



Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »

Rapport de phase 1

TABLE DES MATIÈRES

1 Préambule	1
1.1 Contexte de l'étude	1
1.2 Objectifs de l'étude	2
2 Analyse hydro-climatique	3
2.1 Contexte général	3
2.2 Données pluviométriques	5
2.2.1 Représentativité de la période d'étude.....	6
2.2.2 Précipitations annuelles sur la période d'étude.....	8
2.2.3 Précipitations mensuelles sur la période d'étude.....	9
2.3 Données d'Évapotranspiration potentielle (ETP).....	11
2.3.1 Représentativité de la période d'étude.....	11
2.3.2 ETP annuelles sur la période d'étude	12
2.3.3 ETP mensuelles sur la période d'étude	12
2.4 Prise en compte du changement climatique.....	14
2.4.1 Préambule.....	14
2.4.2 Rappels sur les scénarios d'évolution climatique.....	15
2.4.3 Hypothèses retenues et méthodologie	16
2.4.4 Évolution des précipitations	16
2.4.5 Évolution de l'ETP	17
3 Caractérisation de la ressource en eau sur le territoire d'étude	19
3.1 Réseau hydrographique	19
3.1.1 Cours d'eau	19
3.1.2 Découpage en masses d'eau	19
3.2 Suivi hydrométrique	24
3.2.1 Stations hydrométriques	24

3.2.2	Débits caractéristiques	26
3.2.2.1	Cycle hydrologique	26
3.2.2.2	Débits d'étiage	28
3.2.2.3	Débits de crues	32
3.3	Suivi piézométrique	34
3.3.1	Rappel sur la géologie et l'hydrogéologie du secteur	34
3.3.2	Analyse des données disponibles	36
3.3.2.1	Sur le Cénomaniens	37
3.3.2.2	Sur le socle	40
3.4	Suivi des écoulements en rivière	43
3.4.1	Principe des réseaux de suivi des écoulements	43
3.4.2	Stations de suivi des écoulements sur la zone d'étude	44
3.5	Suivi hydrométrique et arrêtés sécheresse	48
3.5.1	Cadre général	48
3.5.2	Zone d'application et valeurs seuils	49
3.5.3	Historique des arrêtés sécheresse	51
4	Bilan des usages	52
4.1	Inventaire des prélèvements	52
4.1.1	Analyse par type de prélèvements	52
4.1.1.1	Plans d'eau	52
4.1.1.2	Pompages en cours d'eau	65
4.1.1.3	Forages & puits	68
4.1.1.4	Cas particulier des puits et forages particuliers	71
4.1.2	Analyse par usage	74
4.1.2.1	Alimentation en eau potable	74
4.1.2.2	Agriculture	80
4.1.2.3	Activité industrielle	92
4.2	Bilan des restitutions au milieu naturel	95
4.2.1	Perte des réseaux AEP	95
4.2.1.1	Volumes de pertes des réseaux AEP	96
4.2.1.2	Prise en compte des pertes AEP et méthode de décomposition	98
4.2.2	Retour d'eau d'irrigation	98
4.2.3	Rejets domestiques	98
4.2.3.1	Structures compétentes	99
4.2.3.2	Les stations d'épuration	99
4.2.3.3	Les volumes de rejets	102

4.2.3.4	Cas particulier de la STEP de Chemillé	103
4.2.3.5	Cas particulier de l'assainissement non collectif	103
4.2.3.6	Méthode de décomposition	104
4.2.4	Rejets industriels	104
4.3	Schéma synthétique du bilan hydrique sur le territoire du SAGE.....	105
5	Bilan des usages par masse d'eau.....	107
5.1	FRGR0526 : Layon Amont.....	108
5.2	FRGR0527 : Layon Aval.....	110
5.3	FRGR0529 : Lys	112
5.4	FRGR2152 : Villaine	114
5.5	FRGR2129 : Arcison	116
5.6	FRGR2142 : Javoineau	118
5.7	FRGR2170 : Dreuilé.....	120
5.8	FRGR0530 : Hyrôme	122
5.9	FRGR0531 : Jeu	124
5.10	FRGR2189 : Armangé.....	126
5.11	FRGR0528 : Aubance	128
5.12	FRGR2218 : Louet	130
5.13	Synthèse à l'échelle du SAGE	132
6	Usage de l'eau sur le bassin versant : Synthèse et critique	133
7	Restitution de l'hydrologie désinfluencée.....	134
7.1	Objectifs et principes.....	134
7.2	Méthodologie	135
7.2.1	Concept MIKE BASIN.....	135
7.2.2	Modélisation hydrologique	136
7.2.3	Données d'entrée du modèle.....	137
7.2.3.1	Bassin versant considéré	137
7.2.3.2	Données hydrométriques	137
7.2.3.3	Données pluviométrique	138
7.2.3.4	Données d'évapotranspiration potentielle.....	140
7.2.3.5	Données sur les prélèvements et les rejets	140
7.2.3.6	Paramètres des modèles	140
7.3	Calage du modèle hydrologique.....	141

7.3.1	Principe du calage.....	141
7.3.2	Résultats du calage	142
7.3.2.1	Aubance à Soulaines-sur-Aubance.....	143
7.3.2.2	Lys à Aubigné-sur-Layon	144
7.3.2.3	Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay	145
7.3.2.4	Layon à Saint-Georges-sur-Layon	146
7.3.2.5	Layon à Saint-Lambert-du-Lattay.....	147
7.3.3	Critiques relatives au calage du modèle.....	148
7.4	Résultats de l'hydrologie désinfluencée	148
7.4.1	Méthodologie	148
7.4.2	Présentation des résultats par sous-bassin.....	148
7.4.2.1	FRGR0526: Layon Amont	149
7.4.2.2	FRGR0527 : Layon Aval	150
7.4.2.3	FRGR0529 : Lys.....	151
7.4.2.4	FRGR2152 : Villaine	152
7.4.2.5	FRGR2129 : Arcison.....	153
7.4.2.6	FRGR2142 : Javoineau.....	154
7.4.2.7	FRGR2170 : Dreillé	155
7.4.2.8	FRGR0530 : Hyrôme.....	156
7.4.2.9	FRGR0531 : Jeu	157
7.4.2.10	FRGR2189 : Armangé.....	158
7.4.2.11	FRGR0528 : Aubance.....	159
7.4.3	Synthèse des résultats.....	160
8	Réflexion sur la sensibilité des hypothèses retenues sur les prélèvements.....	162
9	Conclusion	165

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 2-1 :	Données AURELHY Météo France.....	4
Figure 2-2 :	Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Begrolles-en-Mauges	7
Figure 2-3 :	Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Chemillé	7
Figure 2-4 :	Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Beaulieu-sur-Layon	8
Figure 2-5 :	Précipitations annuelles enregistrées aux cinq stations pluviométriques (mm) .	9
Figure 2-6 :	Précipitations mensuelles moyennes sur la période 2000 – 2010	10
Figure 2-7 :	Comparaison des cumuls d’ETP annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Beaucouzé	11
Figure 2-8 :	ETP mensuelle moyenne à Beaucouzé et pluviométrie mensuelle moyenne à Chemillé sur la période 2000 – 2010	13
Figure 2-9 :	Récapitulatif des caractéristiques des différents scénarios	15
Figure 2-10 :	Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d’évolution climatique A2.....	16
Figure 2-11 :	Chronique d’ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d’évolution climatique A2.....	17
Figure 3-1 :	Masses d’eau superficielles	21
Figure 3-2 :	Masses d’eau souterraines	23
Figure 3-3 :	Localisation des stations hydrométriques sur le territoire du SAGE	25
Figure 3-4 :	Courbes des débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques du territoire du SAGE « Layon Aubance »	27

Figure 3-5 :	Zoom sur les faibles débits - Courbes des débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques du territoire du SAGE « Layon Aubance ».....	27
Figure 3-6 :	Évolution du module en fonction de la surface du bassin versant des stations hydrométriques	30
Figure 3-7 :	Évolution du QMNA et des QMNA5 sur la chronique disponible à la station de l'Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay.....	31
Figure 3-8 :	Évolution du QMNA et des QMNA5 sur la chronique disponible à la station du Layon à Saint-Lambert-du-Lattay.....	32
Figure 3-9 :	Carte géologique simplifiée sur territoire d'étude (<i>source : État des lieux du SAGE Layon/Aubance</i>)	35
Figure 3-10 :	Suivi piézométrique et hydrométrique sur le bassin du SAGE Layon Aubance	37
Figure 3-11 :	Chroniques piézométrique à Doué-la-Fontaine et hydrométrique du Layon à Saint-Lambert-du-Lattay	38
Figure 3-12 :	Analyses d'autocorrélation sur les débits journaliers du bassin versant	39
Figure 3-13 :	Niveau piézométrique décadaire d'étiage à Doué-la-Fontaine.....	40
Figure 3-14 :	Chroniques piézométrique à Chemillé et hydrométrique de l'Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay	41
Figure 3-15 :	Analyses d'autocorrélation sur les débits journaliers du bassin versant	42
Figure 3-16 :	Niveau piézométrique décadaire d'étiage à Chemillé.....	43
Figure 3-17 :	Localisation des stations des réseaux RDOE/ROCA	46
Figure 4-1 :	Localisation des plans d'eau	55
Figure 4-2 :	Répartition des plans d'eau selon leur superficie.....	56
Figure 4-3 :	Répartition des plans d'eau selon leur volume	57
Figure 4-4 :	Répartition des usages des plans d'eau.....	58
Figure 4-5 :	Pertes par évaporation des plans d'eau (m^3 /décade)	59
Figure 4-7 :	Volumes déclarés prélevés en plans d'eau pour l'usage irrigation (<i>source : AELB</i>)	64
Figure 4-8 :	Carte des pompages directs en cours d'eau	66
Figure 4-9 :	Prélèvements directs en cours d'eau par masse d'eau	67
Figure 4-10 :	Prélèvements directs en cours d'eau par usage	67

Figure 4-11 :	Prélèvements d'eau par forage – Zone d'étude totale (source : AELB) ..	69
Figure 4-12 :	Volumes prélevés en eaux souterraines par masses d'eau superficielles – Pompages du Cénomanien captif exclus (source : AELB).....	70
Figure 4-13 :	Volumes prélevés en eaux souterraines par usage – Pompages du Cénomanien captif exclus (source : AELB)	70
Figure 4-14 :	Synthèse des retours questionnaires par commune sur les territoires des 2 SAGE	73
Figure 4-15 :	Localisation des captages AEP sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »	76
Figure 4-16 :	Prélèvements AEP sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » (Source : AELB)	77
Figure 4-17 :	Consommation AEP sur le territoire communal du SAGE « Layon Aubance »	79
Figure 4-18 :	Répartition des cultures en 2010.....	81
Figure 4-19 :	Évolution des surfaces cultivées entre 2000 et 2010	82
Figure 4-20 :	Localisation des prélèvements dédiés à l'irrigation.....	83
Figure 4-21 :	Prélèvements annuels pour l'irrigation – zone d'étude totale.....	84
Figure 4-22 :	Prélèvements annuels pour l'irrigation – Prélèvements dans le Cénomanien captif exclus	85
Figure 4-23 :	Répartition des prélèvements agricoles par masses d'eau – Prélèvements du Cénomanien captif exclus.....	87
Figure 4-24 :	Comparaison des prélèvements et des besoins pour l'irrigation	89
Figure 4-25 :	Localisation des prélèvements industriels sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »	93
Figure 4-26 :	Prélèvements industriels sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » .	94
Figure 4-27 :	Pertes annuels des réseaux AEP de 1998 à 2011.....	96
Figure 4-28 :	Pertes des réseaux AEP par masse d'eau (milliers m ³ /an)	97
Figure 4-29 :	Localisation des stations d'épuration	100
Figure 4-30 :	Proportion des stations d'épuration en fonction de leur capacité nominale	101
Figure 4-31 :	Schéma récapitulatif du bilan hydrique sur le territoire du SAGE en 2010 (milliers de m ³)	106
Figure 5-1 :	Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Layon Amont »	108

Figure 5-2 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Layon Amont » 108

Figure 5-3 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Layon Amont » 109

Figure 5-4 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Layon Aval » 110

Figure 5-5 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Layon Aval » 110

Figure 5-6 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Layon Aval » 111

Figure 5-7 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Lys » 112

Figure 5-8 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Lys » 112

Figure 5-9 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Lys » 113

Figure 5-10 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Villaine » .. 114

Figure 5-11 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Villaine » . 114

Figure 5-12 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Villaine » 115

Figure 5-13 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Arcison » .. 116

Figure 5-14 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Arcison » . 116

Figure 5-15 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Arcison » 117

Figure 5-16 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Javoineau » 118

Figure 5-17 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Javoineau » 118

Figure 5-18 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Javoineau » 119

Figure 5-19 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Dreuilé » . 120

Figure 5-20 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Dreuilé » . 120

Figure 5-21 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Dreuilé » 121

Figure 5-22 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Hyrôme » . 122

Figure 5-23 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Hyrôme » 122

Figure 5-24 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Hyrôme »	123
Figure 5-25 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Jeu »	124
Figure 5-26 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Jeu »	124
Figure 5-27 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Jeu »	125
Figure 5-28 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Armangé »	126
Figure 5-29 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Armangé »	126
Figure 5-30 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Armangé »	127
Figure 5-31 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Aubance »	128
Figure 5-32 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Aubance »	128
Figure 5-33 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Aubance »	129
Figure 5-34 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Louet »	130
Figure 5-35 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Louet »	130
Figure 5-36 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Louet »	131
Figure 7-1 : Schéma conceptuel de MIKE BASIN	135
Figure 7-2 : Schéma conceptuel des processus hydrologiques modélisés dans NAM	137
Figure 7-3 : Zones d'influences des pluviomètres utilisés pour la modélisation pluie-débit	139
Figure 7-4 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant de l'Aubance à Soulaines-sur-Aubance	143
Figure 7-5 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant du Lys à Aubigné-sur-Layon	144
Figure 7-6 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant de l'Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay	145
Figure 7-7 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant du Layon à Saint-Georges-sur-Layon	146

Figure 7-8 :	Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant du Layon à Saint-Lambert-du-Lattay	147
Figure 7-9 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Layon Amont	149
Figure 7-10 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Layon aval	150
Figure 7-11 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Lys.....	151
Figure 7-12 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur la Villaine...	152
Figure 7-13 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Arcison	153
Figure 7-14 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Javoineau	154
Figure 7-15 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Dreuillé..	155
Figure 7-16 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Hyrôme ...	156
Figure 7-17 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Jeu	157
Figure 7-18 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Armangé..	158
Figure 7-19 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Aubance ..	159

TABLEAUX

Tableau 2-1 :	Caractéristiques des stations pluviométriques.....	5
Tableau 2-2 :	Pourcentage des précipitations mensuelles moyennes par rapport au cumul moyen annuel	10
Tableau 2-3 :	ETP annuelle enregistrée à la station de Beaucouzé	12
Tableau 2-4 :	Excédent / déficit pluviométrique moyen mensuel.....	13
Tableau 2-5 :	Comparaison des valeurs de pluie mensuelle moyenne entre les périodes 2000-2010 et 2020-2050	17
Tableau 2-6 :	Comparaison des valeurs d'ETP mensuelle moyenne entre les périodes 2000-2010 et 2020-2050	18
Tableau 3-1 :	Caractéristiques des masses d'eau du SAGE	20
Tableau 3-2 :	Caractéristiques des masses d'eau souterraine	22
Tableau 3-3 :	Stations hydrométriques sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » (Source : Banque Hydro)	24
Tableau 3-4 :	Débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques du territoire du SAGE « Layon Aubance » (Source : Banque Hydro).....	26
Tableau 3-5 :	Débits caractéristiques d'étiage (Source : Banque Hydro)	29
Tableau 3-6 :	Débits de crue journaliers (QJ) et instantanés (QIX) en m ³ /s (Source : Banque Hydro)	33
Tableau 3-7 :	Débits de crue instantanés et période de retour correspondante.....	33
Tableau 3-8 :	Caractéristiques des stations de suivi des écoulements (RDOE/ROCA) sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »	45
Tableau 3-9 :	Synthèse des perturbations des écoulements constatées sur les différentes stations des réseaux RDOE/ROCA sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »	47
Tableau 3-10 :	Débits seuils définis dans les arrêtés cadre	50
Tableau 3-11 :	Stations du réseau ONDE suivies dans le cadre de la gestion des crises d'étiage dans l'arrêté cadre de 2012	50
Tableau 4-1 :	Mode d'alimentation des plans d'eau	57
Tableau 4-2 :	Répartition des plans d'eau par masse d'eau.....	58
Tableau 4-3 :	Pertes par évaporation par masse d'eau (milliers de m ³ /an)	61

Tableau 4-4 : Synthèse des résultats de l'enquête sur le mode de connexion des plans d'eau au réseau hydrographique	63
Tableau 4-5 : Répartition des forages par masse d'eau (source : AELB)	68
Tableau 4-6 : Répartition mensuelle des prélèvements AEP sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » (Source : SMAEP des Eaux de Loire)	78
Tableau 4-7 : Organisation générale du tissu agricole (Source : RGA 2010)	80
Tableau 4-8 : Cheptels sur le bassin versant du Layon	82
Tableau 4-9 : Répartition des prélèvements agricoles par masses d'eau – prélèvements dans le Cénomanien captif exclus.....	86
Tableau 4-10 : Surfaces irriguées sur le territoire du SAGE (ha)	88
Tableau 4-11 : Besoins en eau annuel théorique des plantes calculé sur le territoire du SAGE	89
Tableau 4-12 : Estimation des besoins en pour l'élevage (m ³ /an)	91
Tableau 4-13 : Pertes des réseaux AEP par masse d'eau	97
Tableau 4-14 : Compétences intercommunales pour l'assainissement collectif sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » (Source : observatoire national de l'eau)	99
Tableau 4-15 : Répartition des stations d'épuration selon les masses d'eau.....	102
Tableau 4-16 : Volumes restitués au milieu naturel via les stations d'épuration	102
Tableau 5-1 : Synthèse des pressions de prélèvement par masse d'eau	132
Tableau 7-1 : Valeurs caractéristiques d'étiage aux stations hydrométriques sur la période d'analyse (m ³ /s)	138
Tableau 7-2 : Liste descriptive des paramètres utilisés pour le calage des modèles pluie-débit sous NAM	141
Tableau 7-3 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Soulaines-sur-Aubance et simulées par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010.....	143
Tableau 7-4 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Aubigné-sur-Layon et simulées par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010.....	144
Tableau 7-5 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Saint-Lambert-du-Lattay et simulées par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010.....	145
Tableau 7-6 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Saint-Georges-sur-Layon et simulées par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010	146

Tableau 7-7 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Saint-Lambert-du-Lattay et simulées par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010.....	147
Tableau 7-8 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Layon amont.....	149
Tableau 7-9 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Layon aval.....	150
Tableau 7-10 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Lys.....	151
Tableau 7-11 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur la Villaine.....	152
Tableau 7-12 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'Arcison.....	153
Tableau 7-13 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Javoineau.....	154
Tableau 7-14 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Dreuilé.....	155
Tableau 7-15 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'Hyrôme.....	156
Tableau 7-16 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Jeu.....	157
Tableau 7-17 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'Armangé.....	158
Tableau 7-18 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'Aubance.....	159
Tableau 7-19 : Synthèse des valeurs caractéristiques d'étiage désinfluencées calculées par masse d'eau.....	161

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 **Historique des arrêtés sécheresse**

Annexe 2 **questionnaire aux communes relatif aux plans d'eau sur leur territoire**

Annexe 3 **questionnaire aux communes relatif aux usages communaux et aux forages privés**

Annexe 4 **Fiche technique sur les exigences en eau du bétail**

1

Préambule

1.1 Contexte de l'étude

La présente étude vise à caractériser de manière quantitative la ressource en eau sur le territoire des Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) « Layon et Aubance » et « Evre – Thau – Saint-Denis ». L'étude est menée de manière conjointe sur les deux territoires, même si elle fait l'objet de rendus différenciés pour chaque SAGE.

Elle a été lancée suite au constat établissant que les territoires sont structurellement déficitaires en eau, et qu'ils connaissent des pressions de prélèvements importantes.

Le déficit structurel en eau s'explique notamment par le fait :

- ✓ d'une **structure géologique peu propice au soutien d'étiage par les nappes souterraines**. La grande majorité du secteur d'étude repose sur le socle cristallin, avec des alluvions à l'étendue limitée autour des cours d'eau ;
- ✓ d'une **pluviométrie naturellement faible**, en comparaison d'autres secteurs relativement proches et similaires en terme d'altitude et de latitude. Cela est notamment le cas pour les bassins versants du Layon et de l'Aubance, qui reçoivent en moyenne moins de 650mm de précipitations par an.

Comme déjà évoqué, à ces facteurs naturels s'ajoutent des **pressions de prélèvement importantes**, qui conduisent très régulièrement les bassins versants du secteur à être concernés par des mesures de **restriction des usages de l'eau en période d'étiage**. Les sécheresses fréquentes et particulièrement marquées observées lors des 10 dernières années ont conduit à **développer la création de réserves de substitution hivernale**, conduisant à des prélèvements hivernaux de plus en plus conséquents.

Le principal enjeu de la présente étude réside donc dans l'anticipation de situations similaires en période hivernale et améliorer la gestion des situations crise en période de sécheresse.

1.2 Objectifs de l'étude

L'étude est décomposée en 5 phases :

Phase 1 : Analyse de l'état existant – améliorer la connaissance de la ressource en eau disponible et des usages actuels de l'eau sur les eaux superficielles et souterraines

Phase 2 : Détermination des débits d'objectifs pour les eaux superficielles et des objectifs de niveau en nappe pour les eaux souterraines

Phase 3 : Détermination et répartition des volumes prélevables entre les usages

Phase 4 : Estimation des besoins en eau futurs

Phase 5 : Définition d'un programme de gestion quantitative de la ressource

Et doit permettre de répondre, entre autres, aux questions suivantes :

- ✓ **Quelles sont actuellement les modalités de sollicitation de la ressource en eau sur le secteur d'étude ?** La question essentielle sur cet aspect est d'améliorer la connaissance du fonctionnement et des modalités d'alimentation des retenues, notamment destinées à assurer les besoins en eau pour l'irrigation. Il s'agit particulièrement :
- ✓ **Quels besoins supplémentaires en eau sont identifiés sur le territoire d'étude à court et moyen terme ?** Il s'agit d'identifier le plus précisément possible les projets de sollicitation de la ressource en eau, dans le but d'identifier si ceux-ci sont compatibles avec les besoins du milieu naturel, tant en période d'étiage qu'en période hivernale.
- ✓ **Quelles gammes de débits minimum au niveau des points de référence restent acceptables au vu des besoins du milieu naturel ?** Il s'agit d'identifier dans les cours d'eau pérennes, sur la base des observations passées, les conditions de débits à ne pas dépasser, et de fixer les volumes maximum prélevables qui en découlent. Cette analyse se doit d'être réalisée sur l'ensemble du cycle hydrologique, tant la problématique des volumes prélevables hivernaux se pose sur le bassin versant.
- ✓ **Quelles modalités de gestion de la ressource et des usages** peuvent être envisagées à court et moyen terme de manière à :
- ✓ **Garantir des débits minimum en cours d'eau** pour les besoins du milieu naturel tout en préservant tout ou partie des usages socio-économiques ?
- ✓ **Remettre à plat le système d'autorisation des prélèvements** actuel sur l'ensemble de l'année et mettre en œuvre un dispositif (ou tout au moins des outils) approprié(s) pour l'instruction des demandes d'autorisation à venir dans le futur ?

Le présent document constitue un rapport d'avancement de la phase 1 de l'étude.

2

Analyse hydro-climatique

L'analyse concernant le contexte hydro-climatique est menée de manière globale sur les deux territoires concernés par l'étude. Les autres aspects de l'analyse seront eux orientés spécifiquement sur chacun des territoires des SAGE.

2.1 Contexte général

La zone d'étude présente un climat océanique tempéré avec des hivers doux et des étés chauds. Le territoire est soumis à deux influences prédominantes :

- ✓ L'influence atlantique qui se traduit par un climat océanique humide
- ✓ L'influence méridionale qui se traduit par des étés secs et chaud, notamment dans la partie est du bassin versant.

La base de données AURELHY de Météo France donne à l'échelle de la France, les précipitations normales sur la période 1971-2000 à la maille du km². Les données AURELHY sur la zone d'étude sont présentées sur la Figure 2-1 ci-dessous.

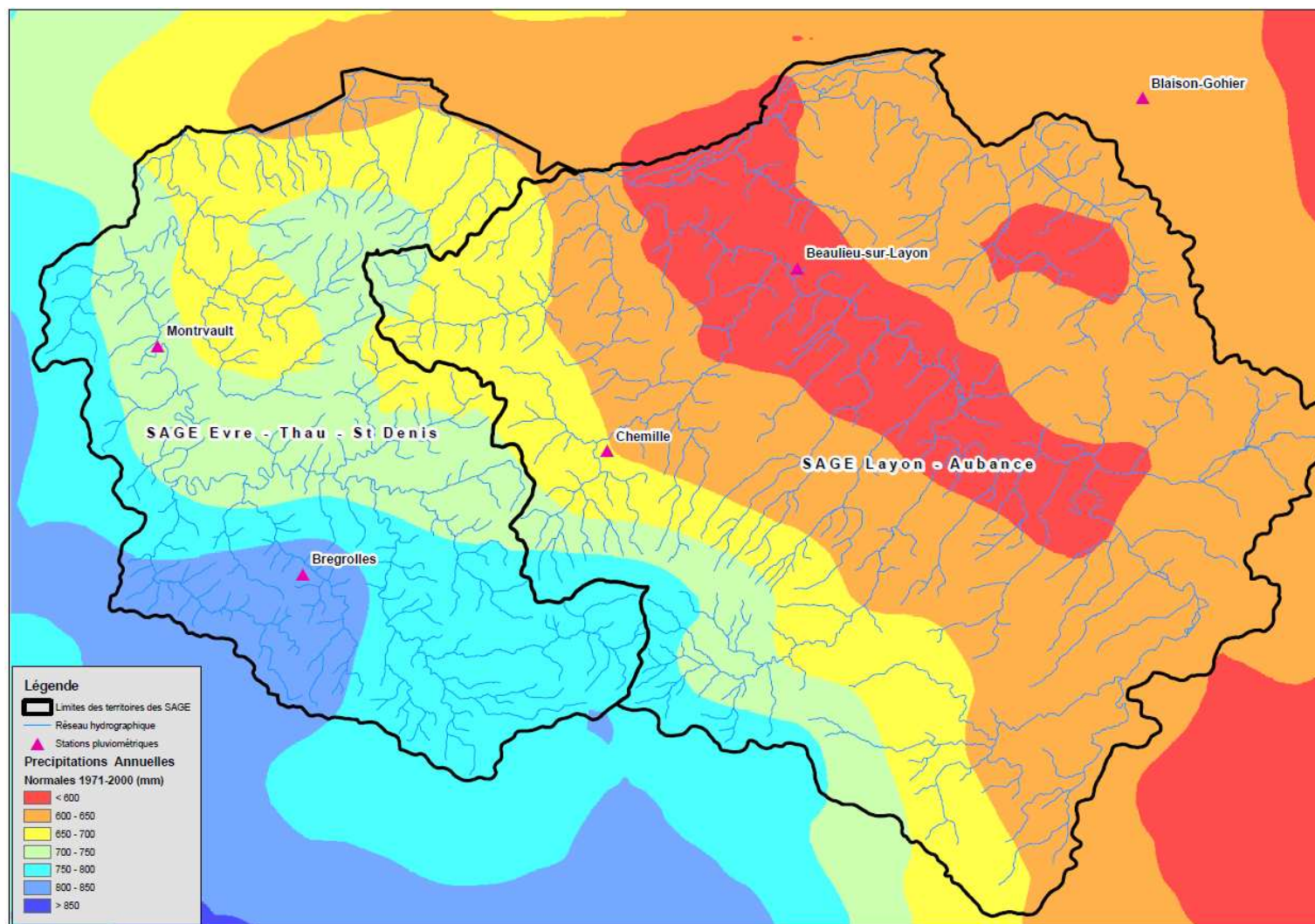


Figure 2-1 : Données AURELHY Météo France

Sur la base de cette carte, un **gradient pluviométrique ouest-est** apparaît clairement sur la zone d'étude. On peut différencier :

- ✓ Le sud du bassin de l'Evre, qui reçoit en moyenne entre 750 et 850 mm par an ;
- ✓ Le nord du bassin de l'Evre (+ Thau et Saint-Denis), qui reçoit en moyenne entre 650 et 750 mm par an ;
- ✓ La partie ouest du bassin versant du Layon, qui reçoit en moyenne entre 650 et 750 mm par an ;
- ✓ Le bassin versant de l'Aubance, qui reçoit en moyenne entre 600 et 650 mm par an ;
- ✓ La vallée intermédiaire et aval du Layon, sur laquelle la pluviométrie annuelle moyenne est inférieure à 600 mm.

Sur la base de cette analyse, des données pluviométriques ont été collectées au droit de cinq stations représentatives de la pluviométrie sur le territoire. Les caractéristiques des postes pluviométriques sont décrites dans les paragraphes suivants.

2.2 Données pluviométriques

Comme indiqué précédemment, des données de cumuls pluviométriques ont été collectées au droit de cinq stations représentatives de la pluviométrie sur le bassin versant. L'objectif de cette collecte de données est d'une part de disposer d'information permettant de caractériser le régime pluviométrique du bassin versant et d'autre part servir de données d'entrée pour la modélisation hydrologique.

Les caractéristiques des stations pluviométriques sont indiquées dans le Tableau 2-1 suivant :

Tableau 2-1 : Caractéristiques des stations pluviométriques

Code	Station	Durée disponible	Nombre d'années sans lacune	Années lacunaires
49218002	Montrevault	1950 – 2013	51	1961-1962, 1966-1967, 1969, 1972, 1979, 1981-1985
49092001	Chemille	1951 – 2013	59	1964, 1969, 1987
49029001	Blaison-Gohier	1992 – 2013	20	Néant
49027001	Bégrolles-en-Mauges	1951 – 2013	61	1984
49022001	Beaulieu-sur-Layon	1953 - 2013	48	1961-1962, 1965-1966, 1968, 1970, 1980-1981, 1983, 1985, 1987-1988

Les cumuls de précipitation annuels ont été collectés sur toute la période disponible auprès de Météo France pour les cinq stations pluviométriques retenues précédemment. Ces données ont

plusieurs utilités. Elles permettent, d'une part, de caractériser précisément le régime pluviométrique sur le territoire des deux SAGE. Elles aident à positionner le contexte pluviométrique des dix dernières années par rapport à la chronique totale. Enfin, elles servent à approcher la thématique du changement climatique.

Des données de cumul plus fines, au **pas de temps journalier**, ont également été collectées sur la période **2000-2010**. Ces valeurs serviront de données d'entrée pour la modélisation de l'hydrologie désinfluencée.

La période de 10 ans a été choisie dans un souci de cohérence avec les données collectées sur les usages de l'eau. En effet, les volumes de prélèvements couvrent essentiellement cette période.

2.2.1 Représentativité de la période d'étude

Les graphiques présentés ci-après comparent les cumuls annuels sur la chronique disponible au cumul moyen annuel sur la totalité de la chronique et à la moyenne mobile sur 10 ans décalée de 5 ans (1951-1960, 1956-1965,...). Les stations de Bégrolles-en-Mauges, Chemillé et Beaulieu-sur-Layon ont été analysées car ce sont les stations sur lesquelles le nombre de lacunes est le moins important, et qui sont les plus représentatives des variations pluviométriques sur le territoire d'étude. L'analyse des résultats permettra de positionner le contexte pluviométrique du territoire sur les dix dernières années par rapport à la chronique de précipitations totale.

Sur la base de ces éléments, il apparaît que la pluviométrie annuelle moyenne sur la dernière décennie est à peu près égale à la pluviométrie annuelle moyenne sur l'ensemble de la période disponible. Ceci n'est pas le cas pour la station de Beaulieu, mais les résultats pour cette station sont à prendre avec précaution vu le nombre important de lacunes dans la chronique disponible. On peut donc considérer que la période d'étude est représentative des conditions climatiques ayant prévalu sur les 60 dernières années.

En terme de tendance plus globale, on n'observe pas de variation structurelle des cumuls pluviométriques annuels pouvant être liés au changement climatique. Les variations pluviométriques interannuelles sont assez cycliques, avec alternance de décennies sèches (1966-1975, 1971-1980, 1986-1995) et humides (1976-1985, 1991-2000, 1996-2005). Ces variations sont bien sûr différentes en terme d'ampleur selon les stations analysées.

