprises entre 2 et 5% des prélèvements pour l'alimentation en eau potable. Ce volume de retour d'eau (au milieu) est assimilé à un rejet « diffus » non pris en compte dans le bilan de l'analyse HMUC..</p>																																																	
90	CD 53 - Alexis Robert volet U	<ul style="list-style-type: none"> Pour le volet plan d'eau o Il manque quelques explications sur le « modèle » de calcul o J'ai l'impression que l'Oudon navigable n'a pas été pris en compte o On arrive à peu près aux mêmes résultats que l'étude SAFEGE non ? 	<p>La rédaction du paragraphe relatif aux plans d'eau § 5.7 page 140 a été ajustée en fonction des remarques.</p> <p>L'UH 9 Oudon aval correspond à un milieu fortement modifié notamment du fait de la présence d'ouvrages construits pour assurer la navigabilité du cours d'eau. Le régime des écoulements sur ce secteur est fortement modifié par les éclusées. La station hydrométrique de Segré à l'amont de l'UH permet de bien caractériser le débit « entrant ». Pour cette UH au cours d'eau fortement anthropisé l'approche d'évaluation du débit objectif est spécifique, en anticipant sur le résultat de l'étude complémentaire du volet M à venir.</p> <p>Pour une année de fréquence quinquennale sèche : EVP 2015, chronique 2000 -2011 influence évaporation : 8,9 Mm³ (vs 8,0 Mm³ 2002 -2022)</p> <p>Pour la moyenne de la chronique 2000 - 2011 : EVP 2015, chronique 2000 -2011 influence évaporation : 7,363 Mm³ (vs 4,430 Mm³ 2002 -2022)</p>	§ 5.7 page 140																																																

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
91	CD 53 - Alexis Robert volet H	• Je n'ai pas compris les débit influencés quinquennaux nuls sur juillet-octobre	Les données des débits quinquennaux sur juillet à octobre présentées dans le rapport intermédiaire ne sont pas correctes, veuillez nous excuser pour cette erreur, les données erronées ont été remplacées par les bonnes valeurs.	Tableau 71 page 186,
92	CD 53 - Alexis Robert volet M	Page 48 4.2.2 données d'inventaires de peuplement piscicoles : Quel est l'objet de cette partie si les résultats ESTIMHAB de 2015 sont repris ??	Identifier les espèces cibles actuelles	§ 4.3.3 page 66
93	CD 53 - Alexis Robert volet M	Page 53 4.2.3 Données sur l'état des eaux : Quel est la rapport avec l'étude HMUC ?	L'état des eaux est important à prendre en compte pour le volet milieu (cf. guide HMUC)	§ 4.3.1 page 59
94	CD 53 - Alexis Robert volet M	Page 63 4.3.1.3 Actualisation des courbes de la méthode Estimhab : Tableau page 63 nécessite une explication. à quoi correspondent ces valeurs 2023 ?	Les courbes Estimhab ont été régénérées avec l'hydrologie désinfluencée actualisée et les espèces cibles actuelles.	§ 4.4.1.3 page 76
95	CD 53 - Alexis Robert volet M	Grphe page 64 : es barres bleu sont les QMN5 ? (à préciser, on pourrait croire qu'il s'agit des DOE) serait utile de présenter également les QMN5 influencés remarque valable pour tous les BV étendre le graphique au mois de novembre	Les barres bleues sont effectivement les QMN5 désinfluencés	Grphe 29 page 77
96	CD 53 - Alexis Robert volet M	page 78 4.3.1.4.6 synthèse de l'analyse multicritères, tableau 22 : démarche intéressante !	Avis non partagé par les participants à l'atelier, c'est pourquoi le tableau de comparaison des UH a été enlevé dans la dernière version du rapport	
97	CD 53 - Alexis Robert volet M	4.3.2 Débits planchers en période de hautes eaux, encart page 80 'nécessite des reconnaissances de terrain avec la caractérisation de niveaux d'eau des secteurs à enjeu ...': du coup ce sont les débits planchers de l'étude 2015 qui sont pris compte ?	Les débits planchers de 2015 ne sont pas pris en compte pour les hautes eaux., Une étude spécifique est à réaliser	§ 4.4.2 page 89

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
98	CD 53 - Alexis Robert volet M	<i>page 84 : 'l'infiltration est variable selon le contexte' je ne suis pas sûr que l'on puisse identifier cela comme une conclusion notable de l'étude ALDOMANY...</i>	Effectivement ce n'est pas une conclusion notable cependant il est évoqué page 51 que " Bien que le sol au-dessous d'un étang, ou de n'importe quel plan d'eau, soit toujours saturé, les mesures directes sur le terrain nous montrent que l'infiltration parfois est négative, l'eau se déplace des nappes phréatiques vers l'étang. Donc la seule explication de ce mouvement (contraire à la gravité) est que le potentiel hydrique des nappes phréatiques est plus fort que celui de l'étang. Parmi les facteurs qui jouent un rôle dans le processus d'infiltration nous pouvons citer la texture et la structure de sol, le type de végétation, la forme des reliefs, la géologie et la nature de la roche mère et l'existence ou l'absence des failles. "	Page 91
99	CD 53 - Alexis Robert volet M	<i>Tableau 24 page 85, typologie des retenues d'eau : le type 5 comprend bien les plans d'eau en barrage sur cours et ceux dans le lit majeur (mais n'interceptant pas le cours d'eau directement) ?</i>	oui	Tableau 26 page 94
100	CD 53 - Alexis Robert volet M	<i>page 86 Figure 35 : les cours d'eau navigables sont-ils bien pris en compte. L'oudon aval est assimilé à un plan d'eau.</i>	La navigabilité ne fait pas partie du volet Milieu	Figure 40 page 95
101	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>5.2 page 97 : pour autant, la part d'AEP issue des captages du BV de l'Oudon est majoritairement d'origine souterraine (au moins pour la Mayenne)</i>	Les prélèvements d'eau effectués pour les usages de production d'eau potable et d'alimentation des industries sont réalisés préférentiellement à partir de ressources en eau souterraines	§ 5.2 page 105
102	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 98 'coefficient d'influence des eaux souterraines' : lequel ? comment cela se répartit sur l'année en fonction des nappes libres ou semi-captives exploitées ?</i>	Ajout de détails sur l'utilisation des données du BRGM chap. 5.3 (contribution moyenne mensuelle des eaux souterraines au débit de l'Oudon) + chap. 5.4.2.2 (volumes impactant le débit du cours d'eau)	§ 5.3 Page 105 § 5.4.2.2 page 110

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport																																																														
103	CD 53 - Alexis Robert volet U	Tableau 31 : Points de prélèvements sur le SAGE Oudon																																																																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Code INSEE</th> <th>Nom de la commune</th> <th>Nom du Captage / Prise Eau</th> <th>Organismes publics</th> <th>Ressources</th> <th>Masse d'eau</th> <th>Num UH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">53209</td> <td rowspan="4">Saint-Cyr-le-Gravelais</td> <td>La Jordonniere</td> <td rowspan="4">Eau des Portes de Bretagne (SYMEVAL)</td> <td>Nappe profonde</td> <td>FRGG021</td> <td>UH1</td> </tr> <tr> <td>La Cruchère</td> <td>Nappe profonde</td> <td>FRGG021</td> <td>UH1</td> </tr> <tr> <td>Les Fauvières</td> <td>Nappe profonde</td> <td>FRGG021</td> <td>UH1</td> </tr> <tr> <td>Chalonge</td> <td>Nappe profonde</td> <td>FRGG021</td> <td>UH1</td> </tr> <tr> <td>53077</td> <td>Cossé-le-Vivien</td> <td>La Haie les Friches</td> <td rowspan="3">CC du Pays de Craon</td> <td>Nappe profonde</td> <td>FRGG021</td> <td>UH1</td> </tr> <tr> <td>53018</td> <td>Ballots</td> <td>Les Chaintres</td> <td>Nappe profonde</td> <td>FRGG021</td> <td>UH2</td> </tr> <tr> <td>53135</td> <td>Livré-la-Touche</td> <td>L'Eperonnière</td> <td>Nappe profonde</td> <td>FRGG148</td> <td>UH2</td> </tr> <tr> <td>49331</td> <td>Segré-en-Anjou Bleu</td> <td>PE - St Aubin</td> <td rowspan="3">Syndicat d'eau de l'Anjou (SEA)</td> <td>Plan d'eau</td> <td>FRGR0505a</td> <td>UH6</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">49248</td> <td rowspan="2">Ombrée-d'Anjou</td> <td>La Mazuraie</td> <td>Nappe profonde</td> <td>FRGG021</td> <td>UH7</td> </tr> <tr> <td>La Mariniere</td> <td>Nappe profonde</td> <td>FRGG021</td> <td>UH7</td> </tr> </tbody> </table>	Code INSEE	Nom de la commune	Nom du Captage / Prise Eau	Organismes publics	Ressources	Masse d'eau	Num UH	53209	Saint-Cyr-le-Gravelais	La Jordonniere	Eau des Portes de Bretagne (SYMEVAL)	Nappe profonde	FRGG021	UH1	La Cruchère	Nappe profonde	FRGG021	UH1	Les Fauvières	Nappe profonde	FRGG021	UH1	Chalonge	Nappe profonde	FRGG021	UH1	53077	Cossé-le-Vivien	La Haie les Friches	CC du Pays de Craon	Nappe profonde	FRGG021	UH1	53018	Ballots	Les Chaintres	Nappe profonde	FRGG021	UH2	53135	Livré-la-Touche	L'Eperonnière	Nappe profonde	FRGG148	UH2	49331	Segré-en-Anjou Bleu	PE - St Aubin	Syndicat d'eau de l'Anjou (SEA)	Plan d'eau	FRGR0505a	UH6	49248	Ombrée-d'Anjou	La Mazuraie	Nappe profonde	FRGG021	UH7	La Mariniere	Nappe profonde	FRGG021	UH7		
Code INSEE	Nom de la commune	Nom du Captage / Prise Eau	Organismes publics	Ressources	Masse d'eau	Num UH																																																												
53209	Saint-Cyr-le-Gravelais	La Jordonniere	Eau des Portes de Bretagne (SYMEVAL)	Nappe profonde	FRGG021	UH1																																																												
		La Cruchère		Nappe profonde	FRGG021	UH1																																																												
		Les Fauvières		Nappe profonde	FRGG021	UH1																																																												
		Chalonge		Nappe profonde	FRGG021	UH1																																																												
53077	Cossé-le-Vivien	La Haie les Friches	CC du Pays de Craon	Nappe profonde	FRGG021	UH1																																																												
53018	Ballots	Les Chaintres		Nappe profonde	FRGG021	UH2																																																												
53135	Livré-la-Touche	L'Eperonnière		Nappe profonde	FRGG148	UH2																																																												
49331	Segré-en-Anjou Bleu	PE - St Aubin	Syndicat d'eau de l'Anjou (SEA)	Plan d'eau	FRGR0505a	UH6																																																												
49248	Ombrée-d'Anjou	La Mazuraie		Nappe profonde	FRGG021	UH7																																																												
		La Mariniere		Nappe profonde	FRGG021	UH7																																																												

