

Élaboration d'un protocole d'investigations en lien avec le fonctionnement hydrologique des bassins versants et des interactions nappe/rivière

Bassins versants de l'Aume-Couture, de l'Auge et du Bief

Rapport de phase 1 : synthèse bibliographique, observations de terrain et hypothèses de travail



Rivière de l'Auge (terrain du 8 Janvier 2020)

OCTOBRE 2020

SOMMAIRE

1	Contexte	14
1.1	<i>Contexte de l'étude</i>	14
1.2	<i>Objectifs de l'étude</i>	14
1.3	<i>Objectifs de la phase 1</i>	15
1.4	<i>Méthodologie</i>	16
1.4.1	Visites de terrain	16
1.4.2	Synthèse bibliographique	23
2	Caractéristiques de chaque bassin versant	24
2.1	<i>Contexte géologique</i>	24
2.1.1	Contexte régional	24
2.1.2	Lithostratigraphie générale	28
2.2	<i>Topographie</i>	31
2.2.1	Réseau de drainage	31
2.2.2	Pente	33
2.2.3	Érosion	33
2.3	<i>Pédologie</i>	36
2.3.1	Les plaines calcaires	37
2.3.2	Les vallées et terrasses alluviales	37
2.4	<i>Volet paysager</i>	39
2.4.1	Occupation du sol	39
2.4.2	Cultures	42
2.5	<i>Contexte climatique</i>	44
2.5.1	Données climatiques	44
2.5.2	Température	44
2.5.3	Précipitations	45
2.5.4	Évapotranspiration	47
2.6	<i>Contexte hydrogéologique</i>	49
2.6.1	Masses d'eau souterraines	49
2.6.2	Aquifères	52
2.7	<i>Ouvrages de suivi de nappe</i>	56
2.7.2	Relation nappe-rivière	71
2.8	<i>Contexte hydrologique - Réseau hydrographique</i>	87
2.8.1	Présentation des masses d'eau superficielles	87
2.8.2	État des masses d'eau superficielles	89
2.8.3	Hydrographie	90

2.8.4	Hydrologie	92
2.8.5	Ouvrages impactant l'hydromorphologie et l'hydrologie des cours d'eau	97
2.8.6	Boisement des berges	99
2.8.7	Rectitude des cours d'eau	99
2.8.8	Assecs	99
2.9	<i>Zones humides</i>	105
2.10	<i>Qualité des eaux</i>	108
2.10.1	Localisation des qualitomètres	108
2.10.2	Nature de l'eau	110
2.10.3	Nitrates et pesticides	112
2.10.4	Démarches de reconquête de la qualité des eaux	113
2.11	<i>Activités anthropiques, usages</i>	114
2.12	<i>Zonages règlementaires</i>	120
3	Cas particuliers : captages grenelle	122
3.1	<i>Captage de Moulin Neuf – Source</i>	122
3.1.1	Localisation et contexte	122
3.1.2	Caractéristique du captage	130
3.1.3	Qualité de l'eau brute	133
3.1.4	Fonctionnement de l'hydrosystème	136
3.1.5	Synthèse des connaissances sur les échanges nappe/rivière à proximité de la source de Moulin Neuf	143
3.2	<i>Captage de La Mouvière</i>	144
3.2.1	Localisation et contexte	144
3.2.2	Caractéristique du captage	154
3.2.3	Traçage	158
3.2.4	Qualité de l'eau brute	159
3.2.5	Relation nappe/rivière	162
3.2.6	AAC	163
3.2.7	Datation de l'eau	164
3.2.8	Synthèse des connaissances sur les échanges nappe/rivière à proximité de la source de La Mouvière	166
4	Proposition de secteurs hydrologiques	168
4.1	<i>Méthodologie</i>	168
4.1.1	Zonage initial	170
4.1.2	Caractérisation des zones	171
4.2	<i>Secteurs hydrologiques proposés</i>	174
4.2.1	Bassin versant de la Couture	174
4.2.2	Bassin versant de l'Aume	175
4.2.3	Bassin versant de l'Aume en amont de la Couture (zone 10)	176
4.2.4	Bassin de l'Auge (zone 11)	177
4.2.5	Bassin du Bief (zone 12)	177

4.2.6	Découpages	177
4.3	<i>Secteurs hydrologiques sélectionnés</i>	179
5	Orientations pour le protocole d'investigation	181
6	Annexes	182

Liste des tableaux

Tableau 1 : pédologie (Source : Charente Eaux)	36
Tableau 2 : grands types d'occupation des sols (Source : Corine Land Cover, 2018)	39
Tableau 3 : répartition des groupes de cultures	42
Tableau 4 : masses d'eau souterraines (Source : SDAGE Adour-Garonne 2016-2021)	49
Tableau 5 : objectifs d'état chimique et quantitatif des masses d'eau souterraines (Source : SDAGE Adour-Garonne 2016-2021)	51
Tableau 6 : piézomètres et qualimètres suivis par ADES sur la zone d'étude	58
Tableau 7 : caractéristiques du piézomètre de suivi de la nappe du Dogger	59
Tableau 8 : caractéristiques du piézomètre de suivi de la nappe du Dogger	67
Tableau 9 : masses d'eau superficielles du secteur d'étude	87
Tableau 10 : état chimique des masses d'eau, objectif assigné et stations de mesure	89
Tableau 11 : état écologique des masses d'eau et objectif assigné	90
Tableau 12 : stations hydrométriques du secteur d'étude	92
Tableau 13 : débits caractéristiques sur le bassin	94
Tableau 14 : débits caractéristiques sur le Bief	95
Tableau 15 : débits caractéristiques extrapolés sur l'Auge	97
Tableau 16 : caractéristiques du boisement des berges (Source : Charente Eaux)	101
Tableau 17 : caractéristiques de la rectitude des cours d'eau (Source : Charente Eaux)	102
Tableau 18 : statistiques des campagnes d'observation du réseau ONDE (Octobre 2012 à juillet 2020)	104
Tableau 19 : identification des captages AEP et de la Fontaine des Aussegrains	123
Tableau 20 : coupe technique détaillée du captage de Moulin Neuf Source	131
Tableau 21 : qualité du captage de Moulin Neuf Source	136
Tableau 22 : description des modalités des traçages (HYGEO 2004)	143
Tableau 23 : identification des captages AEP et de l'ensemble sourcier	145
Tableau 24 : mesures de débits sur l'ensemble sourcier hors émergence sous fluviales (29/03/2004/Hydro Invest)	154
Tableau 25 : synthèse des modalités des traçages sur la Mouvière Source	159
Tableau 26 : qualité du captage de La Mouvière Source (ADES 2020)	162
Tableau 27 : comparaison des caractéristiques de chaque zone	172
Tableau 28 : Secteurs hydrologiques validés	180

Liste des figures

Figure 1 : cartographie des points à visiter	18
Figure 2 : fiche de terrain : site hydrologique.....	19
Figure 3 : fiche de terrain : zone humide	20
Figure 4 : fiche de terrain : station hydrométrique.....	21
Figure 5 : fiche de terrain : résurgence	22
Figure 6 : visuel de la plateforme web de partage de documentation	23
Figure 7 : zone d'étude dans le cadre structural régional	24
Figure 8 : coupes géologiques (Source : rapport 77SGN270AQI de l'Établissement Public Régional Poitou-Charentes)	26
Figure 9 : Log géologique synthétique de la zone d'étude (reconstruit à partir du log synthétique de la carte géologique d'Aulnay à 1/50 000)	29
Figure 10 : carte géologique simplifiée de la zone d'étude	30
Figure 11 : sites visités avec interruption du réseau de drainage	32
Figure 12 : pentes et réseau de drainage	34
Figure 13 : érosion.....	35
Figure 14 : contexte pédologique (Source : Charente Eaux, 2019)	38
Figure 15 : cartographie de l'occupation des sols.....	41
Figure 16 : cartographie des cultures.....	43
Figure 17 : températures à la station de Tusson entre 1981 et 2010 (Données : Météo France)	44
Figure 18 : températures moyennes annuelle en Poitou-Charentes, sur la période 1961-1990 (Source : Météo France)	45
Figure 19 : précipitations à la station de Tusson entre 1981 et 2010 (Données : Météo France)	46
Figure 20 : moyenne annuelle des précipitations, en Poitou-Charentes, sur la période 1961-1990.....	47
Figure 21 : évapotranspiration potentielle à la station de Tusson entre 1981 et 2010 (Données : Météo France)	48
Figure 22 : cartographie des masses d'eau souterraines	50
Figure 23 : Log hydrogéologique de la zone d'étude	52
Figure 24 : Schéma synthétique des échanges entre les aquifères	56
Figure 25 : cartographie des points de suivis.....	57
Figure 26 : piézométrie du point d'eau 06604X0179/F	60
Figure 27 : piézométrie du point d'eau 06608X027/AC-3	61
Figure 28 : piézométrie du point d'eau 06851X0071/S.....	62
Figure 29 : piézométrie du point d'eau 06607X0024/F	63

Figure 30 : piézométrie du point d'eau 06607X0002/P.....	64
Figure 31 : piézométrie du point d'eau 06846X0070/F.....	64
Figure 32 : carte piézométrique de la nappe du Jurassique Supérieur.....	66
Figure 33 : piézométrie du point d'eau 06616X0068/PIEZO.....	67
Figure 34 : indicateur piézométrique standardisé 06616X0068/PIEZO.....	68
Figure 35 : piézométrie de la nappe du Dogger sur le bassin du Bief (Source : Hydro Invest, 1997).....	69
Figure 36 : carte piézométrique de la nappe du Dogger.....	70
Figure 37 : relation d'une nappe alluviale avec les terrains encaissants (Source : Daum et al., 1997 dans Vernoux et al., 2010).....	71
Figure 38 : relations hydrodynamiques entre la nappe et la rivière : exemple de la Boutonne (Charente Maritime) (Source : BRGM).....	72
Figure 39 : réserve régulatrice et réserve géologique (Source : Castany, 1968).....	73
Figure 40 : localisation des piézomètres ADES et des stations hydrométriques de la Banque Hydro.....	75
Figure 41 : débit sur l'Aume à Oradour en fonction du niveau de nappe à Aigre (Source : Hydratec, 2019).....	76
Figure 42 : comparaison des niveaux piézométriques à Aigre et des débits de l'Aume-Couture (2008-2017).....	77
Figure 43 : coupe de la vallée de l'Aume à proximité du piézomètre d'Aigre.....	77
Figure 44 : représentation schématique d'un aquifère karstique (Source : Agence de l'eau RMC, d'après Mangin 1975).....	78
Figure 45 : exemples de résurgences en amont du bassin de l'Aume-Couture : Fosse de Gazon (haut) et Source de l'Aume (bas).....	79
Figure 46 : exemples de résurgences en amont du bassin de l'Aume-Couture : Font Rougeaud (haut) et Zone Humide de Siarne (bas).....	80
Figure 47 : exemples de résurgences du bassin du Bief : Robegerbe (haut) et Gragonne (bas).....	81
Figure 48 : exemples de résurgences du bassin de l'Auge : Ruisseau du cou de la Vache (haut) et Creusefont 2 (bas).....	82
Figure 49 : résurgences.....	83
Figure 50 : zones humides et résurgences.....	84
Figure 51 : photographies de la perte de Courcôme.....	85
Figure 52 : débits mensuels moyens de l'Aume à la station de Moulin de Gouge.....	93
Figure 53 : débit moyen journalier de l'Aume à Moulin de Gouge du 1/10/2014 au 30/09/2015.....	94
Figure 54 : graphe de comparaison des débits de l'Aume et du Bief, année 1983-84.....	96
Figure 55 : graphe de comparaison des débits de l'Aume et du Bief, année 1984-85.....	96
Figure 56 : graphe de comparaison des débits de l'Aume et du Bief, année 1985-86.....	97
Figure 57 : ouvrages transversaux impactant l'écoulement des cours d'eau.....	98
Figure 58 : taux de boisement des berges.....	101

Figure 59 : taux de rectitude des cours d'eau.....	102
Figure 60 : fréquence des assecs (Source : données du la fédération de pêche 16, ARB Nouvelle Aquitaine 26/07/2017 et Réseau ONDE)	103
Figure 61 : carte des zones humides de la zone d'étude.....	106
Figure 62 : carte des marais de la zone d'étude	107
Figure 63 : localisation des qualitomètres ADES.....	109
Figure 64 : caractéristiques du qualitomètre BSS001RQQM (Source : ADES).....	110
Figure 65 : évolution annuelle du nombre d'analyses (Source : ADES)	110
Figure 66 : résultats statistiques des principaux paramètres du qualitomètre BSS001RQQM (06608X0034/PUITS) (Source : ADES, 04/03/2020)	111
Figure 67 : évolution de la concentration en Nitrates (Source : ADES)	112
Figure 68 : évolution de la concentration en Pesticides totaux (Source : ADES) zoomée sur résultats validés hors limites de détection	113
Figure 69 : évolution de la concentration en Atrazine déséthyl et métolachlore (Source : ADES)	113
Figure 70 : répartition des volumes prélevés en 2017 par ressource et par usage	114
Figure 71 : prélèvements en fonction des usages (Source : Charente Eaux)	116
Figure 72 : localisation des points de prélèvement à usage agricole (Source : Projet de Territoire – État des lieux et Diagnostic)	117
Figure 73 : pressions de prélèvement par commune en 2017.....	118
Figure 74 : zonages règlementaires naturels (Source : Charente Eaux)	121
Figure 75 : localisation du captage de Moulin Neuf source et de la Fontaine des Aussegrains	125
Figure 76 : localisation du captage de Moulin Neuf source et de la Fontaine des Aussegrains sur fond cadastral ...	126
Figure 77 : localisation détaillée du captage de Moulin Neuf source et de la Fontaine des Aussegrains sur fond de vue aérienne.....	127
Figure 78 : photos du site du captage de Moulin Neuf Source reporté en Figure 77 (source : HYGEO 2019).....	128
Figure 79 : photos de l'Aume et de la Fontaine des Aussegrains à proximité de Moulin Neuf Source	129
Figure 80 : coupe technique et géologique du captage Moulin Neuf Source	130
Figure 81 : débit d'exhaure à la source de Moulin Neuf de 2019 (La Saur – 2020)	132
Figure 82 : schéma de fonctionnement de la station de Moulin Neuf (source : La Saur-2020)	133
Figure 83 : évolution des teneurs en nitrates de 1987 à 2019 sur Moulin Neuf source (source ADES 2019).....	135
Figure 84 : géologie au droit du site du Moulin Neuf Source	138
Figure 85 : profil schématique géologique au droit du captage de Moulin Neuf et de la Fontaine des Aussegrains (source : HYGEO).....	139
Figure 86 : AAC du captage de Moulin Neuf Source	141

Figure 87 : schéma de datation des eaux de Moulin Neuf Source (Hydroinvest-2016).....	142
Figure 88 : localisation du captage de La Mouvière source et des exurgences sur fond IGN	147
Figure 89 : schéma du complexe sourcier au droit de La Mouvière Source (HydroInvest – 2004).....	148
Figure 90 : localisation détaillée du captage de La Mouvière Source et de son complexe sourcier sur fond de vue aérienne.....	149
Figure 91 : environnement proche de la source de La Mouvière et de son complexe sourcier sur fond de vue aérienne	150
Figure 92 : zone de pertes potentielles sur le Bief sur fond de vue aérienne	151
Figure 93 : photos du site du captage de La Mouvière Source et de son ensemble soucier reportées en Figure 90 à Figure 92 (source : HYGEO 2019)	152
Figure 94 : photos du site du captage de La Mouvière Source et de son ensemble soucier et des zones de pertes du Bief reportées en Figure 90 à Figure 92 (source : HYGEO 2019)	153
Figure 95 : schéma de fonctionnement de l'ensemble sourcier au droit de La Mouvière (source Hydro Invest)	155
Figure 96 : géologie au droit du site La Mouvière Source	156
Figure 97 : évolution des teneurs en nitrates de 1993 à 2018 sur La Mouvière source (source ADES 2020).....	161
Figure 98 : AAC du captage de La Mouvière Source.....	164
Figure 99 : schéma de principe de fonctionnement de l'aquifère – La Mouvière Source.....	165
Figure 100 : zonages existants.....	169
Figure 101 : zones pré-identifiées pour les secteurs hydrologiques	171
Figure 102 : découpages possibles des bassins versants de la Couture, de l'Aume et du ruisseau du gouffre des Loges	178
Figure 103 : Secteurs hydrologiques validés.....	180

Historique des versions					
Date	Version	Nature	Rédaction	Vérification	Validation
06/03/2020	Version Provisoire	RAPPORT DE PHASE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, OBSERVATIONS DE TERRAIN ET HYPOTHESES DE TRAVAIL	E. Salgues M. Marquié ME. Leblond	E. Salgues	E. Salgues
09/09/2020	Version Provisoire (avant COPIL)	RAPPORT DE PHASE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, OBSERVATIONS DE TERRAIN ET HYPOTHESES DE TRAVAIL	E. Salgues M. Marquié ME. Leblond	E. Salgues	E. Salgues
13/10/2020	Version définitive	RAPPORT DE PHASE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, OBSERVATIONS DE TERRAIN ET HYPOTHESES DE TRAVAIL	E. Salgues M. Marquié O. Gélé	E. Salgues	E. Salgues

1 CONTEXTE

1.1 Contexte de l'étude

Depuis le 1^{er} janvier 2019, le SMA BACAB est compétent sur les milieux aquatiques et la prévention des inondations sur les bassins versants de l'Aume Couture, de l'Auge et du Bief. Ces 3 bassins versants de tailles inégales bénéficient de différents niveaux de connaissance.

Sur ce territoire « nouveau », le SMA BACAB souhaite améliorer sa connaissance des cours d'eau et des bassins versants, en particulier du fonctionnement hydrologique et des échanges nappe / rivière. Dans ce but, il a choisi de procéder en 2 temps avec l'élaboration d'un protocole d'investigations puis la mise en œuvre du protocole défini.

Le protocole d'investigations doit reposer sur la connaissance actuelle du fonctionnement et des échanges sur les 3 bassins versants et a pour objectif de confirmer, compléter et créer de la donnée.

Après validation du Comité syndical du SMA BACAB, le SMA BACAB pourra mener par la suite les démarches nécessaires à la mise en place du protocole d'investigations.

1.2 Objectifs de l'étude

L'élaboration d'un protocole d'investigations en lien avec le fonctionnement hydrologique des bassins versants et des interactions nappe/rièvre des bassins versants de l'Aume-Couture, de l'Auge et du Bief doit répondre aux objectifs suivants :

- apprécier et analyser le décalage entre le fonctionnement hydrologique naturel (état de référence s'il peut être caractérisé) et actuel des cours d'eau du secteur d'étude ;
- localiser des secteurs d'échanges nappes/rièrres homogènes et caractériser leur fonctionnement dans l'espace et dans le temps ; le prestataire envisage une méthode pour extrapoler les résultats à l'ensemble du cours d'eau et/ou du bassin versant concerné ;
- définir le rôle et l'influence des composantes (éléments naturels, activités, usages, etc.) du bassin versant dans le fonctionnement de ces échanges ;
- déterminer in fine, sur l'ensemble du territoire d'étude, les secteurs d'échanges nappe-rièvre potentiels, effectifs, fonctionnels en prenant en compte leur dimension spatiale (sous-bassin versant, secteur, tronçon, etc.) et leur évolution saisonnière (sur un cycle hydrologique complet).

L'étude comprend l'élaboration d'un protocole d'étude sur 2 secteurs spécifiques situés sur des aires d'alimentation de captages Grenelle. Il doit considérer l'influence éventuelle de l'Aume dans l'alimentation de la source de Moulin Neuf et de la fontaine des Aussegrains et le lien éventuel entre la source de Moulin Neuf et la fontaine des Aussegrains. Aussi, la caractérisation des pertes du Bief participant à l'alimentation de la source de la Mouvière est faite.

Cette meilleure connaissance du fonctionnement de chaque bassin sera utilisée comme un outil d'aide à la concertation avec les acteurs du territoire dans le cadre du Plan Prévisionnel de Gestion (PPG) pour la période 2021-2031.

Cette étude d'élaboration d'un protocole d'investigations se compose de deux phases :

- la phase 1 qui correspond à la réalisation d'une synthèse bibliographique et définition de secteurs homogènes du point de vue fonctionnel des échanges nappe / rivière ;
- la phase 2 qui correspond à la proposition d'une méthode et d'un protocole d'investigations à mettre en place pour répondre aux objectifs.

1.3 Objectifs de la phase 1

La phase 1 de l'étude comprend la synthèse bibliographique, les observations de terrain et les hypothèses de travail.

L'objectif de cette phase est de réaliser une synthèse de la bibliographie et des observations de terrain se concluant par une analyse critique de la donnée présente permettant ou non d'émettre une conclusion pertinente sur le fonctionnement hydrogéologique et les interactions nappe/rivière des 3 bassins versants concernés.

L'analyse des différentes caractéristiques (géologie, topographie, pédologie, ...) de la zone d'étude donnera lieu à la définition de grands ensembles homogènes pour chaque catégorie. Ces ensembles seront superposés afin de déterminer de grands ensembles homogènes en termes de relation nappe-rivière.

Une analyse fine de la connaissance au droit des deux captages Grenelle et de leur contexte hydrogéologique plus général sera effectuée afin d'évaluer les échanges nappe/rivière.

Le présent rapport, correspond au livrable de la phase 1.

1.4 Méthodologie

1.4.1 Visites de terrain

1.4.1.1 *Déroulement des visites*

La CACG a effectué 4 jours de terrain sur les 3 bassins versants du projet afin de mieux appréhender les caractéristiques générales de ces bassins et d'identifier les points particuliers utiles à la compréhension du fonctionnement hydrogéologique, des relations nappe/rivière, de la présence de zones humides. Aussi, dans les zones pré-identifiées comme ayant un déficit de suivi des eaux de surface, la CACG a vérifié la faisabilité technique de l'installation d'une station hydrométrique. Ces visites ont été effectuées en présence de Julien BLANCANT, technicien rivière du SMA BACAB.

Les visites des 2 captages Grenelle (la Source de Moulin Neuf et la Source de la Mouvière) ont été effectuées par HYGEO :

- pour la Source de Moulin Neuf : le 25 septembre en compagnie de M. Mickael AUDOUIN de La Saur (exploitant) et de Mme Aurore CUIILLERIER animatrice Re-Sources du captage ;
- pour la Source de la Mouvière le 26 septembre en compagnie de M. Damien NEAUD de La Saur (exploitant) et de Mme Carine LANTIÉ-CARTIER animatrice Re-Sources du captage.

1.4.1.2 *Préparation des visites de terrain*

La CACG, en concertation avec les agents du SMA BACAB, a pré-identifié des points à visiter en se basant sur l'analyse bibliographique effectuée et la connaissance de terrain des agents du SMA BACAB. Une cartographie des ces ouvrages a été produite (Figure 1), assortie d'une hiérarchisation en termes de priorité des sites à visiter.

Les 4 types de sites ont été pré-identifiés :

- sites potentiels d'installation de stations hydrométriques : l'analyse préalable aux visites de terrain ayant mis en évidence un déficit de suivi des eaux superficielles sur certaines zones, la CACG a pris le parti de vérifier la faisabilité technique de l'installation de ces stations avant de proposer un protocole d'investigations ;
- zones humides : certaines zones humides caractéristiques ont été visitées afin de déterminer leurs caractéristiques (végétation, faune, sol, alimentation en eau, ...) ;
- sites « hydrographie » : des secteurs dont la compréhension du fonctionnement hydrographique est limitée. Ils correspondent souvent à des pertes de cours d'eau temporaires selon la BD HYDRO. L'objectif sur ces sites est de déterminer s'il existe une réelle perte du cours d'eau au profit de la recharge des nappes ou si l'écoulement passe d'un lit matérialisé à un autre sous forme de ruissellement ;

- résurgences : certaines résurgences typiques de la zone d'étude ont été visitées afin de déterminer leurs caractéristiques (caractérisation de l'écoulement, végétation, géologie du site, ...).

La priorité a été donnée à la caractérisation des zones humides, résurgences et sites potentiels d'installation de stations hydrométriques.

La CACG a développé des fiches de terrain pour chaque type de site (Figure 2 à Figure 5) afin d'harmoniser le recueil des informations de terrain, faciliter leur consultation et optimiser le temps de présence de l'agent CACG sur le terrain.

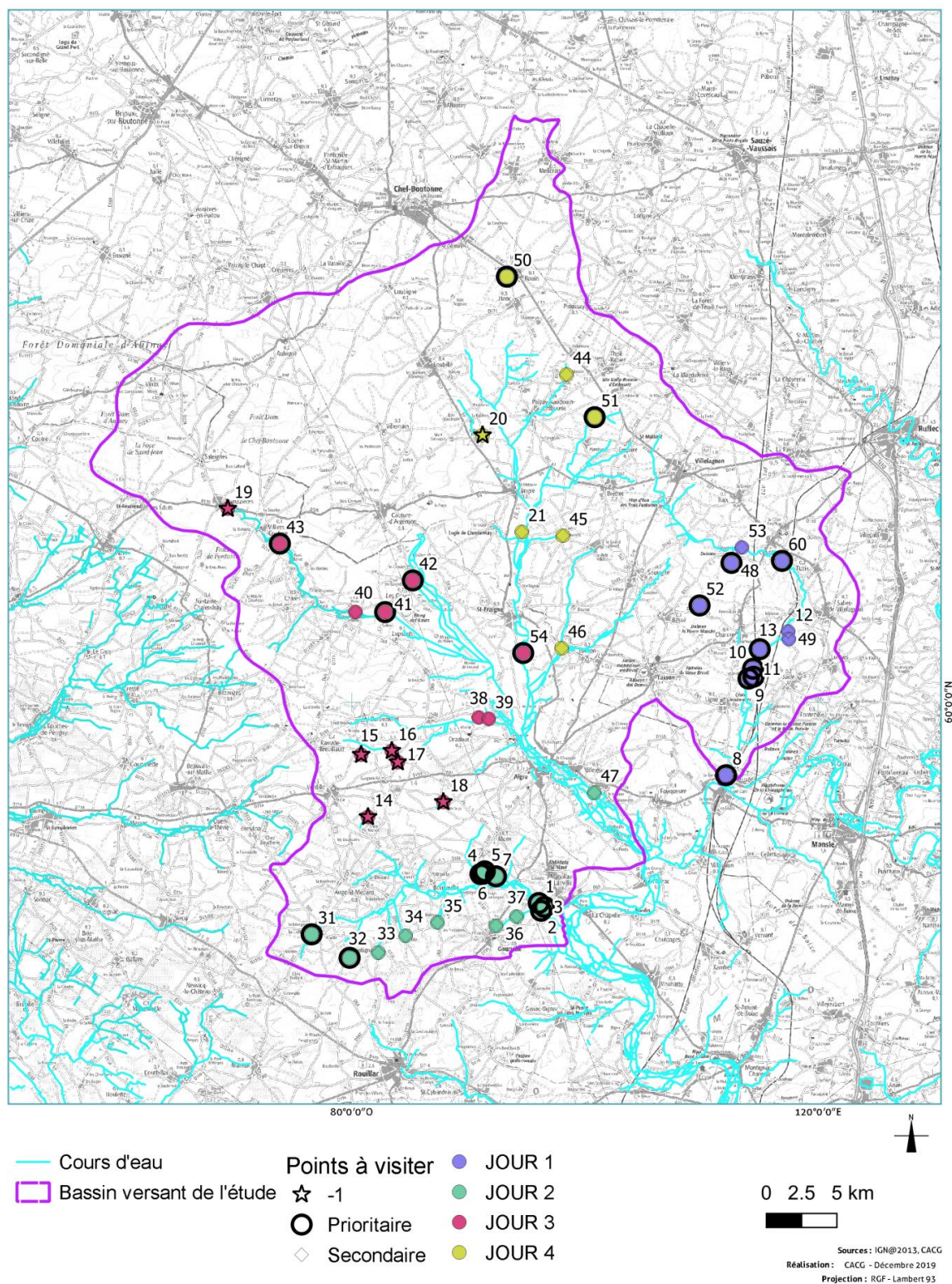
Les fiches de terrain, la cartographie et le planning des visites, basé sur la priorisation des sites, ont été élaborés avec les agents du SMA BACAB et validés par ces derniers.

Au total 42 points ont été visités et documentés en 4 jours. L'ensemble des fiches de terrain complétées et des photos prises lors des visites sont en Annexe 1.

Figure 1 : cartographie des points à visiter



Terrain Janvier 2020



Élaboration d'un protocole d'investigations en lien avec le fonctionnement hydrologique des bassins versants et des interactions nappe/rivière

Bassins versants de l'Aume-Couture, de l'Auge et du Bief



OCTOBRE 2020

Figure 2 : fiche de terrain : site hydrologique

Élaboration d'un protocole d'investigations en lien avec le fonctionnement hydrologique des bassins versants et des interactions nappe/rivière - Bassins versants de l'Aume-Couture, de l'Auge et du Bief

Site n°		Date	
objectif :	mise en place d'une station hydrométrique : site adapté?		
photos n° :			
Ce chenal est-il unique? Sinon lequel est complémentaire pour caractériser l'écoulement du "système" rivière)			
Type d'écoulement (turbulent? Laminaire?)			
Estimation approximative de la vitesse de surface			
Y a-t-il un ouvrage influençant l'hydraulique (seuil, pont,...) : si oui lequel			
Présence de sous berges ? De bancs alluvionnaires? Autres éléments susceptibles de perturber la mesure			
Accessibilité			
Croquis (indiquer dimensions chebal : hauteur berge, largeur, présence de bancs alluvionnaire..)			
Notes			

1/4

Figure 3 : fiche de terrain : zone humide

Élaboration d'un protocole d'investigations en lien avec le fonctionnement hydrologique des bassins versants et des interactions nappe/rivière - Bassins versants de l'Aume-Couture, de l'Auge et du Bief

Site n°					Date	
objectif :	caractériser ce type de zones humides					
photos n° :						
Type ZH	(prairie humide / bois humide / plan d'eau / prairie / bois / champ cultivé / ...)					
Topographie						
Végétation observée			état	diversité		
arborée :						
arbustive :						
herbacée :						
Faune observée (famille, genre)						
Sol observé (plutôt argileux, plutôt limoneux...)						
Présence d'eau (oui / non)						
Usages apparents :						
Approche de la fonctionnalité :						
=> stockage de l'eau (au vu de sa forme sa dimension sa topographie)						
=> biodiversité						
=> filtration sol						
Croquis						
Notes						

Figure 4 : fiche de terrain : station hydrométrique

Élaboration d'un protocole d'investigations en lien avec le fonctionnement hydrologique des bassins versants et des interactions nappe/rivière - Bassins versants de l'Aume-Couture, de l'Auge et du Bief

Site n°					Date	
objectif :						
photos n° :						
Type d'écoulement (vitesse, hauteur d'eau, couleur)						
Si pas d'écoulement, y a-t-il des traces d'écoulement récent ?						
Type de végétation						
Exutoire ? Pourquoi le tracé du cours d'eau s'arrête là ?						
Croquis						
Notes						

3/4

Figure 5 : fiche de terrain : résurgence

Élaboration d'un protocole d'investigations en lien avec le fonctionnement hydrologique des bassins versants et des interactions nappe/rivière - Bassins versants de l'Aume-Couture, de l'Auge et du Bief

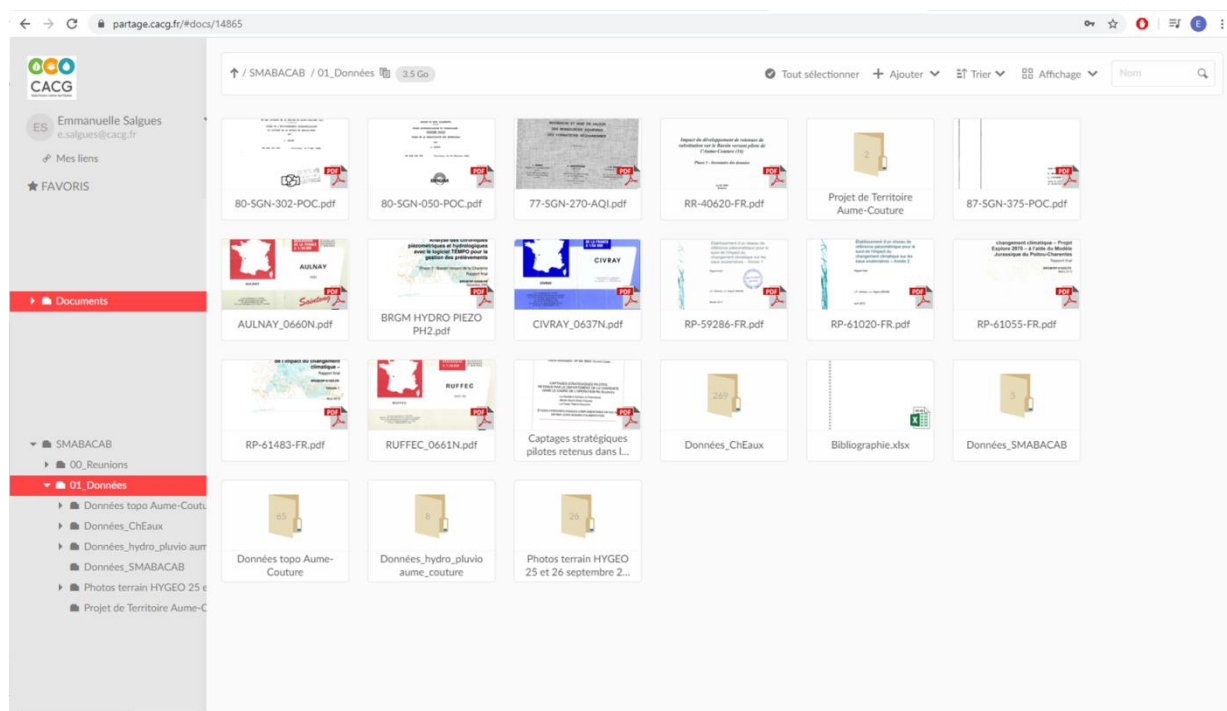
Site n°					Date	
					Opérateur	
objectif :						
photos n° :						
Type d'écoulement (quantité, hauteur /r cours d'eau, couleur)						
Si pas d'écoulement, y a-t-il des traces d'écoulement récent ?						
Type de végétation						
Roches affleurantes						
Fréquence d'assecs						
Variabilité des débits						
Possibilité d'installation de sondes						
Croquis						
Notes						

4/4

1.4.2 Synthèse bibliographique

La CACG a mis en place **une plateforme en ligne** sur laquelle l'ensemble des collaborateurs du projet (SMA BACAB, CACG, Charente Eaux, SIAEP Nord-Ouest Charente, SAUR, ...) ont déposé les documents bibliographiques à leur disposition.

Figure 6 : visuel de la plateforme web de partage de documentation



Les documents ont été répertoriés dans un tableau Excel (voir Annexe 3) et classés par Bassin Versant étudié et par thématique (AEP, Général, Hydrogéologie, Relation nappe-rivière, prélèvements, Cours d'eau et Zones humides).

Le bassin de l'Aume-Couture est le bassin le plus documenté. Le bassin du Bief a été étudié principalement dans le cadre des nombreux travaux effectués pour le Programme Re-Ressources sur les captages de la Mouvière (Bief) et de Moulin Neuf (Aume-Couture). Le bassin de l'Auge est moins riche en études.

L'ensemble des documents fournis par les collaborateurs du projet ont été analysés par la CACG et Hygé.

2 Caractéristiques de chaque bassin versant

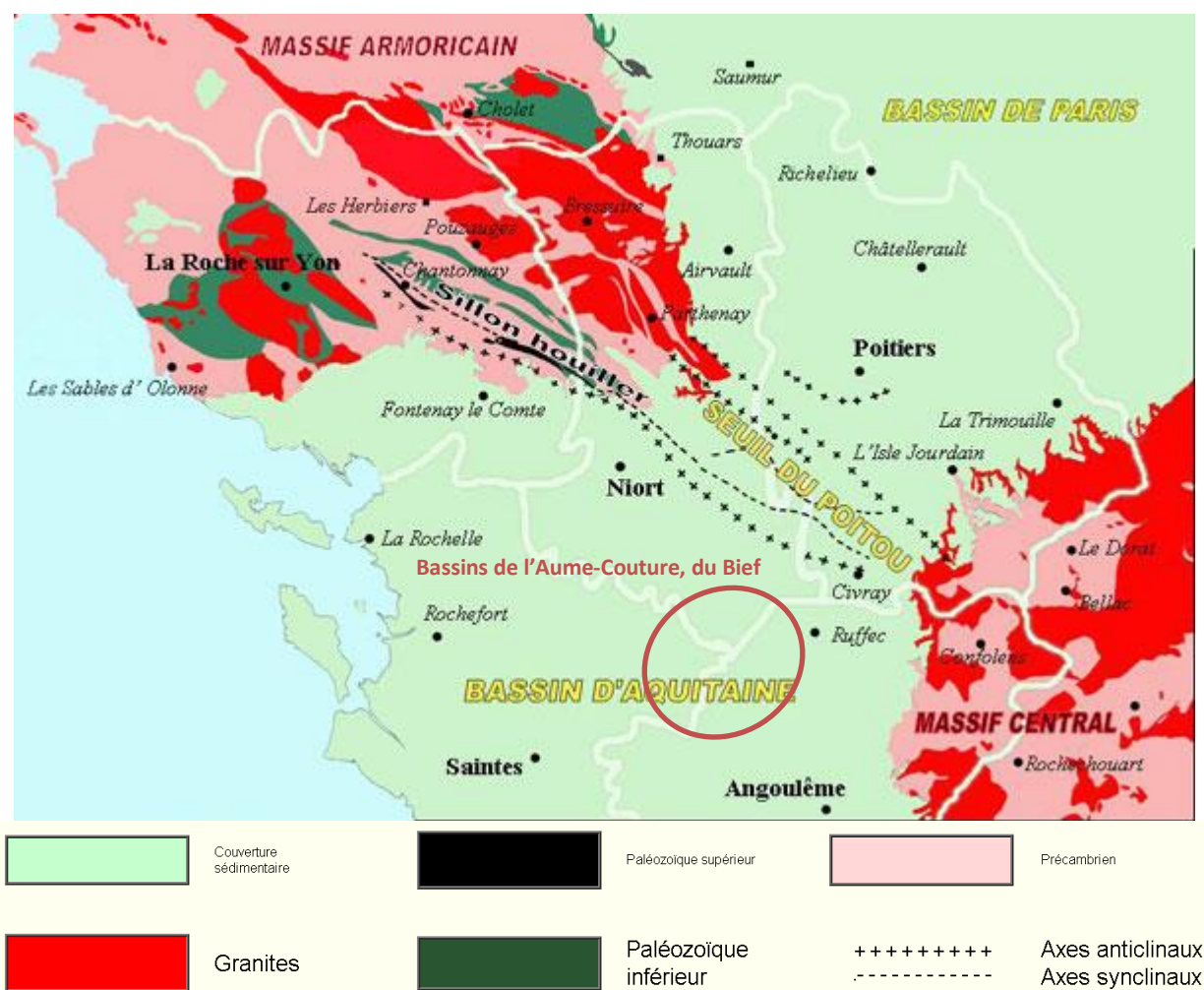
2.1 Contexte géologique

La zone d'étude est à cheval sur 6 cartes géologiques au 1/50 000 du BRGM : n° 636 (MELLE), n° 637 (CIVRAY), n° 660 (AULNAY), n° 661 (RUFFEC), n° 684 (MATHA) et n° 685 (MANSLE). Les notations des couches varient d'une carte à l'autre et certaines notations peuvent être associées à des terrains de nature différente.

2.1.1 Contexte régional

Les bassins de l'Aume-Couture, du Bief et de l'Auge se situent sur la marge septentrionale du bassin sédimentaire d'Aquitaine. Leur localisation est visible dans le cadre structural régional en figure suivante. Ils appartiennent au bassin d'Aquitaine et ne sont concernés par aucun accident d'envergure régionale mais sont perturbés par les nombreuses failles qui entaillent cette région comme la faille de Niort (limite sud du seuil du Poitou) qui recoupe le nord du bassin de l'Aume-Couture.

Figure 7 : zone d'étude dans le cadre structural régional



Sur le plan structural, la zone d'étude est composée de couches géologiques de pendage général nord-est/sud-ouest et est marquée par une succession de failles de direction sud-armoricaine (WNW-ESE) qui effondrent le socle dans la vallée de l'Aume et de la Couture.

Les coupes géologiques de la zone d'étude, en Figure 8, permettent de visualiser l'effet de la présence des principales failles du bassin sur la géologie et la topographie locales. La localisation de cette coupe est disponible sur la carte géologique en Figure 10.

Les failles qui entaillent le secteur d'étude délimitent trois compartiments :

- le compartiment nord-est : de Pioussay à Paizay-Naudouin, où affleurent les calcaires biodétritiques du Callovien moyen et les marnes grises de l'Oxfordien moyen (faciès Argovien) ;
- le compartiment central : limité par la faille supposée de Saint-Fraigne, où affleurent les calcaires argileux de l'Oxfordien supérieur (faciès Rauracien) ;
- le compartiment sud-ouest : où se succèdent les calcaires sublithographiques (faciès Séquanien), les marnes et les calcaires blancs du Kimméridgien inférieur.

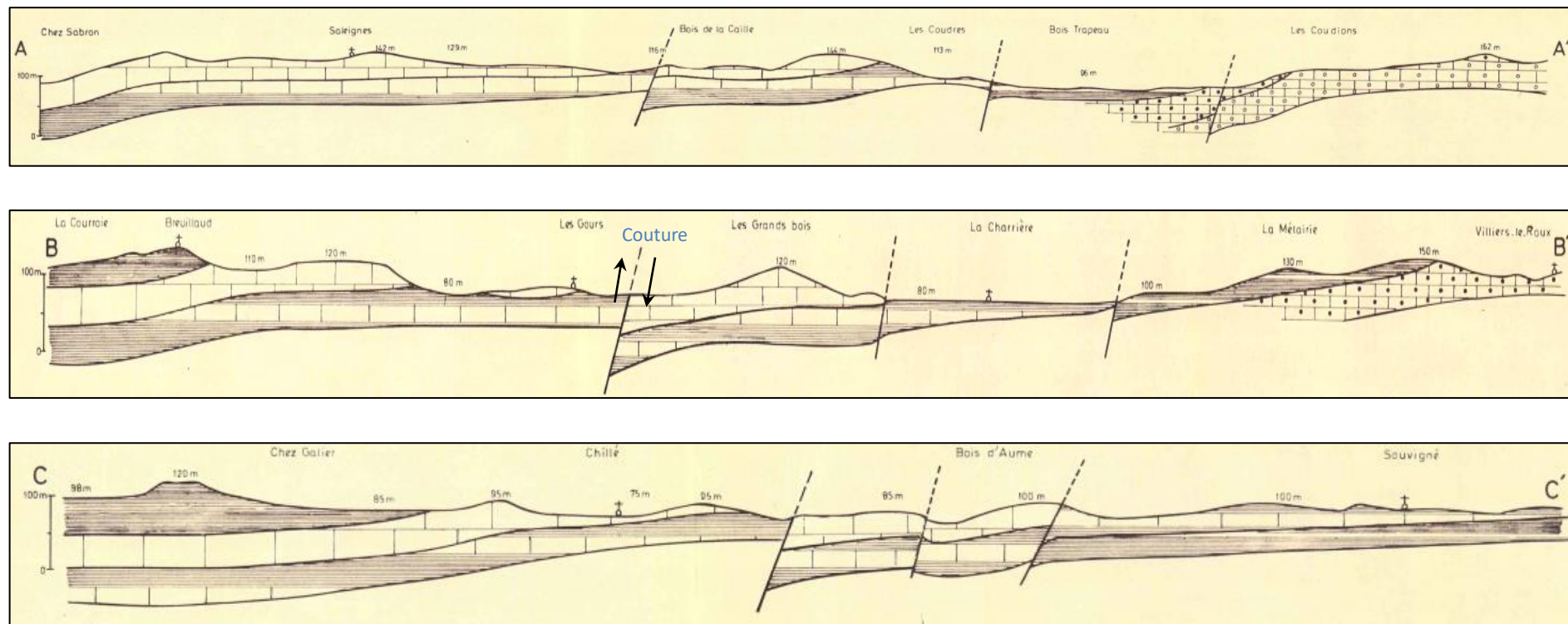
La fracturation des roches à l'affleurement n'est connue qu'à l'échelle départementale (issues des cartes géologiques au 50 000^{ème} du BRGM). La recharge des nappes des aquifères fracturés se faisant principalement par l'infiltration des eaux météoriques via les fractures (voir Contexte hydrogéologique), une bonne connaissance de la répartition des zones de fracture est indispensable à la compréhension fine des échanges entre eaux superficielles et eaux souterraines.

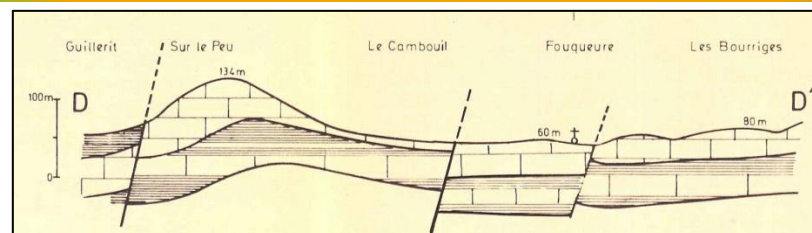
Les gouffres et résurgences seront traités dans le chapitre Contexte hydrogéologique.

Les coupes disponibles datent de 1977. Elles sont bien adaptées en termes de répartition pour comprendre le contexte géologique du bassin de l'Aume-Couture. Néanmoins, la documentation à notre disposition n'a pas mis à jour de coupe géologique établie sur le bassin de l'Auge ou du Bief.

Une étude géologique locale de ces deux bassins serait nécessaire à la bonne compréhension de leur fonctionnement. Cette dernière devra être associée à une étude hydrogéologique avec un détail sur les flux d'eau (zones d'infiltration préférentielle, relation avec la fracturation, résurgences, pertes, ...)

Figure 8 : coupes géologiques (Source : rapport 77SGN270AQI de l'Établissement Public Régional Poitou-Charentes)





LEGENDE

	KIMMERIDGIEN SUPERIEUR	« Faciès virgulien ». Alternance de marnes et de calcaires argileux à <i>Exogyra virgula</i>	IMPERMEABLE
	KIMMERIDGIEN INFÉRIEUR	« faciès séquanien ». Calcaires sublithographiques et à grain fin	AQUIFERE
	OXFORDIEN SUPERIEUR	« Faciès rauracien ». Marnes et calcaires argileux avec intercalations de minces bancs de calcaires lithographique	SEMI-PERMEABLE
	OXFORDIEN MOYEN	« Faciès argovien ». Marnes et calcaires organodétritiques.	IMPERMEABLE
	CALLOVIEN	Calcaires jaunâtres finement grenus	AQUIFERE
	BATHONIEN	Calcaires graveleux, blanchâtres à silex	AQUIFERE



Pendage des couches



- 1 – Contour géologique
- 2 – Faille visible
- 3 – Faille masquée ou supposée

2.1.2 Lithostratigraphie générale

Les couches à l’affleurement de la zone d’étude sont principalement d’âge Jurassique supérieur et moyen et composées d’une alternance de dépôts marins et détritiques. Les vallées sont recouvertes d’alluvions récentes ou anciennes.

Le log synthétique du bassin versant est fourni, ci-dessous.

Les couches du Jurassique, principalement **calcaires et marneuses**, reposent sur le socle composé de granites et formé durant l’orogénèse hercynienne, soit lors de la formation du Massif Central et du Massif Armoricain. Dans les vallées, ces terrains sont recouverts de formations récentes du Quaternaire (alluvions argilo-sableuses calcareuses).

La zone d’étude est composée à l’affleurement de terrains d’origine marine du Jurassique moyen (Dogger) au Jurassique supérieur (Malm) allant du plus ancien (Bathonien) au nord au plus récent (Tithonien) au sud et d’alluvions quaternaires en bordure des cours d’eau. Ces couches du Jurassique se succèdent en plongeant progressivement vers le sud-ouest sous les formations crétacées (cf. figure en page suivante). Ces terrains sont recoupés par des accidents géologiques NW-SE.

Figure 9 : Log géologique synthétique de la zone d'étude (reconstruit à partir du log synthétique de la carte géologique d'Aulnay à 1/50 000)

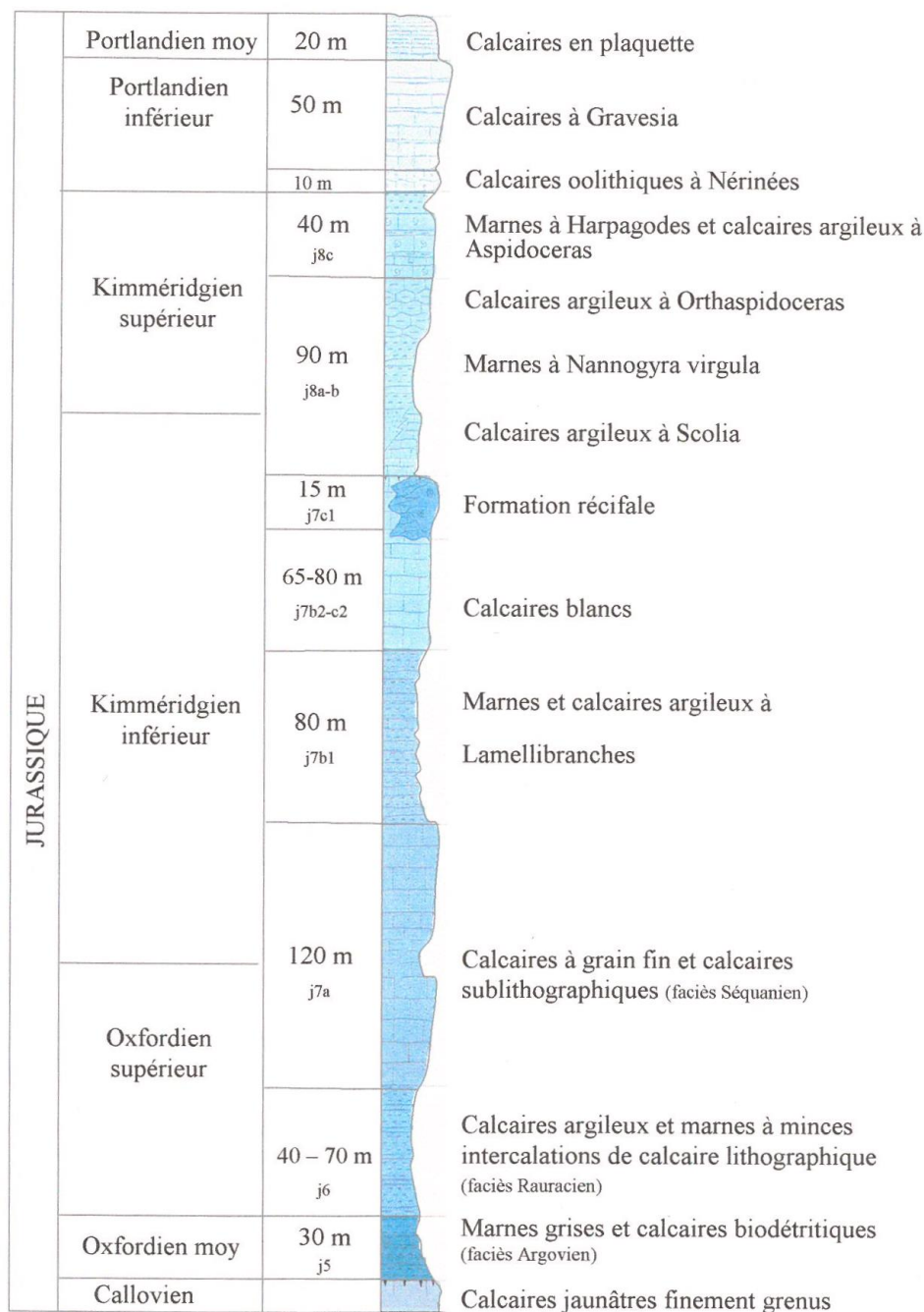
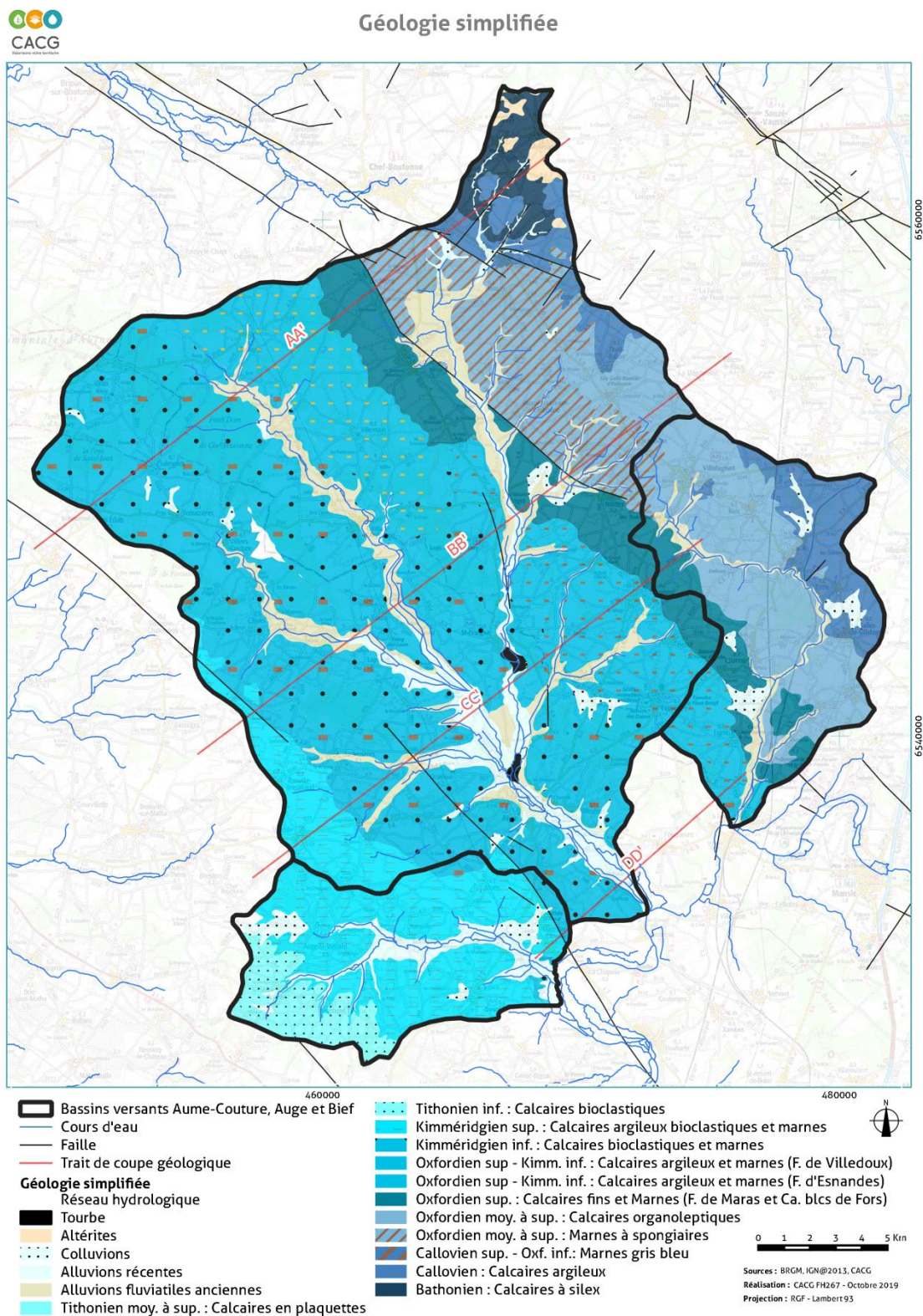


Figure 10 : carte géologique simplifiée de la zone d'étude



2.2 Topographie

Le relief de la zone d'étude est peu accentué mais marqué par de nombreux petits cours d'eau.

L'amont du bassin de l'Aume-Couture s'élève à 175 m dans la forêt domaniale d'Aulnay (nord-ouest) et à 164 m au nord de Melleran. Les vallées sont larges, ouvertes et peu profondes. L'Aume prend sa source à 101 m d'altitude sur la commune de Bouin (Deux-Sèvres) et rejoint la Charente à 51 m d'altitude à Ambérac (Charente). Les pentes des bassins sont faibles soit peu favorables au ruissellement et à l'érosion.

L'amont du bassin du Bief s'élève à 158 m au Nord de Villefagnan. L'Auge contourne par l'est la zone surélevée de Moussac. La limite entre les bassins versants de l'Aume-Couture et de l'Auge est basse proximité de Brettes pour remonter entre Bessé et Charmé puis Tusson et Ligné. La vallée de l'Auge s'élargit à partir de Moussac.

L'amont du bassin de l'Auge s'élève à 156 m au-dessus d'Anville et l'Auge se jette dans un bras de la Charente à 49 m d'altitude. L'Auge a une vallée large et peu pentue dès Patreville

2.2.1 Réseau de drainage

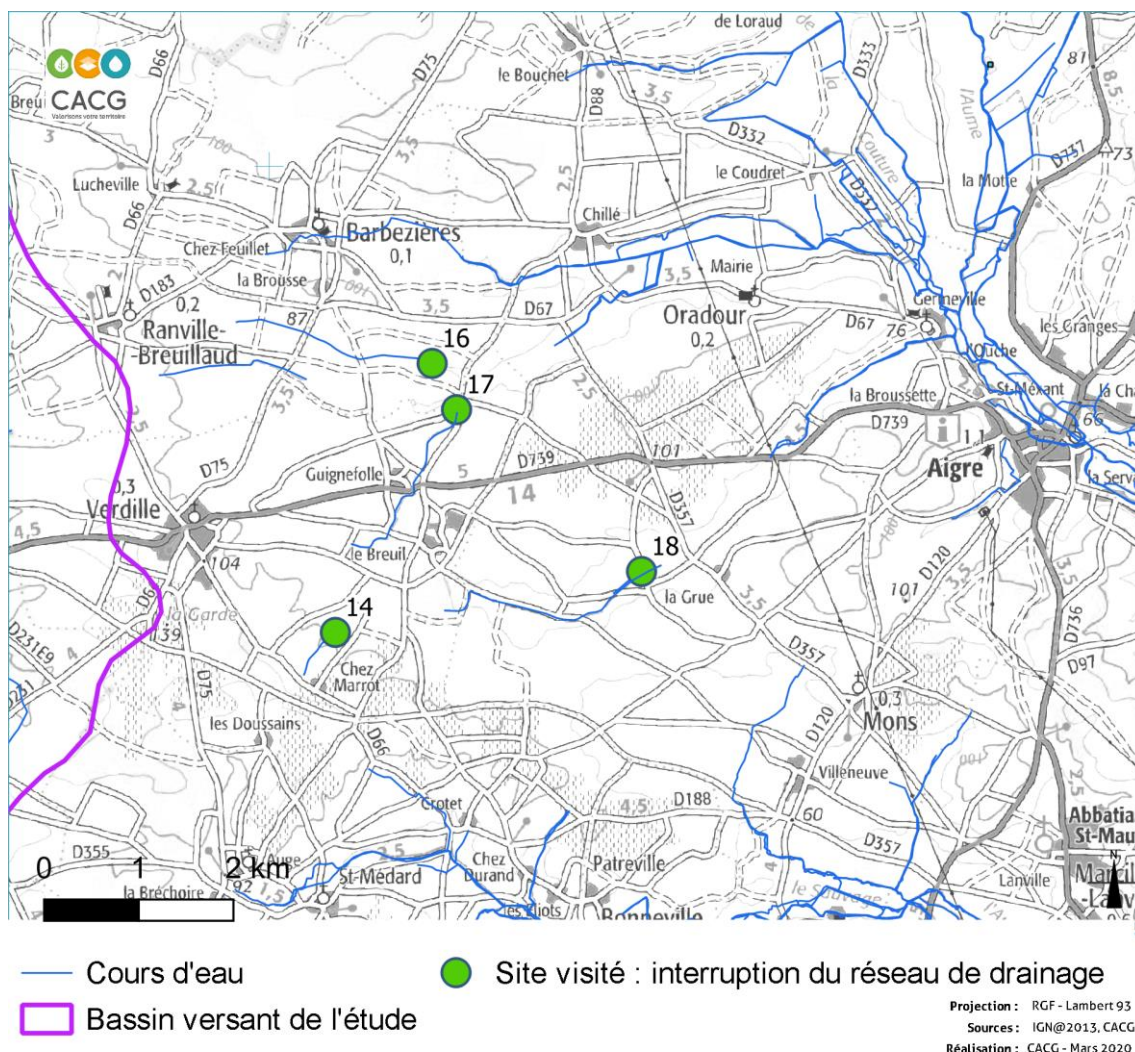
Le réseau de drainage (emplacement théorique des cours d'eau) est modélisé à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT) de résolution 1m et de précision altimétrique de 30 cm. Il a été déterminé de façon automatique avec l'algorithme *r.watershed* du module GRASS¹. Cet algorithme permet d'effectuer une analyse de l'élévation du terrain (à partir d'un MNT) afin de déterminer les paramètres hydrologiques tels que l'accumulation de débit, la direction de drainage, l'emplacement de cours d'eau (réseau de drainage) et les bassins versants.

La cartographie du réseau de drainage (Figure 12) est proche de celle des cours d'eau de la BD CARTHAGE. Néanmoins, il existe de nombreux fossés naturels et artificiels permettant le drainage des bassins versants de l'Aume-Couture, du Bief et de l'Auge. Le contexte hydrologique est décrit plus loin (voir Contexte hydrologique - Réseau hydrographique).