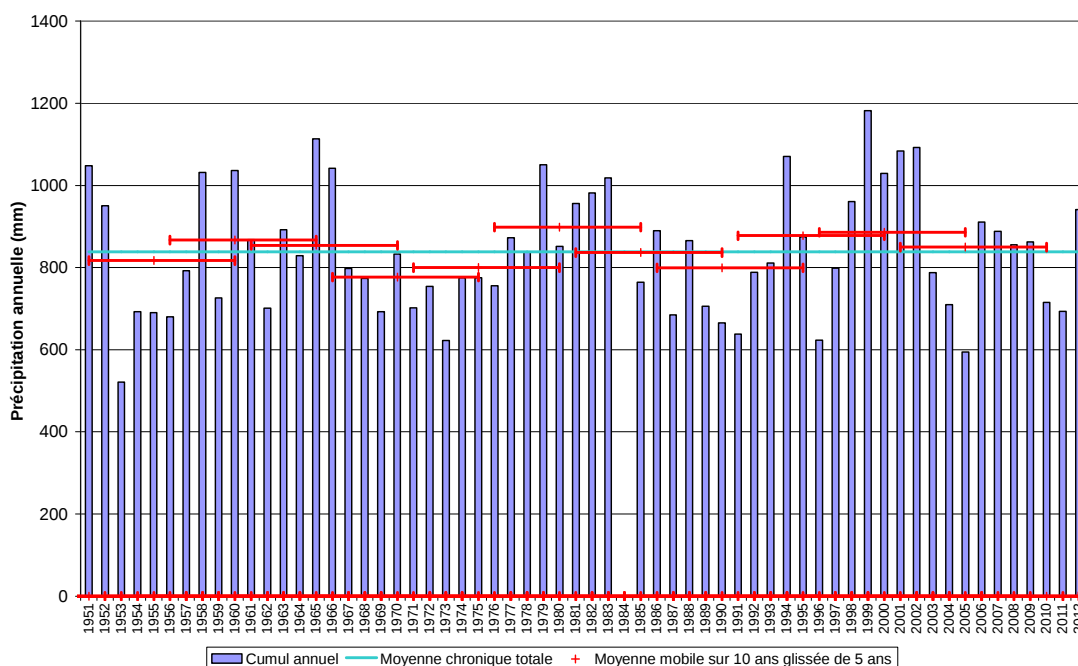


Figure 2-2 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Begrolles-en-Mauges

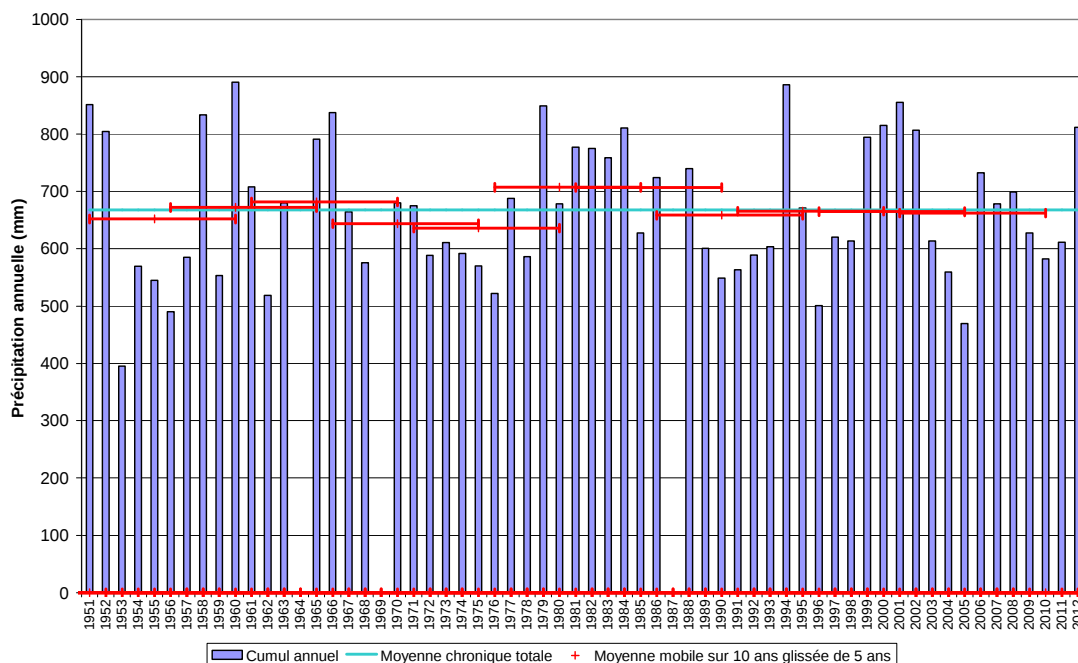


Figure 2-3 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Chemillé

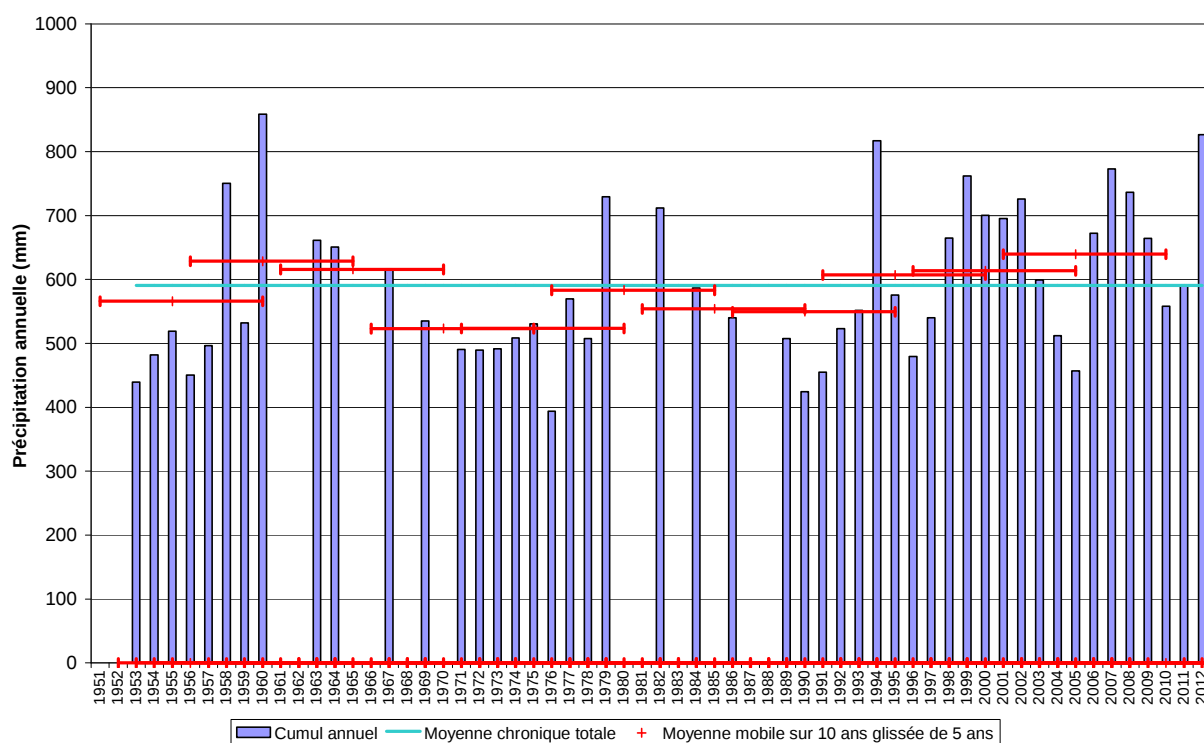


Figure 2-4: Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Beaulieu-sur-Layon

2.2.2 Précipitations annuelles sur la période d'étude

Les précipitations annuelles calculées sur la période 2000 – 2012 au droit des cinq postes pluviométriques sont présentées dans la Figure 2-5 :

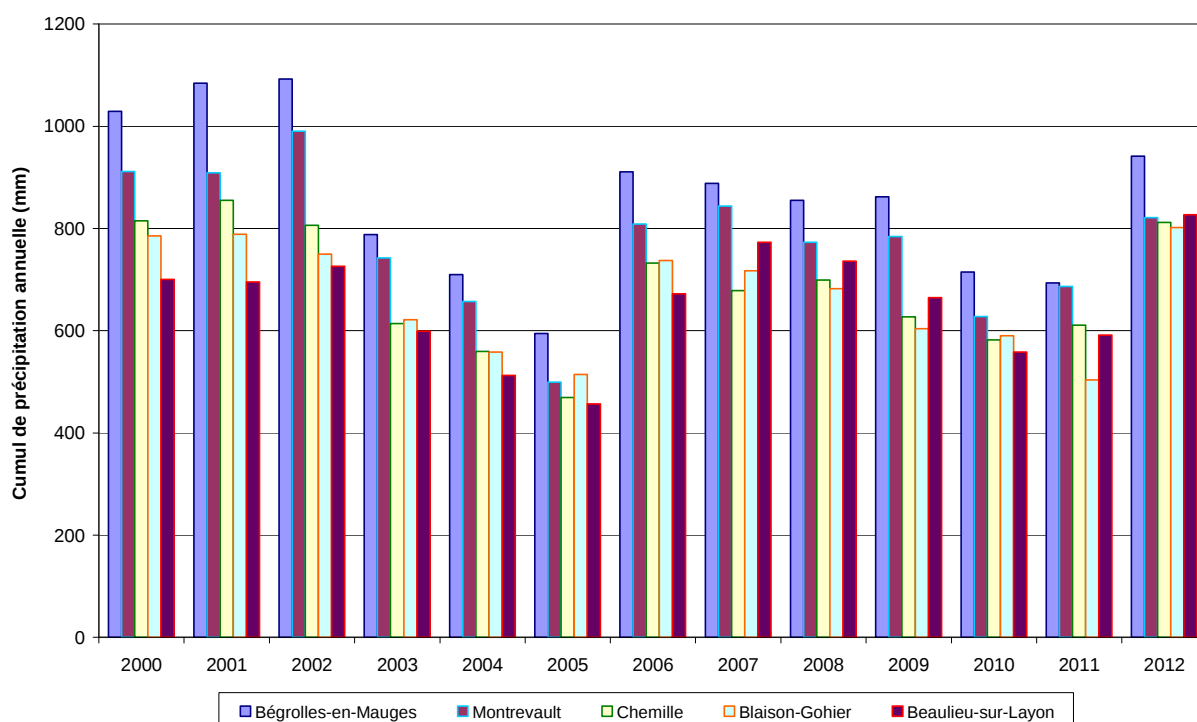


Figure 2-5 : Précipitations annuelles enregistrées aux cinq stations pluviométriques (mm)

Comme présenté sur la carte AURELHY précédente, les précipitations ne sont pas réparties de façon homogène sur le bassin versant. L'Ouest du bassin est soumis à l'influence atlantique et reçoit une hauteur de précipitation annuelle supérieure qu'à l'est du territoire.

Les années 2003, 2004, 2005, 2010 et 2011 apparaissent comme les années les plus sèches avec une hauteur d'eau précipitée relativement faible sur l'ensemble du territoire. Suivant les stations, l'année 2005 est identifiée comme l'année sèche de période de retour 10 à 50 ans (30 ans pour les stations de Bégrolles-en-Mauges et Chemillé, celles pour lesquelles le nombre d'observations est le plus important). Les années 2003, 2004, 2010 et 2011 ont des périodes de retour de sécheresse comprises entre 2 et 5 ans. A l'inverse, les années les plus pluvieuses sont 2000, 2001, 2002 et 2012.

2.2.3 Précipitations mensuelles sur la période d'étude

Les précipitations mensuelles moyennes calculées sur la période 2000 – 2010 au droit des cinq postes pluviométriques sont présentées dans la Figure 2-6.

Le pourcentage du volume précipité par mois par rapport à la pluviométrie moyenne annuelle est indiqué dans le Tableau 2-2.

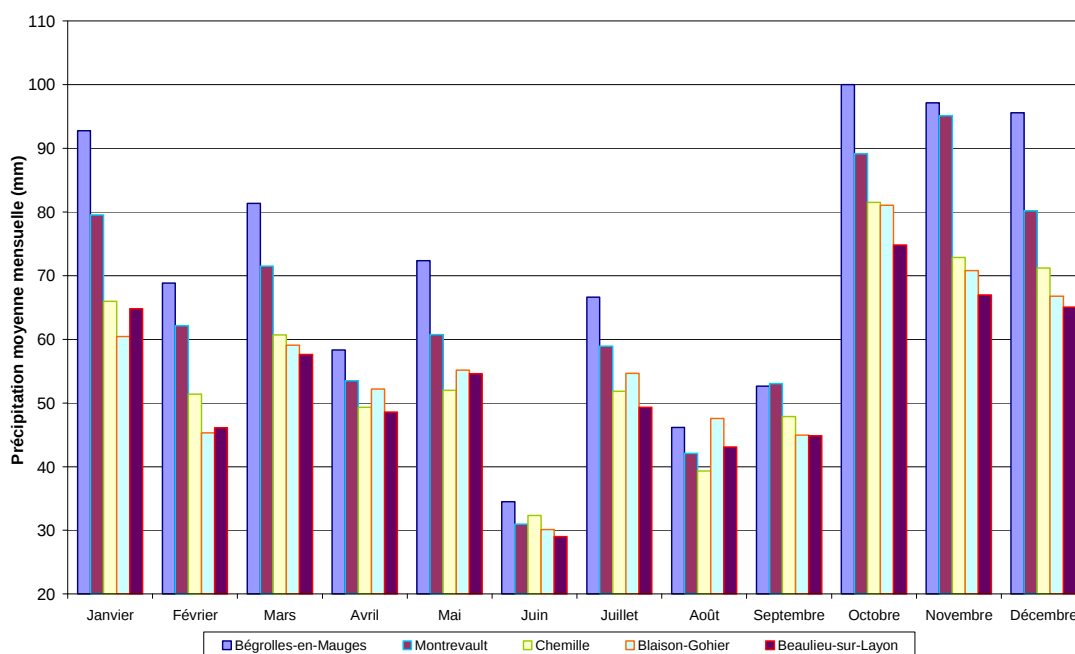


Figure 2-6 : Précipitations mensuelles moyennes sur la période 2000 – 2010

Tableau 2-2 : Pourcentage des précipitations mensuelles moyennes par rapport au cumul moyen annuel

Code	nom	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
49027001	Bégrolles-en-Mauges	11%	8%	9%	7%	8%	4%	8%	5%	6%	12%	11%	11%
49218002	Montrevault	10%	8%	9%	7%	8%	4%	8%	5%	7%	11%	12%	10%
49092001	Chemille	10%	8%	9%	7%	8%	5%	8%	6%	7%	12%	11%	11%
49029001	Blaison-Gohier	9%	7%	9%	8%	8%	5%	8%	7%	7%	12%	11%	10%
49022001	Beaulieu-sur-Layon	10%	7%	9%	8%	8%	4%	8%	7%	7%	12%	10%	10%

D'après les données présentées ci-dessus, les variations inter-mensuelles de la pluviométrie sont assez homogènes sur le territoire d'étude. La période juin-septembre apparaît clairement comme celle où les cumuls pluviométriques sont les moins importants, puisqu'elle ne reçoit que 20 à 25% du cumul de pluie annuel, quelle que soit la station analysée. A l'inverse, la période octobre-janvier reçoit près de 50% du cumul précipité sur l'année.

2.3 Données d'Évapotranspiration potentielle (ETP)

2.3.1 Représentativité de la période d'étude

Les données relatives à l'évapotranspiration potentielle (ETP) ont été collectées à la station Météo France de Beaucouzé (n°49020001), station la plus proche du territoire d'étude fournissant ce type de données.

Les données d'ETP Penman ont été collectées au pas de temps décadaire sur toute la période disponible. Outre caractériser le contexte climatique sur le bassin versant, ces valeurs serviront de données d'entrée pour la modélisation de l'hydrologie désinfluencée, permettront de calculer les pertes par évaporation des plans d'eau et d'estimer les besoins en eau des plantes.

Comme pour la pluviométrie, le graphique présenté ci-après compare l'ETP annuelle sur la chronique disponible à l'ETP moyenne annuelle sur la totalité de la chronique et à la moyenne mobile sur 10 ans décalée de 5 ans.

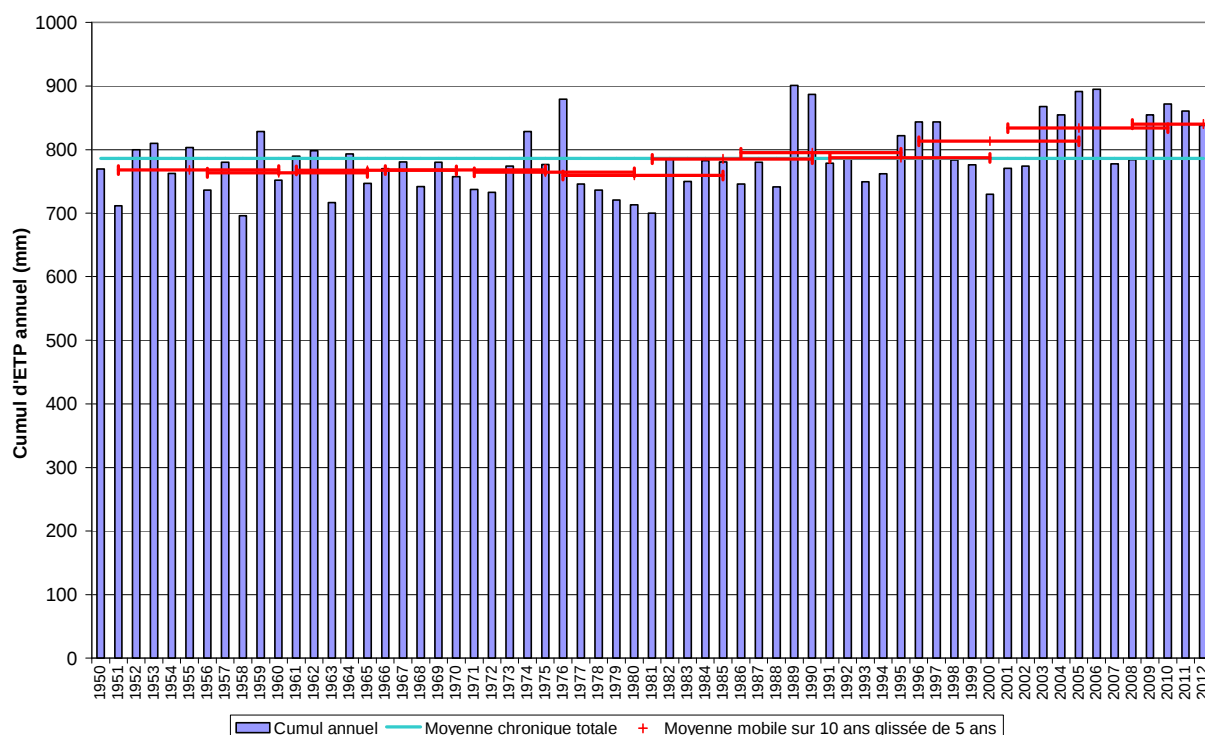


Figure 2-7 : Comparaison des cumuls d'ETP annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Beaucouzé

Il apparaît clairement à la lecture du graphique ci-dessus que l'ETP a notoirement augmenté depuis les années 1950, passant d'une valeur moyenne annuelle d'environ 770mm sur la période 1951-1985 à près de 830mm sur la décennie 2001-2012 (soit près de 8% d'augmentation).

La période d'étude couvre la période sur laquelle l'ETP est maximale sur les 60 dernières années. Elle n'est pas représentative de la période totale d'observations, mais s'inscrit en revanche dans une tendance nette d'évolution depuis le début des années 1980.

Cette observation est à rapprocher des analyses réalisées précédemment sur les pluies : si l'on n'observe pas d'évolution de ces dernières sur les 60 dernières années, l'augmentation de l'ETP aboutit à remettre en cause le bilan hydrique tel qu'approché jusque dans les années 1980, et éventuellement les usages qui en découlent.

2.3.2 ETP annuelles sur la période d'étude

Les valeurs d'ETP calculées sur la période 2000 – 2012 sont présentées dans le Tableau 2-3 suivant :

Tableau 2-3 : ETP annuelle enregistrée à la station de Beaucouzé

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ETP (mm)	729	770	774	868	855	891	895	777	784	854	872	861	838

De façon générale, les valeurs d'ETP sont plus importantes les années sèches. Les valeurs maximales observées sur ces dernières années (2005 et 2006, avec une ETP annuelle proche de 900mm) correspondent à une période de retour de près de 50 ans en considérant un ajustement statistique sur les données de la période 1950-2012.

2.3.3 ETP mensuelles sur la période d'étude

Les valeurs d'ETP mensuelles moyennes calculées sur la période 2000 – 2010 à Beaucouzé sont présentées dans la Figure 2-8. Elles sont présentées avec les données moyennes de pluviométrie mensuelles à la station de Chemillé, afin d'identifier les périodes de déficit pluviométrique sur l'année.

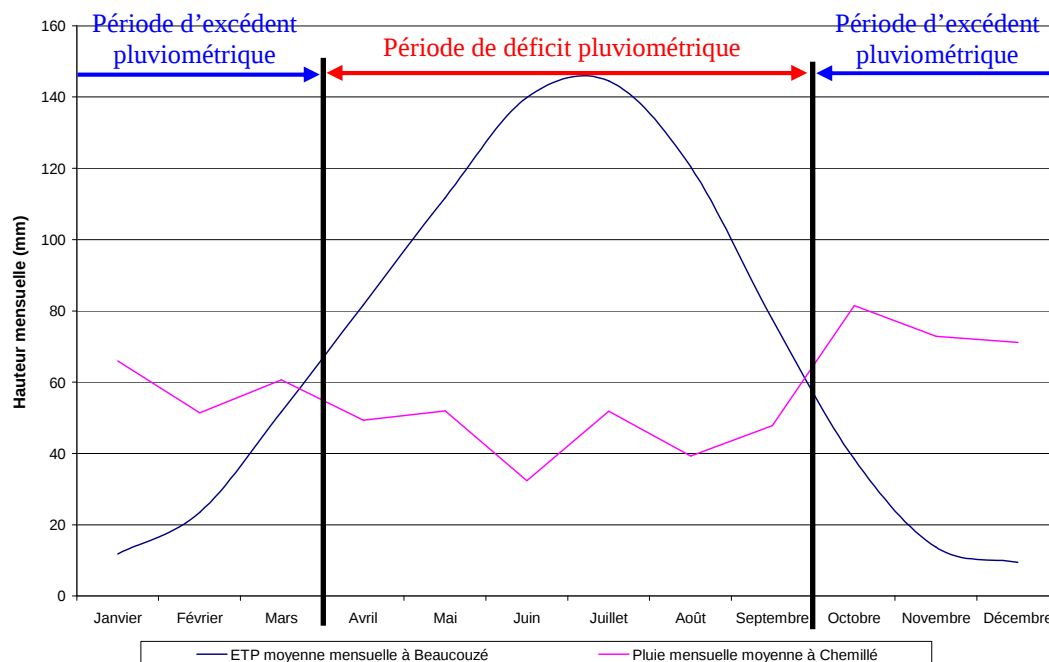


Figure 2-8 : ETP mensuelle moyenne à Beaucouzé et pluviométrie mensuelle moyenne à Chemillé sur la période 2000 – 2010

Le Tableau 2-4 suivant présente l'excédent / déficit pluviométrique mensuel moyen calculé sur la période 2000 – 2010 au droit des 5 stations de référence.

Tableau 2-4 : Excédent / déficit pluviométrique moyen mensuel

P - ETP	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Pmens Chemille - ETPmens	54	28	9	-32	-60	-107	-93	-81	-30	43	59	62
Pmens Bégrolles - ETPmens	81	45	30	-23	-39	-105	-78	-74	-25	62	83	86
Pmens Montrevault - ETPmens	68	39	20	-28	-51	-109	-86	-78	-25	51	81	71
Pmens Blaison-Gohier - ETPmens	49	22	7	-30	-57	-110	-90	-73	-33	43	57	57
Pmens Beaulieu-sur-Layon - ETPmens	53	23	6	-33	-57	-111	-95	-77	-33	36	53	56

A partir de ces éléments ci-dessus, il apparaît nettement que la période avril-septembre est en déficit pluviométrique, puisque les quantités potentiellement évaporées sont supérieures aux quantités précipitées. Le déficit est de l'ordre de 100mm pour les mois de juin et juillet, les plus tendus de la période d'été estival.

2.4 Prise en compte du changement climatique

2.4.1 Préambule

D'après les experts du GIEC, le réchauffement du système climatique est aujourd'hui sans équivoque. On note, à l'échelle du globe, une hausse des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, une fonte massive de la neige et de la glace et une élévation du niveau moyen de la mer. En dehors de toute problématique de changement climatique, le territoire d'étude est un territoire déjà vulnérable vis-à-vis de la ressource en eau. En effet, du fait d'un bilan hydrique en déficit depuis plusieurs années et de la pression qui existe sur la ressource, des restrictions d'usages strictes sont nécessaires pour satisfaire tous les besoins.

Dans ce cadre, il est proposé de faire une analyse prospective des principaux paramètres hydro-climatiques (précipitations et évapotranspiration) sur la zone d'étude en tenant compte du changement climatique.

Des modélisations numériques permettant de faire des projections sur l'évolution possible du climat sont utilisées par la communauté scientifique pour réaliser des simulations dynamiques permettant d'estimer l'évolution probable des différents paramètres météorologiques.

Plusieurs dizaines de modèles existent dans le monde, mais ils diffèrent par leurs zones d'application ou leurs postulats scientifiques de travail. En France, deux modèles spécifiques de projection du climat futur ont été développés et ont pu contribuer au 4^{ème} rapport du GIEC (2007). Ils diffèrent principalement par le modèle atmosphérique sur lequel ils reposent :

- ✓ **le modèle CNRM-CM3** qui utilise le modèle atmosphérique **ARPEGE-Climat**, développé par **Météo-France** ;
- ✓ **le modèle IPSL-CM4** de l'**Institut Pierre Simon Laplace (IPSL)**, qui utilise le modèle atmosphérique « **LMDZ** ».

Ces modèles ont l'inconvénient d'être basés sur des résolutions très larges avec des tailles de maille allant **de 200 à 300 km**, qui implique que les échelles fines ne sont pas représentées. Il est possible d'appliquer des méthodes statistiques de désagrégation pour descendre à des échelles plus petites, mais le passage par cette étape implique des incertitudes supplémentaires.

La demande de prévision à des échelles plus locales étant croissante, des modèles spécifiques ont émergé depuis les années 1990. Météo-France et l'IPSL partagent la même approche numérique de la **régionalisation**, à savoir la **résolution variable**. Cela affranchit les simulations de la tutelle d'un modèle global par l'intermédiaire des conditions aux limites. Les deux modèles régionalisés en question sont :

- ✓ Le modèle ARPEGE-Climat utilisé à Météo-France qui offre la possibilité de faire varier la résolution horizontale afin de raffiner le maillage au niveau de la zone d'intérêt. La résolution **varie de 50 km au centre de la Méditerranée à 450 km dans le Pacifique Sud**. La discrétisation verticale se fait sur 31 couches qui suivent le relief avec des épaisseurs variables.

Le modèle LMDZ est aussi un modèle de circulation générale à maille variable. Un agrandissement de facteur 2 est appliqué pour avoir une résolution spatiale d'**environ 160 km en France**.

Dans le cadre de la présente analyse, c'est le modèle ARPEGE-climat de MétéoFrance qui a été retenu pour générer les paramètres hydro-climatiques futurs.

2.4.2 Rappels sur les scénarios d'évolution climatique

Les émissions futures de gaz à effet de serre sont le produit de systèmes dynamiques complexes déterminés par des paramètres tels que la croissance démographique, le développement socio-économique et l'évolution technologique. Leur évolution future est hautement incertaine. Le GIEC a mis en place une mission spéciale afin de proposer des scénarios d'émission qui couvrent un large éventail d'évolutions possibles. Ce sont les scénarios du SRES (Special Report on Emissions Scenarios) :

Scénario A1F1 : ce scénario décrit un monde à croissance très rapide qui recourt fortement aux énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole).

Scénario A1B : la croissance très rapide s'appuie sur des sources d'énergie équilibrées entre fossiles et autres (nucléaire, renouvelables). De nouvelles technologies plus efficaces sont introduites rapidement. C'est le scénario qui correspond le plus aux prévisions actuelles de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) pour 2050.

Scénario A1T : la croissance est très rapide, mais l'économie s'appuie sur des sources d'énergie autres que fossiles et intègre rapidement les technologies plus efficaces.

Scénario B1 : ce scénario décrit un monde "convergent" (sous l'effet de la mondialisation), où la population culmine au milieu du siècle et décline ensuite, où l'accent est mis sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique et environnementale, y compris une meilleure équité, mais sans initiative supplémentaire pour gérer le climat.

Scénario A2 : ce scénario décrit un monde très hétérogène (autosuffisance, préservation des identités locales). La population continue de croître, le développement économique a une orientation principalement régionale.

Scénario B2 : ce scénario décrit un monde où l'accent est placé sur des solutions locales, dans un sens de viabilité économique, sociale et environnementale.

Scénario	Population	Economie	Environ.	Equité	Technologie	Mondial.
A1F1						
A1B						
A1T						
B1						
A2						
B2						

Figure 2-9 :
Récapitulatif des
caractéristiques des
différents scénarios

2.4.3 Hypothèses retenues et méthodologie

Le scénario A2 est celui considéré dans le cadre de la présente étude. Initialement considéré comme le scénario le plus pessimiste, il se retrouve en phase, voir dépassé, en terme d'évolution des concentrations en gaz à effet de serre mesurées actuellement dans l'atmosphère. A ce titre, il apparaît comme le plus réaliste à l'heure actuelle.

Les paramètres hydro-climatiques projetés sur la période 2020-2050 ont été extraits du portail DRIAS de MétéoFrance. Ce site centralise, à l'échelle d'une maille de territoire, les résultats de différents modèles d'évolution du climat, y compris le modèle ARPEGE-climat retenu, et les restitue en maille locale (quelques kilomètres) après une descente d'échelle (désagrégation spatiale des résultats du modèle global). Aucune incertitude quantifiée n'est associée à la descente d'échelle : la quantification précise de celles-ci passerait par une analyse d'un spectre de modèles climatiques plus large. La présente analyse ayant pour principal objectif la fourniture d'éléments tendanciels quant à l'évolution des paramètres météorologiques sur la zone d'étude, elle se contente de présenter ces paramètres à l'échelle d'une maille centrée sur la zone d'étude, sans analyse fine des incertitudes.

Sur la base des paramètres disponibles sur le portail DRIAS au pas de temps journalier (précipitations cumulées, températures, humidité relative et vitesse du vent), les paramètres « précipitation » et « évapotranspiration potentielle » ont été recalculés à l'échelle annuelle sur la période 2020-2050 afin de visualiser d'éventuelles tendances sur cette période.

2.4.4 Évolution des précipitations

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des précipitations annuelles sur la période 2020-2050.

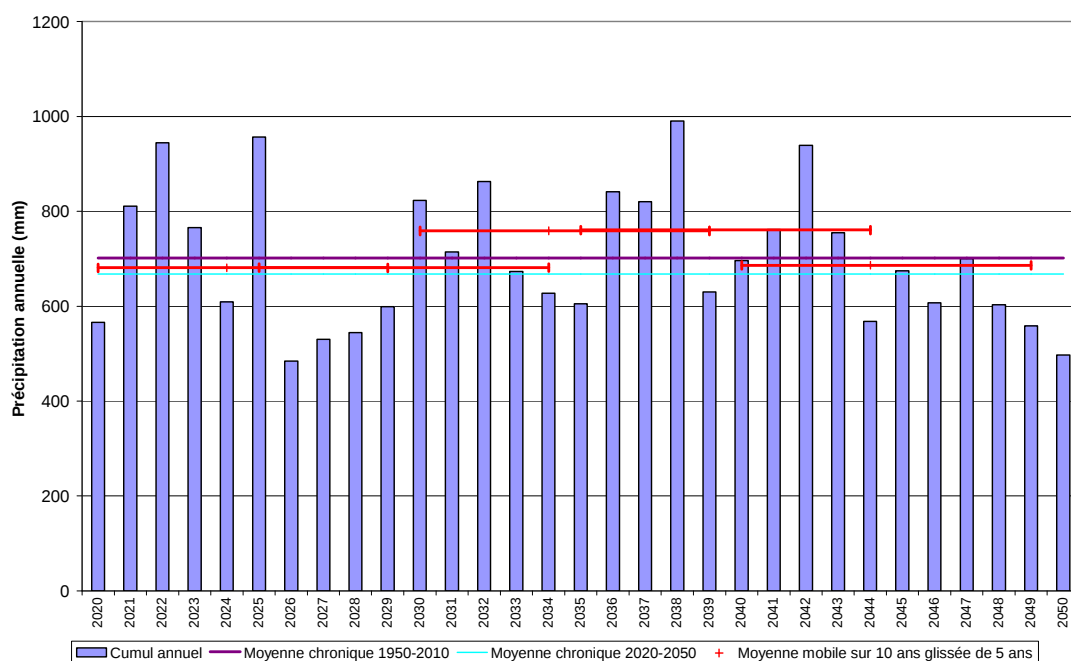


Figure 2-10 : Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2

La figure ci-dessus montre que la pluviométrie sur la période 2020-2050 est globalement similaire à celle mesurée sur la période 1950-2010 (680 à 700 mm par an à Chemillé).