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
104	CD 53 - Alexis Robert volet U	page 104 '2 nappes profondes' : distinguer nappe libre/"profonde" ou semi-captive	<p>Nappe profonde au-delà de 100 m.</p> <p>FRGG021 La formation contenant l'aquifère se compose d'une alternance de Schistes et de Grès datant du Briovérien et Ordovicien. Chacune des ressources en eau souterraine constitue une petite unité hydrogéologique: elle est peu profonde (100 m max.) et se décompose verticalement en une nappe phréatique qui occupe les arènes d'altération, puis une nappe inf. comprise dans la roche fissurée sous-jacente; elle est confinée par ailleurs à un petit bassin d'alimentation dont l'extension est généralement inf. au km². Les ressources réellement exploitables par les collectivités sont relativement rares et localisées dans des structures géologiques particulières</p> <p>Exutoires de la MES : l'Oudon, Étang de Chazé, l'Araize</p> <p>FRGG148 bassins tertiaires du socle armoricain, dans des sables, caractéristiques locales non renseignées</p> <p>FRGR0505a L'Oudon depuis Craon jusqu'à Segré</p>	<p>Graphe 48 page 113</p>
105	CD 53 - Alexis Robert volet U : AEP, indus	page 104 graphe 43 : sur la base de quelles données sont fixés ces ventilations mensuelles ? sont-elles les mêmes pour toutes les UG ? et entre ESU et ESO ? toutes les ressources AEP souterraines sont prises en compte de la même façon en termes de répartition mensuelle ? graphe peu lisible	<p>Ajout de détails sur l'utilisation des données du BRGM chap. 5.3 (contribution moyenne mensuelle des eaux souterraines au débit de l'Oudon) + chap. 5.4.2.2 (volumes impactant le débit du cours d'eau)</p>	<p>§ 5.3 Page 105</p> <p>§ 5.4.2.2 page 110</p>
106	CD 53 - Alexis Robert volet U : AEP, indus	page 107 5.4.2.3 : en quoi cette information sert pour la suite de l'étude ? les restitution éventuelles via les fuites de réseau AEP ne semble pas être prises en compte (pas déterminant).	<p>Il nous semblait intéressant de comparer les volumes prélevés, les volumes consommés et les volumes des rejets STEPs. Nous pouvons constater notamment que la bassin est déficitaire en eau potable et qu'il doit importer de l'eau de l'extérieur.</p>	<p>§ 5.4.2.3 page 116</p>
107	CD 53 - Alexis Robert volet U : AEP, indus	page 110 système d'assainissement non collectif : les rejets des usines d'eau potable (eau de service, lavage de filtres, ...) ne semblent pas pris en compte alors qu'il s'agit d'un rejet direct au cours d'eau	<p>Voir réponse remarque 89</p>	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
108	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>ces rejets ponctuels diffus ne sont pas calculés' : pourquoi l'avoir calculé alors ?</i>	L'estimation des volumes diffus a permis de constater que le volume calculé, en plus d'être diffus est faible et n'a donc pas d'impact sur les débits du cours d'eau.	§ 5.4.3.1 page 120
109	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 113 'répartition mensuelle des rejets' : OK (on a fait pareil : idem AEP/STEP)</i>	NC	
110	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 116 'application d'un taux de consommation de 7 %' : vu les volumes en jeu, cela me semble un peu approximatif. Il faut récupérer les volumes rejetés via la DREAL (base GIDAF je crois). cf. infos de notre côté aussi à ce sujet jointes</i>	Voir réponse remarque 88	
111	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 118 graphe 51 : est-ce homogène sur toutes les UG ? je pense qu'il y a des différence par exemple sur la partie fruitiers dans le nord du bassin ?!</i>	Le graphe présente les résultats agrégés du RGA 2020 à l'échelle du BV de l'Oudon, les données sont disponibles à l'échelle du découpage des masses d'eau, ainsi les assolements ont pu être caractérisés pour chaque U H.	Graphe 57 page 128
112	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 120 tableau 36 : les surfaces sont-elles les mêmes lors des RPG 2010 et 2000 ?</i>	Voir la réponse à la remarque 39	
113	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 122 graphe 53 : nous arrivions également à ces chiffres par bilan hydrique, mais l'irrigation du maïs s'arrête début ou mi-août ! les volumes sont donc à reporter sur les mois précédents</i>	Les années déficitaires en pluviométrie estivale, l'irrigation des cultures non prioritaires telle que le maïs sont interrompues précocement au mois d'août. Le graphe représente la fonction de prélèvement d'une année sans restriction d'irrigation.	Graphe 59 page 132
114	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 122 graphe 54 : nous obtenons une répartition beaucoup plus lissée pour les fruitiers (publi CrA nouvelle aquitaine)</i>	Les données pour l'irrigation du pommier proviennent de références locales, notamment le bulletin « Inf'Eau » de la chambre d'agriculture de la Sarthe.	Graphe 60 page 132
115	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 123 graphe 55 : il n'y a pas de maraîchage diversifié (type petit maraîcher bio ?)</i>	Le maraîchage en plein champ se caractérise par une grande variété d'espèces cultivées, l'estimation des besoins en irrigation représentent une moyenne. Il n'y a pas de données permettant de différencier le maraîchage en conduite BIO	Graphe 61 page 133

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
116	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 123 'reconstitution des courbes de besoin au pas de temps mensuel' : comment est reconstitué l'historique car la ventilation entre les cultures ne sera pas la même en fonction des années ?</i>	Il n'est pas considéré de modification de la composition de l'assolement irrigué sur la période de simulation 2002 – 2022. L'hypothèse considérée est que cette composition est relativement stable après consultation de la CRAPL.	§ 5.6.1.4 page 131
117	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 127 tableau 43 : avec ces hypothèses, identiques tous les ans, on passe à côté des forts pics de conso des animaux lors des canicules ! très étonnant ou je ne comprends pas ! comment expliquer qu'une vache boive 2 fois moins en avril/mai qu'en mars par exemple ?</i>	La consommation des animaux dépend des conditions d'élevage et notamment de l'alimentation. Ainsi par exemple pour les ruminants à l'herbe (avril mai) la consommation d'eau est moindre qu'en stabulation avec une ration sèche. Les données du Tableau 49 page 137 provient de l'expertise de la CRAPL.	Tableau 49 page 137
118	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 127 'interdiction d'accès au cours d'eau pour les animaux' : ce qui n'interdit pas d'abreuver les animaux avec de l'eau de surface !</i>	Dans ce cas il faut effectuer un prélèvement avec une pompe d'exhaure dans la masse d'eau superficielle pour remplir l'abreuvoir des animaux. La réglementation autorise un prélèvement jusqu'à 1 000 m ³ /an (eau domestique) sans déclaration.	
119	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 128, tableau 45 'répartition mensuelle du besoin des bovins lait' : cette répartition ne me semble pas possible !</i>	Les résultats de volumes prélevés pour les besoins des élevages résultant de l'application Les données présentées précédemment, les paramètres de calculs proviennent de l'expertise de la CRAPL.	Tableau 51 page 138
120	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 130 'méthode normalisée' : normalisée par qui ?</i>	Le Guide Méthodologique HMUC de l'AELB (version 2023) définit précisément la méthode à appliquer pour le calcul de l'influence des plans d'eau sur les écoulements superficiels. Le qualificatif « normalisé » fait référence à la méthode du Guide.	§ 5.7 page 140
121	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 135 Tableau 51, 'déconnecté' : faut-il comprendre déconnecté à l'étiage considérant que ces PE sont remplis hors étiage ?</i>	L'état 'déconnecté' du plan d'eau est considéré pour la totalité de l'année par rapport au réseau hydrographique BD Topage. Le remplissage du plan d'eau est effectué par une action anthropique (pompage, ouvrage de dérivation) ou par interception du ruissellement amont pour un plan d'eau situé à plus de 100 m d'un cours d'eau.	Tableau 58 page 146
122	CD 53 - Alexis Robert volet U	<i>page 138 'calcul du prélèvement des plans d'eau' : je ne comprends pas. Une surface en eau évapore de la même façon quel que soit son usage !?</i>	Le terme « évaporation » est réducteur, en fait la démarche consiste à calculer l'influence du plan d'eau sur les écoulements superficiels par rapport à un état « sans plan d'eau ». L'usage du plan d'eau est pris en compte par son effet sur le taux de remplissage du plan d'eau qui détermine les volumes interceptés par le plan d'eau.	§ 5.7.4.1 page 149