La BD CARTHAGE montre des coupures dans les cours d'eau (voir Figure 12). 4 de ces zones ont été investiguées lors des visites de terrain du 7 au 10 Janvier 2020 (localisation en Figure 11 et fiches en Annexe 1 : sites 14, 16, 17 et 18).

¹ <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/grass/grass70/manuals/r.watershed.html>

Figure 11 : sites visités avec interruption du réseau de drainage



L'analyse des interruptions théoriques du réseau de drainage observées sur la BD CARTHAGE a permis de mettre en évidence que certains écoulements superficiels sont canalisés dans des fossés qui suivent les limites de parcelles ou les bords de chemins. L'ensemble des fossés n'étant pas reliés, les écoulements perdent la forme d'un réseau drainé mais ruissellent sur les champs jusqu'à rejoindre des petits étangs ou d'autres fossés. Seule la topographie des zones, du fait de leur aménagement par l'homme, explique ces interruptions mais aucun phénomène naturel n'en est à l'origine.

2.2.2 Pente

Le calcul de la pente est basé sur le MNT de la zone d'étude. Pour chaque cellule du MNT, une valeur de pente (en degré) est déterminée en se basant sur une estimation dérivée de 1^{er} ordre.

La carte de la pente (Figure 12) permet de dissocier les grandes vallées des cours d'eau dont la pente est inférieure à 10° des zones plus pentues telles que :

- le Sud du bassin de l'Auge ;
- l'aval de l'Aume : plus particulièrement la rive droite ;
- les limites entre la vallée du Bief entre Courcôme et Moussac et les plateaux adjacents ;
- les bords de la vallée encaissée de l'Aume à proximité de Saint-Fraigne.

2.2.3 Érosion

L'érosion est appréciée à partir des données d'aléa d'érosion de 2000 éditées estimées à partir du modèle MESALES (Modèle d'Evaluation Spatiale de l'ALéa Erosion des Sols) développé à l'Inra d'Orléans². Les données d'entrée du modèle sont les suivantes : la battance et l'érodabilité des sols, la topographie, l'occupation du sol (CORINE Land Cover 2000), les précipitations (hauteur et intensité), le type de culture dominant.

L'INRA prévient que l'aléa d'érosion estimé n'est pas assez précis pour être utilisé au niveau local et interprété à l'échelle d'un versant, par exemple. L'unité minimale d'interprétation de l'aléa recommandé est la commune.

La carte en Figure 13 permet de visualiser la répartition de l'aléa érosion sur le territoire avec :

- un Aléa très faible sur la totalité ou quasi-totalité du territoire en printemps et été ;
- un aléa faible sur l'amont du bassin du Bief en automne et un aléa très faible sur le reste de la zone d'étude ;
- un aléa faible sur chaque bassin, sur les zones de plus forte pente, en hiver et un aléa très faible sur l'aval du bassin Aume-Couture.

² <https://www.gissol.fr/donnees/donnees-dalea-derosion-2844>

Figure 12 : pentes et réseau de drainage

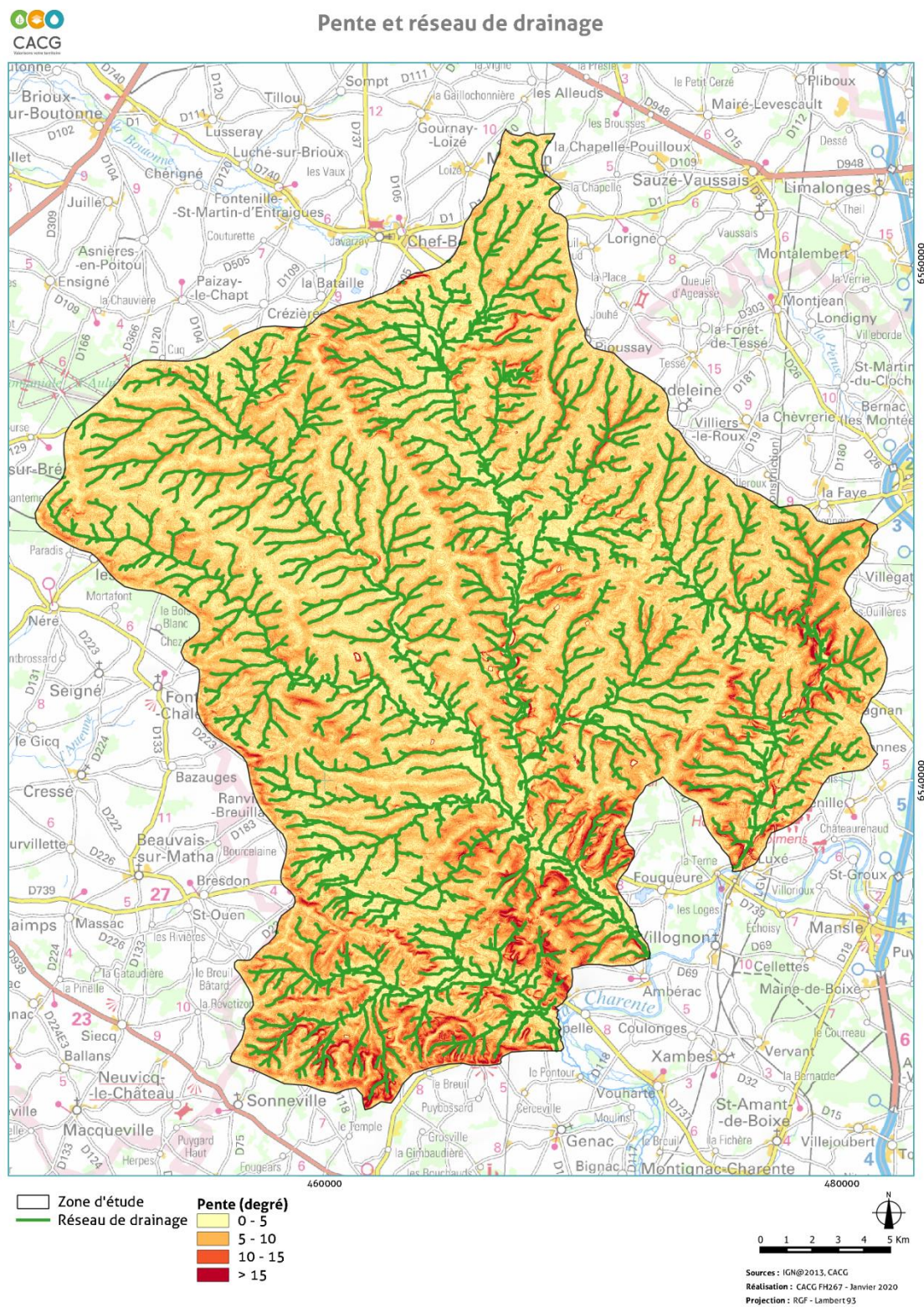
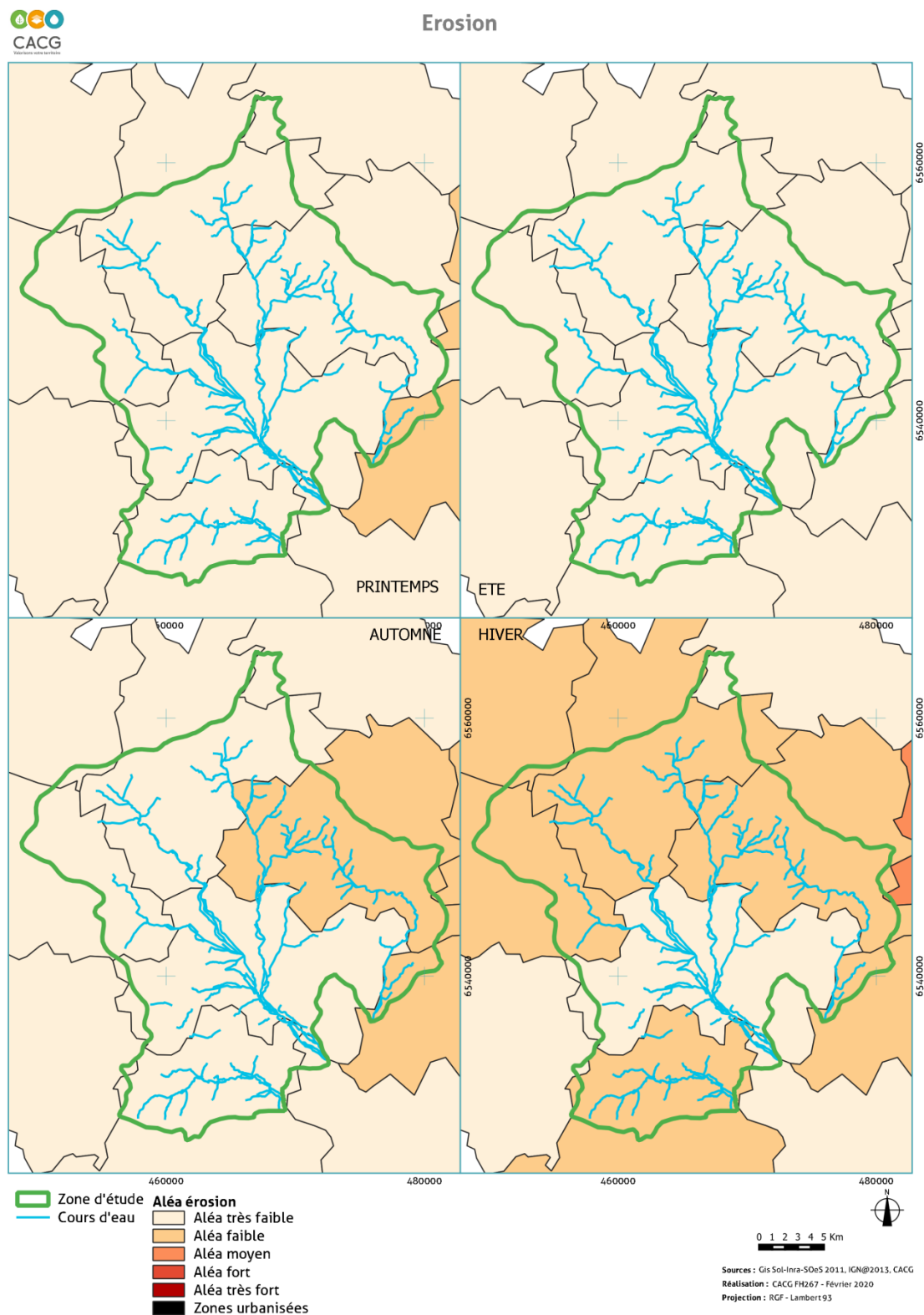


Figure 13 : érosion



2.3 Pédologie

L'analyse de la pédologie des bassins de l'Aume-Couture, du Bief et de l'Auge se base sur les données du CORINE Land Cover. La répartition géographique des sols est en Figure 14 et l'analyse statistique de la répartition spatiale des sols est dans le Tableau 1.

Elle se compose de deux zones principales aux sols caractéristiques :

- les vallées calcaires qui représentent 91 % de la zone d'étude ;
- les plaines alluviales qui représentent 8 % de la zone d'étude.

Les agglomérations et plateaux de terre rouge, respectivement une parcelle de 24 ha et de 544 ha situées à Melleran³, sont anecdotiques dans l'analyse de la pédologie de la zone d'étude car leur somme représente à peine 1 % du recouvrement de la zone d'étude.

Tableau 1 : pédologie (Source : Charente Eaux)

Pédologie	Description	Superficie (ha)	Superficie (%)
Plaines calcaires		57 793	91%
Plaine forestière	Sol argileux peu profond, décarbonaté en surface, sur calcaire dur.	4 578	8%
Groie moyenne de la Saintonge viticole	Sol argilo-limoneux, moyennement profond sur calcaire marneux	8 937	15%
Groie moyenne de la Saintonge boisée	Sol argilo-limoneux, moyennement profond sur calcaire marneux.	21 089	36%
Groies superficielles	Sol argilo-limoneux, peu profond sur calcaire dur.	14 954	26%
Groies profondes	Sol argilo-limoneux, profond, calcaire, sur calcaire fissuré.	2 037	4%
Groies marneuses	Sol profond argileux, calcaire, peu caillouteux, à ressuyage lent, sur calcaire marneux.	6 185	11%
Groies hydromorphes	Sols argileux, calcaires, hydromorphes ou à ressuyage lent, sur calcaire marneux.	13	0%
Plateaux des terres rouges		544	1%
Terres rouges moyennement profondes	sol limoneux, moyennement profond sur argile rouge.	544	100%
Vallées et terrasses alluviales		5 202	8%
Vallées calcaires	sol de texture variable, calcaire à nappe plus ou moins profonde.	1 442	28%
Vallées tourbeuses	sol très hydromorphe, tourbeux sur argile calcaire.	3 760	72%
Agglomération		24	0%
TOTAL		63 562	

³ Homogénéité de la méthodologie de description des sols à interroger

2.3.1 Les plaines calcaires

Le sol des plaines calcaires est argileux ou argilo-limoneux avec la prédominance de groies. La groie, ou terres de groie, est un sol argilo-calcaire caractéristique du Poitevin constitué d'argiles de décalcification et fragments de roches calcaires. Ces sols ont une forte perméabilité mais une faible réserve utile. Ils se présentent sous la forme d'une couche de 20 cm d'épaisseur maximum recouvrant un calcaire dur.

La distinction entre les groies dépend de la profondeur d'apparition de la roche mère (les groies profondes ont une profondeur d'apparition de la roche mère plus grande). On peut distinguer des groies lourdes, à forte teneur en argile, des groies légères.

Il existe plusieurs types de groie :

- les groies superficielles : elles encadrent les vallées alluviales. Ces groies sont composées de calcaire dur peu fissuré surmonté d'une terre arable est très caillouteuse. L'eau y circule rapidement et principalement verticalement ;
- les groies moyennes : elles s'étalent autour des groies superficielles sur plus de la moitié de la surface des plaines calcaires. Elles retiennent légèrement plus l'eau que les groies superficielles ;
- les groies profondes : elles sont faiblement présentes et se situent au Nord-Est du bassin du Bief et en amont de l'Aume. Elles correspondent à des sols épais à forte teneur en argile causant des problèmes d'hydromorphie. Cette saturation en eau rend le sol difficile à travailler mais permet au sol de stocker plus d'eau.

Du fait de sa faible réserve utile, la groie est sensible à la sécheresse estivale et plus elle est superficielle, plus elle est sensible car elle ressuie fortement. La réserve utile de la groie dépend aussi de sa teneur en argile et de la nature des argiles et de la proportion de terre fine dans ses fissures.

Les sols de groies sont globalement peu favorables à la présence de zones humides du fait que le sol ressuie rapidement et donc que l'eau y circule rapidement aussi.

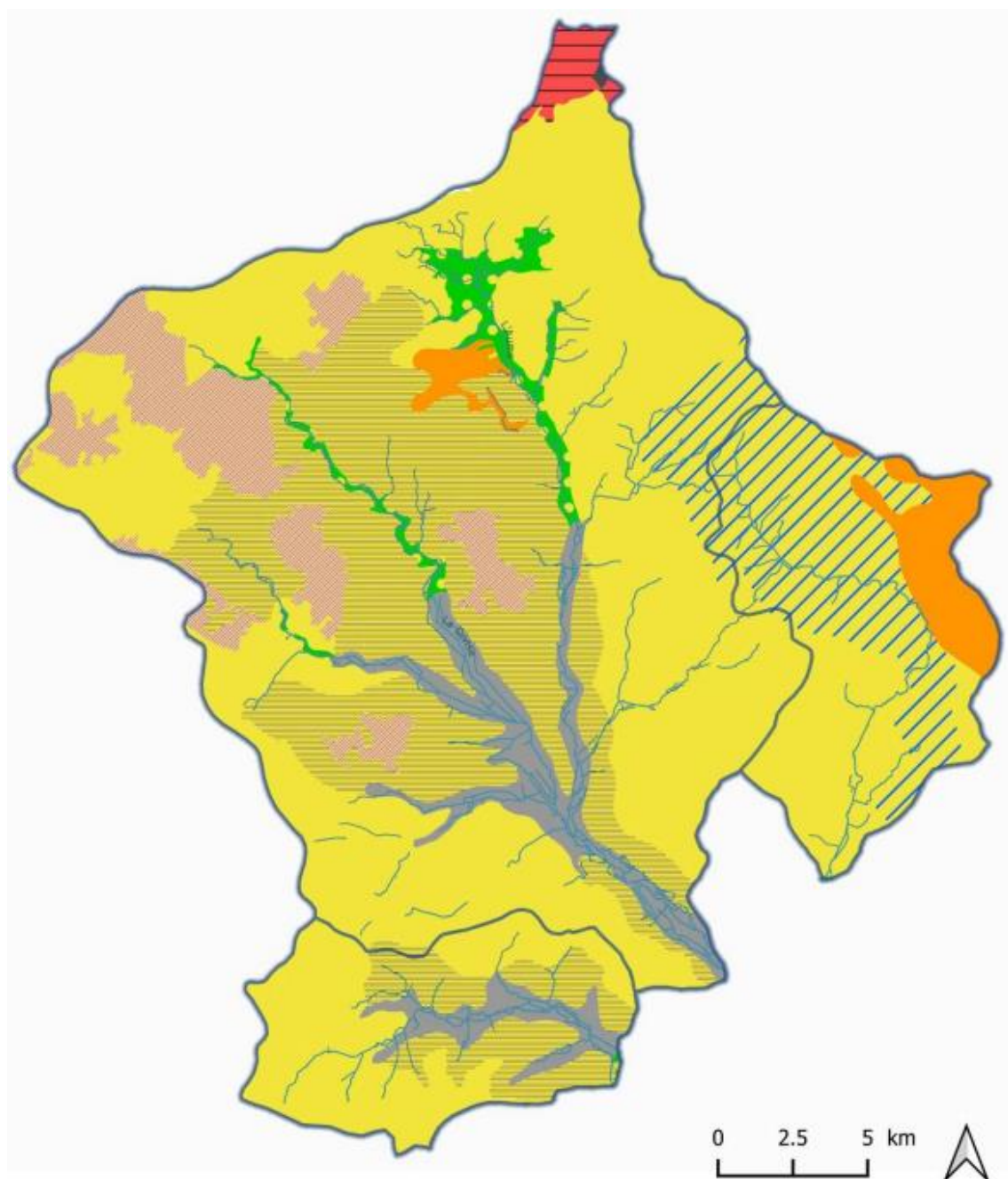
Les plaines calcaires sont donc des zones où l'infiltration des eaux météoriques est importante et donc les sols retiennent faiblement l'eau qui d'infiltrer vers les nappes.

2.3.2 Les vallées et terrasses alluviales

Les vallées alluviales de l'Aume, de la Couture et de l'Auge sont principalement tourbeuses. Les sols de « vallée tourbeuse » ont une forte probabilité d'abriter des zones humides car elles retiennent les eaux météoriques et limitent l'infiltration.

En amont de la ligne Longré / Couture d'Argenton, sur les vallées de l'Aume, de la Couture et du Ruisseau du Gouffre des Loges, les vallées calcaires précèdent les vallées tourbeuses. Elles correspondent aux zones de dépôt des alluvions fluviales récentes à anciennes (sables limoneux : voir Contexte géologique). Alors que l'on retrouve des alluvions fluviales modernes (sédiments argilo-sableux) dans les vallées tourbeuses.

Figure 14 : contexte pédologique (Source : Charente Eaux, 2019)



Données : Charente Eaux - Date : 25/4/2019

Légende

□ Limites des bassins Aume-Couture, Auge et Bief

— Réseau hydrographique

Pédologie

■ Agglomération

■ Groie moyenne

■ Groies superficielles

■ Groies marneuses

■ Groies profondes

■ Plaine forestière

■ Terres rouges moyennement profondes

■ Vallées tourbeuses

■ Vallées calcaires

2.4 Volet paysager

2.4.1 Occupation du sol

Les grandes modalités de l'occupation des sols de la zone d'étude peuvent être restituées à partir de l'exploitation de la cartographie typologique Corine Land Cover établie pour l'année 2018.

Le tableau, ci-dessous, présente les surfaces occupées par les différents modes retenus par cette typologie, ainsi que leur proportion relative sur l'ensemble des bassins versants de l'Aume-Couture, du Bief et de l'Auge. La représentation cartographique correspondante est fournie sur la carte Figure 15.

Tableau 2 : grands types d'occupation des sols (Source : Corine Land Cover, 2018)

Code	Libellé	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	Territoires artificialisés	1 599	3 %
112	Tissu urbain discontinu	1 453	91 %
122	Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	84	5 %
131	Extraction de matériaux	62	4 %
2	Territoires agricoles	54 171	85 %
211	Terres arables hors périmètres d'irrigation	46 197	85 %
221	Vignobles	837	2 %
231	Prairies	574	1 %
242	Systèmes cultureux et parcellaires complexes	4 811	9 %
243	Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	1 751	3 %
3	Forêts et territoires semi-naturels	7 767	12 %
311	Forêts de feuillus	7 085	91 %
312	Forêts de conifères	111	1 %
313	Forêts mélangées	152	2 %
324	Forêt et végétation arbustive en mutation	418	5 %
4	Zones humides	26	0,04%
411	Marais intérieurs	26	100%
TOTAL		63 562	

Entre 2012 et 2018, les variations en termes d'occupation du sol sont dues à :

- la mise en place de la Ligne à Grande Vitesse Sud Europe Atlantique : changement de zones « Chantiers (133) » en « Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés (122) », « Forêts de feuillus (311) » ou « Terres arables hors périmètres d'irrigation (211) » ;
- le changement de végétation de forêts entre Villiers-sur-Chizé et Fontaine-Chalendray : changement de « Forêts de feuillus (311) » en « Forêt et végétation arbustive en mutation (324) ».

2.4.1.1 Les territoires agricoles

Les territoires agricoles occupent 85 % de la superficie des bassins de l'Aume-Couture, du Bief et de l'Auge et sont représentés, pour la très grande majorité de leur superficie totale (85 %), par les « Terres arables hors périmètres d'irrigation ». Ces terres agricoles sont adjacentes et ne forment qu'un ensemble de grande envergure (46 197 ha).

2.4.1.2 Les forêts

Les espaces boisés identifiés par la typologie Corine Land Cover représentent 12 % des bassins de l'Aume-Couture, du Bief et de l'Auge et sont situés sur les sommets des versants des vallées des rivières. Les unités cartographiées à cette échelle représentent quelques dizaines d'hectares (pour les forêts de conifère, mélangées et arbustives) à quelques centaines d'hectares (pour les forêts de feuillus). Pour la quasi-totalité, il s'agit de boisements de feuillus (91 %).

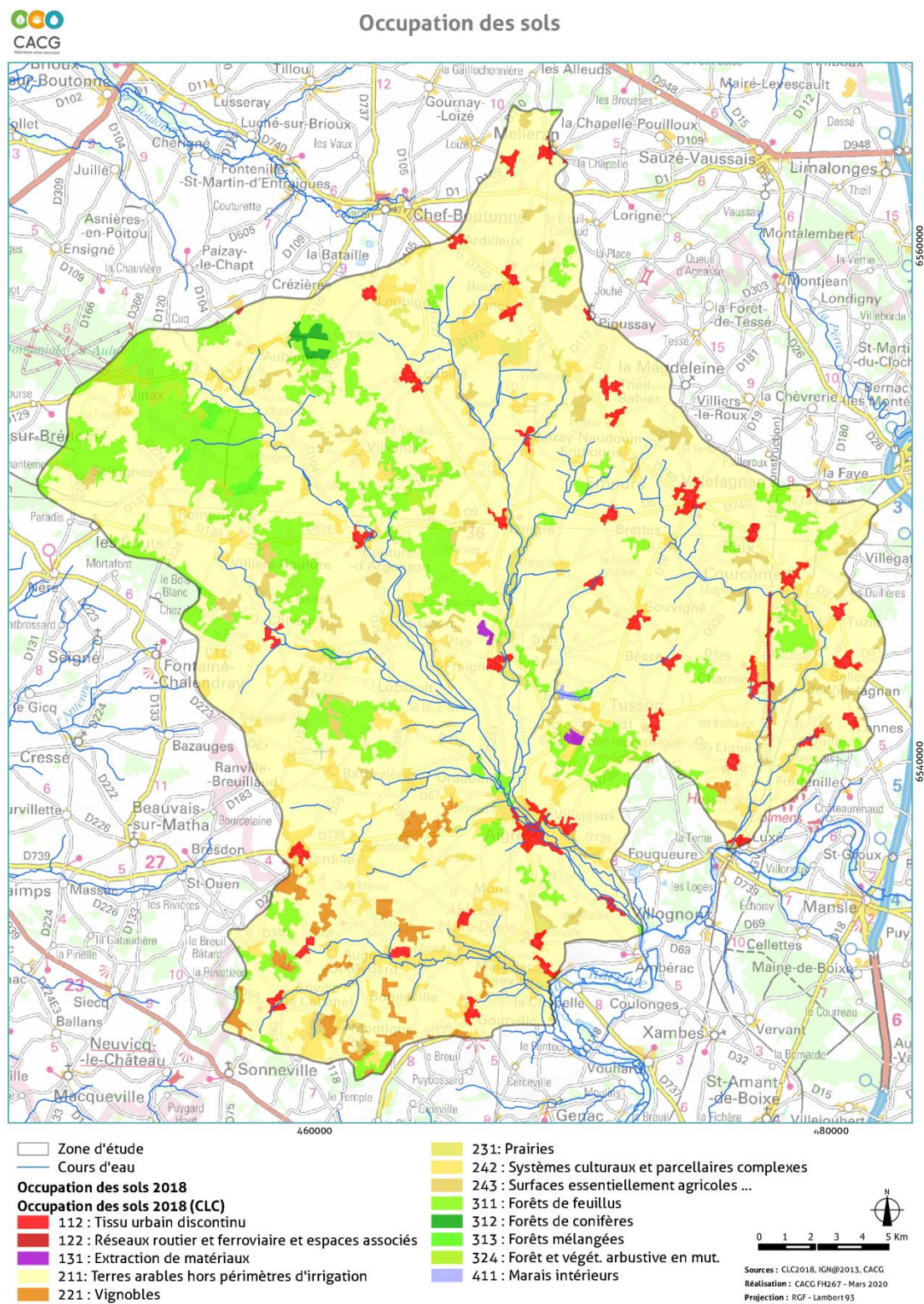
2.4.1.3 Les territoires artificialisés

Ils sont localisés principalement à l'est du bassin versant de l'Aume-Couture et sur les bassins de l'Auge et du Bief et constitués par des villages espacés de 5 km en moyenne.

2.4.1.4 Les zones humides

Une seule zone humide de 26 ha est identifiée par le Corine Land Cover, le marais de Siarne, entre Siarne et Ebréon. Néanmoins, d'autres zones humides ont été recensées sur la zone d'étude, elles sont détaillées dans le chapitre 2.9 Zones humides.

Figure 15 : cartographie de l'occupation des sols



2.4.2 Cultures

Le Registre Parcellaire Graphique (RPG) 2017 définit les cultures majoritaires déclarées sur les parcelles exploitées. Sur le bassin versant de l'Aume-Couture, de l'Auge et du Bief, il met en évidence une prédominance des terres arables :

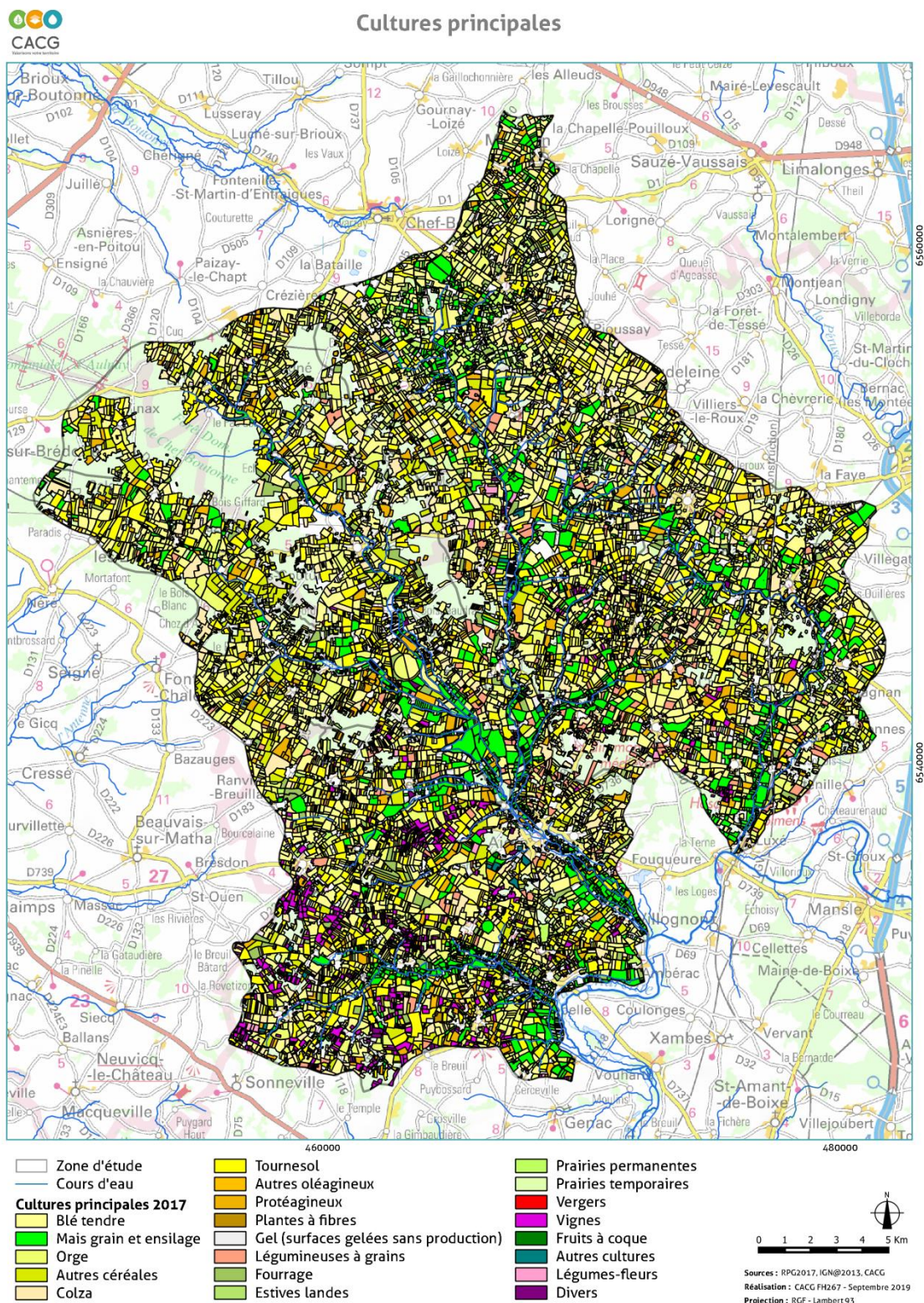
- les cultures de céréales sont majoritaires (56 % de la surface totale) avec en particulier le blé tendre (30 %) et le maïs grain et ensilage (10 %). Le blé est cultivé au bord des cours d'eau et sur les plaines et le maïs grain et ensilage est cultivé à proximité des cours d'eau ;
- les oléagineux représentent 21 % des cultures et les protéagineux 5 %.

Les prairies permanentes (estives, landes et prairies permanentes) et les cultures permanentes (vergers et vignes) recouvrent chacune seulement 2 % du territoire recensé. Les prairies permanentes se concentrent au nord du bassin versant de l'Aume-Couture. Les vignes se localisent en majorité sur le bassin versant de l'Auge et dans le sud-ouest du bassin de l'Aume-Couture.

Tableau 3 : répartition des groupes de cultures

Groupe de culture	Répartition	Aire (km ²)
Blé tendre	29.74%	143.8
Maïs grain et ensilage	10.32%	49.9
Orge	9.61%	46.5
Autres céréales	6.11%	29.5
Colza	5.64%	27.3
Tournesol	15.01%	72.6
Autres oléagineux	0.64%	3.1
Protéagineux	4.92%	23.8
Plantes à fibres	0.02%	0.1
Gel (surfaces gelées sans production)	3.49%	16.9
Légumineuses à grains	2.40%	11.6
Fourrage	3.54%	17.1
Estives et landes	0.02%	0.1
Prairies permanentes	2.16%	10.4
Prairies temporaires	2.72%	13.1
Vergers	0.01%	0.0
Vignes	2.22%	10.7
Fruits à coque	0.05%	0.2
Autres cultures industrielles	0.18%	0.9
Légumes ou fleurs	0.26%	1.2
Divers	0.95%	4.6
TOTAL		483.4

Figure 16 : cartographie des cultures



2.5 Contexte climatique

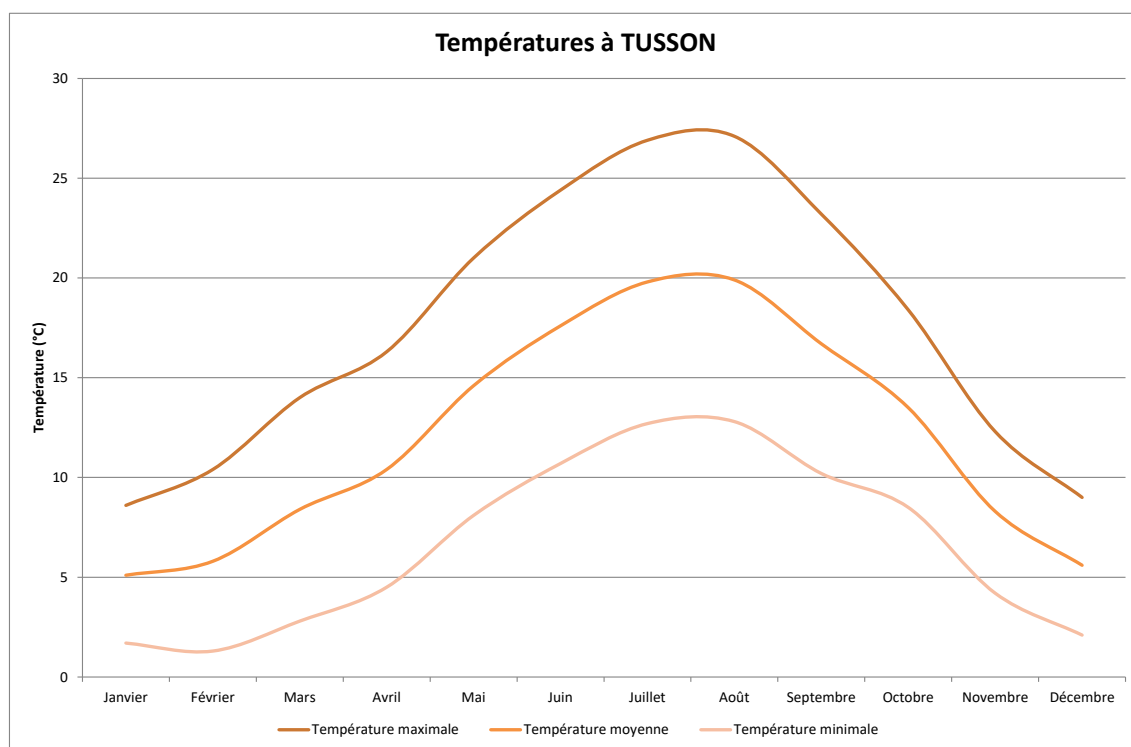
2.5.1 Données climatiques

Météo France a édité des fiches synthétiques contenant les normales et les records de stations météorologiques. Seule la station de Tusson mesure sur la zone d'étude la température, les précipitations et l'évapotranspiration potentielle. La station de Verdille n'a pas de données d'évapotranspiration potentielle.

2.5.2 Température

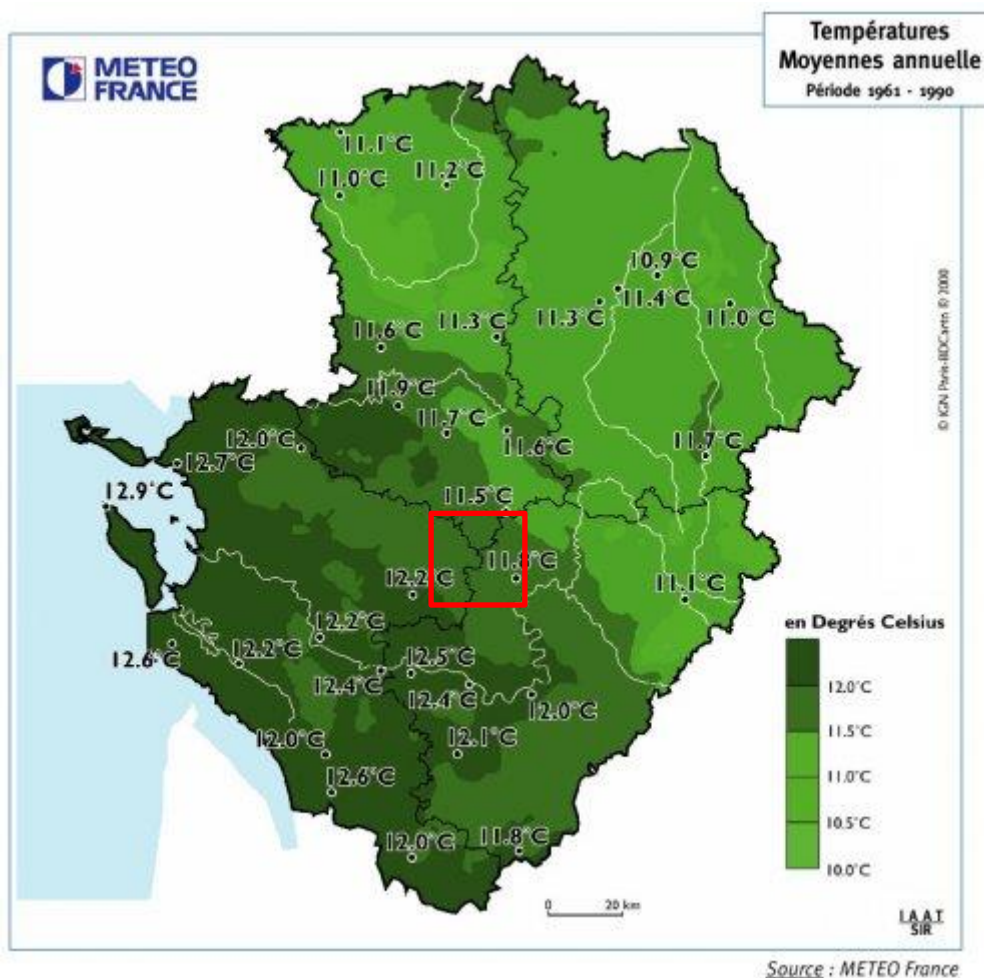
La température moyenne à Tusson (Figure 17) varie entre 5 et 20°C avec un mois de janvier le plus froid et un mois d'août le plus chaud. Les hivers sont rigoureux avec des températures moyennes inférieures à 6°C de décembre à février et des étés chauds dépassant 18°C en moyenne de juin à août. L'amplitude thermique entre les mois d'été et ceux d'hiver est importante (de l'ordre de 12°C).

Figure 17 : températures à la station de Tusson entre 1981 et 2010 (Données : Météo France)



La répartition spatiale des températures (Figure 18) met en évidence un gradient de température orienté vers le sud-ouest. Les mesures de température à Verdille et Tusson sont similaires et permettent pas d'identifier un fort gradient de température sur la zone d'étude. Le climat océanique de la côte atlantique est responsable des températures plus importantes qu'à l'intérieur des terres.

Figure 18 : températures moyennes annuelle en Poitou-Charentes, sur la période 1961-1990
(Source : Météo France)

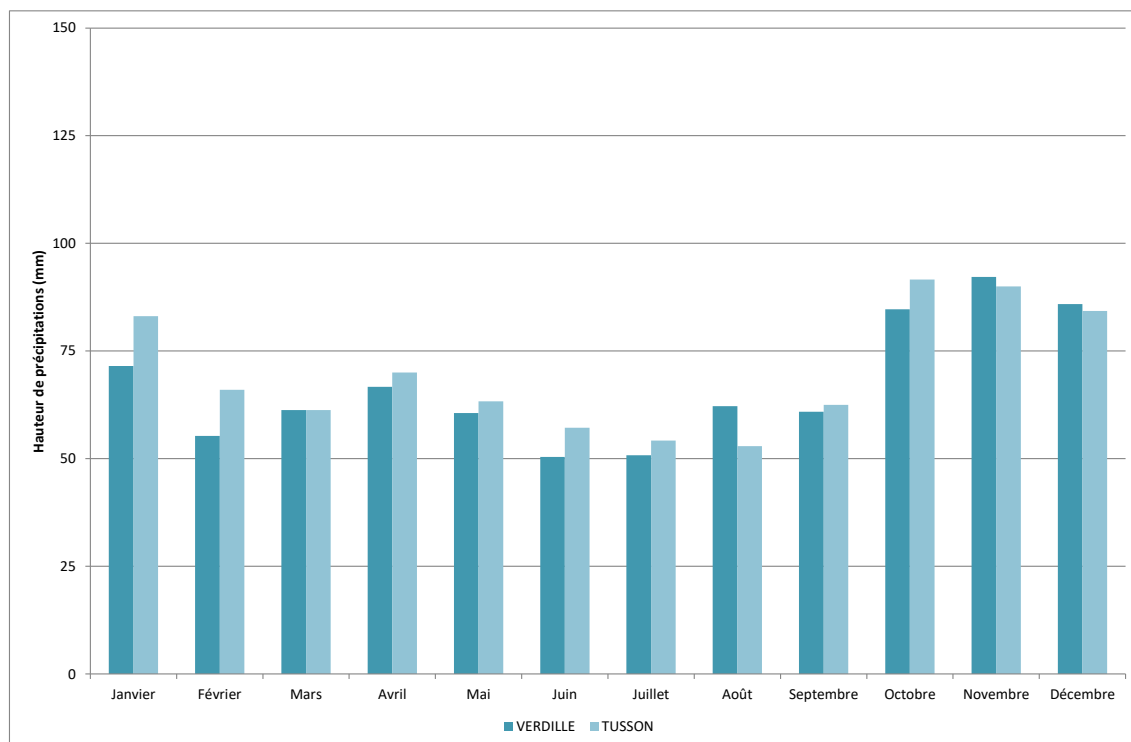


2.5.3 Précipitations

Les mesures de précipitations à Verdille et Tusson mettent en évidence deux saisons :

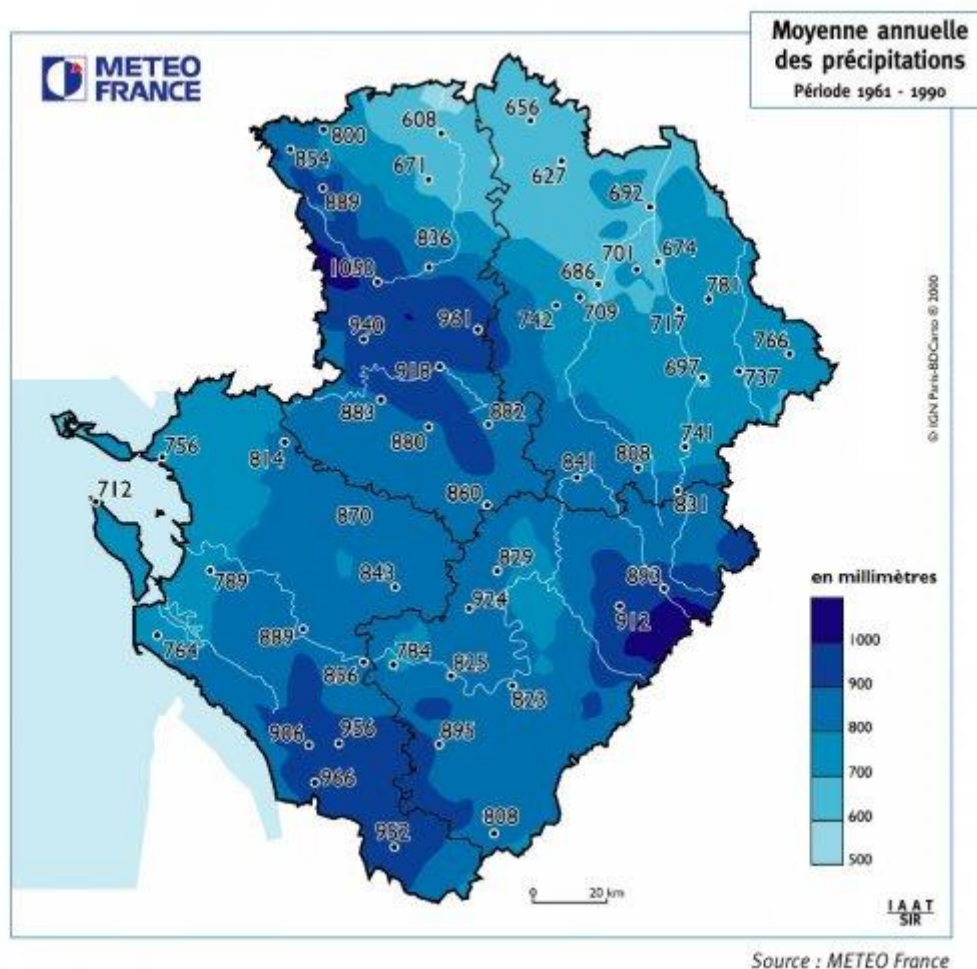
- une saison humide d'octobre à janvier avec des précipitations au-dessus de 70 mm par mois ;
- une saison plus sèche de février à septembre avec des précipitations avoisinant les 60 mm et des mois secs en juin-juillet à Verdille avec 50 mm de pluie et en juillet-août à Tusson avec 53 mm.

Sur la période de 1981 à 2010, les cumuls annuels de précipitations sont respectivement sur Verdille et Tusson de 803 et 836 mm.

Figure 19 : précipitations à la station de Tusson entre 1981 et 2010 (Données : Météo France)

La répartition spatiale des précipitations sur l'ancienne région Poitou-Charentes met en évidence de plus fortes précipitations sur les zones de relief et de forêt. Localement, la station de Tusson est plus arrosée que celle de Verdille. Cela peut être mis en lien avec la présence de forêts entre les vallées de l'Aume et de la Couture.

Figure 20 : moyenne annuelle des précipitations, en Poitou-Charentes, sur la période 1961-1990

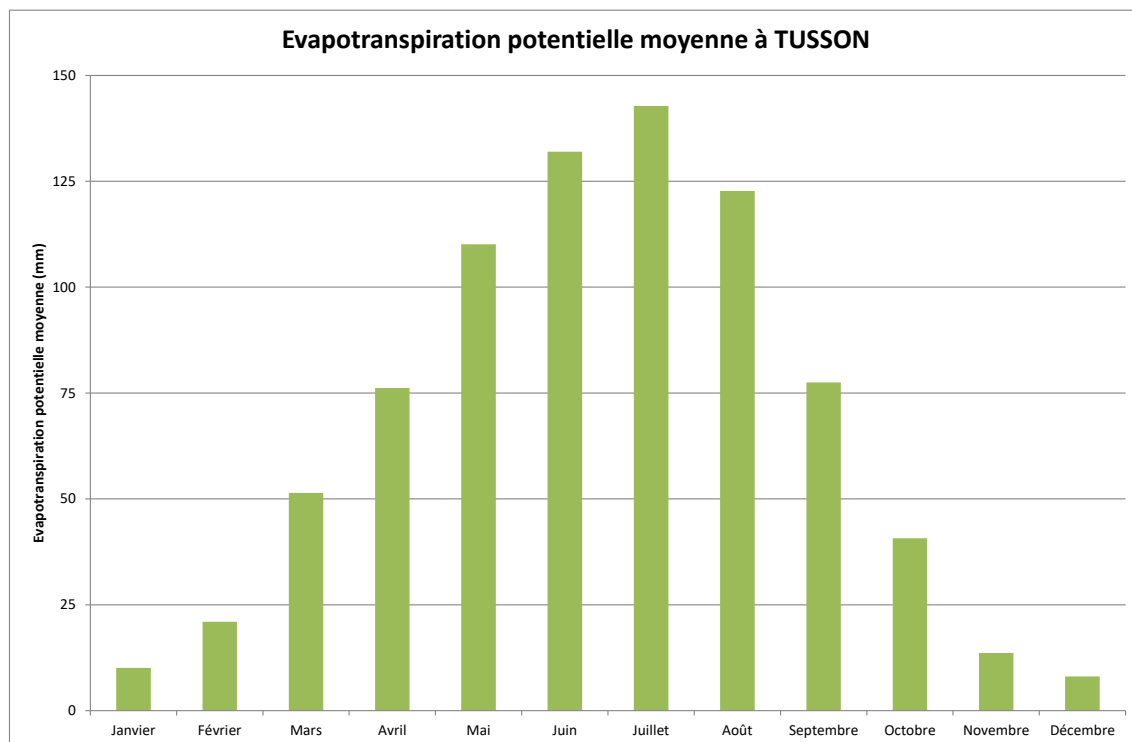


2.5.4 Évapotranspiration

Seule la station de Tusson estime l'évapotranspiration sur la zone d'étude. L'évapotranspiration évolue selon trois périodes :

- d'octobre à février, l'évapotranspiration est basse et reste en-dessous des apports pluviométriques. Les apports naturels en eau par la pluie sont suffisants pour combler les besoins en eau de la végétation ;
- de mai à août, l'évapotranspiration est importante (supérieure à 100 mm) et est supérieure à la pluviométrie ce qui engendre un stress hydrique sur la végétation ;
- les mois d'avril et de septembre sont des périodes charnières où l'évapotranspiration est moyenne (de l'ordre de 76 mm) mais dépasse la pluviométrie. La végétation subit alors déjà un stress hydrique durant cette période.

**Figure 21 : évapotranspiration potentielle à la station de Tusson entre 1981 et 2010
(Données : Météo France)**



2.6 Contexte hydrogéologique

Les formations aquifères présentes au droit de la zone d'étude sont principalement de type carbonaté et d'âge jurassique. Seules les formations alluviales présentes le long des cours d'eau sont récentes et de type sédimentaire.

Les bassins versants de l'Aume-Couture, du Bief et de l'Auge étant composés à l'affleurement de couches allant de Bathonien (Nord-Est) au Tithonien (Sud-Ouest) avec une prédominance de dépôts du Kimméridgien et de l'Oxfordien, l'aquifère le plus superficiel est l'aquifère libre du Jurassique supérieur sous lequel se développent les aquifères infra et supra-toarcien captifs. La captivité de ces aquifères est due à la présence de marnes de l'Oxfordien au-dessus de l'aquifère supra-Toarcien et de marnes du Toarcien au-dessus de celui de l'Infra-Toarcien.

2.6.1 Masses d'eau souterraines

Le SDAGE Adour-Garonne 2016-2021 recense 5 masses d'eau souterraines sur le secteur d'étude.

Tableau 4 : masses d'eau souterraines (Source : SDAGE Adour-Garonne 2016-2021)

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Départements	Ecoulement	Type
FRFG017	Alluvions de la Charente	17,16	Libre	A
FRFG016	Calcaires du jurassique supérieur du BV Charente secteurs hydro r0, r1, r2, r3, r5	17,16,79	Libre	DS
FRFG014	Calcaires du jurassique moyen en rive droite de la Charente amont	86,16,79	Libre	DS
FRFG079	Calcaires du jurassique moyen charentais captif	17,16,79	Captif	DS
FRFG078	Sables, grés, calcaires et dolomies de l'infra-toarcien	46, 86, 17, 33, 16, 79, 24, 19, 81, 12, 82, 47	Libre et captif, majoritairement captif	DS

Légende : A Alluvial / DS Dominante sédimentaire non alluviale

La carte des masses d'eau souterraines de la zone d'étude est en Figure 22.

Le SDAGE Adour-Garonne 2016-2021 a estimé l'état quantitatif et qualitatif des masses d'eau. Ces évaluations ont été effectuées à partir des données ADES du BRGM issues des suivis des indicateurs de quantité et qualité. Les objectifs d'état chimique et quantitatif de ces masses d'eau sont détaillés dans le Tableau 5.

Alors que l'état quantitatif des masses d'eau souterraines apparaît comme bon (sauf pour calcaires du jurassique moyen en rive droite de la Charente amont dont l'état quantitatif est mauvais), l'état qualitatif est mauvais pour les masses d'eau libres et pour l'infratoarcien (seuls les Calcaires du jurassique moyen charentais captif ont un bon état qualitatif), en raison de teneurs trop fortes en nitrates-pesticides, substances essentiellement liées à l'activité agricole.

Figure 22 : cartographie des masses d'eau souterraines

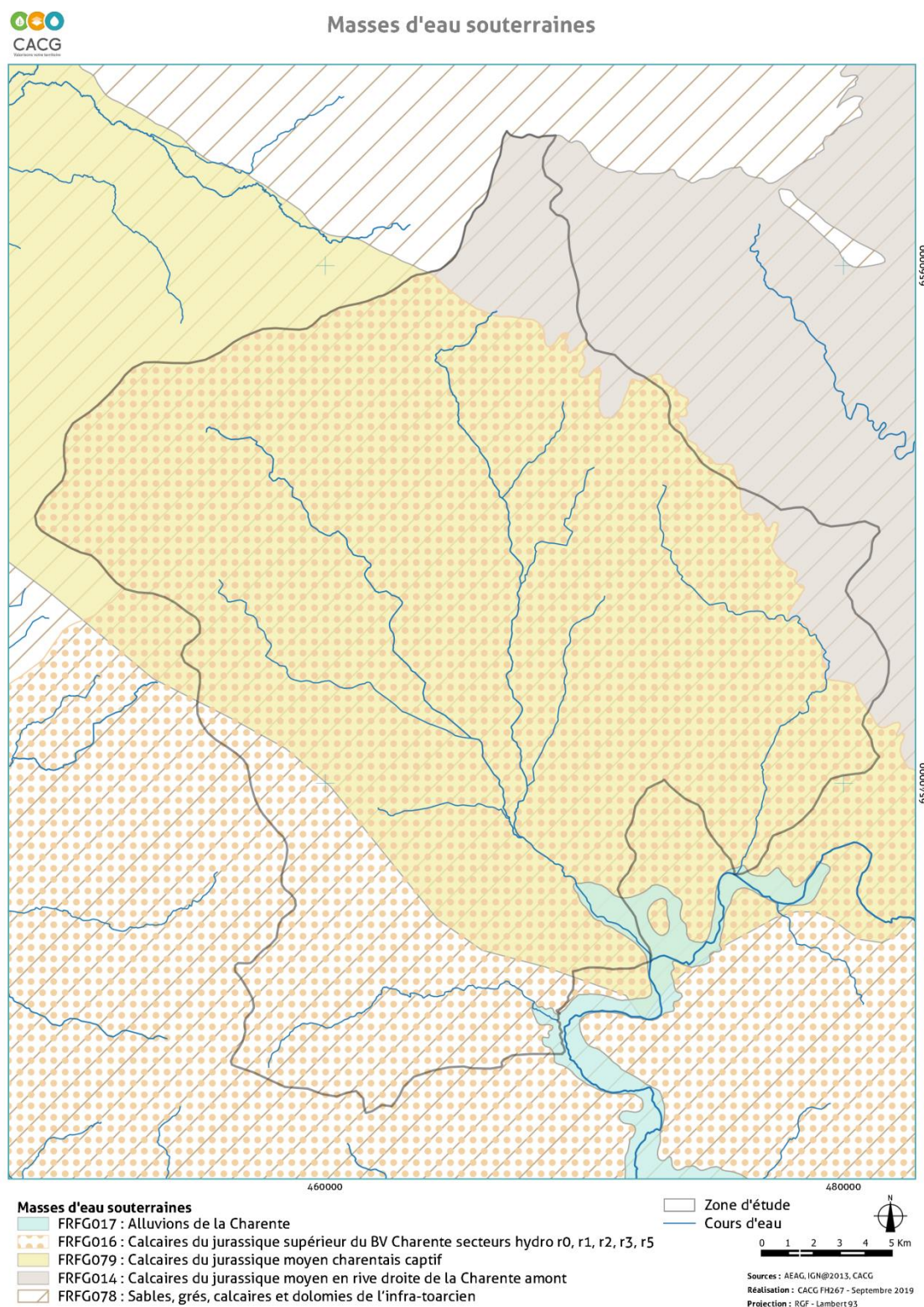


Tableau 5 : objectifs d'état chimique et quantitatif des masses d'eau souterraines (Source : SDAGE Adour-Garonne 2016-2021)

Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Etat quantitatif	Objectif quantitatif			Etat chimique	Objectif chimique			
			Objectif quantitatif	Motif de l'exemption	Paramètre justifiant l'exemption ou faisant l'objet d'une adaptation (objectif moins strict)		Objectif chimique	Motif de l'exemption	Paramètre justifiant l'exemption ou faisant l'objet d'une adaptation (objectif moins strict)	Polluants dont la tendance à la hausse est à inverser
FRFG017	Alluvions de la Charente	Bon	Bon état 2015			Mauvais	Bon état 2027	CN	Nitrates – Pesticides	Nitrates
FRFG016	Calcaires du jurassique supérieur du BV Charente secteurs hydro r0, r1, r2, r3, r5	Bon	Bon état 2015			Mauvais	Bon état 2027	CN	Nitrates – Pesticides	Nitrates
FRFG014	Calcaires du jurassique moyen en rive droite de la Charente amont	Mauvais	Bon état 2027	CN	DQ	Mauvais	Bon état 2027	CN	Nitrates – Pesticides	
FRFG079	Calcaires du jurassique moyen charentais captif	Bon	Bon état 2015			Bon	Bon état 2015			
FRFG078	Sables, grès, calcaires et dolomies de l'infra-toarcien	Bon	Bon état 2015			Mauvais	Bon état 2027	CN	Nitrates	Nitrates

Légende : CN Conditions naturelles, DQ Déséquilibre quantitatif

2.6.2 Aquifères

Le log hydrogéologique en Figure 23 met en relation les couches géologiques présentes au droit de la zone d'étude et leurs potentialités aquifères. 4 aquifères principaux sont présents :

- l'aquifère des alluvions des cours d'eau ;
- l'aquifère des Calcaires du Jurassique supérieur (Malm) ;
- l'aquifère des Calcaires du Jurassique moyen (Dogger) ou supra-toarcien ;
- l'aquifère des Calcaires du Jurassique inférieur (Lias) ou infra-toarcien.

Figure 23 : Log hydrogéologique de la zone d'étude

Ere	Période/Epoque	Etage		Formation	Lithologie principale	Aquifère/Aquitard
Cénozoïque	Quaternaire	F			Alluvions	Aquifère des alluvions
Mésozoïque	Jurassique supérieur (MALM)	j7	Oxfordien supérieur à Kimméridgien inférieur	Formation de Marans	Calcaire (faciès séquanien)	Aquifère des calcaires du Jurassique supérieur
		J6	Oxfordien supérieur	Formation des marnes à Spongiaires	Calcaire (faciès rauracien)	
		J5	Oxfordien moyen		Marne et calcaire marneux (faciès argovien)	Aquitard
	Jurassique moyen (DOGGER)	J4	Callovien	Formation de Pamproux	Calcaire	Calcaires du jurassique moyen (ou supra-toarcien)
		J3	Bathonien	Formation de Ruffec	Calcaire	
			Bajocien	Formation de Saint-Maixant	Calcaire	
			Aalénien	Formation de Thouars	Marne	Aquitard
			Toarcien			
	Jurassique inférieur (LIAS)		Pliensbachien	Formation de La-Pierre-Rousse	Calcaire	Aquifère infra-toarcien
			Sinemurien-Hettangien	Formation du calcaire Nankin Caillebotine	Calcaire	
Paléozoïque					Granite altéré	Aquitard

L'eau souterraine circule :

- dans des alluvions : l'eau circule dans la couche des matériaux (cailloux, sables, boues) transportés et déposés par le cours d'eau ;
- dans des couches calcaires fracturées : l'eau circule très rapidement dans le sous-sol mais de façon hétérogène, en suivant des fractures dans la roche ou en s'écoulant dans des drains.

2.6.2.1 Aquifère des alluvions

Les aquifères alluviaux sont de deux types :

- les aquifères alluviaux des cours supérieurs de l'Aume, de la Couture et du ruisseau du Gouffre des Loges sont composés de graviers calcaires émoussés et de sables limoneux (alluvions fluviatiles anciennes) ;
- les aquifères alluviaux plus en aval sont composés de sédiments argilo-sableux (alluvions fluviatiles récentes). Des formations tourbeuses s'intercalent localement dans ces alluvions.

Les nappes de ces aquifères sont en relation directe avec les eaux des cours d'eau qui les traversent.

La tourbe présente sous les alluvions dans les vallées des cours d'eau est une formation peu perméable, elle ne fait pas à proprement parler de l'aquifère des alluvions. Néanmoins, elle influe sur le fonctionnement de cet aquifère en jouant un rôle de protection de la ressource en eau souterraine. La présence de la tourbe crée un effet tampon dans les transferts d'eau puisqu'elle limite les échanges entre la nappe des alluvions et celle sous-jacente des calcaires du Jurassique supérieur.

2.6.2.2 Aquifère des calcaires du Jurassique supérieur (Malm)

Les calcaires de l'Oxfordien supérieur–Kimméridgien inférieur (aussi appelés séquanien) apparaissent à l'affleurement dans la zone d'étude. Ils sont composés de calcaires à tendances argileuses ou marneuses : la Formation de Marans, qui surmonte la formation des marnes à Spongiaires du Rauracien.

Ils contiennent une nappe aux ressources localement importantes, lorsque la fissuration est dense. Le mur (limite imperméable inférieure) de cette nappe libre est constitué d'intercalations marneuses de l'Oxfordien supérieur et des marnes grises de l'Oxfordien moyen.