En analysant les valeurs mensuelles moyennes de pluviométrie calculées sur 2000-2010 et 2020-2050 (tableau ci-dessous), on s'aperçoit également qu'on en constate là aussi aucune tendance forte quand à un changement dans la distribution des pluies infra-annuelles

Tableau 2-5 : Comparaison des valeurs de pluie mensuelle moyenne entre les périodes 2000-2010 et 2020-2050

Pluviométrie (mm)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Période 2000-2010	66	51	61	49	52	32	52	39	48	81	73	71
Période 2020-2050	84	62	50	60	52	36	33	50	57	71	74	71

2.4.5 Évolution de l'ETP

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de l'ETP annuelle sur la période 2020-2050.

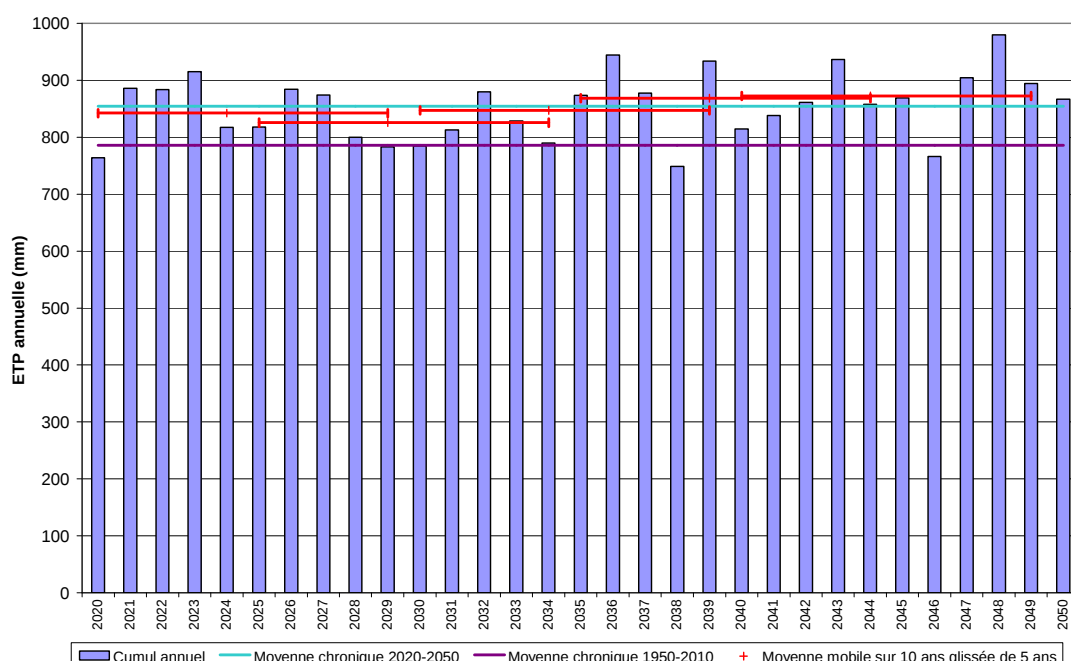


Figure 2-11 : Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2

La figure ci-dessus montre que l'ETP moyenne sur la période 2020-2050 est supérieure d'environ 50mm (7%) à celle mesurée sur la période 1950-2010. Elle est légèrement supérieure à celle mesurée sur la période 2000-2010, alors même que celle-ci témoignait d'une hausse importante de ce paramètre sur les 20 dernières années

En analysant les valeurs mensuelles moyennes d'ETP calculées sur 2000-2010 et 2020-2050 (tableau ci-dessous), on s'aperçoit également :

- ✓ D'une hausse globale de l'ETP hors des périodes d'étiage (octobre à février) ;
- ✓ D'un décalage des valeurs maximales de l'ordre de 1 mois : les maximums d'ETP constatés en juin-juillet sur 2000-2010 se déplacent sur juillet-août sur 2020-2050.

Tableau 2-6 : Comparaison des valeurs d'ETP mensuelle moyenne entre les périodes 2000-2010 et 2020-2050

ETP mensuelle (mm)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Période 2000-2010	12	23	52	82	112	140	145	120	78	38	14	9
Période 2020-2050	28	25	55	67	96	113	135	140	86	52	28	30

Les informations présentées ci-dessus relativement au paramètre ETP peuvent induire des changements importants en terme de fonctionnement hydrologique des bassins versants de la zone d'étude, notamment par :

- ✓ Une hausse globale de l'ETP, conduisant à des volumes ruisselés et disponibles pour les milieux aquatiques moins importants qu'à l'heure actuelle ;
- ✓ Un décalage des valeurs maximales d'ETP de l'ordre de 1 mois par rapport à la situation actuelle, induisant de potentiels impacts sur les périodes de croissance des cultures.

3

Caractérisation de la ressource en eau sur le territoire d'étude

3.1 Réseau hydrographique

3.1.1 Cours d'eau

Le périmètre du SAGE « Layon Aubance » est drainé par un réseau hydrographique dense.

Le Layon prend sa source sur la commune de Saint-Maurice-la-Fougereuse dans le département des Deux-Sèvres, puis après un parcours de 98km se jette en rive gauche de la Loire, au niveau de Chalonnes-sur-Loire. Il draine un bassin versant de 1056 km² environ. Ses principaux affluents, d'amont en aval, sont :

- ✓ Le Lys ;
- ✓ L'Arcison ;
- ✓ Le Javoineau ;
- ✓ Le Dreuillé ;
- ✓ L'Hyrôme;
- ✓ Le Jeu.

D'une longueur de 36km, l'Aubance prend sa source à Louerre et se jette en rive gauche du Louet, un bras de la Loire, au niveau de Dénée. Elle draine un bassin versant de 203 km².

3.1.2 Découpage en masses d'eau

Le territoire du SAGE « Layon Aubance » est découpé en 12 masses d'eau superficielle dont les principales caractéristiques sont présentées ci-dessous. Les masses d'eau sont également localisées sur la Figure 3-1.

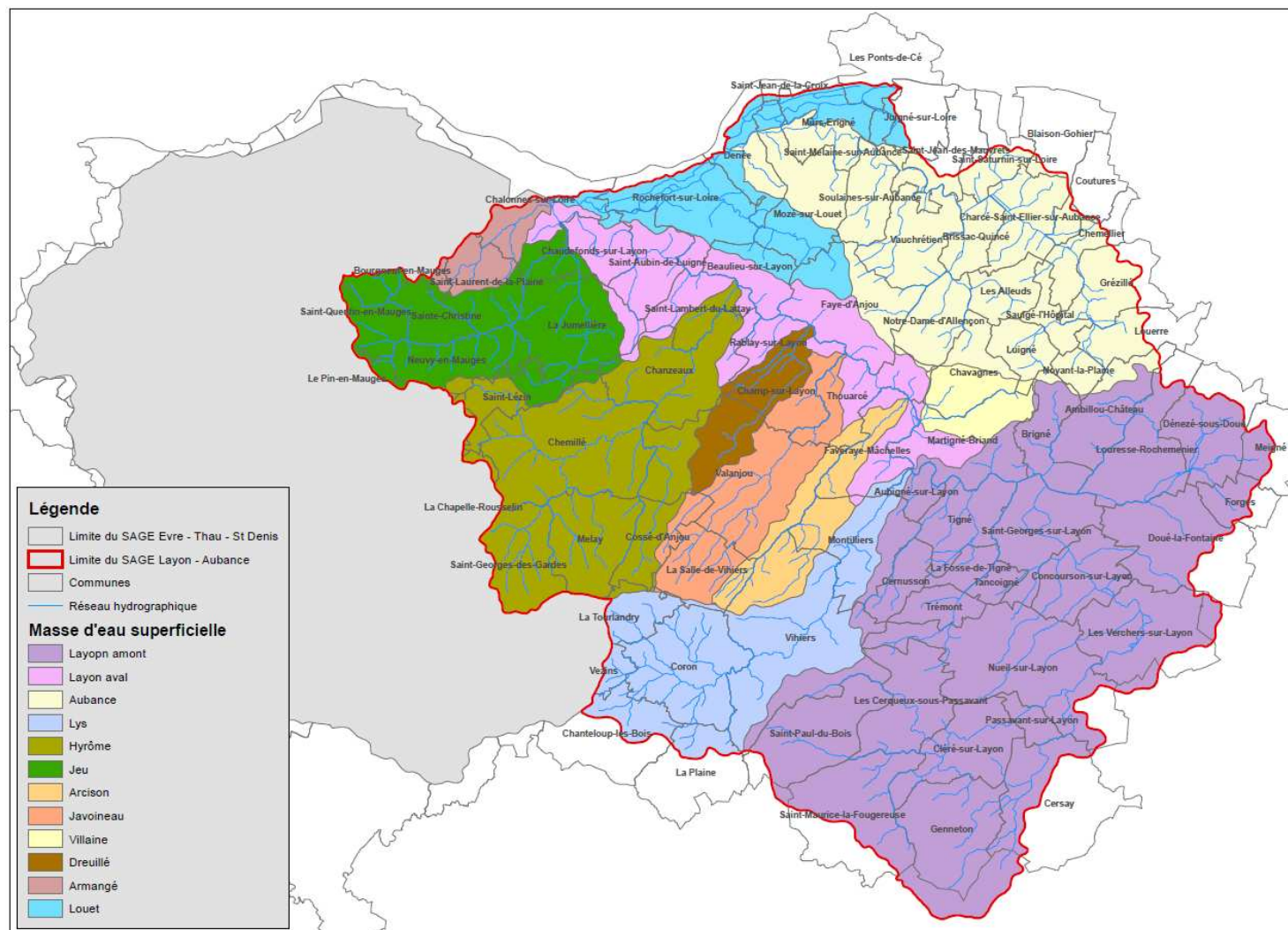
Tableau 3-1 : Caractéristiques des masses d'eau du SAGE

Code	Masse d'eau	Linéaire (km)	Bassin versant drainé (km ²)	Objectif DCE		
				Bon état écologique	Bon état chimique	Bon état globale
FRGR0526	Le Layon et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Lys	55	455	2021	2021	2021
FRGR0527	Le Layon et ses affluents de sa confluence avec le Lys jusqu'à sa confluence avec la Loire	43	105	2021	2021	2021
FRGR0529	Le Lys et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Layon	30	111	2015	2015	2015
FRGR2152	La Villaine et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Layon	7	20	2015	2015	2015
FRGR2129	L'Arcison et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Layon	17	37	2015	2015	2015
FRGR2142	Le Javoineau et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Layon	20	58	2021	2015	2021
FRGR2170	Le Dreuilé et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Layon	11	24	2015	2015	2015
FRGR0530	L'Hyrôme et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Layon	27	154	2021	2015	2021
FRGR0531	Le Jeu et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Layon	21	92	2015	2015	2015
FRGR2189	L'Armangé et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Layon	9	17	2015	2015	2015
FRGR0528	L'Aubance et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Louet	36	203	2021	2015	2021
FRGR2218	Le Louet et ses affluents de sa source jusqu'à la confluence avec le Layon	24	73	2015	2015	2015

Le SDAGE du bassin Loire-Bretagne, validé en 2009, s'engage à un respect des objectifs DCE en 2015 pour 7 des 12 masses d'eau superficielles des bassins versants du Layon – Aubance. Pour les autres masses d'eau un délai supplémentaire est nécessaire pour l'atteinte de l'objectif de bon état. Il est fixé à 2021. La morphologie et l'hydrologie sont les principaux responsables du report de l'objectif écologique. La présente étude de gestion quantitative de la ressource en eau s'inscrit dans le cadre des actions à engager pour le respect de l'objectif DCE fixé.

Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire
du SAGE « Layon Aubance »

Figure 3-1 : Masses d'eau superficielles



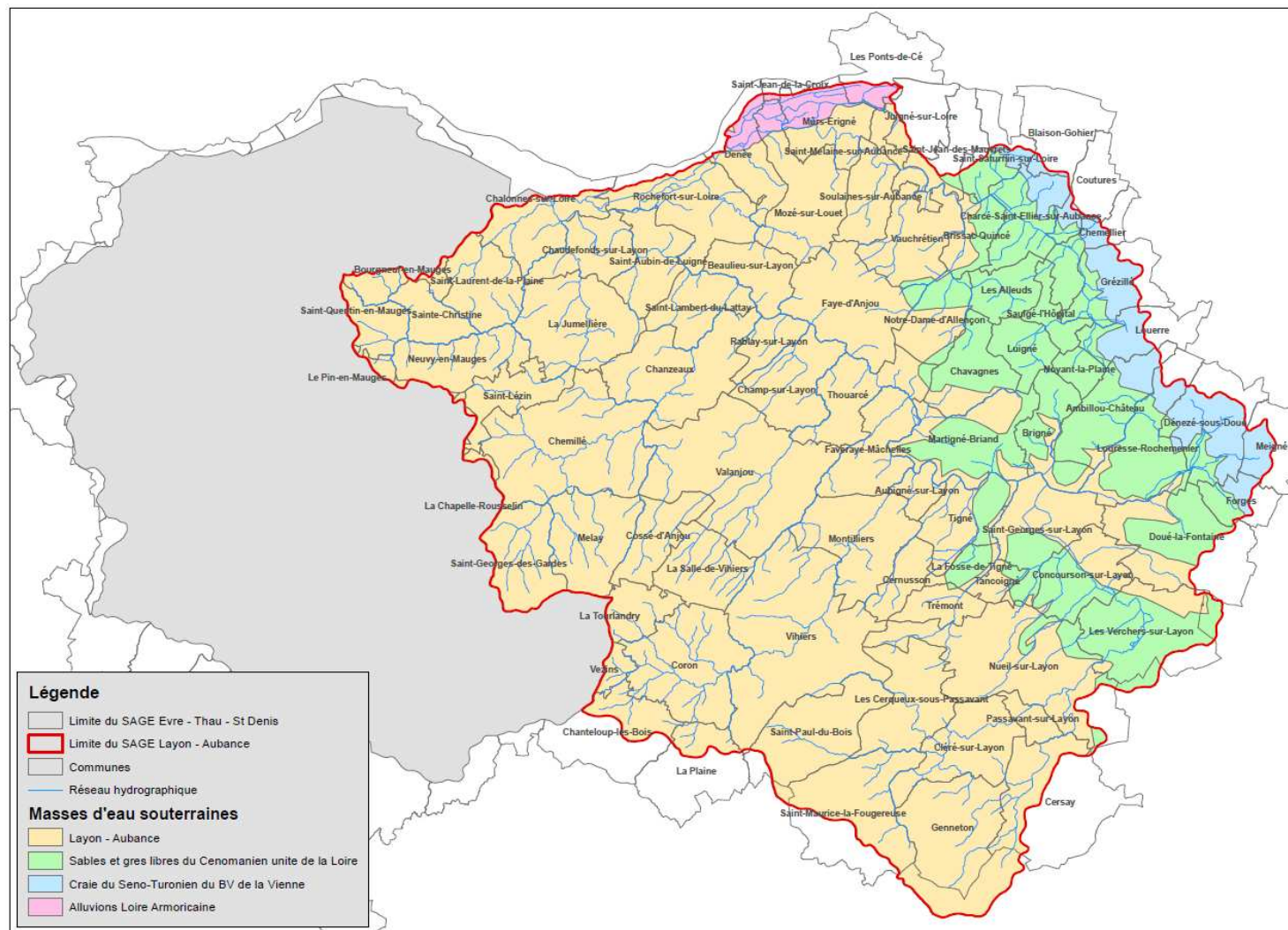
En ce qui concerne les eaux souterraines, le SAGE est concerné par quatre masses d'eau, dont l'objectif de bon état quantitatif est rappelé dans le Tableau 3-2 selon les objectifs DCE. Les masses d'eau souterraines sont présentées également sur la Figure 3-2.

Tableau 3-2 : Caractéristiques des masses d'eau souterraine

Code	Masse d'eau	Superficie contenue dans le périmètre du SAGE	Objectif DCE
FRG024	Layon-Aubance	1052	Bon état quantitatif en 2015
FRG122	Sables et grés libres du Cénomanien unité de la Loire	225	Bon état quantitatif en 2015
FRG087	Craie du Séno-Turonien du BV de la Vienne	53	Bon état quantitatif en 2015
FRG114	Alluvions Loire Armoricaïne	16	Bon état quantitatif en 2015

Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire
du SAGE « Layon Aubance »

Figure 3-2 : Masses d'eau souterraines



3.2 Suivi hydrométrique

3.2.1 Stations hydrométriques

L'hydrométrie du territoire du SAGE « Layon Aubance » est suivie par un réseau de 7 stations hydrométriques gérées par la DREAL Pays-de-la-Loire, dont 5 sont encore en activité. Les caractéristiques de ces stations sont présentées dans le Tableau 3-3 suivant et sont issues de la base de données de la Banque Hydro.

Tableau 3-3 : Stations hydrométriques sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » (Source : Banque Hydro)

Code station	Nom station	Taille BV (km ²)	Période disponible
M5215410	la Petite Aubance à Chemillé [la Chaperonnière]	22	1995-2005
M5124310	Le Lys à Aubigné-sur-Layon [la Guimardière]	121	1996-2013
M5214010	l'Hyrôme à Chanzeaux	140	1967-1980
M5214020	l'Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay [Chauveau]	151	1980-2013
M5014220	l'Aubance à Soulaines-sur-Aubance [Charuau]	172	1982-2013
M5102010	le Layon à Saint-Georges-sur-Layon	259	1967-2013
M5222010	le Layon à Saint-Lambert-du-Lattay [Pont de Bézigon]	920	1967-2013

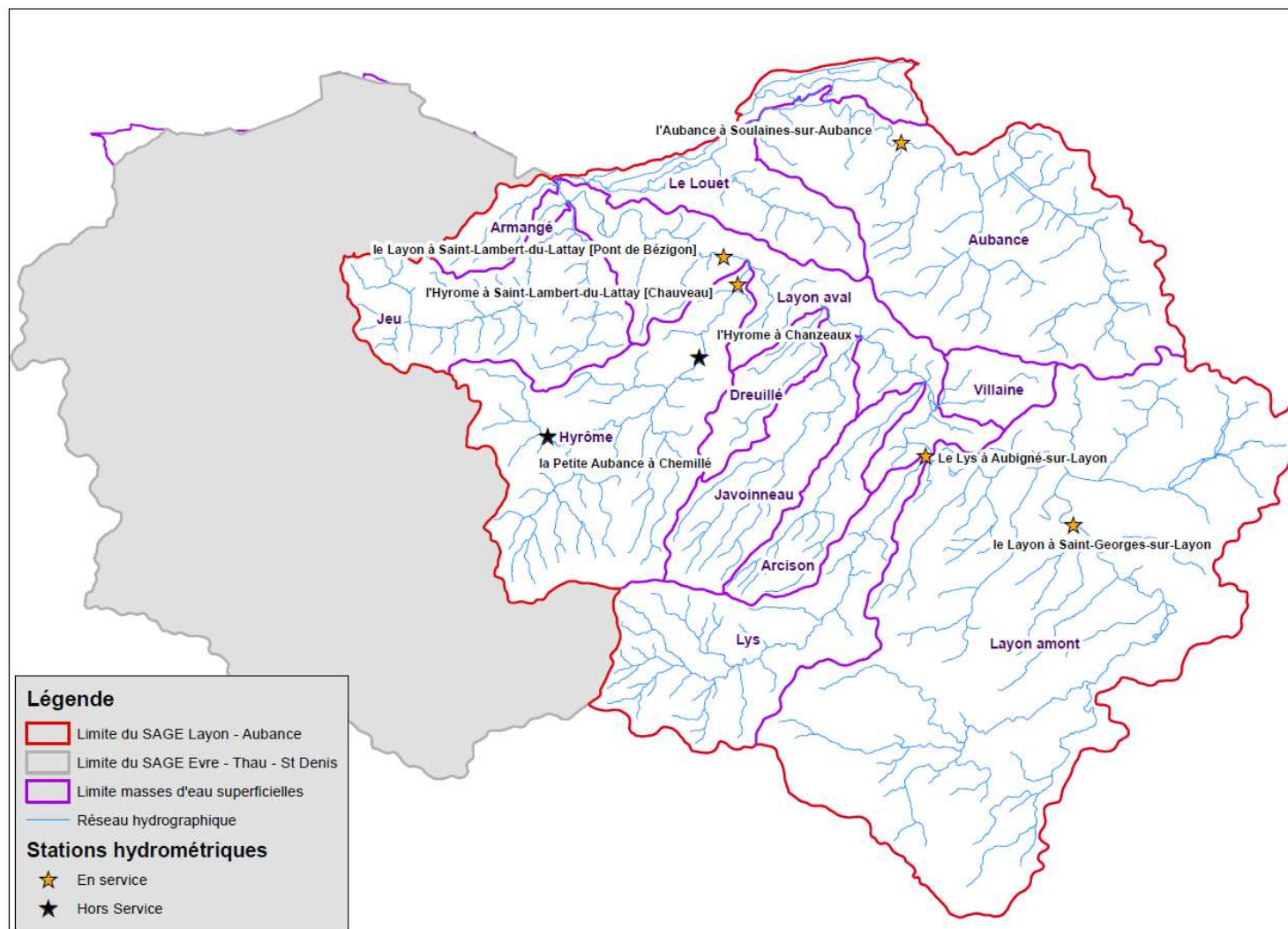
Le territoire du SAGE « Layon Aubance » dispose de relativement peu d'informations permettant de caractériser le fonctionnement hydrologique du bassin versant et de quantifier l'état de la ressource. Actuellement, 5 stations hydrométriques sont en activité pour couvrir l'ensemble du chevelu hydrographique dense du bassin versant.

Par ailleurs, les stations hydrométriques ne sont pas uniformément réparties sur le territoire. En effet, seul le Layon et ces principaux affluents (Hyrôme, Lys et Aubance) sont suivis. Aucune station de mesures n'existe sur les autres cours d'eau.

Le Layon est le cours d'eau qui bénéficie du réseau de suivi le plus développé. Il possède deux stations hydrométriques encore en activité, en amont et en aval de son linéaire.

La localisation des stations hydrométriques sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » est présentée dans la ci-dessous.

Figure 3-3 : Localisation des stations hydrométriques sur le territoire du SAGE



3.2.2 Débits caractéristiques

3.2.2.1 Cycle hydrologique

Le Tableau 3-4 et les figures ci-dessous présentent les débits moyens mensuels enregistrés aux stations hydrométriques du bassin versant du Layon.

Tableau 3-4 : Débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques du territoire du SAGE « Layon Aubance » (Source : Banque Hydro)

Code	Nom station	Janv.	févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Module
M5215410	la Petite Aubance à Chemillé	0.32	0.24	0.21	0.13	0.13	0.04	0.04	0.03	0.04	0.08	0.15	0.25	0.14
M5124310	Le Lys à Aubigné-sur-Layon	2.20	1.62	1.39	0.67	0.49	0.13	0.07	0.03	0.04	0.23	0.67	1.70	0.77
M5214010	l'Hyrôme à Chanzeaux	1.45	2.20	1.45	0.61	0.36	0.20	0.12	0.09	0.11	0.14	0.29	0.71	0.64
M5214020	l'Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay	2.47	1.92	1.41	0.98	0.56	0.23	0.16	0.11	0.15	0.42	0.81	1.65	0.90
M5014220	l'Aubance à Soulaines-sur-Aubance	1.42	1.29	0.95	0.75	0.49	0.23	0.15	0.02	0.12	0.29	0.47	0.94	0.60
M5102010	le Layon à Saint-Georges-sur-Layon	2.80	2.89	1.87	0.86	0.53	0.16	0.08	0.03	0.03	0.25	0.59	1.72	0.97
M5222010	le Layon à Saint-Lambert-du-Lattay	10.20	10.80	7.24	4.13	2.55	1.00	0.54	0.31	0.38	1.34	2.65	6.76	3.95

Figure 3-4 : Courbes des débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques du territoire du SAGE « Layon Aubance »

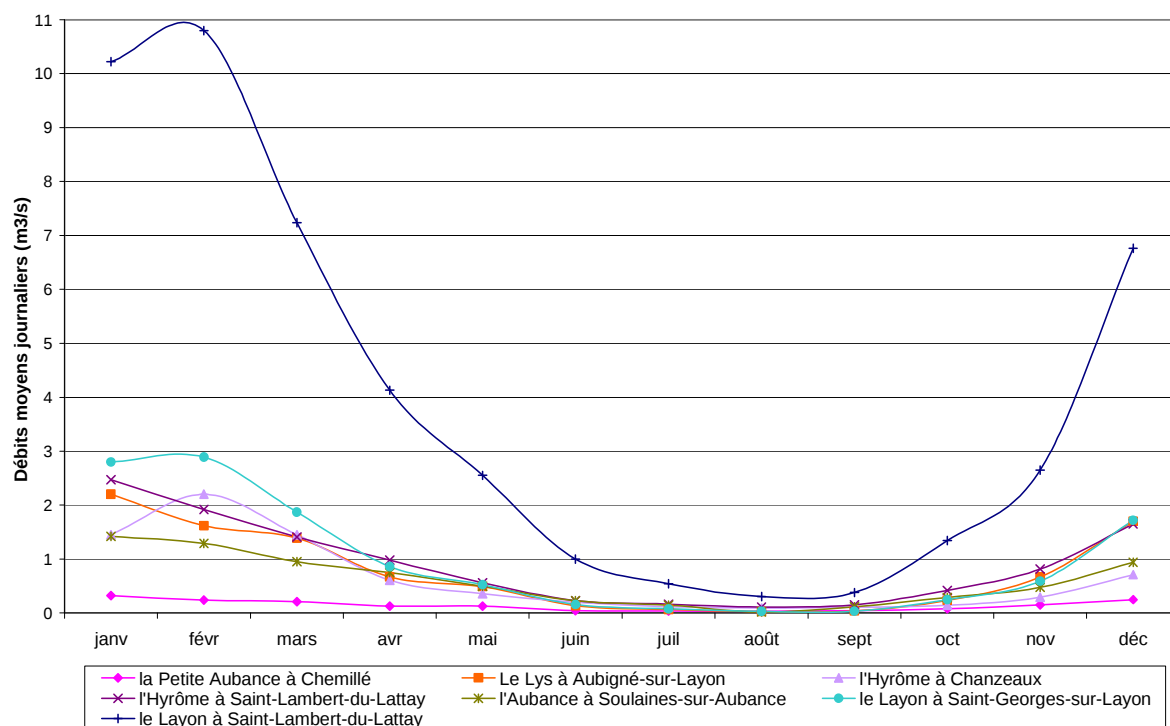
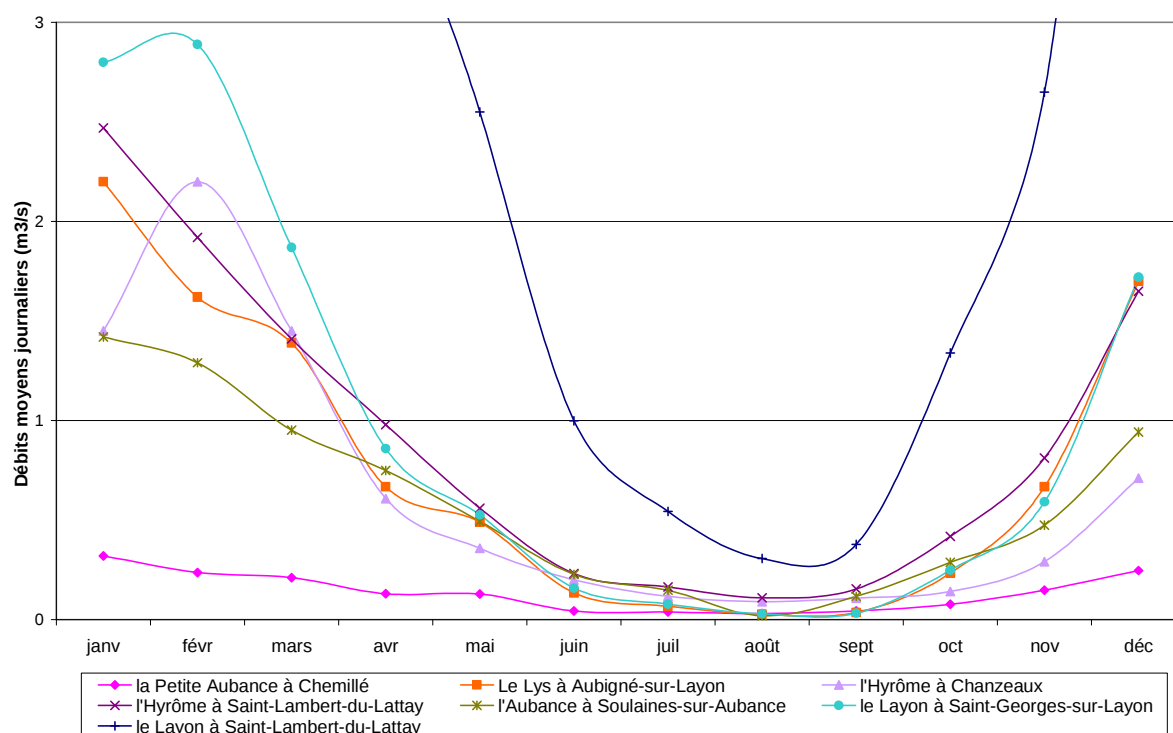


Figure 3-5 : Zoom sur les faibles débits - Courbes des débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques du territoire du SAGE « Layon Aubance »



Le cycle hydrologique du bassin versant du Layon correspond à un régime pluvial simple caractérisé par une période de basses eaux, de mai à octobre, et de hautes eaux de novembre à avril.

Le régime hydrologique du bassin versant est fortement contrasté et présente les variations saisonnières importantes. Les cours d'eau sont très réactifs aux épisodes pluvieux et bénéficient très peu des résurgences de nappes en période d'étiage.

Les étiages apparaissent comme particulièrement marqués pour l'ensemble des cours d'eau suivis. Les débits descendent rapidement en-dessous de la centaine de litres par seconde.

3.2.2.2 Débits d'étiage

Sur le tableau suivant sont analysés les débits caractéristiques des étiages actualisés. Ces valeurs sont issues de la Banque Hydro et sont calculés sur l'ensemble de la chronique disponible. Il est rappelé que :

- ✓ le VCN3 est le débit moyen minimal annuel calculé sur trois jours consécutifs permettant de caractériser une situation d'étiage sévère sur une courte période ;
- ✓ le VCN10 est le débit moyen minimal annuel calculé sur dix jours consécutifs ;
- ✓ le QMNA est le débit mensuel minimal d'une année hydrologique.

Comme évoqué précédemment, les étiages semblent particulièrement marqués sur le territoire du SAGE « Layon Aubance ». Les débits caractéristiques sont faibles et les cours d'eau semblent impactés par le déficit pluviométrique lors des périodes sèches.

Les valeurs de QMNA5 enregistrées représentent entre 1% et 2% seulement du module des cours d'eau.

Remarque : les valeurs annoncées pour la station hydrométrique de la petite Aubance à Chemillé sont à analyser avec beaucoup de précaution. La durée disponible n'est pas suffisante pour la réalisation d'un traitement statistique robuste.