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
123	CD 53 - Alexis Robert volet U	<p>page 139 Figure 60 : quelles hypothèses sur l'infiltration ? (je pense marginale ou très locale assimilable à des fuites de digue)</p> <p>'la variation de volume de la retenue est égale à la différence entre le flux entrant et le flux sortant' : comment est pris en compte le volume du plan d'eau ?</p>	<p>Il n'est pas considéré de perte par infiltration.</p> <p>Le modèle simule le remplissage et la vidange du plan d'eau en fonction des apports amonts, de l'évaporation, de l'usage du plan d'eau.</p>	Figure 66 page 150
124	CD 53 - Alexis Robert volet U	<p>page 140 : les prélèvements d'irrigation au pas de temps mensuel sont multipliés par un coefficient traduisant les conditions climatiques de l'année considérée' : je n'ai pas vu ça dans le chapitre répartition mensuelle de l'irrigation.</p>	<p>Les résultats des prélèvements d'irrigation présentés dans le chapitre 5.6.1.5 page 133 correspondent aux valeurs moyennes de la chronique de données disponibles de la BNPE (2010-2021) soit 1,460 Mm³.</p> <p>Les besoins d'apports d'eau d'irrigation sont variables selon les années en fonction principalement de l'importance de la pluviométrie pendant la période estivale.</p> <p>Pour le calcul des prélèvements dans les plans d'eau chapitre 5.7.4.1 page 149 les prélèvements d'irrigation sont modulés par un coefficient selon les années déterminé en fonction du cumul (P-Eto) estival</p>	Page (150 + 1)
125	CD 53 - Alexis Robert volet U	<p>page 141 l'analyse est effectuée pour les plans d'eau inférieurs à 1000 m² : OK mais conduit à exclure certains secteurs avec bcq de petits plans d'eau. À l'inverse un grand plan d'eau à l'aval d'un BV conduit à retenir l'ensemble du BV.</p>	NC	
126	CD 53 - Alexis Robert volet U	<p>page 144 'la pluie directe sur les plans d'eau équivaut à un ruissellement' : nous avons aussi réalisé cette hypothèse finalement rejetée...</p>	NC	
127	CD 53 - Alexis Robert volet U	<p>page 144 'ce modèle' : il serait utile de décrire ce modèle, son fonctionnement, ses hypothèses et son calage.</p>	<p>Le modèle utilisé correspond aux prescriptions du Guide Méthodologique HMUC de l'AELB. Le chapitre ne développe pas le détail des algorithmes de calculs mais présente les hypothèses retenues pour les paramètres.</p>	§ 5.7.4.3 page 154

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
128	CD 53 - Alexis Robert volet U	page 149 'les prélèvements d'irrigation dans les plans d'eau connectés' : compliqué.. vouloir distinguer l'impact des PE d'irrigation des autres complexifie ! il y a bien cumul des volumes évaporés et des volumes prélevés pour l'irrigation ? à quelle période sont affectés les volumes de remplissage compensant l'évaporation ?	Le principe de la méthode est de prendre en compte les usages du plan d'eau notamment les actions de remplissage, de prélèvement et de vidange qui ont un effet direct sur l'interception des écoulements. Les données disponibles ne permettent pas d'avoir une connaissance précise des modalités de gestion des plans d'eau par les propriétaires. Pour l'usage agricole « irrigation » l'exercice est réalisé de simuler le prélèvement et le remplissage en fonction d'une représentation des pratiques de l'irrigant. Il s'agit d'une approximation qui vise à approcher les conditions réelles d'exploitation des plans d'eau.	Tableau 65 page 161
129	CD 53 - Alexis Robert volet U	page 150 tableau 58, prélèvements des plans d'évaporation : même ordre de grandeur que l'étude SAFEGE 2015 !	Voir la réponse à la remarque 90. Pour le prélèvement de l'année quinquennale sèche le résultat est inférieur de 10% à la valeur de l'EVP 2015. Pour le prélèvement en année moyenne, le prélèvement est nettement inférieur à la valeur de l'EVP 2015.	
130	CD 53 - Alexis Robert volet H	page 170 6.2.2.1 description du modèle '4 à 6 paramètres seulement' : lesquels sont-ils ?	https://hal.inrae.fr/hal-03370445/document	§ 6.3.1 page 180
		<p style="text-align: center;">Principaux composants du package airGR</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">Données d'entrée</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chroniques de précipitations et de températures • Chroniques de débits • Taille du bassin versant et latitude • Courbes hypsométriques (pour module neige) <p style="text-align: center;">↓</p> </div>		
131	CD 53 - Alexis Robert volet H	page 171 6.2.2.2 initialisation du modèle : comment se fait la conversion des prélèvements net mensuels aux prélèvements nets journaliers ?	Les fonctions saisonnières des prélèvements ont été déterminées au pas de temps mensuel. Les valeurs au pas de temps journaliers sont approximées comme la division de la valeur mensuelle par le nombre de jours du mois.	§ 6.3.2 page 182

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
132	CD 53 - Alexis Robert volet H	page 175 , tableau 64 , 'débits influencés mesurés' : il s'agit des résultats de modélisation ?	débits influencés mesurés : les valeurs mesurées correspondent aux données de la station hydrométrique.	Tableau 72 page 187
133	CD 53 - Alexis Robert volet H	page 180 Transposition aux Uhs non jaugés : abordé au 6.2.2.4	Les résultats du modèle « pluie débit » sont présentés pour l'ensemble des 11 UHs du bassin de l'Oudon dans le rapport complété de la 1 ^{ère} partie de l'analyse HMUC	§ 6.3.6 page 191
134	CD 53 - Alexis Robert volet H	page 180 'il a été évalué un écart de - 100 %' : je ne comprends pas	Voir la réponse à la remarque 91	§ 6.4 193
135	CD 53 - Alexis Robert volet C	page 188 '2 les chroniques journalières de pluies et ETP ...' : on aura ce niveau de détail géographique dans les projection de série P & ETP ?	Les modèles de simulation du climat du DRIAS sont définis au pas de temps journalier, cependant il faut considérer qu'il s'agit d'une précision complètement théorique résultant d'un calcul de probabilité d'occurrence d'évènements climatiques. Autrement dit la simulation des conditions climatiques du jour (j) n'est pas une prévision mais le résultat d'un tirage aléatoire, c'est pour cela que les évolutions sont analysées sur la base de moyennes mobiles calculées sur une période de 30 années. Le glissement des moyennes mobiles représente l'évolution des paramètres climatiques, Pluie , ETo	§ 7.1.4 page 200
136	CD 53 - Alexis Robert volet C	page 190 7.5 : OK. si je comprends bien = 4 jeux de données pour le bassin.	Effectivement 2 scénarios d'évolution du climat considérés sur 2 périodes de 30 années. La période historique « 1993 – 2022 », année médiane 2007 est choisie pour permettre l'application des évolutions des paramètres résultant des modèles de simulation sur les données historiques réelles des stations météorologiques du bassin.	§ 7.2.1 page 203

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
137	Filière Aquacole des Pays de Loire Bertrand de la Rivière mel du 05/12/2023	<p><i>Le groupe de travail dans sa dernière réunion a retenu dans sa grande sagesse de réfléchir sur une méthodologie plus élaborée d'évaluation des besoins en eau des milieux aquatiques Une méthodologie plus aboutie devrait permettre notamment de mieux quantifier et de poser des chiffres plus précis et d'éviter de tirer des conséquences hâtives préjudiciable au but recherché.</i></p> <p><i>Ce calcul de besoin en eau du milieu induit bien sûr de connaître les cumuls des précipitations annuelles et saisonnières devenues de plus en plus chaotiques, de les gérer, de ralentir leur écoulement et d'éviter des périodes d'étiages trop longues.</i></p> <p><i>Cette gestion planifiée ne pourrait-elle intégrer un pourcentage plus élevé de retenue des précipitations qui pourraient de surcroît participer à un meilleur remplissage des nappes phréatiques ?</i></p> <p><i>L'évapotranspiration du milieu du milieu (dans son ensemble) participe pour la plus grande part à la pluviométrie et ne doit pas être considérée sous le seul aspect "impacts négatifs" mais intégrée à une réflexion élargie.</i></p> <p><i>Avec l'aide de techniciens, bureaux d'études, scientifiques et la participation des utilisateurs, une nécessaire réflexion aux conséquences très importantes doit dépasser nombre de certitudes pour arriver à une meilleur compréhension et une meilleur utilisation du milieu dont nous dépendons.</i></p>	<p>Plusieurs réunions du groupe de travail ont été consacrées à la problématique des plans d'eau, dont la réunion du 7 juillet 2023 avec la présentation des résultats de calcul de l'estimation des prélèvements affectés aux plans d'eau par UH.</p> <p>Le calcul de l'influence des plans d'eau sur les écoulements superficiels résulte de l'application d'une méthode dont les principes sont définis dans le Guide Méthodologique HMUC de l'AELB. Cette méthode correspond à l'état de l'art sur le sujet sur la base des connaissances et des données disponibles.</p> <p>La méthode est une représentation simplifiée de la diversité des situations de plan d'eau du territoire fondée sur un regroupement des plans d'eau par catégorie (typologie), les données disponibles ne permettent pas de caractériser précisément chaque plan d'eau de l'ordre de 6 356 dont 1 926 de superficie supérieure à 1000 m².</p> <p>Les résultats de la méthode permettent d'apprécier l'influence des plans d'eau en valeur relative, cela contribue à la hiérarchisation des pressions anthropiques des différents usages pour chaque UH du bassin de l'Oudon.</p> <p>Ces résultats ont pour principale utilité de nourrir la réflexion sur la définition des actions permettant d'atteindre l'objectif du bon état des milieux.</p> <p>Chaque plan d'eau étant un cas particulier, l'application des actions doit reposer sur l'analyse préalable du contexte local.</p>	Tableau 59 page 148