La puissance (épaisseur) de cet aquifère est d'une centaine de mètres mais les eaux ne circulent que dans la partie altérée de ces calcaires, soit sur environ 20 m d'épaisseur. La partie imperméable correspond au passage à un horizon réduit de couleur gris-bleu dont la fissuration est fermée ("banc bleu" des foreurs). Les eaux circulent dans des fissures et des chenaux, et convergent vers deux drains principaux : les rivières de l'Aume et de la Couture.

L'aquifère du Jurassique supérieur est recouvert, dans les vallées par des alluvions actuelles à anciennes. La nappe des alluvions est généralement en parfaite relation hydraulique avec la nappe du Jurassique supérieur.

Sur la base des différentes études menées localement et des données de la Banque du Sous-Sol (BSS), l'aquifère du Jurassique supérieur a une porosité fissurale. La transmissivité⁴ moyenne est comprise entre 5.10^{-3} et 8.10^{-2} m²/s dans les fonds de vallées et de l'ordre de 1.10^{-4} m²/s dans les interfluves. Le coefficient d'emménagement⁵ a été mesuré entre $1,8.10^{-5}$ et 8.10^{-5} .

Ces paramètres hydrodynamiques sont cohérents avec une nappe superficielle de milieux fissurés, peu capacitive et assez transmissive. En effet, les eaux souterraines sont évacuées assez rapidement vers les rivières et les stocks souterrains sont faibles et rapidement épuisés l'été (Relations nappes/rivières sur le bassin versant de la Charente moyenne, SIGESPOC.BRGM). Cette zone est la plus exploitée de cet aquifère et particulièrement à des fins agricoles.

La partie inférieure de l'aquifère, épaisse de 120 m, est la plus productive. Ces calcaires fins ont une transmissivité comprise entre 5.10^{-3} m²/s et 8.10^{-2} m²/s.

Cet aquifère joue un rôle important pour l'alimentation en eau potable puisqu'elle alimente de nombreuses communes telles que Saint-Fraigne (voir Captage de Moulin Neuf – Source), Aigre (captage de Germeville) ou Aulnay (captage de Palud).

2.6.2.3 Aquifère des calcaires du Jurassique moyen (Dogger)

La nappe karstique du DOGGER (nappe Supra-Toarcienne), séparée de la nappe INFRA-TOARCIENNE par les marnes imperméables du TOARCIEN-AALENIEN inférieur, constituée de calcaires très karstifiés (Aalénien à Callovien),

⁴ La transmissivité (T) d'un aquifère représente la capacité d'un aquifère à mobiliser l'eau qu'il contient et par conséquent la productivité d'un ouvrage. Elle se détermine lors de pompages d'essai et s'exprime en m²/s.

⁵ Le coefficient d'emménagement (S) représente la quantité d'eau libérée sous une variation unitaire de la charge hydraulique, c'est-à-dire sous l'effet d'une baisse du niveau d'eau. Il conditionne l'emménagement de l'eau souterraine mobile dans les vides du réservoir. Il est utilisé pour caractériser plus précisément le volume d'eau exploitable par un forage et se détermine lors de pompages d'essai. Il est sans unité. Dans un aquifère libre, le coefficient d'emménagement est égal, en pratique, à la porosité efficace (entre 1 % pour certains limons et jusqu'à 30-40 % pour des alluvions grossières). Dans un aquifère captif ou semi-captif, l'expulsion de l'eau est le résultat de la compression de l'aquifère et de la baisse du niveau statique lors du pompage provoquant une baisse de pression. Le coefficient d'emménagement S est ici de 100 à 1 000 fois (voir 10 000 fois) plus petit. Les valeurs usuelles se situent entre 0,1 et 0,01 %. D'une façon générale, pour une même baisse de niveau piézométrique la quantité d'eau libérée est beaucoup plus grande dans une nappe libre.

Les calcaires du Dogger, karstifiés par des phénomènes de dissolution, renferment une nappe importante : captive sous recouvrement des calcaires du Jurassique supérieur sur la grande majorité du territoire et libre dans l'extrémité Nord-Est du bassin de l'Aume-Couture et à l'Est du bassin du Bief. Les calcaires karstifiés du Jurassique moyen sont affectés d'un réseau de fissures et de chenaux localement bien développés. Les circulations souterraines aboutissent à des exurgences de fort débit ou à des sources, comme la source de la Mouvière (voir Captage de La Mouvière).

2.6.2.4 Aquifère des calcaires et dolomies de l'Infratoarcien (Lias)

L'aquifère de l'infra-toarcien est constitué des calcaires karstifiés et fissurés du Pliensbachien. Il renferme une nappe importante, dite nappe infratoarcienne, contenue dans les fissures des calcaires dolomitiques hettangiens et les calcaires plienschachiens (Lias) bien karstifiés.

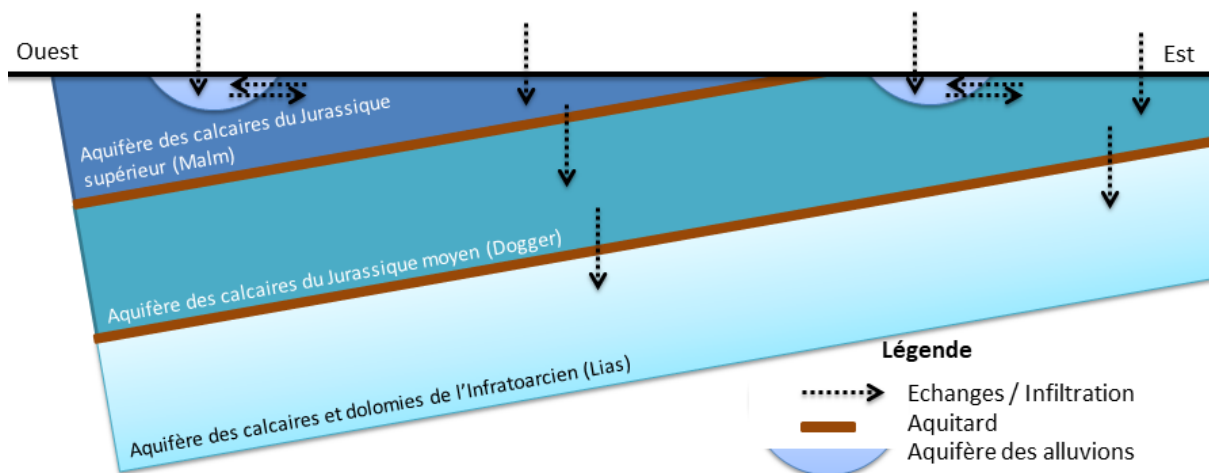
Ses caractéristiques hydrodynamiques et sa puissance sont mal connues du fait de l'absence de forages l'atteignant. Elles sont vraisemblablement très variables et en relation avec le degré de fracturation de la roche. Son alimentation reste mal connue mais des échanges avec la nappe du Dogger sont très probables, surtout dans les zones faillées.

La nappe est captive⁶ sous les marnes toarciennes, lui conférant une bonne protection vis-à-vis des activités de surface. Elle est exploitée dans des bassins plus au Nord, car moins profonde, mais pas dans les bassins de l'Aume-Couture, du Bief et de l'Auge.

2.6.2.5 Echanges verticaux entre aquifères

Les échanges d'eau entre les nappes sont schématisés ci-dessous : l'infiltration se fait principalement verticalement mais les échanges entre l'aquifère des alluvions et les alluvions sous-jacents se font principalement des alluvions vers les nappes sous-jacentes mais ces échanges peuvent s'inverser.

⁶ Une nappe captive est une nappe recouverte d'une couche imperméable. Une nappe libre est l'opposé d'une nappe captive.

Figure 24 : Schéma synthétique des échanges entre les aquifères

2.7 Ouvrages de suivi de nappe

La piézométrie des nappes de la zone d'étude est suivie par le réseau du portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines (ADES). Les ouvrages de suivi de la nappe sont localisés sur la carte en Figure 25 et leurs caractéristiques sont synthétisées dans le Tableau 6.

L'analyse de la piézométrie se fait par aquifère dans la suite du document.

Figure 25 : cartographie des points de suivis

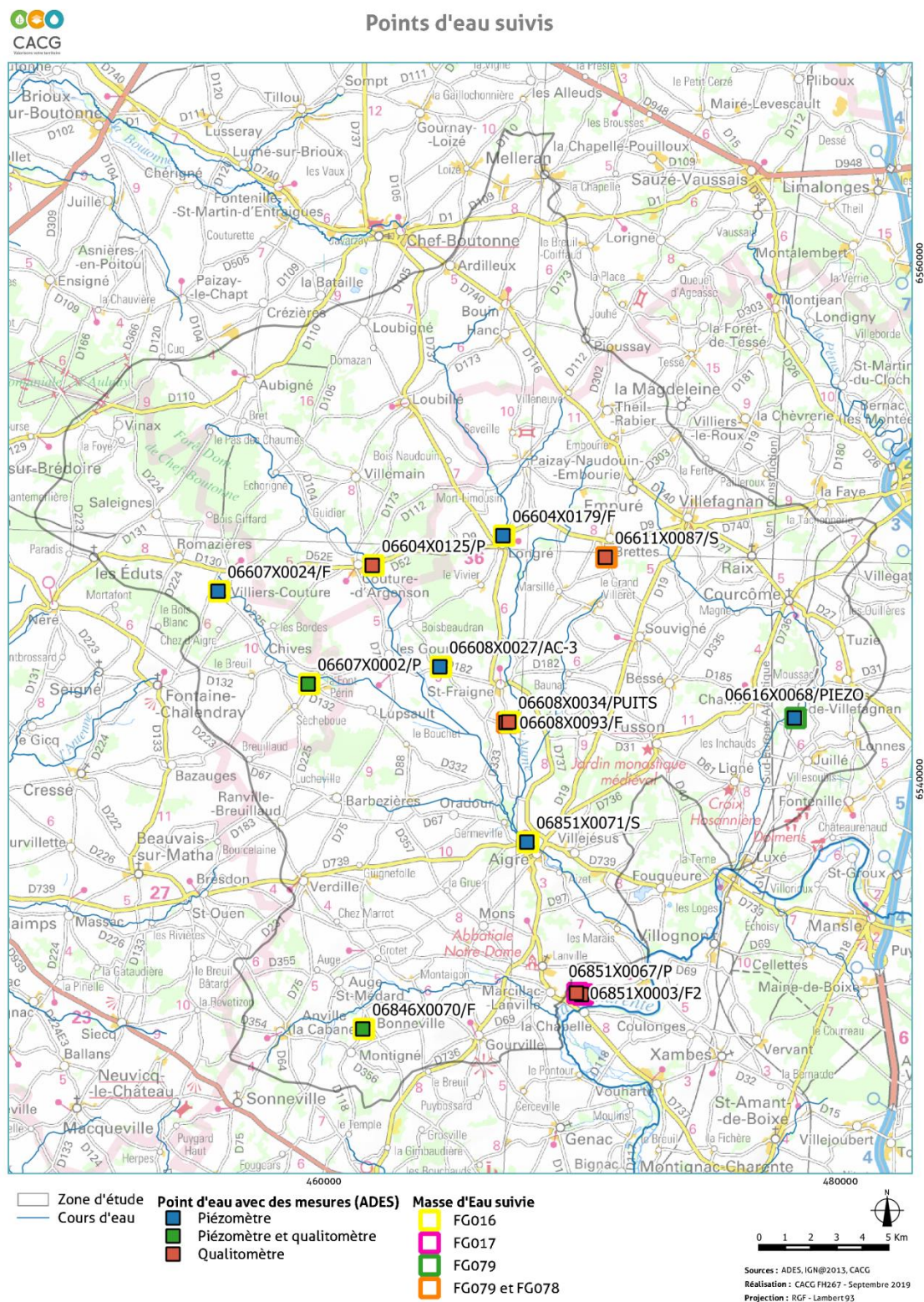


Tableau 6 : piézomètres et qualitomètres suivis par ADES sur la zone d'étude

Identifiant BSS	Ancien code national BSS	Type	Commune	Département	Nb de mesures	Date de début	Date de fin	Nb d'analyses	Nb de réseaux	Masse Eau suivie
BSS001RPU P	06604X0179/F	Piézomètre	Longré (16190)	Charente (16)	8451	01/03/1995	02/09/2019		3	FG016
BSS001RQL Q	06607X0002/P	Piézomètre et qualitomètre	Chives (17105)	Charente-Maritime (17)	2060	09/11/2012	06/02/2019		2	FG016
BSS001RQ MM	06607X0024/F	Piézomètre	Villiers-Couture (17477)	Charente-Maritime (17)	9631	02/04/1993	04/09/2019		6	FG016
BSS001RQQ E	06608X0027/AC-3	Piézomètre	Saint-Fraigne (16317)	Charente (16)	8367	21/07/1993	05/09/2019		3	FG016
BSS001RRS Z	06616X0068/PIEZO	Piézomètre	Charmé (16083)	Charente (16)	8419	06/07/1995	04/09/2019		6	FG079
BSS001SLW L	06846X0070/F	Piézomètre et qualitomètre	Ballans (17031)	Charente-Maritime (17)	2751	22/09/2010	06/02/2019		2	FG016
BSS001SMD G	06851X0071/S	Piézomètre	Aigre (16005)	Charente (16)	9724	08/07/1992	05/09/2019		5	FG016
BSS001RPS R	06604X0125/P	Qualitomètre	Couture-d'Argenson (79106)	Deux-Sèvres (79)	N/D	N/D	N/D	N/D	1	FG016
BSS001RQX X	06611X0087/S	Qualitomètre	Brettes (16059)	Charente (16)	51	28/03/2002	13/06/2018	3188	7	FG079 et FG078
BSS001RQS S	06608X0093/F	Qualitomètre	Saint-Fraigne (16317)	Charente (16)	249	26/08/1987	11/06/2018	7228	15	FG079 et FG078
BSS001RQQ M	06608X0034/PUITS	Qualitomètre	Saint-Fraigne (16317)	Charente (16)	572	11/02/1987	05/12/2018	32976	16	FG016
06851X006 7	06851X0067/P	Qualitomètre	Marcillac-Lanville (16207)	Charente (16)	167	22/03/1993	10/04/2018	2360	4	FG017
06851X000 3	06851X0003/F2	Qualitomètre	Marcillac-Lanville (16207)	Charente (16)	70	23/03/1993	18/06/2018	2481	1	FG017

2.7.1.1 Nappe des alluvions

La piézométrie de cette nappe n'est pas suivie sur la zone d'étude.

2.7.1.2 Nappe des calcaires du Jurassique supérieur (Malm)

La nappe des calcaires du Jurassique supérieur est suivie sur la zone d'étude par six piézomètres dont 4 sont des Indicateurs Piézométriques Standardisés. La localisation des piézomètres est en Figure 32.

Tableau 7 : caractéristiques du piézomètre de suivi de la nappe du Dogger

Identifiant BSS	Ancien code national BSS	Altitude (m NGF)	Profondeur (m)	Cote piézométrique (m NGF)		
				Min	Moy	Max
BSS001RPUP	06604X0179/F	81	30	64,45 (15/12/2019)	73,03	78,04 (08/11/2000)
BSS001RQLQ	06607X0002/P	88	5	57,22 (05/12/2017)	57,64	57,99 (04/03/2017)
BSS001RQMM	06607X0024/F	103	240	88,36 (30/11/2005)	95,43	101,68 (06/01/1994)
BSS001RQQE	06608X0027/AC-3	99	100	74,58 (01/12/2005)	77,94	82,4 (08/11/2000)
BSS001SLWL	06846X0070/F	40	125	22,45 (09/12/2017)	27	30,9 (10/02/2014)
BSS001SMDG	06851X0071/S	69	26	63,5 (26/08/1993)	65	65,88 (07/01/1994)

La totalité de ces piézomètres sont à proximité des cours d'eau.

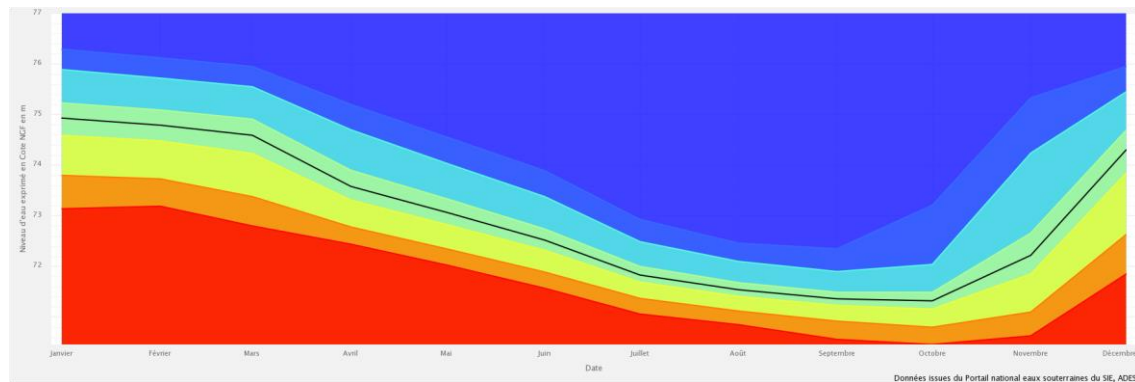
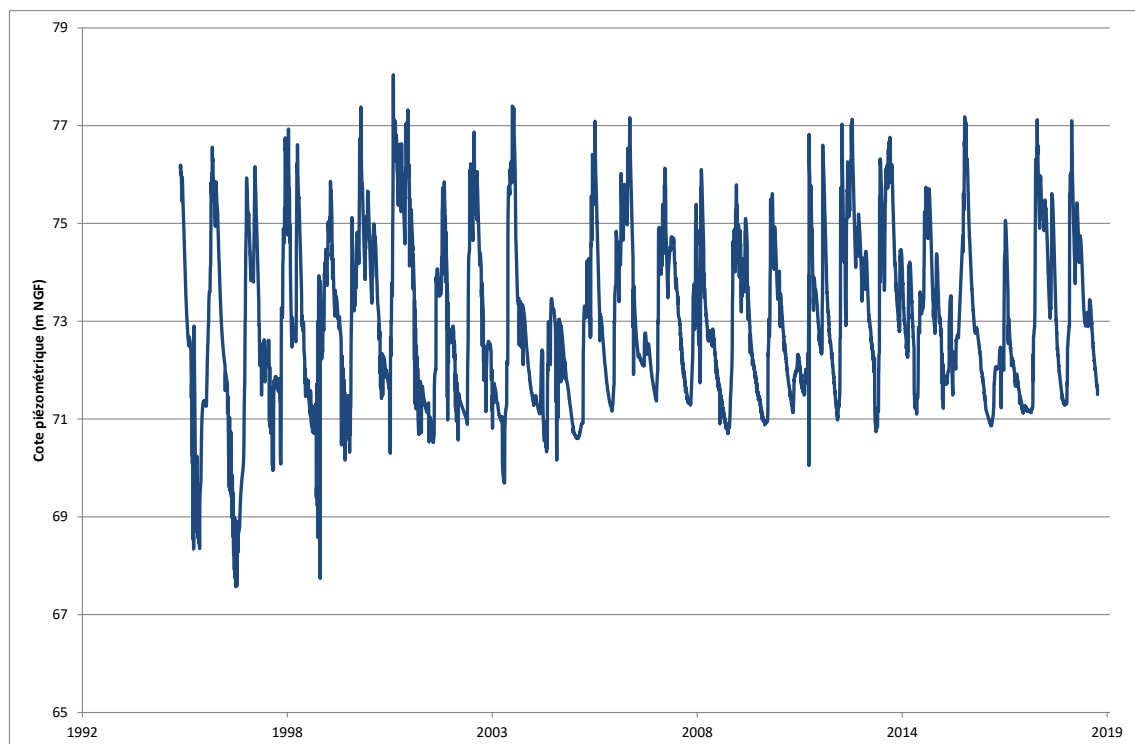
Les piézomètres enregistrent des amplitudes plus fortes lorsqu'ils sont situés en tête de bassin versant (8 m pour 06604X0179/F contre 2 m pour 06851X0071/S).

La piézométrie montre une nappe à fluctuation rapide, de cycle annuel. Le cycle observé est :

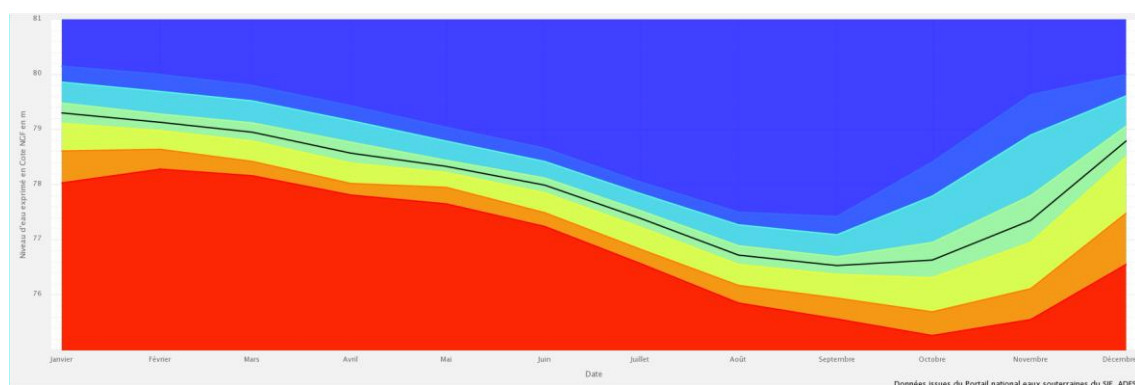
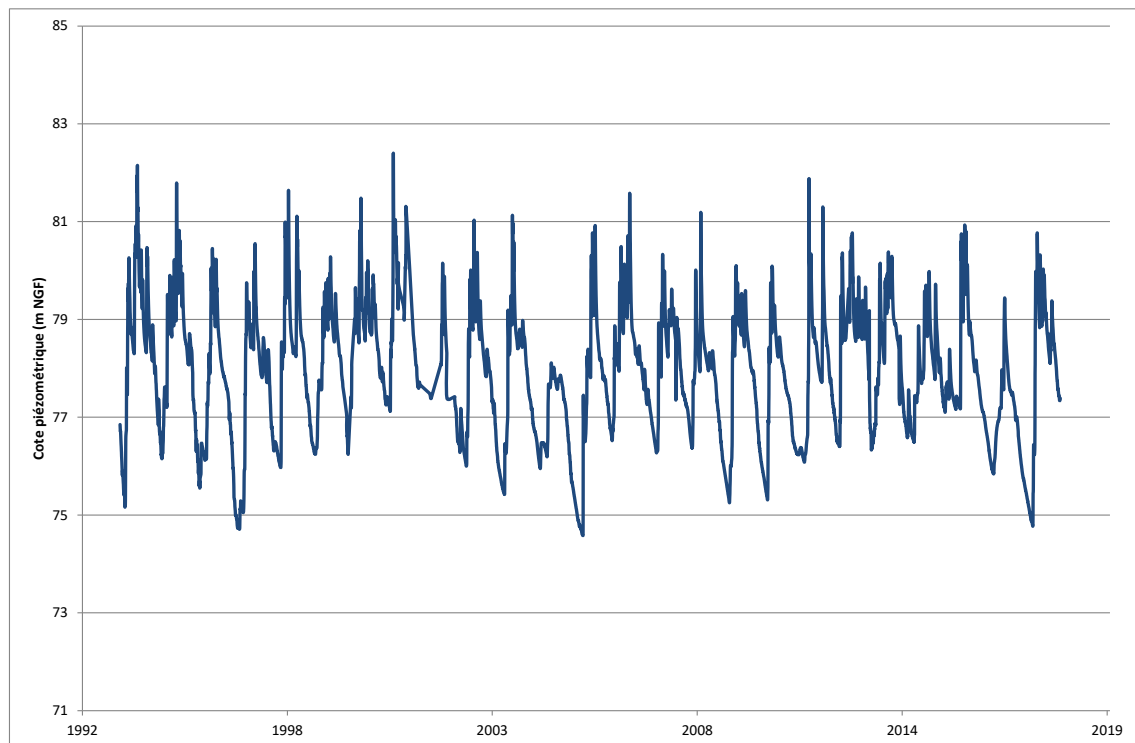
- une période de recharge débutant entre août et octobre et s'étalant jusqu'en décembre ;
- une période de stagnation ou de vidange lente de janvier à mars en tête de bassin ou de janvier à juin à l'aval ;
- la période d'étiage est caractérisée par une accélération de la vidange de mars à entre août et octobre en tête de bassin et de juin à août à l'aval. Cette période est marquée par des niveaux piézométriques qui peuvent être très bas en années sèches, en octobre en tête de bassin et en août à l'aval.

La nappe a peu d'inertie et est très influencée par les apports météoriques.

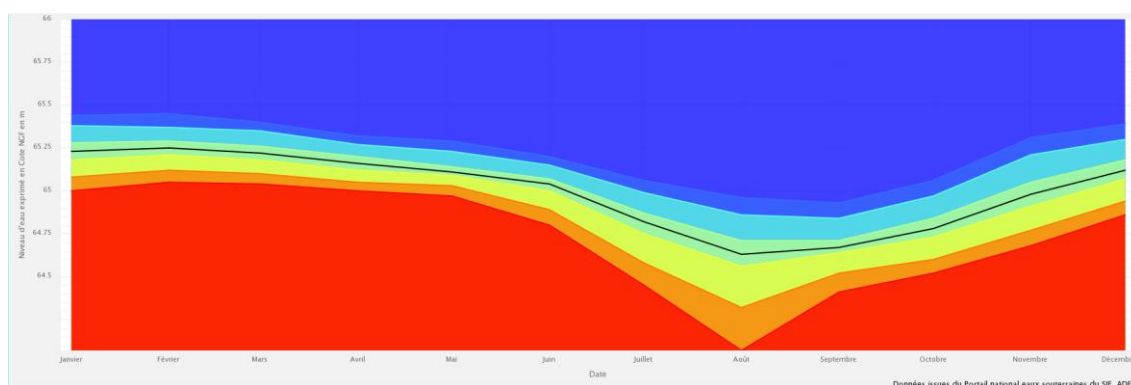
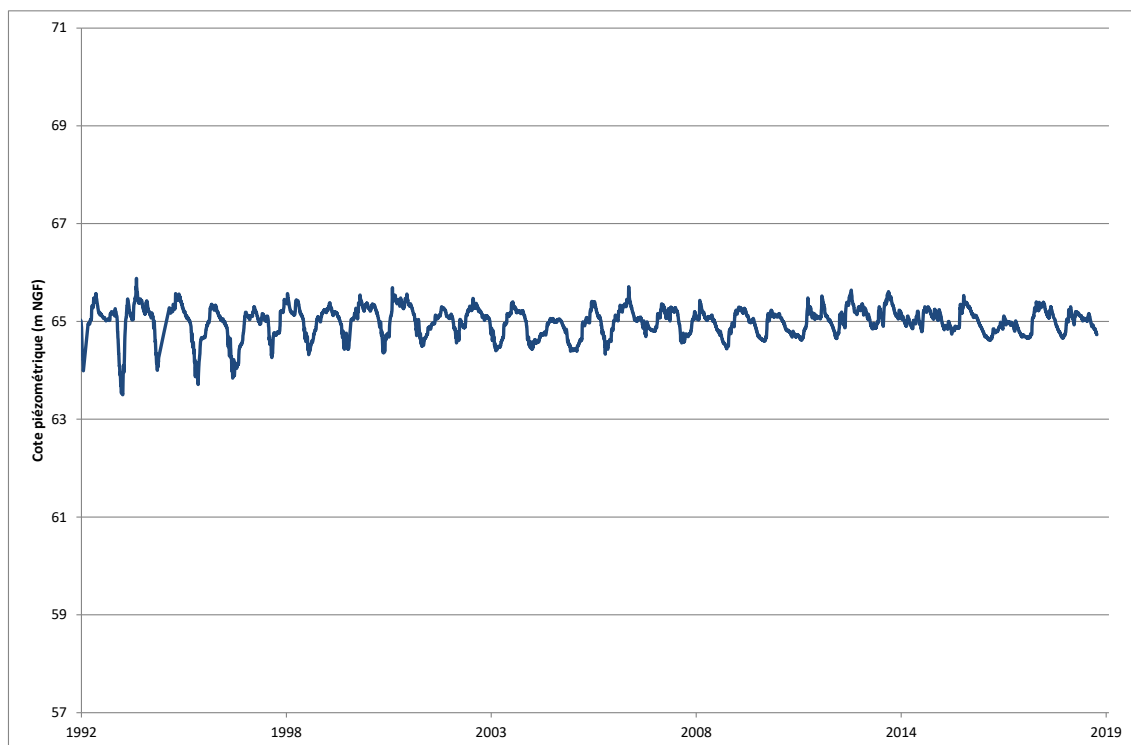
Figure 26 : piézométrie du point d'eau 06604X0179/F



- Niveaux très hauts
- Niveaux hauts
- Niveaux modérément hauts
- Niveaux autour de la moyenne
- Niveaux modérément bas
- Niveaux bas
- Niveaux très bas
- Médiane

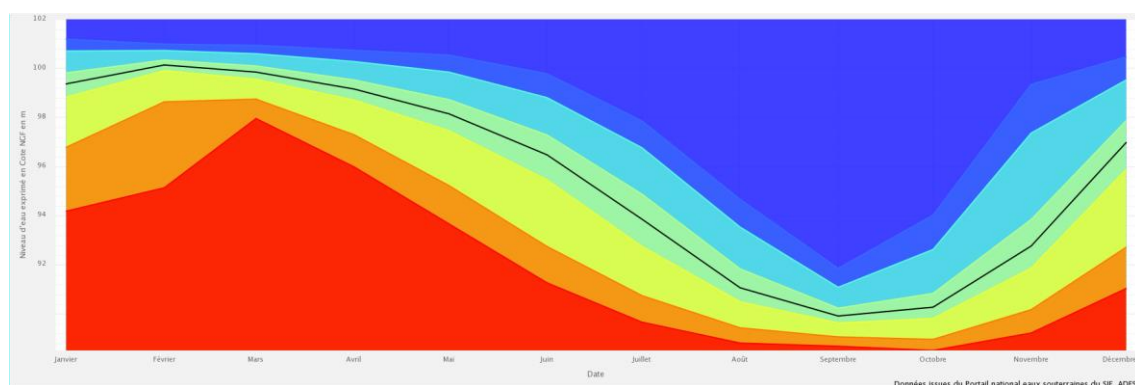
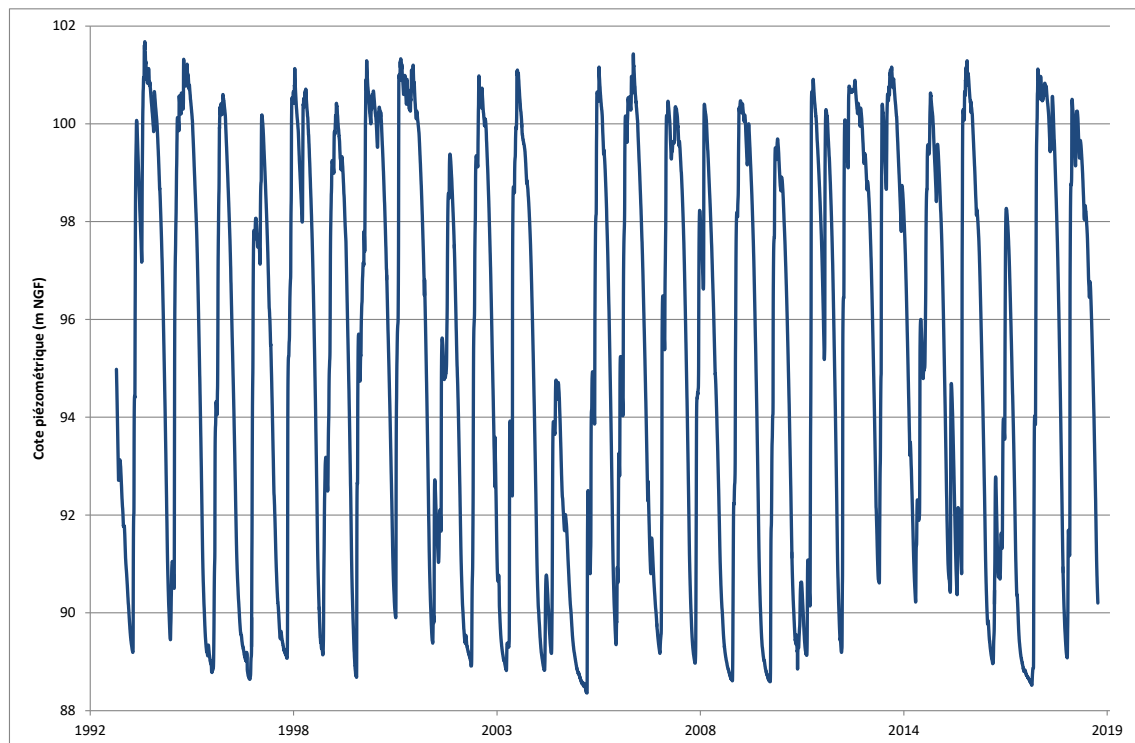
Figure 27 : piézométrie du point d'eau 06608X027/AC-3

- Niveaux très hauts
- Niveaux hauts
- Niveaux modérément hauts
- Niveaux modérément bas
- Niveaux bas
- Niveaux très bas
- Médiane

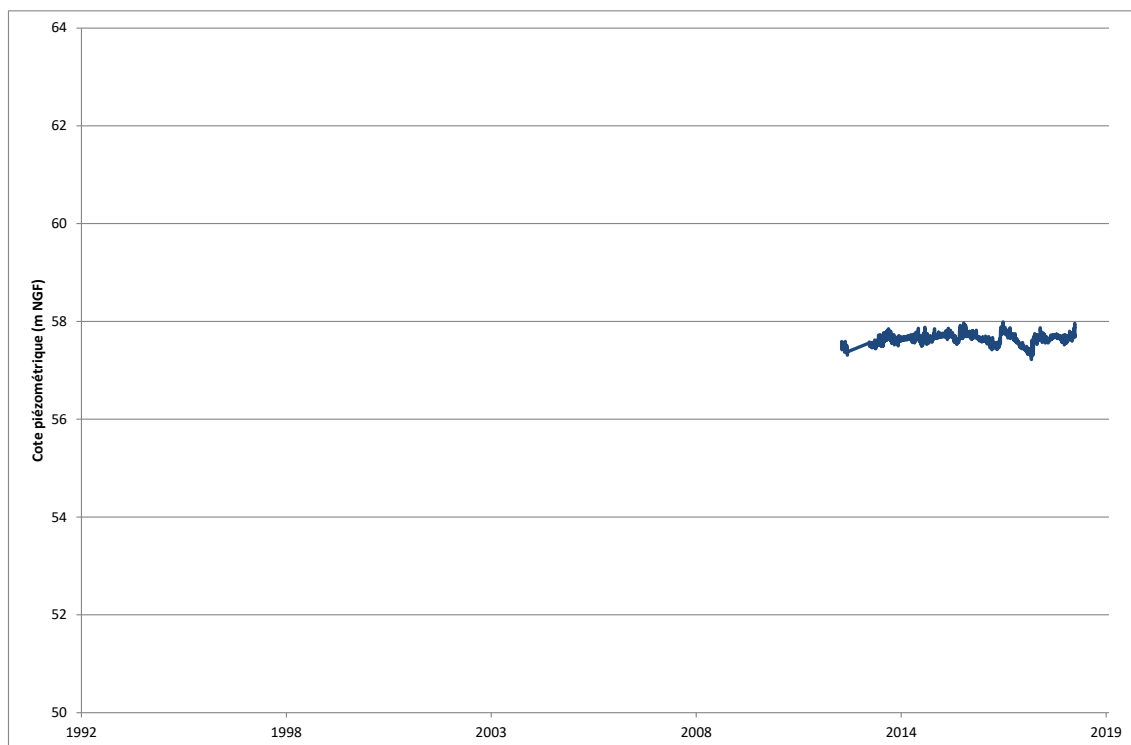
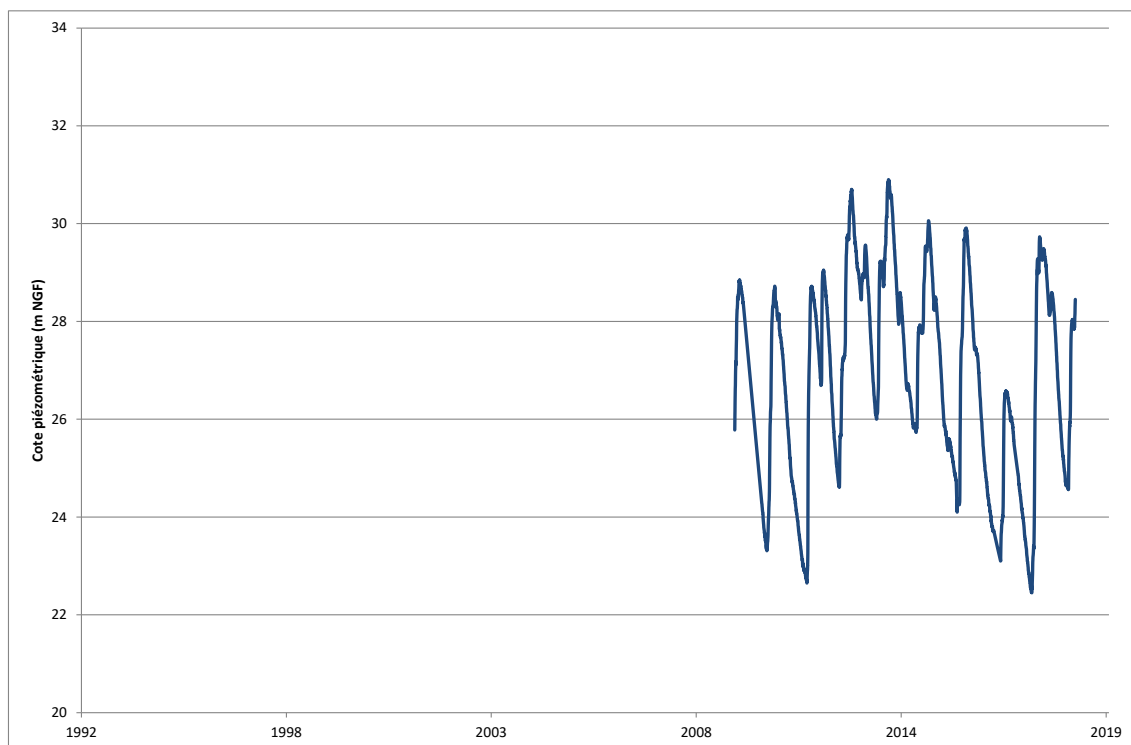
Figure 28 : piézométrie du point d'eau 06851X0071/S

- Niveaux très hauts
- Niveaux hauts
- Niveaux modérément hauts
- Niveaux modérément bas
- Niveaux bas
- Niveaux autour de la moyenne
- Niveaux très bas
- Médiane

Figure 29 : piézométrie du point d'eau 06607X0024/F



- Niveaux très hauts
- Niveaux hauts
- Niveaux modérément hauts
- Niveaux modérément bas
- Niveaux bas
- Niveaux très bas
- Médiane

Figure 30 : piézométrie du point d'eau 06607X0002/P**Figure 31 : piézométrie du point d'eau 06846X0070/F**

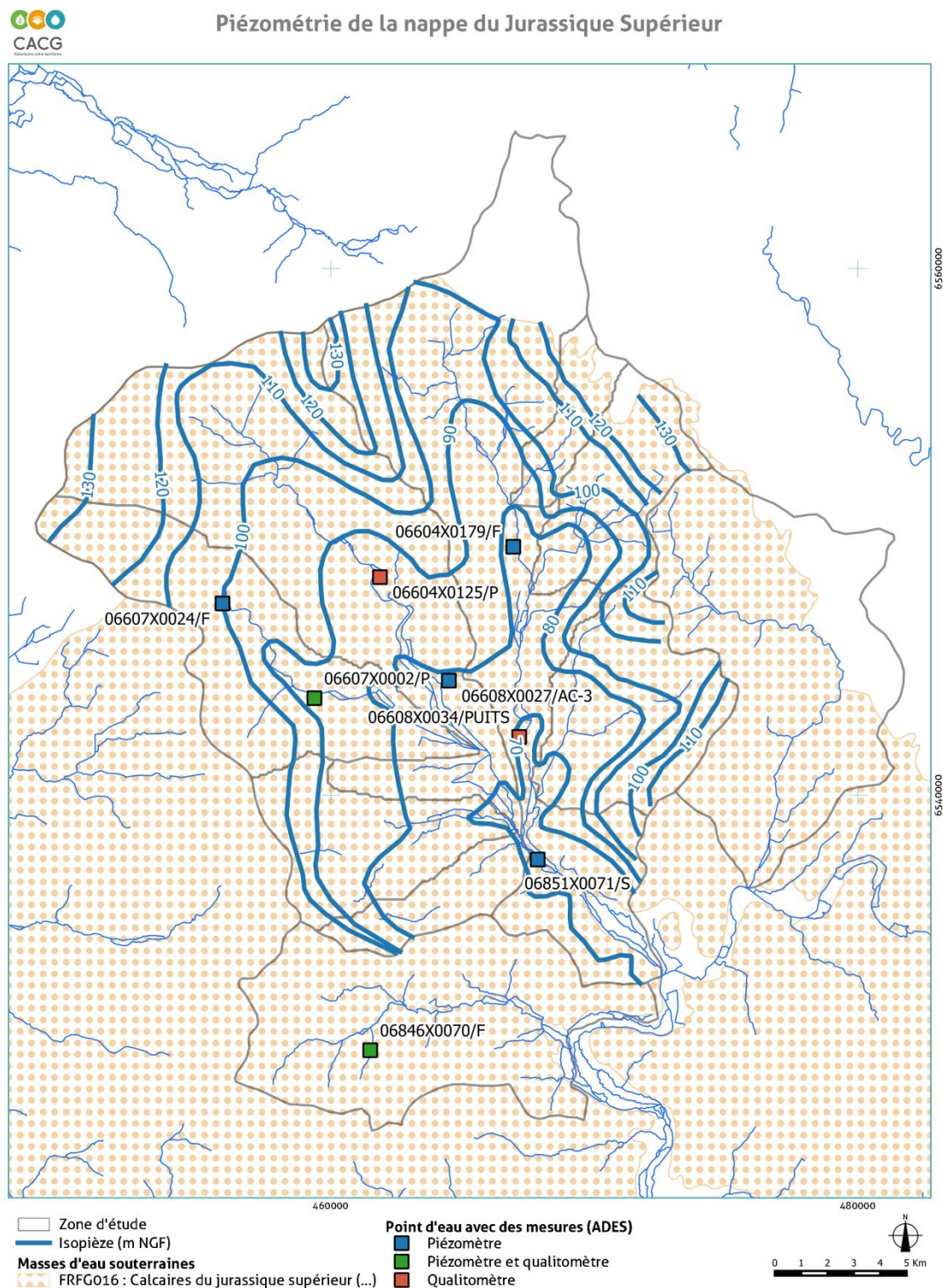
La piézométrie de la nappe du Jurassique supérieur a été cartographiée sur le bassin de l'Aume-Couture depuis une quinzaine d'années⁷ mais les cartes piézométriques disponibles ne sont pas étendues aux bassins du Bief et de l'Auge. Dans le cadre de l'étude d'impact sur les réserves de substitution sur le bassin de l'Aume-Couture, une campagne piézométrique a été effectuée en mars 2017 par la CACG. La carte piézométrique réalisée à la suite de cette campagne est la plus récente et est présentée sur la Figure 32.

L'ensemble des données piézométriques fait apparaître sur le bassin de l'Aume-Couture :

- une surface piézométrique qui épouse sensiblement la topographie. Les lignes de partage des eaux et les lignes de crête sont quasiment confondues ;
- une direction générale des écoulements souterrains vers le sud-est et le sud, avec un axe de drainage particulièrement marqué dans les vallées du Siarne, de l'Aume et de la Couture ;
- des gradients élevés sur les plateaux au nord-est (1,2 % en moyenne), correspondant aux affleurements des marnes (faciès Argovien), et faibles le long des vallées (0,2 %) en position de drainage de la nappe ;
- un drainage de la nappe par les cours d'eau lorsqu'elle est au repos.

⁷ la carte piézométrique de la nappe des formations calcaires du bassin de l'Aume et de la Couture, réalisée en avril 1976 par le BRGM (rapport 77 SGN 270 AQI) ; la carte piézométrique du Jurassique supérieur, toutes nappes confondues, réalisée en mars-avril 1997 par HYDRO INVEST dans le cadre de la délimitation des nappes d'accompagnement des cours d'eau du département de la Charente et notamment du bassin de l'Aume-Couture ; les cartes piézométriques de la nappe du Jurassique supérieur en mars (hautes eaux) et en octobre (basses eaux) 2003 par HYGEO dans le cadre de l'étude hydrogéologique complémentaire en vue de définir le bassin d'alimentation du captage d'alimentation en eau potable Moulin Neuf situé sur la commune de Saint-Fraigne (rapport HYGEO HY16030042v2, janvier 2004).

Figure 32 : carte piézométrique de la nappe du Jurassique Supérieur



2.7.1.3 Nappe des calcaires du Jurassique moyen (Dogger)

La nappe des calcaires du Jurassique moyen ou nappe du Dogger n'est suivie sur la zone d'étude que par un seul piézomètre.

Tableau 8 : caractéristiques du piézomètre de suivi de la nappe du Dogger

Identifiant BSS	Ancien code national BSS	Altitude (m NGF)	Profondeur (m)	Cote piézométrique (m NGF)		
				Min	Moy	Max
BSS001RRSZ	06616X0068/PIEZO	78	124	68,03 (28/09/1996)	69,45	71,81 (26/04/1999)

Le piézomètre 06616X0068/PIEZO est situé sur le bassin du Bief, à proximité du cours d'eau. Il est considéré comme un Indicateur Piézométrique Standardisé. Le niveau de la nappe est stable de janvier à juin avec une forte période de décrue de juin à septembre puis une recharge d'octobre à décembre.

Figure 33 : piézométrie du point d'eau 06616X0068/PIEZO

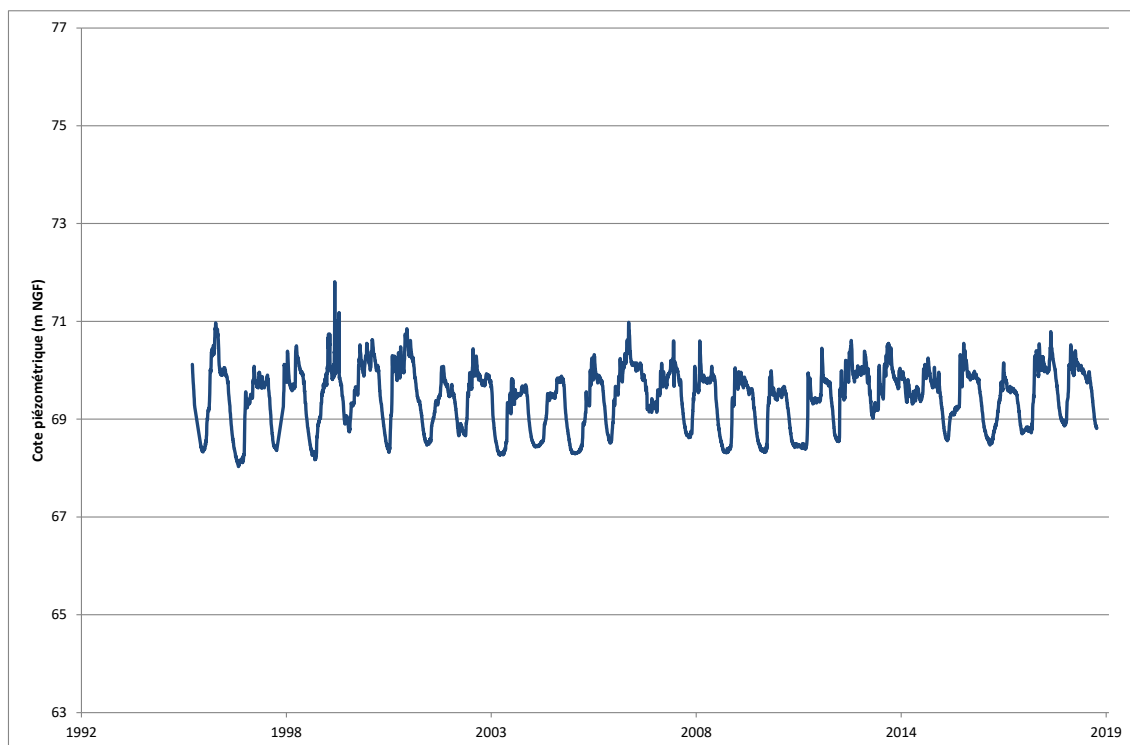
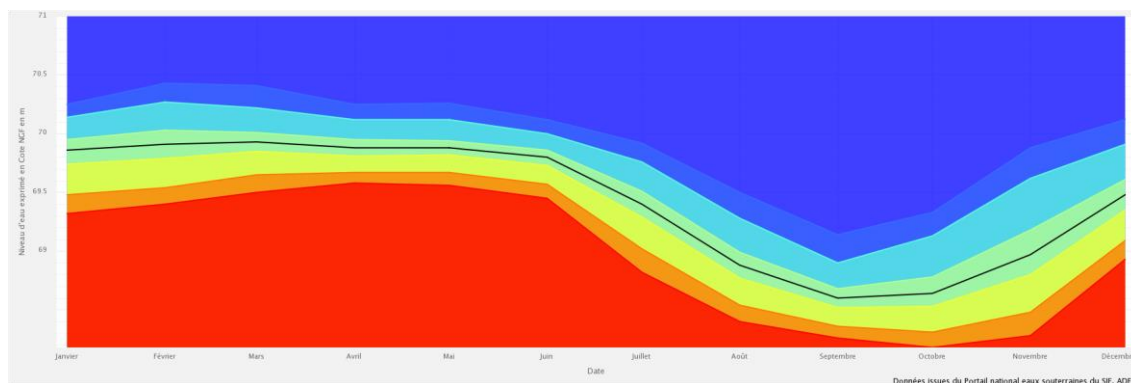


Figure 34 : indicateur piézométrique standardisé 06616X0068/PIEZO

- Niveaux très hauts
- Niveaux hauts
- Niveaux modérément hauts
- Niveaux autour de la moyenne
- Niveaux modérément bas
- Niveaux bas
- Niveaux très bas
- Médiane

La piézométrie de la nappe du Dogger n'a été étudiée que sur la zone d'affleurement des calcaires du Jurassique moyen, soit à l'extrémité Est et Nord-Est de la zone d'étude. La piézométrie disponible date de relevés de mars et octobre 2004 (RP-53847-FR, BRGM). L'écoulement de la nappe se fait du Nord vers le Sud-Est, suivant l'écoulement de la Péruse et de l'amont du Bief.

Aucune analyse de la piézométrie de la nappe du Dogger sous recouvrement des calcaires du Jurassique supérieur n'a été trouvée sur la zone d'étude.

2.7.1.4 Nappe des calcaires et dolomies de l'Infratoarcien (Lias)

La piézométrie de cette nappe n'est pas suivie sur la zone d'étude.

Figure 35 : piézométrie de la nappe du Dogger sur le bassin du Bief (Source : Hydro Invest, 1997)

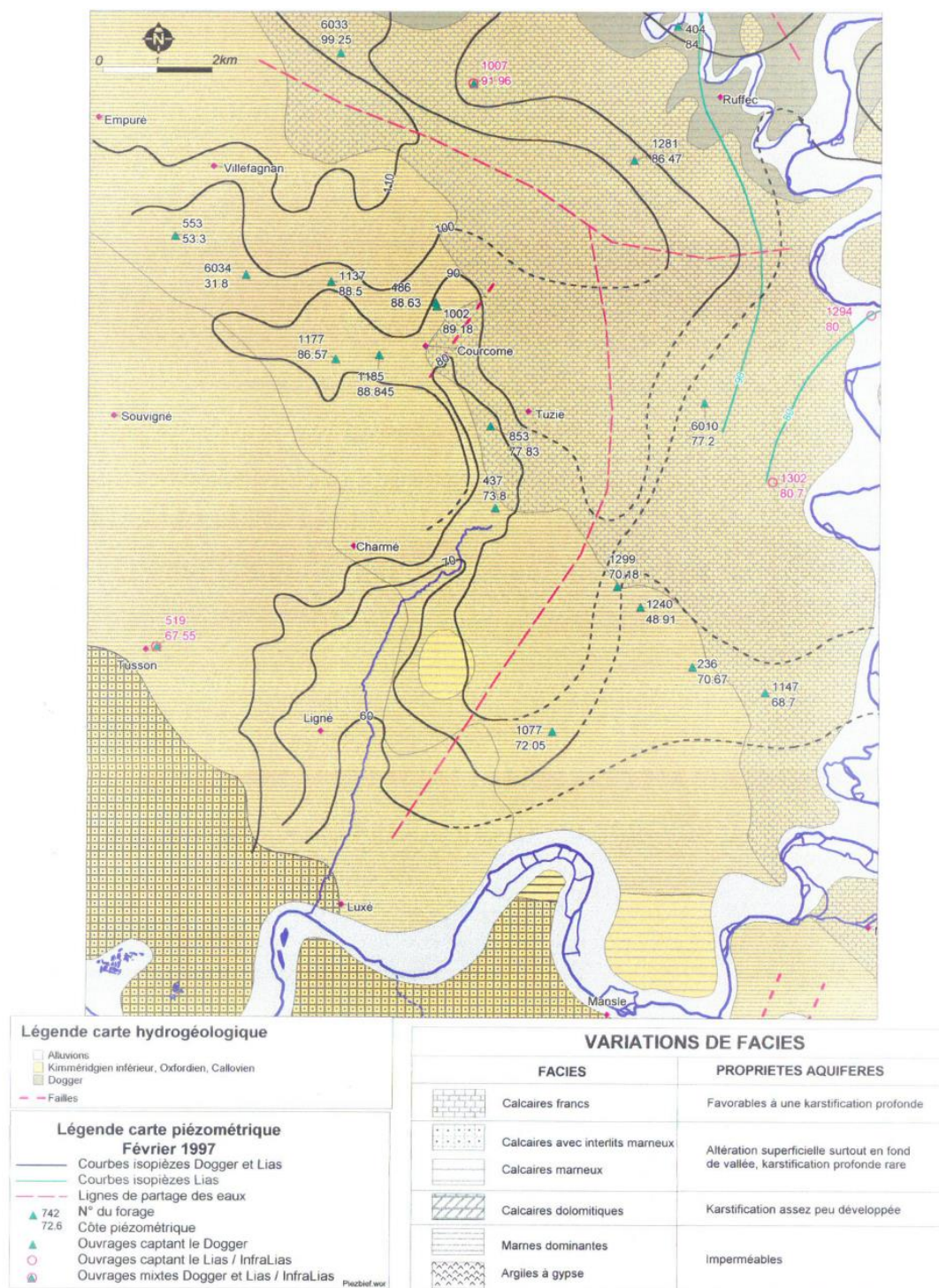
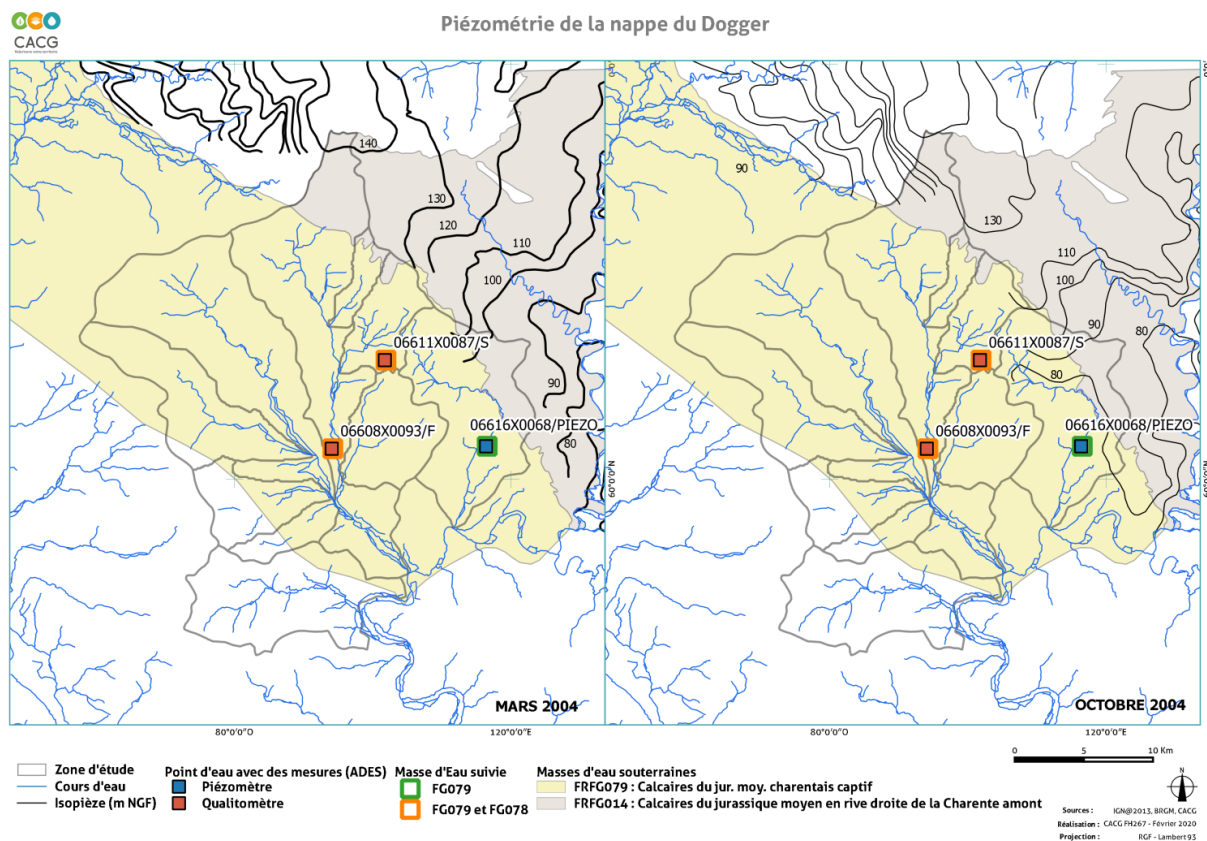


Figure 36 : carte piézométrique de la nappe du Dogger



2.7.2 Relation nappe-rivière

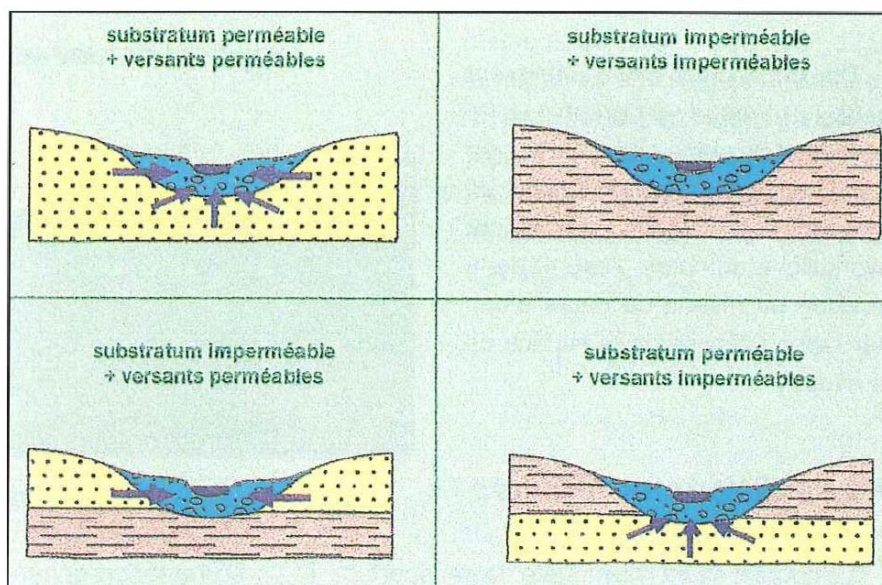
Les relations nappe-rivière n'ont été étudiées qu'entre la nappe du Jurassique supérieur et l'Aume-Couture et au niveau des captages d'eau potable du bassin tels que le captage de Moulin Neuf (voir chapitre 3.1) et celui de la Mouvière (voir chapitre 3.2).

Rappel sur les relations nappe rivières (Source : BRGM) :

La relation nappe-rivière se définit comme un échange d'eau dans un sens ou dans l'autre entre une nappe d'eau souterraine et un cours d'eau. Suivant le niveau de la rivière et les saisons, la nappe alimente le cours d'eau ou est alimentée par celui-ci notamment lors des inondations.

Différents facteurs (nature des berges, des alluvions, des terrains encaissants,) interviennent dans les relations nappe-rivière.