Tableau 3-5 : Débits caractéristiques d'étiage (Source : Banque Hydro)

Cours d'eau	Aubance	Hyrôme			Lys	Layon	
Station	l'Aubance à Soulaines-sur-Aubance	la Petite Aubance à Chemillé	l'Hyrôme à Chanzeaux	l'Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay	Le Lys à Aubigné-sur-Layon	le Layon à Saint-Georges-sur-Layon	le Layon à Saint-Lambert-du-Lattay
Taille BV (km ²)	172	22	140	151	121	259	920
Période considérée	1982-2013	1995-2005	1967-1980	1980-2013	1996-2013	1967-2013	1967-2013
Débit d'étiage (m ³ /s)							
Module	0.600	0.138	0.635	0.891	0.755	0.958	3.900
1/10e module	0.060	0.014	0.064	0.089	0.076	0.096	0.390
1/20e module	0.030	0.007	0.032	0.045	0.038	0.048	0.195
QMNA2	0.021	0.018	0.038	0.049	0.008	0.005	0.092
QMNA5	0.005	0.010	0.010	0.017	0.002	0.001	0.026
VCN3 2	0.007	0.016	0.013	0.019	0.002	0.002	0.034
VCN3 5	0.002	0.009	0.003	0.005	0.001	0.001	0.008
VCN10 2	0.009	0.017	0.015	0.025	0.002	0.003	0.044
VCN10 5	0.002	0.009	0.003	0.007	0.001	0.001	0.010
Q spécifique moyen (l/s/km ²)	3,5	6,3	4,5	5,9	6,23	3,7	4,2
Q spécifique QMNA5 (l/s/km ²)	0.03	0,45	0,07	0,11	0,02	0,004	0,03

Globalement, les données de débits sont cohérentes d'amont en aval du bassin versant. L'évolution du module des cours d'eau rivières aux stations hydrométriques en fonction de la taille du bassin versant est présentée sur la Figure 3-6. Une relative cohérence des débits moyens en fonction de la surface est montrée par le graphique ci-dessous. Il faut cependant relativiser la relation linéaire qui semble ressortir de ces données : par expérience, les modules en amont des bassins versants sont généralement proportionnellement plus forts que ceux de l'aval. Dans le cas présent, le module important à l'aval du bassin versant du Layon est fortement influencé par les apports anthropiques sur le bassin versant (notamment rejets d'assainissement).

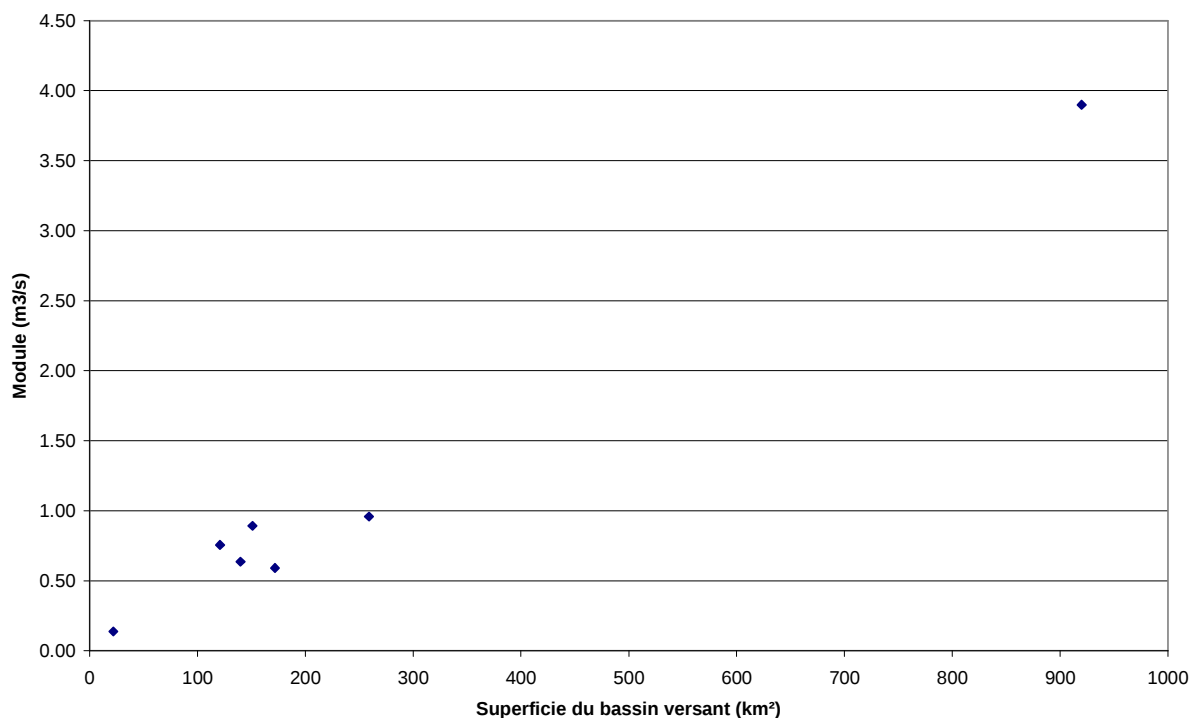


Figure 3-6 : Évolution du module en fonction de la surface du bassin versant des stations hydrométriques

Cela n'est cependant pas le cas pour les débits d'étiage. Ainsi on constate que les valeurs caractéristiques d'étiage (QMNA, VCN3 et VCN10) stagnent ou diminuent entre les stations hydrométriques, alors même que le bassin versant drainé augmente (notamment pour l'Hyrôme).

Les explications de ce phénomène peuvent être les suivantes :

- ✓ Régime pluviométrique plus faible sur l'aval du bassin versant que sur l'amont, sauf sur le bassin versant de l'Aubance ;
- ✓ Présence d'obstacles à l'écoulement (ouvrages) sur les cours d'eau conduisant à stocker et à évaporer une large partie des volumes s'écoulant à l'étiage, au détriment de l'aval ;
- ✓ Prélèvements importants entre les stations (sur l'Hyrôme ou ses affluents), conduisant à subtiliser en partie les volumes s'écoulant naturellement vers l'aval.

L'analyse sur les prélèvements des usagers, puis la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée devront permettre de mieux identifier les facteurs influençant les écoulements à l'étiage sur les bassins versants du Layon et l'Aubance.

En terme d'évolution des débits caractéristiques d'étiage, les graphiques ci-dessous présentent, pour les stations de l'Hyrôme et du Layon à Saint-Lambert-du-Lattay, une comparaison des QMNA par année, du QMNA5 calculé par la Banque Hydro et du QMNA5 calculé sur des périodes de 10 ans glissées.

Ces graphiques permettent de visualiser très nettement que les valeurs de QMNA5 calculées sur la décennie 2000-2010 (période d'étude) sont très supérieures à celles calculées sur la période totale de chronique disponible (1981-2012 sur l'Hyrôme, 1967-2012 sur le Layon) : la valeur de QMNA5 sur 2000-2010 sur l'Hyrôme est de 50l/s, alors qu'elle est de 17l/s sur 1981-2012. Pour le Layon, le QMNA5 est de 45l/s sur 2000-2010 et de 26l/s sur 1967-2012.

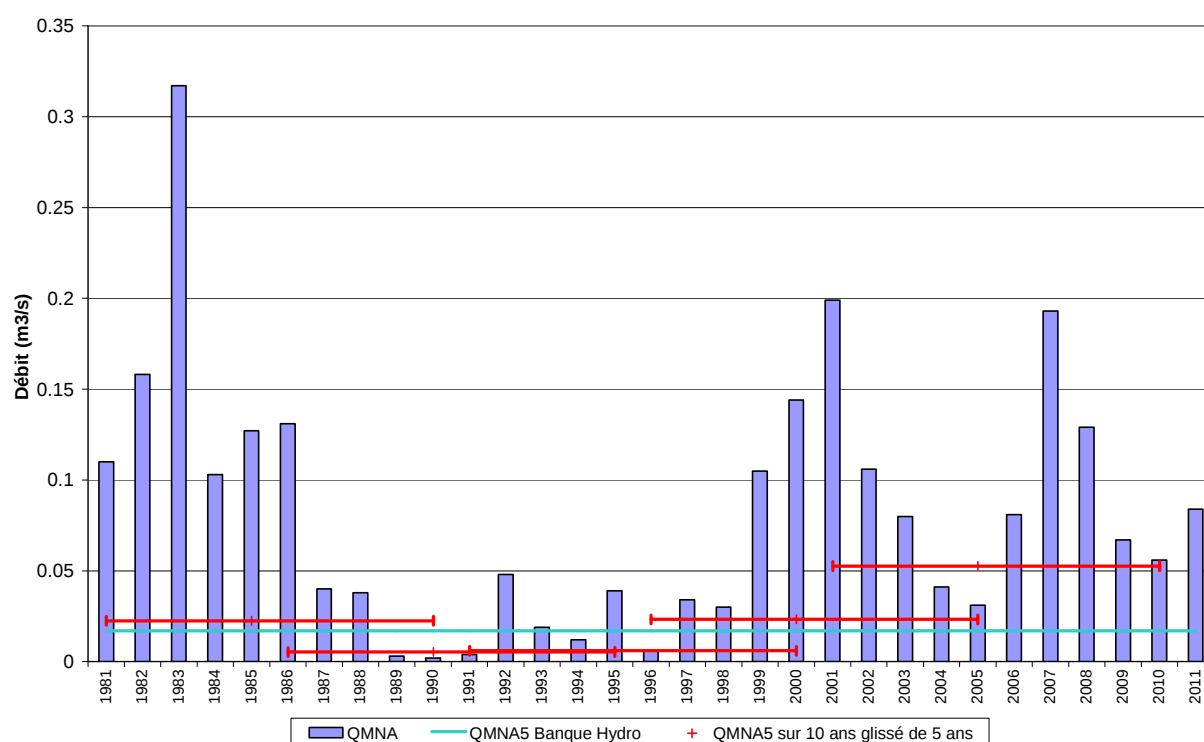


Figure 3-7 : Évolution du QMNA et des QMNA5 sur la chronique disponible à la station de l'Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay

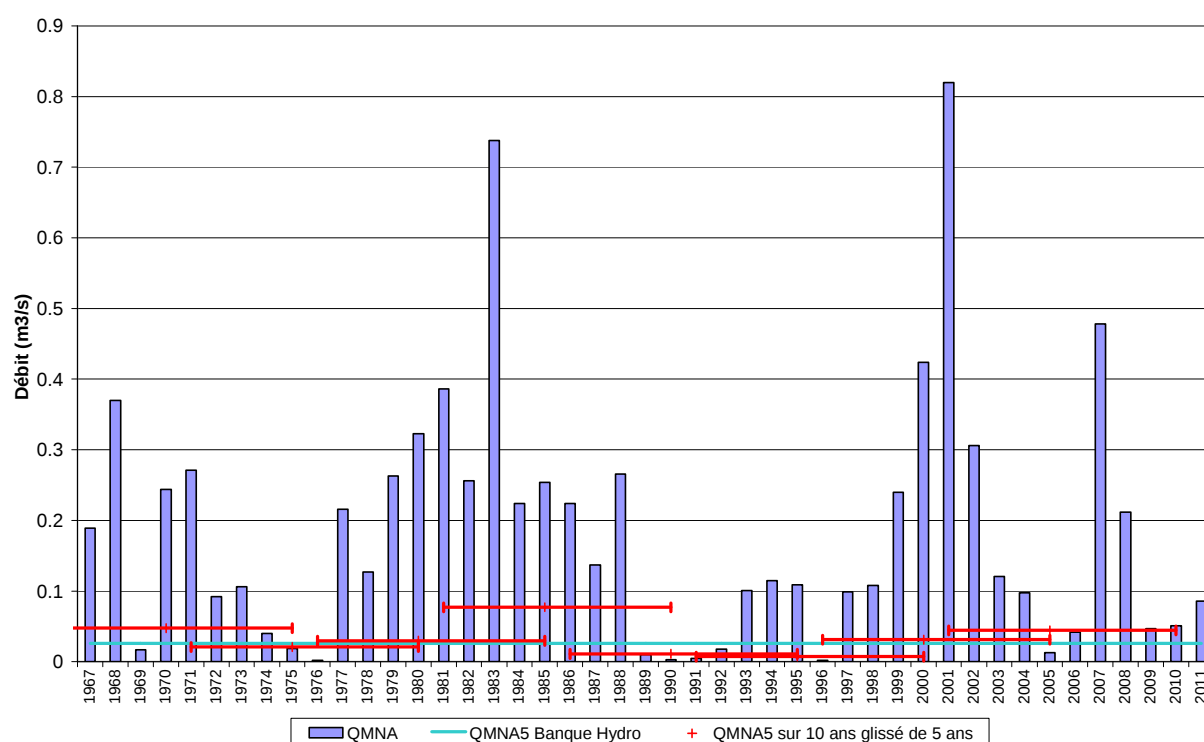


Figure 3-8 : Évolution du QMNA et des QMNA5 sur la chronique disponible à la station du Layon à Saint-Lambert-du-Lattay

Étant donné le constat présenté précédemment sur les éléments du bilan hydrique (pas de variation importante de pluviométrie sur l'ensemble de la période 1950-2010, augmentation sensible de l'ETP sur les 15 dernières années), cette évolution des débits en rivière ne s'explique pas ou peu par des facteurs climatiques. Elle met en revanche en évidence l'impact de la baisse, puis la suppression des prélèvements directs au milieu en période d'étiage. Considérant cet état de fait, et même si la mise en œuvre de statistiques quinquennales sur 11 ans de données n'est pas optimale, il est acceptable de considérer que la période d'étude (2000-2010) est représentative des conditions climatiques qui ont valu et prévaudront sur le bassin d'étude.

3.2.2.3 Débits de crues

Les débits de crue journaliers et instantanés pour les différentes périodes de retour (2-5-10-20-50-100 ans) ont été extraits de la Banque Hydro et sont présentés dans la Figure 3-6. Comme évoqué précédemment, les données à la station de la petite Aubance sur l'Hyrôme ne sont pas présentées vu la taille de la chronique disponible.

Tableau 3-6 : Débits de crue journaliers (QJ) et instantanés (QIX) en m³/s (Source : Banque Hydro)

	Layon à Saint-Georges-sur-Layon		Layon à Saint-Lambert-du-Lattay		Aubance à Soulaines-sur-Aubance		Hyrôme à Chanzeaux		Hyrôme à Saint-Lambert du Lattay		Lys à Aubigné-sur-Layon	
fréquence	QJ	QIX	QJ	QIX	QJ	QIX	QJ	QIX	QJ	QIX	QJ	QIX
biennale	18	22	59	70	8.5	12	14	27	18	33	12	17
quinquennale	30	36	99	120	14	20	25	49	30	57	20	27
décennale	38	45	120	150	18	25	32	64	38	73	25	34
vicennale	46	55	150	180	22	30	39	79	46	89	30	40
cinquantennale	56	66	180	220	27	36	-	-	56	110	-	-
centennale	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A titre de comparaison, les débits instantanés maximaux observés sur les dix dernières années sont présentés dans le Tableau 3-7 avec leur période de retour associée.

Tableau 3-7 : Débits de crue instantanés et période de retour correspondante

Station	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Max observé
la Petite Aubance à Chemillé	Pas d'information exploitable												
l'Aubance à Soulaines-sur-Aubance	22.4	9.02	21.8	17.9	2.97	5.57	19.9	15.6	11.1	11.8	-	14.1	30.3 [05/01/1994]
Le Lys à Aubigné-sur-Layon	-	-	39.6	29.3	2.11	14.2	27.6	15.4	21.5	3.97	-	14.5	39.6 [03/01/2003]
l'Hyrôme à Chanzeaux	Station fermée depuis 1980												66.5 [01/03/1967]
l'Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay	66.7	27.9	92.1	47.7	-	12.1	40.9	19.1	36.7	-	20.3	-	92.1 [03/01/2003]
le Layon à Saint-Georges-sur-Layon	46.7	23.2	47	-	1.21	17	28.7	15.5	25.1	8.77	-	18.5	49 [28/12/1999]
le Layon à Saint-Lambert-du-Lattay	138	75.9	165	-	6.52	38.7	105	49.5	91.2	25.9	-	56.7	245 [28/12/1999]

	Période de retour 2 ans
	Période de retour 5 ans
	Période de retour 10 ans
	Période de retour 20 ans
	Période de retour 50 ans

Jusqu'en 2005, les débits de crues étaient relativement importants sur le territoire. Des débits de périodes de retour 10 ans ont été enregistrés sur le Layon en 2000 et 2003. En 2003, une crue de période de retour vicennale a été enregistrée sur l'Hyrôme.

Depuis 2005, les débits de crues sont relativement faibles sur le territoire. La période de retour biennale n'a été franchie pour tous les cours d'eau que deux fois en 8 ans.

Une crue de période de retour supérieure à la cinquantennale a été enregistrée à la station de Saint-Lambert-du-Lattay sur le Layon le 28 décembre 1999.

3.3 Suivi piézométrique

3.3.1 Rappel sur la géologie et l'hydrogéologie du secteur

Les éléments présentés ci-dessous sont pour une large part repris des études du BRGM « Élaboration de règles de gestion volumique de la ressource en eau souterraine sur le bassin versant du Layon » et « Fonctionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance – Recommandations pour l'élaboration de règles de gestion quantitative ».

La région d'étude se situe dans la zone de contact entre deux grandes unités géologiques, le Massif Armoricaïn à l'Ouest et le Bassin Parisien à l'Est, comme l'illustre la carte géologique extraite de l'état des lieux du SAGE Layon Aubance présentée ci-après. On distingue ainsi :

- ✓ A l'Ouest, le socle de l'ère primaire, constitue essentiellement de Schistes briovériens plus ou moins métamorphisés. Ces schistes constituent le support du Glacis des Mauges qui descend en pente douce jusqu'au Layon. Plus au Sud-Ouest, émergent des formations d'origine éruptive relativement dures constituant le complexe éruptif de Cosse d'Anjou (Rhyolites, Granites).
- ✓ A l'Est, les terrains sédimentaires représentés essentiellement par des Sables du Sénonien et des Marnes du Cénomanien pour l'ère Secondaire et par des affleurements discontinus sableux et graveleux et des Faluns d'Anjou pour l'ère Tertiaire.



La région est fortement marquée par le trait structural que constitue "l'accident géologique du Layon". La faille de direction Sud-Armoricaine (Nord-Ouest/Sud-Est) présente un tracé peu rectiligne, en raison de nombreux décrochements perpendiculaires. Les rejeux post-cénomaniens de cet accident ont entraîné le rehaussement des terrains situés au Nord au pied desquels coule le Layon.

Du point de vue hydrogéologique, la nappe du socle constitue un aquifère limité. Les sables et les graviers de base du Cénomaniens, d'épaisseur variable (0 à 15m), constituent eux un aquifère à bonne perméabilité. Bien que de faible épaisseur, cet aquifère constitue l'une des principales ressources en eau souterraine du département du Maine-et-Loire. D'autre part, les formations tertiaires, souvent superficielles, peuvent constituer localement des aquifères à débits intéressants (nappe des Faluns à Doué la Fontaine). L'alimentation de ces aquifères s'effectue principalement par l'infiltration des précipitations sur ce bassin.

La nappe du socle est en continuité avec celle des sables du Cénomaniens. La nappe des sables du Cénomaniens est libre sur la partie centrale du bassin et devient captive en allant vers l'Est sur le bassin versant de l'Aubance.

En terme de masse d'eau sur le territoire, la partie sur socle et les alluvions récentes ont été regroupées dans une masse d'eau unique Layon-Aubance, le secteur Cénomaniens constituant une masse d'eau à part entière. Les masses d'eau « craie du séno-turonien » et « alluvions de la Loire Armoricaine » sont elles présentes de manière anecdotique sur le bassin versant.

3.3.2 Analyse des données disponibles

Les principales masses du territoire sont couvertes par un réseau de piézomètre assez lâche compte tenu des surfaces couvertes. Ainsi, on ne recense qu'un seul piézomètre pour la masse d'eau « Layon Aubance » : il est situé à Chemillé sur le socle (n° 04838X0175/PZ), et ne dispose de données que depuis janvier 2006. Sur le secteur du cénomaniens, cinq piézomètres sont disponibles : un piézomètre ADES situé à Doué-la-Fontaine (n° 04855X0077/PZ), disposant de mesures depuis janvier 2006, et quatre piézomètres suivis mensuellement par une association syndicale situés sur le secteur Aubance. Ces ouvrages (n°14, 17, 62 et 93) ne sont cependant suivis que depuis avril 2010. A ce titre, leurs données ne sont pas valorisables dans le cadre de la présente étude. Les différents piézomètres du secteur d'étude sont présentés sur la carte ci-dessous.

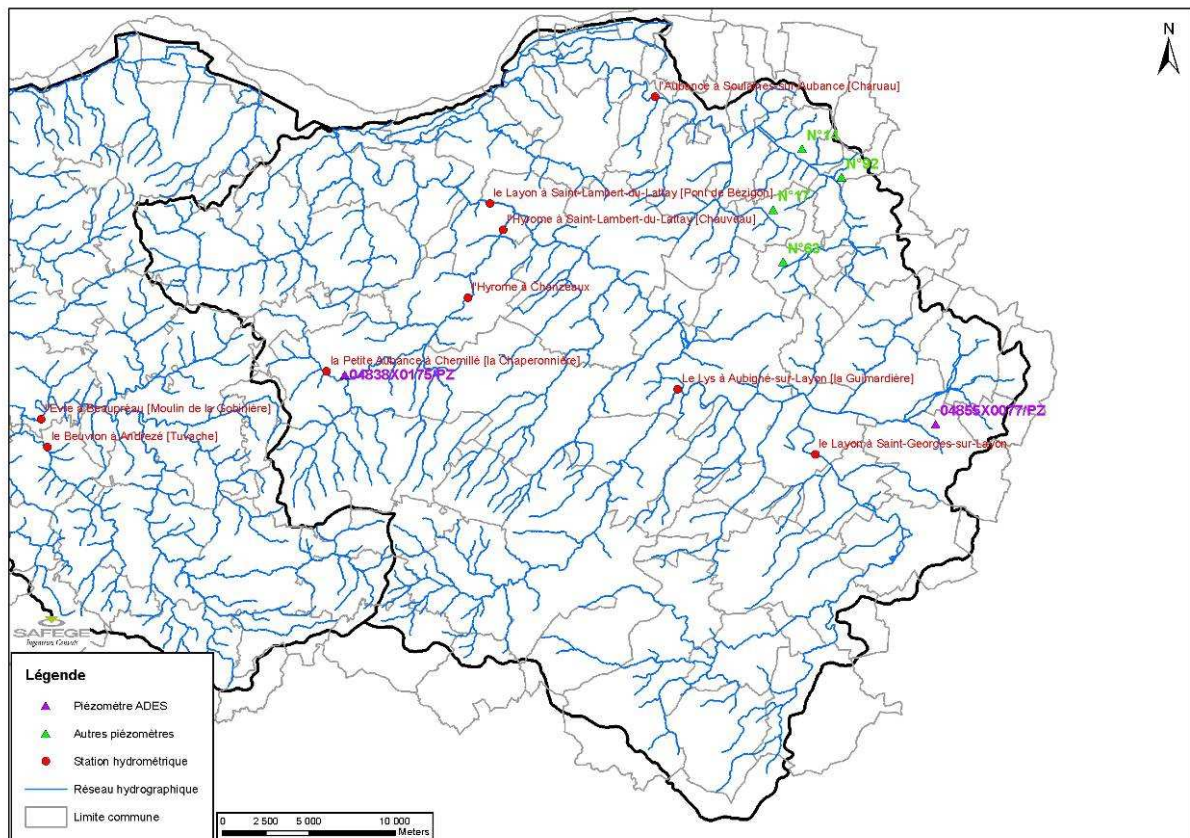


Figure 3-10 : Suivi piézométrique et hydrométrique sur le bassin du SAGE Layon Aubance

3.3.2.1 Sur le Cénomanien

Le BRGM a réalisé en 2011¹ des cartes piézométriques basses et hautes eaux des sables du Cénomanien sur le bassin versant du Layon, et sur celui de l'Aubance en 2012². Ces cartes représentent bien les axes de drainage constitués par les vallées, et montrent que **la nappe alimente les cours d'eau dans les secteurs où la nappe est libre. Dans le secteur où les sables cénomaniens sont captifs (sur le bassin de l'Aubance en amont de Brissac-Quincé), la nappe des sables du Cénomanien est déconnectée du réseau hydrographique superficiel.**

La chronique des hauteurs piézométriques journalières au point de suivi de Doué-la-Fontaine est présentée sur le graphique ci-dessous. Il est important que des lacunes importantes existent dans les données (absence de données sur les basses eaux de 2007 et 2010 et sur les hautes eaux de 2008). Les

¹ BRGM (2011) : Élaboration de règles de gestion volumique de la ressource en eau souterraine – Bassin versant du Layon. Rapport final. BRGM/RP-60065-FR.

² BRGM (2012) : Fonctionnement hydrogéologique du bassin versant de l'Aubance (49) – Recommandations pour l'élaboration de règles de gestion volumique quantitative. Rapport final. BRGM/RP-61082-FR.

débites du Layon à la station de Saint-Lambert-du-Lattay sont également présentés pour juger d'éventuelles corrélations entre niveaux de nappes et débits en rivière.

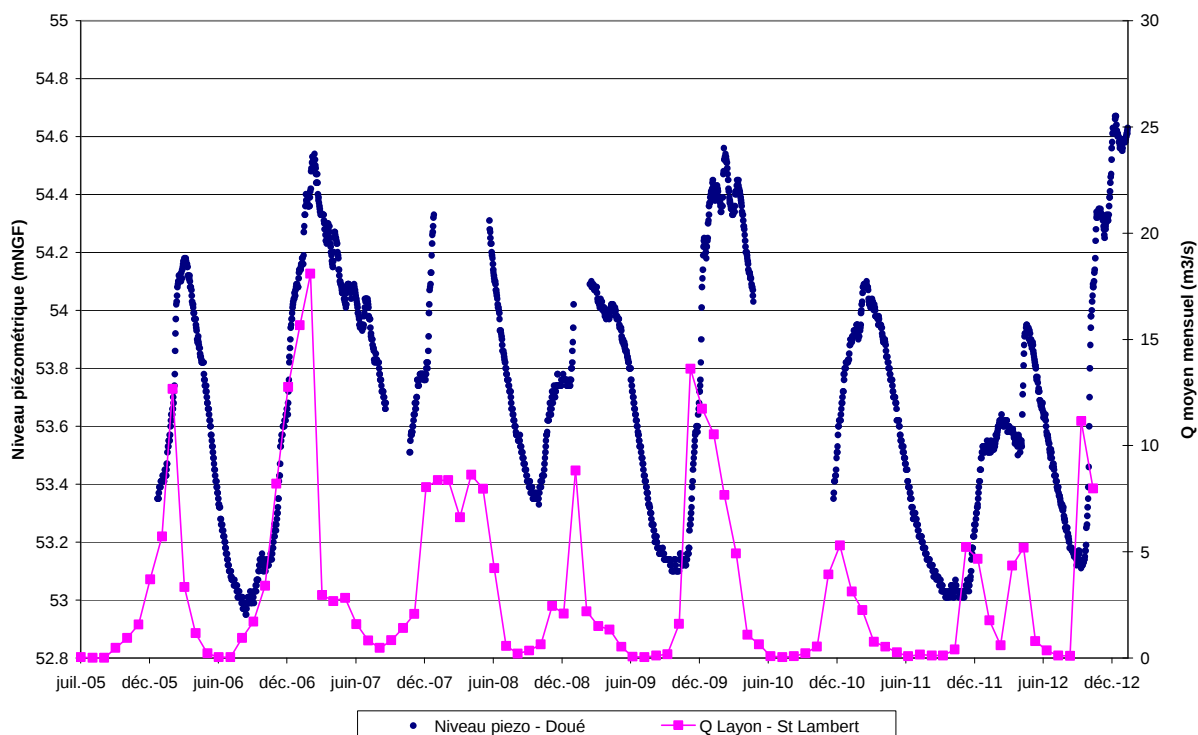


Figure 3-11 : Chroniques piézométrique à Doué-la-Fontaine et hydrométrie du Layon à Saint-Lambert-du-Lattay

La figure ci-dessus montre que la nappe a un cycle annuel très net, constitué par des hautes eaux en mars et des basses eaux en septembre/octobre. Les analyses d'autocorrélation sur le niveau de la nappe réalisées par le BRGM décrivent une nappe à cycle annuel de faible inertie. Aucun cycle pluriannuel n'est identifié, comme le montre le graphique ci-dessus. Les dates de débuts de décharge/tarissement sont intimement liées à la pluviométrie, le temps de réponse de la nappe étant inférieur 1 mois.

Les corrélations croisées réalisées entre le débit du Layon et les niveaux piézométriques à Doué réalisées par le BRGM ne font pas ressortir de relation claire entre les débits en rivière et les niveaux de la nappe.

Afin de caractériser l'impact de la nappe sur le soutien d'étiage des rivières, il est possible d'effectuer une analyse de l'autocorrélation des débits journaliers aux différentes stations du bassin versant. Les analyses d'autocorrélation permettent de quantifier la dépendance linéaire de la valeur d'une variable avec les valeurs précédentes (Moussu, 2011)³. La fonction d'autocorrélation représente alors la « mémoire du système » au cours du temps. L'effet mémoire est un indicateur quantitatif de l'inertie des systèmes : il représente le décalage temporel correspondant à la valeur 0,2 de la fonction

³ Moussu (2011) : Prise en compte du fonctionnement hydrodynamique dans la modélisation pluie-débit des systèmes karstiques. Thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie. 200p.

d'autocorrélation : dans le cas des débits journaliers en rivière, plus l'inertie est importante, plus il est attendu que le débit de la rivière sera soutenu par la nappe.

Les analyses d'autocorrélation ont été réalisées à l'aide du logiciel PAST⁴. Les résultats sont présentés ci-dessous pour les stations hydrométriques potentiellement sous influence de la nappe du Cénomanien sur le bassin versant (Aubance à Soulaines-sur-Aubance, Layon à Saint-Georges-sur-Layon et à Saint-Lambert-du-Lattay). Les résultats obtenus pour l'Hyrôme, dont le débit n'est pas soutenu par la nappe du Cénomanien sont également présentés à titre de comparaison.

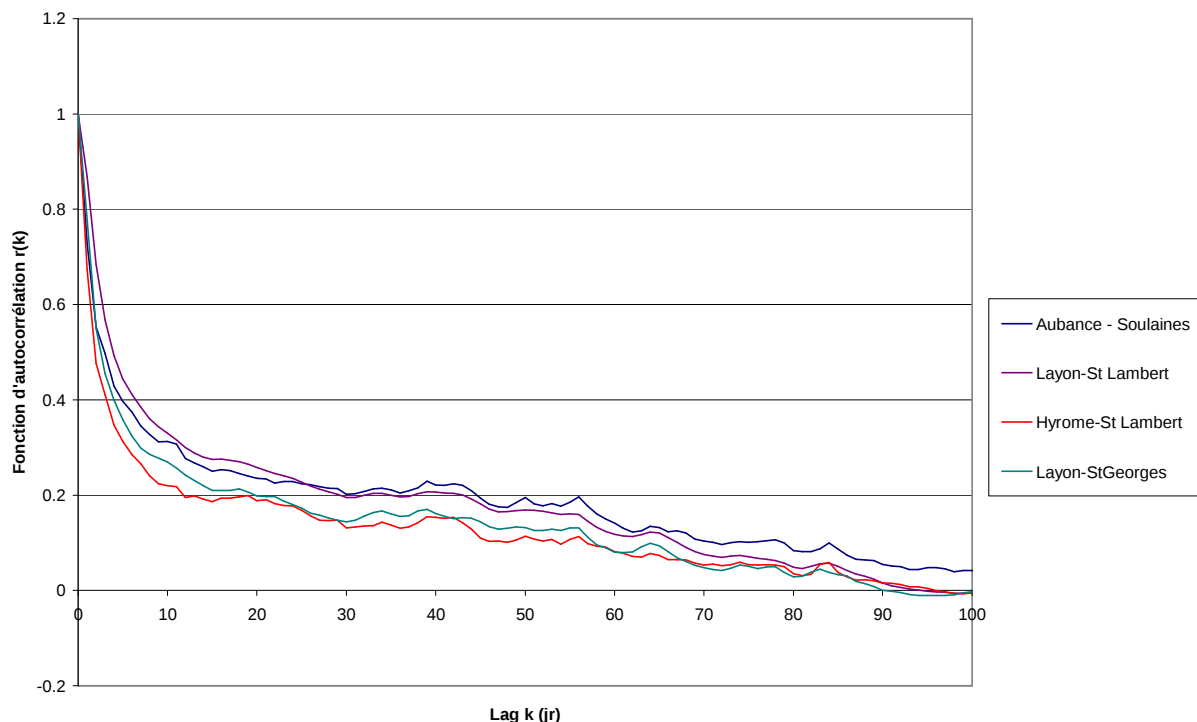


Figure 3-12 : Analyses d'autocorrélation sur les débits journaliers du bassin versant

Ce graphique montre que le lag correspondant à une valeur d'autocorrélation de 0,2 est d'environ 20 jours pour l'Hyrôme et le Layon amont et près de 50 jours pour l'Aubance et de Layon aval. Ainsi, il apparaît que le soutien d'étiage par la nappe du socle sur l'Hyrôme et le Layon amont est très limité du fait des caractéristiques géologiques énoncées précédemment. Sur le Layon aval et l'Aubance, en revanche, l'inertie du système est plus importante, notamment du fait d'un soutien d'étiage avéré par la nappe du Cénomanien (limité aux secteurs où la nappe est non captive), et éventuellement par les nappes alluviales (mais ces réservoirs sont reconnus comme plus limités). Dans tous les cas, ces résultats confirment les observations tirées de l'analyse géologique, à savoir que les réserves en eaux souterraines sur le bassin versant sont à priori moins limitées sur le secteur Cénomanien du bassin que sur les secteurs sous influence du socle.