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
138	Filière Aquacole des Pays de Loire Pascal Ribaud mel du 05/12/2023	<p><i>Le groupe de travail dans sa dernière réunion a retenu dans sa grande sagesse de réfléchir sur une méthodologie plus élaborée d'évaluation des besoins en eau des milieux aquatiques. Cela illustre bien la complexité de la situation.</i></p> <p><i>Une méthodologie plus aboutie devrait permettre notamment de mieux quantifier et de poser des chiffres plus précis et d'éviter de tirer des conséquences hâtives préjudiciables au but recherché.</i></p> <p><i>Le cycle de l'eau est complexe et comme l'a montré l'INRAE ce cycle ne fonctionne pas comme il est habituellement présenté. Les connaissances scientifiques évoluent et il est nécessaire d'en tenir compte et de ne pas rester sur de données discutables à ce jour ou sur des positions dogmatiques.</i></p> <p><i>Le récent rapport du Haut-Commissariat au plan sur l'aquaculture française consacre un chapitre à la pisciculture d'étang que nous représentons. Il intègre bien des études récentes sur l'eau liées à cette activité.</i></p> <p><i>Aussi, avec l'aide de techniciens, bureaux d'études, scientifiques et la participation des utilisateurs, une nécessaire réflexion aux conséquences très importantes doit dépasser nombre de certitudes pour arriver à une meilleure compréhension et une meilleure utilisation du milieu dont nous dépendons. C'est à ce titre qu'une meilleure compréhension du cycle de l'eau sera faite ... en évitant dans quelques années de constater le résultat contraire à celui recherché de décisions prises dogmatiquement.</i></p> <p><i>Certains disent « mieux vaut aller lentement dans la bonne direction que vite dans la mauvaise ».</i></p>	<p><i>« d'éviter de tirer des conséquences hâtives préjudiciables au but recherché »</i></p> <p>L'analyse HMUC par le croisement des quatre volets a pour finalité la mise en perspective des pressions anthropiques correspond aux différents usages par rapport à l'objectif de la garantie des débits biologiques en considérant les effets du changement climatique.</p> <p>L'analyse HMUC aboutit à la proposition de 3 scénarios de valeurs (Débits Biologiques, VP) au pas de temps mensuel pour chacune des 11 UHs du bassin, le bureau de la CLE du SAGE doit se prononcer sur le choix du scénario à retenir pour chaque UH.</p> <p>Les décisions en termes d'actions pour atteindre les objectifs du Bon État sont du ressort du comité de suivi chargé de l'élaboration du PTGE.</p> <p>Vos remarques s'adressent aux membres du comité de suivi qui vont effectuer le choix des actions à mettre en œuvre dans les UHs.</p>	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
139	SMIDAP mel du 05/12/2023 Pascal Trintignac	<p><i>Nos emplois du temps ne nous permettent pas d'analyser en profondeur l'ensemble du rapport conséquent. Nous avons été assez critiques sur l'analyse de l'impact des plans d'eau. Les approches parfois simplistes peuvent générer des erreurs importantes d'après nous qui ne permettent pas d'estimer correctement les réels impacts des plans d'eau à l'échelle du SAGE. De la bibliographie vous sera envoyée en plusieurs fois :</i></p> <p><i>"Effets des plans d'eau sur les concentrations de pesticides" (Le Cor & al. mars 2021)</i> <i>"Effets des plans d'eau d'aquaculture sur la dilution des pesticides" (J Gaillard & al mars 2015)</i> <i>"L'évaporation des étangs pelliculaires" (Al Domany & al 2015)</i> <i>"L'effet thermique d'une chaîne d'étangs du Limousin" (L Touchard, P Trintignac & al, 2023)</i> <i>"les étangs piscicoles des réservoirs de biodiversité végétale" (P Trintignac & al 2020)</i> <i>"Remarques du SMIDAP à l'étude EVP 2015 Oudon"</i></p>	<p>L'analyse développée sur l'impact des plans d'eau se limite à l'analyse des effets sur les écoulements superficiels, l'hydrologie.</p> <p>L'analyse n'a pas vocation d'exhaustivité, l'objectif est une mise en perspective de la méthode d'évaluation de l'influence des plans d'eau considérée dans l'analyse HMUC.</p>	§ 4.5 90
Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
140	SMIDAP mel du 05/12/2023 Pascal Trintignac	<p><i>L'influence majeure de l'évaporation des plans d'eau sur les écarts entre débits influencés et débits désinfluencés n'est pas démontrée aujourd'hui. La partie « plan d'eau » de l'étude Safège de 2015 est trop approximative et partielle. Nous avons toujours précisé depuis le début que les données issues de ces 2 études n'étaient pas exploitables car non réalistes. Trop de paramètres n'avaient pas été pris en compte (percolation, fuite, vidange débit réservé etc.)</i></p>	<p>Les études scientifiques aboutissent au constat que les plans d'eau peuvent avoir des influences significatives sur les régimes hydrologiques des cours d'eau, plus particulièrement pour les plans d'eau en connexion directe avec les masses d'eau superficielles.</p> <p>Ce constat a pour conséquence la prise en compte dans les analyses HMUC des effets des plans d'eau sur les écoulements superficiels, ces effets ne se limitent pas à l'évaporation, ils doivent prendre en compte les modalités de remplissage et de vidange qui résultent des actions anthropiques.</p> <p>Les données disponibles pour la caractérisation des plans d'eau représentent une limite pour l'évaluation des effets, une marge d'incertitude affecte la qualité des résultats.</p> <p>Le guide méthodologique de l'analyse HMUC préconise d'évaluer l'influence des plans d'eau par l'application de principes de calculs permettant de produire des résultats à l'échelle des Unités Hydrologiques, dont les valeurs en ordre de grandeur sont considérées utiles pour la hiérarchisation des pressions anthropiques sur le milieu</p>	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
141	SMIDAP mel du 05/12/2023 Pascal Trintignac	<p><i>Page 27 : La caractérisation des plans d'eau comme un usage n'est pas appropriée. Les plans d'eau sont d'origine anthropique mais comme tous les « aménagements » du bassin versant (forêt, cultures, prairie etc.) qui vont aussi modifier l'hydrologie par rapport à un bassin versant naturel sans intervention humaine. Il peut exister différents usages sur les plans d'eau générant ainsi des impacts différents sur les milieux aval. Une grande partie des impacts générés par les plans d'eau dépend de l'usage ou du mode de gestion qui en est fait.</i></p> <p><i>Pourriez-vous préciser la surface minimale prise en compte pour le calcul des 4 177 plans d'eau ?</i></p> <p><i>Le volume de 21 Mm³ est une estimation très approximative qui repose sur des calculs critiquables (cf. suite). Il faudrait le préciser et plutôt proposer une fourchette, par exemple une estimation comprise entre 10 et 23 Mm³.</i></p>	<p>Les résultats présentés dans le chapitre 3.1.3 page 23 et suivantes correspondent à l'étude EVP 2015.</p> <p>En particuliers, le nombre de plans d'eau 4 177 et l'estimation du volume 21 Mm³</p> <p>Ces résultats sont rappelés à la demande de plusieurs représentants d'acteurs qui accordent un intérêt à effectuer la comparaison avec les résultats de la nouvelle étude d'actualisation.</p> <p>Les données et les principes de calculs de la nouvelle étude sont significativement différents de ceux de l'étude EVP 2015</p>	Carte 7 page 34

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
142	SMIDAP Pascal Trintignac	<p><i>Page 28 : Le calcul de l'évaporation nette n'est pas bon. L'ETR n'a pas été calculée mais estimée à partir d'une donnée provenant d'une prairie, en particulier de l'herbe coupée entre 8 à 12 cm (ce qui ne ressemble pas tout à fait à une prairie). À noter que la formule utilisée de référence pour calculer l'ETR est la formule de Penman Monteith qui ne prend pas en compte la croissance végétative des plantes.</i></p> <p><i>Quand l'herbe pousse, elle accroît fortement sa surface d'échange avec l'air augmentant ainsi l'évapotranspiration. Il faudrait donc appliquer un coefficient cultural à l'ETR de l'herbe (sans stress hydrique). Ce coefficient a été déterminé par les travaux de M. Al Domany à 1,48.</i></p> <p><i>De plus, ce calcul repose sur le fait que la majorité des plans d'eau « occuperait » la place d'une prairie, ce qui n'est pas toujours le cas, en particulier pour les plans d'eau en barrage de cours d'eau. Il est plus probable que ces derniers aient plutôt remplacé une zone humide. Des travaux récents ont montré qu'une zone humide type « jonchaie » sans stress hydrique (en connexion avec un cours d'eau) perd 1,37 plus d'eau qu'un plan d'eau de même surface. Comment comptez-vous en tenir compte ?</i></p>	<p>La remarque concerne le calcul de la perte par évaporation des plans d'eau considéré dans l'étude EVP 2015.</p> <p>Selon l'Académie d'Agriculture (voir la remarque 30) l'évaporation d'un plan d'eau en France est équivalente à l'évapotranspiration de référence ETo.</p> <p>Nous rappelons que la formule de Penman Monteith correspond à l'évaporation d'une prairie de fétuque élevée.</p>	page 34