Figure 37 : relation d'une nappe alluviale avec les terrains encaissants (Source : Daum et al., 1997 dans Vernoux et al., 2010)

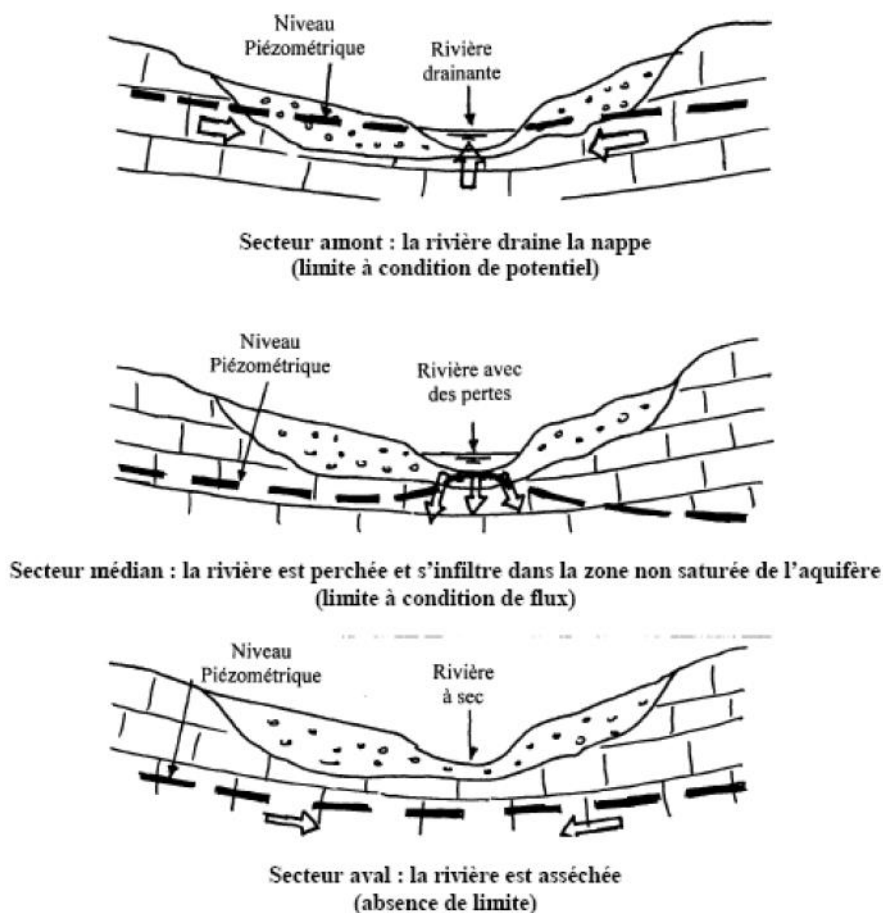


On considère trois cas de relation hydrodynamique entre la nappe et la rivière :

- Cas 1 : la nappe et la rivière sont en relation : la nappe alimente la rivière (le niveau de la nappe est supérieur à l'altitude de la rivière) ;
- Cas 2 : la nappe et la rivière sont en relation : la rivière alimente la nappe (le niveau de la nappe est inférieur à l'altitude de la rivière) ;
- Cas 3 : pas d'échange entre la rivière et l'aquifère (formation imperméable entre le lit du cours d'eau et la nappe).

Ces trois types de relation peuvent se rencontrer le long d'un même cours d'eau.

Figure 38 : relations hydrodynamiques entre la nappe et la rivière : exemple de la Boutonne (Charente Maritime) (Source : BRGM)

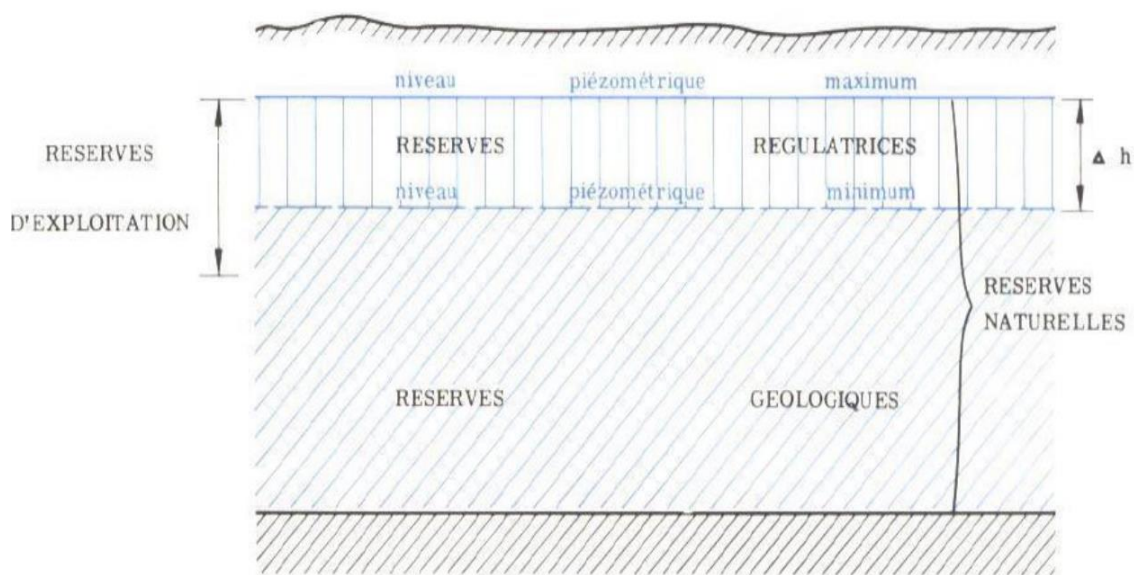


2.7.2.1 Relation entre la nappe du Jurassique supérieur et l'Aume-Couture

La nappe du Jurassique supérieur du bassin de l'Aume-Couture a été identifiée comme nappe d'accompagnement⁸, jusqu'à une distance de 4,6 km de part et d'autre de l'Aume et de la Couture.

Le temps de réponse très court de la nappe et des rivières, tant vis-à-vis des prélèvements par pompage que des précipitations, tend à prouver l'existence d'une faible réserve régulatrice⁹ annuelle de la nappe et d'un taux de renouvellement¹⁰ élevé (BRGM RR-40620-FR, 1999).

Figure 39 : réserve régulatrice et réserve géologique (Source : Castany, 1968)



Les pompages dans la nappe du Jurassique supérieur à moins de 4,6 km du cours d'eau ont un effet sur le débit du cours d'eau. Cet effet est rapide et la nappe a un faible régulateur.

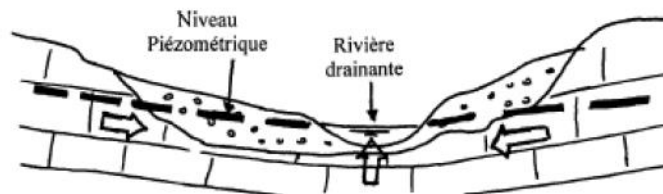
⁸ Nappe d'accompagnement : nappe ou partie de nappe souterraine qui est en forte liaison hydraulique avec un cours d'eau permanent et dont l'exploitation peut avoir un effet préjudiciable (supérieur à un seuil à définir) sur le débit d'étiage superficiel. Ce préjudice consiste soit en une réduction de l'apport de la nappe souterraine au cours d'eau, soit en une réalimentation induite de la nappe par le cours d'eau.

⁹ Réserve régulatrice : le volume de la réserve régulatrice est défini comme le volume d'eau situé entre les plus hautes et les plus basses piézométries observées. Ce volume fluctue dans le temps en fonction de la recharge et est considéré comme renouvelable, notion importante en termes de gestion de la ressource. (Source : Binet, 2019)

¹⁰ Taux de renouvellement : rapport de l'alimentation moyenne annuelle d'une nappe d'eau souterraine, exprimée en volume, à la réserve moyenne de l'aquifère (Source : Glossaire International d'Hydrologie, 1992)

L'alimentation de la nappe du Jurassique-supérieur se fait par infiltration directe des eaux météoriques. Lorsque le niveau piézométrique passe au-dessus de la cote de fond des talwegs, la nappe alimente les cours d'eau par débordement dans les flancs de vallées.

Sur l'amont du bassin de l'Aume-Couture, lorsque le niveau de la nappe est assez haut, la nappe alimente le cours d'eau.



Dans la zone alluviale aval de la ligne Longré / Couture d'Argenton (voir Pédologie), les vallées tourbeuses de l'Aume, de la Couture et du Ruisseau du Gouffre des Loges, peu perméables, limitent les échanges entre ces cours d'eau et la nappe. Néanmoins, un phénomène de recharge des cours d'eau par la nappe est observé par le biais de sources. Ces sources ne sont alimentées que lorsque le niveau de la nappe dépasse la cote de fond des thalwegs.

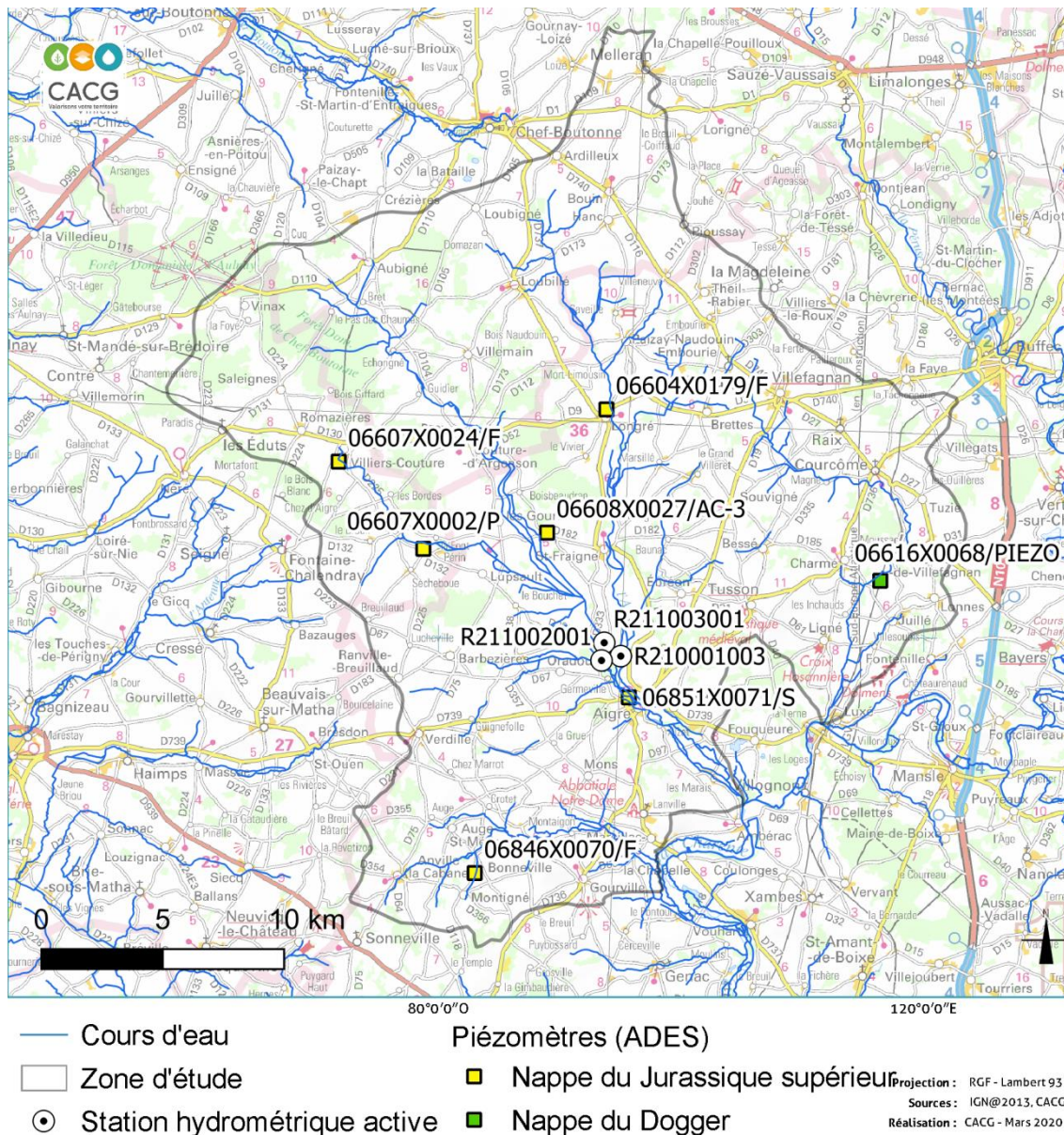
Les lits des cours d'eau étant majoritairement tourbeux donc peu perméables, l'alimentation de la nappe par les rivières n'a pas été mise en évidence. Une baisse locale de la nappe (ou un pompage en rivière) en période sèche peut avoir un effet sur l'alimentation du cours d'eau et ainsi provoquer des baisses de débit mais cet effet est rapidement inversé dans le cas d'un arrêt des prélèvements (Auriol, 1977).

À l'aval de Longré / Couture d'Argenton, la tourbe présente dans les vallées empêche les échanges entre la nappe et la rivière. La nappe alimente encore le cours d'eau en s'écoulant depuis des sources ou résurgences (détails dans le paragraphe 2.7.2.2 Résurgences).

La quantification de la relation nappe-rivière entre la nappe du Jurassique supérieur et les cours d'eau de la zone d'étude ont été peu étudiés. Pour cela, une corrélation entre les débits mesurés des cours d'eau et les niveaux piézométriques mesurés par des piézomètres est nécessaire. Or, sur la zone d'étude, seul le piézomètre d'Aigre (06851X0071/S) est proche des stations hydrométriques de l'Aume et de la Couture à Oradour (voir carte en Figure 40 : localisation des piézomètres ADES et des stations hydrométriques de la Banque Hydro).

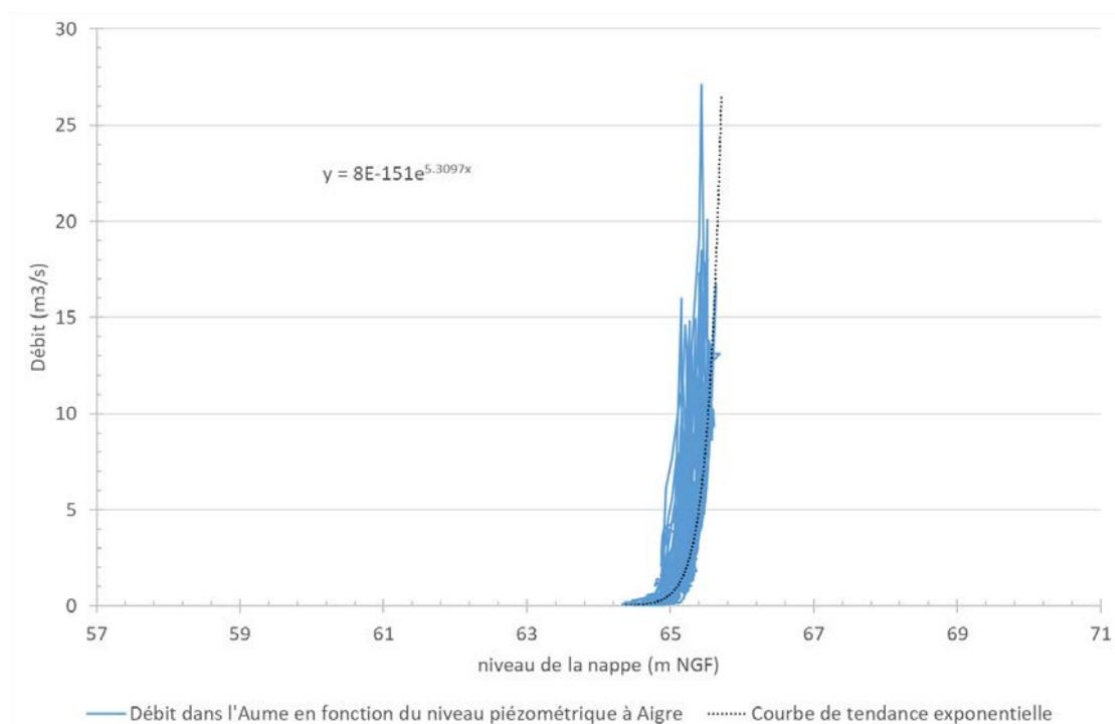
Des études complémentaires pour estimer les échanges entre la nappe et les cours d'eau sont nécessaires car la zone a peu été étudiée. L'effet de la présence de tourbe sur les échanges est un point clé de sa compréhension.

Figure 40 : localisation des piézomètres ADES et des stations hydrométriques de la Banque Hydro



Une première approche de corrélation directe des débits de l'Aume à Oradour et de la piézométrie de la nappe du Jurassique supérieur enregistrée à Aigre (Figure 41) permet de mettre en évidence une relation directe entre ces deux paramètres. L'équation de la courbe de tendance exponentielle doit être considérée comme le résultat de la corrélation de données sur une période donnée. Elle ne peut pas être utilisée comme une relation permanente.

Figure 41 : débit sur l'Aume à Oradour en fonction du niveau de nappe à Aigre
(Source : Hydratec, 2019)



En termes de comportement de ces deux masses d'eau, la comparaison de l'évolution des niveaux piézométriques mesurés au piézomètre d'Aigre avec celle des débits moyens journaliers de l'Aume montre qu'il existe une cote au piézomètre d'Aigre (64,8 m NGF) en dessous de laquelle les variations de hauteur d'eau des deux masses se désynchronisent et le faible débit de l'Aume semble peu dépendant du niveau piézométrique.

Ainsi, lorsque le niveau piézométrique s'élève au-dessus de la cote de déconnexion au piézomètre d'Aigre, la nappe alimente la rivière sensiblement et son débit augmente. Alors que lorsque le niveau piézométrique est inférieur à la cote de déconnexion au piézomètre d'Aigre, l'alimentation de la rivière par la nappe est faible, le débit de la rivière ne dépend que des apports météoriques.

Cette « cote de déconnexion » est cohérente avec le fond de vallée (≈ 65 m NGF) déterminé par la coupe réalisée au droit du piézomètre d'Aigre (voir Figure 43) et l'observation faite par Auriol en 1999 qui définit que la cote de l'Aume en aval d'Aigre est identique à celle des exutoires de la nappe.

Une approche basique de comparaison des variations des niveaux d'eau dans la nappe et dans le cours d'eau met en évidence des comportements similaires.

La nappe, lorsqu'elle est haute, alimente le cours d'eau par le biais de sources/résurgences mais lorsqu'elle est basse, elle ne l'alimente plus.

Figure 42 : comparaison des niveaux piézométriques à Aigre et des débits de l'Aume-Couture (2008-2017)

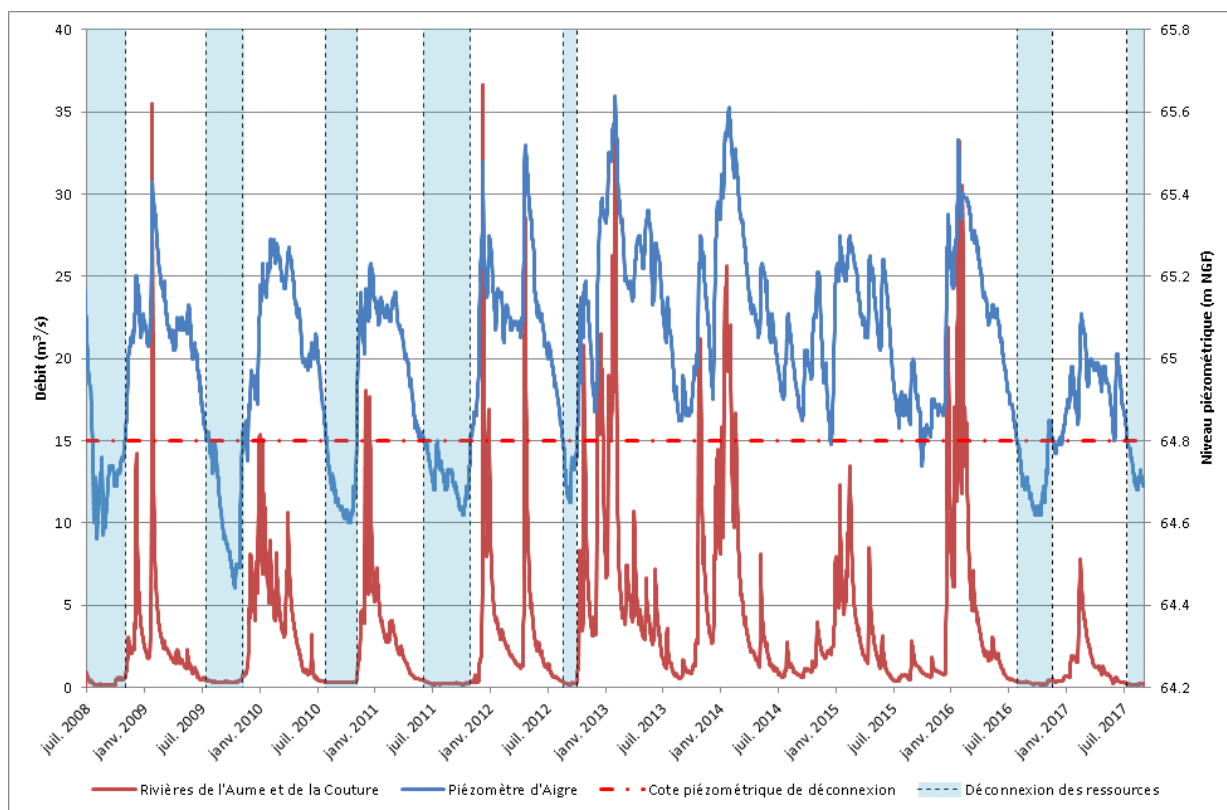
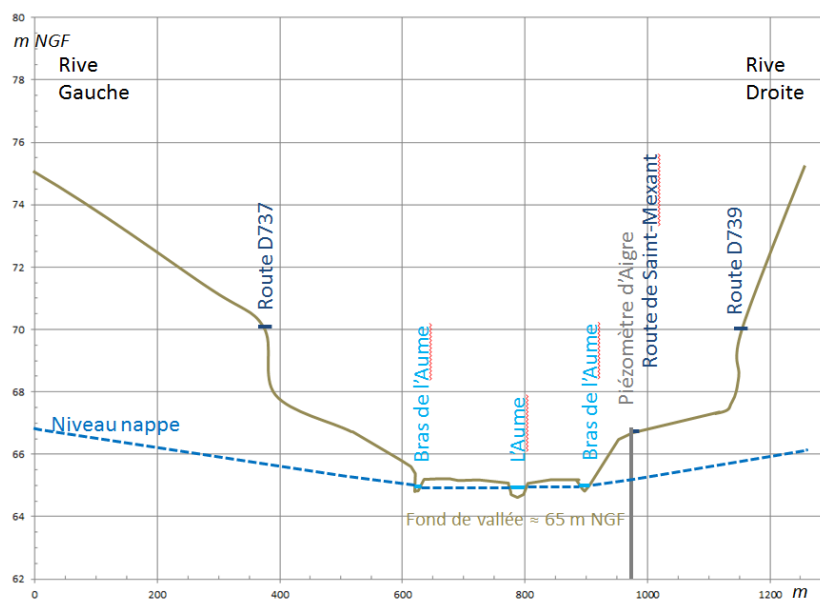


Figure 43 : coupe de la vallée de l'Aume à proximité du piézomètre d'Aigre



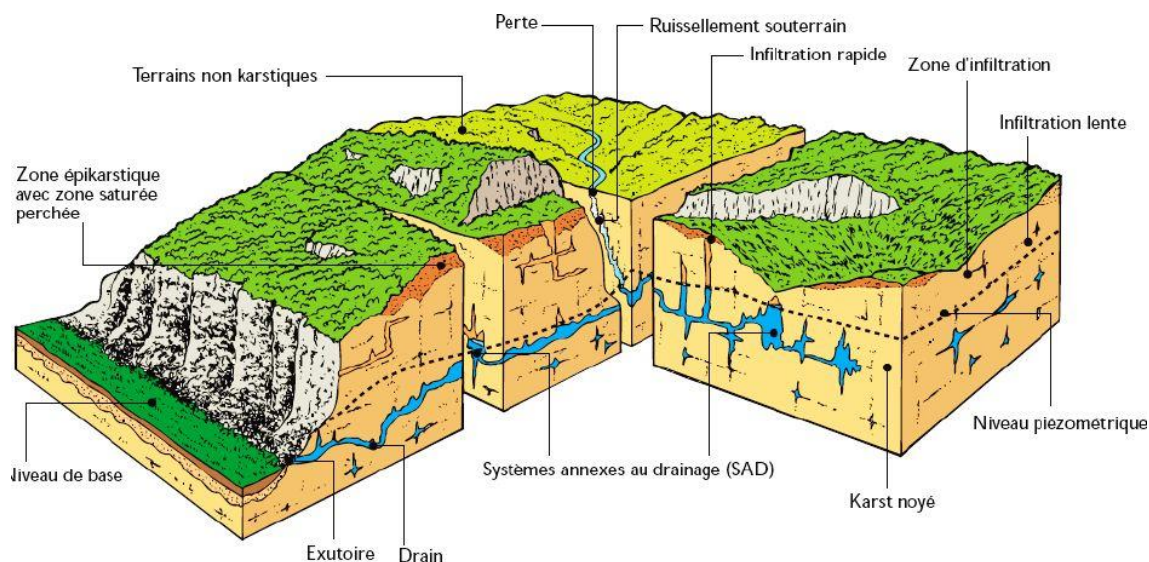
2.7.2.2 Résurgences

Le bassin de la Charente est connu pour être une zone karstique (voir chapitre 2.1), notamment le karst de la Rochefoucauld dont l'exutoire du système aquifère aux sources de la Touvre constitue la deuxième résurgence de France.

La zone est karstique : les couches calcaires de la zone d'étude sont localement dissoutes par l'eau qui s'y infiltre. L'eau de la nappe pour ressortir par le biais d'exutoires (aussi appelés sources ou résurgences).

Des résurgences ont été observées sur tous les bassins versants étudiés et il participent à l'alimentation en eau des cours d'eau.

Figure 44 : représentation schématique d'un aquifère karstique (Source : Agence de l'eau RMC, d'après Mangin 1975)



2.7.2.2.1 Résurgences du bassin de l'Aume-Couture

La majorité des résurgences identifiées sur le bassin de l'Aume-Couture (voir carte en Figure 49) sont présentes dans les vallées tourbeuses ou en amont des cours d'eau.

Les visites de terrain ont permis de mettre en évidence que les débits des résurgences sont plus importants en amont qu'en aval (voir Figure 45 et Figure 46) et les assècs plus fréquents. La réalimentation de l'Aume et de la Couture est dépendante en période estivale des résurgences.

Figure 45 : exemples de résurgences en amont du bassin de l'Aume-Couture : Fosse de Gazon (haut) et Source de l'Aume (bas)



La présence de résurgences en vallées tourbeuses est très propice au développement de zones humides.

Figure 46 : exemples de résurgences en amont du bassin de l'Aume-Couture : Font Rougeaud (haut) et Zone Humide de Siarne (bas)



La plus importante résurgence du bassin est celle de la nappe du Jurassique supérieur captée à Moulin Neuf (voir chapitre 3.1) avec 250 m³/h en moyenne en période d'été.

2.7.2.2.2 Résurgences du bassin du Bief

Les résurgences observées sont moins fréquentes que sur les autres bassins. Ils se situent aussi à proximité des cours d'eau (sauf Gragonne qui est un lavoir dans un village et dont les assècs sont fréquents). Ils sont généralement en eau toute l'année et leurs présences sont souvent à mettre en relation avec la présence d'une zone humide. Leurs rôles dans la réalimentation du Bief est non négligeable en été.

La résurgence de la Mouvière (voir chapitre 3.2) est captée pour l'AEP avec un débit d'exploitation de 240 m³/h. C'est la seule résurgence qui fait l'objet de mesures de débit.

Figure 47 : exemples de résurgences du bassin du Bief : Robegerbe (haut) et Gragonne (bas)



2.7.2.2.3 Résurgence du bassin de l'Auge

De même que pour les autres bassins, les résurgences du bassin du Bief se situent préférentiellement en amont des cours d'eau. D'après les observations des habitants, les débits des résurgences ne dépassent jamais 10l/s et varient suivant la saison. Les résurgences sont fréquemment à sec en été.

Excepté la zone humide de la Mouillère (site 37), l'ensemble des résurgences visitées sont aménagées mais aucune ne fait l'objet de mesures de suivi de débit.

Figure 48 : exemples de résurgences du bassin de l'Auge : Ruisseau du cou de la Vache (haut) et Creusefont 2 (bas)



2.7.2.2.4 Relation entre les résurgences et les zones Humides

L'ensemble des sites de résurgences visités sont accolés ou à l'intérieur d'une zone humide (voir Figure 50), excepté Gargonne sur le bassin du Bief.

Figure 49 : résurgences

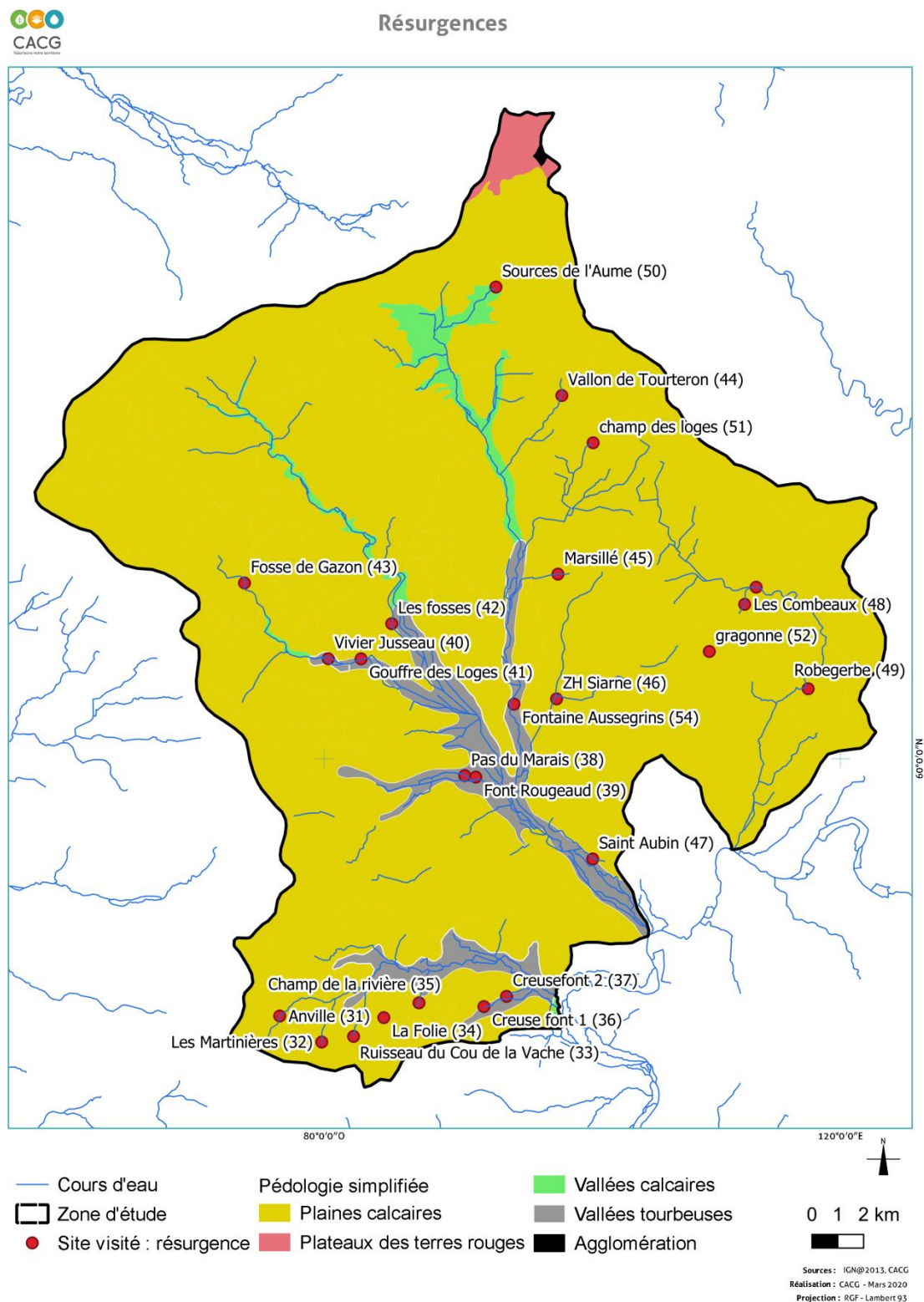
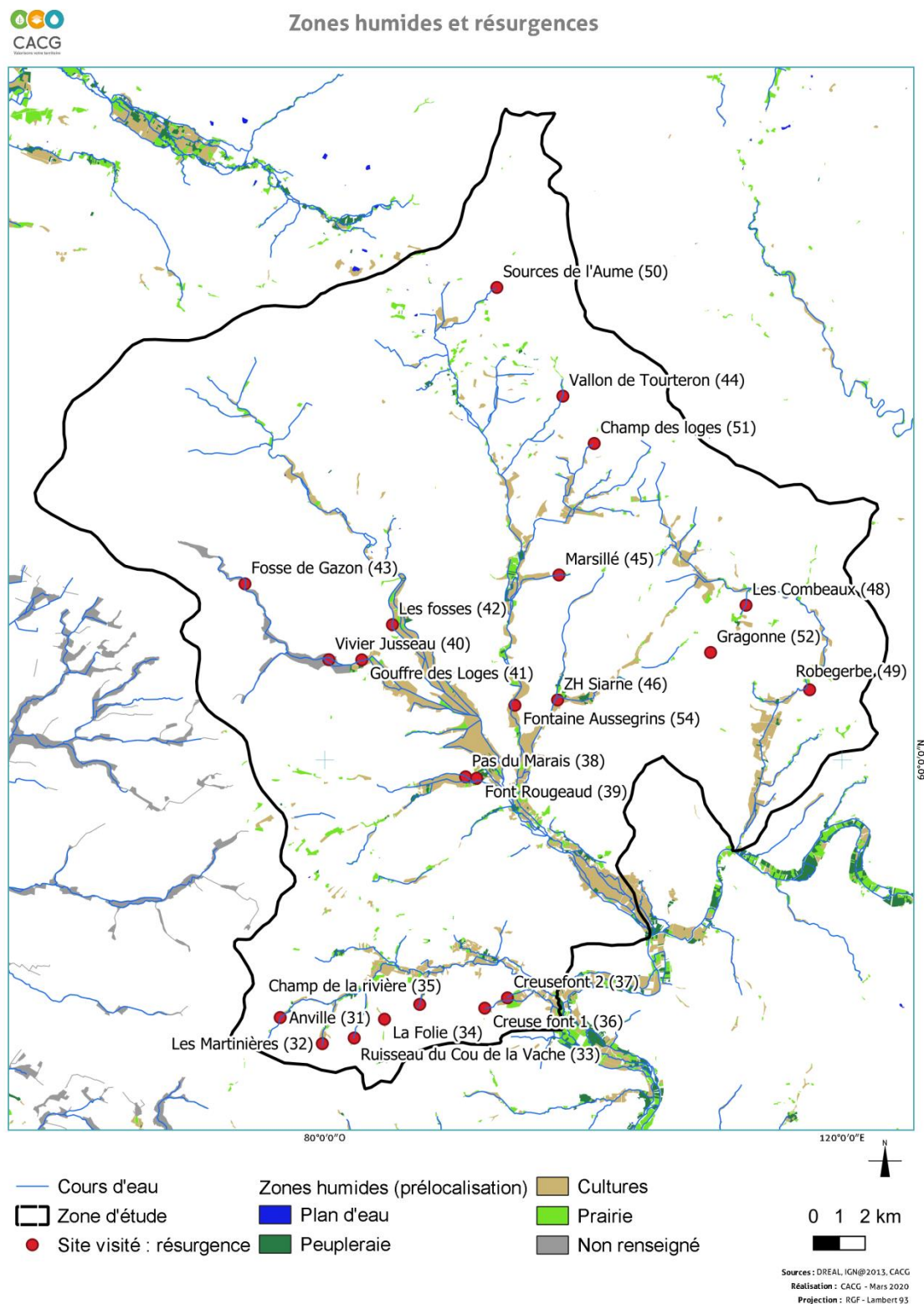


Figure 50 : zones humides et résurgences



2.7.2.3 Pertes

Sur le bassin de l'Aume, les pertes du Siarne ont été étudiées dans la compréhension de l'alimentation partielle du captage AEP de Moulin Neuf. Elles sont moins étudiées que celles du Bief et développées au chapitre 3.1.4.

Les pertes du bassin du Bief ont été étudiées dans le cadre des programmes Re-sources pour le captage de la Mouvière. La zone principale de perte, localisée au sud-est de Courcôme, a fait l'objet d'un traçage. L'étude de traçage a mis en évidence une alimentation de la source de la Mouvière, située à l'aval du bassin du Bief, par les pertes du Bief (voir détails au chapitre Traçage).

Les visites de terrain ont permis de confirmer l'existence de ces pertes sur une zone de fort débit (de l'ordre de 150-200 l/s en Janvier 2020) mais subissant des assèchs 5 à 6 mois par an.

Figure 51 : photographies de la perte de Courcôme



L'alimentation des sources du Bief par les pertes du Bief via un système de chenaux karstique a été estimée en moyenne de 38m/h.

Les autres pertes de la zone d'étude n'ont pas fait l'objet d'un inventaire et ne sont pas documentées.



Une partie de l'eau du Siarne (bassin Aume-Couture) et du Bief s'infiltrent dans le sous-sol et alimentent des sources utilisées pour l'eau potable.

D'autres pertes existent sur la zone d'étude mais n'ont pas été étudiées.

2.8 Contexte hydrologique - Réseau hydrographique

2.8.1 Présentation des masses d'eau superficielles

L'étude porte sur trois bassins versants contigus, d'affluents rive droite de la Charente, qui sont, d'amont en aval :

- le Bief ;
- l'Aume ;
- le Sauvage

D'après les données du SDAGE Adour Garonne, le territoire d'étude comporte 9 masses d'eau cours d'eau naturelles, présentées dans le tableau suivant avec leur linéaire. Il s'agit de 3 grandes masses d'eau (Bief, Aume et Couture) et de 6 très petites masses d'eau, dont le linéaire totalise 133.68 km.

Tableau 9 : masses d'eau superficielles du secteur d'étude

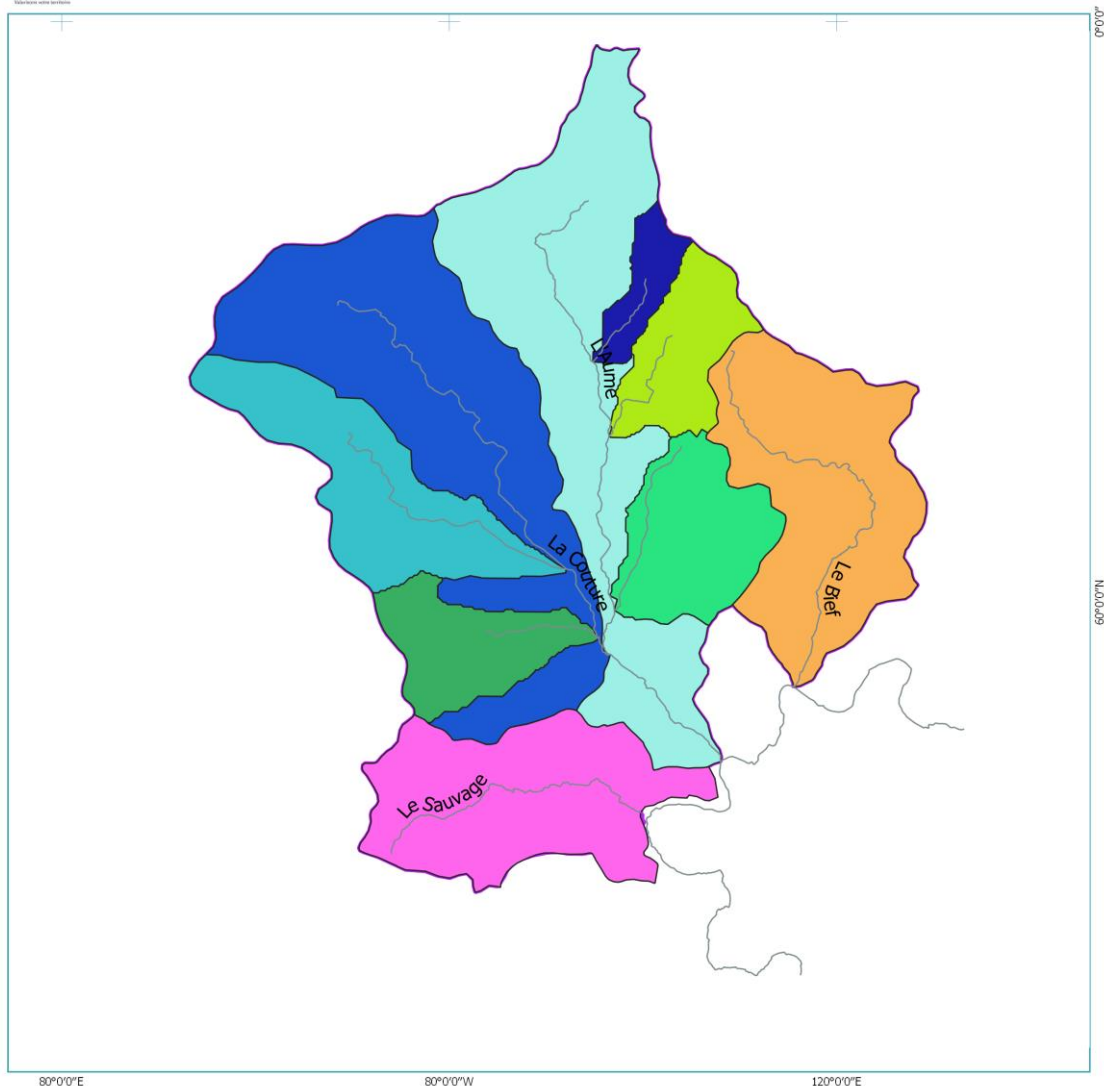
Bassin versant	Code masse d'eau	Nom masse d'eau	Linéaire cours d'eau (km)
Bief	FRFR684	Le Bief de sa source au confluent de la Charente	22.82
Aume	FRFR5	L'Aume de sa source au confluent de la Charente	32.17
	FRFR4	La Couture de sa source au confluent de l'Aume	24.52
	FRFR5_4	Ruisseau de Siarne	8.58
	FRFR5_3	Ruisseau des Fontaines de Frédières	6.77
	FRFR5_2	[Toponyme inconnu] R2101050	4.76
	FRFR4_2	Ruisseau du Gouffre des Loges	13.68
	FRFR4_1	Ruisseau de Saint-Sulpice	5.59
Sauvage (ou Auge)	FRFR331B_2	Le Sauvage	14.79

La zone d'étude porte sur trois principaux cours d'eau :

- **le Bief ;**
- **l'Aume (et son affluent la Couture);**
- **le Sauvage (appelé aussi l'Auge)**



Masses d'eau superficielles



SDAGE Adour Garonne

Masses d'eau superficielles

- L'Aume de sa source au confluent de la Charente
- La Couture de sa source au confluent de l'Aume
- Le Bief de sa source au confluent de la Charente
- Le Sauvage
- Ruisseau de Saint-Sulpice
- Ruisseau de Siarne
- Ruisseau des Fontaines de Frédière
- Ruisseau du Gouffre des Loges
- [Toponyme inconnu] R2101050

— Tracés des cours d'eau principaux

CACG

Bassin versant de l'étude

0 2.5 5 km



Sources : IGH@2013, CACG
Réalisation : CACG - Novembre 2019
Projection : RGF - Lambert 93



2.8.2 État des masses d'eau superficielles

Au sens de la Directive Cadre Européenne sur l'eau, l'état des masses d'eau se compose de l'état chimique et de l'état écologique (lui-même dépendant de la biologie et de la physico chimie).

L'ensemble des masses d'eau est en bon état chimique, à l'exception de l'Auge (ou Sauvage) qui n'est pas classé en raison de manque de données.

Tableau 10 : état chimique des masses d'eau, objectif assigné et stations de mesure

Bassin	code	nom masse d'eau	Etat chimique	Objectif Etat chimique	Indice de confiance	stations de mesure
Bief	FRFR684	Le Bief de sa source au confluent de la Charente	Bon	Bon état 2015	Haut	Bief à Luxé et Bief à Courcôme
Aume	FRFR5	L'Aume de sa source au confluent de la Charente	Bon	Bon état 2015	Haut	Aume à Chantermerle et Aume à l'aval des marais
	FRFR4	La Couture de sa source au confluent de l'Aume	Bon	Bon état 2015	Faible	Couture au niveau d'Oradour
	FRFRR5_4	Ruisseau de Siarne	Bon	Bon état 2015	Faible	Siarne au niveau d'Ebréon
	FRFRR5_3	Ruisseau des Fontaines de Frédières	Bon	Bon état 2015	Faible	ruisseau des fontaines à Longré
	FRFRR5_2	[Toponyme inconnu] R2101050	Bon	Bon état 2015	faible	
	FRFRR4_2	Ruisseau du Gouffre des Loges	Bon	Bon état 2015	faible	gouffre des Loges au niveau des Gours
	FRFRR4_1	Ruisseau de Saint-Sulpice	Bon	Bon état 2015	faible	
Sauvage (ou Auge)	FRFRR331B_2	Le Sauvage	Non classé	Bon état 2021	Inconnu	

En revanche, aucune masse d'eau du secteur d'étude n'est en bon état écologique. La plupart sont en état moyen, le Bief est en mauvais état et l'Aume en état médiocre. L'objectif d'atteinte du bon état des masses d'eau a été reporté à 2021 ou 2027. L'origine de ces exemptions est précisée dans le tableau, ci-après.

Tableau 11 : état écologique des masses d'eau et objectif assigné

Bassin	code	nom masse d'eau	Etat écologique (2016 sur la base des données 2011-2012-2013)	Indice de confiance	Objectif Etat écologique (SDAGE 2016-2021)	Origine de l'exemption
Bief	FRFR684	Le Bief de sa source au confluent de la Charente	Mauvais	Haut	Bon état 2027	Matières azotées, Matières organiques, Nitrates, Métaux, Matières phosphorées, Pesticides, Ichtyofaune, Conditions morphologiques, Hydrologie
Aume	FRFR5	L'Aume de sa source au confluent de la Charente	Médiocre	Moyen	Bon état 2027	Métaux, Pesticides, Ichtyofaune, Conditions morphologiques, Hydrologie
	FRFR4	La Couture de sa source au confluent de l'Aume	Moyen	Moyen	Bon état 2021	Matières azotées, Matières organiques, Nitrates, Métaux, Matières phosphorées, Pesticides, Benthos invertébrés, Ichtyofaune
	FRFRR5_4	Ruisseau de Siarne	Moyen	Faible	Bon état 2021	Matières azotées, Matières organiques, Nitrates, Métaux, Matières phosphorées, Pesticides, Benthos invertébrés, Ichtyofaune
	FRFRR5_3	Ruisseau des Fontaines de Frédières	Moyen	Faible	Bon état 2021	Matières azotées, Matières organiques, Nitrates, Métaux, Matières phosphorées, Pesticides, Benthos invertébrés, Ichtyofaune
	FRFRR5_2	[Toponyme inconnu] R2101050	Moyen	faible	Bon état 2021	Matières azotées, Matières organiques, Nitrates, Métaux, Matières phosphorées, Pesticides, Benthos invertébrés, Ichtyofaune
	FRFRR4_2	Ruisseau du Gouffre des Loges	Moyen	faible	Bon état 2027	Nitrates, Conditions morphologiques
	FRFRR4_1	Ruisseau de Saint-Sulpice	Moyen	faible	Bon état 2027	Nitrates
Sauvage (ou Auge)	FRFRR331B_2	Le Sauvage	Moyen	haut	Bon état 2027	Matières azotées, Matières organiques, Nitrates, Métaux, Matières phosphorées, Pesticides, Benthos invertébrés, Conditions morphologiques, Hydrologie

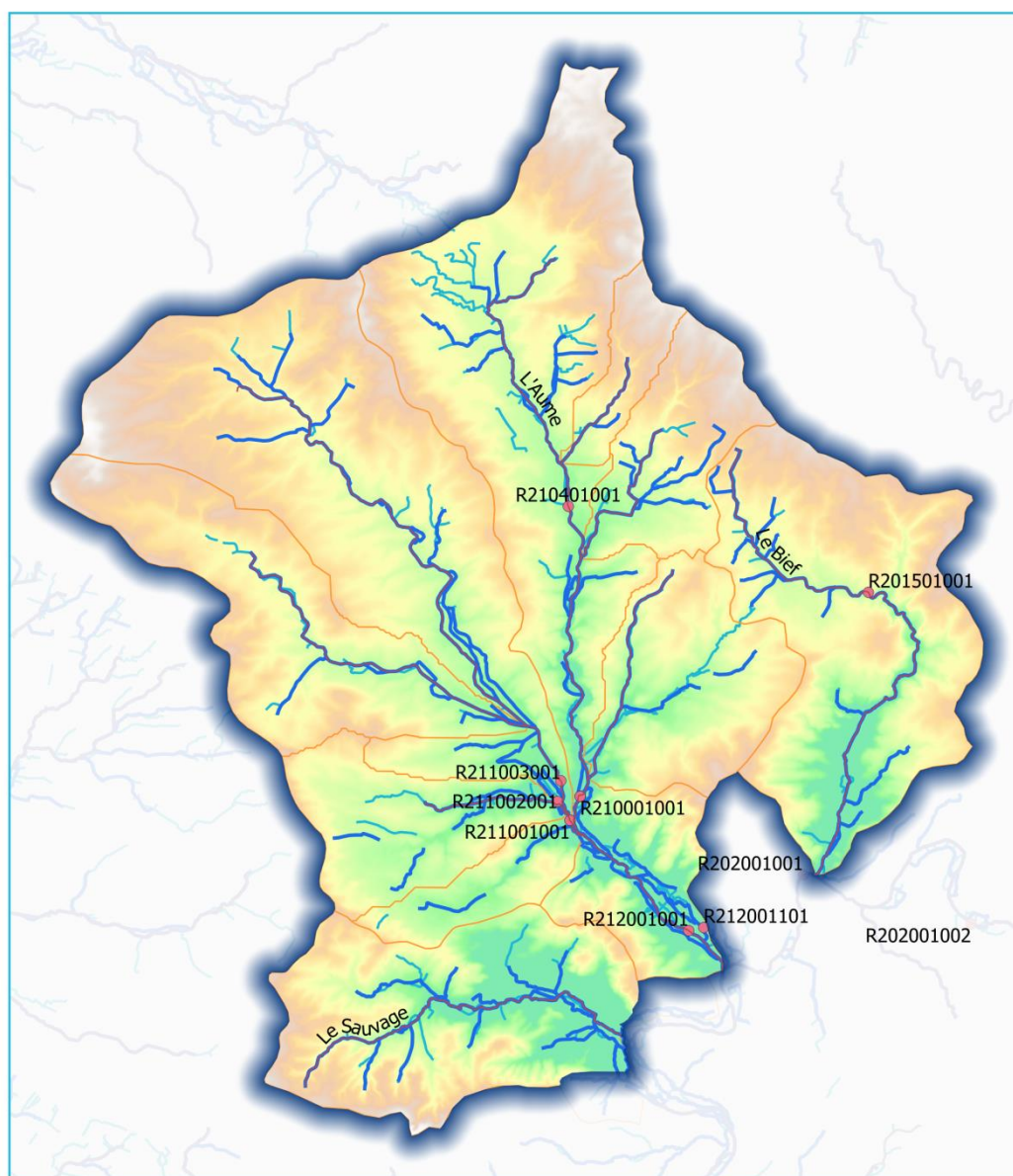
2.8.3 Hydrographie

Les bassins versant ont un relief assez peu marqué, compris entre 70 et 180 m d'altitude. L'hydrographie est cartographiée ci-dessous grâce aux couches de la Bd topo (IGN) et de la Bd Carthage (SANDRE). À noter qu'une homogénéisation de ces données est en cours par l'IGN dans le cadre de la BD TOPAGE, non disponible à ce jour sur ce secteur.

Il ressort :

- des cours d'eau composés de plusieurs chenaux sur les parties aval des cours d'eau principaux (Aume, Couture, Bief et Auge ou Sauvage) ;
- quelques tronçons de cours d'eau interrompus sur les sous bassins de la Couture, du ruisseau de Saint-Sulpice et de l'Aume. La mission de terrain (chapitre 1.4.1) a permis de mettre en évidence que les écoulements perdent la forme d'un réseau drainé et ruissellent sur les champs jusqu'à rejoindre des petits étangs ou d'autres fossés mais aucun phénomène naturel n'en est à l'origine, ils sont juste dus à des aménagements du terrain ;
- certains secteurs très sinueux (partie amont du gouffre des Loges, parties intermédiaires du Bief et du Sauvage) ;
- de nombreux affluents de petite taille et plutôt rectiligne.

Hydrographie et stations hydrométriques



SANDRE

- Stations hydrométriques
- Cours d'eau (Bd Carthage)
- Sous bassins versant

IGN

- Cours d'eau (Bd topo)

Topographie

- Altitude
- 73
 - 103
 - 123
 - 153
 - 173

0 2.5 5 km



Sources : IGN@2013, CACG
Réalisation : C.G. FROUX - Novembre 2019
Projection : RGF - Lambert 93

Du fait de la multiplicité des chenaux en fond de vallée, l'hydrométrie de ces cours d'eau est complexe à mettre en place.

Le débit de l'Aume est aujourd'hui suivi grâce à la station de Moulin de Gouge en amont de la confluence avec la Couture. Le débit de la Couture est suivi grâce à 2 stations situées à Oradour (Fraignée et Germeville), dont la somme des débits correspond au débit réel de la Couture. R2110040 est une station fictive qui correspond au total des débits mesurés par les deux stations de la Couture à Oradour.

Le Bief est suivi grâce à la station de Courcôme située à la moitié du linéaire du cours d'eau.

Le Sauvage ne fait l'objet d'aucun suivi hydrométrique.

Tableau 12 : stations hydrométriques du secteur d'étude

Station	Code station	Producteur	Localisation	Bassin versant (km²)	Période
L'Aume à Oradour (Moulin de Gouge)	R2125010	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Oradour	200	2000-2006
L'Aume à Oradour (Moulin de Gouge)	R2100010	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Oradour	191	2008-2020
L'Aume à Oradour (Gouge)	R2125011	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Oradour	191	2005-2006
L'Aume à Longré	R2104010	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Longré	90	1974-1979
L'Aume (totale) à Ambérac (les marais)	R2134020	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Ambérac	452	1968-1986
La Couture (ruisseau de Chillé) à Oradour (Fraignée)	R2110020	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Oradour	3,4	2011-2020
La Couture à Oradour (Germeville)	R2110030	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Oradour	190	2011-2020
La Couture à Oradour	R2125020	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Oradour	191	2000-2003
La Couture à Oradour (Germeville)	R2125021	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Oradour	220	2000-2003
La Couture à Oradour (bief)(Germeville)	R2125022	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Oradour		2000-2004
Le Bief à Courcôme	R201501001	SPC VCA – Centre de La Rochelle	Courcome		1983-1989

2.8.4 Hydrologie

Aucun débit d'objectif d'étiage (DOE) ni de débit de crise renforcé (DCR) n'existe sur ce bassin. Le DOE le plus proche est situé sur la Charente plus de 25 km en aval de la confluence de l'Auge.

Il existe en revanche un débit de gestion des prélèvements pour le remplissage de réserves de substitution basé sur le suivi du débit de l'Aume et de la Couture : en plus de conditions liées aux piézomètres, le débit moyen journalier cumulé de l'Aume et de la Couture doit être supérieur à **1.59 m³/s** en cumul des deux stations de référence de l'Aume (moulin de Gouge) et la Couture (Germeville).

L'Aume, la Couture et le Bief sont des cours d'eau aux comportements hydrologiques similaires : les niveaux d'eau dans les cours d'eau sont bas en été et hauts en hiver car très influencés par les apports en pluie.

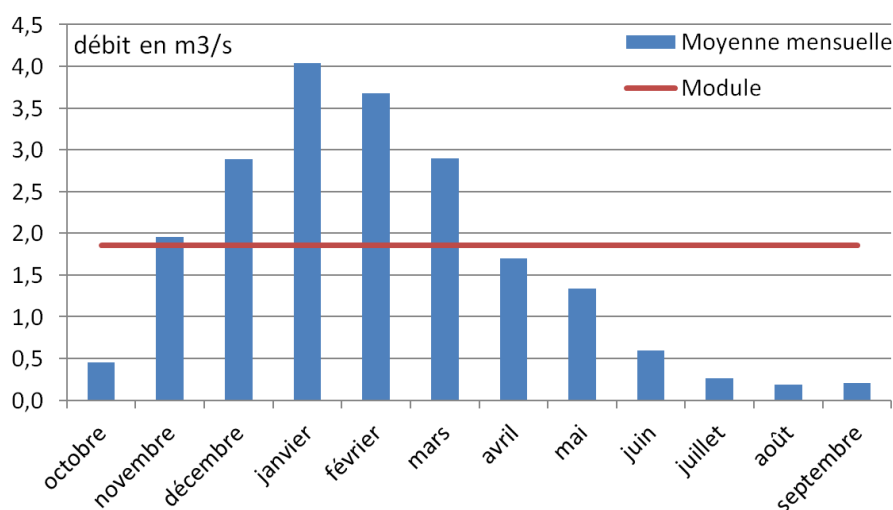
Les débits des cours d'eau sont mal connus car ils ne sont mesurés que par 1 seule station sur l'Aume et 2 sur la Couture. Les débits du Bief ont été suivis jusqu'en 1988 mais ne sont plus mesurés aujourd'hui. L'Auge ne dispose pas non plus de station de mesure de débit.

2.8.4.1 L'Aume et la Couture

Le régime hydrologique de l'Aume et de la Couture est de type **pluvial** avec des hivers humides et des étiages très prononcés en été, comme en atteste les 2 graphes suivants montrant :

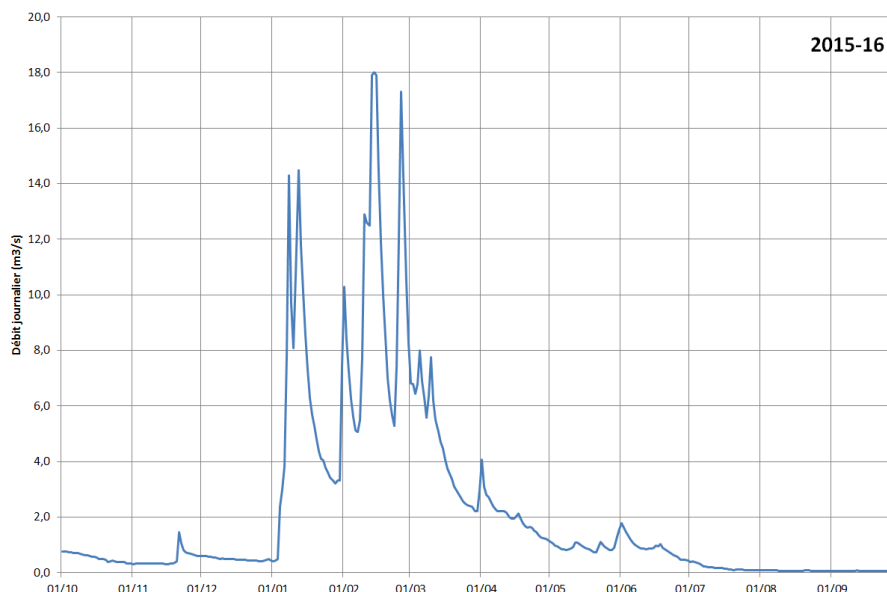
- les variations moyennes interannuelles

Figure 52 : débits mensuels moyens de l'Aume à la station de Moulin de Gouge



- les variations annuelles sur l'exemple de l'année 2015-2016.

Figure 53 : débit moyen journalier de l'Aume à Moulin de Gouge du 1/10/2014 au 30/09/2015



Les valeurs caractéristiques présentées, ci-dessous, aux 3 stations hydrométriques en service utilisent l'ensemble des mesures disponibles pour chacune. Pour l'Aume à Moulin de Gouge (en service depuis 2008), elles sont calculées sur 18 années (chronique complète 2000-2017) en tenant compte des données des stations précédentes.

Tableau 13 : débits caractéristiques sur le bassin

	L'Aume à Moulin de Gouge	La Couture à Fraignée	La Couture au Maine (Oradour)
Données	chronique 2000-2017 basée sur 3 stations	chronique 2011-2017	chronique 2011-2017 (reconstituée de 2008 à 2011)
Bassin versant	190 km ²	3,4 km ²	190 km ²
Module (débit moyen)	1,86 m ³ /s	0,4 m ³ /s	1,53 m ³ /s
QMNA5 (débit mensuel minimum quinquennal)	0,056 m ³ /s		
Débit mensuel minimum connu	0,041 m ³ /s	0,048 m ³ /s	0,026 m ³ /s
Crue biennale	13,8 m ³ /s	1,9 m ³ /s	9,8 m ³ /s
Crue quinquennale	19,4 m ³ /s	3,1 m ³ /s	13,1 m ³ /s

NB : les chroniques des stations de la Couture sont courtes pour évaluer les valeurs statistiques

L'analyse comparée des débits aux stations de la Couture et des débits de l'Aume à Moulin de Gouge permet d'établir des relations entre les stations et de reconstituer les valeurs des années manquantes pour la Couture afin d'obtenir une chronique complète pour l'Aume + Couture à la confluence de juin 2007 à 2017. **Le module interannuel de la chronique reconstituée (2007-2017) de l'Aume + Couture est égal à 3,4 m³/s.**

En ce qui concerne les basses eaux, le débit mensuel minimal annuel de durée de retour 5 ans (QMNA₅) est plus de 30 fois inférieur au module interannuel sur l'Aume et plus de 20 fois inférieur (chronique moins longue) sur la Couture, ce qui atteste de la **sévérité des étiages**. En effet, plus le ratio Module / QMNA₅ est élevé, plus les étiages d'un cours d'eau sont sévères.