⁴ <http://folk.uio.no/ohammer/past/>

Il reste cependant difficile de quantifier les volumes disponibles sans compromettre la pérennité de la ressource, notamment du fait de la faible longueur de la chronique. De la même manière, s'il est possible de dériver une valeur de niveau piézométrique d'étiage quinquennal (niveau piézométrique décadaire de période de retour 5 ans sec), celle-ci ne repose que sur 7 ans de données et devra être confirmée par l'analyse de chroniques plus longues à l'avenir.

La valeur de niveau piézométrique décadaire de période de retour 5 ans sec calculée par le BRGM est de 53,07 mNGF. Il a été franchi en 2006 et 2011 sur la chronique analysée.

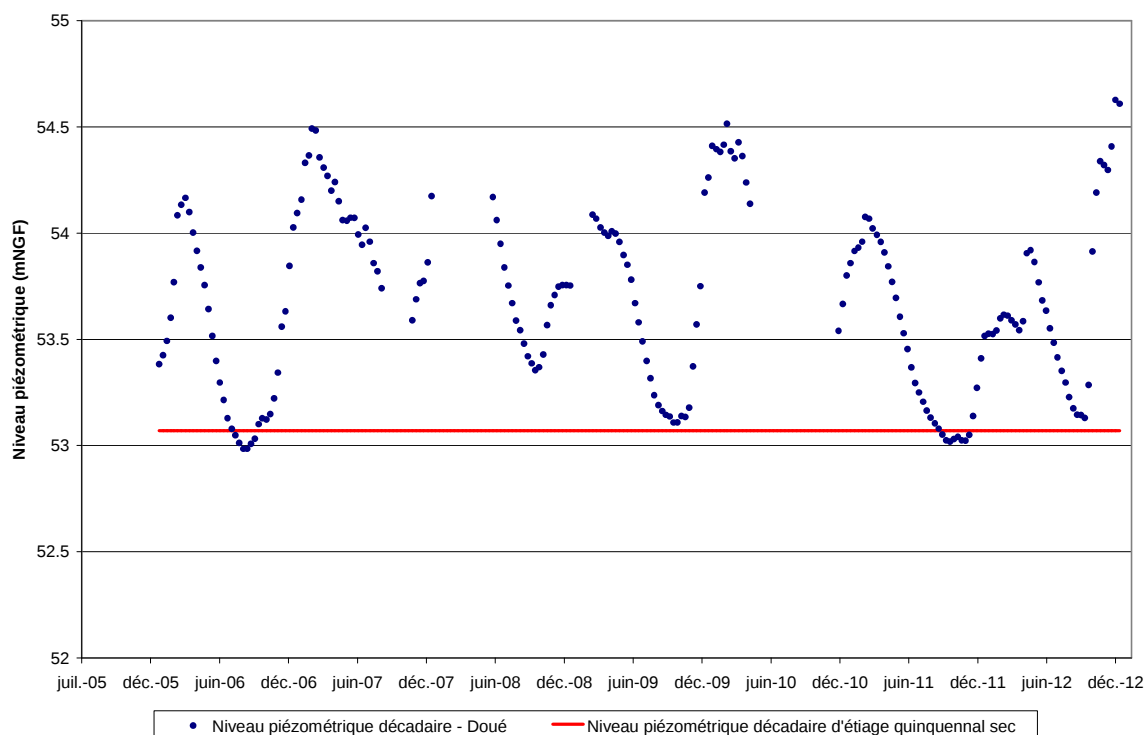


Figure 3-13 : Niveau piézométrique décadaire d'étiage à Doué-la-Fontaine

3.3.2.2 Sur le socle

La chronique des hauteurs piézométriques journalières au point de suivi de Chemillé est présentée sur le graphique ci-dessous. Les débits de l'Hyrôme à la station de Saint-Lambert-du-Lattay sont également présentés pour juger d'éventuelles corrélations entre niveaux de nappes et débits en rivière.

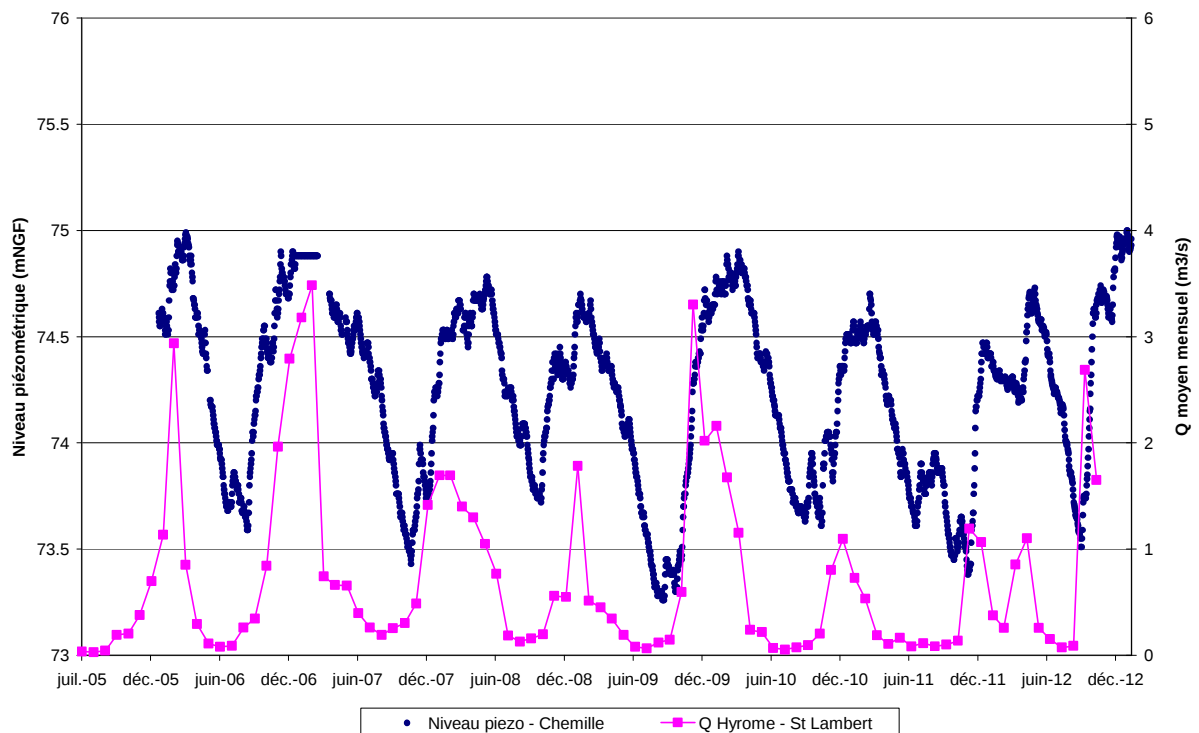


Figure 3-14 : Chroniques piézométrique à Chemillé et hydrométrique de l'Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay

La figure ci-dessus montre que la nappe a un cycle annuel très net, constitué par des hautes eaux entre février et mai (suivant la pluviométrie de l'année considérée) et des basses eaux entre septembre et novembre (là aussi très variable suivant la pluviométrie). Les analyses d'autocorrélation sur le niveau de la nappe réalisées par le BRGM décrivent une nappe à cycle annuel de faible inertie. Aucun cycle pluriannuel n'est identifié, comme le montre le graphique ci-dessus. Les dates de débuts de décharge/tarissement sont intimement liées à la pluviométrie, le temps de réponse de la nappe étant inférieur à 1 mois.

Les corrélations croisées réalisées entre le débit du Layon et les niveaux piézométriques à Chemillé réalisées par le BRGM ne font pas ressortir de relation claire entre les débits en rivière et les niveaux de la nappe.

Comme cela a été fait sur les stations hydrométriques influencées par le Cénomani, il est proposé de réaliser une analyse d'autocorrélation sur les débits journaliers aux différentes stations du bassin versant. Les résultats sont présentés ci-dessous pour les stations hydrométriques sous influence de la nappe du socle sur le bassin versant (Layon à Saint-Georges-sur-Layon, Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay, Lys à Aubigné-sur-Layon). Les résultats obtenus pour le Layon à Saint-Lambert-du-Lattay, dont le débit est en partie soutenu par la nappe du Cénomani, sont également présentés à titre de comparaison.

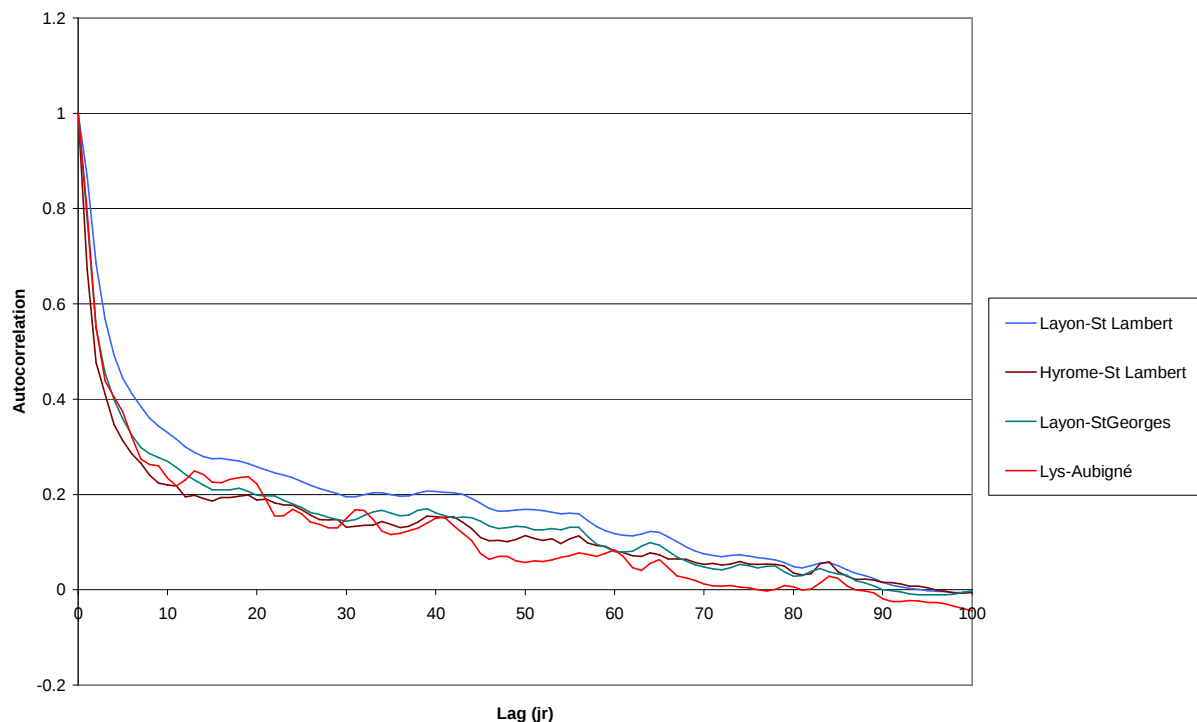


Figure 3-15 : Analyses d'autocorrélation sur les débits journaliers du bassin versant

Ce graphique montre que le lag correspondant à une valeur d'autocorrélation de 0,2 est d'environ 20 jours pour l'Hyrôme, le Lys et le Layon amont et près de 50 jours pour le Layon aval. Ainsi, il apparaît que le soutien d'étiage par la nappe du socle sur l'Hyrôme, le Lys et le Layon amont est très limité du fait des caractéristiques géologiques énoncées précédemment (comparativement au Layon aval). Ces résultats confirment les observations tirées de l'analyse géologique, à savoir que les réserves en eaux souterraines sur le bassin versant sont très limitées dans le secteur du socle.

Il reste cependant difficile de quantifier les volumes disponibles sans compromettre la pérennité de la ressource, notamment du fait de la faible longueur de la chronique. De la même manière, s'il est possible de dériver une valeur de niveau piézométrique d'étiage quinquennal (niveau piézométrique décadaire de période de retour 5 ans sec), celle-ci ne repose que sur 7 ans de données et devra être confirmée par l'analyse de chroniques plus longues à l'avenir.

La valeur de niveau piézométrique décadaire de période de retour 5 ans sec calculée par le BRGM est de 73,48 mNGF. Il a été franchi en 2009 et 2011 sur la chronique analysée.

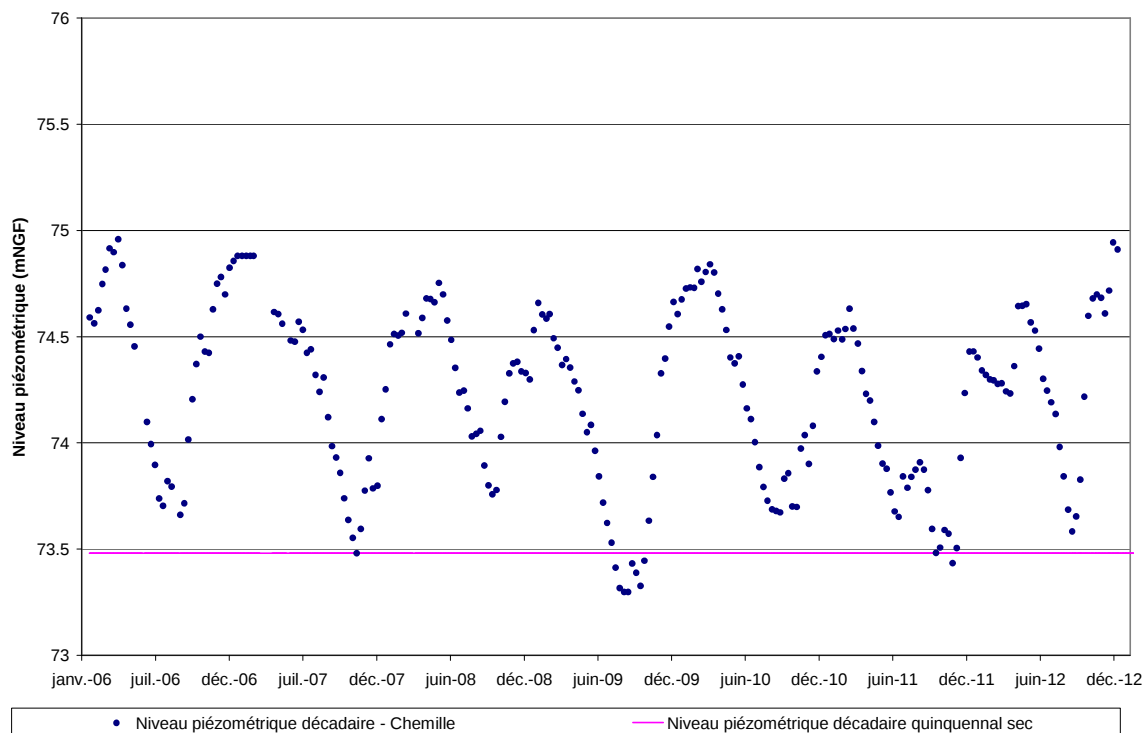


Figure 3-16: Niveau piézométrique décadaire d'été à Chemillé

3.4 Suivi des écoulements en rivière

3.4.1 Principe des réseaux de suivi des écoulements

L'ONEMA a développé en 2004 un dispositif métropolitain d'observation visuelle de l'écoulement des cours d'eau, appelé Réseau d'Observation de Crise des Assecs (ROCA), permettant de compléter les informations existantes (débits et piézomètres) à disposition des préfets (MISE) en période de crise hydroclimatique, concernant la disponibilité de la ressource en eau dans les départements. Il complétait le Réseau Départemental d'Observation des Écoulements (RDOE) mais en place dans certaines régions. Le réseau ROCA/RDOE était constitué d'une trentaine de stations par département, choisies par l'ONEMA en accord avec les MISE. Ce choix a été basé sur les données disponibles (pression de prélèvement) et l'expertise des brigades de l'ONEMA : connaissance du fonctionnement des cours d'eau, des zones de fort prélèvement et de l'historique des mises en assec (notamment au cours de la crise 2003).

Le principe des réseaux RDOE/ROCA consistait à effectuer, pendant la période de crise, des observations visuelles sur l'écoulement de l'eau de chaque station ainsi que sur son état écologique. Ces observations étaient réalisées selon une grille simple à 4 modalités : l'écoulement est acceptable, l'écoulement est faible, il n'y a plus d'écoulement, et la station est asséchée. Elles étaient complétées

par une expertise relative au fonctionnement écologique des cours d'eau. Ces observations permettaient d'alerter la MISE de l'impact que subissaient les cours d'eau durant la crise.

Les premières années de mise en œuvre du ROCA ont montré une hétérogénéité entre départements et une difficulté à valoriser les résultats des observations aux échelles régionale, bassin et nationale. Afin d'harmoniser les pratiques et d'apporter des améliorations dans la mise en œuvre du suivi sur le terrain, le déploiement par l'ONEMA de l'Observatoire National des Étiages (ONDE), destiné à remplacer les réseaux ROCA et RDOE, a été réalisé en 2012. À noter que ONDE ne comprend que 3 modalités d'écoulement : écoulement visible, écoulement non visible et assec. Le nouvel observatoire ONDE présente un double objectif, celui de constituer un réseau de connaissance stable sur les étiages estivaux du petit chevelu des cours d'eau (suivi usuel) et d'être un outil d'aide à la gestion de crise sur ces secteurs où aucun dispositif n'est mis en place. Ainsi, entre 2004 et 2011, le déclenchement du RDOE/ROCA se faisait sur demande du Préfet (en cas de tension avérée ou à venir sur la ressource en eau). Depuis 2012, au moins une observation mensuelle est réalisée par les services de l'ONEMA durant la période d'étiage estivale (mai-septembre), la fréquence des observations pouvant être augmentée à la demande du Préfet.

3.4.2 Stations de suivi des écoulements sur la zone d'étude

Le réseau d'observation des écoulements (RDOE et ROCA confondus) compte 14 stations d'observation sur le territoire du SAGE « Layon Aubance ». Les données disponibles couvrent la période 1990-2009. Toutefois, des lacunes existent dans les séries de données et l'information peut manquer pour quelques années sur certaines stations.

Il est à noter que les données collectées ne sont pas toujours homogènes. Certaines stations font l'objet d'un suivi mensuel sur l'ensemble de la période d'étiage alors que d'autres sont suivies seulement sur un ou deux mois dans l'année.

À partir de 2012, les changements suivants sont prévus quant au réseau de suivi des écoulements :

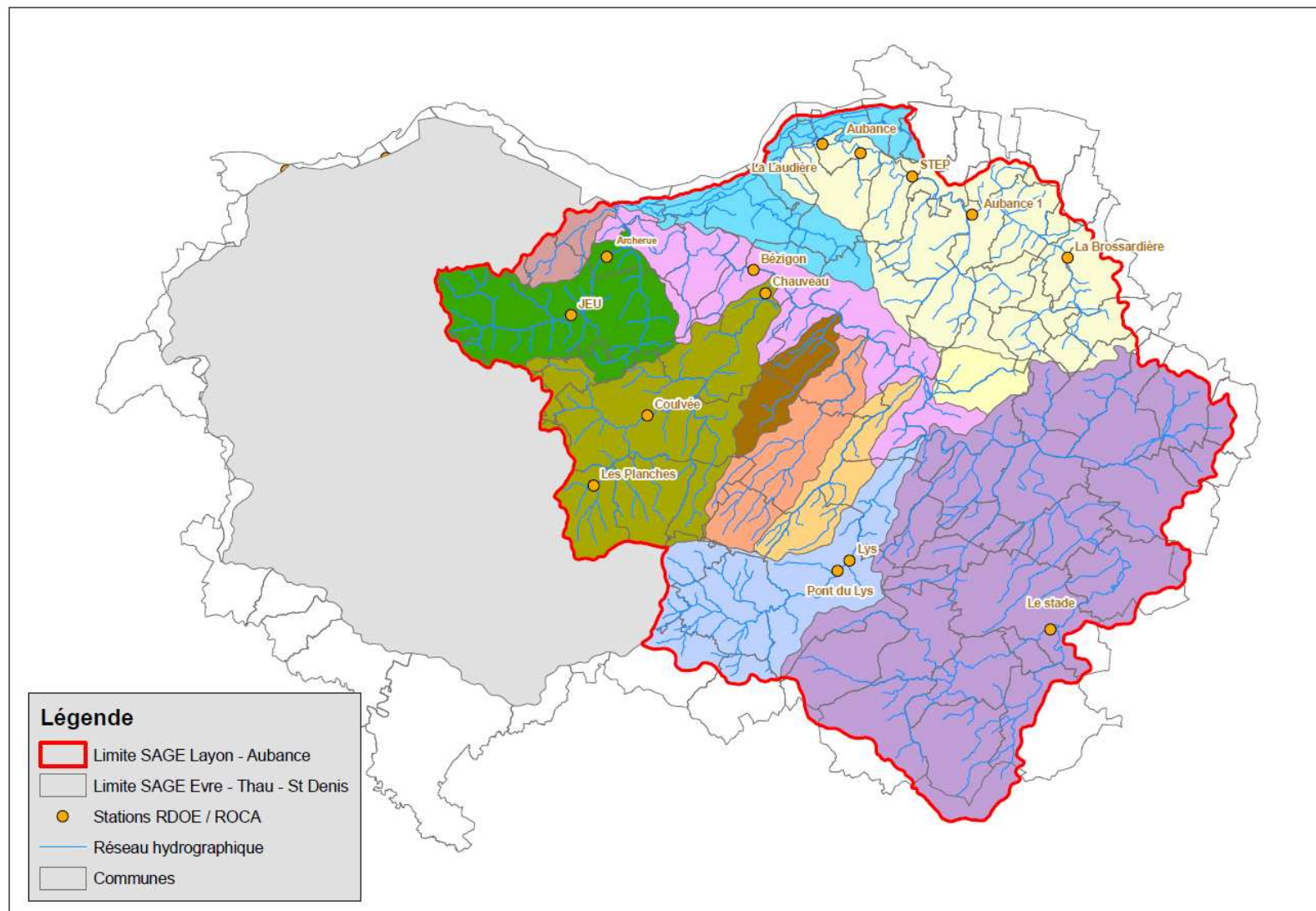
- ✓ Un point devait être mis en place sur le Layon à Concourson-sur-Layon ;
- ✓ La mise en place du réseau ONDE en lieu et place du ROCA/RDOE verra une modification des stations sur le territoire du SAGE : les stations qui resteront suivies sont celles de Chemellier sur l'Aubance, de Saint-George-des-Gardes sur l'Hyrôme, de Saint-Laurent-de-la-Plaine sur le Jeu et de Vihiers sur le Lys.

Les caractéristiques des stations existantes sur le territoire d'étude sont présentées dans le Tableau 3-8 suivant. Les stations sont localisées sur la Figure 3-17.

Tableau 3-8 : Caractéristiques des stations de suivi des écoulements (RDOE/ROCA) sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »

Code station	Nom station	Rivière	Commune	Nombre de mesure	Période couverte
4490035	Aubance	Aubance	Murs Erigné	21	2006-2010
4490002	Aubance 1	Aubance	Brissac-Quincé	4	2005
4490003	La Laudière	Aubance	Murs Erigné	16	1990-2005
-	La Brossardière	Aubance	Chemellier	12	1990-2003
-	STEP	Aubance	Saint Melaine/Aubance	12	1990-2003
4490015	Coulvée	Hyrôme	Chemillé	36	1990-2010
4490014	Les Planches	Hyrôme	Saint Georges des Gardes	15	1990-2005
-	Chauveau	Hyrôme	Saint Lambert du Lattay	11	1990-2004
4490036	Archerue	Jeu	Chalonne-sur-Loire	21	2006-2010
4490030	Jeu	Jeu	Saint-Laurent-de-la-Plaine	4	2005
4490017	Le stade	Layon	Nueil/ Layon	36	1990-2010
-	Bézigon	Layon	Saint Lambert du Lattay	11	1990-2005
4490037	Pont du Lys	Lys	Vihiers	21	2006-2010
4490029	Lys	Lys	Vihiers	4	2005

Figure 3-17 : Localisation des stations des réseaux RDOE/ROCA



La restitution des résultats du suivi des écoulements différencie les observations selon la nomenclature suivante :

- ✓ L'eau coule ;
- ✓ L'eau ne coule pas (eau présente mais absence d'écoulement) ;
- ✓ Il n'y a plus d'eau (rivière asséchée).

Depuis 2006, l'observation d'un écoulement est différenciée selon la nomenclature suivante :

- ✓ L'eau coule ;
- ✓ L'eau coule mais le fonctionnement biologique n'est pas garanti.
- ✓ L'eau ne coule pas (eau présente mais absence d'écoulement) ;
- ✓ Il n'y a plus d'eau (rivière asséchée).

Une synthèse des données disponibles par station est présentée dans le Tableau 3-9. Sont notamment présentées, par station, les pourcentages d'années pour lesquelles des perturbations de l'écoulement ont été constatées.

Tableau 3-9 : Synthèse des perturbations des écoulements constatées sur les différentes stations des réseaux RDOE/ROCA sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »

Nom station	Rivière	Commune	Nombre de mesure	% d'années avec fonctionnement biologique non garanti	% d'années avec absence d'écoulement constatée	% d'années avec assec constaté
La Brossardière	Aubance	Chemellier	12	0%	0%	0%
Aubance 1	Aubance	Brissac-Quincé	4	0%	0%	0%
STEP	Aubance	Saint Melaine/Aubance	12	0%	17%	0%
Aubance	Aubance	Murs Erigné	21	48%	5%	14%
La Laudière	Aubance	Murs Erigné	16	0%	19%	0%
Les Planches	Hyrôme	Saint Georges des Gardes	15	0%	0%	0%
Coulvée	Hyrôme	Chemillé	36	0%	0%	0%
Chauveau	Hyrôme	Saint Lambert du Lattay	11	0%	0%	0%
Jeu	Jeu	Saint-Laurent-de-la-Plaine	4	0%	0%	25%
Archerue	Jeu	Chalonne-sur-Loire	21	38%	0%	19%
Le stade	Layon	Nueil/ Layon	36	17%	25%	0%
Bézigon	Layon	Saint Lambert du Lattay	11	0%	0%	0%
Pont du Lys	Lys	Vihiers	21	57%	0%	19%
Lys	Lys	Vihiers	4	0%	0%	25%

Les résultats de l'analyse présentés dans le tableau ci-dessous permettent d'identifier les cours d'eau sur lesquels des perturbations d'écoulement sont constatées. Ainsi, il ressort que les principaux cours d'eau, Layon, Hyrôme et Aubance, sont globalement peu sujet à des perturbations visibles des écoulements. Ceci est principalement dû au fait qu'elles drainent des bassins versants importants. Elles sont également les exutoires de nombreux dispositifs d'assainissement qui constituent, notamment à l'étiage, un soutien d'étiage non négligeable. Toutefois, ce constat est à nuancer sur l'Aubance puisque des assecs semblent observés régulièrement.

A la vue des résultats obtenus, il semble que la station nommée « Aubance » à Murs Erigné ne soit pas située sur l'Aubance mais plutôt sur le petit affluent à proximité, le ru des Jonchères.

A l'inverse, le Jeu et le Lys semblent plus sensibles aux étiages sévères. Les conditions climatiques ont un impact visible sur l'écoulement et donc sur les conditions climatiques qui en dépendent.

3.5 Suivi hydrométrique et arrêtés sécheresse

3.5.1 Cadre général

La loi n°92-3 adoptée le 3 janvier 1992, promulgue que l'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable sont d'intérêt général. Les dispositions de cette loi visent à une gestion équilibrée de la ressource en eau.

Les mesures générales ou particulières prévues par la loi du 3 janvier 1992 pour faire face aux risques ou aux conséquences d'accidents, de sécheresse, d'inondations et de pénuries sont prescrites par arrêté des préfets des départements.

Les arrêtés cadres sont donc des arrêtés préfectoraux qui fixent les règles de limitation des prélèvements au cours de la période d'étiage. Ils définissent les mesures et les seuils de déclenchement des restrictions d'usage à appliquer au cours de cette période. Chacun de ces arrêtés définit des unités de gestion (ou zones d'alerte) hydrographiquement et hydrogéologiquement cohérentes. Sur chacune de ces unités, un ou plusieurs indicateurs, jugés représentatifs du système hydrologique considéré, sont choisis pour rendre compte de son état. Il s'agit en général de stations de suivi d'une rivière ou d'une nappe, pour lesquelles sont définies des valeurs repères de débit ou de niveau. En période de basses eaux, l'atteinte des valeurs seuils entraîne la mise en place de restrictions de prélèvements graduelles jusqu'à l'interdiction totale des prélèvements. La graduation des mesures doit permettre d'anticiper la situation de crise et de maintenir des débits ou des niveaux acceptables dans les rivières ou dans les nappes. Elle doit en tout état de cause prévenir le franchissement de débits ou niveaux en dessous desquels sont mis en péril l'alimentation en eau potable et le bon fonctionnement des milieux aquatiques.

Lorsque les seuils d'alerte ou de crise, fixés par l'arrêté cadre, sont franchis, une cellule de gestion de l'eau est. A la suite de ces réunions, selon la situation, des arrêtés sécheresses peuvent être mis en place pour restreindre les usages de l'eau.

L'analyse de l'historique de ces arrêtés permet de caractériser les phénomènes d'étiage sur le bassin versant et de suivre les mesures de restriction ou d'interdiction des prélèvements afin de limiter leur impact sur la masse d'eau.

Les arrêtés-cadres ainsi que les arrêtés sécheresses ont été collectés et étudiés pour la période 2003-2011, afin d'identifier les déséquilibres sur la zone d'étude. L'objectif de chacun de ces arrêtés est précisé ci-dessous :

- ✓ les **arrêtés cadres**, fixent les débits des seuils d'alerte ou de crise des cours d'eau en dessous desquels des mesures de restriction ou d'interdiction des usages de l'eau s'appliquent.
- ✓ les **arrêtés sécheresses** fixent le détail des mesures de restriction ou d'interdiction pour les différents usages de l'eau lorsque les débits seuils sont franchis.

3.5.2 Zone d'application et valeurs seuils

La gestion de la crise d'étiage au niveau départemental dans le Maine-et-Loire a évolué durant la période 2000-2012 avec la mise en place d'arrêtés cadres successifs en 2005, 2007, 2011 et 2012. Les modalités de mise en œuvre de la gestion de la crise sont analysées à travers celui en vigueur à l'heure actuelle, c'est-à-dire celui de juin 2012.

Le territoire du SAGE est couvert par trois zones de gestion des crises d'étiage à l'échelle départementale. Les zones couvertes sont :

- ✓ Le bassin versant du Layon (sauf Hyrôme) – BV n°6 ;
- ✓ Le bassin versant l'Aubance – BV n°7 ;
- ✓ Le bassin versant de l'Hyrôme – BV n°8.

Dans les bassins versants, sont arrêtées des règles de gestion des usages de l'eau applicables lorsque les seuils de référence présentés plus loin sont franchis, où lorsque les observations du réseau ONDE le justifient. Trois niveaux de gestion sont définis dans l'arrêté cadre, avec des objectifs de gestion associés. Ceux-ci sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	Niveau 1 (vigilance)	Niveau 2 (restriction)	Niveau 3 (interdiction)
Description du niveau	Débit moyen journalier de mise en état de vigilance du bassin versant concerné	Débit moyen journalier à partir duquel des mesures de restriction et d'interdiction sont applicables	Débit moyen journalier à partir duquel l'ensemble des mesures d'interdiction est applicable
Objectifs de gestion	Autolimitation des prélèvements et des usages de l'eau	Réduction significative des débits prélevés	Débits prélevés limités à ceux nécessaires pour l'AEP après réduction de la demande

Les usages suivants sont exemptés des règles de gestion définies dans l'arrêté cadre :

- ✓ Les prélèvements pour l'AEP ;
- ✓ Les prélèvements pour la protection civile et militaire, en particulier la défense incendie ;
- ✓ L'abreuvement des animaux ;
- ✓ L'arrosage individuel des potagers ;
- ✓ L'arrosage des plantes sous serres, des plantes en containers, des rosiers, du tabac ;
- ✓ L'irrigation au goutte à goutte ;
- ✓ Le bassinage des semis et l'arrosage des jeunes plants.