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
143	SMIDAP Pascal Trintignac	<p>Résultat des estimations de pertes brutes par évaporation des plans d'eau hypothèse haute :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pertes en années humides 5 à 6 Mm³/an, 5 200 m³/ha/an - Pertes en année sèche 7 à 8 Mm³, 7 000 m³/ha/an <p>Ces valeurs sont à revoir. Pourrait-on avoir l'évaporation « hypothèse basse » ? Dans un second temps, l'indicateur « pertes nettes » de volumes d'eau pour les écoulements superficiels est calculé par le modèle hydrologique (MIKE BASIN) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prise en compte des apports de la pluviométrie dans le plan d'eau : OUI • 42% des plans d'eau en termes de superficie sont connectés directement au cours d'eau <p>sur ces plans d'eau, le volume prélevé au milieu naturel pour compenser les pertes par évaporation se répartit donc suivant l'évaporation réelle, c'est-à-dire en fonction des paramètres hydro-climatiques ; Donc les débits réservés n'existent pas ????</p> <p>Et quid des plans d'eau connectés au réseau hydrographique à écoulement temporaire ?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 58% des plans d'eau en termes de superficie ne sont pas connectés au réseau hydrographique : sur ces plans d'eau, le volume prélevé au milieu naturel pour compenser les pertes par évaporation se répartit donc hors des périodes les plus sèches ; (compensé par pompage hors des périodes de tension) ; <p>Résultat des estimations de pertes nettes des plans d'eau par modèle hydrologique :- 3 359 m³/ha/an en 2003 équivalent à environ 3 Mm³ Mode de calcul à préciser et pourquoi 2003 ? Été très chaud et très sec. Précisez-le. Les autres années ? Les pertes nettes pourraient être négatives ou positives selon les années et les conditions climatiques.</p>	<p>La remarque concerne les résultats de l'étude EVP 2015.</p> <p>La méthode appliquée pour évaluer l'impact des plans d'eau dans la nouvelle étude est différente, elle est appliquée sur une chronique d'années différente. La base de données des plans d'eau est différente..</p> <p>Le prélèvement des plans d'eau pour une année de fréquence quinquennale sèche dans la nouvelle étude sont de l'ordre de 8 Mm³ (chronique 2002 -2022) comparativement à 8,9 Mm³ (EVP 2015 chronique 2001 2011)</p> <p>Pour une année moyenne l'écart de résultats est plus important (voir la remarque 90)</p> <p>En l'absence de données précises, et sur la base des résultats d'enquêtes, l'hypothèse par défaut est que les plans d'eau ne sont pas équipés d'ouvrage permettant le respect du débit réservé .</p>	<p>Graphe 10 page 36</p>

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
144	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>Page 44 : Quid de l'état écologique de la masse d'eau FRGL168 ETANG DE LA RINCERIE ?</i>	L'état de cette masse d'eau est considéré « moyen » cf. Carte 17 page 58	Tableau 12 page 57
145	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>Pages 48 à 51 : 4.2.2 Données d'inventaire de peuplements piscicoles des cours d'eau réservoir biologique Sur les graphes montrant la diversité piscicole, il est souvent mentionné « Cyprinidés ». Ce n'est pas une espèce. Pour rappel, le vairon, le chevesne, le gardon, le rotengle, l'able de heckel, l'ablette, le goujon, la brème, la brème bordelière, la bouvière et la carpe commune sont des cyprinidés !!!!</i>	Cyprinidé est une famille de poissons d'eau douce (la plus grande avec 3 000 espèces réparties dans 370 genres) il s'agit des libellés des inventaires piscicoles établis par les organismes ayant effectué ces pêches, nous n'avons pas les moyens de les décrire plus finement	§ 4.3.3 page 66
146	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>Page 50 Oudon amont : à Cossé, les 3 pêches réalisées en 2016, 2018 et 2020 montrent : - La présence d'anguille en faible quantité ; - Un contexte intermédiaire avec la présence d'espèces d'eaux vives comme le Goujon, le Vairon et la Loche Franche, en faible abondance, ainsi que la présence de cyprinidés, moins exigeantes en termes de débit. Le vairon est un cyprinidé !</i>	Le vairon appartient à la famille des cyprinidés	Graphe 24 page 68

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
147	SMIDAP Pascal Trintignac	<p>Page 50 : Tout le rapport est rivière centrée comme toutes les démarches HMUC. Du coup on ne parle pas d'une espèce piscicole emblématique, la loche d'étang <i>Misgurnus fossilis</i> !!!</p> <p>Plus généralement, quid des macrophytes. Sur un des étangs piscicoles 83 espèces de macrophytes dont 14 espèces sensibles (protégées, menacées ou vulnérables) ont été retrouvées. Existe-t-il d'autres zones humides aussi riches sur le BV (Trintignac et al., 2014) ?</p>	Effectivement l'approche HMUC est rivière centrée, c'est la commande de départ. Ce serait un travail énorme d'inventorier toutes les espèces et habitats de tous les plans d'eau, chaque plan d'eau étant différent. La loche d'étang est effectivement une espèce dont le statut de conservation est « en danger ». Pour tout projet de déconnexion une analyse réglementaire est à mener au cas par cas, un dossier loi sur l'eau à constituer (déclaration ou autorisation selon les caractéristiques du projet) et évaluation de l'impact du projet sur les usages et les milieux incluant notamment l'identification des espèces protégées et des habitats à enjeux.	page 68
148	SMIDAP Pascal Trintignac	<p>Page 80 : il faut différencier les plans d'eau en barrage sur cours d'eau permanent ou ceux sur cours d'eau à écoulement temporaire. L'impact potentiel n'est évidemment pas le même en période d'étiage</p>	Compte tenu du nombre très important de plans d'eau 6 356 dont 1 926 de superficie supérieure à 1 000 m ² , les données disponibles ne permettent pas de différencier pour les plans d'eau en connexion (2 413 dont 1 1007 de plus de 1 000 m ²) le caractère « temporaire » du cours d'eau	§ 4.5 page 90
149	SMIDAP Pascal Trintignac	<p>Page 81 : Des plans d'eau créés en creusant le terrain naturel n'ont pas d'impact aussi significatif sur les conditions d'écoulement des rivières. Leur création revient à remplacer des habitats terrestres par des habitats aquatiques. Sans intervention humaine ils ont vocation à se refermer. Sans intervention humaine, les plans d'eau en barrage ont vocation aussi à se fermer !!! À noter que les plans d'eau déconnectés n'ont pas forcément uniquement remplacé des habitats terrestres.</p>	<p>Le dépôt des sédiments dans la cuvette du plan d'eau au fil du temps réduit la profondeur et le volume, la vitesse de sédimentation est variable selon le contexte géologique, topographique, climatique et l'occupation du sol (mécanisme de l'érosion).</p> <p>L'analyse HMUC se limite à l'impact du plan d'eau sur l'hydrologie.</p>	§ 4.5.2 page 91

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
150	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>Page 82 : bibliographie L'effet d'une chaîne d'étangs sur la température de l'eau, pour une discussion des impacts cumulatifs. Le cas du bassin de l'Oncre en Limousin (France) Laurent Touchart, Pascal Bartout, Quenn Choffel, Francesco Dona, Simon Cailliez, Pascal Tringnac Dans Norois 2023/1 (n° 266), pages 27 à 45 + Plusieurs autres publications en pièces jointes</i>	L' EsCo « Impact cumulé des retenues » (2017 AFB) est une référence importante sur le sujet. Les publications versées ont été rajoutées dans la liste de la bibliographie.	§ 4.5.2 page 91
151	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>Page 93 : Les plans d'eau artificiels ont naturellement tendance à se refermer sans intervention humaine, par le dépôt de sédiments. Les cours d'eau en revanche ont la capacité à renouveler leurs habitats et leurs peuplements aquatiques grâce aux variations hydrologiques naturelles qui impliquent des dynamiques de population à toutes les échelles de la chaine trophique</i>	Rappel de la remarque 149	
152	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>P. 131 : 5.7.1.1 Le paramètre « connexion » 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. Plusieurs cas de figure : Il faut distinguer 2 sous-groupes de plans d'eau connectés au réseau hydrographique : ceux en barrage d'un écoulement permanent et ceux en barrage d'un écoulement temporaire</i>	Voir la réponse à la remarque 148. La base de données utilisée pour la différenciation des cours d'eau est la BD Topage, la méthode de traitement des données ne prend pas en compte le caractère « temporaire » du cours d'eau	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
153	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>P. 134 : Tableau 49 : Usage On distinguera principalement l'usage irrigation des autres. C'est dommage car avec l'usage pisciculture qui gère de grands plans d'eau, il y a les vidanges tous 1 à 3 ans...</i>	Dans la base de données des plans d'eau nous ne disposons pas de l'attribut permettant de différencier l'usage, cette base résulte d'un traitement d'imageries. Le seul type de plans d'eau pour lequel nous disposons de données complémentaire est les plans d'eau déclarés à la DDT pour l'irrigation des cultures. Un traitement des données parcellaires du RPG nous permet de consolider l'identification des plans d'eau utilisés par l'irrigation des cultures.	Tableau 55 page 144
154	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>P. 135 : Le seuil de 100 m a été soumis au comité technique restreint de l'étude pour approbation, il résulte d'une analyse des études HMUC en cours sur la région Pays de Loire, ce) e valeur étant considérée par certains arrêtés cadres sécheresse interdépartementaux. Argumentaire repris en région. Je cherche les références techniques et scientifiques ?</i>	NC	§ 5.7.2.4 page 146
155	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>P. 136 : 5.7.2.5 Hypothèses du paramètre Volume Une relation exprimant le volume en fonction de la surface a pu être déterminée sur la base des plans d'eau connus de la DDT, pour lesquels les deux informations sont connues. Ainsi nous avons : $\text{Volume} = 0,4496 * \text{surface}^{1,119}$ Formule contestable. Quelles sont les références techniques ? : 3 exemples d'étangs du bassin versant : 2 étangs de 6,23 ha et de 6,7 ha avec des volumes calculés respectivement de 72 730 m³ et de 70 000 m³. Sauf erreur de ma part, avec la formule on obtient 104 000 m³ et 113 000 m³ !!! Un autre étang de 25 ha : volume calculé 302 000 m³. Avec la formule 495 150 m³! Les écarts sont trop importants, notamment pour les plans d'eau connectés. La formule surestime les volumes réels. Les données du tableau 59 sont à revoir.</i>	La formule a été calculée à partir des plans d'eau du bassin de l'Oudon enregistrés auprès de la DDT pour lesquels les paramètres surfaces et volumes étaient renseignés. La formule a une valeur statistique liée à l'échantillon des plans d'eau Ainsi pour des cas particuliers de plans d'eau, la formule peut surestimer ou sous-estimer la valeur réelle du volume	§ 5.7.2.7 page 147 Tableau 59 page 148