Le VCN10 (débit minimal sur 10 jours consécutifs d'une année) varie de 0.05 m³/s à 0.184 m³/s pour l'Aume à Moulin de Gouge. Sa valeur moyenne sur les années 2007 à 2017 est de 0.091 m³/s.

Les données 2018-2019 pourraient être intégrées à cette analyse mais ne modifieraient pas significativement les valeurs présentées sur 2000-2017.

2.8.4.2 Le Bief

Tableau 14 : débits caractéristiques sur le Bief

	Le Bief à Courcôme	Bief par extrapolation des surfaces (au pro rata des surfaces)
Données	chronique disponible sur 1983-1988	Chronique Aume 2000-2017 basée sur 3 stations
Bassin versant	29 km ²	
Module (débit moyen)	0.148 m ³ /s	0.12 m ³ /s
Débit minimum	Mensuel Minimum connu = 0.12	QMNA5 = 0.003 m ³ /s
VCN10	0	0.006 m ³ /s

Les données concernant le Bief ont été mesurées entre 1983 et 1988. Sur cette période, le débit minimal annuel observé a été de 0.12 m³/s.

Sur cette période, seule l'Aume à Ambérac a été suivie. Une comparaison entre l'Aume à Ambérac et le Bief a été faite à partir des débits spécifiques, afin de masquer les effets liés aux différences de taille des bassins versants (cf. graphes suivants).

Le débit spécifique du Bief est généralement inférieur à celui de l'Aume, mais connaît **des pics de crue plus importants**. Suite à ces pics, **son débit baisse plus vite** que celui de l'Aume.

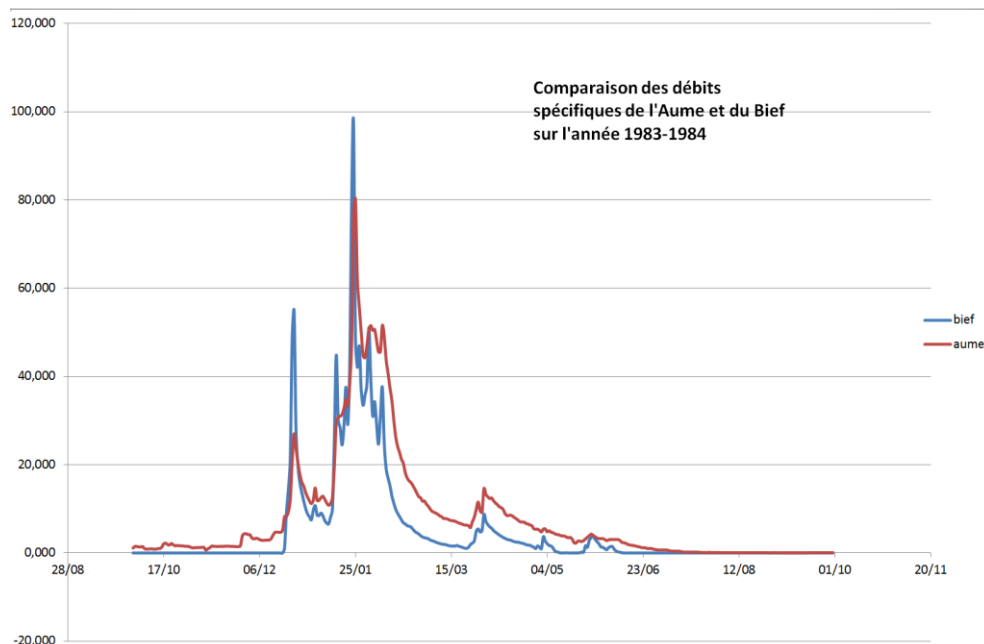
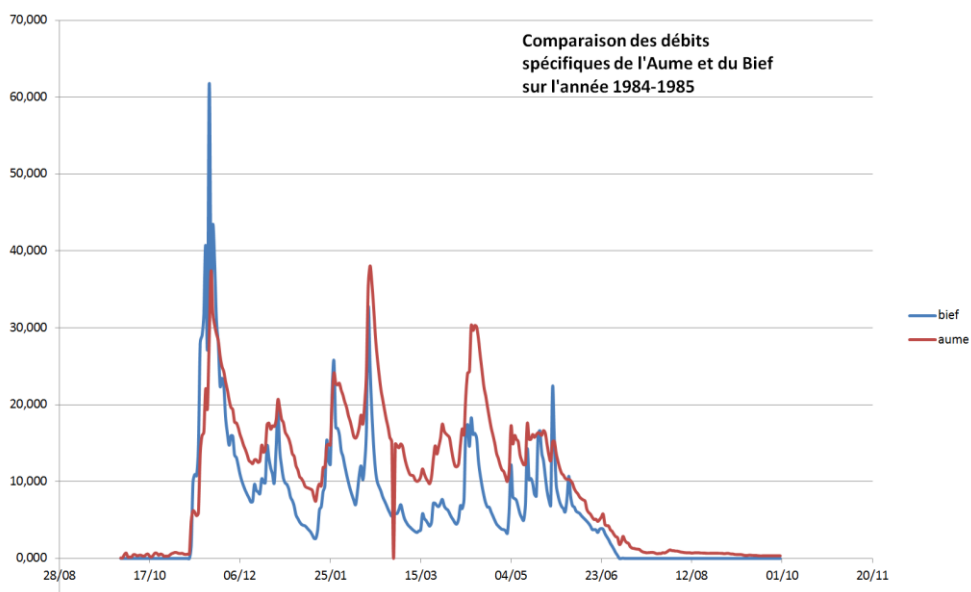
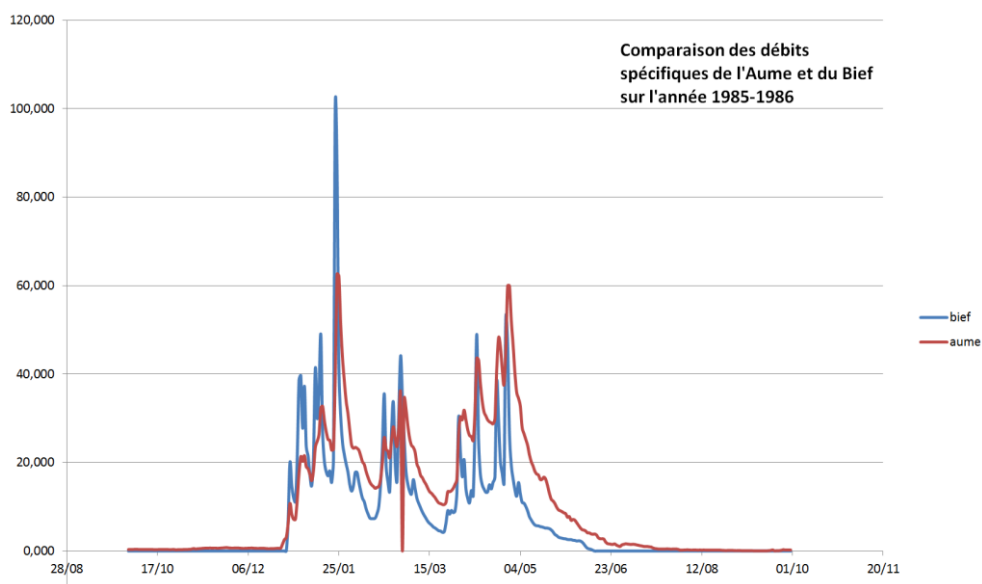
Figure 54 : graphe de comparaison des débits de l'Aume et du Bief, année 1983-84**Figure 55 : graphe de comparaison des débits de l'Aume et du Bief, année 1984-85**

Figure 56 : graphe de comparaison des débits de l'Aume et du Bief, année 1985-86

Le VCN10 (débit minimal sur 10 jours consécutifs d'une année) du Bief est de 0 m³/s pour toutes les années de mesure.

Une corrélation entre les deux séries de données montre un coefficient de 0.8 ce qui ne semble pas satisfaisant pour pouvoir extrapoler des données.

2.8.4.3 L'Auge

L'Auge ne dispose d'aucune station hydrométrique.

Tableau 15 : débits caractéristiques extrapolés sur l'Auge

	Bief par extrapolation des surfaces (au pro rata des surfaces)
Données	Chronique Aume 2000-2017 basée sur 3 stations
Bassin versant	82 km ²
Module (débit moyen)	0.8
QMNA5	0.024

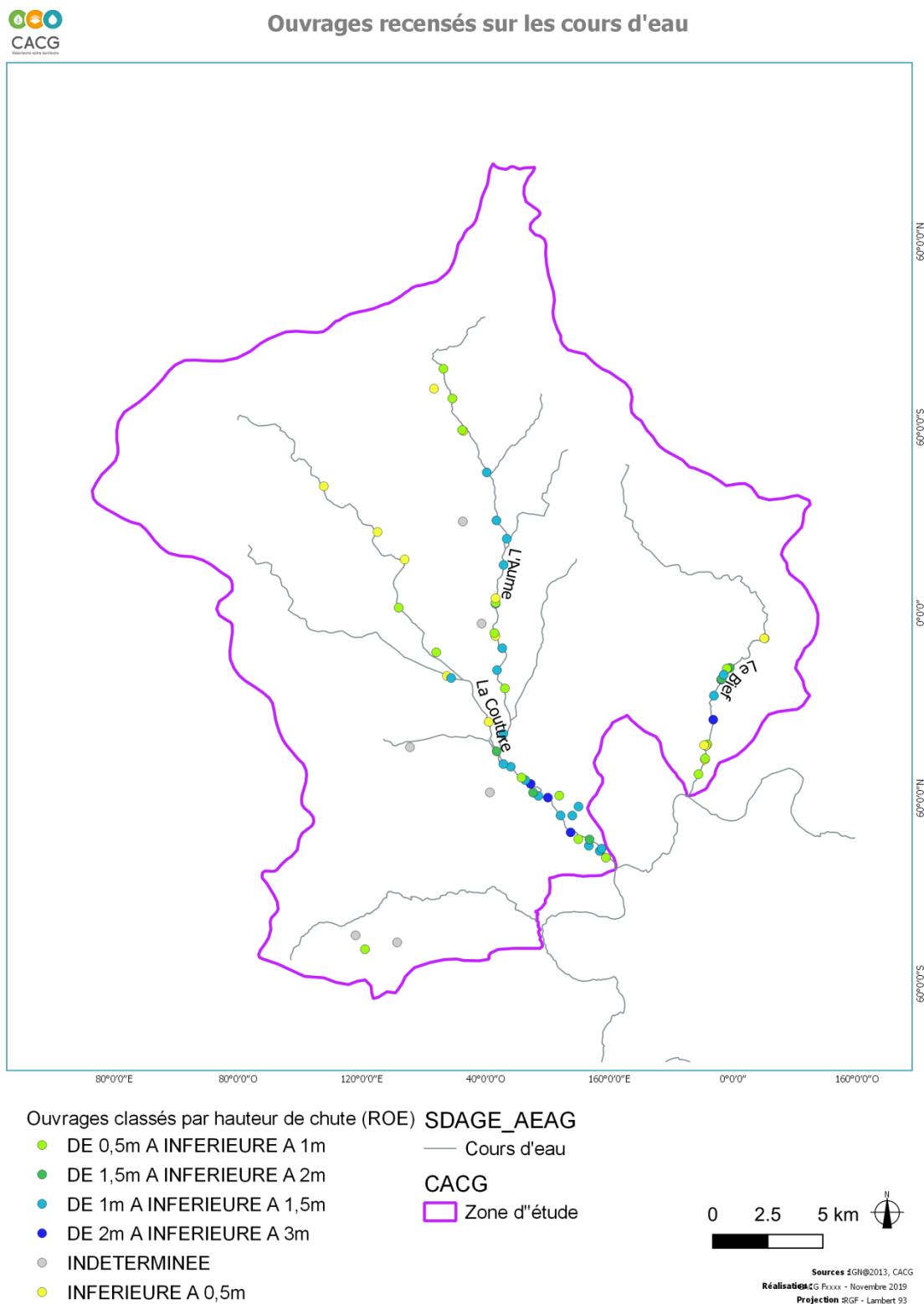
Une station pourrait être implantée sur le seul tronçon ne comprenant qu'un seul chenal en aval de l'ancien moulin Matard (en amont de Chanteraine).

2.8.5 Ouvrages impactant l'hydromorphologie et l'hydrologie des cours d'eau

Dans la carte suivante, ils sont classés en catégories en fonction de leur hauteur de chute (différence entre le niveau d'eau amont et le niveau d'eau aval du seuil).

L'Aume et le Bief sont impactés par de nombreux ouvrages transversaux, en particulier sur la moitié aval de leur parcours. Le Sauvage ne comporte en revanche aucun obstacle à la continuité écologique selon le ROE.

Figure 57 : ouvrages transversaux impactant l'écoulement des cours d'eau



2.8.6 Boisement des berges

La cartographie du boisement des berges est en Figure 58 et les caractéristiques du boisement des berges de la zone d'étude dans le Tableau 16.

Les berges sont principalement boisées sur la partie aval de l'Aume, après sa confluence avec la Couture. Plus le tronçon de cours d'eau étudié est en amont du bassin, moins celui-ci est boisé. Ce phénomène s'observe sur le bassin de l'Aume et de la Couture comme sur ceux du Bief et de l'Auge.

2.8.7 Rectitude des cours d'eau

La cartographie de la Rectitude des cours d'eau est en Figure 59 et les caractéristiques du boisement des berges de la zone d'étude dans le Tableau 17.

Les cours d'eau des 3 bassins sont incisés et ont été fortement remaniés avec 40 % du linéaire du cours d'eau dont le taux de rectitude est compris entre 50 % et 75 %. La Couture et le ruisseau du gouffre des Loges ont une rectitude de 100 % en amont de leur confluence. Il en est de même pour l'Aume à Longré.

2.8.8 Assecs

La cartographie des assecs est en Figure 60. LA SMA BACAB a effectué en 2018 et 2019 des campagnes estivales d'analyse de l'état des écoulements sur le territoire (voir Annexe 4).

Sur le bassin du Bief, 3 stations sont suivies par le Réseau ONDE (Observatoire National Des Etiages). Elles sont situées à Charmé, Ligné et Luxé. Aussi, le SMA BACAB a aussi observé en 2019 les écoulements à Charmé (Moulin de Bellicou) et à Luxé ainsi que plus en amont à Villefagnan et au Pont de Courcôme. On observe sur le Bief en amont de Courcôme et en aval de Salles-de-Villefagnan, sur la zone d'affleurement des calcaires organoleptiques de l'Oxfordien supérieur, de grosses baisses de débit en été avec des possibilités d'assecs fréquents mais une réalimentation par des résurgences fréquentes depuis la nappe du Jurassique supérieur. Dans sa partie médiane, le Bief, qui court sur les calcaires argileux du Callovien, est plus impacté en été par des périodes d'assecs du fait de pertes vers Courcôme et de l'absence de résurgences.

Sur le bassin de l'Auge, l'amont du cours d'eau (Sauvage, ruisseau des Martinières et Crachon) ont des débits qui peuvent diminuer fortement mais avec de rares ruptures d'écoulement du fait de la présence de résurgences qui les alimentent. Plus loin, des assecs sont observés dans sa partie médiane, vers Montaigon (sur le Sauvage). L'aval est un peu moins touché car profite de la réalimentation par quelques résurgences vers Gourville.

Les observations des écoulements du SMA BACAB montrent que l'Aume en amont de Paizay-Naudouin est fréquemment asséchée en été puis les débits augmentent doucement avec une alternance de zones plus ou moins sèches jusqu'à reprendre un écoulement visible après Saint-Fraigne du fait de l'alimentation de l'Aume par des sources (Moulin Neuf, Chantemerle, ...). Des enregistrements d'assecs par le réseau ONDE sur ces zones ne sont observables qu'en fin d'été (août-septembre) et ce seulement depuis 2016.

La Couture résiste aux assecs à partir des Gours grâce à l'alimentation par les fosses des Gours, des assecs n'y ont été observés qu'en 2017. En amont par contre, les assecs sont très fréquents en été. Sur le ruisseau du gouffre des Loges, l'amont aussi est sensible aux assecs mais la résurgence du gouffre des loges permet de maintenir un écoulement en aval dans le cours d'eau. Néanmoins, la Divise et le ruisseau du gouffre des loges sont sujets aux assecs (en octobre depuis 2016 pour le ruisseau du gouffre des loges). Aucun assecs n'a été observé en aval de la confluence de la Couture et du gouffre des loges. Ensuite, les apports du ruisseau de Saint-Sulpice consolident les écoulements.

Figure 58 : taux de boisement des berges

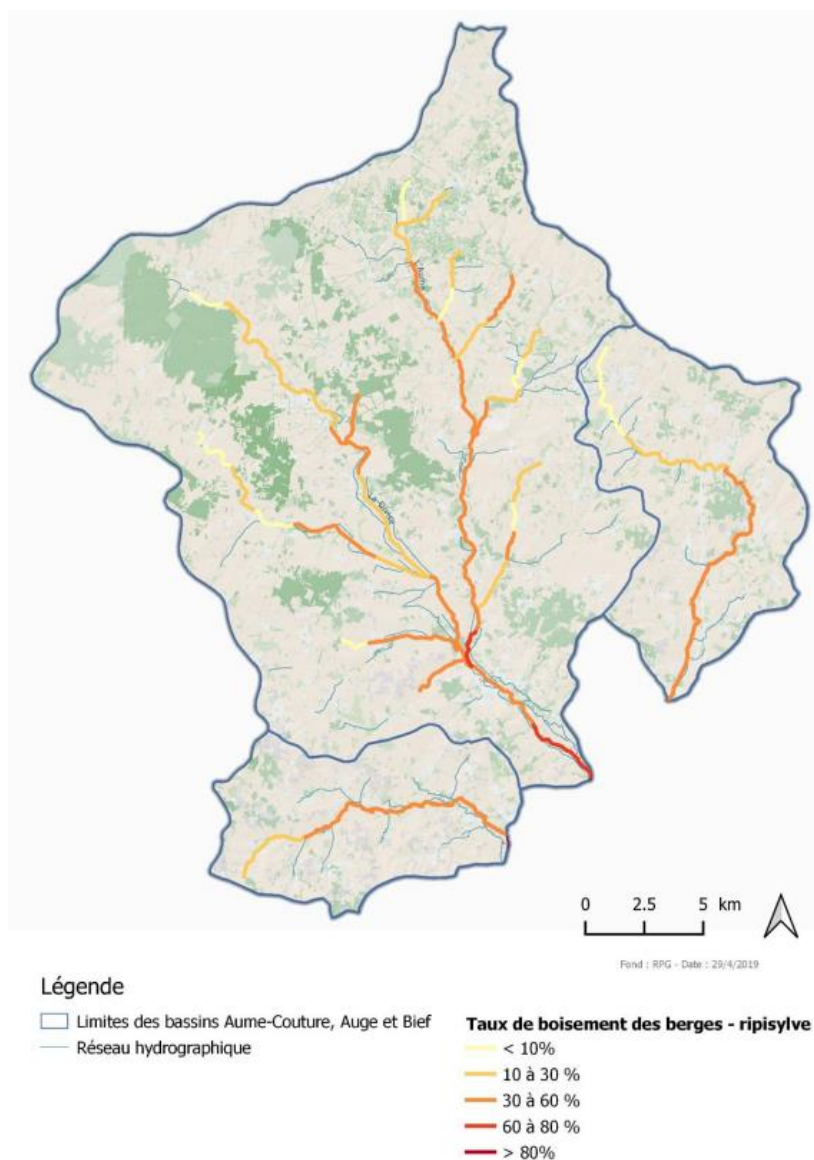


Tableau 16 : caractéristiques du boisement des berges (Source : Charente Eaux)

Taux de boisement	Linéaire (km)	Proportion du linéaire total (%)
< 10%	18.48	13
10 à 30 %	45.11	31
30 à 60 %	74.27	52
60 à 80 %	5.77	4
80 à 100 %	0.00	0
TOTAL	143.62	100

Figure 59 : taux de rectitude des cours d'eau

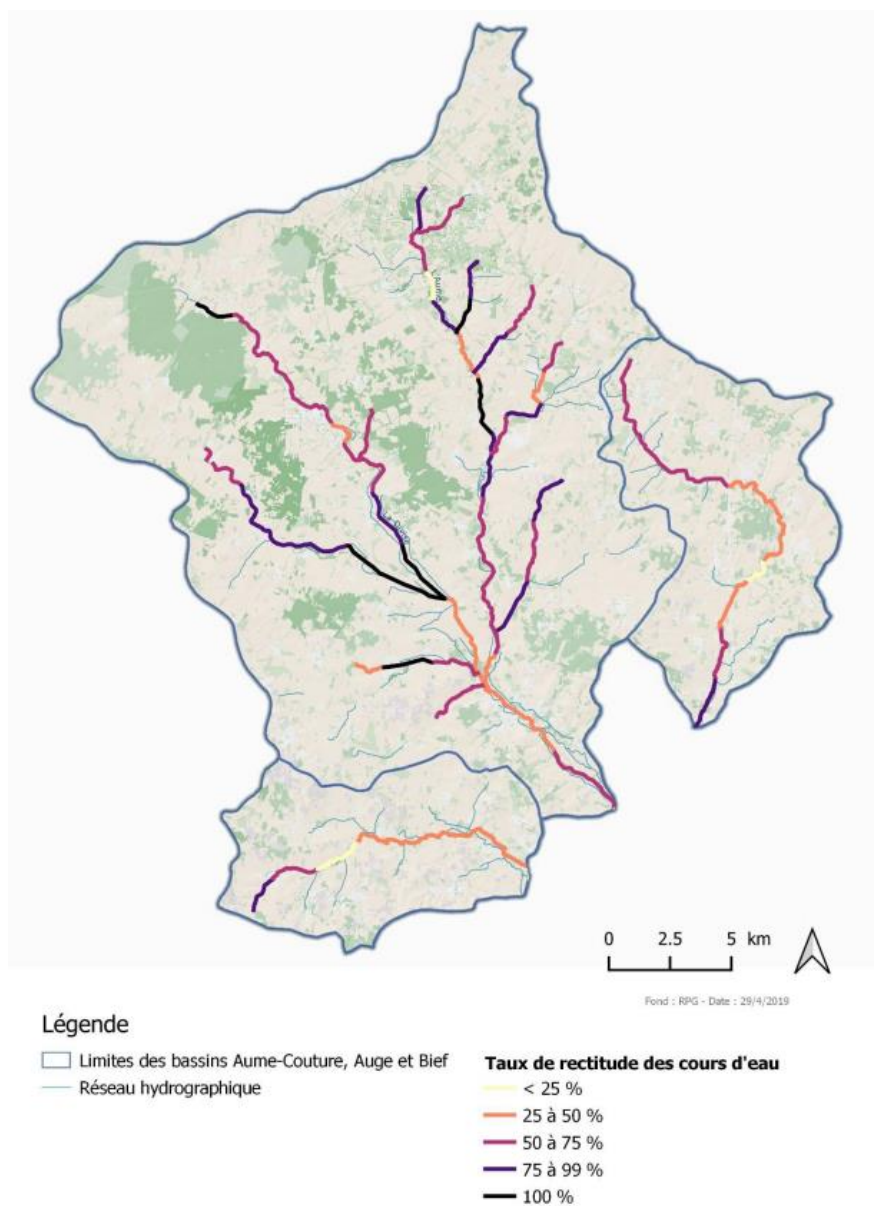


Tableau 17 : caractéristiques de la rectitude des cours d'eau (Source : Charente Eaux)

Taux de rectitude	Linéaire (km)	Proportion du linéaire total (%)
< 25%	5.52	4
25 à 50 %	35.18	24
50 à 75 %	57.63	40
75 à 99 %	30.34	21
100 %	14.95	10
TOTAL	143.62	100

Figure 60 : fréquence des assecs (Source : données de la fédération de pêche 16, ARB Nouvelle Aquitaine 26/07/2017 et Réseau ONDE)

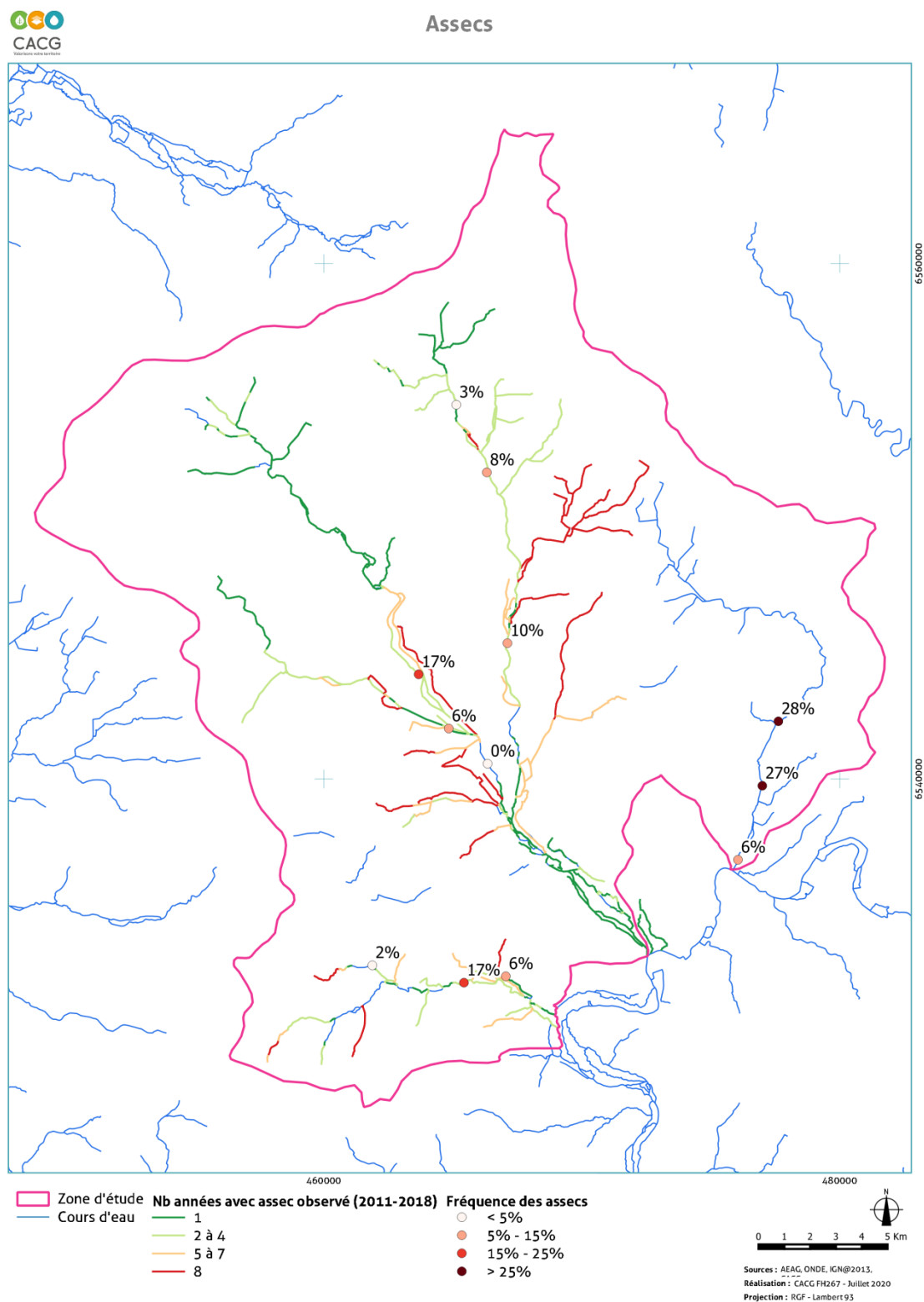


Tableau 18 : statistiques des campagnes d'observation du réseau ONDE (Octobre 2012 à juillet 2020)

Station		Résultat des campagnes d'observation		
Code	Nom	Ecoulement visible	Ecoulement non visible	Assec
R2015011	Le Bief à Charmé	60%	11%	28%
R2015012	Le Bief à Ligné	65%	8%	27%
R2015013	Le Bief à Luxé	83%	12%	6%
R2104011	L'Aume à Paizay-Naudouin-Embourie	75%	17%	8%
R2104012	L'Aume à Saint-Fraigne	77%	13%	10%
R2104013	L'Aume à Loubillé	74%	23%	3%
R2110030	La Couture à Oradour	100%	0%	0%
R2110031	La Couture aux Gours	79%	4%	17%
R2110032	Le Gouffre des Loges aux Gours	94%	0%	6%
R2200001	L'Auge à Marcillac-Lanville	87%	8%	6%
R2200002	L'Auge à Gourville	83%	0%	17%
R2200003	Le Crachon à Saint-Médard	98%	0%	2%

2.9 Zones humides

Plusieurs démarches de prélocalisation de zones humides de plus en plus précises ont été menées sur ce territoire :

- par l'agence de l'eau Adour-Garonne (zones à dominante humide) ;
- par l'EPTB Charente (zones humides potentielles) ;
- par la DREAL Nouvelle Aquitaine où les zones humides potentielles sont classées par type d'occupation du sol (cf. carte ci-jointe).

Par ailleurs, de nombreuses sont identifiées comme ancien marais d'après la toponymie (source : carte IGN).

Il ressort de ces cartes que la majorité des zones humides des bassins versants de l'étude sont :

- dans les vallées alluviales et donc souvent associées au fonctionnement des cours d'eau et de leurs annexes (canaux de dérivation) ;
- situées sur des zones aujourd'hui cultivées (zones en beige sur la carte) et que par conséquent leurs **fonctionnalités sont souvent altérées de par l'altération de la structuration du sol liée aux cultures.**

Les fonctionnalités des zones humides qui sont **altérées** par les cultures **a fortiori par certaines pratiques agricoles** :

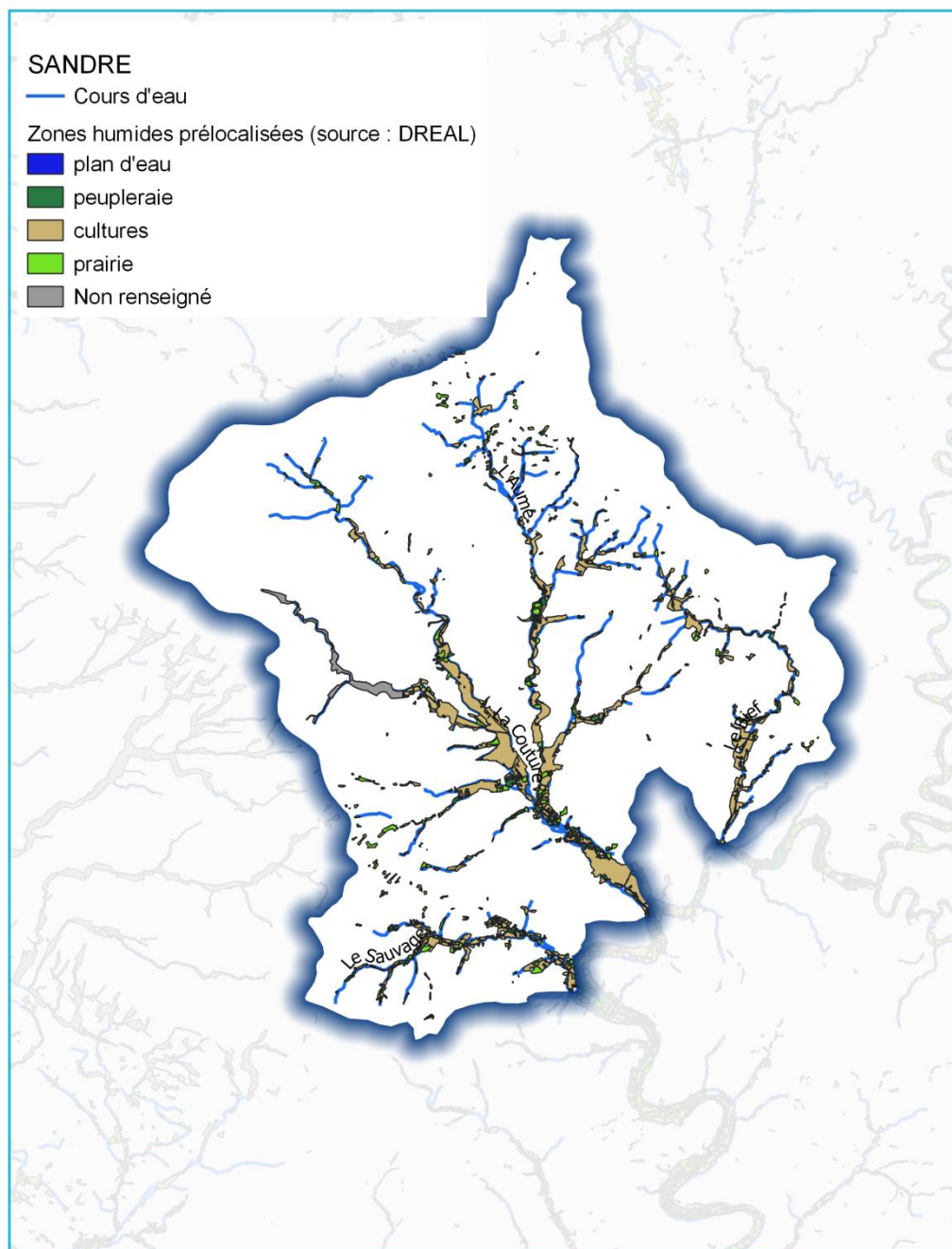
- fonctionnalité de tampon hydrologique : stockage de l'eau en période pluvieuse bien moindre en cas de sol nu ; et relargage accéléré en cas de **drainage** ;
- fonctionnalité écologiques favorables à la biodiversité : les conditions hydrologiques et chimiques constituent des habitats particuliers, qui sont altérés par les pratiques comme le désherbage et le labour ; une culture monospécifique remplace un cortège d'espèces floristiques important et réduit par conséquent la biodiversité ;
- fonctionnalité physiques et biogéochimiques (« filtres naturels ») : l'emménagement et la transformation de matières minérales et organiques sont fortement altérés lorsque le sol est labouré et désherbé.

Les fonctionnalités des zones boisées sont les moins altérées car leur sol n'est pas modifié annuellement.

Les fonctionnalités des peupleraies et les prairies sont altérées dans une moindre mesure par rapport aux autres cultures car elles ne sont ni labourées ni désherbées. La fonctionnalité écologique est la plus modifiée du fait des tontes / fauchages effectuées régulièrement.

Malgré un travail important effectué par le SMABACAB sur la compréhension du fonctionnement des zones humides du territoire, un suivi des échanges et des niveaux d'eau dans les zones humides est primordial. La caractérisation des sols (et l'effet de la présence de tourbes) reste à approfondir.

Figure 61 : carte des zones humides de la zone d'étude



Zones humides de la zone d'étude

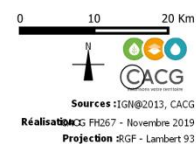
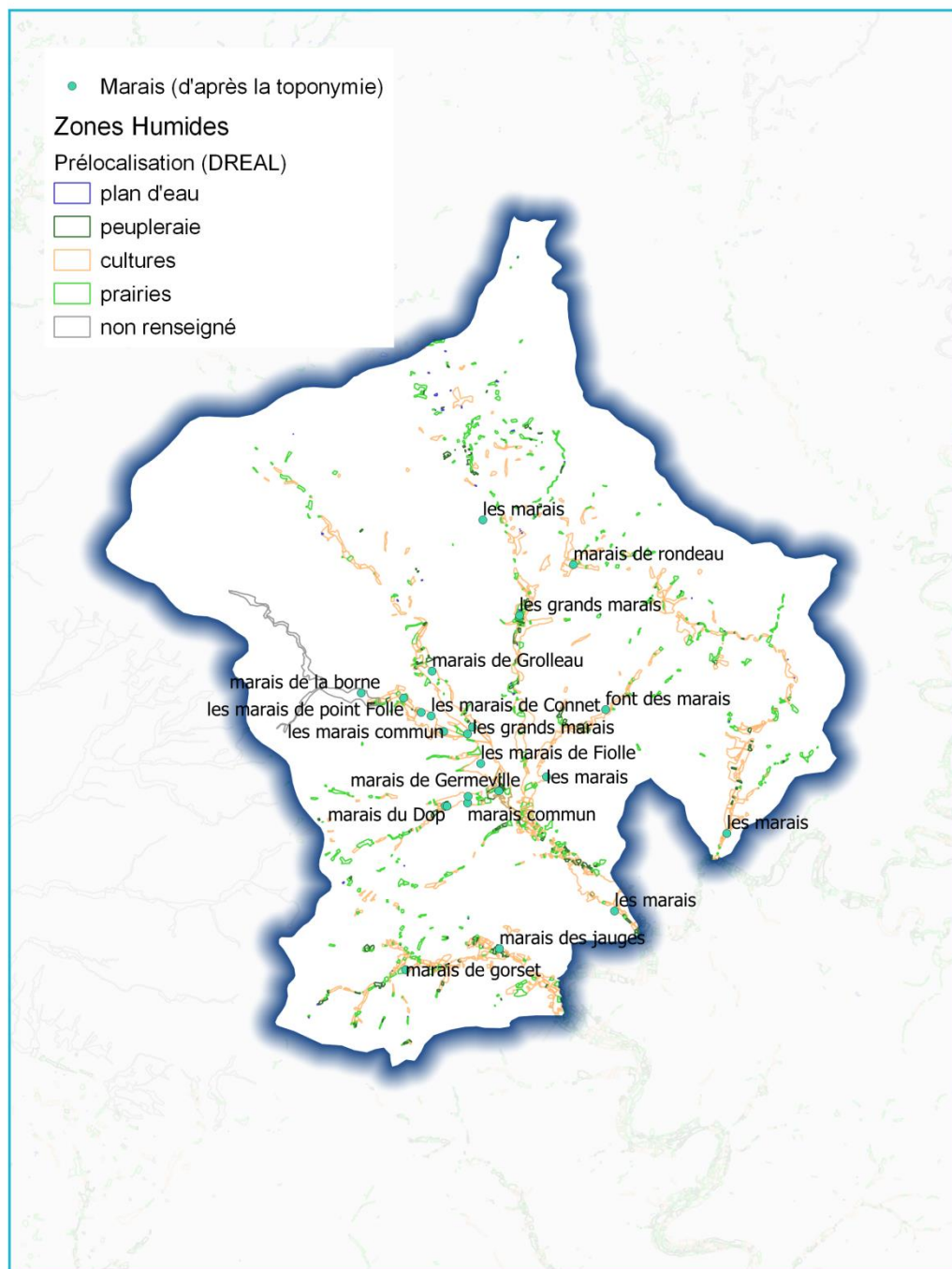


Figure 62 : carte des marais de la zone d'étude



Marais de la zone d'étude

0 10 20 Km



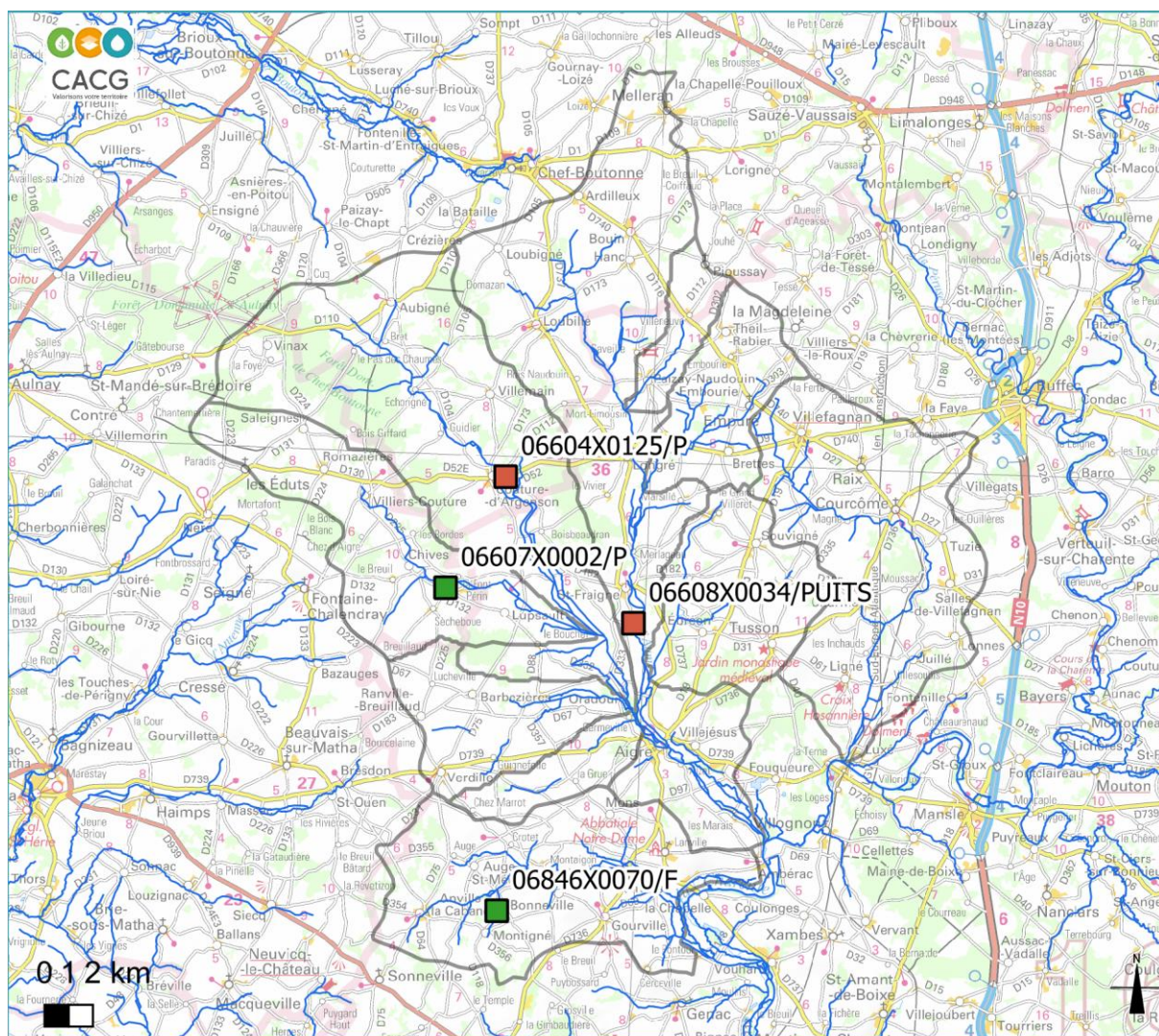
Sources : IGN@2013, CACG
 Réalisation : CACG FH267 - Novembre 2019
 Projection : RGF - Lambert 93

2.10 Qualité des eaux

2.10.1 Localisation des qualitomètres

En France, la banque nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines (ADES) rassemble des données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines. Sur la zone d'étude, 4 ouvrages sont recensés comme points de suivi de la nappe des calcaires du Jurassique supérieur (Masse d'eau FRFG016) dont 2 qualitomètres. Or, seules les mesures du qualitomètre de la source de Moulin Neuf (06608X0034/PUITS) sont mises en ligne sur ADES.

Figure 63 : localisation des qualitomètres ADES



- Cours d'eau
- Zone d'étude
- Piézomètre et qualitomètre
- Qualitomètre

Projection : RGF - Lambert 93
Sources : IGN@2013, CACG
Réalisation : CACG - Mars 2020

La données de qualité des eaux souterraines ne sont disponibles que sur un ouvrage pour la totalité de la zone d'étude.

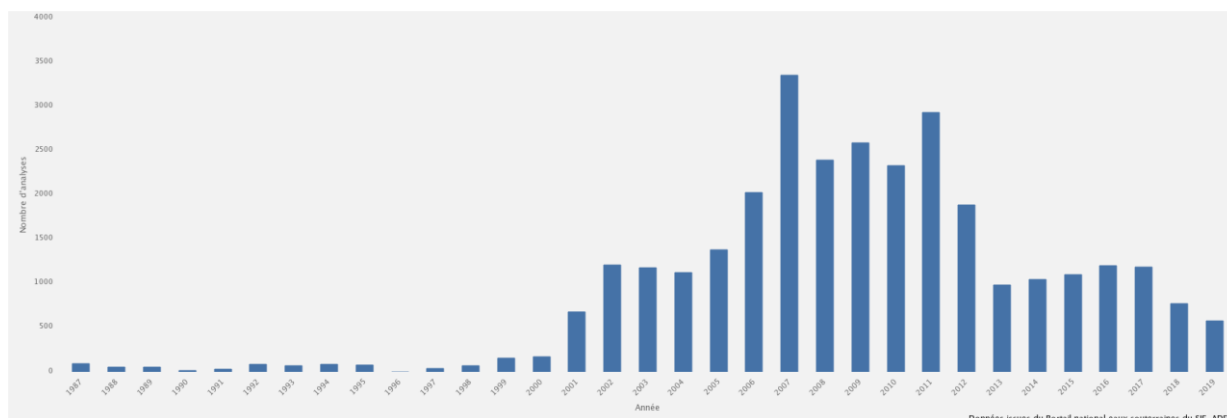
Les caractéristiques du qualitomètre du Jurassique supérieur (Masse d'eau FRFG016) situé sur la zone d'étude sont détaillées dans le tableau, ci-après. Ce qualitomètre est suivi depuis 1987 et sa fréquence d'analyse (cf. figure ci-après) est assez haute pour en faire un point de suivi fiable pour déterminer la qualité des eaux souterraines de la nappe du Jurassique supérieur de la zone d'étude.

Figure 64 : caractéristiques du qualitomètre BSS001RQQM (Source : ADES)

Nom	Type	N° BSS	Altitude (m NGF)	Profondeur (m)	Début du suivi	Nombre d'analyses disponibles *	Nombre de prélèvements *
ST FRAIGNE - Source de Moulin Neuf	Source AEP	BSS001RQQM (06608X0034/PUITS)	71	4	1987	31 204	581

* Données de Mars 2020

Figure 65 : évolution annuelle du nombre d'analyses (Source : ADES)



2.10.2 Nature de l'eau

La **nature géologique des aquifères** influence la **chimie de l'eau** qui les traverse, il est alors question de **géochimie d'un aquifère**. Au sein des **massifs calcaires**, l'eau qui percole dans ces horizons est peu filtrée, ce qui rend la nappe particulièrement vulnérable aux pollutions anthropiques (nitrates, phytosanitaires), qu'elles soient ponctuelles, accidentelles ou diffuses, dans les secteurs où elle est libre.

Les valeurs moyennes des principaux paramètres physico-chimiques des eaux souterraines de la nappe du Jurassique supérieur au qualitomètre sont listées dans le tableau suivant.

Les eaux sont de type bicarbonaté-calciq, dure (TH>30°F) avec une minéralisation moyenne à assez élevée. Les eaux présentent une faible turbidité (<5 NTU).

S'agissant d'une source aménagée, des **contaminations bactériologiques** sont fréquentes avec des contaminations ponctuelles aux coliformes, entérocoques et E. Coli.

La masse d'eau FRFG016 (nappe du Jurassique supérieur) est classée en mauvais état chimique par l'Agence de l'Eau (voir Tableau 5) et son objectif de bon état chimique a été retardé en 2027 à cause du paramètre Nitrates.

Figure 66 : résultats statistiques des principaux paramètres du qualimètre BSS001RQQM (06608X0034/PUITS) (Source : ADES, 04/03/2020)

Paramètre	Unité	Minimum non quantifié	Minimum quantifié	Maximum	Moyenne calculée
Potentiel en Hydrogène (pH)	unité pH	-	6,55	9,0	7,098
Couleur mesurée	mg(Pt)/L	< 5,0	2,0	2,0	2,267
Température de l'Eau	°C	-	5,2	16,0	13,031
Oxygène dissous	mg(O ₂)/L	-	1,9	9,8	6,55
Taux de saturation en oxygène	%	-	13,3	94,0	72,116
Conductivité à 25°C	µS/cm	-	480,0	925,0	660,913
Turbidité Formazine Néphélométrique	NTU	< 0,1	0,05	1,6	0,333
Dureté totale	°f	-	0,51	37,0	33,383
Titre alcalimétrique complet (T.A.C.)	°f	-	2,72	34,0	27,479
Carbone Organique	mg(C)/L	-	0,9	4,1	1,415
Arsenic	µg(As)/L	< 0,1	0,03	6,7	2,248
Calcium	mg(Ca)/L	-	74,0	141,0	129,766
Chlorures	mg(Cl)/L	-	10,8	31,95	18,121
Fer	µg(Fe)/L	< 0,02	4,0	46700,0	233,473
Fluor	mg(F)/L	< 0,1	0,00008	0,2	0,108
Magnésium	mg(Mg)/L	-	2,8	8,5	3,582
Manganèse	µg(Mn)/L	< 0,01	0,28	6000,0	33,465
Nitrates	mg(NO ₃)/L	-	14,0	70,3	39,952
Potassium	mg(K)/L	< 0,5	0,5	2,4	1,133
Sélénium	µg(Se)/L	< 2,0	0,68	4,0	2,237
Sodium	mg(Na)/L	-	0,5	17,0	7,065
Sulfates	mg(SO ₄)/L	-	9,0	34,75	18,669
Zinc	µg(Zn)/L	< 0,9	0,67	141,0	13,157
Coliformes	n/(100mL)	< 1,0	1,0	100,0	17,625
Entérocoques	n/(100mL)	< 1,0	1,0	80,0	11,444
Escherichia coli (E. coli)	n/(100mL)	< 1,0	2,0	22,0	6,605
Somme des pesticides totaux	µg/L	< 5,0	0,02	0,45	0,657

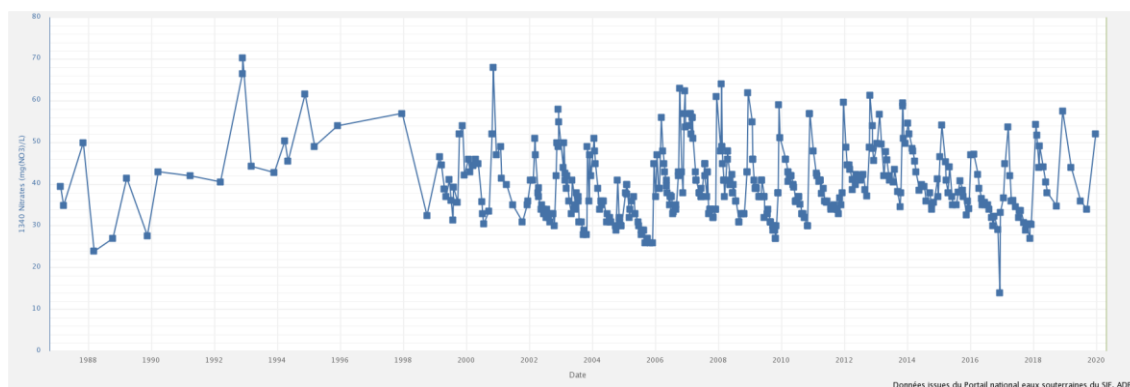
2.10.3 Nitrates et pesticides

La contamination des eaux souterraines par les nitrates et les pesticides est un enjeu majeur actuel. L'analyse de l'évolution de ces paramètres dans les eaux du Jurassique supérieur est donc faite, ci-dessous.

2.10.3.1 Nitrates

Les teneurs en nitrates enregistrées varient majoritairement entre 30 et 60 mg/l avec une moyenne à 40 mg/l. Les variations interannuelles sont similaires d'une année sur l'autre avec des pics de concentration en période hivernale et des creux en période estivale et automnale. Une tendance à la baisse de la concentration en Nitrates.

Figure 67 : évolution de la concentration en Nitrates (Source : ADES)



2.10.3.2 Pesticides

Les pesticides sont présents dans des teneurs non négligeables mais sont aussi en forte baisse (cf. zoom sur résultats validés hors limites de détection de la figure suivante).

Les pesticides détectés sont surtout des herbicides (atrazine, déséthyl-atrazine, métolachlore). Néanmoins, les teneurs en atrazine déséthyl et métolachlore, substances interdites en 2003 par l'Union Européenne, diminuent drastiquement depuis 2000.

Figure 68 : évolution de la concentration en Pesticides totaux (Source : ADES) zoomée sur résultats validés hors limites de détection

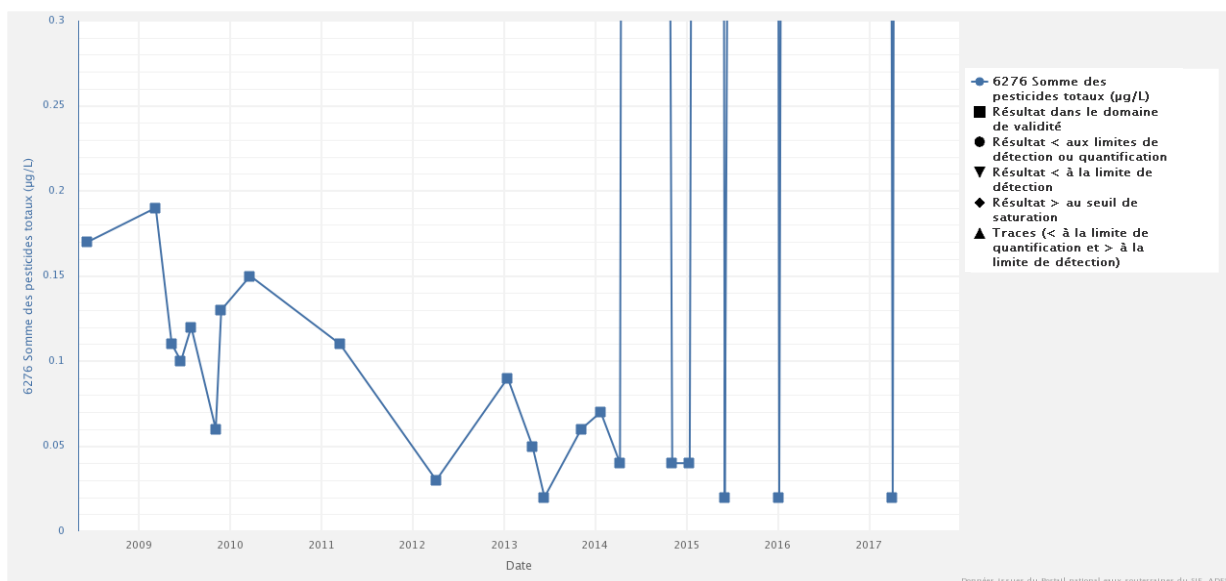
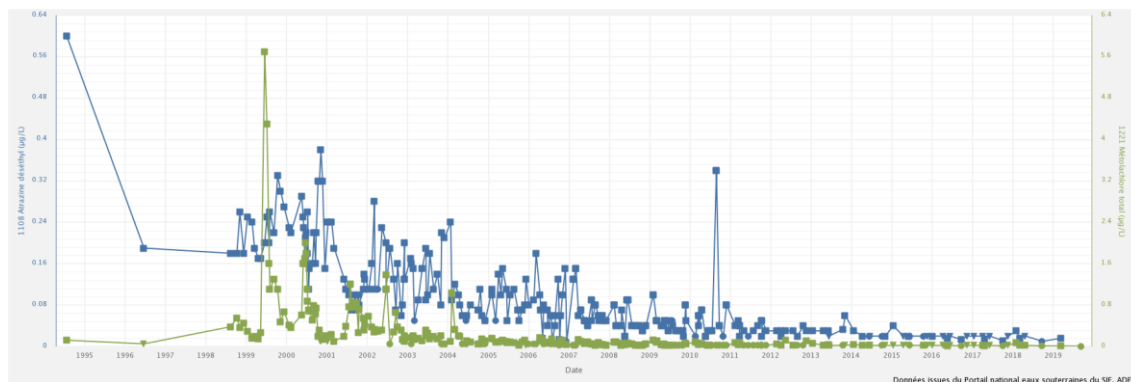


Figure 69 : évolution de la concentration en Atrazine déséthyl et métolachlore (Source : ADES)



2.10.4 Démarches de reconquête de la qualité des eaux

La nappe du Jurassique supérieur est dépourvue de toute protection naturelle et donc présente une forte vulnérabilité vis-à-vis des activités humaines exercées à la surface des sols.

Le programme Ferti-Mieux jusqu'en 2003 puis le programme «Re-Sources» ont été engagés pour reconquérir la qualité des eaux. Le programme «Re-Sources» s'applique sur la zone d'alimentation préférentielle de la source Moulin Neuf.

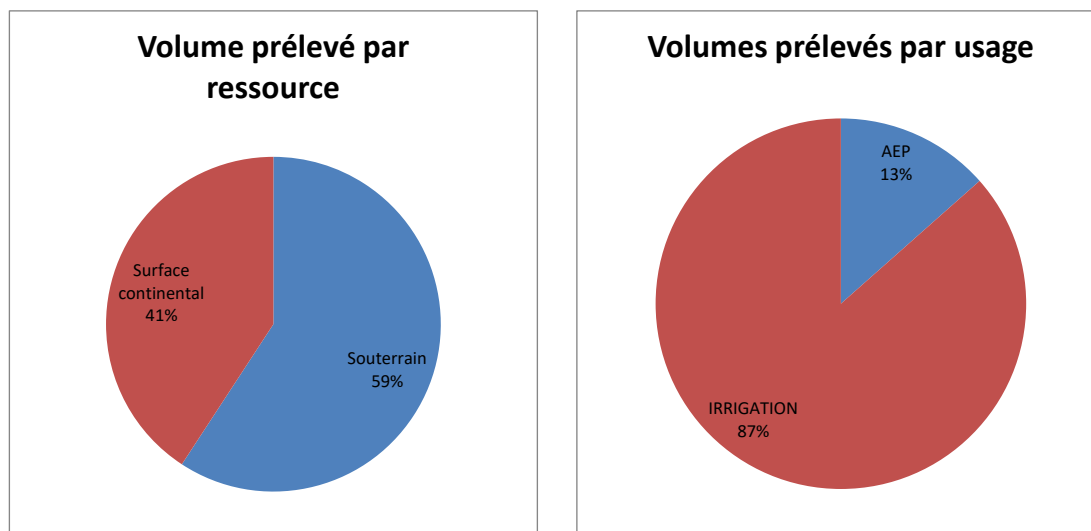
Du fait de la présence de nitrates et de pesticides dans les eaux du Jurassique supérieur à la source de Moulin Neuf, la protection de ce captage aux pollutions diffuses est jugée prioritaire. Il a donc été classé comme captage Grenelle. L'Aire d'Alimentation de ce Captage (AAC) de 125 km² a été définie et le diagnostic territorial des pressions ainsi qu'un plan d'action ont été élaborés.

2.11 Activités anthropiques, usages

Les prélèvements en eau de la zone d'étude sont répertoriés par la Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau (BNPE). Or, ces prélèvements ne sont pas exhaustifs. Une étude plus approfondie d'identification des prélèvements est nécessaire sur la zone d'étude.

Néanmoins, ces données permettent d'identifier une prédominance de prélèvements à usage agricole contre 13 % à usage domestique. Les ressources prélevées sont majoritairement les eaux souterraines (59 % contre 41 % en surface).

Figure 70 : répartition des volumes prélevés en 2017 par ressource et par usage



La répartition des prélèvements agricoles (Figure 71 et Figure 72) n'est pas identique selon les sources de données mais ils semblent se concentrer à proximité des cours d'eau.

Les prélèvements en eau sont principalement issus des eaux souterraine et pour un usage agricole.



L'analyse des volumes prélevés par commune issus de la BNPE (Figure 73) permet de mettre en évidence :

- la commune de Saint-Fraigne est la seule commune dont les prélèvements ont dépassé 1 000 000 m³ d'eau en 2017 ;
- les communes pour lesquelles les prélèvements sont sur l'aval du bassin de la Couture, à partir de Saint-Fraigne et sur le bassin de l'Aume à partir de Loubillé. Les prélèvements sont très faibles, voire nuls, en amont de ces bassins ;
- la pression de prélèvement est faible sur le bassin de l'Auge ;
- La pression de prélèvement est moyennement forte sur le bassin du Bief.