Sur le territoire du SAGE, trois stations hydrométriques sont utilisées pour les restrictions l'ensemble du territoire. Un certain nombre de stations du réseau ONDE sont également suivies et rattachées aux trois bassins versants du territoire d'étude. Aucune règle précise n'est cependant stipulée pour le déclenchement des différents niveaux de gestion pour les stations d'observation des écoulements, l'arrêté cadre se contentant de préciser que « l'ONEMA fournit les éléments du réseau ONDE, qui seront utilisés pour définir les dispositions à mettre en œuvre, en les classant en catégories : écoulement normal, écoulement visible, rupture d'écoulement, assec ».

Les débits seuils pour le bassin versant sont présentés dans le Tableau 3-10.

Tableau 3-10 : Débits seuils définis dans les arrêtés cadre

Rivière	Station	Vigilance	Restriction	Interdiction
Layon	Saint-Lambert-du-Lattay	600 l/s	400 l/s	184 l/s
Aubance	Saint-Melaine-sur-Aubance	120 l/s	60 l/s	34 l/s
Hyrôme	Saint-Lambert-du-Lattay	120 l/s	60 l/s	30 l/s

Tableau 3-11 : Stations du réseau ONDE suivies dans le cadre de la gestion des crises d'étiage dans l'arrêté cadre de 2012

Bassin versant	Rivière	Station ONDE
Aubance	Aubance	Pont RD 123 – Commune de Chemellier
Hyrôme	Hyrôme	Les Planches - Commune de Saint Georges des Gardes
Layon	Layon	Pont de la RD 170 - Commune de Concourson sur Layon
Layon	Jeu	Rochard - Commune de Saint Laurent de la Plaine
Layon	Lys	Pont du Lys - Commune de Vihiers

Par ailleurs, le département du Maine-et-Loire place également tous ses bassins versants (hors Moine et Oudon) en vigilance/restriction/interdiction sur les usages non prioritaires si les différents seuils définis à la station de Montjean sur la Loire sont franchis.

3.5.3 Historique des arrêtés sécheresse

L'analyse des déséquilibres a été réalisée à partir des arrêtés sécheresses des départements concernés par le bassin versant du Layon et de l'Aubance de 2003 à 2011. Les données ont été collectées auprès de la DDT du Maine-et-Loire. A noter qu'aucune donnée n'a pu être collectée sur l'année 2012 sur le site de la DDT Maine-et-Loire.

A partir des différents arrêtés sécheresses, un historique des étiages de 2003 à 2011 a été établi afin de qualifier la situation des cours d'eau du bassin versant sur cette période. Les données sont regroupées par année dans un tableau présenté en Annexe 1.

L'analyse des données annuelles permet d'identifier les secteurs soumis à d'importantes pressions, tant du point de vue de la qualité des milieux que la satisfaction des usages. Les résultats obtenus sont :

- ✓ Sur l'ensemble de la période d'étude, les étiages apparaissent comme particulièrement sévères sur le bassin versant. Des mesures de restrictions et d'interdictions des usages de l'eau sont prises toutes les années et s'appliquent sur plusieurs semaines consécutives.
- ✓ Les années 2004, 2005, 2006 et 2009 sont les années les plus impactantes vis à vis des masses d'eau et de la satisfaction des usages. Les arrêtés sécheresse ont été pris très tôt dans l'année, début juin, et s'étendent sans discontinuer jusqu'au mois d'octobre voir novembre. En 2005, des mesures d'interdictions de prélèvements ont duré 21 semaines consécutives pour les trois masses d'eau suivies.
- ✓ Le Layon et l'Aubance sont les masses d'eau les plus touchées. L'Hyrôme semble « davantage préservé » bien que fortement impacté en étiage.
- ✓ Aucun arrêté sécheresse n'a été pris en 2007. Par ailleurs, l'année 2008 a été relativement pluvieuse en période d'étiage. Peu d'arrêtés sécheresse ont été pris.

Il semble difficile de conclure sur la sensibilité du bassin versant en période d'étiage avec seulement deux points de contrôles. Toutefois, l'analyse des arrêtés sécheresse met en évidence des situations d'étiage critiques tous les ans et sur un nombre significatif de semaines consécutives.

4

Bilan des usages

4.1 Inventaire des prélèvements

4.1.1 Analyse par type de prélèvements

4.1.1.1 Plans d'eau

Par plan d'eau, on entend ici, et dans le reste de l'analyse, toute surface en eau close à surface libre, sans distinction de surface ou de volume minimum.

A- Problématique des plans d'eau

Le territoire du SAGE « Layon Aubance » est couvert par un nombre très important de plans d'eau. Leur nombre a considérablement augmenté ces dernières années.

En effet, les sécheresses fréquentes et marquées observées sur le territoire ainsi que le développement de prélèvements estivaux ont conduit à des situations tendues voir critiques à l'étiage. Actuellement, il n'existe plus d'autorisation de prélèvement en rivière à l'étiage.

Pour pallier à ces restrictions d'eau en période d'étiage, la création de réserves de substitution hivernale s'est intensifiée ces dix dernières années sur le territoire, conduisant à des prélèvements hivernaux de plus en plus conséquents. Des demandes de création de retenues hivernales sont encore faites dans ce sens.

Les impacts attendus de ces plans d'eau sur les écoulements sont de plusieurs ordres :

- ✓ Intensification des **pertes par évaporation du fait du caractère stagnant des eaux captées**. Elles peuvent être particulièrement importantes sur le territoire d'étude vu le nombre de plans d'eau existants. Une partie de l'eau captée par les plans d'eau est ainsi évaporée et ne retourne pas au milieu naturel.

- ✓ Captage des eaux s'écoulant en rivière (pour les plans d'eau alimentés par cours d'eau) ou des eaux issues de sources ou du ruissellement. Les volumes ainsi captés sont autant d'eau subtilisée pour le milieu naturel et les usages à l'aval.

Les pertes par évaporation sont difficiles à remettre en cause car elles sont structurellement liées à l'existence des plans d'eau. En ce qui concerne le captage des eaux en rivière ou issues du ruissellement et de sources en revanche, l'impact sera d'autant plus important que le prélèvement s'effectue en période de tension sur la ressource (pendant l'étiage estival). Il convient donc de vérifier que les plans d'eau, bien qu'étant majoritairement remplis en période hivernale, ne continuent pas à prélever au milieu naturel durant l'étiage (compensation des volumes évaporés ou prélevés par les usages par un prélèvement au milieu). Pour cela, il convient d'analyser plusieurs facteurs :

- ✓ Le mode d'alimentation du plan d'eau : en fonction de la ressource utilisée pour le remplissage de la retenue, l'impact peut être plus ou moins important sur les écoulements en rivière (le prélèvement en nappe profonde par exemple est moins préjudiciable aux eaux superficielles dans la mesure où ils ne sont pas connectés)
- ✓ La connexion/déconnexion du plan d'eau par rapport au milieu naturel : par exemple, si un plan d'eau est connecté au cours d'eau (par un ouvrage non régulé, voir par la nappe alluviale), il est attendu que tout prélèvement dans celui-ci sera immédiatement compensé par un nouveau prélèvement dans le cours d'eau. En revanche, si le plan d'eau est déconnecté du cours d'eau et n'est alimenté que par pompage dans ce dernier durant la période de hautes eaux, l'impact du plan d'eau sur l'écoulement à l'étiage est nul. De la même manière pour les plans d'eau alimentés par ruissellement ou sources, l'impact sur les débits présents à l'aval de l'ouvrage ne sera pas le même s'il existe un dispositif de dérivation/bypass permettant de ne pas capter les eaux de ruissellement/source durant la période de basses eaux.

Ces facteurs sont donc à analyser finement pour estimer l'impact des plans d'eau sur les écoulements en période d'étiage. Pour tenter de caractériser ces impacts, une base de données exhaustive des plans d'eau existant sur le territoire a été créée. Elle vise notamment à consolider les connaissances sur le mode d'alimentation et les modalités de remplissage des retenues et d'identifier les plans d'eau les plus impactant en période d'étiage.

B- Constitution d'une base de données

La base de données « plans d'eau » a été constituée à partir des informations contenues dans :

- ✓ l'inventaire des plans d'eau de la DREAL ;
- ✓ l'inventaire des plans d'eau de la DDT49 et de la DDT 79 ;
- ✓ la base de données redevance de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (volet irrigation).

A partir de ces trois sources d'informations, il s'agissait d'identifier le type de données disponibles dans chacune des bases et d'évaluer les lacunes existantes pour chaque plan d'eau. Un contrôle des données a également été réalisé afin de s'assurer de la cohérence et de la fiabilité des informations disponibles. Les données jugées douteuses (forte présomption d'erreur) ont été écartées.

Enfin, une comparaison et un recoupement des données des trois inventaires disponibles ont été effectués. L'objectif de cette analyse était d'aboutir à une liste de plans d'eau unique la plus exhaustive possible sur le territoire d'étude et qui contient à minima les informations suivantes :

- ✓ le statut juridique ;
- ✓ la situation géographique (coordonnées XY, communes) ;
- ✓ l'usage ;
- ✓ la surface du plan d'eau ;
- ✓ le volume de stockage ;
- ✓ la profondeur ;
- ✓ le mode d'alimentation.

C- Évaluations des incertitudes

Les incertitudes sur la base de données ainsi constituée sont de plusieurs types :

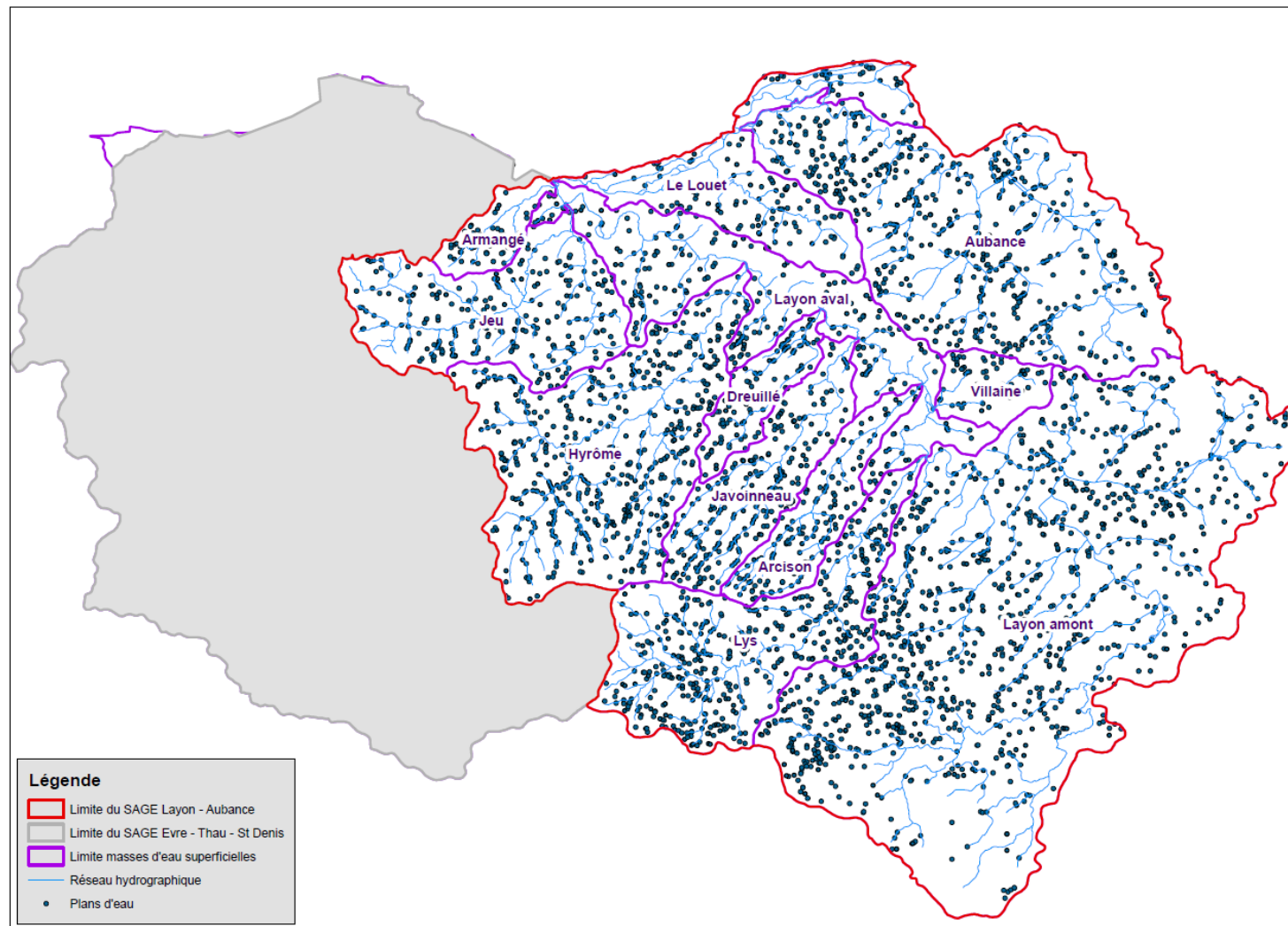
- ✓ Localisation des plans d'eau : les coordonnées géographiques des plans d'eau étant imprécises et les noms peu explicites, il a été délicat de localiser correctement les plans d'eau sur le territoire. Ainsi, il est possible qu'un plan d'eau d'une base soit associé à un mauvais plan d'eau dans une autre base. Les données reconstituées pour ce plan d'eau seraient alors erronées. Le travail a toutefois été effectué manuellement pour limiter la marge d'erreur (analyse plan d'eau par plan d'eau en utilisant le Scan25 comme éléments de comparaison).
- ✓ Volume et la profondeur des plans d'eau puisque les données ont été, pour un grand nombre de plans d'eau, reconstituées à partir des autres informations disponibles (mise en place d'une approche simplifiée).
- ✓ Mode d'alimentation : les informations quant au mode d'alimentation des plans d'eau sont jugées fiables quand l'information est disponible (environ 30% des plans d'eau). Pour les autres plans d'eau, une approche simplifiée basée sur une analyse spatiale a été mise en œuvre, générant de facto des incertitudes quant aux résultats obtenus.
- ✓ Les informations sur les usages sont considérées fiables, bien que très incomplètes.

Afin de réduire ces incertitudes, une enquête sur les plans d'eau a été envoyée à toutes les communes du territoire. Il s'agissait pour les délégués communaux de préciser / vérifier le mode d'alimentation des plans d'eau, leur type de connexion et leurs usages. Les modalités de réalisation de l'enquête sont précisées plus loin dans le rapport. Les réponses à ces enquêtes ont été intégrées à la base de données.

D- Résultats obtenus

Au total, 5991 plans d'eau ont été recensés sur l'ensemble des deux SAGE, dont 3957 sont localisés sur le territoire du Layon et de l'Aubance. Les plans d'eau couvrent environ 9,3 km² soit près de 1% du bassin versant, pour un volume de stockage total de 29,6 millions de m³. Les plans d'eau sont localisés sur la Figure 4-1 ci-dessous.

Figure 4-1 : Localisation des plans d'eau



La superficie des plans d'eau est plutôt modérée sur le territoire. Environ 60% des plans d'eau ont une superficie inférieure à 1000 m² dont 42% inférieure à 500 m². Une centaine de plans d'eau sur les 3930 a une superficie supérieure à 10 000m². La répartition des plans d'eau selon leur surface est présentée sur la Figure 4-2 ci-dessous.

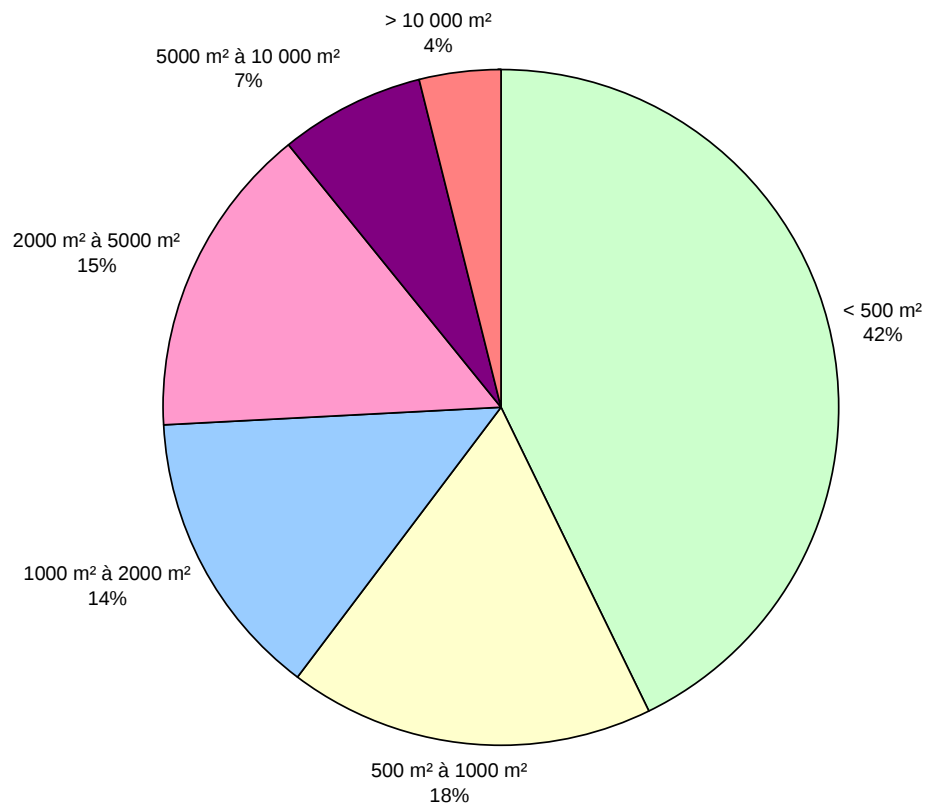


Figure 4-2 : Répartition des plans d'eau selon leur superficie

La répartition des plans d'eau en fonction de leur capacité de stockage est présentée sur la Figure 4-3. Globalement, les plans d'eau ont des capacités variables sur le territoire, de quelques dizaines de m³ à plus de 50 000m³. Plus de 40% des plans d'eau ont une capacité comprise entre 1000 m³ à 5000m³ et 32% entre 5 000m³ et 50 000 m³.

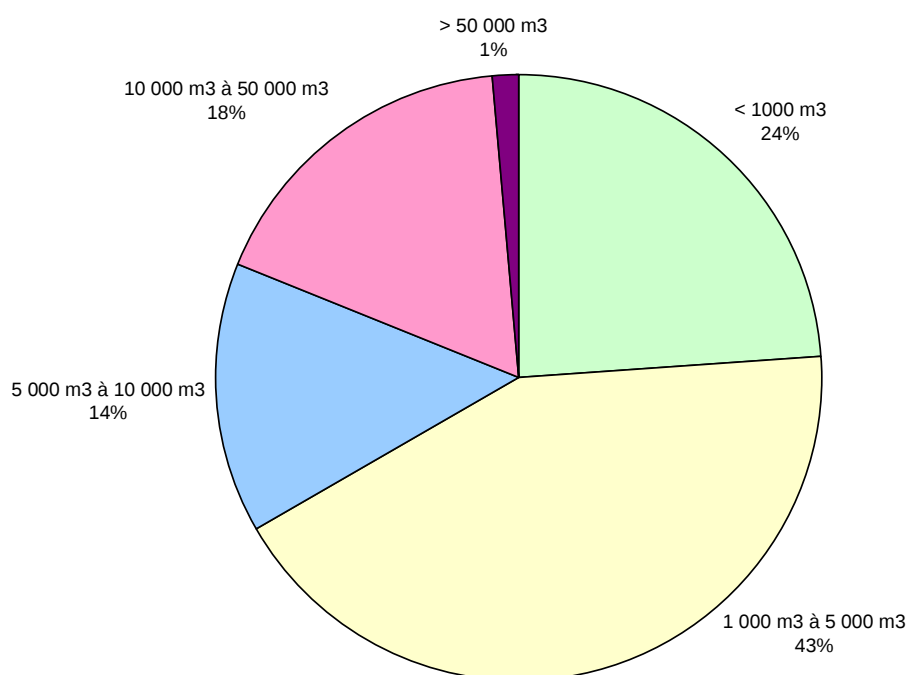


Figure 4-3 : Répartition des plans d'eau selon leur volume

Le mode d'alimentation des plans d'eau est précisé dans le Tableau 4-1 suivant :

Tableau 4-1 : Mode d'alimentation des plans d'eau

Mode d'alimentation	Pourcentage
Prélèvement en cours d'eau	30%
Prélèvement en nappe	2%
Alimentation par ruissellement	6%
Alimentation conjointe par ruissellement et prélèvement sur source	57%
Prélèvement sur source	4%

Les plans d'eau sont principalement alimentés par cours d'eau et par ruissellement. L'impact des plans d'eau sur la ressource en période d'étiage est donc potentiellement significatif. La nappe participe peu à l'alimentation des retenues

La répartition des plans d'eau par masse d'eau est présentée dans le Tableau 4-2 suivant :

Tableau 4-2 : Répartition des plans d'eau par masse d'eau

Masse d'eau	Nombre de plans d'eau par masse d'eau	Dont < 500m ²	Rapport superficie plan d'eau / superficie sous BV
Jeu	271	76	1,1%
Arcison	145	48	0,5%
Armangé	62	32	0,7%
Aubance	551	242	0,5%
Dreuillé	96	37	0,6%
Hyrôme	556	198	1,0%
Javoineau	229	81	0,9%
Layon amont	1154	570	0,6%
Layon aval	224	99	0,4%
Louet	145	83	0,3%
Lys	468	216	0,9%
Villaine	56	19	0,4%
Total	3957	1701	-

En terme de nombre de plans d'eau, c'est la masse d'eau Layon amont qui apparaît comme la plus sollicitée. En revanche, en calculant le ratio de la surface des plans d'eau et de la surface de la masse d'eau, c'est les masses d'eau du Jeu, de l'Hyrôme et du Lys qui paraissent le plus touchées.

L'usage des plans d'eau est indiqué sur la figure ci-après. L'information n'est disponible que pour environ 20% des plans d'eau. Parmi les plans d'eau avec un usage renseigné, c'est ceux à usage d'irrigation qui sont les plus répandus. Il est probable que la quasi-totalité des plans d'eau pour l'irrigation ait son usage renseigné, ce qui n'est pas forcément le cas pour les autres usages. On peut donc raisonnablement estimer que les plans d'eau à usage d'irrigation représentent près de 20% du total des plans d'eau sur le territoire du SAGE.

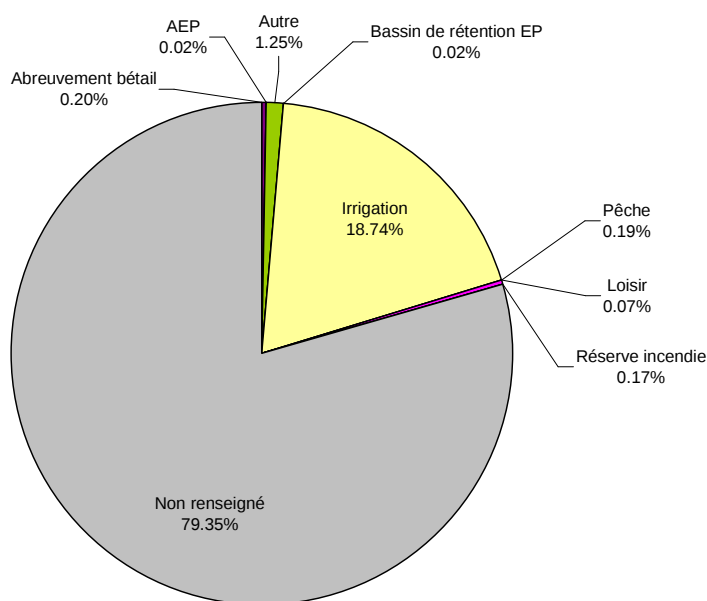


Figure 4-4: Répartition des usages des plans d'eau

E- Calcul des volumes évaporés par les plans d'eau du bassin versant

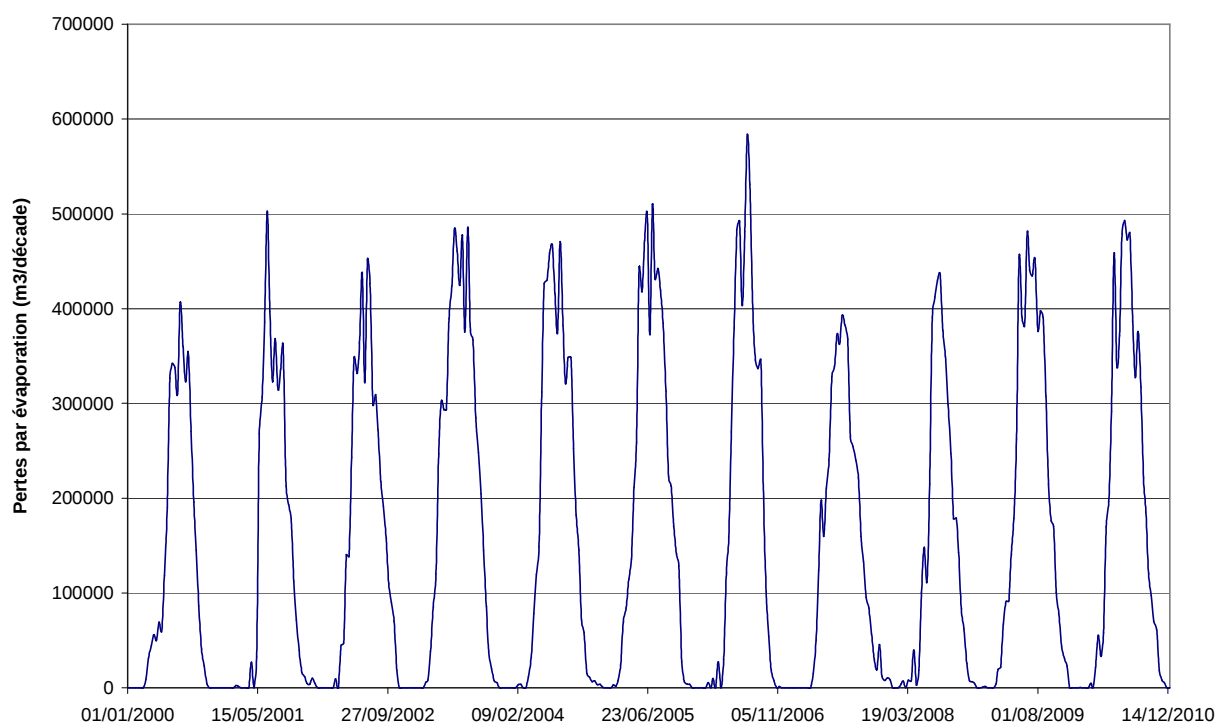
Les **pertes par évaporation des plans d'eau** peuvent être particulièrement importantes sur le territoire d'étude vu le nombre de plans d'eau existants. Une partie de l'eau captée par les plans d'eau est ainsi évaporée et ne retourne pas au milieu naturel. Afin de quantifier l'impact de l'évaporation des plans d'eau sur les écoulements, il convient de considérer non pas le volume absolu évaporé sur les surfaces en eau mais bien la différence entre ce volume et celui qu'aurait évapotranspiré une surface non couverte par un plan d'eau à surface libre. Il a été retenu arbitrairement pour le besoin de l'analyse de considérer les surfaces équivalentes de plan d'eau avec un couvert végétal de type prairie.

Afin de comparer le volume de l'évaporation dû aux plans d'eau à celui d'une évapotranspiration équivalente pour un couvert de prairie, nous avons considéré les éléments suivants :

- ✓ Pour l'évaporation sur les plans d'eau : une évaporation potentielle (ETP Penman) complète. Cette donnée est celle acquise auprès de Météo France à la station de Beaucouzé ;
- ✓ Pour l'évapotranspiration sur une surface équivalente à celle des plans d'eau en prairie, une évapotranspiration réelle (ETR) calculée, à partir d'une réserve facilement utilisable du sol moyenne de 120mm. Les données pluviométriques du modèle hydrique utilisé pour le calcul de la réserve du sol correspondent à une pluie moyenne de bassin construite à partir des chroniques Météo France collectées.

La Figure 4-5 présente la différence entre le volume évaporé par les plans d'eau et celui évapotranspiré sur couvert végétal par décade sur ces dix dernières années.

Figure 4-5 : Pertes par évaporation des plans d'eau (m^3 /décade)



Le graphique ci-dessus fournit les enseignements suivants :

- ✓ La différence entre volumes évaporés et évapotranspirés est nulle hors des périodes les plus sèches de l'année (globalement de novembre à avril) ;
- ✓ Près de 80% du volume évaporé à l'année se fait entre juin et septembre ;
- ✓ Pour les années pour lesquelles les étés ont été relativement humides (2000, 2007), la différence entre le volume évaporé pour des surfaces en plan d'eau ou en prairie s'élève à 4 millions de m³ environ (soit environ 4400m³/ha/an).
- ✓ Pour les années avec des étés très secs (2003 à 2006 et 2009, 2010), on observe des différences très importantes entre les deux chroniques, pouvant s'élever à plus de 6 millions de m³/an (soit environ 6600m³/ha/an). Les pics d'évaporation apparaissent en général en juillet.

Compte tenu des volumes mis en jeu, il est attendu que l'impact des plans d'eau puisse être significatif sur le territoire et perturbent les écoulements en période d'étiage.

Les pertes par évaporation (volume total évaporé – volume évapotranspiré sur surface équivalente en prairie) réparties par masse d'eau sont présentées sur le Tableau 4-3 suivant. Les volumes annuels totaux et concentrés sur la période de tension (avril-septembre) sont indiqués dans le tableau.

Les pertes par évaporation sont les plus importantes sur le Layon amont, dues notamment à une très forte densité de plans d'eau sur le sous bassin versant.

L'impact des plans d'eau est également significatif sur l'Hyrôme, l'Aubance et le Lys.

Tableau 4-3 : Pertes par évaporation par masse d'eau (milliers de m³/an)

Année	Jeu		Arcison		Armangé		Aubance		Dreuilé		Hyrôme		Javoineau		Layon amont		Layon aval		Louet		Lys		Villaine	
	Perte totale	01/04 au 21/09	Perte totale	01/04 au 21/10	Perte totale	01/04 au 21/11	Perte totale	01/04 au 21/12	Perte totale	01/04 au 21/13	Perte totale	01/04 au 21/14	Perte totale	01/04 au 21/15	Perte totale	01/04 au 21/16	Perte totale	01/04 au 21/17	Perte totale	01/04 au 21/18	Perte totale	01/04 au 21/19	Perte totale	01/04 au 21/20
2000	390	371	137	130	57	55	400	382	84	80	679	647	222	211	1294	1234	257	245	121	115	471	449	42	40
2001	421	395	147	138	62	58	432	405	91	85	733	688	239	224	1398	1311	278	261	131	123	509	477	45	42
2002	473	445	166	156	70	66	486	457	102	96	824	775	269	253	1570	1477	312	294	147	138	572	538	51	48
2003	628	587	220	206	93	87	645	603	135	126	1095	1023	357	334	2086	1950	415	388	195	182	760	710	68	63
2004	554	522	194	183	82	77	570	537	119	112	966	910	315	297	1842	1735	366	345	172	162	671	632	60	56
2005	613	558	215	195	90	82	629	573	132	120	1068	972	349	317	2035	1852	405	368	190	173	741	674	66	60
2006	543	532	190	186	80	78	558	546	117	114	947	926	309	302	1804	1765	359	351	169	165	657	643	58	57
2007	485	438	170	153	72	65	498	450	104	94	845	763	276	249	1611	1455	320	289	151	136	587	530	52	47
2008	405	370	142	130	60	55	416	380	87	80	705	645	230	210	1344	1229	267	244	126	115	490	448	44	40
2009	584	531	205	186	86	78	600	546	126	114	1017	926	332	302	1939	1765	386	351	181	165	706	643	63	57
2010	574	531	201	186	85	78	590	545	124	114	1000	924	326	302	1906	1762	379	350	178	165	694	642	62	57

Année	Pertes totales territoire Layon	Pertes du 01/04 au 21/09 territoire Layon
2000	4155	3960
2001	4487	4207
2002	5040	4742
2003	6697	6258
2004	5911	5570
2005	6533	5945
2006	5792	5667
2007	5170	4670
2008	4315	3945
2009	6225	5664
2010	6119	5656

F- Prise en compte des volumes évaporés par les plans d'eau sur le bilan hydrique

Le paragraphe ci-dessous décrit le cheminement intellectuel mené au cours de la phase 1 pour estimer au plus précis l'impact des plans d'eau du bassin versant sur les écoulements. On verra plus loin que la logique initialement envisagée pour évaluer cet impact n'a pu être menée à son terme, notamment du fait de manque d'information sur les données de connexion des plans d'eau au milieu naturel. Une méthodologie « simplifiée » a donc été utilisée pour le reste de l'analyse : celle-ci est décrite plus loin dans le corps du rapport.