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
156	SMIDAP Pascal Trintignac	<p>À partir de la page 138 :</p> <p><i>Le débit sortant dépend du volume d'eau de la retenue, du débit entrant, des flux d'infiltration et d'évaporation, et DES USAGES qui ne concernent pas que les prélèvements !! 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. Il manque les fuites en plus de la percolation, la vidange !!!! et le débit réservé (oui il peut exister !).</i></p> <p><i>Pour rappel, Les infiltrations peuvent varier de 0,5 à 2 mm/j sur substrat argileux. Une étude plus récente sur des étangs piscicole du Grand Est a mesuré une valeur moyenne de 1,25 mm/j qui correspond aussi à la valeur émise par la FAO pour ce type d'ouvrage. Je pense que cette valeur prend en compte les fuites résiduelles (pas anormales) des barrages. Mais ce sont des pertes pour les plans d'eau mais pas pour les milieux surtout sur des sols schisteux ou granitiques. Cette eau alimente le cours d'eau en aval. Enfin, concernant les débits réservés, tous les grands étangs en barrage sur l'Oudon laissent passer un débit parfois inférieur parfois supérieur au 1/10 du module réglementaire. Enfin, certains grands étangs en barrage sont vidangés tous les ans à partir d'octobre avec restitution de plusieurs centaines de milliers de m³ au milieu. Comment tous ces facteurs sont pris en compte ?</i></p>	<p>Le principe de calcul de l'effet des plans d'eau sur l'hydrologie (différence entre le flux entrant et le flux sortant) est tributaire des données disponibles. La base de données des plans d'eau ne contient pas d'information permettant de différencier les plans d'eau avec une gestion permettant d'assurer le débit réservé.</p> <p>L'hypothèse par défaut est le déversement du plan d'eau lorsqu'il est plein.</p> <p>Pour l'infiltration et les fuites nous n'avons de données permettant de les estimer, la pédologie et la géologie locale ne sont pas suffisantes le fond du plan d'eau peut être étanche par colmatage ou par les travaux d'aménagement.</p> <p>De fait, la méthode surestime l'impact sur le flux sortant pour les plans d'eau avec fuite, infiltration et débit réservé.</p>	§ 5.7.4.1 page 149

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
157	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>P. 141 : 5.7.4.2 Bassins versants interceptés par les plans d'eau Vous estimez qu'il n'y a que les plans d'eau qui interceptent les flux ???? Quels sont les taux d'interception des couverts végétaux situés en amont des plans d'eau par exemple ? Une Chênaie pourrait intercepter 22 à 34% de la pluviométrie annuelle (Humbert et Najjar, 1992 ; Al Domany, 2015 et 2020) De même, vous partez de l'hypothèse qu'il n'y a pas de débit réservé ????</i>	<p>À l'exception des plans déconnectés du ruissellement amont remplis par un pompage, les plans d'eau sont remplis gravitairement à partir des apports amont.</p> <p>Les apports amont du plan d'eau (flux entrants) peuvent être modifiés seulement l'occupation du sol, la présence d'aménagements etc. Tel que vous le signalez avec l'exemple d'un massif forestier.</p> <p>L'unité de calcul de l'analyse HMUC est le sous bassin versant qualifié pour l'étude d'Unité Hydrologique.</p> <p>À l'échelle de l'UH, il n'est pas possible de modéliser le contexte spécifique à chaque plan d'eau, la méthode repose sur une agrégation des plans d'eau selon la typologie, les apports amont sont calculés en fonction des paramètres de ruissellement résultant du calage du modèle « pluie débit ».</p> <p>Il s'agit ici d'une limite de l'approche de calcul des volumes prélevables à l'échelle d'unité de sous bassin versant.</p> <p>Il existe une diversité de contextes particuliers au sein de chaque UH, ce constat doit être considéré pour l'application des actions mises en œuvre sur le territoire.</p>	§ 5.7.4.2 page 152
158	SMIDAP Pascal Trintignac	<i>P. 144 : Tableau 56 : coefficients de ruissellement du calcul de l'effet des pluies directes sur les PE Quels sont les coefficients de ruissellement des surfaces situées en amont des plans d'eau (forêts, cultures, prairies etc. ?</i>	<p>Les coefficients de ruissellement sont calculés à l'échelle de l'UH à partir du calage du modèle Pluie Débit.</p> <p>Il n'est pas pris en compte la variabilité interne à l'UH selon notamment le contexte de l'occupation du sol</p>	Tableau 63 page 155

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
159	SMIDAP Pascal Trintignac	<p>5.7.4.4 Résultats (plans d'eau) page 144</p> <p><i>Ce chapitre est à revoir. Il y a beaucoup trop d'incertitudes et plusieurs paramètres ne sont pas pris en compte.</i></p> <p><i>Exemple : Tableau 57 : : Analyse détaillée pour deux UH contrastés : Usure et Oudon moyen</i></p> <p><i>Comment prenez-vous en compte les débits réservés, les infiltrations et autres fuites et les vidanges ??????</i></p> <p><i>Vous considérez donc les plans d'eau comme des caissons étanches munis d'un trop plein !</i></p> <p><i>P. 149 : Les prélèvements liés à l'évaporation dans tous les plans d'eau connectés représentent près de 6,4 Mm³ soit plus de 4 fois le volumes des prélèvements agricole.</i></p> <p><i>Logiquement ce volume se répartir de la manière suivante : 43% juillet-octobre, 27% novembre-mars et 30% avril-juin.</i></p> <p><i>Calculs À REVOIR et surtout le tableau 58</i></p>	<p>Les méthodes et les hypothèses appliquées pour la réalisation des analyses HMUC résultent des données disponibles et de l'état des connaissances au moment de la réalisation de l'étude.</p> <p>À l'instar de la conduite des études d'impacts, les incertitudes résultant de la qualité des connaissances et des données disponibles ne sont pas un argument recevable pour invalider l'analyse, ces incertitudes sont un élément de la connaissance qui doit être pris en compte dans la définition des mesures Évitement Réduction Compensation proposées dans le projet.</p> <p>Dans le tableau des résultats le terme « évaporation » est trop limitatif il a été remplacé par « influence sur l'hydrologie » qui traduit les effets « hors prélèvement d'irrigation »</p> <p>La valeur de 6,4 Mm³ des plans d'eau connectés est le résultat pour une année de fréquence quinquennale sèche.</p> <p>La captation de ressource en eau est effective lorsque le plan d'eau n'est pas plein, autrement il y a écoulement en aval.</p>	<p>§ 5.7.4.4 page 155</p> <p>Tableau 65 page 161</p>

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
160	SMIDAP Pascal Trintignac	<p><i>P151 : L'ensembles des prélèvements moyens opérés par les plans d'eau par UH et par période sont représentés sur plusieurs cartes disponibles dans l'atlas joint :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Prélèvements dus aux plans d'eau d'irrigation connectés : irrigation et évaporation,</i> <input type="checkbox"/> <i>Prélèvements d'irrigation dus aux plans d'eau déconnectés : remplissage hivernal des retenues,</i> <input type="checkbox"/> <i>Prélèvements dus aux plans d'eau non agricoles connectés : évaporation,</i> <p><i>EVAPOTRANPIRATION : les plus grands plans d'eau du BV ont une zone humide associée pouvant dépasser les 20% de la surface du Plans d'eau</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <i>Estimation des prélèvements dus aux plans d'eau non agricoles déconnectés :</i> <p><i>évaporation (voir plus haut les précautions à prendre avec des données de prélèvement affectées aux plans d'eau déconnectés de type autre usage)</i></p>	NC	Page (161 + 1)