Figure 71 : prélèvements en fonction des usages (Source : Charente Eaux)

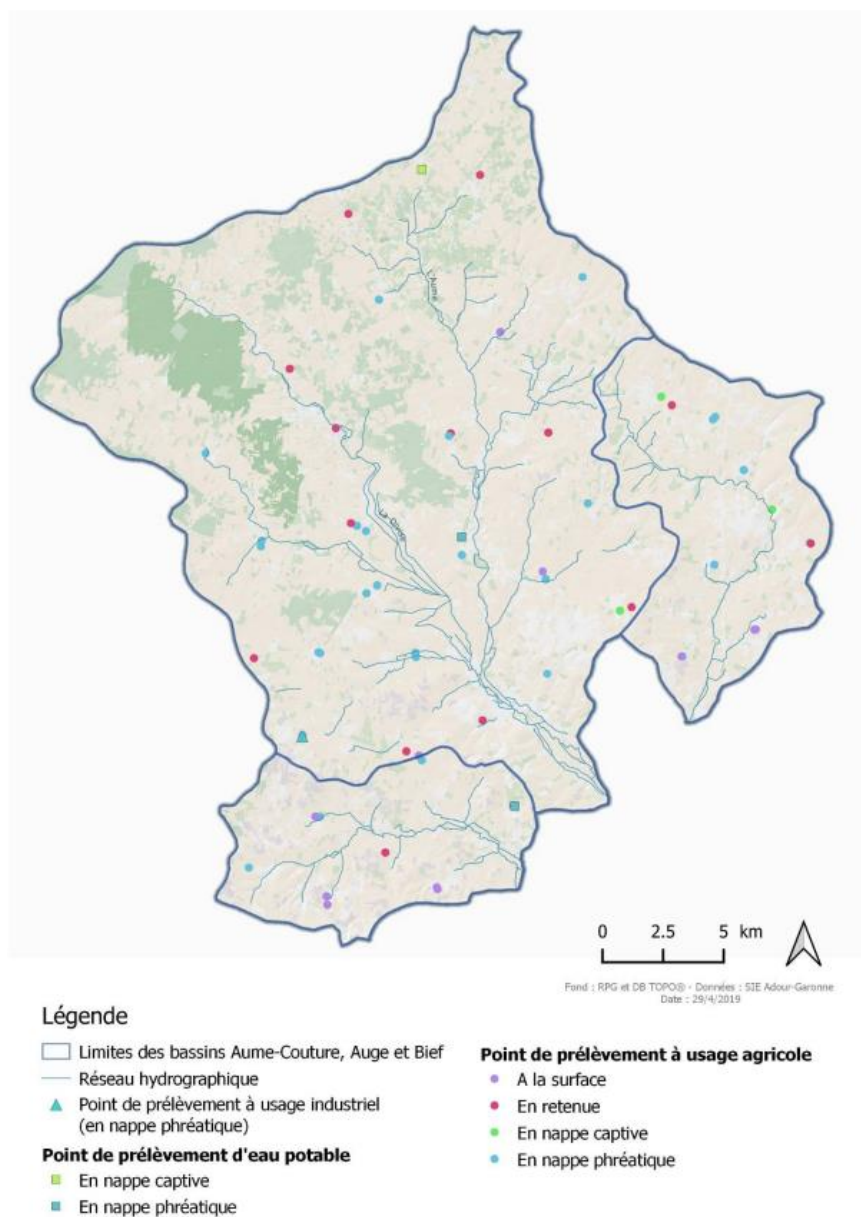


Figure 72 : localisation des points de prélèvement à usage agricole (Source : Projet de Territoire – État des lieux et Diagnostic)

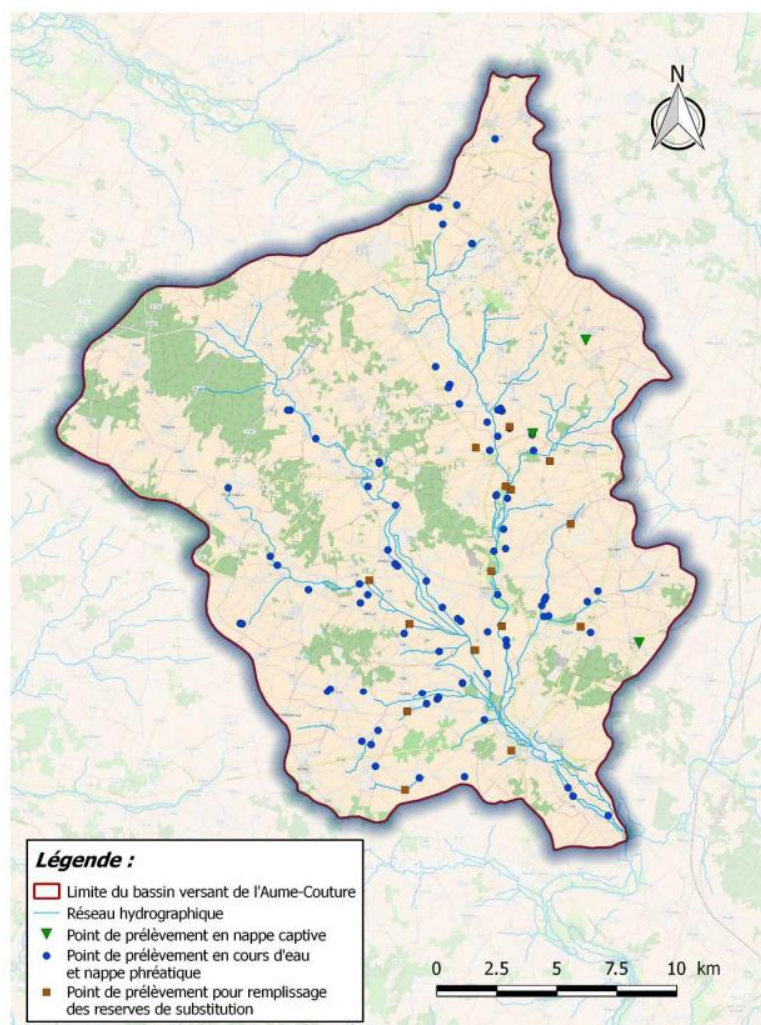
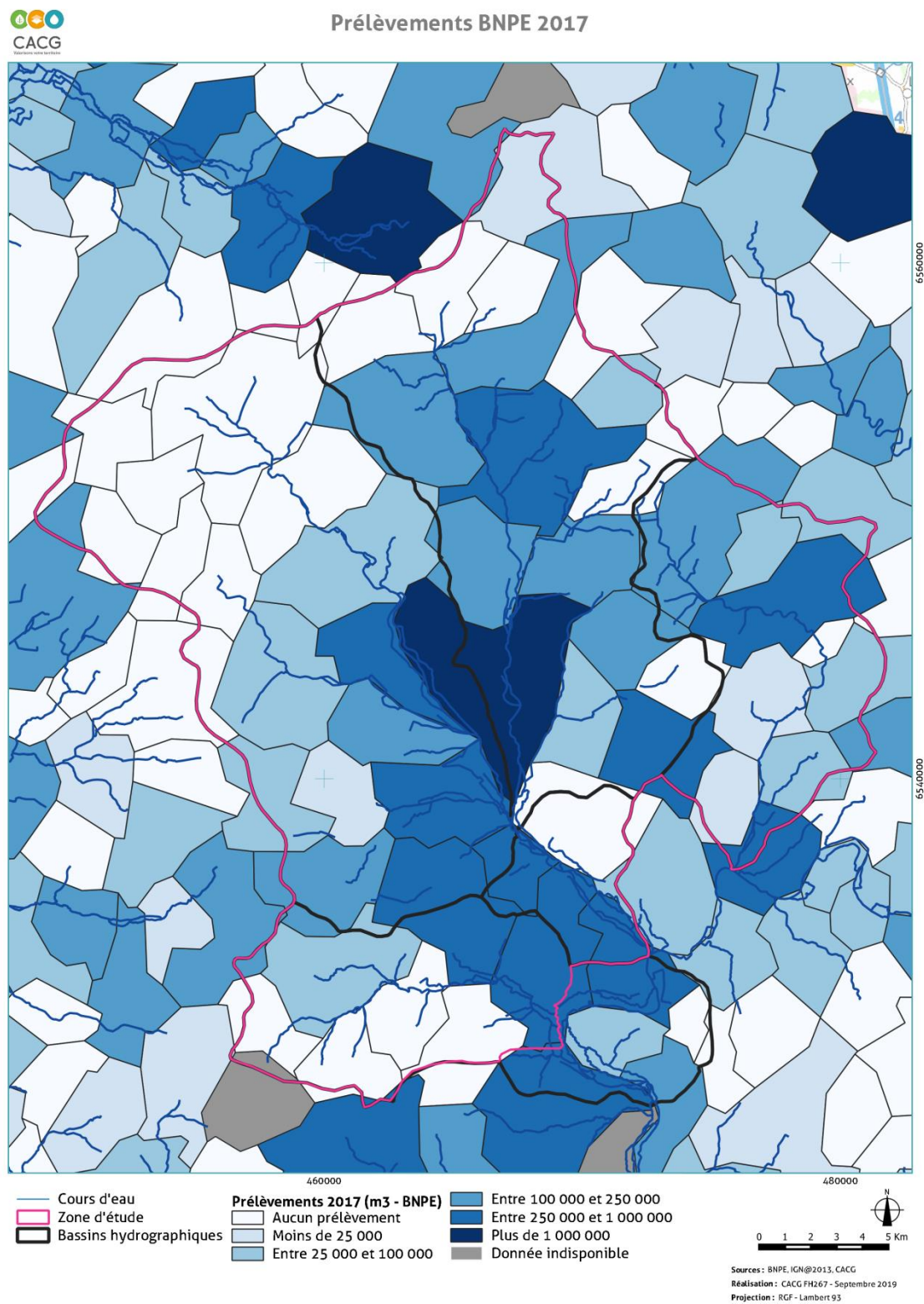


Figure 73 : pressions de prélèvement par commune en 2017





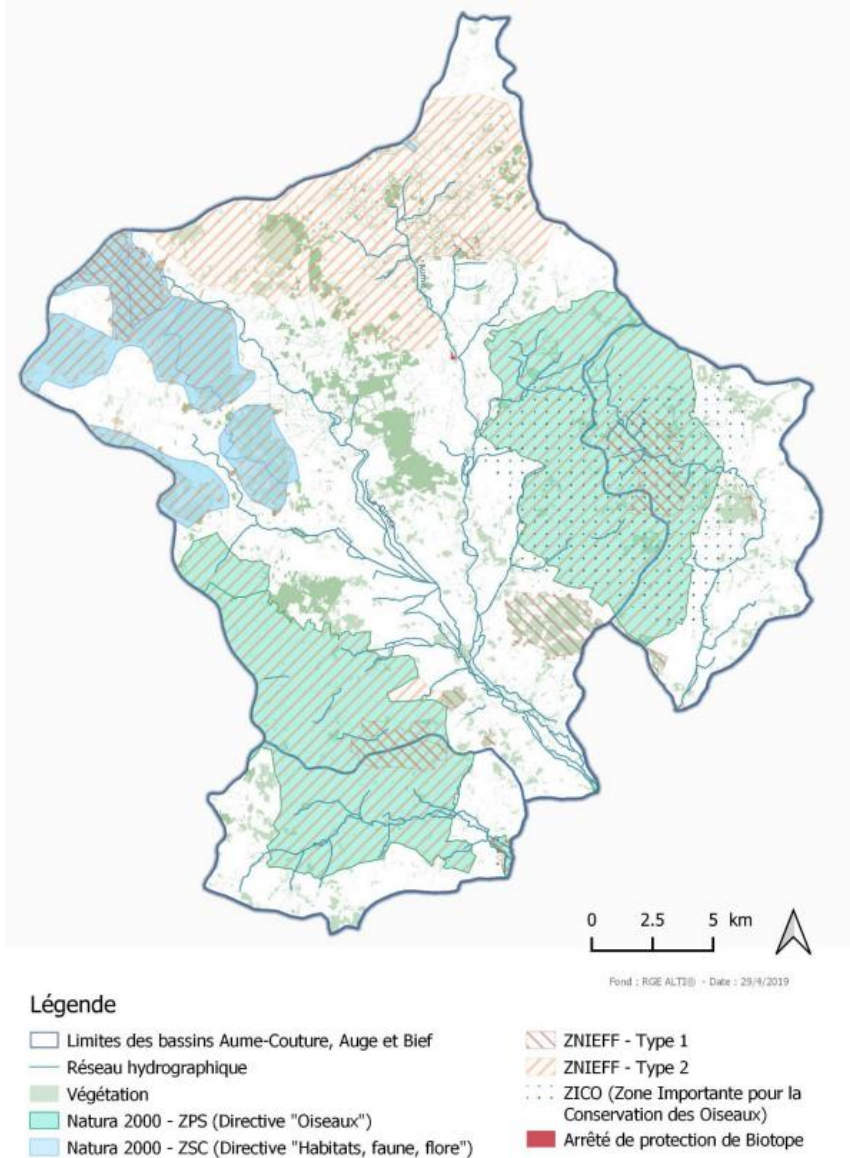
2.12 Zonages règlementaires

Sur la zone d'étude, plusieurs zonages règlementaires sont présents :

- Natura 2000 :
 - sur les parties hautes en limites de bassins versants (entre l'Aume et le Bief et entre la Couture et l'Auge) pour les Zone de protection spéciale (ZPS) – Directive « oiseaux ». La Zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) se situe dans la même zone ;
 - sur l'amont du bassin de la Couture, en rive droite, pour les Zones Spéciales de Conservation (ZPC) – Directive « Habitats, faune, flore » ;
- zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) : en amont du bassin de l'Aume et sur des zones boisées.

Sur la zone d'étude, une zone humide a été identifiée et est réglementée par un arrêté de périmètre de protection de biotope (APPB) le 27/08/1984. Elle est située en rive droite de l'Aume sur la commune de Paizay-Naudoin-Embourie, en amont de la confluence avec le cours d'eau éponyme. Les APPB permettent l'établissement de périmètres de protection afin de préserver des habitats naturels nécessaires à l'accomplissement de tout ou partie du cycle biologique d'espèces protégées. C'est le seul APPB recensé sur le bassin versant, sous la dénomination de 'Tourbière de la Touche' (FR3800292) pour la protection de deux papillons : le Cuivré des marais et l'Azuré de la Sanguisorbe. Cette tourbière est actuellement essentiellement recouverte de forêt d'après la vue aérienne. Un seuil à madrier (usage irrigation) est présent sur l'Aume au droit de la partie aval de cette tourbière et est susceptible d'avoir une influence hydraulique sur le fossé situé en aval de la tourbière confluant avec l'Aume dans la zone d'influence. Les madriers sont positionnés en période estivale et retirés en période hivernale.

Figure 74 : zonages règlementaires naturels (Source : Charente Eaux)



3 Cas particuliers : captages grenelle

Le SMA BACAB dispose sur son territoire de deux captages Grenelle classés prioritaires à savoir :

- le captage de Moulin Neuf source nommé également Source Gorgusson sur le bassin de l'Aume ;
- le captage de La Mouvière sur le bassin de la Charente en relation avec le bassin du Bief.

Ces deux ressources captant le milieu les eaux souterraines pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP) présentent une vulnérabilité qualitative vis-à-vis des pollutions diffuses types nitrates et produits phytosanitaires. Afin de les protéger, ces captages font l'objet de programme de préservation et de reconquête de la qualité des eaux souterraines : Re-Sources.

Le SMA BACAB désire approfondir sa connaissance des échanges nappe/rivière au droit des captages concernés afin de :

- déterminer l'influence éventuelle de l'Aume dans l'alimentation de la source de Moulin Neuf et de la Fontaine des Aussegrains. Ainsi que les relations possibles entre ces 2 points ;
- caractériser les pertes du Bief vers la nappe de souterraine permettant d'alimenter le captage de Moulin Neuf Source.

Ce chapitre va permettre d'établir un bilan sur la connaissance actuelle du fonctionnement hydrogéologique de chaque captage afin de proposer, à terme, des protocoles d'investigation adéquats pour approfondir la compréhension des échanges entre les milieux souterrain et superficiel qui les alimentent.

3.1 Captage de Moulin Neuf – Source

3.1.1 Localisation et contexte

Le captage est implanté à 100 m de la première habitation du lieu-dit Moulin Neuf sur la commune de Saint-Fraigne à 1,5 km au Sud du bourg du même nom.

Le captage est localisé au sein du bassin versant de l'Aume, à 30 m en rive droite de la rivière. La Fontaine des Aussegrains est une résurgence souterraine à 230 m en face de Moulin Neuf Source située en rive gauche de l'Aume.

Les trop-pleins des 2 sources alimentent directement l'Aume.

Ces deux sources sont implantées dans un contexte rural à dominante céréalière, avec quelques haies en bordure d'Aume.

Leurs implantations sont visibles en Figure 75, Figure 76 et Figure 77.

La source de Moulin Neuf captant la nappe libre du Jurassique supérieur, est localisée au sein du Périmètre de Protection Immédiate (PPI) au droit duquel est également présent le forage de Moulin Neuf captant la nappe de l'Infratoarcien captive. Ces deux captages AEP sont utilisés en mélange afin de desservir une qualité d'eau conforme en nitrates et fluor aux abonnés gérés par le SIAEP Nord-Ouest Charente.

3.1.1.1 Identification

Les principales caractéristiques de la source de Moulin Neuf, du forage et de la Fontaine des Aussegrains sont visibles dans le tableau, ci-dessous.

Tableau 19 : identification des captages AEP et de la Fontaine des Aussegrains

	Moulin Neuf Source	Moulin Neuf Forage	Fontaine des Aussegrains
Identifiant BSS	BSS001RQQM	BSS001RQSS	BSS001RRNB
Nature	Source aménagée	Forage	Source
Usage	AEP	AEP	Irrigation
Date de création	1956	1986	-
Commune	Saint-Fraigne		
Nappe captée	Jurassique supérieur libre	Jurassique moyen captif	Jurassique supérieur libre
Profondeur	4 m	519 m	-
Débit exploitation autorisé	200 m ³ /h	60 m ³ /h	100 m ³ /h

3.1.1.2 Visite sur site

Une visite de terrain a été effectuée par HYGEO le 25 septembre en compagnie de M. Mickaël AUDOUIN de La Saur (exploitant) et de Mme Aurore CUIILLERIER animatrice Re-Sources du captage.

Cette visite a permis d'appréhender le contexte au droit et aux abords proches du captage de Moulin Neuf Source.

Les Figure 77, Figure 78 et Figure 79 présentent en détails les différents éléments constitutifs du milieu entourant la source, répartis en différents points numérotés de 1 à 9.

L'entrée du PPI (n°1) du forage (n°2) et de la source (n°3) de Moulin Neuf est fermée par un grillage et un portail sécurisé renfermant également la station de traitement, de pompage et la bache de mélange.

L'exutoire de la source de Moulin Neuf se rejette dans un canal (n°4) qui rejoint l'exutoire d'une autre source annexe traversant le nord du PPI (n°5) non captée pour l'eau potable. Cette seconde exsurgence « bouillonne » fréquemment traduisant sa remontée du sous-sol. Comme Moulin Neuf source, cette seconde source n'est jamais à sec même en période de basses eaux. Les deux exsurgences se rejoignent pour confluer en zone sud du PPI (n°6) et se jettent après 450 m de cheminement dans l'Aume.

L'Aume au droit du captage (n°7) est facilement observable grâce à une passerelle la traversant. Toutefois en période de basses eaux, comme c'était le cas lors de la visite, son écoulement est fortement limité voire inexistant sans la présence d'un seuil.

En face du captage de Moulin Neuf Source se trouve la Fontaine des Aussegrains (n°8) en rive gauche de l'Aume captant la nappe des calcaires libre du Kimméridgien identique à celle captée par la source de Moulin Neuf. Elle est présentée sous la forme d'une vasque assez allongée où sont visibles les calcaires. Son exsurgence se jette dans l'Aume après un trajet de 175 m. Cette résurgence est captée à des fins d'irrigation comme en atteste les photos en Figure 79 avec un débit autorisé de 100 m³/h. Un second point de captage non naturel (n°9) créé à même les calcaires existe à 25 m de la Fontaine des Aussegrains captant au moyen d'une buse les eaux de cette dernière.

Figure 75 : localisation du captage de Moulin Neuf source et de la Fontaine des Aussegrains

Localisation du captage - Moulin Neuf Source

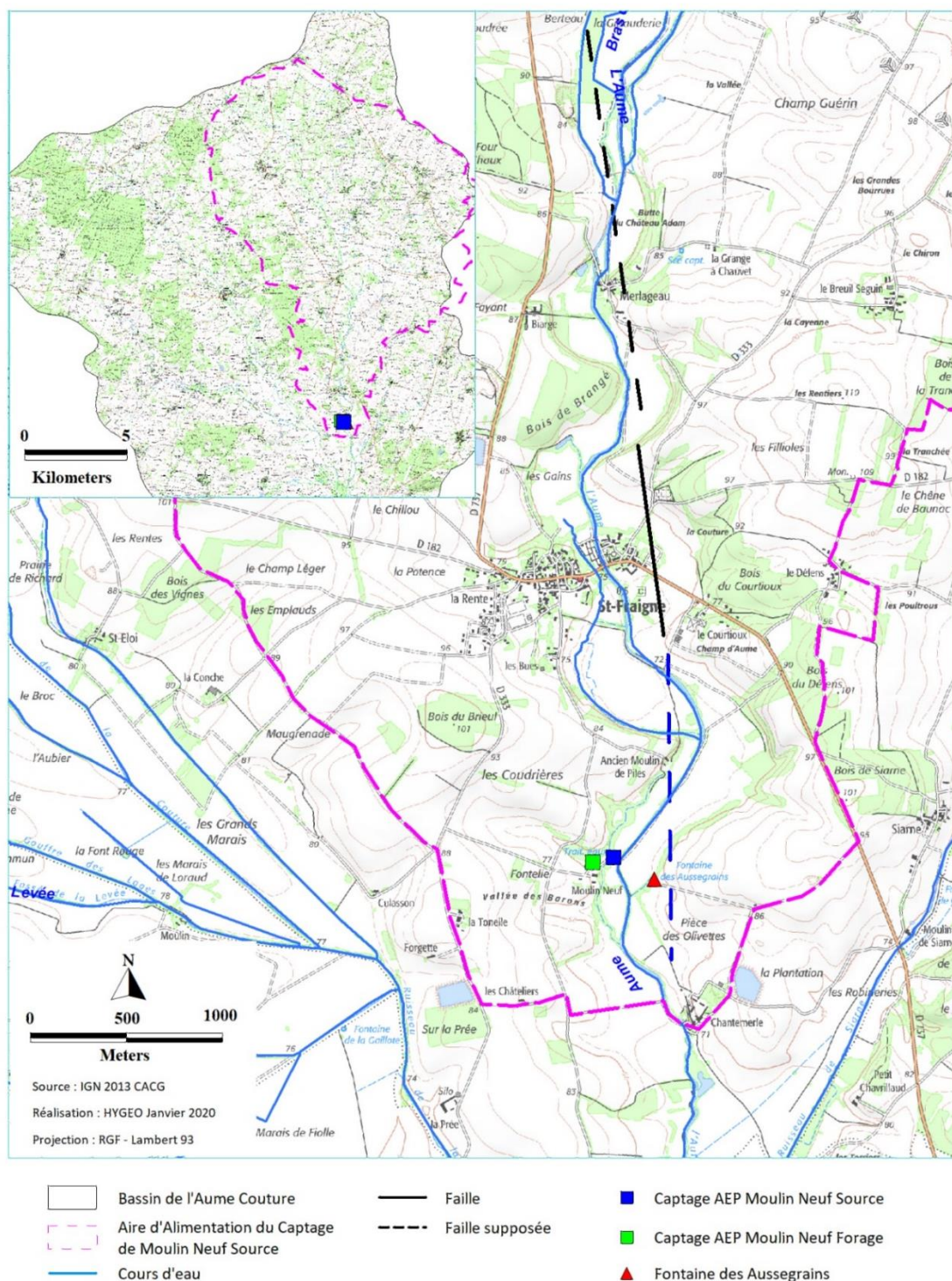


Figure 76 : localisation du captage de Moulin Neuf source et de la Fontaine des Aussegrains sur fond cadastral

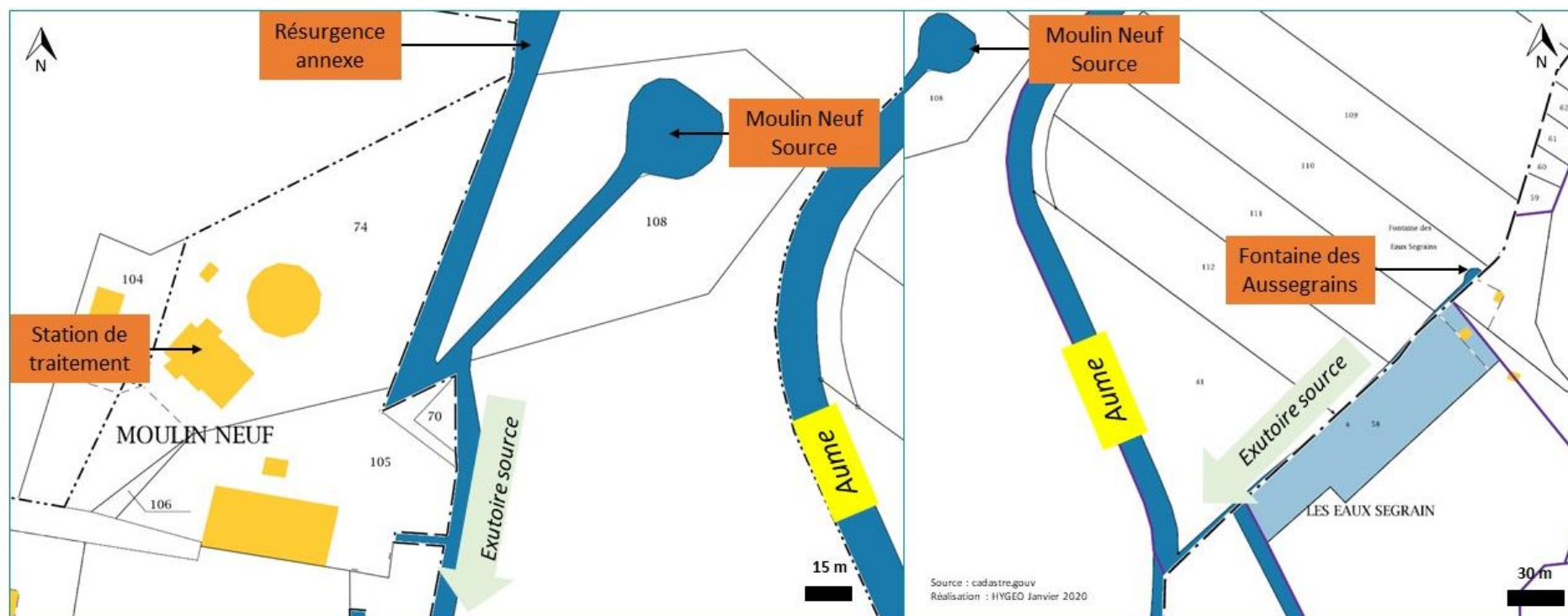


Figure 77 : localisation détaillée du captage de Moulin Neuf source et de la Fontaine des Aussegrains sur fond de vue aérienne



Élaboration d'un protocole d'investigations en lien avec le fonctionnement hydrologique des bassins versants et des interactions nappe/rivière

Bassins versants de l'Aume-Couture, de l'Auge et du Bief

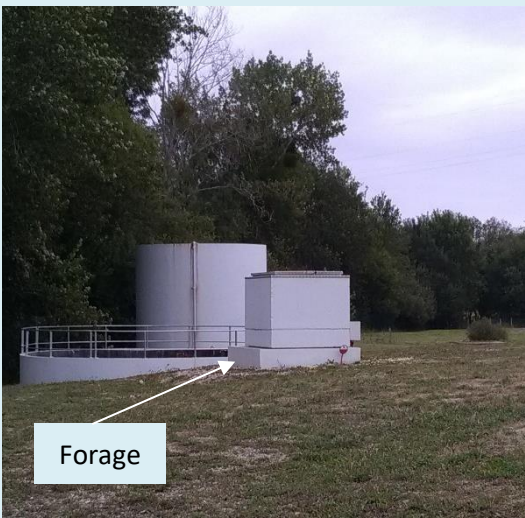


OCTOBRE 2020

Figure 78 : photos du site du captage de Moulin Neuf Source reporté en Figure 77 (source : HYGEO 2019)



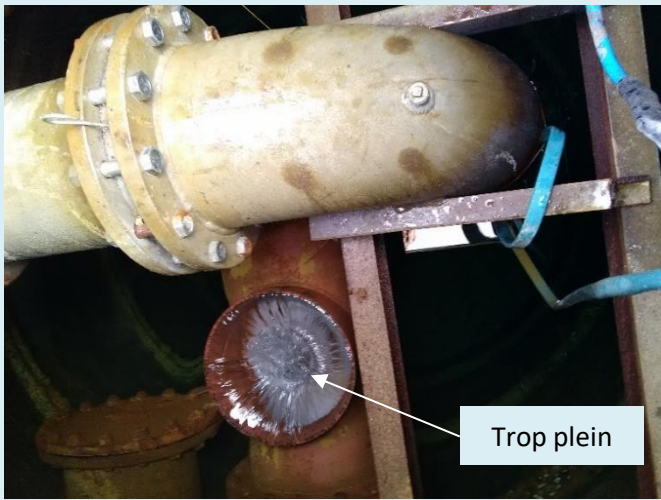
N°1 Entrée du PPI et vue de la station de traitement



N°2 Moulin Neuf Forage à l'Infratoarcien



N°3 Tête de Moulin Neuf Source



N°3 Vue intérieure du captage de Moulin Neuf source



N°4 Canal exutoire de la source de Moulin Neuf



N°4 Exutoire de la source de Moulin Neuf

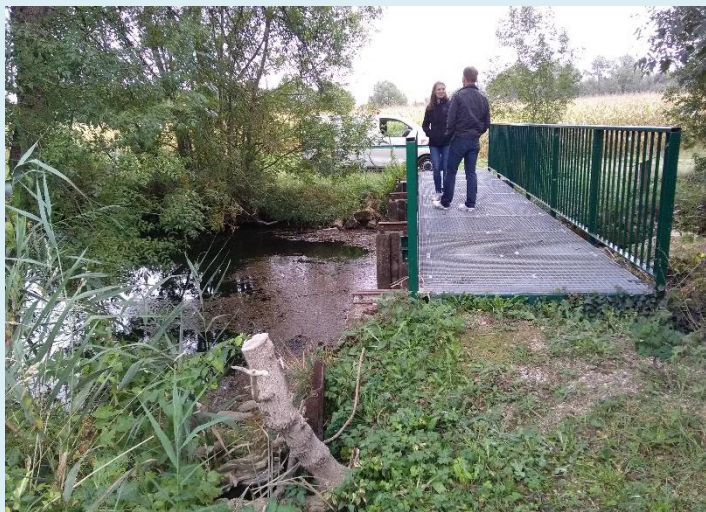


N°5 Source annexe traversant le PPI



N°6 Confluence de 2 sources vers l'Aume

Figure 79 : photos de l'Aume et de la Fontaine des Aussegrains à proximité de Moulin Neuf Source



N°7 Pont traversant l'Aume



N°7 Écoulement de l'Aume au droit de Moulin Neuf



N°8 Point de prélèvement dans la Fontaine des Aussegrains



N°8 Point de prélèvement dans la Fontaine des Aussegrains



N°8 Cœur de la Fontaine des Aussegrains



N°9 Vasque annexe de prélèvement à la Fontaine des Aussegrains

3.1.2 Caractéristique du captage

3.1.2.1 Coupe technique et géologique

Originellement, cette source, dite source du gouffre de Gorgusson, se présentait comme une cavité de 20 à 25 m de diamètre, taillée dans le calcaire, comportant au centre une dépression en cratère de 7 à 8 m de profondeur et de 3 m environ de diamètre, d'où émergeaient naturellement les eaux.

Ce secteur est un espace **très tourbeux** recouvrant les calcaires du kimméridgien.

Le captage de cette source fut réalisé entre 1956 et 1957 par l'entreprise HUILLET et équipé comme indiqué dans le tableau 2.

Sa coupe technique est présentée en Figure 80.

Figure 80 : coupe technique et géologique du captage Moulin Neuf Source

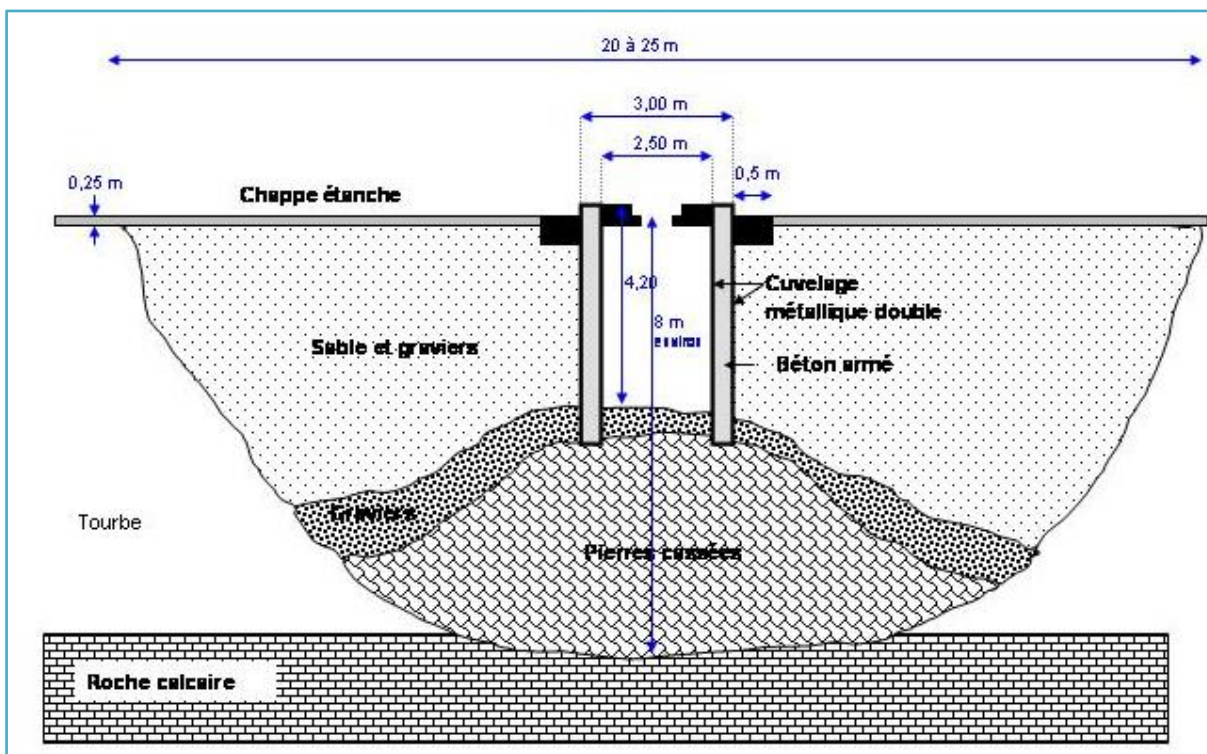


Tableau 20 : coupe technique détaillée du captage de Moulin Neuf Source

Équipement		
de... à ... (m)	Ø (m)	Nature
0 – 0,25	26	Radier en béton armé
0 – 4	3	Cuvelage métallique avec cimentation intrados
0 – 4	2,5	Cuvelage métallique avec cimentation extrados
0,25 – 4	20-25	Massif filtrant à l'extrados du cuvelage Ø 3 m : 1 800 m ³ de sables et de graviers
4 – 8	-	Massif filtrant, de haut en bas : 310 m ³ de pierres cassées de 60 mm 136 m ³ de gravier 10/25mm. 28 m ³ de pierres de blocage
Remarque : une conduite de trop plein est présente et permet une évacuation vers le canal en direction de l'Aume La source dispose de deux pompes immergées d'une puissance nominale de 160 m ³ /h chacune qui servent en alternance		

3.1.2.2 Instrumentation

La source de Moulin Neuf est équipée d'un nitramètre en continu, d'un suivi piézométrique, d'un compteur débitmétrique, d'un suivi mutliparamètres (pH, température oxygène) et d'un suivi du volume d'exhaure de la source.

Il est noté que le suivi piézométrique au sein de la source ne peut être utilisé dans le cadre d'une interprétation de suivi des niveaux d'eau sur une période hydrogéologique car la cote piézométrique en régime statique est imposée par le niveau du trop-plein.

D'autre part, l'Aume et la Fontaine des Aussegrains ne possèdent aucun suivi débitmétrique ou piézométrique à proximité de la source de Moulin Neuf.

3.1.2.3 Venue d'eau

La source de Moulin Neuf est **une émergence naturelle de la nappe des calcaires séquaniens du Kimméridgien inférieur** (Jurassique supérieur) ouverte dans la zone alluviale par une épaisse tranche tourbeuse.

Cet ensemble, épais d'une cinquantaine de mètres, comprend, du haut vers le bas :

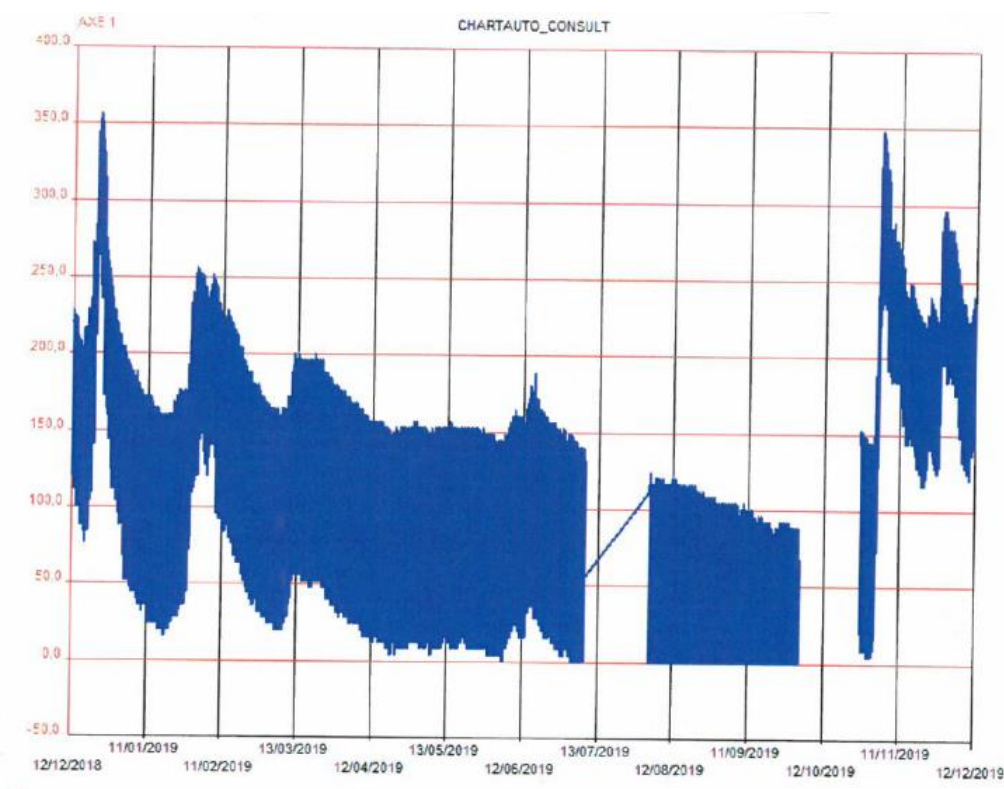
- des calcaires crayeux blancs, riches en lamellibranches ;
- des calcaires fins, en bancs de 0,1 à 0,2 m d'épaisseur séparés de lits marneux centimétriques ;
- quelques mètres de calcaire grumeleux, faiblement argileux, ponctué.

Lors des travaux de captage de la source, le désenvasement du fond du gouffre, provenant des tourbes alluvionnaires, a permis de mettre en évidence de nombreuses venues d'eau localisées en plusieurs points sur un diamètre d'une dizaine de mètres, les principales venant du Nord/Nord-Ouest (c'est à dire la direction de **la faille de la haute vallée de la Boutonne** – cf. Figure 81).

3.1.2.4 Productivité

La source est très productive, son débit naturel à l'émergence sans pompage peut atteindre 350 m³/h en hautes eaux et 80 m³/h en étiage d'après le débit d'exhaure suivi en 2019 par La Saur. Avec pompage pour les mêmes périodes les débits d'exhaure avoisinent 260 m³/h et sans écoulement en étiage.

Figure 81 : débit d'exhaure à la source de Moulin Neuf de 2019 (La Saur – 2020)

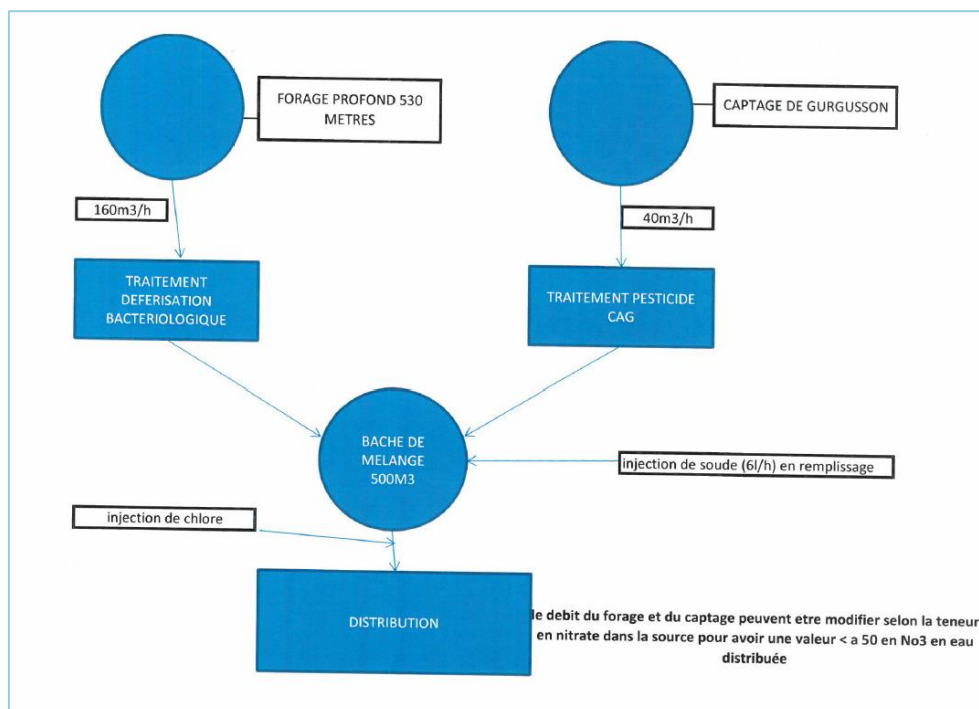


Un pompage d'essai au débit de 500 m³/h a entraîné un rabattement de 2,4 m au bout de 74 heures de pompage (*date non précisée*). Son interprétation a conduit à la détermination d'une transmissivité de $3,9 \cdot 10^{-2}$ m²/s. Cette valeur est élevée et cohérente avec les observations.

3.1.2.5 Exploitation

Les eaux du forage et de la source de Moulin Neuf sont utilisées en mélange avec celles du forage pour obtenir une eau distribuée conforme en nitrates et en pesticides. La proportion utilisée actuellement est de 80 % pour la source et de 20 % pour le forage.

La vulnérabilité de la source de Moulin Neuf face aux pollutions diffuses nécessite également un traitement des pesticides via un filtre à charbon actif en granulés.

Figure 82 : schéma de fonctionnement de la station de Moulin Neuf (source : La Saur-2020)

3.1.3 Qualité de l'eau brute

Les résultats des analyses d'eau brute de la source de Moulin Neuf, issus de l'ARS Nouvelle Aquitaine délégation de la Charente et des données de ADES ont permis de synthétiser la qualité au droit du captage sur les années 1987-2019.

L'eau est de type bicarbonaté-calcique, moyennement minéralisée, dure avec un pH neutre. La teneur en fluorures est faible (0,2 mg/l en moyenne- limite de qualité : 1,5 mg/l). L'eau est exempte de fer, de manganèse. L'arsenic est faiblement présent 2,2 µg/l en moyenne- limite de qualité : 10 µg/L)

La source n'est pas affectée par des problèmes de turbidité même en période de crue.

Aucune autre substance toxique ni indésirable n'a été décelée.

La qualité bactériologique n'est pas toujours satisfaisante. La présence de coliformes et d'E. Coli est parfois détectée. Mais la source bénéficie d'un traitement au chlore avant distribution.

- Nitrates

Les teneurs en *nitrates* sont élevées (14 à 68 mg/L), avec une moyenne voisine de 39,7 mg/l) dépassant régulièrement la limite réglementaire (50 mg/l). La Figure 83 montre une évolution à la baisse des concentrations maximales en nitrates depuis 2008 sur la source. Toutefois les valeurs minimales enregistrées semblent quant à elles augmenter depuis 2008.

- Pesticides

On relève également la présence de pesticides : déséthyl-atrazine, le métolachlore, ESA Metolachlore et ESA Metazachlore. Ces éléments sont régulièrement détectés à des teneurs dépassant les seuils réglementaires de 0,1 µg/l. Les teneurs en pesticides totaux sont régulièrement supérieures à la limite de qualité eau potable de 0,5 µg/L.

La vocation agricole du bassin d'alimentation de la source de Moulin Neuf liée à une faible protection naturelle favorise la concentration des nitrates et des pesticides.

En raison de la présence de nitrates, de pesticides et occasionnellement de bactéries, la qualité de l'eau brute du captage de la source de Moulin Neuf ne satisfait pas, sans traitement, aux normes de potabilité réglementaires.

C'est cette dégradation de la qualité qui a conduit à la mise en place de programme de reconquête de la qualité : **Re-Sources**.

- Fontaine des Aussegrains

Aucune analyse récente des eaux brutes à ce point n'est connue. On remarque que le métolachlore est présent à la source de Moulin Neuf, à la fontaine des Aussegrains mais aussi dans plusieurs puits situés au Nord de Moulin Neuf en direction du bourg de Saint-Fraigne.

Intensément exploitée pour l'irrigation, cette nappe alimente également de nombreuses communes en eau potable (SAINT-FRAIGNE, AIGRE, AULNAY, ...).

La qualité de l'eau semble comparable, mais les paramètres mesurés ne portent que sur les pesticides.

Figure 83 : évolution des teneurs en nitrates de 1987 à 2019 sur Moulin Neuf source (source ADES 2019)

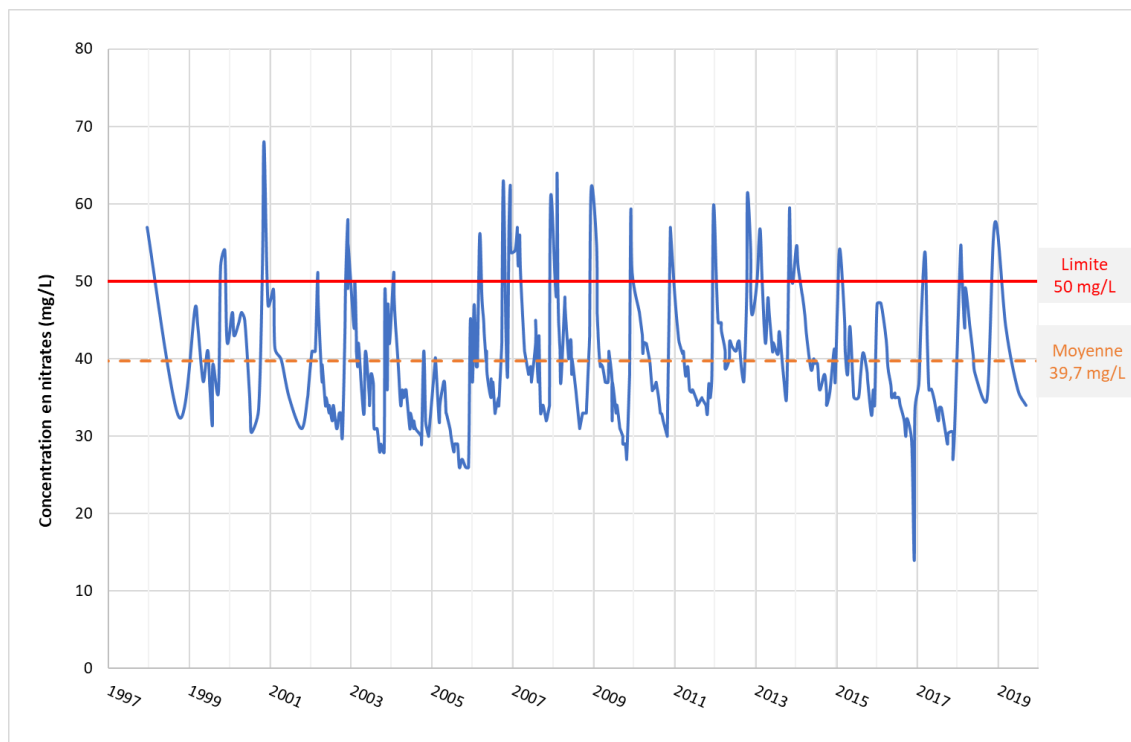


Tableau 21 : qualité du captage de Moulin Neuf Source

		Moulin Neuf de 1987-2019			Limites et références de qualité (*)
		minima	moyennes	maxima	
Conductivité à 25 °C	µS/cm	480	661	925	180 à 1000
pH	/	6,55	7	9	6,5 à 9
Turbidité	NFU	<0,1	0,21	1,6	1
Nitrates	mg/l	14	39,9	68	50
Nitrites	mg/l	<0,01	0,02	0,42	0,5
Ammonium	mg/l	<0,004	0,023	0,08	0,1
Chlorures	mg/l	10,8	18,14	31,95	250
Sulfates	mg/l	9	19,7	34,7	250
Fluorures	mg/l	<0,1	0,1	0,2	1,5
Arsenic	µg/l	<0,1	2,2	6,7	10
Fer total	mg/l	<0,02	19,57	130	200
Manganèse total	µg/l	0,28	9,2	50	50
Calcium	mg/l	74	129	141	/
Magnésium	mg/l	2,8	3,5	8,5	/
Plomb	µg/l	<0,1	1,6	2	10
Déséthylatrazine	µg/l	<0,01	0,09	0,6	0,10
Métolachlore	µg/l	0,009	0,223	5,7	0,10
ESA Metolachlore	µg/l	<0,02	0,03	0,1	0,10
ESA Metazachlore	µg/l	<0,01	0,031	0,11	0,10
Pesticides totaux	µg/l	0,02	0,45	0,65	0,50
Coliformes totaux	/100 ml	0	17,6	100	0
E. coli	/100 ml	0	2	22	0

3.1.4 Fonctionnement de l'hydrosystème

3.1.4.1 Contexte géologique et hydrogéologique

Le caractère fracturé des calcaires du Jurassique confère au secteur d'étude un fort potentiel aquifère et notamment **aux calcaires fissurés et karstifiés du Kimméridgien inférieur** (faciès Séquanien). Cette aquifère captée par Moulin Neuf Source et la Fontaine des Aussegrains est le siège d'une nappe libre, dont le mur est constitué par les calcaires argileux et les marnes à faibles intercalations de calcaires lithographiques de l'Oxfordien supérieur (faciès Rauracien).

Cette nappe s'écoule quasiment uniquement dans la partie altérée de ces calcaires, soit sur environ 20 m d'épaisseur. La partie imperméable correspond au passage à un horizon réduit de couleur gris-bleu dont la fissuration est fermée (« blanc bleu » des foreurs).

Les eaux circulent dans des fissures et des chenaux, et convergent vers 2 drains principaux : l'*Aume* et la *Couture*.

La diversité des faciès du Séquanien génère des productivités variables, les calcaires sublithographiques étant les plus productifs.

La **faille de Saint-Fraigne** visible en Figure 82 et Figure 83, passerait au droit du captage de Moulin Neuf Source et **faciliterait les échanges** entre l'*Aume*, La Fontaine des Aussegrains et Moulin Neuf Source.

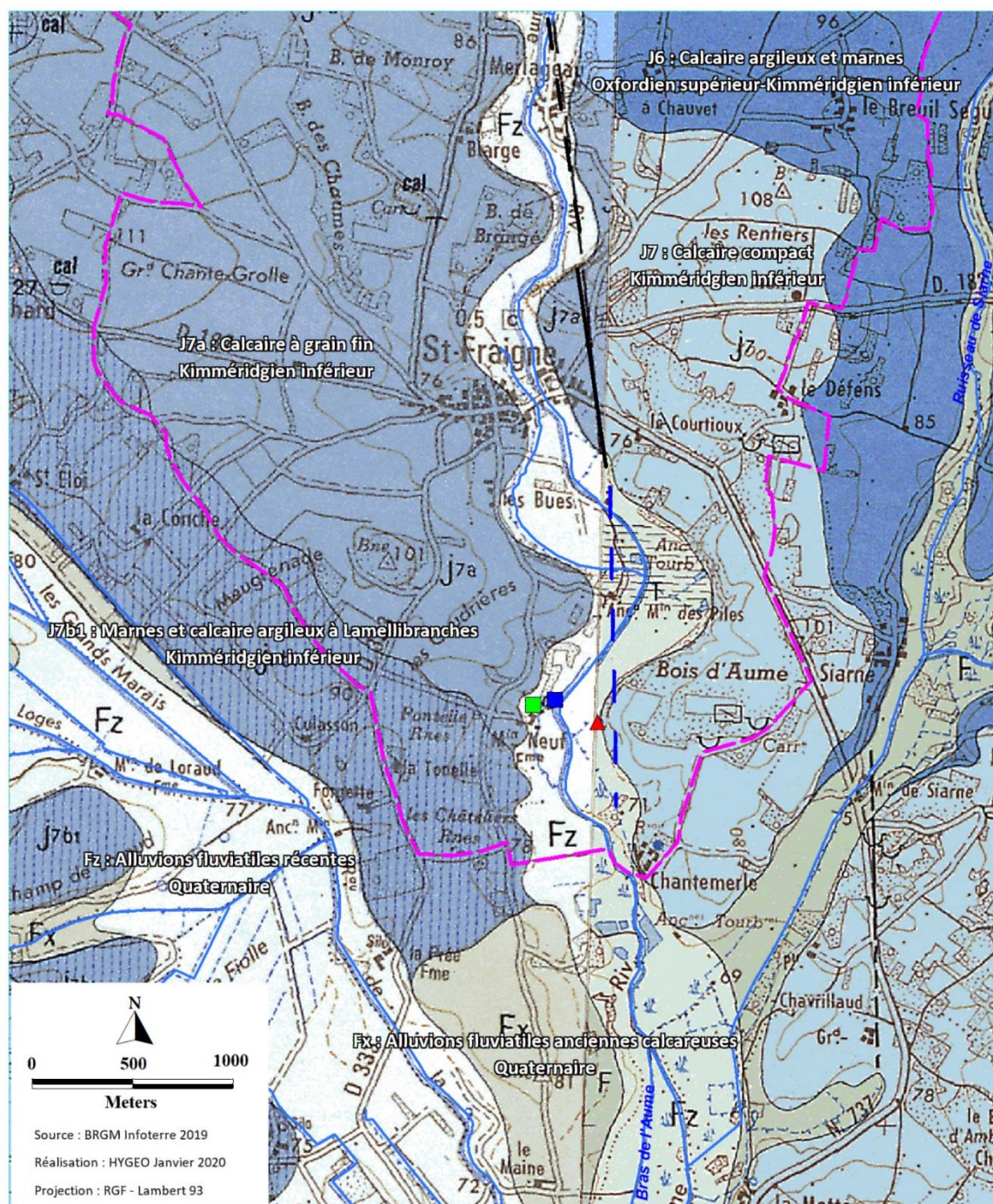
Le rôle de drainage de l'*Aume* est réel lorsque la nappe est au repos (la source de Moulin Neuf est en charge par rapport à l'*Aume*). Mais il est probable que compte tenu de l'exploitation du forage, l'**Aume** participe également à l'**alimentation du captage**.

La Fontaine des Aussegrains serait quant à elle en relation avec la source de Moulin Neuf grâce au jeu de faille local. La même source aurait *hypothétiquement* 2 exutoires. On ne dispose toutefois d'aucune mesure de débits de cette source importante, ni de variations de son niveau lorsque le captage de Moulin Neuf est en exploitation.

L'analyse piézométrique tend à séparer les zones d'alimentation des deux sources : la Fontaine des Aussegrains s'alimenterait depuis l'Est (secteur d'EBREON et de SOUVIGNE à la faveur de failles et de pertes du *Siarne*), en dehors de la ZAP, mais **il ne s'agit que d'hypothèse en l'absence de mesures quantitatives et qualitatives sur cette source**.

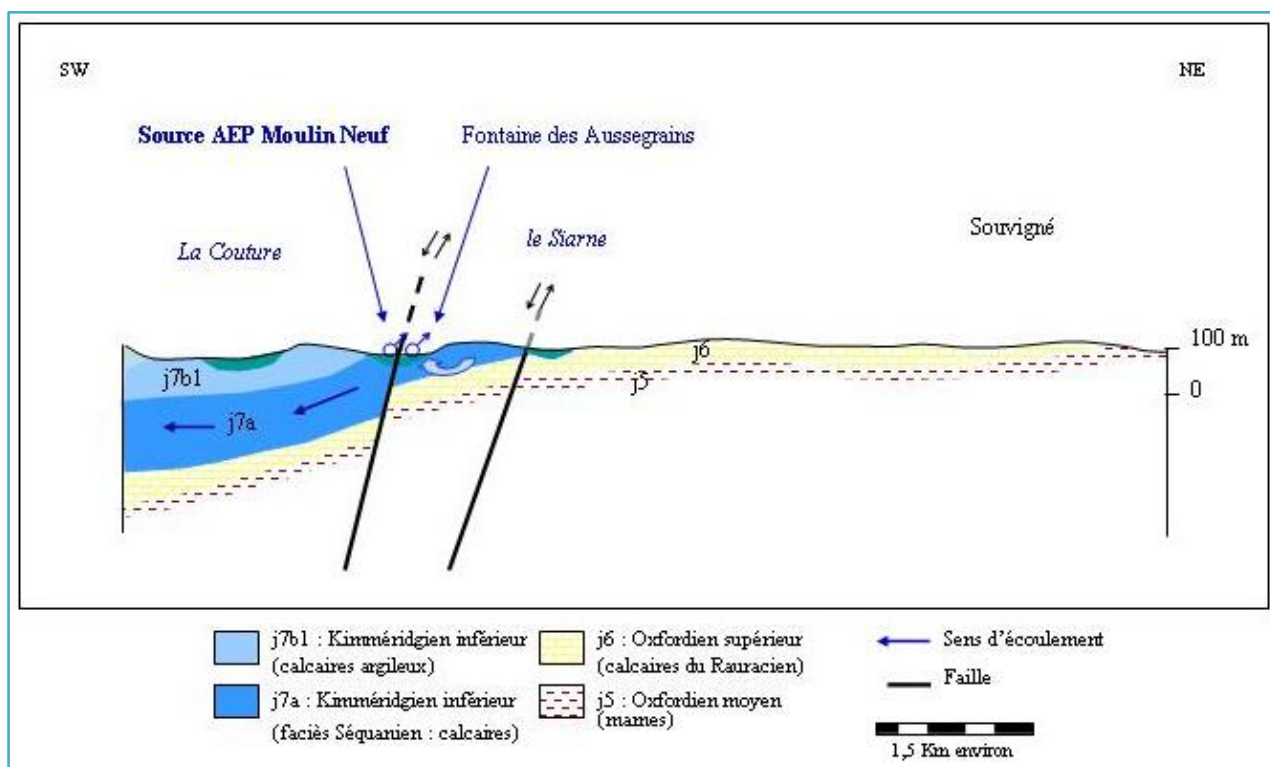
Figure 84 : géologie au droit du site du Moulin Neuf Source

Géologie au droit du captage - Moulin Neuf Source



- | | | | | | |
|---|--|--|--------------------------|--|--------------------------------|
|  | Bassin de l'Aume Couture |  | Faille |  | Captage AEP Moulin Neuf Source |
|  | Aire d'Alimentation du Captage de Moulin Neuf Source |  | Faille supposée |  | Captage AEP Moulin Neuf Forage |
|  | Cours d'eau |  | Fontaine des Aussegrains | | |

Figure 85 : profil schématique géologique au droit du captage de Moulin Neuf et de la Fontaine des Aussegrains (source : HYGEO)



3.1.4.2 AAC

L'étude d'HYGEO a permis en 2004 de déterminer l'Aire d'Alimentation du Captage (AAC) de Moulin Neuf Source qui constitue le secteur d'intervention du programme Re-Sources. Le tracé de l'AAC s'est basé sur l'esquisse piézométrique d'octobre 2003 de la nappe du Jurassique supérieur (cf. Figure 75).

Il s'ensuit que le bassin d'alimentation s'étend sur deux départements (Charente et Deux-Sèvres) et a une superficie d'environ **126 km²**. Elle est mitoyenne à l'AAC du captage de La Mouvière.

Il s'étend sur environ :

- 16 km du Nord au Sud, de BOUIN à la source ;
- 13 km d'Est en Ouest dans sa moitié Nord, des « Petits-Bois » sur la commune de LOUBIGNE au lieu-dit « Cornillon » sur la commune de THEIL-RABIER.

Les limites Est et Ouest de ce bassin correspondent aux lignes de partage des eaux séparant le bassin hydrogéologique de l'Aume d'une part de celui de la Couture à l'Ouest et du ruisseau du Siarne à l'Est.

La limite Nord correspond à la ligne de crête topographique et à la zone faillée de la Boutonne.

Un second bassin d'alimentation (**bassin restreint**) a été défini. Il couvre une surface de **20,5 km²** et correspond aux affleurements des calcaires sublithographiques du Séquanien. Dans la quasi-totalité de ce bassin restreint, l'alimentation de l'aquifère s'effectue par infiltration directe des eaux météoriques dans les calcaires, compte tenu de l'absence d'écran marneux ou argileux superficiel (hors alluvions tourbeuses).