Il est attendu que l'impact du volume évaporé par un plan d'eau sur les écoulements ne sera pas le même suivant que le plan est connecté ou pas au réseau hydrographique. En effet, dans le cas d'une connexion directe du plan d'eau au réseau hydrographique, le volume évaporé est quasi-immédiatement compensé par un prélèvement direct au milieu naturel (par captage du ruissellement, de la source d'alimentation ou d'une partie du débit du cours d'eau pour les plans d'eau situés dans le lit mineur d'un cours d'eau ou à proximité). Dans le cas d'un plan d'eau déconnecté du réseau hydrographique, les pertes par évaporation seront compensées par un prélèvement au milieu naturel a priori hors de la période d'étiage (par pompage dans le milieu naturel). Il convient donc de bien appréhender le mode de connexion du plan d'eau au réseau hydrographique pour ventiler les volumes « perdus » par évaporation sur l'ensemble du cycle hydrologique.

Le mode de connexion des plans d'eau au réseau hydrographique n'étant pas renseigné dans les bases de données de plans d'eau disponibles, une enquête a été réalisée pour faire remonter cette information à l'échelle communale, via les délégués syndicaux des deux syndicats de bassin. Une liste des plans d'eau par commune leur a donc été remise (sur la base de la base de données décrite précédemment) : il leur a été demandé de renseigner le champ « mode de connexion » au réseau hydrographique selon 3 modalités :

- ✓ Connecté directement au réseau hydrographique ;
- ✓ Complètement déconnecté du réseau hydrographique ;
- ✓ Connecté par dérivation au réseau hydrographique.

Le questionnaire adressé aux délégués syndicaux sur le territoire des deux SAGE est présenté en Annexe 2 du rapport.

Les communes ont été sollicitées par les chargés de mission des deux SAGE, ceux-ci étant chargés de restituer l'information sous forme de tableau à SAFEGE. Les caractéristiques des retours de questionnaires sur les deux SAGE sont les suivantes :

- ✓ 64 communes ont produit des retours sur les 120 concernées par la présente étude ;
- ✓ 800 plans d'eau ont vu leur mode de connexion renseigné sur les 5800 recensés sur le territoire des deux SAGE ;
- ✓ La superficie totale des plans d'eau ayant vu leur mode de connexion au réseau hydrographique renseigné est de 3,5 millions de m², sur une superficie totale de 14,5 millions de m². Il est donc raisonnable d'affirmer que l'information « mode de connexion » est disponible de manière fiable pour 24% des volumes totaux évaporés.

Les résultats de la présente enquête sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 4-4 : Synthèse des résultats de l'enquête sur le mode de connexion des plans d'eau au réseau hydrographique

	Connectés directement au réseau hydrographique	Déconnectés du réseau hydrographique	Connectés au réseau hydrographique par dérivation	TOTAL
Nombre de plans d'eau	236	487	78	801
Superficie de plans d'eau (millions de m ²)	1,930	1,206	0,343	3,479

A la lecture du tableau ci-dessous, il apparaît que :

- ✓ 55% des plans d'eau en terme de superficie sont connectés directement au cours d'eau : sur ces plans d'eau, le volume prélevé au milieu naturel pour compenser les pertes par évaporation se répartit donc suivant l'évaporation réelle, c'est-à-dire en fonction des paramètres hydro-climatiques ;
- ✓ 35% des plans d'eau en terme de superficie ne sont pas connectés au réseau hydrographique : sur ces plans d'eau, le volume prélevé au milieu naturel pour compenser les pertes par évaporation se répartit donc hors des périodes les plus sèches (compensé par pompage hors des périodes de tension) ;
- ✓ 10% des plans d'eau en terme de superficie sont connectés au cours d'eau par dérivation : sur ces plans d'eau, il est difficile a priori d'envisager sur quelle période de l'année seront compensées les pertes par évaporation : en effet, suivant les ouvrages de prise d'eau et leur mode de régulation, le prélèvement sera réalisé en période d'étiage (cas d'un seuil fixe en rivière avec une vanne d'amenée ouverte en été et fermée en hiver pour limiter la dégradation du plan d'eau par les crues) ou en hiver (cas d'une prise d'eau avec seuil latéral déversant ou prise d'amenée régulée contribuant au remplissage du plan d'eau uniquement en période de hautes eaux). Vu les incertitudes résidant sur les plans d'eau connectés au réseau hydrographique par dérivation, il avait été retenu pour la suite de l'analyse de considérer que les pertes par évaporation sur les plans d'eau en dérivation sont compensées – en volume – pour 50% en période estivale et pour 50% en période hivernale (novembre à mars).

Le fait que seulement 25% des plans d'eau (en surface) soient renseignés sur leur mode de connexion au milieu nécessiterait d'extrapoler les ratios observés sur l'échantillon disponible à l'ensemble des plans d'eau de la zone d'étude. Les modalités d'extrapolation de ce paramètre sont fortement dépendantes de plusieurs variables (localisation de l'ouvrage, type d'alimentation, gestion de l'ouvrage de prélèvement si existant,...), autant de données non disponibles malgré les investigations conséquentes réalisées. Sur la base des incertitudes que sous tendrait cette extrapolation, **il a été convenu, en collaboration avec le comité de pilotage de l'étude, de simplifier les hypothèses de prise en compte de la compensation des volumes évaporés par les plans d'eau, en considérant que ceux-ci ne sont pas compensés par des prélèvements directs au milieu en période d'étiage : pour les plans d'eau non utilisés pour l'irrigation (pour ceux-ci les modalités de remplissage sont décrites plus loin dans le rapport), le remplissage est donc considéré exclusivement hivernal.**

Cette hypothèse simplificatrice doit être gardée à l'esprit dans la mesure où elle sous-estime clairement l'impact réel des plans d'eau durant l'étiage. En effet, il est assuré que les plans d'eau alimentés par ruissellement intercepteront tout ou partie des volumes ruisselés dès lors qu'ils ne surverseront plus.

G- Volumes déclarés prélevés dans les plans d'eau

Les volumes prélevés dans les plans d'eau pour l'usage irrigation et soumis à la redevance de prélèvement sont présentés sur la figure ci-dessous. Les plans d'eau alimentés par un forage dans la nappe du Cénomanien captif sur le secteur Aubance ne sont pas pris en compte dans les chiffres affichés ci-dessous.

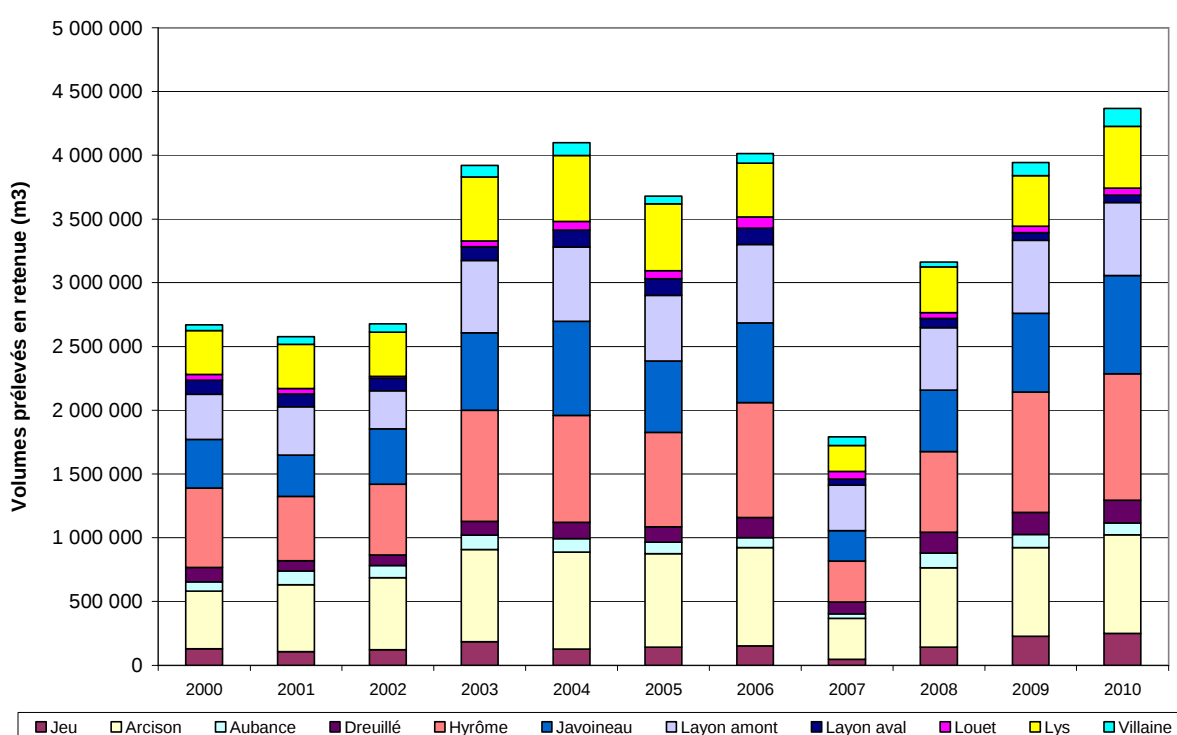


Figure 4-6 : Volumes déclarés prélevés en plans d'eau pour l'usage irrigation (source : AELB)

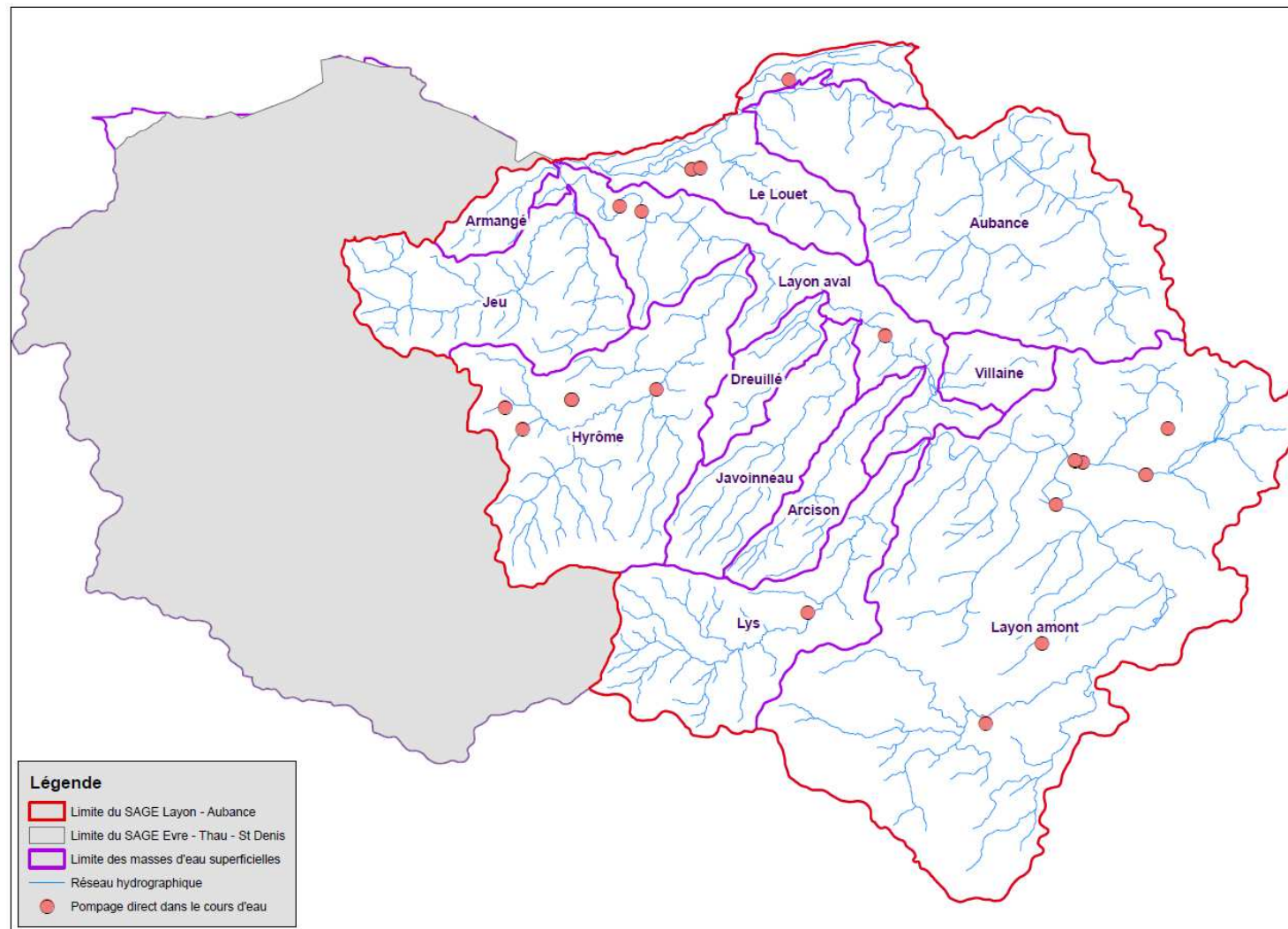
Il apparaît à la lecture du graphique ci-dessus que le niveau de prélèvement dans les retenues est très variable selon les années, notamment du fait des conditions climatiques. La forte hausse des volumes prélevés en plan d'eau à partir de 2003 est due au fait que les déclarations ont fortement augmenté à partir de cette année.

4.1.1.2 Pompages en cours d'eau

Les données sur les pompages directs dans les cours d'eau sont issues du fichier redevance de l'AELB sur la période 2000-2010. Sur le bassin versant Layon/Aubance, les prélèvements directs au milieu sont d'origine agricole essentiellement et industrielle. Les pompages directs dans les cours d'eau sont localisés sur la Figure 4-7 suivante. De manière générale, peu de prélèvements directs dans les cours d'eau sont recensés sur le territoire. Au total, 25 prélèvements ont été identifiés sur la période d'étude. Il faut noter que ceux-ci ont cependant quasiment disparus depuis 2007 (volume total prélevé inférieur à 10 000m³/an).

En 2010, les deux seuls prélèvements qui subsistaient étaient situés sur la masse d'eau du Louet, dont le fonctionnement particulier (connexion à la Loire) ne la rend pas aussi sensible aux étiages que les autres masses d'eau du territoire.

Figure 4-7 : Carte des pompages directs en cours d'eau



La répartition des prélèvements par masse d'eau et par usages est présentée sur la Figure 4-8 et la Figure 4-9.

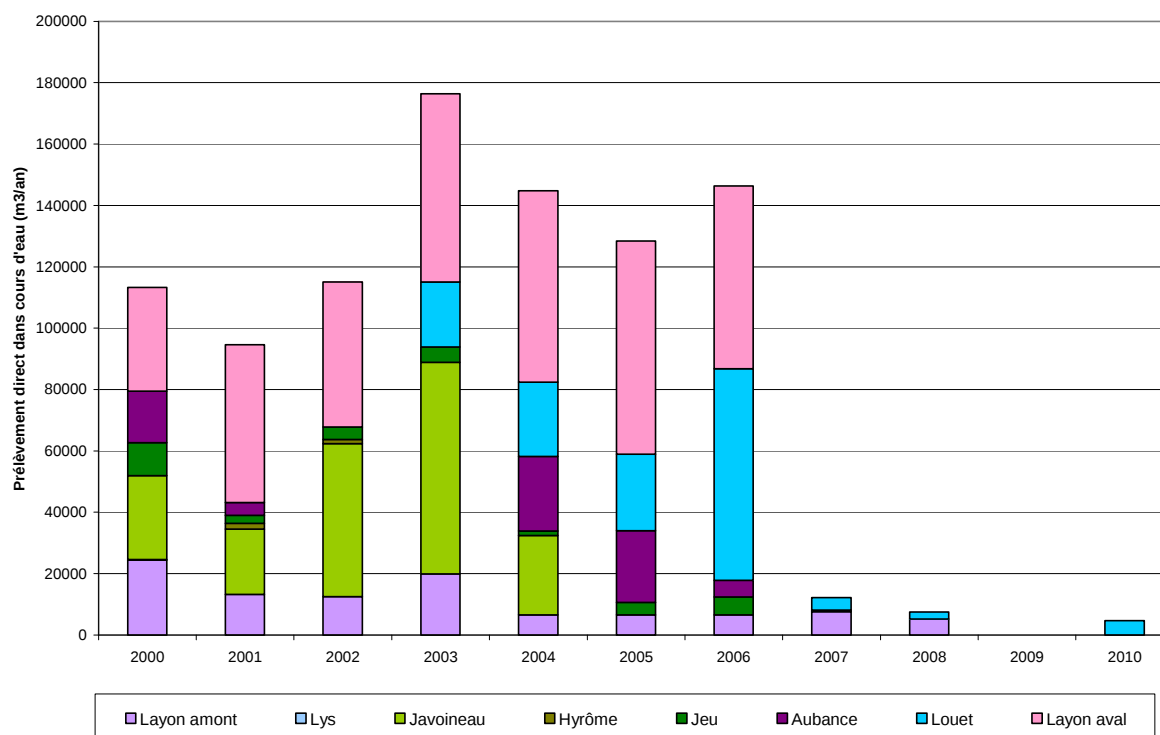


Figure 4-8 : Prélèvements directs en cours d'eau par masse d'eau

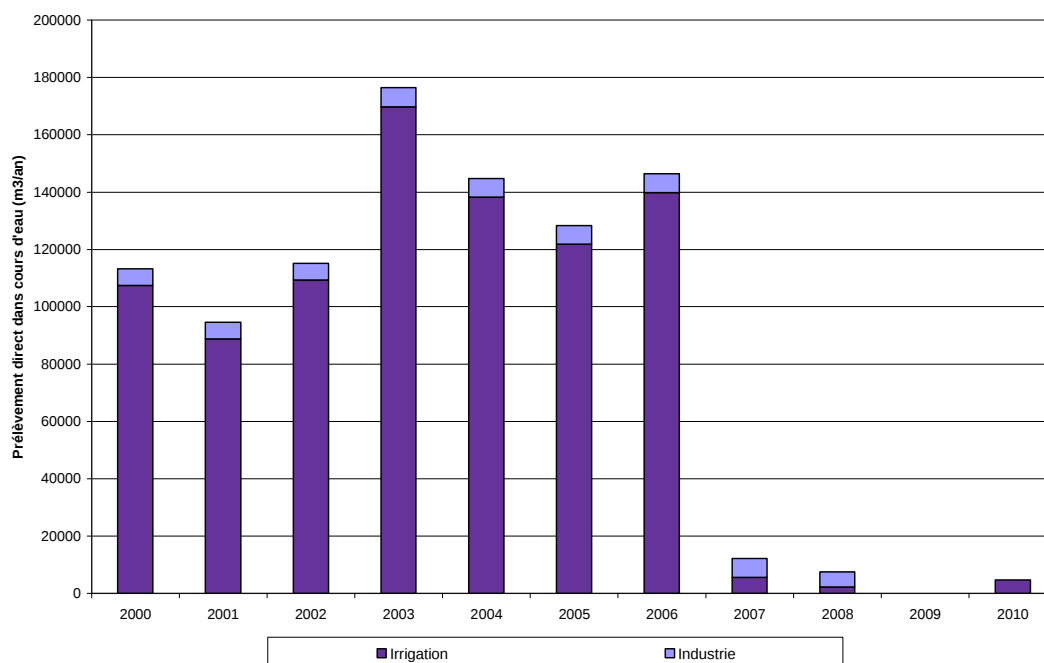


Figure 4-9 : Prélèvements directs en cours d'eau par usage

Jusqu'en 2004, les masses d'eau les plus sollicitées par les pompages en cours d'eau sont le Javoineau, et le **Layon aval**. A partir de 2004, les volumes prélevés dans le Javoineau ont nettement diminué. A l'inverse, les prélèvements dans le Louet et ses affluents ont fortement augmenté.

A partir de 2007, les volumes prélevés en eau superficielles ont considérablement diminué. Les prélèvements sont passés de 130 000 m³/an en moyenne à moins de 10 000 m³/an.

La répartition des volumes annuels prélevés par pompage en cours d'eau est décrite plus loin dans le rapport dans la répartition des prélèvements par usage.

4.1.1.3 Forages & puits

La problématique des forages et des puits a été abordée à partir de deux sources d'informations :

- ✓ La base de données de l'AELB ;
- ✓ La base de la DDT 49.

De manière générale, la base de données de l'AELB est moins exhaustive que celle de la DDT 49, puisqu'elle ne recense que les prélèvements d'eau soumis à redevance. En revanche, la base de données de la DDT est très incomplète. Beaucoup d'informations manquent pour les forages et puits, notamment leur localisation géographique. Une indication de volume de prélèvement est également indiquée dans la base de donnée de la DDT (pour seulement 50% des plans d'eau recensés), mais aucune définition n'est disponible quant au contenu de cette information (volume prélevé historiquement ? volume de prélèvement autorisé ?). A ce titre, cette donnée est difficilement valorisable.

La base de la DDT recense 357 forages dont 176 pour lesquels l'information sur les volumes de prélèvements est précisée, soit dans 49% des cas. **La somme des volumes de prélèvement indiqués dans la base de données pour le territoire du SAGE Layon-Aubance est de 2,6 millions de m³/an.**

La base de données de l'AELB recense, quant à elle, 113 forages dont la répartition par masse d'eau est présentée dans le Tableau 4-5 suivant.

Tableau 4-5 : Répartition des forages par masse d'eau (source : AELB)

Masse d'eau	Nombre de forage
Jeu	1
Arcison	7
Aubance	46
Hyrôme	19
Javoineau	3
Layon amont	19
Layon aval	5
Louet	6
Lys	4
Villaine	3
Total	113

Les volumes prélevés sont présentés sur la Figure 4-10 suivante :

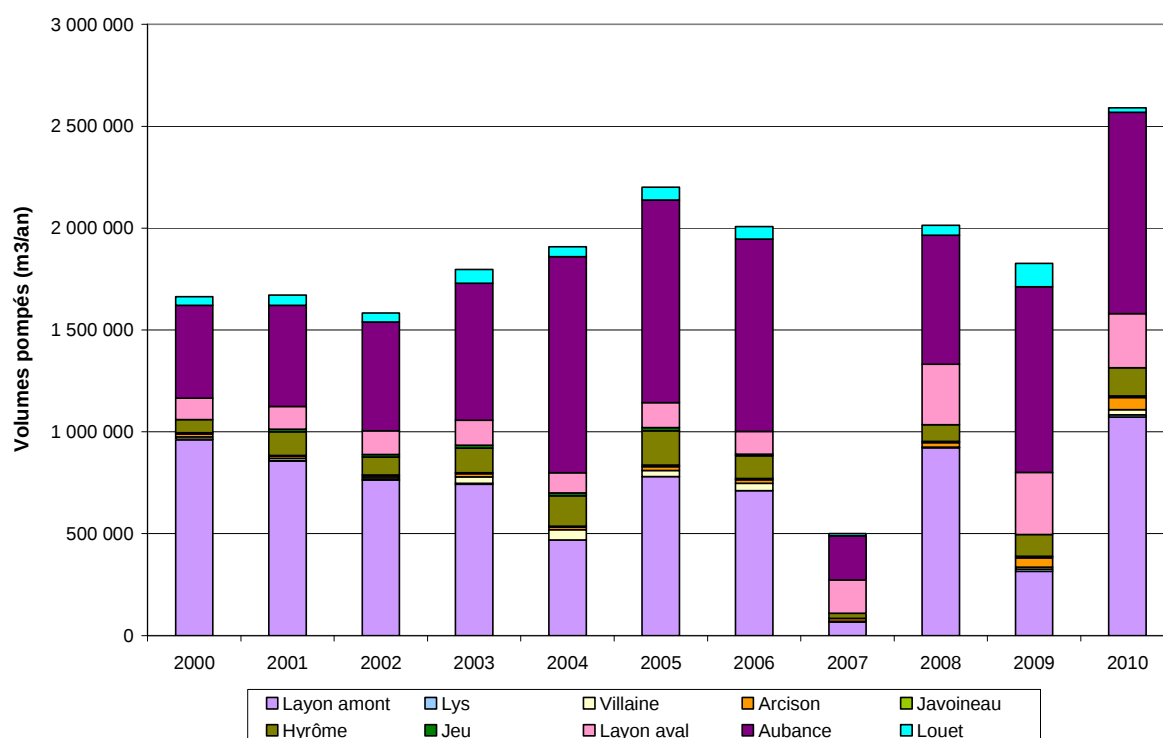


Figure 4-10 : Prélèvements d'eau par forage – Zone d'étude totale (source : AELB)

Les volumes de prélèvements varient sensiblement d'une année sur l'autre, notamment depuis 2003. Cette variation s'explique par le fait que depuis 2003, les prélèvements sont dédiés majoritairement à l'usage agricole et donc fortement dépendant des conditions climatiques.

L'Aubance et le Layon amont sont les masses d'eau les plus concernées par les forages et les puits. Les volumes prélevés représentent respectivement 40% et 37% en moyenne des prélèvements totaux. Il convient de rappeler ici que sur une large partie du bassin de l'Aubance, les prélèvements se font dans la partie captive des sables du Cénomanien, dont la connexion avec les eaux de surface n'est pas avérée (à l'amont de la confluence avec le ruisseau de Montayer). A ce titre, et en accord avec le comité de pilotage, ces prélèvements ont été exclus du bilan hydrique réalisé à l'échelle du bassin versant. Les volumes prélevés par masse d'eau et excluant les forages dans le Cénomanien captif sont présentés sur la Figure 4-11.

Les volumes prélevés par usage sont présentés sur la Figure 4-12 ci-dessous.

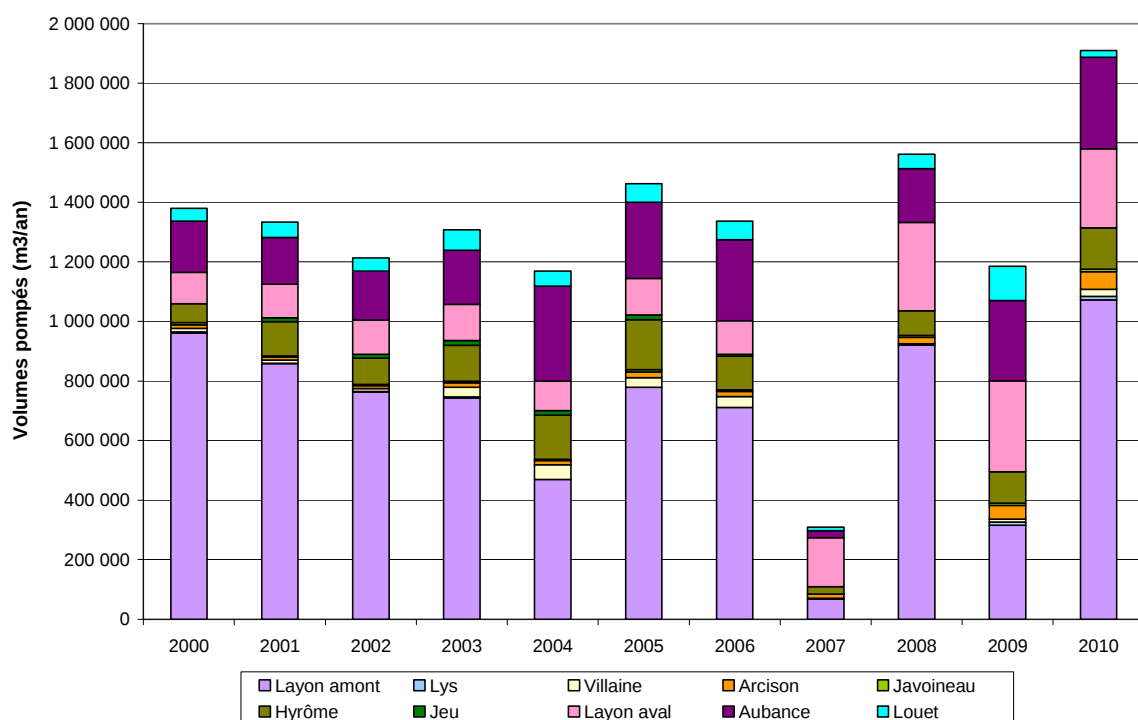


Figure 4-11 : Volumes prélevés en eaux souterraines par masses d'eau superficielles – Pompages du Cénomanien captif exclus (source : AELB)

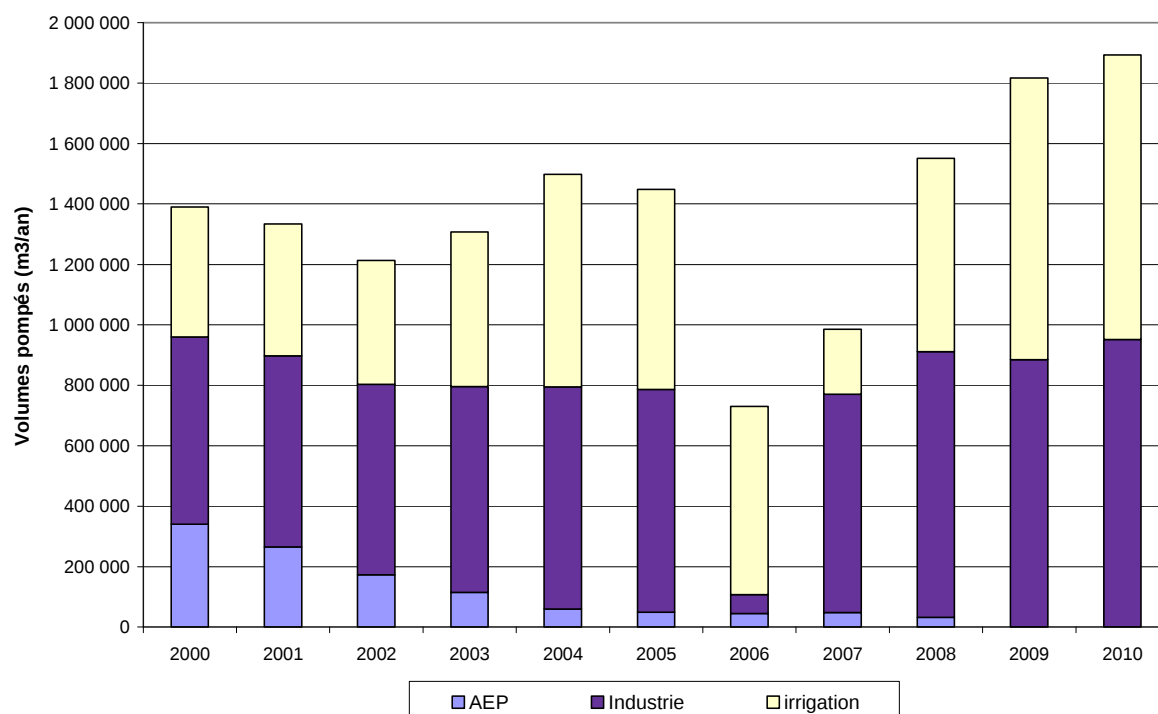


Figure 4-12 : Volumes prélevés en eaux souterraines par usage – Pompages du Cénomanien captif exclus (source : AELB)

Les pompages destinés à l'AEP ont diminué constamment jusqu'en 2008 avant de totalement disparaître. Les prélèvements industriels sont les plus importants en volumes et sont compris entre 600 et 900 milliers de m³ par an (hors année 2006). Les volumes pompés pour l'usage irrigation varient d'une année sur l'autre en fonction des conditions climatiques. En 2009 et 2010, les usages irrigation et industrie ont pompé près de 900 000 m³ chacun par an dans les eaux souterraines (hors Cénomani captif) sur la zone d'étude.

La répartition des volumes annuels prélevés par pompage en nappe est décrite plus loin dans le rapport dans la répartition des prélèvements par usage.