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
161	SMIDAP Pascal Trintignac	<p><i>Quid des étangs piscicoles ? environ 165 à 170 ha (15% des plans d'eau en surface cumulée) suivis par le SMIDAP la plupart en connexion avec le réseau hydrographique et vidangés tous les ans (max 3 ans).</i></p> <p><i>Une étude de caractérisation et d'identification des étangs piscicoles dans les Pays de la Loire pourrait être lancée courant premier semestre 2024.</i></p> <p>À EN REDISCUETER.</p> <p><i>En résumé, sur la partie « plan d'eau » l'analyse de l'impact est beaucoup trop imprécise pour être crédible. Les calculs oublient plusieurs paramètres fondamentaux. L'analyse des impacts cumulés est compliquée comme le souligne le rapport de l'Esco car on est sur du cas par cas. C'est une problématique complexe. L'obligation de résultats ne doit pas servir de prétexte pour valider des données au mieux très approximatives voire fausses. Il faut parfois accepter le manque de connaissance et continuer à travailler pour mieux comprendre les impacts des plans d'eau.</i></p>	<p>L'analyse HMUC telle que définie dans le guide méthodologique de l'AELB précise que l'impact des plans d'eau sur l'hydrologie doit être pris en compte comme une influence à évaluer dans le cadre du calcul des volumes prélevables.</p> <p>Selon les territoires, l'importance de la composante « plan d'eau » est variable, dans le cas de l'Oudon, il existe plusieurs milliers de plans d'eau de taille réduite.</p> <p>Dans le domaine de la connaissance scientifique toute les évaluations sont caractérisées par un niveau d'incertitude.</p>	§ 5.7.4.4 page 155 et suivantes
162	SMIDAP Pascal Trintignac	<p><i>Humbert, J., Najjar, G., 1992. Influence de la forêt sur le cycle de l'eau en domaine tempéré.</i></p> <p><i>Une analyse de la littérature francophone :</i></p> <p><i>CEREG Strasbourg, France, 85 p</i></p> <p><i>Al Domany M., Bartout P. et Touchart L., 2015. L'évaporation et le bilan hydrologique des étangs pelliculaires. L'exemple du l'étang cistude en Brenne. XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015</i></p> <p><i>Gosset A., 2009. Pisciculture et ressource en eau : rôle des étangs piscicoles. Rapport FLAC-Université Paul Verlaine Metz ; 35p.</i></p> <p><i>Tringnac P et Kerléo V., 2004. Impact des étangs sur l'environnement. Rapport SMIDAP</i></p> <p><i>Tringnac P., Le Berre M., Haury J. et Lambert E., 2022. Les étangs piscicoles, des réservoirs de biodiversité végétale. Dynamiques Environnementales Journal international des géosciences et de l'environnement, n° 45 - 2020</i></p>	Bibliographie	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
163	AELB Annick Kerello	- Pas de formalisme pour le(s) rapport(s) HMUC. - La partie Plans d'Eau est à intégrer dans le volet Usages.	Remarques prises en compte	
164	AELB Annick Kerello	Page 13 : « Le bassin versant de l'Oudon est caractérisé par des étiages naturels sévères et connaît des déficits quantitatifs récurrents. Des mesures de restrictions des usages de l'eau sont fréquemment prises sur le territoire pour anticiper les risques ou les conséquences de ces situations de tensions quantitatives... Face à ces constats, le SDAGE Loire Bretagne (2010-2015) porte une vigilance accrue sur l'état quantitatif de la ressource en eau sur le territoire et classe le bassin versant de l'Oudon en Zone de Protection Renforcée à l'Étiage (ZPRE) après que celui-ci ait longtemps été classé en Zone de Répartition des Eaux (ZRE) »	Modification du texte effectuée	§ 1 page 13
165	AELB Annick Kerello	Page 14 : Le préfet coordonnateur de bassin Loire Bretagne envisage (2020) la perspective de classer le bassin versant de l'Oudon en zone de répartition des eaux (ZRE) L'Oudon aurait déjà été classé en ZRE ?	« Révision des zones de répartition des eaux Bassin Loire-Bretagne 2008 – 2009 Dossier soumis à la concertation locale Décembre 2008 – Janvier 2009 » Direction Régionale de l'Environnement Centre bassin Loire Bretagne Novembre 2008 https://sigescen.brgm.fr/IMG/pdf/projetrevisionre_lb.pdf page 30 « Il est proposé de supprimer la zone de répartition de l'Oudon. En accompagnement, cette zone sera classée dans le SDAGE en zone de protection renforcée à l'étiage. »	page 13 + 1

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
166	AELB Annick Kerello Volet M	<p>Page 44 :</p> <p>Toutes les autres masses d'eau sont en état moyen, médiocre ou mauvais et un objectif moins strict que le bon état écologique. En ce qui concerne l'état chimique, toutes les masses d'eau sont en objectif moins strict en raison de faisabilité technique. Il est assez rare que des masses d'eau soient sans objectif ? Est-ce qu'il s'agit de masses d'eau souterraines ?</p>	L'objectif d'état des masses d'eau souterraine n'est pas abordé ici (pas sûre d'avoir compris la question)	Tableau 12 57
167	AELB Annick Kerello Volet M	<p>Pages 54 à 58 :</p> <p>Données sur l'état des eaux. Qu'est-ce que l'on fait de ces données qui peuvent être préoccupantes ?</p>	L'étude porte sur le volet quantitatif de la ressource. Le PTGE pourra inclure des actions visant l'amélioration de l'état des eaux, l'état des eaux n'étant pas dépendant que du volet quantitatif	§ 4.3.1 Page 59
168	AELB Annick Kerello Volet M	<p>Pages 43 et 81 :</p> <p>Le guide de la méthode HMUC (Version 4 juillet 2023), précise que 3 méthodes principales sont actuellement reconnues pour estimer les débits biologiques des cours d'eau :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La méthode Estimhab (micro habitats) 2. La méthode hydraulique (macro habitats) 3. L'approche hydrologique <p>Les deux premières méthodes nécessitent des investigations de terrain, d'autres méthodes sont envisageables au « cas par cas », en fonction du contexte local.</p>	Modification du texte effectuée	§ 4.1 page 48
169	AELB Annick Kerello Volet M	<p>Une approche de terrain basée sur les débits réels permettant d'alimenter les annexes alluviales à fort enjeu, s'il y en a, et permettant de décolmater les zones connues de reproduction serait davantage pragmatique cependant elle nécessite des reconnaissances de terrain avec la caractérisation de niveaux d'eau des secteurs à enjeu. Ces investigations ne sont pas prévues dans la réalisation de l'étude en cours, elles pourraient être considérées ultérieurement notamment dans le programme d'action du PTGE.</p> <p>N'est-il pas nécessaire de passer par une phase terrain pour que l'étude avance ? Est-ce que cela permettra d'avoir des VP autres que 0 ?</p>	Complément à inclure dans l'étude complémentaire Milieu dont la consultation est en cours de préparation . Il n'est pas sûr que cela permettra d'avoir des Volumes Prélevables non nuls.	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
170	AELB Annick Kerello Volet M	Pages 40 à 92 : <i>Beaucoup de mal à comprendre le volet M. Beaucoup d'information mais peu d'éléments synthétiques. Est-ce qu'ils sont allés au bout de ce qu'ils pouvaient faire ?</i>	Au regard de ce qui était initialement prévu, oui.	§ 4 Page 48
171	AELB Annick Kerello Volet M	Comme convenu à la suite de la réunion de ce jour, je vous transmets mes questions : Page 77 : <ul style="list-style-type: none"> - <i>gamme de 0,3 à 0,07 m³/s sur la période d'avril à juillet ;</i> - <i>gamme de 0,04 à 0,07 m³/s pour la période d'août à octobre.</i> <i>Le chiffre 0.3 correspond au seuil haut ? et le 0.07 au seuil bas ?</i> <i>Ce n'est pas bizarre que la gamme commence par un chiffre supérieur au suivant</i>	Le chiffre 0,3 correspond au mois d'avril Le chiffre 0,07 correspond au mois de juillet Le chiffre 0,04 correspond au mois d'août Le chiffre 0,07 correspond au mois de octobre	Page 78
172	AELB Annick Kerello Volet M	<ul style="list-style-type: none"> - <i>0,16 à 0,7 m³/s sur la période d'avril à juillet ;</i> - <i>0,08 à 0,16 m³/s pour la période d'août à octobre</i> 	Erreur corrigée, merci ! <ul style="list-style-type: none"> - <i>0,3 à 0,16 m³/s sur la période d'avril à juillet ;</i> - <i>0,08 à 0,16 m³/s pour la période d'août à octobre</i> 	Page 80
173	AELB Annick Kerello Volet M	<ul style="list-style-type: none"> - <i>0,4 à 0,1 m³/s sur la période d'avril à juillet ;</i> - <i>0,07 m³/s pour la période d'août à octobre.</i> 	Le chiffre 0,4 correspond au mois d'avril Le chiffre 0,1 correspond au mois de juillet	Page 81
174	AELB Annick Kerello Volet M	<i>Page 113, les prélèvements pour l'UH7 (133 390 m³) sont moins élevés que les volumes impactant les cours d'eau (201 836 m³), est-ce normal ? Pour ma part, un volume impactant est un volume anthropisé (donc un prélèvement) mais peut être que je me trompe.</i>	Pour l'UH7, le volume 201 836 m ³ en 2020 correspond à l'influence de volume prélevé à partir du captage AEP situé dans l'UH. La valeur 133 390 m ³ est la volume consommé par les habitants de l'UH7 en 2019, 140 437 m ³ pour 2020. Le prélèvement du captage AEP UH7 est distribué dans le réseau interconnecté il dessert la population raccordée qui est différente des habitants de l'UH.	Tableau 34 page 114 Tableau 35 page 117

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
175	AELB Annick Kerello Volet	<p>Pages 22 et 108 :</p> <p>Les prélèvements AEP ont diminué de près d'un tiers entre 2001 et 2006 passant de 3 500 000 m³ prélevés en 2000 à 2 500 000 m³ prélevés en 2011. Depuis 2006, les prélèvements semblent s'être stabilisés autour des 2 500 000 m³ /an.</p> <p>Le secteur d'étude compte environ 33 000 abonnés en 2021, pour une consommation annuelle de 5 000 000 m³. Globalement, le nombre d'abonnés et la consommation d'eau potable n'ont cessé d'augmenter depuis plus de 10 ans. Ce n'est pas très clair. À la lecture, on peut penser que la consommation a doublé en 10 ans.</p> <p>Est-ce que l'AEP provient d'autres territoires ? Dans ce cas-là, n'est-il pas important de le mentionner ?</p> <p>Est-ce que l'usine Célia utilise l'AEP ? ou est-elle bien dans le chapitre Prélèvements industriels en page 116 ?</p>	<p>ajout : "Comme vu précédemment, seulement environ 2 000 000 de m³ sont produits sur le territoire. Afin d'alimenter tous les habitants du bassin versant, environ 3 000 000 m³ proviennent de la Mayenne."</p>	§ 5.4.2.3 page 116
176	AELB Annick Kerello Volet U	<p>Page 129 :</p> <p>Dans le tableau, s'agit-il d'un volume prélevé ou consommé ? Si je me pose la question, c'est que ce n'est pas clair entre le texte et les tableaux.</p>	<p>Le besoin d'abreuvement des animaux est réparti comme une consommation pour la partie provenant du réseau AEP et comme un prélèvement brut pour la partie provenant du milieu, (hors réseau AEP) sur cette partie il n'est pas pris en compte un coefficient d'efficience : prélèvement brut = prélèvement net</p>	Tableau 51 page 138
177	AELB Annick Kerello Volet U Plans d'Eau	<p>Pages 28 et 130 :</p> <p>Le nombre total de plans d'eau est 4 177.</p> <p>À l'échelle d'un bassin versant tel que le SAGE Oudon, le nombre de plans d'eau est important (de l'ordre de 6 500).</p> <p>Les valeurs ne sont pas les mêmes. OK pour les volumes : 20 025 527 m³ en p137 et 21 M m³ en p28</p>	<p>Effectivement le dénombrement des plans d'eau de l'étude EVP 2015 (4 177) n'a pas été réalisé à partir des sources de données de la nouvelle étude d'actualisation.</p> <p>L'inventaire des plans d'eau de Sophie Perchet résulte d'une étude réalisée en 2017 à 2019 financée par l'AELB, postérieure à l'étude EVP 2015.</p> <p>Les évaluations des volumes sont dans des ordres de grandeur comparables/</p>	Tableau 59 page 148