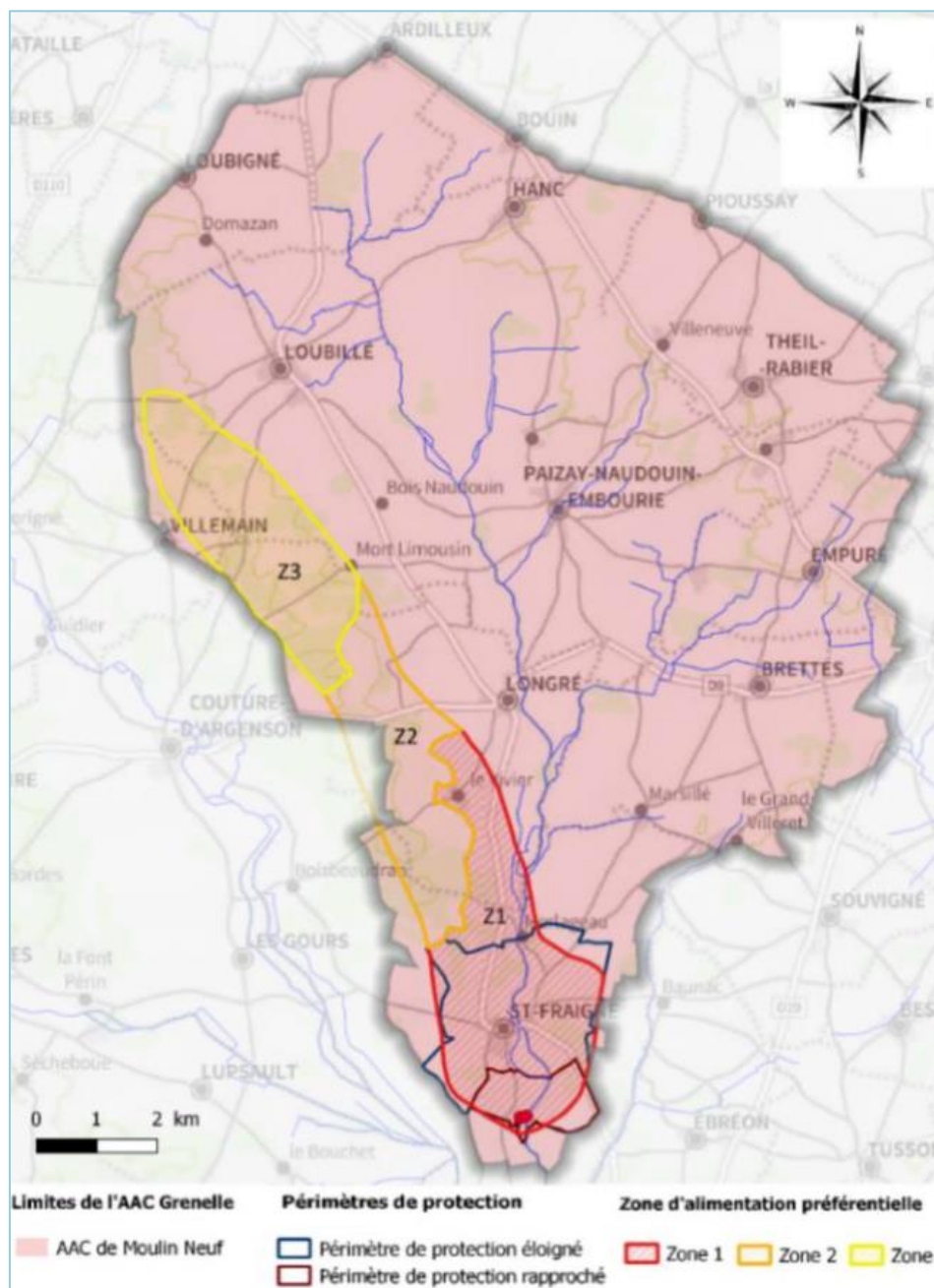
Ce bassin restreint permet une percolation moyenne annuelle de 230 m³/h, en considérant une infiltration efficace de 100 mm/an, plausible dans ce type de terrain. Cette valeur est à rapprocher du débit de la source (estimation 250 à 300 m³/h). Bien qu'une partie des eaux infiltrées rejoigne l'Aume, ce bassin constitue néanmoins la zone d'alimentation principale de la source de Moulin Neuf.

Le bassin restreint a conduit à la définition de la **Zone d'Alimentation Prioritaire (ZAP)** d'une surface de 3 150 ha différenciée en 3 zones de sensibilité :

- Z1 : située aux abords de la source, elle est caractérisée par la présence d'une faille et pente significative sur les coteaux de la vallée de l'Aume et par des sols sensibles à l'infiltration ;
- Z2 : avec une géologie moins vulnérable mais des sols sensibles à l'infiltration ;
- Z3 : constitue le secteur le moins sensible.

Cette ZAP présente une vulnérabilité accrue vis-à-vis des pollutions diffuses. Elle constitue 22,5 % de l'AAC.

Figure 86 : AAC du captage de Moulin Neuf Source



3.1.4.3 Datation de l'eau

Le bureau d'étude HydroInvest a réalisé une étude sur la datation des eaux du captage de Moulin Neuf Source en 2016 par mesure isotopique.

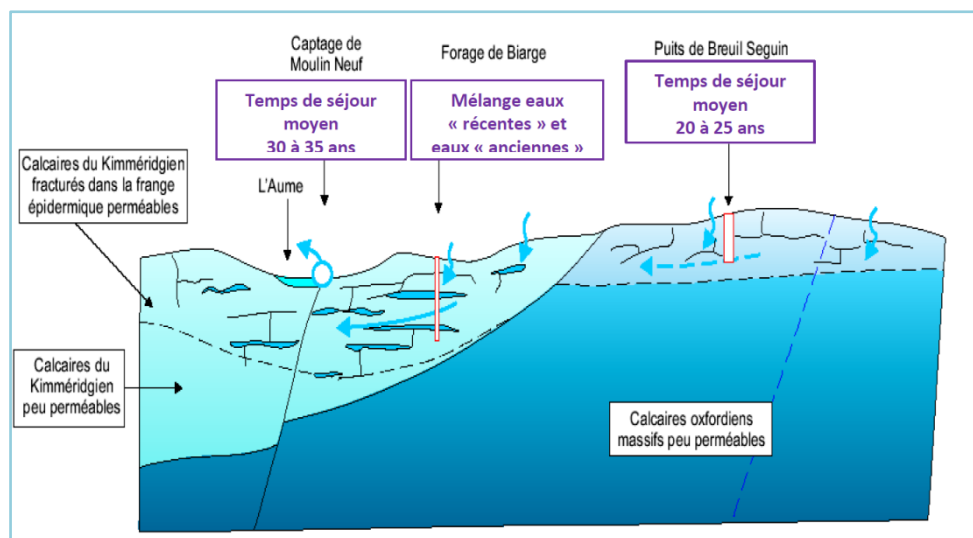
Le **temps de séjour** dans la nappe du Kimméridgien varie sur une année hydrogéologique entre hautes et basses eaux. Les circulations de l'eau dans les calcaires fracturés amènent à 2 niveaux de transit (cf. Figure 85) :

- **récentes** transitant à grande vitesse dans les fractures karstiques (à la faveur du système faillé à proximité du captage) allant de quelques jours à 5 ans ;
- **anciennes** stockées dans le réseau capacitif, soit l'écoulement de base et relative lent soit un temps de séjour de 30 à 35 ans.

En basses eaux, le temps de séjour augmente car la composante récente devient négligeable (35 ans de temps de transit).

Cela traduirait au droit de Moulin Neuf source qu'une reconquête de la qualité ne pourra être effective que sur une période 30 à 35 ans pour agir sur l'écoulement de base du captage.

Figure 87 : schéma de datation des eaux de Moulin Neuf Source (Hydroinvest-2016)



3.1.4.4 Traçage

Afin de préciser les limites du bassin d'alimentation de la source de Moulin Neuf, mais aussi les directions principales d'écoulement, des traçages ont été réalisés du 16 avril au 21 mai 2003.

2 points d'injection ont été retenus :

- le forage du Petits-Puits à PAIZAY-NAUDOIN : 5 kg de fluorescéine ont été injectés sous une charge de 3 m³ d'eau (à l'aide d'une citerne agricole) ;
- le forage du lavoir communal de BRETTE : 5 kg d'iodure de potassium dissous ont été injectés sous une charge de 5 m³ d'eau (à l'aide de la citerne du puits du lavoir).

Tableau 22 : description des modalités des traçages (HYGEO 2004)

Colorant	Iodure de potassium 5 kg dans 5 m ³ d'eau (citerne du puits)	Fluorescéine 5 kg dilué dans 3 m ³ d'eau (citerne agricole)
Date	16 avril au 21 mai 2003	
Suivi	Moulin Neuf source, la Fontaine des Aussegrains l'Aume à LONGRE la Couture aux GOURS et à la Prée le ruisseau du Sienne au moulin de Sienne les sources de Frédière à PAIZAY-NAUDOIN et de Champlambeau à EBREON un puits privé au lieu-dit « les Allards » (LONGRE).	
Injection	forage du lavoir communal de BRETTE	forage du Petits-Puits à PAIZAY-NAUDOIN
Observation	Aume à Longré à 3700 m du point d'injection	Puits des Allards, (LONGRE), à 200 m du point d'injection
Vitesse de transfert	7 à 11 m/h	0,4 m/h.

Aucun des traceurs n'a été retrouvé au sein de la Source de Moulin Neuf ou de la Fontaine des Aussegrains.

3.1.5 Synthèse des connaissances sur les échanges nappe/rivière à proximité de la source de Moulin Neuf

La connaissance sur les relations nappe/rivière au droit de Moulin Neuf Source est faible et repose essentiellement sur des hypothèses basées sur la géologie locale via l'existence d'un système faillé développé.

Par conséquent pour comprendre le fonctionnement de l'hydrosystème et des interactions possibles entre Moulin Neuf Source/l'Aume/Aussegrains, il est nécessaire d'améliorer la connaissance hydrogéologique.

Les connaissances sur les échanges nappe/rivière à proximité de la source de Moulin Neuf sont faibles et des études complémentaires sont nécessaires.

Certains protocoles peuvent être mis en place :

- la mise en place de limnimètre au droit de la Fontaine des Aussegrains et de l'Aume ;
- d'un traçage sur l'Aume avec suivi sur la Fontaine et le captage avec pompage à débit identique sur les 2 en période de moyennes eaux ;
- d'un traçage sur la Fontaine des Aussegrains avec suivi sur l'Aume (au droit du captage et en aval) et sur le captage en pompage ;

- des mesures de débits sur l'Aume sur plusieurs tronçons en amont et en aval de Moulin Neuf Source afin d'évaluer des zones de pertes vers la nappe ;
- de mesures de la qualité simultanément au droit de la Fontaine des Aussegrains, de l'Aume et de Moulin Neuf sur 4 périodes hydrogéologique (HE/ME/BE/ME).

3.2 Captage de La Mouvière

3.2.1 Localisation et contexte

Le captage La Mouvière réservé à l'AEP, est implanté sur la commune de Moutonneau à 260 m de la première habitation et à 740 m au Sud -Ouest du bourg du même nom.

Le captage est une exurgence naturelle de la nappe du Dogger libre et karstique. Il est localisé au sein du bassin versant de la Charente, à 15 m en rive droite du fleuve.

La source fait partie d'un **ensemble sourcier** bien identifiés par les études d'HydroInvest en 2004. Cet ensemble compte **2 « vasques » grande et petite en rive gauche de la Charente, de la source de Puychenin en aval du captage et de résurgences sous-fluviales.**

Cet ensemble sourcier alimente directement la Charente, drain naturel de la nappe des calcaires du Dogger. Il est implanté dans un contexte rural à dominante céréalière, avec quelques boquées et une ripisylve assez présente.

Leurs implantations sont visibles en Figure 88, Figure 89, Figure 90, Figure 91 et Figure 92.

La source de La Mouvière est localisée au sein du Périmètre de Protection Immédiate (PPI) au droit duquel est également présent le forage de La Mouvière captant la nappe de l'Infratoarcien captive. Ces deux captages AEP sont utilisés en mélange afin de desservir une qualité d'eau conforme en nitrates et fluor aux abonnés gérés par le SIAEP Nord-Est Charente.

3.2.1.1 Identification

Les principales caractéristiques de la source de La Mouvière, du forage et de son ensemble sourcier sont visibles dans le tableau, ci-dessous.

Tableau 23 : identification des captages AEP et de l'ensemble sourcier

	La Mouvière Source	La Mouvière Forage	Grande Vasque	Petite vasque	Source de Puychenin
Identifiant BSS	BSS001RRWB	BSS001RXN	BSS001RRNB	-	-
Nature	Source aménagée	Forage	Résurgence naturelle	Résurgence naturelle	Résurgence naturelle
Usage	AEP	AEP	Aucun	Aucun	Ancien lavoir
Date de création	1957	1990	-	-	-
Commune	Moutonneau				Fontclaireau
Nappe captée	Jurassique moyen libre	Jurassique Inférieur captif	Jurassique supérieur libre	Jurassique supérieur libre	Jurassique supérieur libre
Profondeur	4 m	289 m	3 m	-	-
Débit exploitation autorisé	240 m ³ /h (5760 m ³ /j)	40 m ³ /h (800 m ³ /j)	-	-	-

3.2.1.2 Visite sur site

Une visite de terrain a été effectuée par HYGEO le 26 septembre en compagnie de M. Damien NEAUD de La Saur (exploitant) et de Mme Carine LANTIÉ-CARTIER animatrice Re-Sources du captage.

Cette visite a permis d'appréhender le contexte au droit et aux abords proches du captage de La Mouvière Source et de sons ensemble sourcier ainsi qu'au droit des zones de pertes du Bief.

Les Figure 90 à Figure 94 présentent en détails les différents éléments constitutifs du milieu entourant la source, répartis en différents points numérotés de 1 à 14.

L'entrée du PPI (n°1), du local de l'ASA (n°2), de la source (n°3) de La Mouvière, du forage et d'un piézomètre (n°8) est fermée par un grillage et un portail sécurisé renfermant également la station de traitement (n°1), de pompage et la bache de mélange.

L'exutoire (n°5) de la source de La Mouvière se rejette directement dans la Charente (n°4) comme la petite (n°7) et la grande (n°6) vasques en rive gauche en face du captage. À noter que ces trois éléments ne se déversent pas vers la Charente en période d'étiage.

La source de Puychenin (n°9) localisée à 625 m à vol d'oiseau du captage se déverse dans la Charente après avoir effectuée un cheminement de 460 m en rive droite en passant notamment par le lavoir de Puychenin (n°10).

En amont hydrogéologique de la source de Puychenin se trouve une importante vallée sèche qui est un axe de drainage majeur présumé, nommée « Combes du Chien » (n°11). À proximité se trouve une ancienne carrière (n°12) dans laquelle il est possible de voir la frange altérée karstique.



À environ 11 km en rive droite et en amont hydrogéologique du captage se trouvent les zones de pertes souterraines (n°13 et 14) au droit du Bief orientées vers la source. Le cours d'eau était à sec en septembre mais ceci a permis d'observer le fond du lit composé de blocs calcaires. À noter qu'aucune doline ou gouffre n'était visible sur le tronçon inventorié.



Figure 88 : localisation du captage de La Mouvière source et des exsurgences sur fond IGN

Localisation du captage - La Mouvière Source

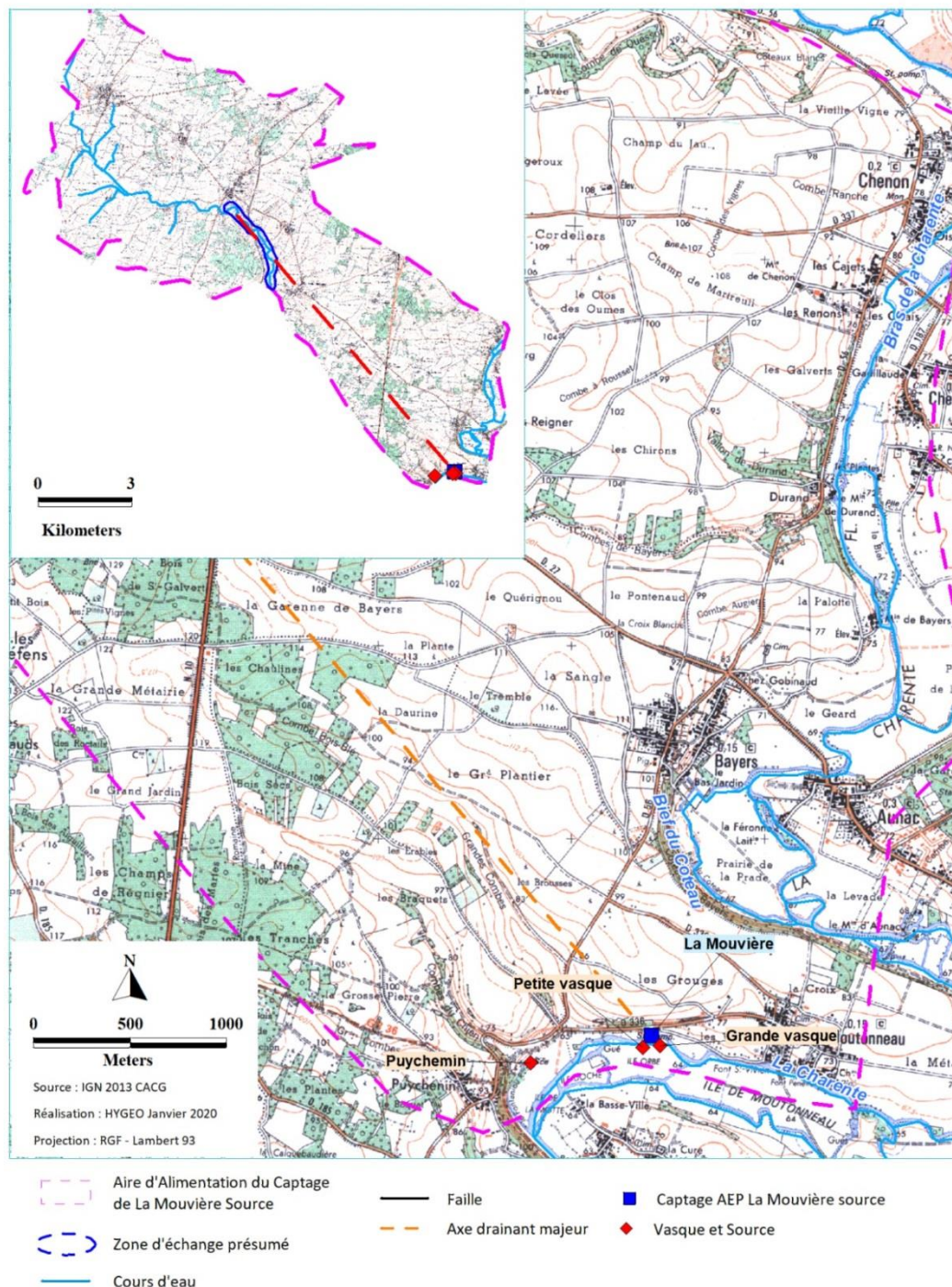


Figure 89 : schéma du complexe sourcier au droit de La Mouvière Source (HydroInvest – 2004)

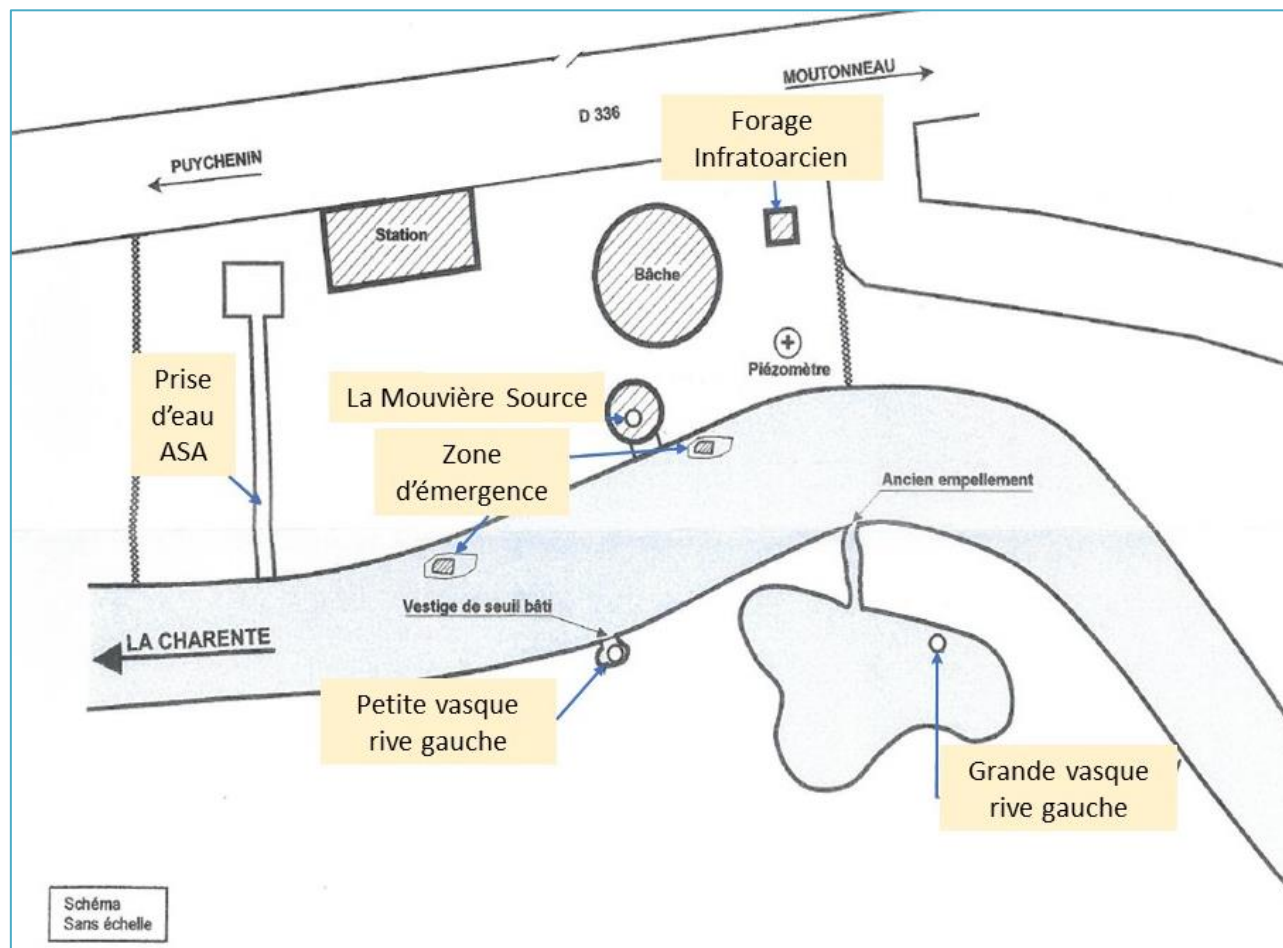


Figure 90 : localisation détaillée du captage de La Mouvière Source et de son complexe sourcier sur fond de vue aérienne

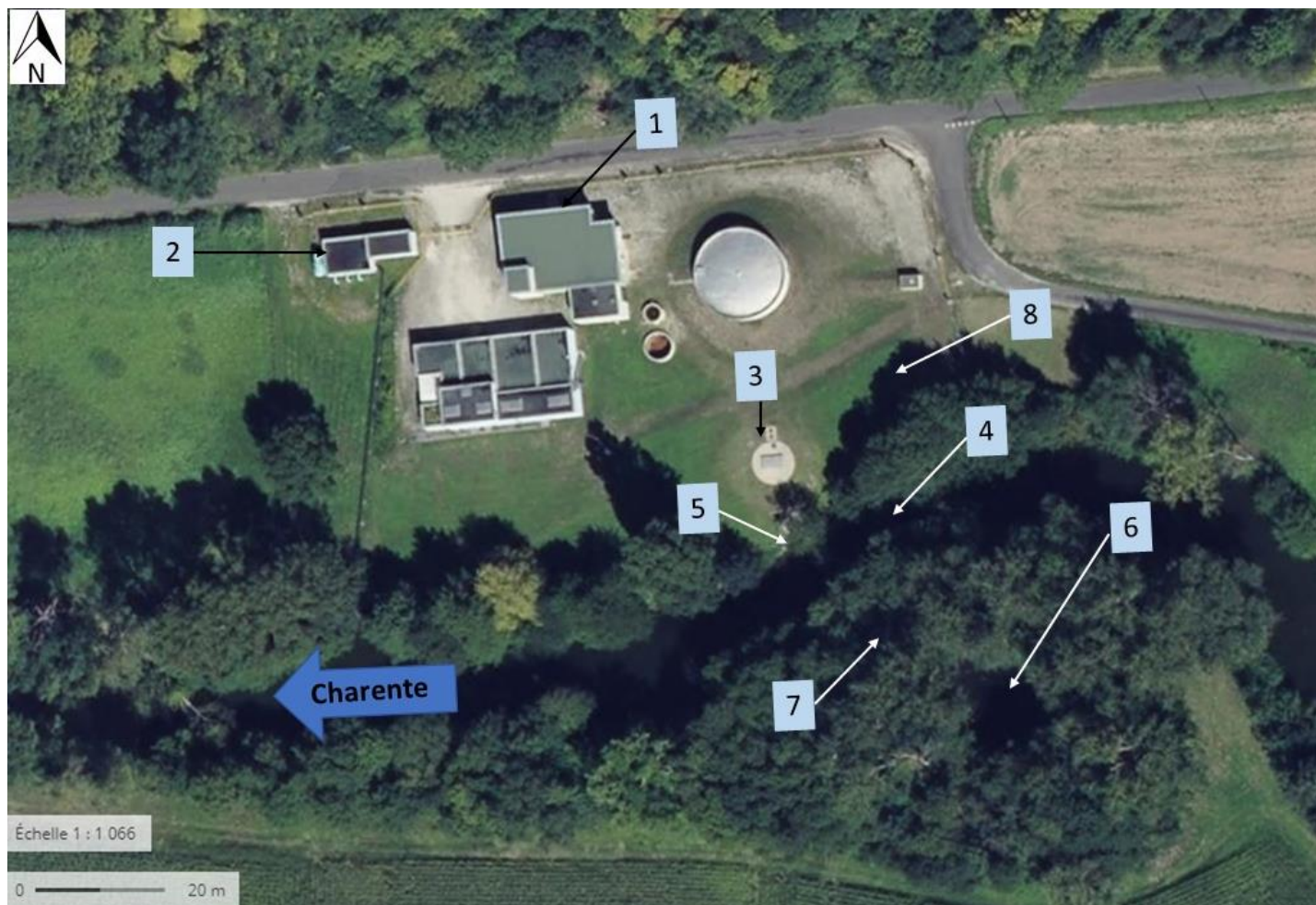


Figure 91 : environnement proche de la source de La Mouvière et de son complexe sourcier sur fond de vue aérienne



Figure 92 : zone de pertes potentielles sur le Bief sur fond de vue aérienne



Figure 93 : photos du site du captage de La Mouvière Source et de son ensemble soucier reportées en Figure 90 à Figure 92 (source : HYGEO 2019)



N°1 Entrée du PPI et vue de la station de traitement



N°2 Prélèvement de l'ASA dans la Charente



N°3 Tête de La Mouvière Source



N°3 Vue intérieure du captage de La Mouvière source



N°4 Exutoire de la source de La Mouvière vers la Charente



N°5 Exutoire de la source de La Mouvière



N°6 Grande Vasque en rive gauche



N°7 Petite Vasque en rive gauche

Figure 94 : photos du site du captage de La Mouvière Source et de son ensemble soucier et des zones de pertes du Bief reportées en Figure 90 à Figure 92 (source : HYGEO 2019)



N°8 Piézomètre de La Mouvière



N°9 Source de Puychenin



N°10 Source de Puychenin au lavoir



N°12 Ancienne carrière vers D56



N°11 Axe drainant Combes du Chien



N°13 Le Bief à Courcôme (Zone de



N°14 Le Bief à Courcôme (Zone de

3.2.2 Caractéristique du captage

• Fonctionnement de l'ensemble sourcier

La source de la Mouvière, d'une profondeur de 4 m est une émergence naturelle des calcaires fracturés et karstifiés du Dogger (Jurassique Moyen) en rive droite de la Charente. Elle fait partie d'un ensemble sourcier plus conséquent comprenant (cf. Figure 89) :

- la Mouvière source ;
- une grande vasque de 35 m de large et de 3 m de profondeur avec déversoir en rive gauche de la Charente ;
- une petite vasque ronde de 3 m de diamètre où s'aperçoit le griffon toujours en rive gauche ;
- des émergences sous-fluviatiles dans le lit de la Charente ;
- la source de Puychenin.

En mars 2004 Hydro Invest a estimé le débit de l'ensemble sourcier en hautes eaux à 950 m³/h (hors émergences sous-fluviatiles). À l'étiage le débit de l'ensemble sourcier (Hors émergences) serait de 300 m³/h.

Tableau 24 : mesures de débits sur l'ensemble sourcier hors émergence sous fluviales (29/03/2004/Hydro Invest)

La Mouvière	305 m ³ /h
Grande Vasque	250 m ³ /h
Petite Vasque	120 m ³ /h
Source de Puychenin	275 m ³ /h
Total ensemble Hautes Eaux	950 m ³ /h

Des essais de pompages en octobre 2004 ont permis de mettre en évidence :

- une relation hydraulique entre la source de la Mouvière, les vasques et la source de Puychenin ;
- une réponse rapide des niveaux de la source de la Mouvière avec les variations des niveaux de la Charente ;
- un niveau de charge des sources supérieur à celui de la Charente en période d'étiage.

Ces éléments mettent en avant un drainage de nappe par la Charente.

Hydro Invest met également en avant la forte influence de certains prélèvements agricoles en rive droite de la Charente sur la source de la Mouvière.

L'aquifère du Dogger, **aquifère discontinu fissuré à karstique, draine ainsi le plateau calcaire en amont de la source de la Mouvière, en rive droite de la Charente**. D'une puissance de l'ordre de 180 mètres dans le secteur étudié, il est composé de calcaires fracturés, affleurant largement sur l'AAC de la Mouvière (cf. Figure 90). Ces calcaires sont localement surmontés par des placages de grèzes⁶, d'une épaisseur pouvant être supérieure à 10 mètres, qui constituent le toit de l'aquifère et reposent sur les formations du Callovien et de l'Oxfordien. Le mur de l'aquifère est constitué par les marnes et les calcaires marneux du Toarcien, non visibles à l'affleurement (EGES, 2007).

Les vallons secs sont des marqueurs de phénomènes karstiques et considérés comme des drains préférentiels pour l'alimentation des sources émergeant dans la vallée de la Charente ou dans ce cours d'eau. Sur l'AAC de la Mouvière, ces vallons secs correspondent à des combes dépourvues de réseau hydrographique. Les deux principales vallées sèches sont localisées à l'amont de la source de la Mouvière (cf. figure suivante) :

- la Grande Combe à l'Ouest de la Mouvière, dont l'axe NW-SE est légèrement décalé par rapport à la source ;
- la Combe du chien, NW-SE, localisée à l'aplomb de la source de Puychenin.

Figure 95 : schéma de fonctionnement de l'ensemble sourcier au droit de La Mouvière (source Hydro Invest)

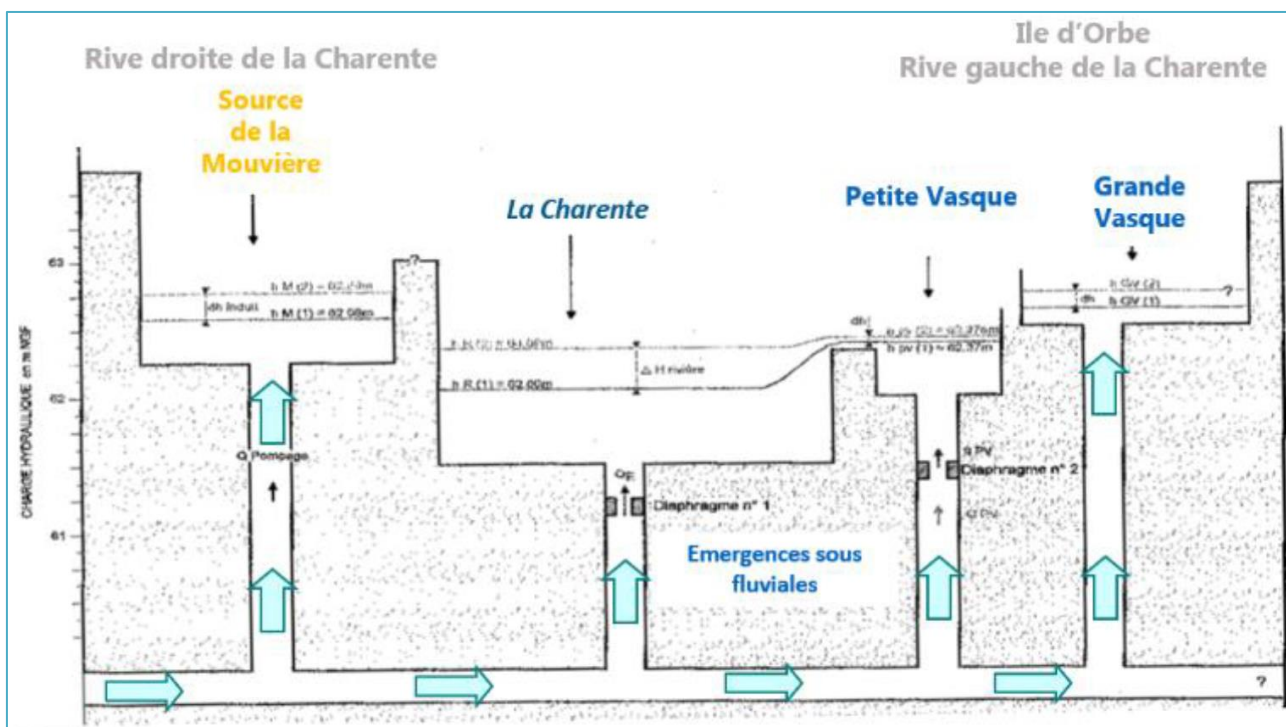
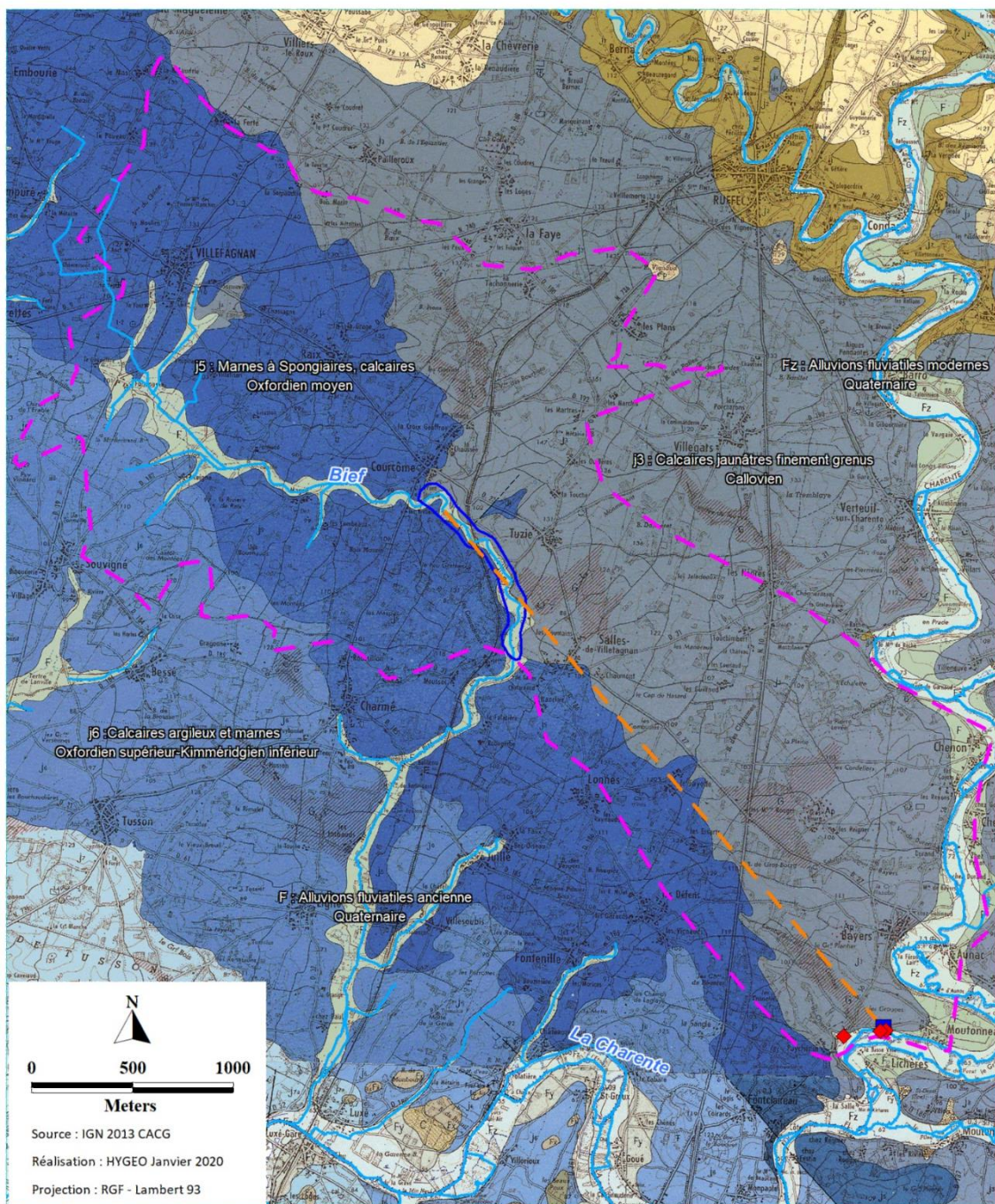


Figure 96 : géologie au droit du site La Mouvière Source

Géologie au captage de La Mouvière Source



- | | | |
|--|---|---|
|  Aire d'Alimentation du Captage de La Mouvière Source |  Axe drainant majeur |  Captage AEP La Mouvière source |
|  Zone d'échange présumé |  Cours d'eau |  Vasque et Source |

- **Instrumentation**

La source de La Mouvière est équipée d'un nitramètre en continu, d'un suivi piézométrique, d'un compteur débitmétrique, d'un suivi mutliparamètres (pH, température, oxygène).

Il est noté que le suivi piézométrique au sein de la source ne peut être utilisé dans le cadre d'une interprétation de suivi des niveaux d'eau sur une période hydrogéologique car la cote piézométrique en régime statique est imposée par le niveau du trop-plein.

Par ailleurs, l'Aume et la Fontaine des Aussegrains ne possèdent aucun suivi débitmétrique ou piézométrique à proximité de la source de Moulin Neuf.

- **Productivité¹¹**

La source est **très productive**, son débit naturel à l'émergence sans pompage a atteint 230 m³/h en 1978).

Pour des pompages de 125 à 90 m³/h en baisse le rabattement au sein du captage est seulement de 6 à 12 cm en moyennes à basses eaux (avec irrigation) et de 3 à 4 cm en hautes eaux pour une durée de 16 à 19 h de pompages par jour.

En étiage une remontée de 10 cm entrainerait un gain d'environ 150 m³/h.

Les pompages agricoles ont une incidence notable sur la source : début septembre l'arrêt de l'irrigation engendre une remontée de 8 cm soit 122 m³/ exploitable selon la ressource. C'est pourquoi le bureau d'étude Hydro Invest est missionné pour établir un suivi et un bilan annuel de leurs impacts sur la source.

Les précipitations influencent rapidement les niveaux de la source avec des phases importantes de recharge/décharge caractéristiques d'un milieu souterrain **très karstifié ouvert et fortement transmissif, vulnérable car en forte relation avec la surface et facilement drainé par l'exutoire**.

- **Exploitation¹²**

La vulnérabilité de la source face aux pollutions diffuses nécessite également un traitement des nitrates par dénitrification biologique et des pesticides via un filtre à charbon actif en granulés.

Les eaux du forage et de la source de La Mouvière sont ensuite utilisées en mélange puis désinfectées par chlore gazeux. La proportion utilisée actuellement est de 90 % pour la source et de 10 % pour le forage.

Le fonctionnement de la station comprend également une bache de stockage en plus de la station de traitement et de pompage.

¹¹ Les débits d'exhaure à la source de La Mouvière de 2019 n'ont pas été transmis par la Saur.

¹² Le schéma de fonctionnement de la station de La Mouvière n'a pas été transmis par la Saur.

3.2.3 Traçage

De **nombreux traçages** ont été effectués sur l'AAC de la source de la Mouvière (Hydro Invest 2004, EGES 2006, Antea, Ginger, Calligee 2009 et EGES 2012, cf. tableau 7). Ils ont permis de conclure à **une faible dispersion et à la présence de drains de taille importante entre les points d'injection et de restitution, notamment selon la direction NW-SE, direction de fracturation principale sur l'AAC vers la source de La Mouvière.**

Le **multitraçage** effectué en mars 2004 par Hydro Invest a notamment permis de mettre en évidence :

- l'unique participation du secteur situé en rive droite de la Charente pour l'alimentation de la source de la Mouvière ;
- une vitesse maximale de transfert très élevée de 130 m/h selon une direction NW-SE attestant de la présence de drains très développés à proximité de l'axe drainant majeur et d'une restitution très rapide, près de 3 jours après injection ;
- des vitesses de transfert plus faibles, de l'ordre de 70 m/h, attestant de trajets moins directs des traceurs, ou de l'ordre de 45 m/h et d'une restitution retardée après 4,5 jours environ, pouvant être liées à des circulations dans les formations plus marneuses de la base du Callovien ;
- d'un débit cumulé des 3 sources (La Mouvière, Grande et Petite Vasques) de 675 m³/h soit en moyenne 30 % de la ressource (le reste arrivant au niveau des émergences sous-fluviales, de Puychenin ou d'autres points).

Le traçage à l'éosine réalisé par Ginger en 2009 dans le cadre de l'étude délimitation de l'AAC a permis de mettre en évidence la **relation directe entre la carrière de Tuzie et la source de la Mouvière**, avec une vitesse modale de transit de 33,5 m/h.

Tableau 25 : synthèse des modalités des traçages sur la Mouvière Source

Date	3 mars au 5 avril 2004 (Hydro Invest)	Octobre 2006 (EGES)	Juillet à août 2009 (Ginger)	16 au 30 avril 2012 (EGES)
Rive Charente	Rive droite			
Injection	<u>3 forages</u> : L'Houmelée Maison Rouge Métairie du Gros Bourg	Lit du Bief en aval de Tuzié	Cavité sèche dans carrière sur Tuzié	Lit du Bief – Zone de perte
Colorant	<u>3 forages</u> : Fluorescéine Iodure de potassium Éosine	Fluorescéine	Eosine	Fluorescéine
Restitution	<u>Les 3 traçages</u> : La Mouvière Source Petite Vasque Grande Vasque + Source de Puychenin pour Éosine seule	Négatif du aux conditions d'étiage (Bief à sec probable)	La Mouvière	La Mouvière (Non observé sur Puychenin)
Vitesse de maximale	45 m/h 70 m/h 127 m/h	-	47,4 m/h	48,4 m/h
Taux de restitution	11,5 % 13,5 % 15,5 %	-	11 %	Impossible car Charente en crue

3.2.4 Qualité de l'eau brute

Les résultats des analyses d'eau brute de la source de La Mouvière, issus de l'ARS Nouvelle Aquitaine délégation de la Charente et des données de ADES ont permis de synthétiser la qualité au droit du captage sur les années 1993-2018.

L'eau est de type bicarbonaté-calcique, moyennement minéralisée, dure, avec un pH basique.

L'eau est quasiment exempte de fer, de manganèse et de fluor. L'arsenic est présent (maximum : 7,3 µg/ - limite de qualité : 10 µg/L)

La source n'est pas affectée par des problèmes de turbidité même en période de crue.

Aucune autre substance toxique ni indésirable n'a été décelée.

La qualité bactériologique n'est pas toujours satisfaisante. La présence de coliformes et d'E. Coli est parfois détectée. Mais la source bénéficie d'un traitement au chlore avant distribution.

- Nitrates

Les teneurs en *nitrates* des eaux brutes sont élevées (min et max : 38 à 77 mg/L), avec une moyenne voisine de 59,7 mg/l) dépassant la limite réglementaire (50 mg/l) pour 85 % des valeurs. Le graphique 4 semble montrer une évolution à la baisse des concentrations maximales en nitrates depuis 2013 sur la source. Toutefois les valeurs restent dans l'ensemble supérieures à 50 mg/L.

Les pics en nitrates sont observables en périodes de lessivage.

- Pesticides

On relève également la présence de pesticides comme : déséthyl-atrazine, atrazine déséthyl déisopropyl, métolachlore, ESA Metolachlore et Metazachlore. Ces éléments sont détectés à des teneurs dépassant parfois les seuils réglementaires de 0,1 µg/l. Les teneurs en pesticides totaux ne dépassent plus la limite de qualité eau potable de 0,5 µg/L depuis 1995.

La vocation agricole du bassin d'alimentation de la source de La Mouvière liée à une faible protection naturelle et des zones d'infiltration préférentielle forte, favorisent la concentration des nitrates et des pesticides.

En raison de la présence de nitrates et de pesticides et occasionnelle de bactéries, la qualité de l'eau brute du captage de la source de La Mouvière ne satisfait pas, sans traitement, aux normes de potabilité réglementaires.

C'est cette dégradation de la qualité qui a conduit à la mise en place de programme de reconquête de la qualité : **Re-Sources**.

- Les Vasques et la source de Puychenin

En 2003 HydroInvest a comparé les conductivités et les températures mesurées sur les vasques, la source de Puychenin et le captage de la Mouvière. L'ensemble des valeurs étaient proches (comprises entre 561 et 641 µS/cm et 13,3 et 14,6 °C) avec des conductivités moyennes (transfert rapide dans l'aquifère) et des températures caractéristiques d'eaux de nappe.

Les nitrates et les pesticides n'ont pas été mesurés au sein des vasques et de la source de Puychenin.

Figure 97 : évolution des teneurs en nitrates de 1993 à 2018 sur La Mouvière source (source ADES 2020)

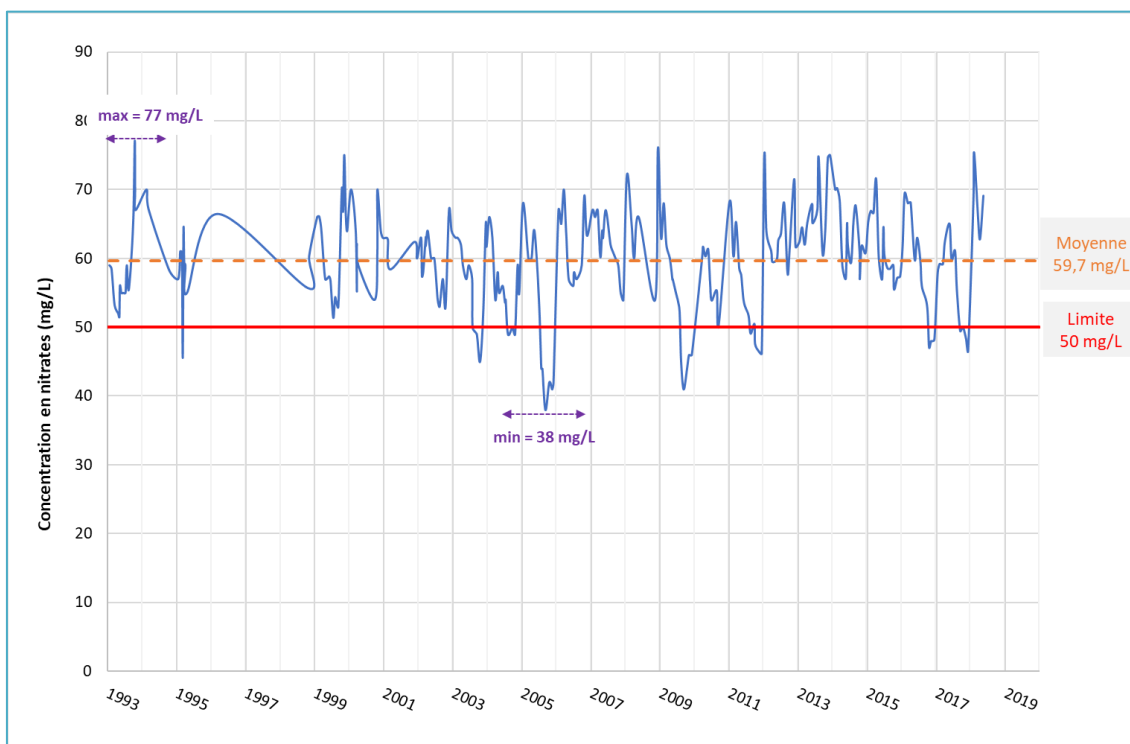


Tableau 26 : qualité du captage de La Mouvière Source (ADES 2020)

		La Mouvière de 1993-2018			Limites et références de qualité (*)
		minima	moyennes	maxima	
Conductivité à 25 °C	µS/cm	610	638	680	180 à 1000
pH	/	7	7,23	7,75	6,5 à 9
Turbidité	NFU	<0,2	0,135	0,21	1
Nitrates	mg/l	38	59,7	77	50
Nitrites	mg/l	<0,01	0,045	0,85	0,5
Ammonium	mg/l	<0,01	0,015	0,18	0,1
Chlorures	mg/l	17	19,7	26,6	250
Sulfates	mg/l	14,9	16,4	18,8	250
Fluorures	mg/l	<0,1	0,07	0,15	1,5
Arsenic	µg/l	<0,1	1,78	7,3	10
Fer total	mg/l	<0,02	0,018	0,08	200
Manganèse total	µg/l	<1	1,37	-	50
Calcium	mg/l	114	119,7	127,2	/
Magnésium	mg/l	2,2	3,0	4,7	/
Plomb	µg/l	<0,001	1,53	-	10
Déséthylatrazine	µg/l	<0,01	0,18	0,8	0,10
Atrazine désisopropyl déséthyl	µg/l	<0,01	0,12	0,22	0,10
Métolachlore total	µg/l	<0,02	0,065	0,25	0,10
ESA Metolachlore	µg/l	<0,02	0,054	0,16	0,10
Metazachlore	µg/l	<0,02	0,014	0,13	0,10
Pesticides totaux	µg/l	0,077	0,26	0,66	0,50
Coliformes totaux	/100 ml	0	28,1	80	0
E. coli	/100 ml	0	3,8	253	0

3.2.5 Relation nappe/rivière

- Le Bief

Le Bief, s'écoule dans des alluvions récentes (argileuses ou argilo-sableuses) et anciennes (comprenant fréquemment des graviers et des graviers calcaires). Des **pertes ont clairement été identifiées sur le Bief**, sur la portion du cours d'eau située dans le prolongement de l'axe drainant majeur de l'aquifère du Dogger NW-SE défini précédemment et au contact des calcaires de l'Oxfordien et du Callovien (cf. Figure 88 et Figure 92).

Ces pertes sont localisées sur une distance de 200 mètres, depuis l'ancien captage de Courcôme, jusqu'au pont de la ligne de chemin de fer au-dessus du Bief (EGES 2007). Elles ont été mises en évidence en premier par des jaugeages sériés en 1978 effectués par le BRGM sur 5 stations. Une portion de cours du Bief a montré un déficit en raison probable d'un écoulement vers la nappe (station du Pont de Nanclair).

L'opération de **traçage des pertes du Bief** réalisée en avril 2012 (EGES 2012) a permis de **démontrer l'existence d'une relation entre les pertes du Bief et la source de la Mouvière**. Le traceur injecté au niveau des pertes a été restitué à la source de la Mouvière avec une vitesse moyenne de transit de 38 m/h, soit 9 jours environ après l'injection et pendant 5 jours.

Ainsi, même si elle **n'est pas précisément quantifiée** en raison d'une crue sur la Charente lors des traçages, une partie des eaux du Bief contribue à l'alimentation des eaux de la Mouvière.

- La Charente

La présence de nombreuses sources en bordure de **Charente** souligne une **alimentation de la Charente par la nappe**, comme présenté pour l'ensemble sourcier de la Mouvière et notamment au travers des **émergences sous-fluviale**. Ces dernières ont été mises en avant par des profils sériés de température et de conductivité au droit de la Charente mettant en avant des anomalies thermiques dans les profondeurs du lit du fleuve.

Cependant l'étude Hydro Invest (Juin 2004) expose une éventuelle réalimentation de la nappe du Dogger par la Charente par infiltration d'une partie de ses eaux, dans le secteur de Chenon. Mais cette relation n'est pas mise en évidence par les suivis. **Les zones où un tel échange est possible sont par ailleurs très réduites et les débits en jeu probablement faibles.**

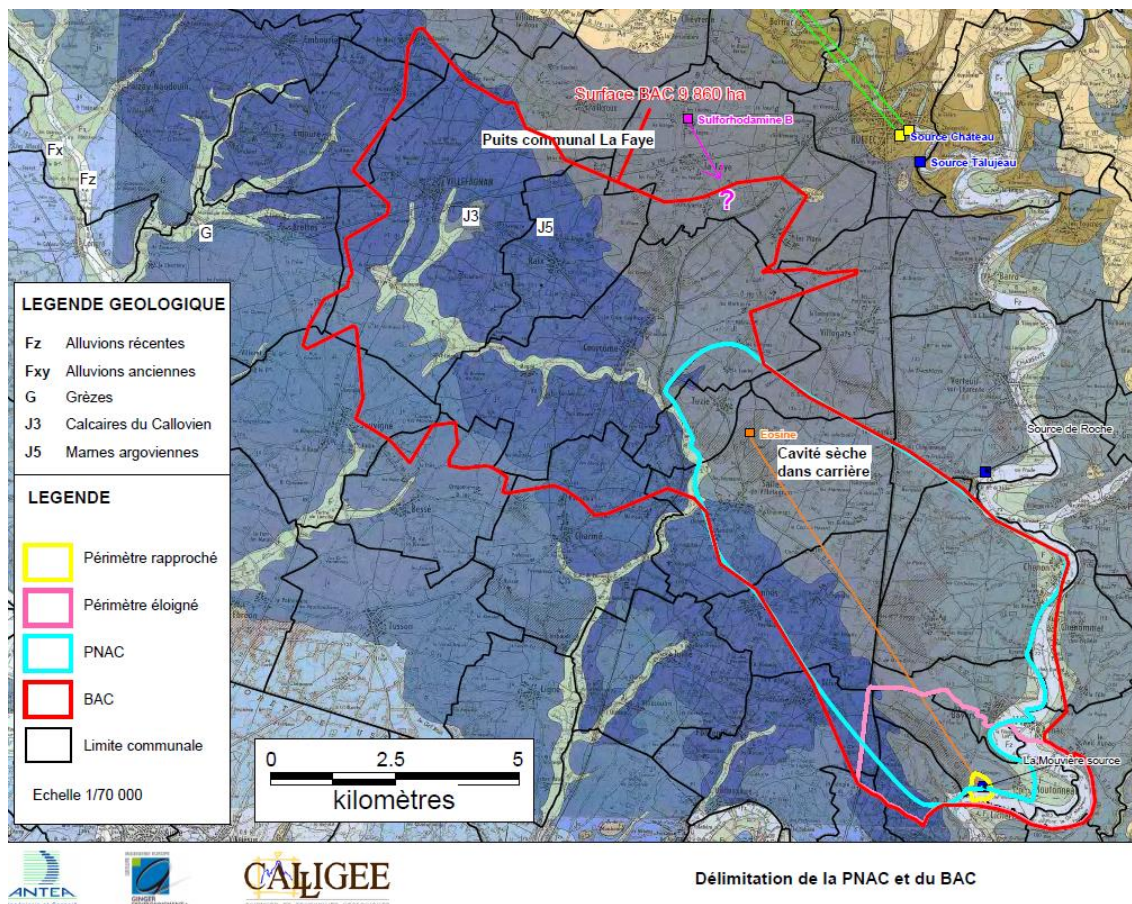
3.2.6 AAC

L'étude Calligée/Antéa/Ginger a permis en 2010 de déterminer l'Aire d'Alimentation du Captage (AAC) de La Mouvière Source qui constitue le secteur d'intervention du programme Re-Sources.

Le tracé de l'AAC s'est basé sur l'esquisse piézométrique, les nombreux traçages réalisés au droit de la nappe du Jurassique moyen identifiant l'axe de drainage principal (cf. Figure 92).

Il s'ensuit un bassin d'alimentation défini sur le département de la Charente et a une superficie d'environ **96,6 km²**. Elle est mitoyenne à l'AAC du captage de Moulin Neuf Source et l'AAC de la source des Roches.

Figure 98 : AAC du captage de La Mouvière Source



3.2.7 Datation de l'eau

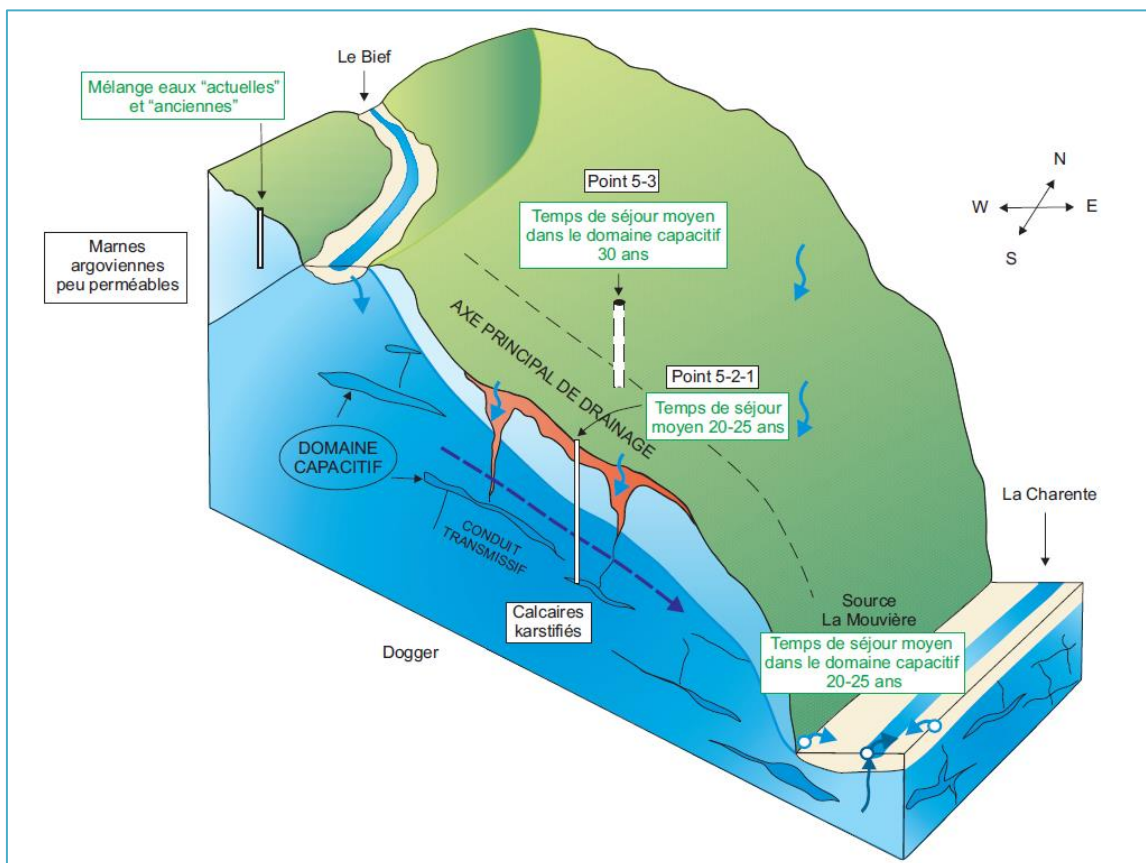
Le bureau d'étude Hydro Invest a réalisé une étude sur la datation des eaux du captage de La Mouvière Source en 2016 par mesure isotopique.

Cette étude a ainsi permis de conclure (cf. Figure 99) que les temps de séjours bruts sont une moyenne entre :

- une composante **actuelle**, transitant à grande vitesse par le réseau karstique transmissif (**quelques jours**) ;
- une composante plus **ancienne**, stockée dans le réseau capacitif et représentant l'écoulement de base (**>30 ans**).

Sur la Mouvière il n'y a aucune variation notable du temps de séjour entre hautes et basses eaux. Le **temps de séjour moyen** des eaux de La Mouvière serait de l'ordre de **20 à 25 ans**. L'évacuation de la surcharge d'eau **actuelle** s'effectue en quelques jours seulement après chaque **épisode pluvieux**. Le **tarissement** est ensuite soutenu en grande partie par l'**écoulement capacitif**.

Figure 99 : schéma de principe de fonctionnement de l'aquifère – La Mouvière Source



3.2.8 Synthèse des connaissances sur les échanges nappe/rivière à proximité de la source de La Mouvière

Dans l'ensemble, le fonctionnement hydrogéologique de la source de La Mouvière et de l'ensemble sourcier dont elle fait partie, est bien appréhendé grâce aux nombreuses études sérieuses réalisées depuis une vingtaine d'année.

La connaissance se repose sur une acquisition de données fiables, variées et inscrites pour la plupart dans la durée. Ces études se sont appuyées sur la réalisation de nombreux traçages, de suivis continus de la qualité et des niveaux /débit des sources et de la Charente, d'analyse sériées dans le fleuve,

La connaissance qui encadre la relation de La Mouvière Source et du Bief est également appréhendée mais moins développée. Les zones de pertes dans le Bief sont localisées globalement sans quantification réelle de son impact par rapport à la source.

Les connaissances sur les échanges nappe/rivière à proximité de la source de La Mouvière sont faibles et des études complémentaires sont nécessaires.

Par conséquent, pour affiner la compréhension des échanges entre La Mouvière Source/le Bief, il est nécessaire d'améliorer la connaissance hydrogéologique et hydrologique de manière ciblée à la bonne période.

Certains protocoles peuvent être mis en place :

- la réalisation de mesure de débits du Bief sur plusieurs tronçons dans toute la partie de contact Dogger/Oxfordien traversant l'AAC (5 km de rivière) afin de mesurer des variations et donc des zones de pertes possibles de manière plus exhaustive (période de moyenne eau ou hautes eaux) ;
- d'un multi-traçage dans le Bief en 2 ou 3 zones différentes (tronçons choisis d'après première phase) avec suivi sur la source de La Mouvière, des vasques et de la source de Puychenin ;
- de mesures de la qualité simultanément au droit de La Mouvière Source et du Bief 3 périodes hydrogéologiques (ME/HE/ME).



4 Proposition de secteurs hydrologiques

L'objectif de cette étude est de proposer un découpage de la zone d'étude en secteurs hydrologiques dont les caractéristiques en termes de connexion hydraulique entre le cours d'eau et l'aquifère superficiel sont homogènes. Ce découpage se base sur la synthèse bibliographique, les observations de terrain et l'analyse des données.

Ce rapport présente la méthodologie utilisée ainsi que les secteurs proposés. Ils seront ensuite soumis à validation du Comité de pilotage et constitueront des zonages préférentiels du protocole d'investigations de la phase 2 de cette étude.

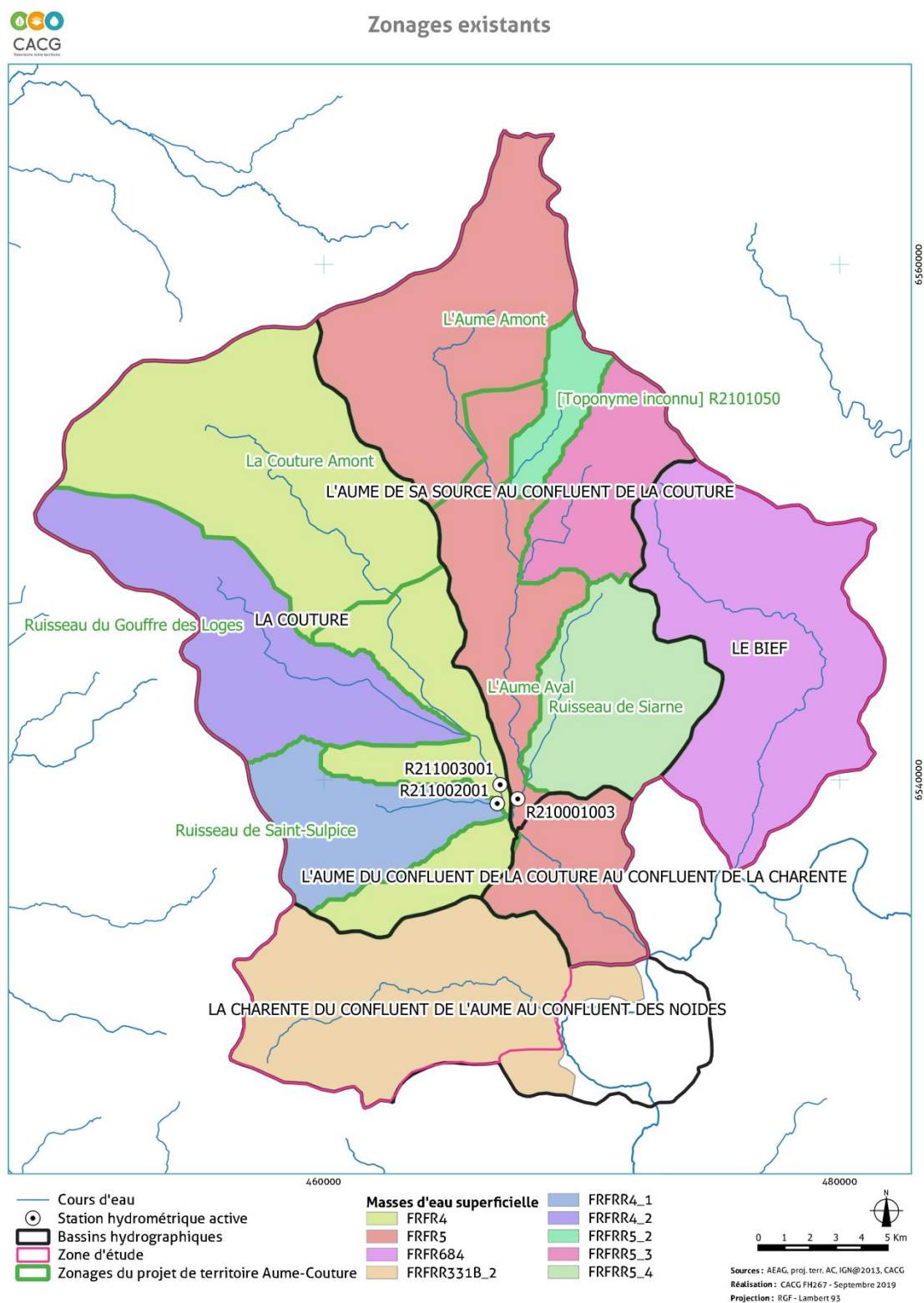
4.1 Méthodologie

La sélection des secteurs hydrologiques doit se baser sur les connaissances actuelles concernant le fonctionnement hydrologique, hydrogéologique et des relations nappe-rivière mais aussi rester cohérente avec les zonages réglementaires et les programmes d'action en cours (particulièrement le projet de territoire Aume-Couture).

La méthodologie se base sur le redécoupage de la zone d'étude par les zones d'actions prioritaires du projet de territoire Aume-Couture, les masses d'eau superficielles définies par le SDAGE Adour-Garonne 2016-2021 et les bassins hydrographiques. Le découpage de la zone d'étude n'épouse pas les limites des masses d'eau superficielle, spécialement sur l'Auge. Les zonages ont dû être adaptés. L'ensemble de ces zones sont localisées sur la Figure 100.

L'objectif est de partir d'un zonage cohérent d'un point de vue hydrologique puis de déterminer si les caractéristiques physiques en lien avec les relations nappe-rivière sont homogènes sur ces zones. Pour ce faire, les caractéristiques de chacune des zones sont compilées dans un tableau comparatif afin de déterminer si elles sont homogènes pour chaque zone et s'il existe des similitudes entre zones.

Figure 100 : zonages existants

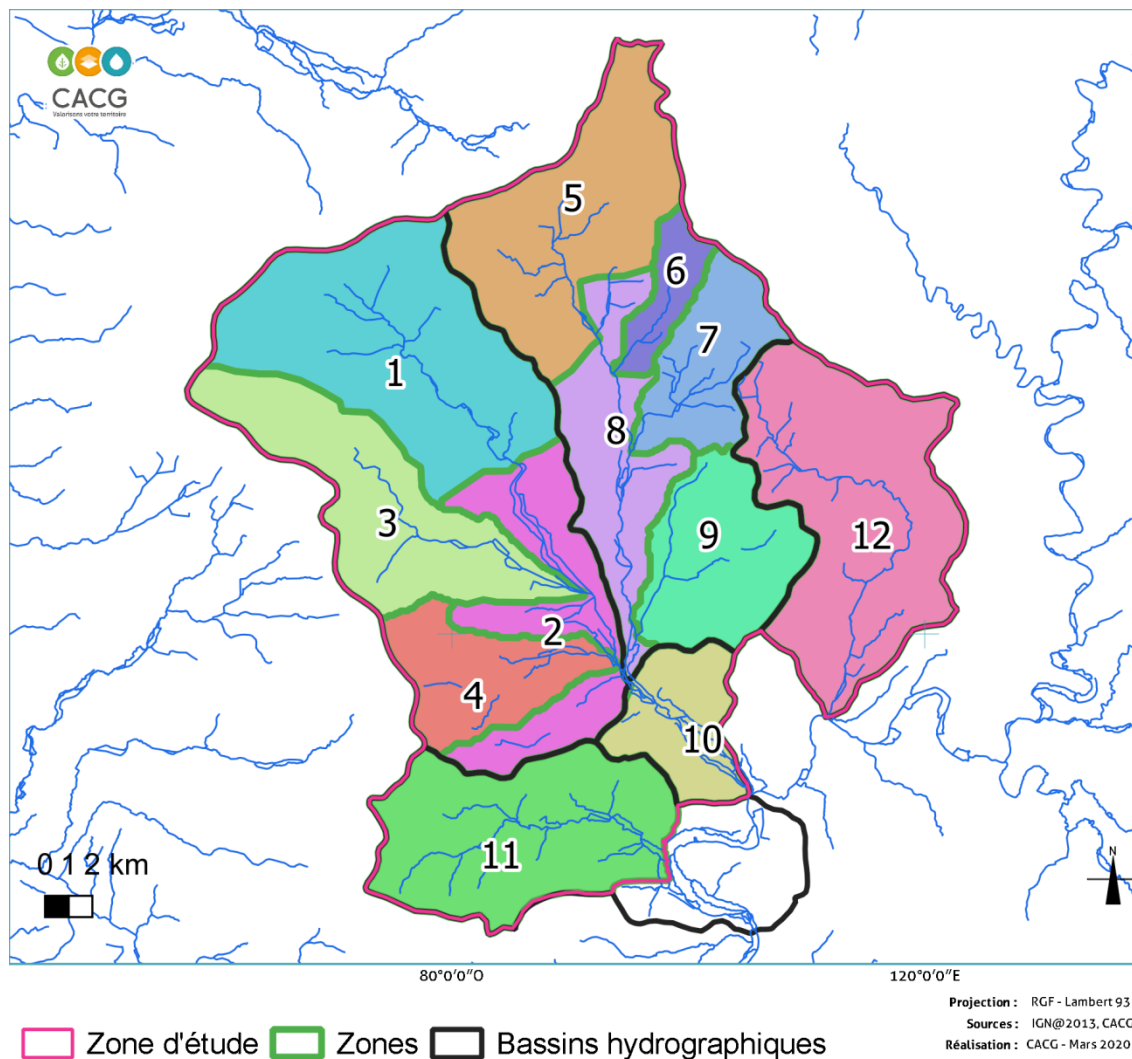


4.1.1 Zonage initial

Le zonage initial, déterminé à partir des zonages existants, permet de définir 11 zones :

- 4 zones pour le bassin de la Couture :
 - Zone 1 : le bassin de la Couture amont ;
 - Zone 2 : le bassin de la Couture aval
 - Zone 3 : le bassin versant du ruisseau du Gouffre des Loges
 - Zone 4 : le bassin versant du ruisseau de Saint Sulpice
- 5 zones pour le bassin de l'Aume :
 - Zone 5 : le bassin de l'Aume amont
 - Zone 6 : le bassin du cours d'eau de Paizay-Naudouin
 - Zone 7 : le bassin du ruisseau des fontaines de Frédière
 - Zone 8 : le bassin de l'Aume aval
 - Zone 9 : le bassin versant du ruisseau de Siarne
- 1 zone pour le bassin de l'Aume-Couture (zone 10)
- 1 zone pour le bassin de l'Auge (zone 11)
- 1 zone pour le bassin du Bief (zone 12)

La cartographie de ces zones est en Figure 101.

Figure 101 : zones pré-identifiées pour les secteurs hydrologiques

4.1.2 Caractérisation des zones

Chacune des zones pré-identifiée est comparée aux autres selon :

- la densité de stations de suivi (hydrométrie et piézométrie) ;
- sa nature : nappes superficielles présentes et pédologie des vallées ;
- la densité d'indices de relations nappe-rivière (résurgence et perte) ;
- la densité de zones humides et zones de marais ;
- la présence de captages AEP et la pression de prélèvement en eau.

Le tableau, ci-dessous, rassemble ces éléments. Le chapitre suivant se base sur ces éléments pour proposer des secteurs hydrologiques.

Tableau 27 : comparaison des caractéristiques de chaque zone

Zone		Stations de suivi		Nature physique		Indices de relations nappe-rivière		Zones Humides		Captages AEP	Pression de prélèvement
N°	Nom	Hydrométrie	Piézométrie	Nappes superficielles	Pédologie des vallées	Résurgences	Pertes	Préloc.	Marais		
1	Bassin de la Couture amont		NON	Jurassique supérieur	Surtout calcaires	Non observées	0	1 %	0		Faible
2	Bassin de la Couture aval	R211003001	Jurassique supérieur : 1	Jurassique supérieur	Surtout tourbeuses	1	0	5 %	4		Forte
3	Bassin du ruisseau du Gouffre des Loges		Jurassique supérieur : 2	Jurassique supérieur	Calcaires en amont et tourbeuses en aval	3	0	6 %	6		Faible
4	Bassin du ruisseau de Saint-Sulpice	R211002001		Jurassique supérieur	Tourbeuses	2	0	6 %	4		Forte
5	Bassin de l'Aume amont			Jurassique supérieur + Jurassique moyen + Alluvions de la Charente	Calcaires	1	0	2 %	0		Moyenne / Faible
6	Bassin du cours d'eau de Paizay-Naudouin			Jurassique supérieur + Jurassique moyen	Groie moyenne	1	0	1 %	0		Forte
7	Bassin du ruisseau des fontaines de Frédière			Jurassique supérieur + Jurassique moyen	Groies marneuses en amont et groies moyennes en aval	1	0	4 %	1		Moyenne / Faible

Zone		Stations de suivi		Nature physique		Indices de relations nappe-rivière		Zones Humides		Captages AEP	Pression de prélèvement
N°	Nom	Hydrométrie	Piézométrie	Nappes superficielles	Pédologie des vallées	Résurgences	Pertes	Préloc.	Marais		
8	Bassin de l'Aume aval	R210001003	Jurassique supérieur : 1	Jurassique supérieur	Calcaires en amont et tourbeuses en aval	2	0	9 %	2	Moulin Neuf	Forte
9	Bassin du ruisseau de Siarne			Jurassique supérieur	Groies moyennes en amont et groies supreficielles en aval	2	0	3 %	2		Moyenne / Forte
10	Bassin de l'Aume en amont de la Couture		Jurassique supérieur : 1	Jurassique supérieur	Tourbeuses	1	0	5 %	1		Forte
11	Bassin de l'Auge		Jurassique supérieur : 1	Jurassique supérieur + Alluvions de la Charente	Tourbeuses	7	0	7 %	2		Moyenne / Faible
12	Bassin du Bief		Jurassique moyen : 1	Jurassique supérieur + Jurassique moyen + Alluvions de la Charente	Groies marneuses en amont et groies moyennes en aval	2	2	6 %	2	La Mouvière	Moyenne / Forte

4.2 Secteurs hydrologiques proposés

4.2.1 Bassin versant de la Couture

4.2.1.1 *Bassin versant de la Couture amont (zone 1) et aval (zone 2)*

Sur le bassin versant de la Couture, le suivi hydrométrique de la Couture n'est fait qu'à Oradour (station Le Maine), il n'est pas possible aujourd'hui de faire de distinction entre le régime hydrologique amont et aval de la Couture.

Il existe des différences entre l'amont et l'aval du bassin en termes de :

- pressions de prélèvement : plus de pressions en aval qu'en amont ;
- fréquence d'assecs : plus importants en amont des Gours ;
- pédologie des vallées : vallée calcaire en amont et tourbeuse en aval ;
- milieux humides : des zones humides plus larges et plus de marais en aval.

3 découpages ont un intérêt :

- 1 seul secteur hydrologique pour la vallée de la Couture pour rester en cohérence avec le suivi hydrométrique actuel ;
- 2 secteurs hydrologiques avec un découpage amont/aval :
 - la limite entre les deux secteurs peut être conservée à la limite des départements pour être en cohérence avec les zonages du projet de territoire ;
 - la limite entre les deux secteurs peut être décalée légèrement vers le sud pour correspondre à la limite pédologique des vallées de la Couture.

4.2.1.2 *Bassin versant du Ruisseau du gouffre des Loges (zone 3)*

De façon similaire au bassin de la Couture, le ruisseau du gouffre des Loges, dans sa partie en amont du gouffre des loges et du marais de la Borne, a des fréquences d'assecs plus importantes qu'à l'aval et une pédologie de sa vallée passant d'une vallée calcaire en amont à une vallée tourbeuse en aval (donc des échanges directs entre la rivière et la nappe qui diminuent mais une alimentation par des résurgences).

La piézométrie du Jurassique supérieur est suivie sur ce bassin, contrairement à l'hydrologie du cours d'eau. La pression de prélèvement est proche de celle du bassin de la Couture amont.

De même que pour la Couture, la zone du bassin du ruisseau du gouffre des Loges (zone 3) peut être découpé en deux zones dont la limite se situe à mi-chemin entre Couture-d'Argenson et Saint-Fraigne et qui partage la zone en : une zone amont (vallée calcaire) et une zone aval (vallée tourbeuse).

4.2.1.3 Bassin versant du ruisseau de Saint-Sulpice

La pédologie de la vallée du ruisseau de Saint-Sulpice est caractéristique d'une vallée tourbeuse comme l'aval du bassin de la Couture. Le reste de la pédologie du bassin ne permet pas d'orienter un découpage puisqu'elle varie de part et d'autre du cours d'eau : groie moyenne en rive droite et groie superficielle en rive gauche.

Le bassin a une quantité de zones humides et de marais non négligeable. Quelques résurgences ont été observées lors de la phase de terrain.

La fréquence des assecs est importante et de façon similaire à celles de la Couture aval et de l'aval du ruisseau du gouffre des Loges.

Un regroupement de ce bassin avec les parties avals des bassins de la Couture et du ruisseau des Loges est donc possible.

4.2.1.4 Conclusions

L'étude a permis de faire 2 propositions de découpage des bassins avec des variantes internes :

1. Les bassins de la Couture, du ruisseau du gouffre des Loges et ruisseau de Saint-Sulpice sont conservés isolés avec la possibilité de diviser les bassins de la Couture et du ruisseau du gouffre des Loges en deux bassins amont et aval. On obtient ainsi un total entre 3 et 5 secteurs hydrologiques.
2. Le bassin du ruisseau de Saint-Sulpice est regroupé avec les découpages aval de la Couture et du ruisseau du gouffre des Loges ou seulement avec celui de la Couture aval.

4.2.2 Bassin versant de l'Aume

4.2.2.1 Bassin de l'Aume amont et aval et bassin du cours d'eau de Paizay-Naudouin

La zone 5 (bassin de l'Aume amont) est à mettre en relation avec la partie de la zone 8 (bassin de l'Aume aval) en amont de Longré et la zone 6 (bassin du cours d'eau de Paizay-Naudouin). Ces deux zones ont :

- des pressions de prélèvement similaires (moyennes) ;
- des assecs assez fréquents mais qui diminuent au fil du cours d'eau ;
- un fond de vallée calcaire ;
- de zones humides de faible envergure.

Il est donc proposé de rassembler les zones 5, 6 et la partie de la zone 8 en amont de Longré.

4.2.2.2 Bassin du ruisseau des fontaines de Frédière (zone 7) et bassin versant du ruisseau de Siarne (zone 9)

Le bassin du ruisseau des fontaines de Frédière (zone 7) est particulièrement sensible aux assecs et celui du ruisseau de Siarne (zone 9) l'est sensiblement moins.

La présence de zones humides et de marais sur ces zones n'y est pas négligeable. De plus, la zone Natura 2000 « FR5412021 - PLAINE DE VILLEFAGNAN », site de la directive "Oiseaux", recouvre une grande surface de ces bassins. Ce sont donc des sites d'intérêt écologique dans lesquels la conservation de la biodiversité est un enjeu majeur.

Le bassin du ruisseau des fontaines de Frédière (zone 7) est aussi une zone spécifique sur laquelle les nappes du Jurassique supérieur et du Jurassique moyen (Dogger) sont superficielles. De nombreuses résurgences et pertes influencent les débits des cours d'eau.

Les prélèvements sont significatifs sur le bassin du ruisseau de Siarne (zone 9) et restent importants mais moindres sur le bassin du ruisseau des fontaines de Frédière.

L'intérêt écologique de ces bassins, la fréquence des assecs et leurs positions d'affluents de l'Aume permettent difficilement de les associer à d'autres zones. Il est recommandé de les conserver séparées.

4.2.3 Bassin versant de l'Aume en amont de la Couture (zone 10)

Le bassin versant de l'Aume en amont de la Couture (zone 10) était rassemblé avec l'Aume amont (zone 8) dans les zones d'actions du projet de territoire. Il est vrai que ces deux zones ont des prélèvements importants et qu'ils sont dans la même continuité hydrologique. Néanmoins, du fait des forts débits du cours d'eau à partir de la confluence avec la Couture, les fréquences d'assecs diminuent fortement en aval. Aussi, la morphologie du cours d'eau varie légèrement avec en aval une augmentation du nombre de bras qui forment un lit majeur large mais aussi très canalisé.

Aussi, la station hydrométrique de l'Aume à Oradour (station Moulin de Gouge) permet de déterminer le débit de l'Aume en amont de la confluence.

Du point de vue des relations nappe-rivière, les deux zones ont des comportements similaires avec des fonds de cours d'eau tourbeux qui limitent les échanges mais des échanges par débordement à mettre en relation avec la présence de nombreuses zones humides et zones de marais.

Ces deux zones peuvent donc être conservées séparément pour plus de cohérence avec l'hydrologie ou être fusionnées au vu de leur comportement similaire en termes d'échanges nappe-rivière.

4.2.4 Bassin de l'Auge (zone 11)

L'Auge a une vallée tourbeuse qui est très propice au développement de zones humides et de marais. Les échanges entre la nappe et la rivière sont limités par la présence de la tourbe mais de nombreuses résurgences observées sur le bassin permettent une réalimentation du cours d'eau par les eaux souterraines. Les relations nappe-rivière sont globalement homogènes sur le bassin même si elles ont peu été étudiées. Il possède un piézomètre de suivi de la nappe du Jurassique supérieur mais le débit de l'Auge n'est pas suivi.

Ce bassin est difficilement associable à un autre bassin d'un point de vue hydrologique. Il est donc préconisé de le garder indépendant.

4.2.5 Bassin du Bief (zone 12)

La pédologie de la vallée du Bief n'est pas identifiée comme différente du reste du bassin, constitué de groies marneuses en amont et groies moyennes en aval. Des pertes et résurgences ont été observées sur le bassin. La présence de zones humides et de marais est importante sur le bassin. Les relations nappe-rivière sont globalement homogènes sur le bassin (seule la partie médiane de Courcôme à Salles-de-Villefagnan est différente mais limitée en termes de longueur de linéaire de cours d'eau).

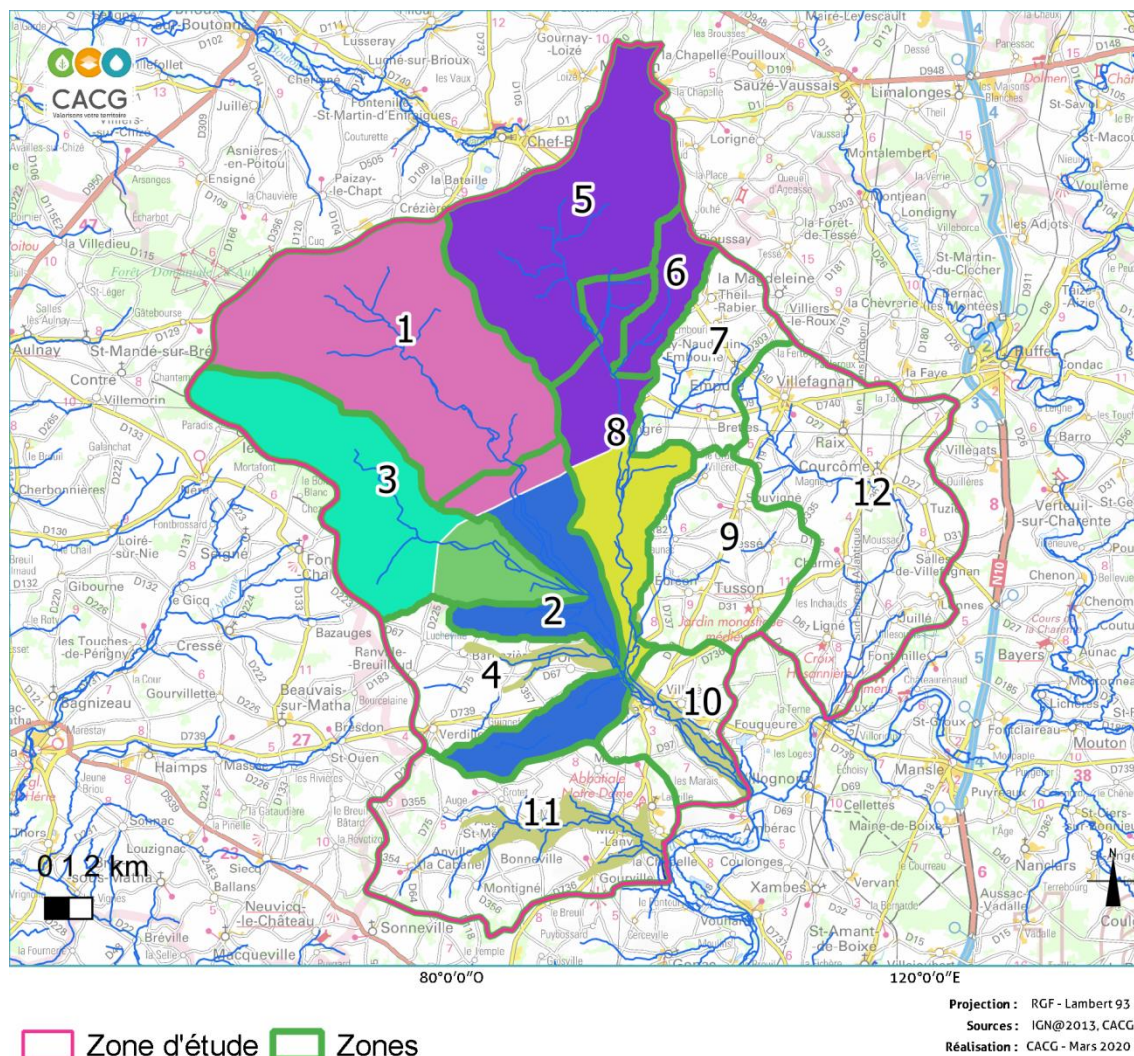
Il possède un piézomètre de suivi de la nappe du Jurassique moyen (Dogger) mais le débit du Bief n'est pas suivi. Le captage AEP de la Mouvière et son contexte ont bien été étudiés (Cf. chapitre 3.2).

Malgré le fait que le Bief soit alimenté par des résurgences sur sa partie amont et aval mais pas dans sa partie médiane, ce bassin est difficilement associable à un autre bassin d'un point de vue hydrologique. Il est donc préconisé de le garder indépendant.

4.2.6 Découpages

Les découpages proposés pour les bassins de l'Aume, de la Couture et du ruisseau du gouffre des Loges sont représentés dans la Figure 102 en comparaison des zones initiales.

Figure 102 : découpages possibles des bassins versants de la Couture, de l'Aume et du ruisseau du gouffre des Loges





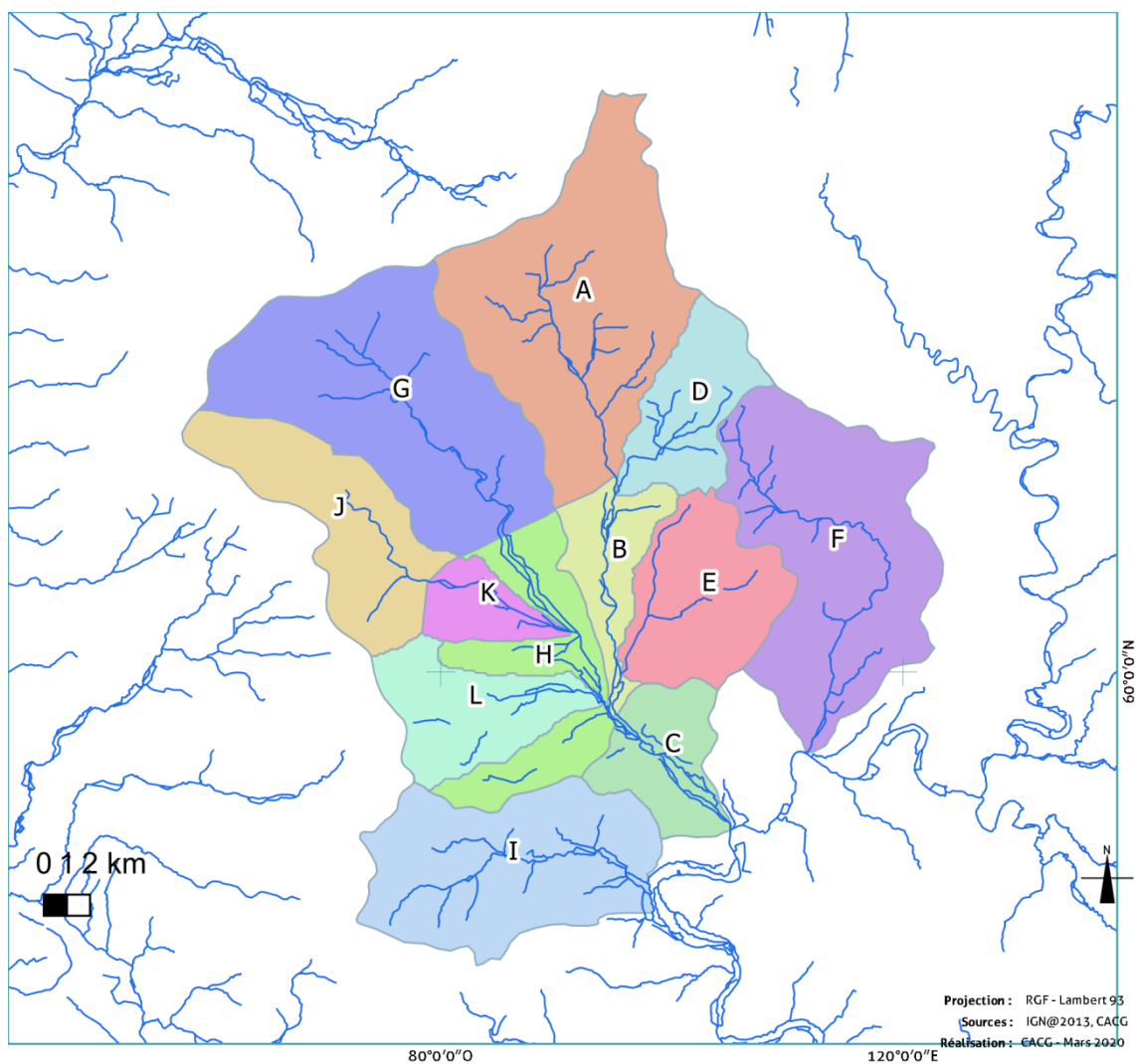
4.3 Secteurs hydrologiques sélectionnés

Le 30 Septembre 2020 se sont tenues une réunion du Comité Technique suivie d'une réunion du Comité de Pilotage (COPIL). Elles ont permis de valider le zonage proposé. Les secteurs hydrologiques validés sont représentés ci-dessous.



Tableau 28 : Secteurs hydrologiques validés

N°	Nom
A	Bassin de l'Aume amont
B	Bassin de l'Aume en amont de la Couture
C	Bassin de l'Aume et de la Couture
D	Bassin du ruisseau des fontaines de Frédière
E	Bassin du ruisseau de Siarne
F	Bassin du Bief
G	Bassin de la Couture amont
H	Bassin de la Couture aval
I	Bassin de l'Auge
J	Bassin du ruisseau du Gouffre des Loges amont
K	Bassin du ruisseau du Gouffre des Loges aval
L	Bassin du ruisseau de Saint-Sulpice

Figure 103 : Secteurs hydrologiques validés

5 ORIENTATIONS POUR LE PROTOCOLE D'INVESTIGATION

L'élaboration du protocole d'investigation de la phase 2 sera basée sur la connaissance des bassins versants.

L'analyse du contexte a permis de mettre en évidence :

- Les régimes hydrauliques du Bief et de l'Auge ne sont pas suivis et celui de l'Aume-Couture n'est suivi que par 3 stations toujours en fonctionnement qui se trouvent dans la même zone. L'équipement des cours d'eau pour la mesure de leurs débits et des campagnes de jaugeage sont nécessaires.
- La nappe alluviale ne fait l'objet d'aucun suivi piézométrique. La compréhension de son fonctionnement est prioritaire dans la compréhension des relations entre les différents hydrosystèmes. L'équipement de cette nappe pour le suivi piézométrique est nécessaire.
- Les échanges nappe-rivière dépendent majoritairement de la nature (et donc de la perméabilité) des fonds des cours d'eau. L'identification des zones de tourbe (ou de dépôts sédimentaires peu perméables) et l'impact de ces dernières sur le fonctionnement des échanges nappe-rivière est primordial dans la compréhension et l'estimation de ces échanges. Des sites caractéristiques seront à étudier car les études actuelles ne donnent pas assez d'information sur ce sujet.
- La nappe du Jurassique supérieur affleure sur la majorité de la zone d'étude et la nappe du Jurassique moyen affleure à l'est du bassin de l'Aume et sur le bassin du Bief. Ces deux aquifères calcaires ont des propriétés hydrodynamiques différentes. Les zones de contact de ces deux aquifères devront faire l'objet d'un suivi approfondi.
- Les zones humides sont un enjeu majeur de ces bassins du fait de leur importance écologique et dans la régulation des ressources en eau. Une ou plusieurs zones humides devront faire l'objet d'un suivi pour améliorer la connaissance de leur alimentation en eau et de leur fonctionnement.
- Les résurgences et pertes de la zone d'étude interviennent dans la régulation du régime hydraulique des cours d'eau. Certaines devront être équipées pour quantifier leur influence sur les débits des cours d'eau.
- Le suivi récent des assecs sur la zone d'étude montre une évolution des comportements des cours d'eau et des incohérences avec les données du réseau ONDE. Ce suivi devra être prolongé et étendu.

6 ANNEXES

Liste des Annexes

Annexe 1 : fiches de terrain

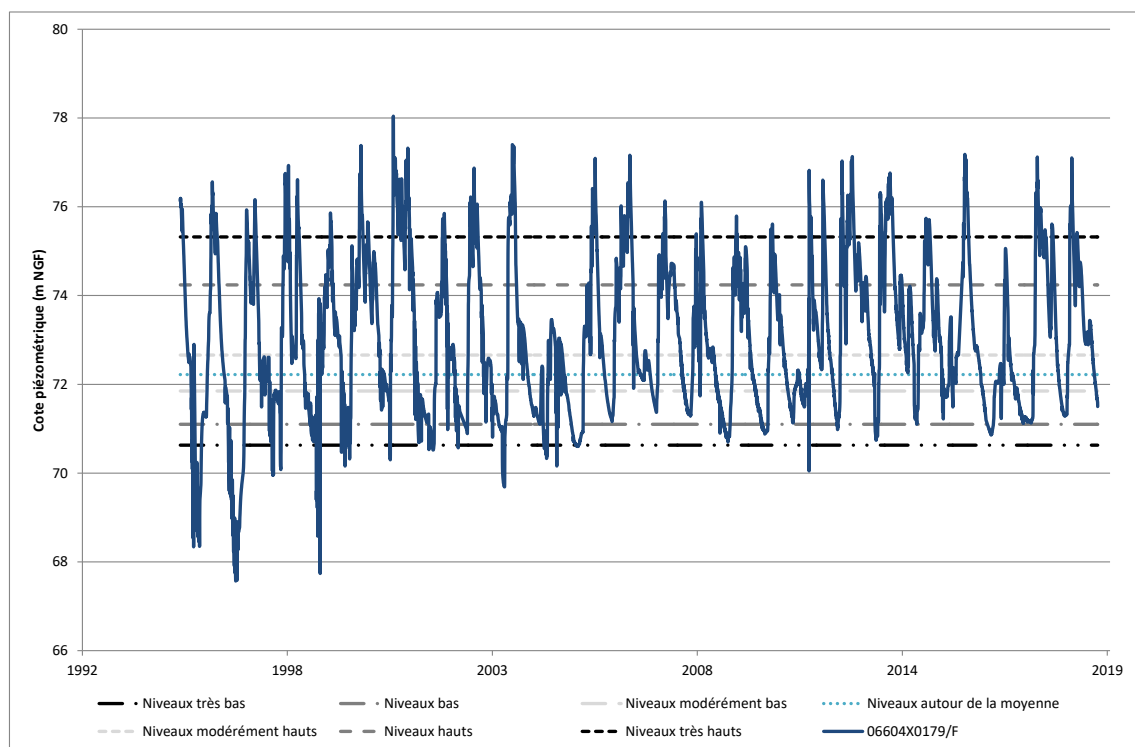
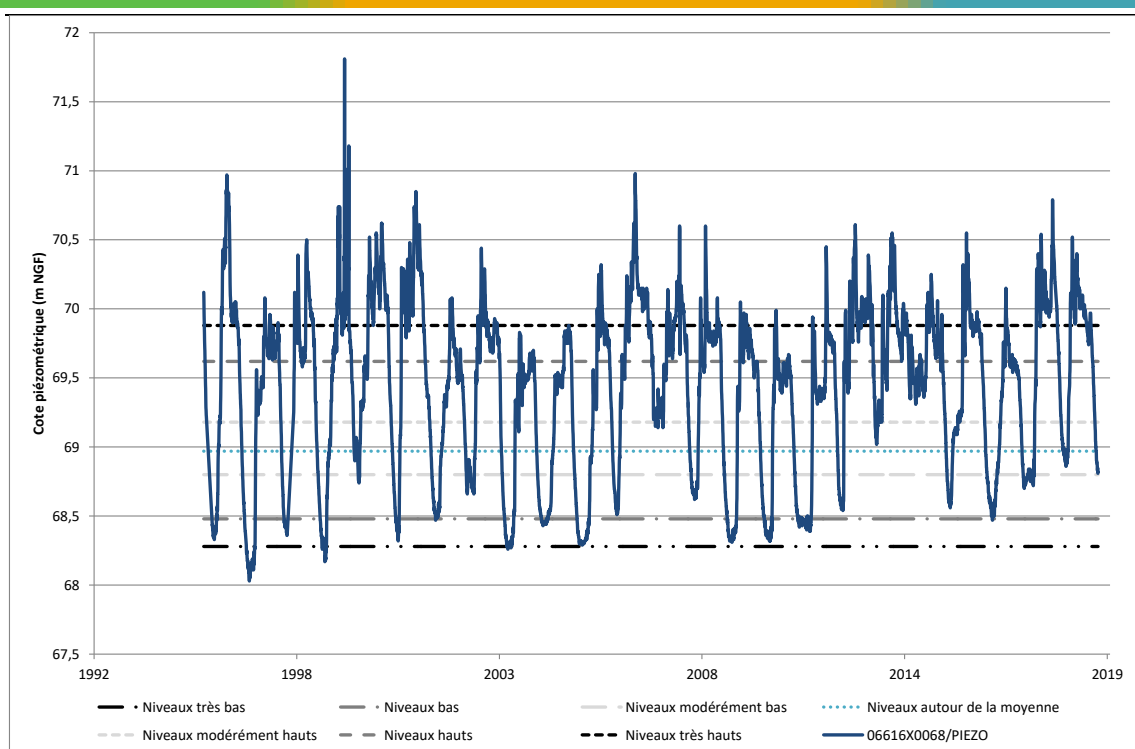
Annexe 2 : piézométries des points d'eau à échelles individuelles

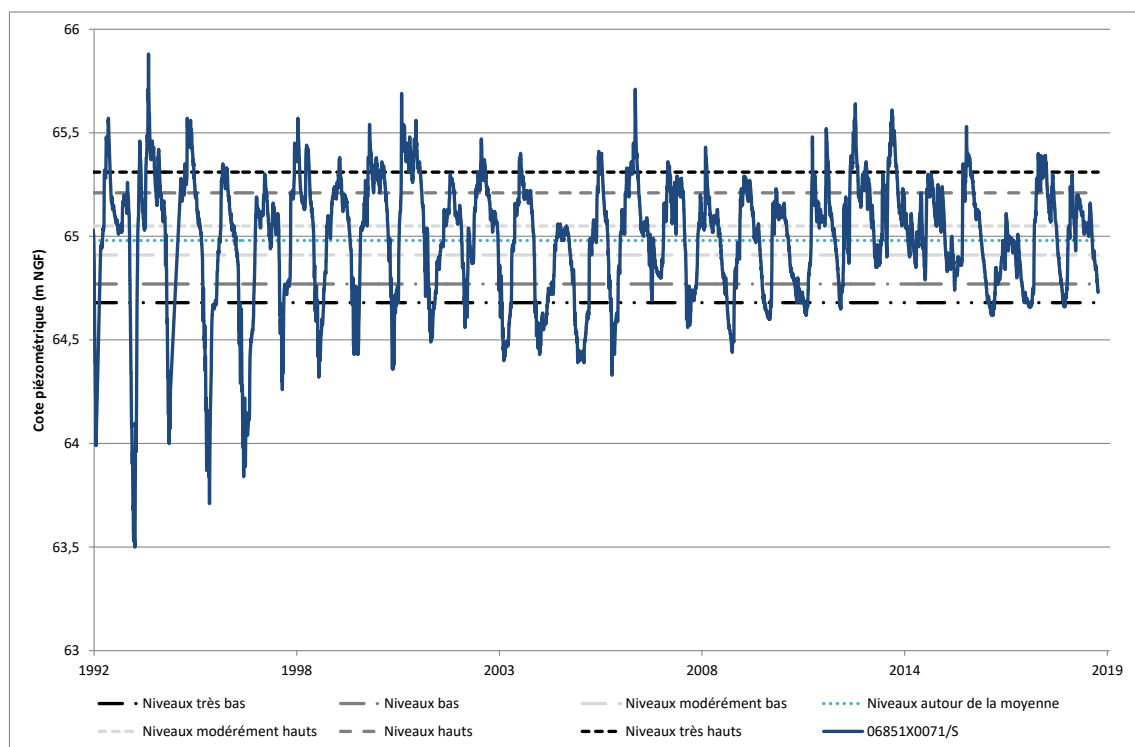
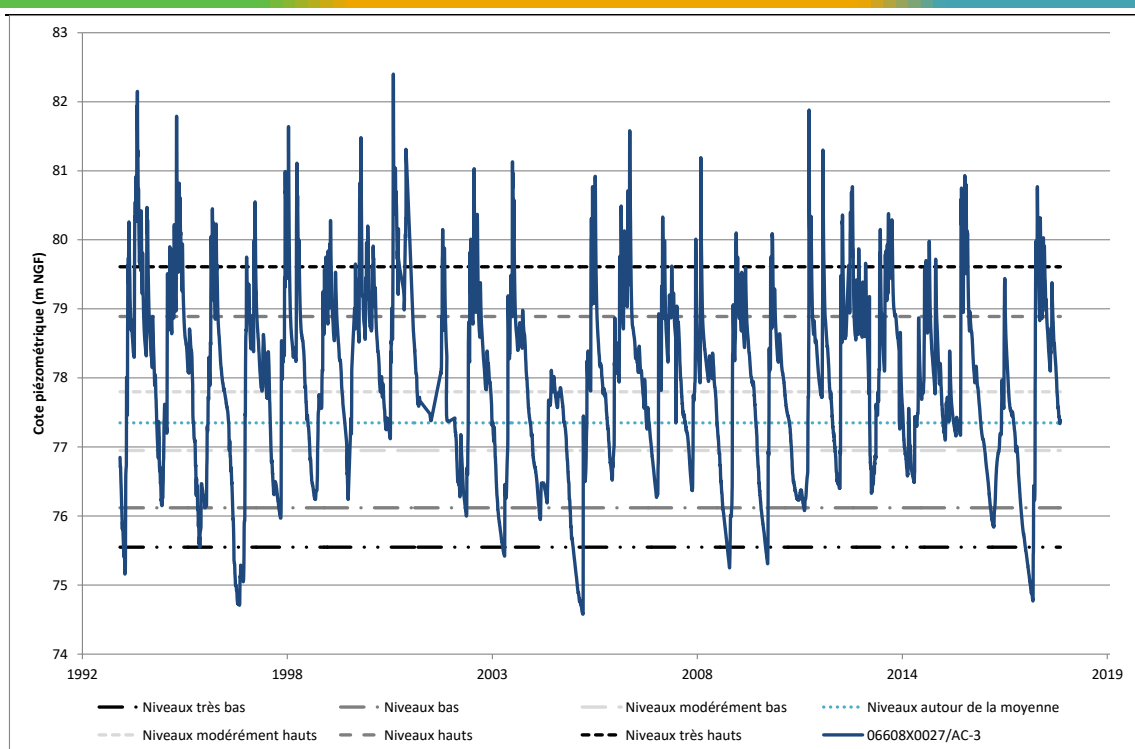
Annexe 3 : tableau des documents bibliographiques disponibles sur la plateforme d'échange

Annexe 4 : Etats des écoulements sur le territoire du SMA BACAB en 2018 et 2019

Annexe 1 : fiches de terrain

Annexe 2 : piézométries des points d'eau à échelles individuelles







Annexe 3 : tableau des documents bibliographiques disponibles sur la plateforme d’échange

Titre	Auteur	Date	Code	Nom du fichier	Localisation plateforme	Dépôt par	Bassin versant		
							A C	Aug e	Bi ef
NA	NA	??		NP_Presentation_AAC_Moulin_Neuf_2014.pdf			X		
Proposition de délimitation de l'aire d'alimentation de la source de Moulin Neuf à Saint Fraigne (16)	BRGM	2002	RP-51614-FR	RP-51614-FR.pdf			X		
Etude de l'environnement hydrogéologique du captage de la source de Moulin Neuf	BRGM	1980	80-SGN-302-POC	80-SGN-302-POC.pdf			X		
Présentation–État des lieux du territoire des bassins Aume-Couture, Auge et Bief	Charente Eaux	2018		Cartographie_SMA BACAB.pdf	Données/Données_ChEaux	AURELIE KRZYZYK	X	X	X
Operation Re-Sources - Etude du diagnostic du bassin d’alimentation de la source de moulin-neuf	NCA Environnement	2006		Diagnosticterr_MoulinNeuf_NCAJuin06.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	Aurore Cuillerier	X		
PROJET DE TERRITOIRE AUME-COUTURE Etat des lieux et Diagnostic	EPTB Charente et Chambre Agriculture Charente	????		Etat des lieux Diag AumeCouture VF.pdf	Données/Données_ChEaux/Projet de territoire Aume Couture	Aurore Cuillerier	X		
ETUDE COMPLEMENTAIRE DE DATATION DES EAUX SUR LE CAPTAGE DE MOULIN NEUF (SAINT FRAIGNE, 16)	Hydro Invest	2016	M 8063 - HI2016030225	M8063 - HI2016030225_Datations St Fraigne.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	AURELIE KRZYZYK	X		
Aire d’alimentationdes captages et vulnérabilitéintrinsèque de l’aquifère - Source de la Mouvière06617X0008/HYCommune de Moutonneau (16)	GINGER, CALLIGEE, ANTEA	2010 ?		AEAG-plaquette-MOUVIERE.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/4-AAC Source de la Mouvière	AURELIE KRZYZYK			X
Délimitation des Aires d’Alimentation des Captages prioritaires du bassin Adour Garonne - Phase 2 : Investigations complémentaires et délimitation des aires d’alimentation des captages Source de la Mouvière 06617X0008/HY Commune de Moutonneau (16)	GINGER, CALLIGEE, ANTEA	2009		AEAG-phase2-Mouviere.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/4-AAC Source de la Mouvière	AURELIE KRZYZYK			X
Délimitation des Aires d’Alimentation des Captages prioritaires du bassin Adour Garonne - Phase 3 : Vulnérabilité intrinsèque des aires d’alimentation des captages Source de la Mouvière 06617X0008/HY Commune de Moutonneau (16)	GINGER, CALLIGEE, ANTEA	2010		AEAG-BAC-phase3_Mouvière.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/4-AAC Source de la Mouvière	AURELIE KRZYZYK			X
Mouvière - Carte de localisation des tarières	GINGER, CALLIGEE, ANTEA			Annexe page 22 Implantaion tarières.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/4-AAC Source de la Mouvière/Annexes	AURELIE KRZYZYK			X
Délimitation de la PNAC et du BAC	GINGER, CALLIGEE, ANTEA			Annexe page 9 Délimitation Bac mouvière.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/4-AAC Source de la Mouvière/Annexes	AURELIE KRZYZYK			X
Zonages et classements du territoireClassement réglementaire de l’Auge (FRFRR331B_2) et Classement au regard des zonages du SDAGE 2010-2015	NA	2016		1_20160216_Zonages et classements_Auge.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/21-PAOT-Auge-FRFRR331B_2	AURELIE KRZYZYK		X	
NA	NA	2015		2_20151217_Agricole_Auge.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/21-PAOT-Auge-FRFRR331B_2	AURELIE KRZYZYK		X	
NA	NA	2016		3_20160211_Irrigation_Auge.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/21-PAOT-Auge-FRFRR331B_2	AURELIE KRZYZYK		X	
NA	NA	2015		4_20151120_Plan_eau_Auge.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/21-PAOT-Auge-FRFRR331B_2	AURELIE KRZYZYK		X	
NA	NA	2015		5_20151201_zone humide_Auge.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/21-PAOT-Auge-FRFRR331B_2	AURELIE KRZYZYK		X	
NA	NA	2016		6_Cartes_Auge_2016.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/21-PAOT-Auge-FRFRR331B_2	AURELIE KRZYZYK		X	
PAOT n°22 : Bassin versant de l’AUGE – FRFRR331B_2	DDT Charente	2015		20151125_Qualité_PAOT21_Sauvage.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/21-PAOT-Auge-FRFRR331B_2	AURELIE KRZYZYK		X	

Titre	Auteur	Date	Code	Nom du fichier	Localisation plateforme	Dépôt par	Bassin versant		
							A C	Aug e	Bi ef
Bassin versant de l'Auge (ou Sauvage) -FRFR331B_2 : Contexte du Bassin versant	DDT Charente	2015		20151217_Synthèse_PAOT_Auge.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/21-PAOT-Auge-FRFR331B_2	AURELIE KRZYZYK		X	
Zonages et classements du territoire : Classement réglementaire de l'Aume-Couture (FRFR4 & FRFR5) et Classement au regard des zonages du SDAGE 2010-2015	NA	2016		1_20160215_Zonages et classements_Aume-Couture.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/22-PAOT-Aume_Couture-FRFR4_5	AURELIE KRZYZYK	X		
NA	NA	2015		2_20151217_Agricole_Aume-Couture.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/22-PAOT-Aume_Couture-FRFR4_5	AURELIE KRZYZYK	X		
NA	NA	2016		3_20160211_Irrigation_Aume-Couture.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/22-PAOT-Aume_Couture-FRFR4_5	AURELIE KRZYZYK	X		
NA	NA	2015		4_20151030_Plan_eau_Aume-Couture.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/22-PAOT-Aume_Couture-FRFR4_5	AURELIE KRZYZYK	X		
NA	NA	2015		5_20151030_zone humide_Aume-Couture.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/22-PAOT-Aume_Couture-FRFR4_5	AURELIE KRZYZYK	X		
NA	NA	2016		6_Cartes_Aume-Couture_2016.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/22-PAOT-Aume_Couture-FRFR4_5	AURELIE KRZYZYK	X		
PAOT n°22 :Bassin versant de l'AUME – FRFR5 et de la COUTURE -FRFR4	NA	2015		20151125_Qualité_@_PAOT22_Aume-Couture.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/22-PAOT-Aume_Couture-FRFR4_5	AURELIE KRZYZYK	X		
Bassin versant de l'Aume-Couture – FRFR4 et FRFR5 : Contexte du Bassin versant	NA	2016		PAOT22_Aume-Couture_Synthèse_20160215.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/22-PAOT-Aume_Couture-FRFR4_5	AURELIE KRZYZYK	X		
NA	NA	2016		1_20160215_Zonages et classements_Bief.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/23-PAOT-Bief-FRFR684	AURELIE KRZYZYK			X
NA	NA	2015		2_20151217_Agricole_Bief.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/23-PAOT-Bief-FRFR685	AURELIE KRZYZYK			X
NA	NA	2016		3_20160211_Irrigation_Bief.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/23-PAOT-Bief-FRFR686	AURELIE KRZYZYK			X
NA	NA	2015		4_20151117_Plan_eau_Bief.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/23-PAOT-Bief-FRFR687	AURELIE KRZYZYK			X
NA	NA	2015		5_20151117_zone humide_Bief.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/23-PAOT-Bief-FRFR688	AURELIE KRZYZYK			X
NA	NA	2016		6_Cartes_Bief_2016.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/23-PAOT-Bief-FRFR689	AURELIE KRZYZYK			X
PAOT n°23 : Bassin versant du BIEF – FRFR684	NA	2015		20151125_Qualité_@_PAOT23_Bief.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/23-PAOT-Bief-FRFR690	AURELIE KRZYZYK			X
Bassin versant du Bief - FRFR684 : Contexte du Bassin versant	NA	2016		PAOT23_Bief_Synthèse_20160215.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/23-PAOT-Bief-FRFR691	AURELIE KRZYZYK			X
Captages stratégiques pilotes (...) : Moulin Neuf (...)	Hygeo	2004		2004_HYGeo_def_bassin_alim_DAVI_MONE_FOTI.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	AURELIE KRZYZYK	X		
BILAN CONTRAT RE-SOURCES 2013 –2017 : Source de la Mouvière	Charente Eaux	2019		2019-02-15_Bilan_RS_MOUV_2013-2017_VF_corr.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	AURELIE KRZYZYK			X
BILAN CONTRAT RE-SOURCES 2019 –2023 : Source de Moulin Neuf	SIAEP NOC	2019		2019-05-28_Contrat MONE_2019-2023_VF_total.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	AURELIE KRZYZYK	X		



Titre	Auteur	Date	Code	Nom du fichier	Localisation plateforme	Dépôt par	Bassin versant		
							A C	Aug e	Bi ef
Contrat Re-Sources 2019-2023 : Aire d'alimentation de captage - Source de la Mouvière	Charente Eaux	2019		2019-05-28_Contrat MOUV_2019-2023_VF_total.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	AURELIE KRZYZYK			X
Contrat Re-Sources 2013-2018 : Source de Moulin Neuf	SIAEP NOC	2019		Bilan RS_MONE_2013-2018_vf.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	AURELIE KRZYZYK	X		
Captage de la Mouvière - Traçage des pertes du Bief sur la commune de Courcome	EGES	2012	R20120530	R20120530_05_2012_EGES_tracage pertes Bief Courcome.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	AURELIE KRZYZYK			X
ETUDES DE DATATION DES EAUX SUR LES CAPTAGES PRIORITAIRES DE CHARENTE - RAPPORT FINAL	Hydro Invest	2016	M 8037 - HI2015110125	M8037 - HI2015110125_Datations AAC Charente.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	AURELIE KRZYZYK			X
Localisation du point IBG sur le bassin du BIEF	Hydro concept			LOC_IBG_BIEF.pdf	Données/Données_ChEaux/IBG BIEF	AURELIE KRZYZYK			X
IBGN dans le cadre de l'aménagement du Bief - année 2011	Hydro concept	2011		rapport bief 2011.pdf	Données/Données_ChEaux/IBG BIEF	AURELIE KRZYZYK			X
Prélèvement et Analyses d'IBG - 2016	Hydro concept	2016		rapport bief 2016.pdf	Données/Données_ChEaux/IBG BIEF	AURELIE KRZYZYK			X
CONVENTION DE PLANTATION	Mairie de Ligné	NA		ANNEXE_01.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
CCTP Plantation	NA	NA		ANNEXE_02.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
Traitement de la Ripisylve - CCTP	CATER 16	NA		ANNEXE_03.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	CATER 16	NA		ANNEXE_04.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	NA	NA		ANNEXE_04.xls	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	Mairie de Ligné	2011		ATALS02.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	Mairie de Ligné	2011		ATLAS00.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	Mairie de Ligné	2011		ATLAS01.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	Mairie de Ligné	2011		ATLAS03.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	Mairie de Ligné	2011		ATLAS04.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	Mairie de Ligné	2011		ATLAS05.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	Mairie de Ligné	2011		ATLAS06.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	Mairie de Ligné	2011		ATLAS07.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	Mairie de Ligné	2011		ATLAS08.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
NA	Mairie de Ligné	2011		ATLAS09.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
DIAGNOSTIC DU RESEAU HYDRAUGRAPHIQUE	Mairie de Ligné	2011		Bief_Atlas.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
PROGRAMME PLURIANNUEL DE GESTION DU BIEF	CATER 16	2010		Bief_PPG.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X



Titre	Auteur	Date	Code	Nom du fichier	Localisation plateforme	Dépôt par	Bassin versant		
							A C	Aug e	Bi ef
MÉMOIRE - Programme Pluriannuel de gestion du cours d'eau du Bief	NA	2010		MÉMOIRE.doc	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
MÉMOIRE - Programme Pluriannuel de gestion du cours d'eau du Bief	NA	2010		MÉMOIRE.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
(page de garde)	NA	2010		PAGE_GARDE_CARTO.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
(page de garde)	NA	2010		PAGEGARDE01.pdf	Données/Données_ChEaux/MÉMOIRE PPG Bief	AURELIE KRZYZYK			X
Méthodologies de quantification de l'artificialisation des versants agricoles	Emilie Adoir	2012		2012-EPTB-Charente-EA-HR-JSL-article_scientifique_diag_artificialisation_BV_agricoles.pdf	Données/Données_ChEaux/Mémoire stage artificialisation	AURELIE KRZYZYK	X	?	X
Méthodologie de quantification de l'artificialisation des bassins versants agricoles	Emilie Adoir	2012		2012-EPTB-Charente-EA-rapport_diag_artificialisation_BV_agricoles.pdf	Données/Données_ChEaux/Mémoire stage artificialisation	AURELIE KRZYZYK	X	?	X
PROJET DE TERRITOIRE AUME-COUTURE - Stratégie et programme d'actions	EPTB Charente et Chambre Agriculture Charente	????		StratA@gie_ProgActions Aume-Couture VF.pdf	Données/Données_ChEaux/Projet de territoire Aume Couture	Aurore Cuillier	X		
Recherche et mise en valeur des ressources aquifères des formations séquanien, bassin de l'Aume et de la Couture	BRGM	1976	77 SGN 270 AQI	77-SGN-270-AQI.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES	X		
A récupérere	HYDRO INVEST	1997					X		
A récupérere de Hygé	HYGEO	2004	HY16030042v2				X		
NA	SODER	1964		R1964_SODER_Le_Bief.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/Etude SODER 1964_Le Bief	Carine Lantié-Cartier			X
(Implantation des ouvrages du Bief)	SODER	1964		R1964_SODER_Le_Bief_Carte_Implantation_Ouvrages.jpg	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/Etude SODER 1964_Le Bief	Carine Lantié-Cartier			X
(Carte orographique)	SODER	1964		R1964_SODER_Le_Bief_Carte_Orographique.jpg	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources/Etude SODER 1964_Le Bief	Carine Lantié-Cartier			X
BRGM 1979, Etude hydrogéologique et hydraulique, BV du Bief,	BRGM	1979	79-SGN-238-AQI	R19790402_04_1979_BRGM_BV Bief_hydrogeol_hydraulique_part_1.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	Carine Lantié-Cartier			X
Délimitation de la nappe d'accompagnement - BV du Bief	HYDRO INVEST	1997		R11971020_10_1997_Hydro_Invest_BV_Le_Bief_delimitation de la nappe d'accompagnement.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	Carine Lantié-Cartier			X
Source de la Mouvière, définition du bassin d'alimentation et sécurisation de la ressource.	HYDRO INVEST	2004	HI2004010118-M4347	R20040609_06_2004_Hydro Invest_Sce_Mouviere_Def_bassin_Aliment_Secu_Res source.pdf	Données/Données_ChEaux/Documents Re-Sources	Carine Lantié-Cartier			X
PROJET DE TERRITOIRE AUME-COUTURE - Etat des lieux et Diagnostic				Etat des lieux Diag AumeCouture VF.pdf	Données/Projet de Territoire Aume-Couture	Emmanuelle SALGUES	X		
PROJET DE TERRITOIRE AUME-COUTURE - Stratégie et programme d'actions				Strategie_ProgActions-Aume-Couture-VF.pdf	Données/Projet de Territoire Aume-Couture	Emmanuelle SALGUES	X		
Etude hydrogéologique et hydraulique - Deuxième partie	BRGM	1980	80-SGN-050-POC	80-SGN-050-POC.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES			X
Impact du développement de retenues de substitution sur le bassin versant pilote de l'Aume-Couture, Phase 1 inventaire des données, BRGM, 1999	BRGM	1999	RR-40620-FR	RR-40620-FR.pdf	Données	Emmanuelle	X		



Titre	Auteur	Date	Code	Nom du fichier	Localisation plateforme	Dépôt par	Bassin versant		
							A C	Aug e	Bi ef
						SALGUES			
Étude en vue de l'amélioration de la recharge de la nappe des calcaires du jurassique supérieur - bassin de l'Aume et de la Couture	BRGM	1987	87-SGN-375-POC	87-SGN-375-POC.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES	X		
Analyse des chroniques piézométriques et hydrologiques avec le logiciel TEMPO pour la gestion des prélèvements - Phase 2 : Bassin versant de la Charente	BRGM	2008	BRGM HYDRO PIEZO PH2	BRGM HYDRO PIEZO PH2.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES	X		
Établissement d'un réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines - Année 1	BRGM	2011	RP-59286-FR	RP-59286-FR.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES	X		
Établissement d'un réseau de référence piézométrique pour le suivi de l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines – Année 2	BRGM	2012	RP-61020-FR	RP-61020-FR.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES	X		
Évaluation de l'impact du changement climatique – Projet Explore 2070 - à l'aide du Modèle Jurassique du Poitou-Charentes	BRGM	2012	RP-61055-FR	RP-61055-FR.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES	X		
PROJET Explore 2070 – Évaluation de l'impact du changement climatique	BRGM	2012	RP-61483-FR	RP-61483-FR.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES	X		
Notice de la carte géologique 1/50 000 RUFFEC - N° 661	BRGM			RUFFEC_0661N.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES			
Notice de la carte géologique 1/50 000 CIVRAY - N° 637	BRGM			CIVRAY_0637N.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES			
Notice de la carte géologique 1/50 000 AULNAY - N° 660	BRGM			AULNAY_0660N.pdf	Données	Emmanuelle SALGUES			



Annexe 4 : Etats des écoulements sur le territoire du SMA BACAB en 2018 et 2019