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
178	AELB Annick Kerello Volet U	<p>Page 136 :</p> <p><i>Les effets de marnage ne sont pas pris en compte dans le cadre du paramètre surface.</i></p> <p><i>Est-ce que c'est pris en compte dans le cadre du paramètre volume ? Est-ce que cela a été validé par le CoTech ? Si non, est-ce que cela peut poser problème avec la profession agricole ?</i></p> <p><i>Est-ce que les volumes sous-estimés des plans d'eau agricoles sont connus ? Est-ce que cela a été validé en CoTech ?</i></p>	<p>La formule utilisée provient des données des DDTs qui correspondent notamment à des plans d'eau d'usage agricole.</p> <p>Nous ne disposons pas de données permettant de caractériser le marnage.</p> <p>L'estimation des surfaces des plans d'eau provient du traitement d'images de photographies aériennes (données IGN)</p>	§ 5.7.2.6 page 147
179	AELB Annick Kerello Volet U	<p>Page 146 :</p> <p><i>On observe un décalage temporel entre les besoins d'irrigation (concentrés en juillet aout et prélevés dans les eaux stockées) et les prélèvements correspondants (prélevés sur le milieu par remplissage des plans d'eau en octobre novembre).</i></p> <p><i>Ce n'est pas clair. Ne faudrait-il pas indiqué qu'il s'agit d'un remplissage passif des plans d'eau qui ont baissé pendant la saison d'étiage ?</i></p>	<p>Modification du texte effectuée</p> <p>Cf remarque 52</p>	Page (156 + 1)
180	AELB Annick Kerello Volet U	<p>Pages 30 et 150 :</p> <p><i>Résultat des estimations de pertes brutes par évaporation des plans d'eau hypothèse haute : - pertes en années humides 5 à 6 Mm³ /an, 5 200 m³ /ha/an - Pertes en année sèche 7 à 8 Mm³, 7 000 m³ /ha/an</i></p> <p><i>Résultats du calcul des prélèvements des plans d'eau / prélèvements d'évaporation : 8 019 868 m3. La valeur a été calculée à partir d'une année sèche ?</i></p>	Voir la réponse à la remarque 90	
181	AELB Annick Kerello Volet H	<p>Page 166 :</p> <p><i>À ce stade, en analysant des débits mesurés dits influencés par les usages humains, il n'est pas possible de se prononcer quant à l'origine des écarts constatés entre les différents bassins versants : naturelle ou anthropique ?</i></p> <p><i>Je ne comprends pas ce qu'ils veulent apporter comme information. N'aurait-il pas fallu qu'à ce stade de l'étude, le BE puisse apporter une réponse ?</i></p>	Voir la réponse à la remarque 58	

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
182	AELB Annick Kerello Volet H	<p>Page 174 :</p> <p><i>Les résultats des simulations de débits naturels sont maintenant comparés aux débits mesurés afin d'évaluer l'impact des influences sur la période 2003-2022. La période diffère par rapport à celle du tableau précédent (2014-2021), il est donc normal de ne pas avoir les mêmes valeurs.</i></p> <p><i>Ce type de remarque engendre des confusions ! Pourquoi ne parle-t-on pas d'une gamme de débits dans ce cas ?</i></p>	Texte modifié	§ 6.3.5 page 185
183	AELB Annick Kerello Volet C	<p>Page 190 :</p> <p><i>Les résultats de trois tuiles seront téléchargés</i></p> <p><i>Comment s'est fait le choix de ces 3 tuiles ?</i></p>	Les tuiles sont choisies en fonction de la localisation des stations de Météo France afin de pouvoir faire correspondre les données historiques mesurées avec les données simulées. Elles sont réparties dans le territoire pour couvrir le champ des gradients des paramètres climatiques.	Carte 90 page 204
184	AELB Annick Kerello Volet C	<p>Pages 188, 198 et 191, 195 :</p> <p><i>La période de référence retenue est 1993-2022 et la période prospective 2036-2065.</i></p> <p><i>Horizon proche H1 (2021-2050), horizon moyen H2 (2041-2070) et horizon lointain H3 (2071-2100), définis sur le portail DRIAS, par rapport à la période de référence (1976-2005).</i></p> <p><i>Pourquoi on ne peut pas prendre des périodes de références identiques d'un bout à l'autre ? Cela prête à confusion !</i></p>	<p>L'horizon prospectif « 2050 » validé par le comité de suivi est celui communément pris en compte par la plupart des études en cours sur les territoires métropolitains. La nécessité de disposer de 30 années conduit à la chronique 2036 – 2065.</p> <p>La chronique de référence de 30 années historique est définie en partant de l'année la plus récente 2022 soit 1993 -2022</p> <p>Les horizons H1, H2 et H3 sont spécifiques au portail des données DRIAS, ils sont évoqués car certains résultats du DRIAS peuvent être présentés pour illustrer l'analyse,.</p>	§ 7.2.2 page 212

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
185	AELB Annick Kerello Volet C	<p>Page 201 :</p> <p>Pour le modèle Aladin, le graphique montre une très légère augmentation des pluies sur la période or il est annoncé -1.43%.</p> <p>Y a-t-il une erreur au niveau du graphique ? Les chiffres traduisent bien une baisse mais pas la courbe « linéaire Aladin ».</p>	<p>La tendance croissante de la pluviométrie du modèle Aladin est calculée sur la période 1993 à 2099, droite verte.</p> <p>Cependant pour les moyennes des chroniques considérées (1993-2022) vs (2036 -2065) il y a une baisse de la valeur moyenne</p> <p>Ce constat doit nous inciter à considérer que nous sommes sur des variations (-1,43 %) d'importance non significative.</p> <p>En analyse de données on considère souvent le seuil de 5 % comme valeur minimale pour un écart significatif.</p>	<p>Graphe 104 page 221</p>
186	OFB mel du 07/11/2023 Hélène Anquetil	<p>- La partie 4.2 « contexte » ne correspond pas à ce qu'on attend d'un diagnostic de territoire à mettre les données en perspective pour asseoir les enjeux et les choix de DB biologique.</p>	<p>Le volet Milieu de l'étude initiale ne comprenait pas de diagnostic de territoire.</p> <p>Le volet Milieu doit être repris dans le cadre d'un marché de prestations complémentaires.</p> <p>Les prestations complémentaires proposées comprennent une partie caractérisation des enjeux étendue à l'ensemble des 11 UHs du bassin</p>	<p>§ 4.2 page 50</p>
187	OFB mel du 07/11/2023 Hélène Anquetil	<p>- La partie 4.3 « Actualisation des DMB » : rompre avec la terminologie de l'EVP 2015. Actualiser selon Guide HMUC. Ne plus utiliser « DMB, débit plancher, débit optimal, débit critique ». Remplacer respectivement par « Débit biologique ou écologique, plage de débits, seuils haut et bas de la gamme de débits bio ».</p> <p>- Tableau 15 : Réintégrer les stations Estimhab Chéran et Araize (largeurs limites mais tolérable étant donné que les stations présentaient une bonne alternance de faciès, le justifier avec les éléments de rapports).</p>	<p>Remarque prise en compte</p>	<p>§ 4.4 page 71</p>

Index	Origine	Remarque ou question	Réponse du prestataire	Référence rapport
188	OFB Hélène Anquetil	- 4.3.1.3 : actualisation des courbes Estimhab à mieux justifier les propositions de plages de débits biologiques, en procédant par étapes, espèce par espèce, puis toutes espèces. Justifier et argumenter l'expertise. Garder en tête que le seuil bas de la gamme de débits bio ne correspond pas à un débit de survie mais reste un débit de « bon fonctionnement ». Préciser en quoi et pourquoi les résultats et l'analyse diffèrent de l'EVP 2015. - Compléter la définition des débits biologiques pour les mois d'intersaison : avril/mai/octobre/novembre	Les courbes estimhab ont été régénérées à partir de l'hydrologie désinfluencée actuelle. Estimhab étant valable pour les mois estivaux, en tant que méthode issue de la modélisation d'EVHA effectuée pour des débits faibles. Pour les débits importants une étude complémentaire est nécessaire.	§ 4.4.1.3 page 76
189	OFB Hélène Anquetil	- Graphe 25 et suivants : fournir les débits mensuels influencés, désinfluencés / moyens, quinquennaux secs / étendre à tous les mois de l'année.	Ceci n'était pas prévu, c'est à inclure dans le complément d'étude à mener	Graphe 29 page 77
190	OFB Hélène Anquetil	- Compléter l'expertise des débits biologiques sur les UG qui en sont actuellement exemptes en respectant les étapes suivantes : 1. diagnostic du territoire 2. choix de secteurs sur lesquels expertiser les débits biologiques 3. choix des stations 4. choix des méthodes (en basses eaux : soit méthode d'habitats, soit méthode hydraulique pour les cours //d'eau altérés morphologiquement) et choix des espèces cibles. Reconstituer l'hydrologie influencée et désinfluencée à ces stations.	Ceci n'était pas prévu, c'est à inclure dans le complément d'étude à mener	
191	OFB Hélène Anquetil	- Volet Plans d'eau : intéressant mais dépasse le strict volet Milieux de l'étude HMUC.	Effectivement.	