4.1.1.4 Cas particulier des puits et forages particuliers

Les principaux prélèvements généralement identifiés à l'échelle d'un bassin versant sont ceux décrits plus bas dans le rapport, c'est-à-dire ceux destinés aux usages eau potable, agriculture et industrie. Il existe cependant d'autres types de prélèvements qui, s'ils ne sont pas significatifs individuellement, peuvent toutefois avoir un impact quand ils sont comptabilisés de manière globale. Ces prélèvements concernent notamment l'arrosage des terrains de sport et des espaces verts communaux, ainsi que les puits et forages individuels. Ces types de prélèvements sont difficiles à appréhender car ils ne sont généralement pas recensés dans les bases de données de l'Agence de l'Eau ou équivalents.

Pour les besoins en eau communaux pour l'entretien des terrains de sport et des espaces verts, ils peuvent être satisfaits avec l'eau du réseau AEP et/ou issus de prélèvements directs au milieu naturel (rivière, source, forage). La multitude des sources de prélèvement potentielles et les faibles volumes en jeu ne permettent pas de quantifier ces prélèvements sans une enquête auprès des communes. De la même manière, les prélèvements en eau issus des puits privés est quasiment impossible à quantifier dans la mesure où il n'existe aucun recensement exhaustif des puits privés et des volumes associés à l'heure actuelle. En revanche, le décret du 2 juillet 2008 relatif aux puits et forages privés impose que **« Tout prélèvement, puits ou forage réalisé à des fins d'usage domestique de l'eau fait l'objet d'une déclaration auprès du maire de la commune concernée. Est assimilé à un usage domestique de l'eau tout prélèvement inférieur ou égal à 1 000 m³ d'eau par an, qu'il soit effectué par une personne physique ou une personne morale et qu'il le soit au moyen d'une seule installation ou de plusieurs »**. Les communes sont donc censées disposer d'un inventaire à jour de l'ensemble des puits et forages privés existant sur leur territoire.

La méconnaissance des usages communaux de l'eau et du nombre de puits/forages privés sur le territoire d'étude a conduit à proposer l'envoi d'un questionnaire à l'ensemble des communes du bassin versant.

Ce questionnaire vise notamment :

- ✓ À connaître le nombre de terrains de sport et les surfaces d'espaces verts sur chaque commune du bassin versant, ainsi que leurs modalités d'entretien (notamment en terme de besoins en eau) ;
- ✓ À connaître le nombre de puits et forages privés identifiés sur chaque commune.

Le questionnaire élaboré, présenté en Annexe 3 a été envoyé à l'ensemble des 79 communes du bassin versant, (ainsi qu'à l'ensemble des communes du SAGE Evre-Thau-St Denis), et les retours ont fait l'objet d'une analyse globale pour qualifier et quantifier si possible ces usages de l'eau.

Le taux de retour des questionnaires est de 40% sur l'ensemble des deux territoires des SAGE (47 retours de questionnaire sur 120 communes). Les informations complétées sont très hétérogènes d'une commune à l'autre. Ainsi, par exemple, sur les 47 communes ayant retourné les questionnaires, seules 23 ont déclaré disposer d'un inventaire des puits/forages privés sur leur territoire, et fourni le nombre d'ouvrages recensés dans leur inventaire. La carte présentée en page suivante indique les communes pour lesquelles un questionnaire a été retourné, et celle disposant d'un inventaire des puits et forages individuels.

Il est proposé d'estimer le nombre d'ouvrages présents sur le territoire en considérant un ratio de puits/forages par habitants calculé sur la base des informations renseignées. Le ratio moyen de puits par habitants calculé est de 0,0191. Extrapolé à la population du bassin versant (population INSEE au ratio du pourcentage de commune présent sur le territoire du SAGE), le nombre total d'ouvrages sur le territoire serait d'environ 1600. En considérant un volume annuel de prélèvement moyen (équivalent à la consommation AEP annuelle moyenne d'un abonné, soit 100m^3), le volume prélevé par ces ouvrages serait de l'ordre de $160\,000\text{ m}^3$ par an.

La portée de ce chiffre est cependant à relativiser dans la mesure :

- ✓ Le nombre d'ouvrage est basé sur une extrapolation de ratio d'ouvrages par habitant, lui-même étant calculé sur la base des ouvrages déclarés en mairie (et étant à ce titre potentiellement minorant). L'extrapolation du ratio d'ouvrage par habitant produit également des incertitudes, car il est possible que les communes ayant complété ces informations soient les plus concernées par la problématique des puits/forages individuels, conduisant à majorer artificiellement le nombre d'ouvrages sur les communes n'ayant pas répondu à notre sollicitation ;
- ✓ La consommation de 100m^3 par ouvrage et par an est probablement surévaluée. Pour information sur les usages de ces puits, ils sont majoritairement destinés à l'arrosage des jardins (pour 16 communes) et dans une moindre mesure à l'AEP et à l'abreuvement du bétail (9 communes).

Compte tenu des incertitudes portant sur les données relatives aux nombres d'ouvrages individuels et des volumes de prélèvements associés, il est considéré de ne pas intégrer cet élément au bilan hydrique réalisé dans le cadre de la présente étude. Le volume maximal éventuellement prélevé par ces ouvrages ($160\,000\text{ m}^3/\text{an}$) reste en effet inférieur aux volumes consommés/prélevés par les autres usages sur le territoire du SAGE (pour mémoire, volume AEP consommé = $7\text{Mm}^3/\text{an}$, volume prélevé pour l'irrigation = 4 à 7Mm^3 par an, volume évaporé par les étangs = 6Mm^3 par an,...).

Concernant l'arrosage des espaces verts et des terrains de sport, peu de communes ont saisi des informations (notamment quantifiées) dans leur retour. Une telle hétérogénéité existe sur les données quantifiées quand elles ont été transmises que l'extrapolation de ces chiffres à l'échelle du territoire du SAGE ne paraît pas pertinente. D'un point de vue qualitatif, il ressort des éléments retournés que l'eau utilisée pour l'arrosage de ces espaces provient de différentes sources : réseau eau potable, sources, forages, eaux pluviales, eaux usées. Le prélèvement sur le réseau d'eau potable est le plus fréquemment cité. Par ailleurs, les volumes concernés (lorsqu'indiqués) restent faibles au regard des autres usages. A ce titre, l'usage communal de l'eau n'a pas été considéré dans la suite des analyses réalisées sur le bassin versant.

Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire
du SAGE « Layon Aubance »

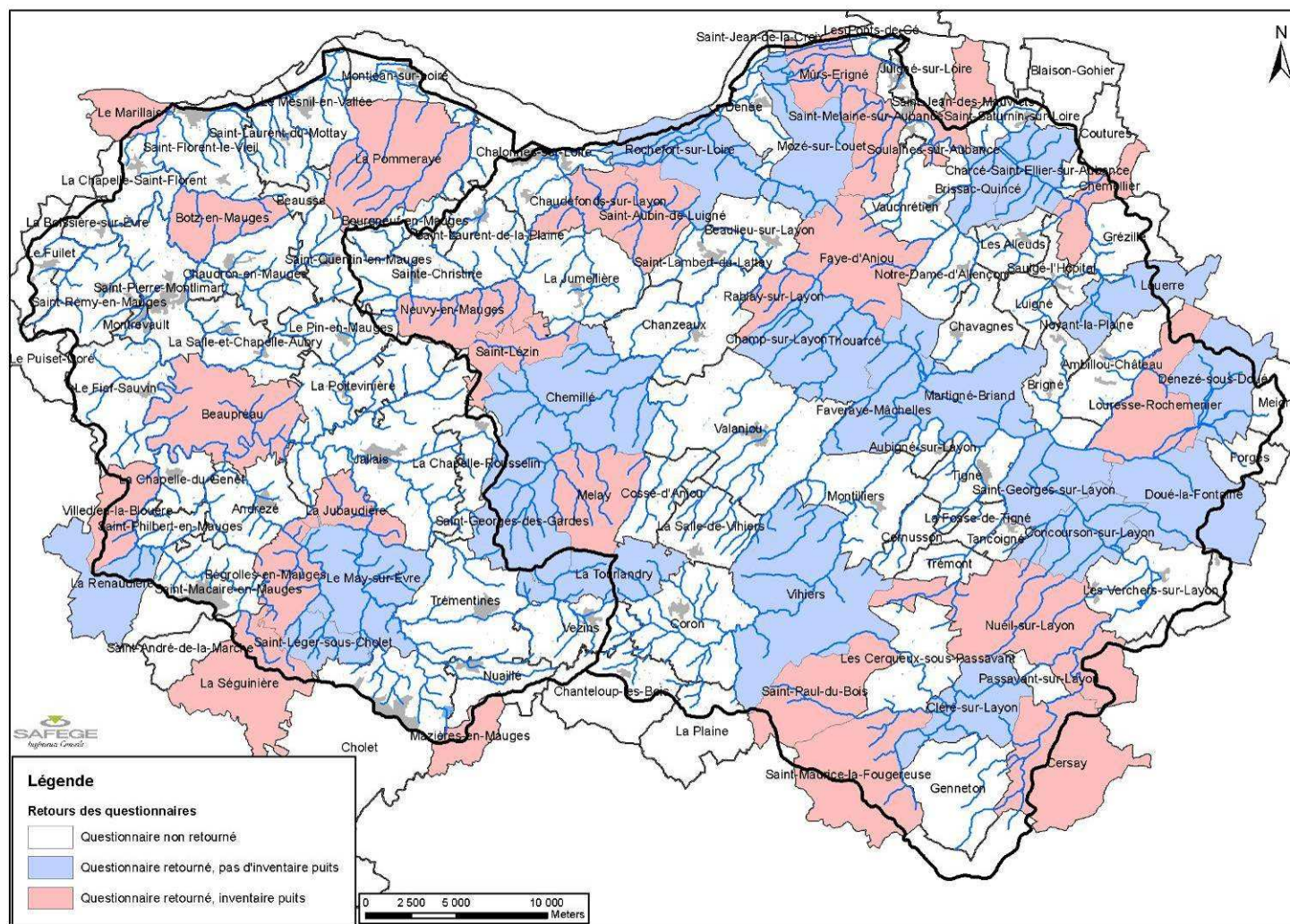


Figure 4-13 : Synthèse des retours questionnaires par commune sur les territoires des 2 SAGE

4.1.2 Analyse par usage

4.1.2.1 Alimentation en eau potable

A- Structures compétentes

L'organisation de l'alimentation en eau potable est structurée autour de trois étapes essentielles : la production, le transfert et la distribution.

Sur le territoire du SAGE « Layon Aubance », les compétences AEP sont communales ou intercommunales. Au total, 7 syndicats AEP ont été recensés sur le territoire.

Le principal syndicat assurant le service de production d'eau potable est le **Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de Mauges et Gâtine**. Il couvre une grande partie du territoire. Quelques communes au nord et au sud-est du bassin versant ont gardé leur compétence communale.

Sur la majorité du territoire, les services de distribution d'eau potable sont assurés par 6 syndicats AEP :

- ✓ Syndicat Mixte d'Alimentation en Eau Potable des Eaux de Loire ;
- ✓ Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de la région du Layon ;
- ✓ Communauté d'Agglomération Angers Loire Métropole ;
- ✓ Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de Juigné sur Loire et de Saint-Jean des Mauvrets ;
- ✓ Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de la région de Coutures ;
- ✓ Syndicat Mixte d'Alimentation en Eau Potable de la région Sud Saumuroise.

Quelques communes n'appartiennent à aucun syndicat. Il s'agit de, Doué-la-Fontaine et Chalonnes-sur-Loire.

La gestion de l'eau potable est généralement confiée à des prestataires privés par contrat d'affermage. Les deux délégataires présents sur le territoire sont la SAUR Centre Anjou et Véolia Eau. Véolia Eau est le délégataire le plus largement représenté.

La compétence pour la production est restée en régie sur la commune de Doué-la-Fontaine.

B- Points de captages

Deux points de captages ont été identifiés sur le bassin versant. Ils se situent sur les communes de Martigné-Briand et de Doué-la-Fontaine. Les prélèvements se font à partir des **ressources en eau souterraines**. Aucun captage AEP n'est réalisé à partir des eaux de surface.

Les deux points de captages ont permis d'assurer les besoins en eau potable d'une partie de la population de leur commune d'implantation respective. Toutefois, des problèmes de qualité d'eau brute contraignent les communes à faire appel à des ressources en eau extérieures au bassin versant.

Depuis 2008, le captage de Martigné-Briand n'est plus exploité. Par ailleurs de 1998 à 2003, Doué-la-Fontaine exploitait le captage Fontaine 1 pour l'AEP et Fontaine 2 pour l'usage industriel (France Champignon). A partir de 2003, les deux captages ont été utilisés uniquement pour les prélèvements industriels de France Champignon. Actuellement, plus aucun captage AEP n'existe sur le territoire du SAGE « Layon Aubance ».

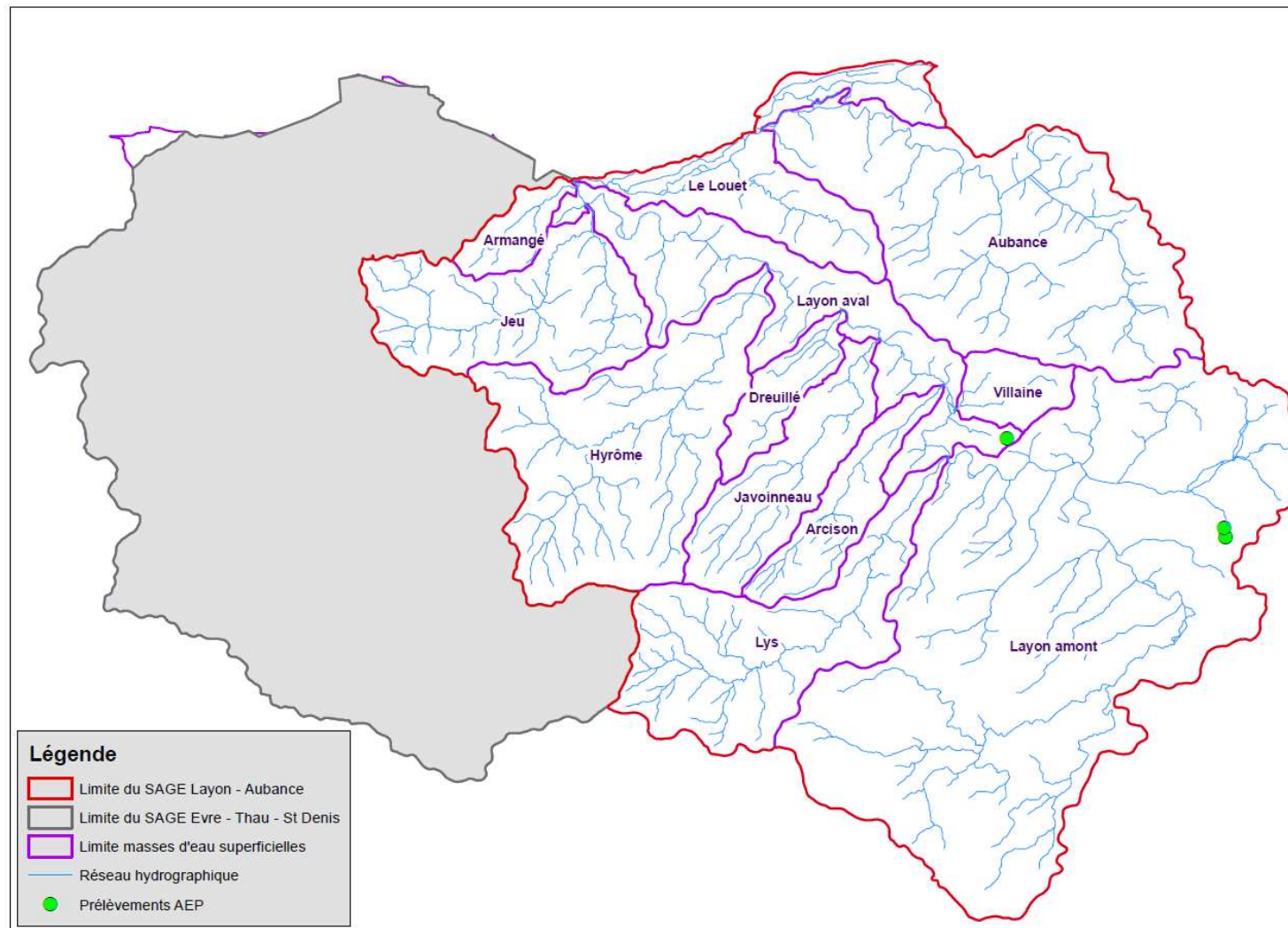
Ainsi, **les besoins en eau potable sont garantis par des captages externes au bassin versant.** Les prélèvements se font principalement dans la Loire et dans la nappe alluviale de la Loire.

Pour les communes des Deux-Sèvres, l'eau provient des captages dans la retenue du Cébron et du captage de Thoureil, situés hors bassin versant.

Les sous bassins versants ayant été sollicités pour l'AEP sont ceux du Layon amont (de sa source à la confluence avec le Lys) et du Layon aval (de sa confluence avec la Lys jusqu'à sa confluence avec la Loire).

Les points de captages sont localisés sur la Figure 4-14 ci-dessous :

Figure 4-14 : Localisation des captages AEP sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »



C- Prélèvements AEP

Les données sur les prélèvements AEP sont issues du fichier redevance « prélèvement » de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Rappelons qu'aucun prélèvement AEP n'est réalisé depuis 2008 sur le territoire.

Pour les prélèvements de Doué-la-Fontaine, le fichier de l'AELB ne distingue pas les prélèvements effectués avec le captage Fontaine 1 de ceux de Fontaine 2. Ainsi, il est difficile d'évaluer la part dédiée à l'AEP de celle à usage industriel.

Une estimation des prélèvements AEP a toutefois été réalisée en considérant les prélèvements totaux moyens après 2003 auxquels ont été soustraits les prélèvements avant 2003. Cela suppose que les prélèvements pour France Champignon sont restés globalement constants sur l'ensemble de la période d'étude.

Par rapport au SAGE de 2002, les volumes de prélèvements du captage de Doué-la-Fontaine sont cohérents avec ceux annoncés dans la phase d'état des lieux et de diagnostic.

En revanche, un écart très important existe pour la commune de Martigné-Briand. En effet dans le fichier de l'AELB, trois points de captages sont recensés. Le volume annuel prélevé de 1999 indiqué dans le SAGE de 2002 semble correspondre aux prélèvements d'un seul captage. Les volumes prélevés par la commune semblent beaucoup plus élevés.

Les volumes de prélèvements annuels sont présentés dans la Figure 4-15 suivante.

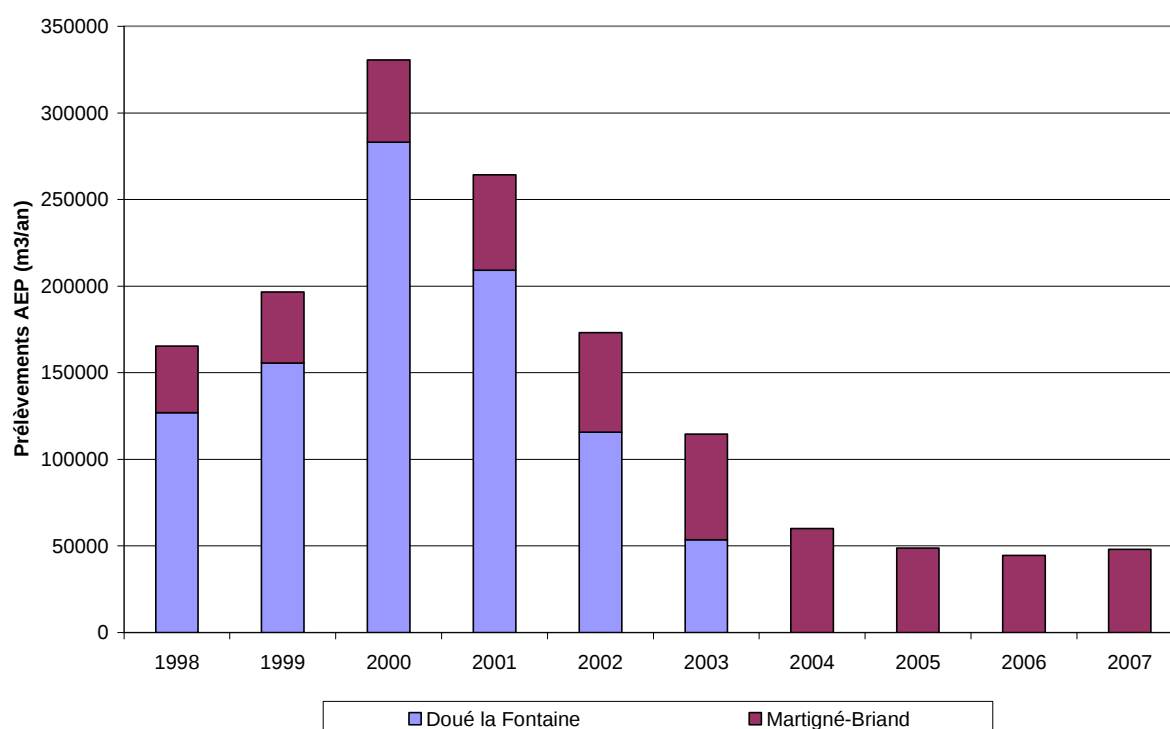


Figure 4-15 : Prélèvements AEP sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » (Source : AELB)

De manière générale, **les prélèvements dédiés à l'AEP ont toujours été faibles sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » au regard des consommations. Ils ont complètement disparu depuis 2008.**

D- Méthode de décomposition

La répartition intra-annuelle précise des prélèvements AEP est une étape essentielle pour caractériser finement l'état de la ressource et les pressions subies en période d'étiage. Elle permet de désinfluer correctement et de façon robuste le fonctionnement hydrologique du bassin versant.

Les données collectées pour les prélèvements AEP proviennent des fichiers de l'AELB et correspondent à des volumes annuels. Les syndicats d'eau du bassin versant ont donc été contactés afin d'obtenir des données plus précises. Le SMAEP des Eaux de Loire nous a transmis les volumes mensuels achetés en 2011 au SIDAEP de Mauges et Gâtine, principal syndicat assurant la production d'eau potable sur le bassin versant.

Les données obtenues ont été traitées de façon à dégager une distribution temporelle moyenne des prélèvements AEP selon les mois de l'année. Un coefficient moyen mensuel a ainsi été calculé pour chaque année et appliqué aux deux captages AEP du territoire pour lesquels seul le volume prélevé annuellement a pu être collecté.

Cette démarche se justifie aux regards des résultats obtenus pour d'autres études similaires réalisées par SAFEGE où les suivis d'exploitation mensuels avaient pu être collectés pour tous les ouvrages. Il en était ressorti que l'évolution mensuelle des prélèvements AEP est globalement identique sur l'ensemble du bassin versant. La répartition temporelle des prélèvements est présentée dans le suivant :

Tableau 4-6 : Répartition mensuelle des prélèvements AEP sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »
(Source : SMAEP des Eaux de Loire)

Mois	Volume acheté en 2011 au SIDAEP de Mauges et Gâtine	Répartition mensuelle
Janvier	580332	8%
Février	526924	7%
Mars	581899	8%
Avril	579196	8%
Mai	618592	9%
Juin	608933	9%
Juillet	612290	9%
Août	589604	8%
Septembre	585373	8%
Octobre	608195	9%
Novembre	562953	8%
Décembre	578708	8%
Total	7032996	100%

Globalement, il ressort que les **besoins en eau potable sont constants tout au long de l'année**. Une légère hausse peut être observée en début d'été.

E- Consommation et besoins AEP

L'estimation des consommations AEP par commune a été réalisée à partir des informations transmises par :

- ✓ Les syndicats AEP ;
- ✓ Les délégataires ;
- ✓ Les communes.

Les données fournies, si elles ne couvrent pas l'ensemble de la période demandée, sont au moins suffisantes pour extrapoler / interpoler les années manquantes. Les informations sont manquantes pour 10 communes sur le territoire du SAGE « Layon-Aubance ». Les lacunes proviennent essentiellement du Syndicat de la région du Layon.

Pour les communes non renseignées, une consommation forfaitaire de **120 l/hab/jour** a été attribuée.

Les volumes consommés annuellement par les communes du territoire du SAGE « Layon Aubance » sont présentés dans la Figure 4-16 suivante :

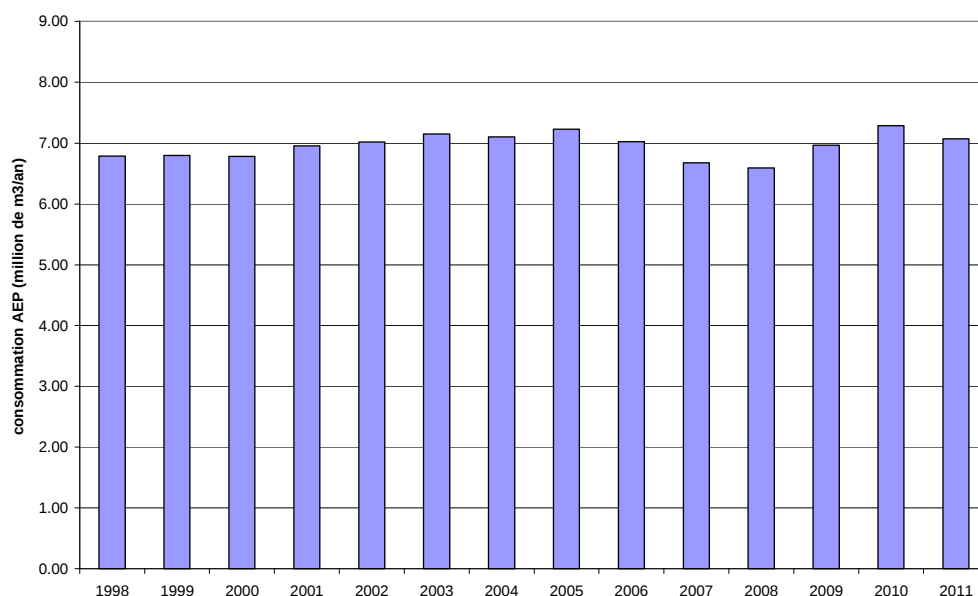


Figure 4-16 : Consommation AEP sur le territoire communal du SAGE « Layon Aubance »

Les besoins en eau pour les communes du territoire s'élèvent en moyenne à **7 millions de m³/an**.

Comme précisé précédemment, l'alimentation en eau potable est assurée exclusivement par des ressources externes au bassin versant, notamment par des captages dans la Loire et dans la nappe alluviale. Les volumes prélevés sur les communes de Doué-la-Fontaine et Martigné-Briand ont représenté, sur la période 2000-2010, jusqu'à **11% des besoins en eau potable sur le territoire**.

La **pression des prélèvements AEP sur la ressource est donc faible sur le bassin versant**. Par ailleurs, **un apport d'eau significatif** se retrouve dans les cours d'eau via les rejets des stations d'épuration.

4.1.2.2 Agriculture

A- Organisation générale du tissu agricole

Les informations présentées dans le Tableau 4-7 ci-dessous sont issues du Recensement Général Agricole (RGA) de 1988, 2000 et 2010.

Tableau 4-7 : Organisation générale du tissu agricole (Source : RGA 2010)

Année	Exploitations agricoles	Cheptel (UGB)	Superficie agricole utilisée (ha)	Superficie en terres labourables (ha)	Superficie en cultures permanentes (ha)	Superficie toujours en herbe (ha)
2010	2 126	165 683	112 978	80 540	13 566	17 966
2000	3 023	178 180	115 702	80 084	13 908	21 526
1988	4 449	169 362	119 882	69 395	13 346	36 622

Remarque : Le RGA recense les exploitations ayant un siège dans une des communes du SAGE. Il est possible qu'un exploitant soit installé dans une commune mais que son activité soit localisée qu'en partie ou pas du tout sur cette commune. A ce titre, l'analyse du tableau ci-dessous doit se faire avec précaution. Les valeurs indiquées surestiment la réalité de l'activité agricole sur le territoire. Les écarts peuvent dans certains cas être significatifs. A titre d'exemple, la SAU de 2010 serait surestimée de 17% et n'atteindrait que 93 679 ha (source DDT 49). De même, le cheptel en 2010 serait de 132 476 UGB, soit 20% de moins que les valeurs du RGA. Toutefois, le RGA permet d'avoir une vision globale de l'activité agricole sur le territoire et de son évolution.

A partir de ce tableau, il est intéressant de retenir que :

- ✓ Le nombre d'exploitations agricoles ayant leur siège dans une commune du SAGE a diminué de moitié depuis 1988.
- ✓ La SAU en 2010 a diminué de 6% par rapport à 1988. Cette diminution s'explique par une urbanisation importante sur le bassin versant.
- ✓ Depuis 1988, la part des superficies toujours en herbe a diminué de 18 656 ha.

B- Les cultures et cheptels

Le bassin versant du Layon Aubance est caractérisé par une activité agricole diversifiée. Trois grandes zones se distinguent :

- ✓ Une zone viticole au centre ;
- ✓ Une zone d'élevage à l'ouest et au centre ;

✓ Une zone céréalière à l'est.

Sur le territoire du SAGE, les cultures sont principalement destinées à l'alimentation du bétail. Il s'agit principalement de prairies temporaires ou permanentes, de maïs ensilage et des restes de céréales utilisés comme concentrés. Les cultures dédiées à l'alimentation des cheptels représentent au total près de 62% des surfaces cultivées, dont 36% de fourrages.

Les cultures céréalières, avec le blé tendre, l'orge et le maïs notamment, occupent près de 20% de la surface cultivée totale.

La Figure 4-17 présente la répartition des cultures sur le bassin versant en 2010.

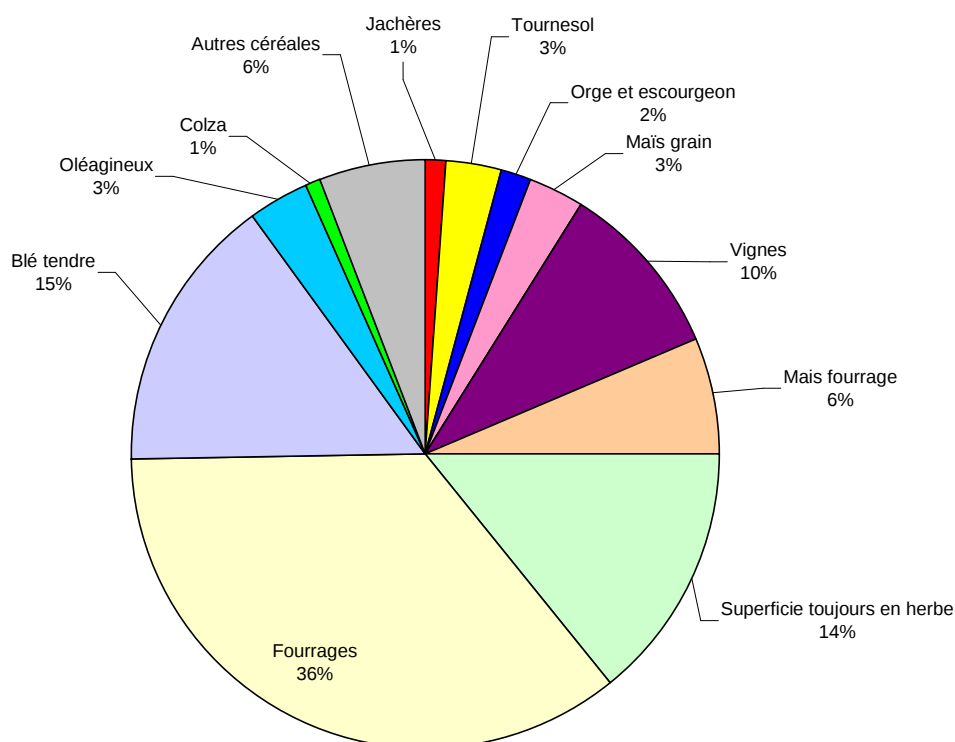


Figure 4-17 : Répartition des cultures en 2010

La Figure 4-18 présente l'évolution des cultures entre 2000 et 2010. Les surfaces indiquées sont celles issues du RGA 2010 auxquelles un ratio de 80% a été appliqué pour tenir compte de la remarque formulée précédemment.

De manière générale, les surfaces cultivées ont connu des changements importants ces 10 dernières années. A l'exception du blé tendre, des oléagineux et du colza, toutes les surfaces des autres cultures ont diminué. La diminution la plus importante concerne les cultures en jachère, avec une perte de 70% de leur superficie.

Depuis 2000, la culture du blé tendre a augmenté de 19%, les oléagineux de 41% et le colza de 87%.

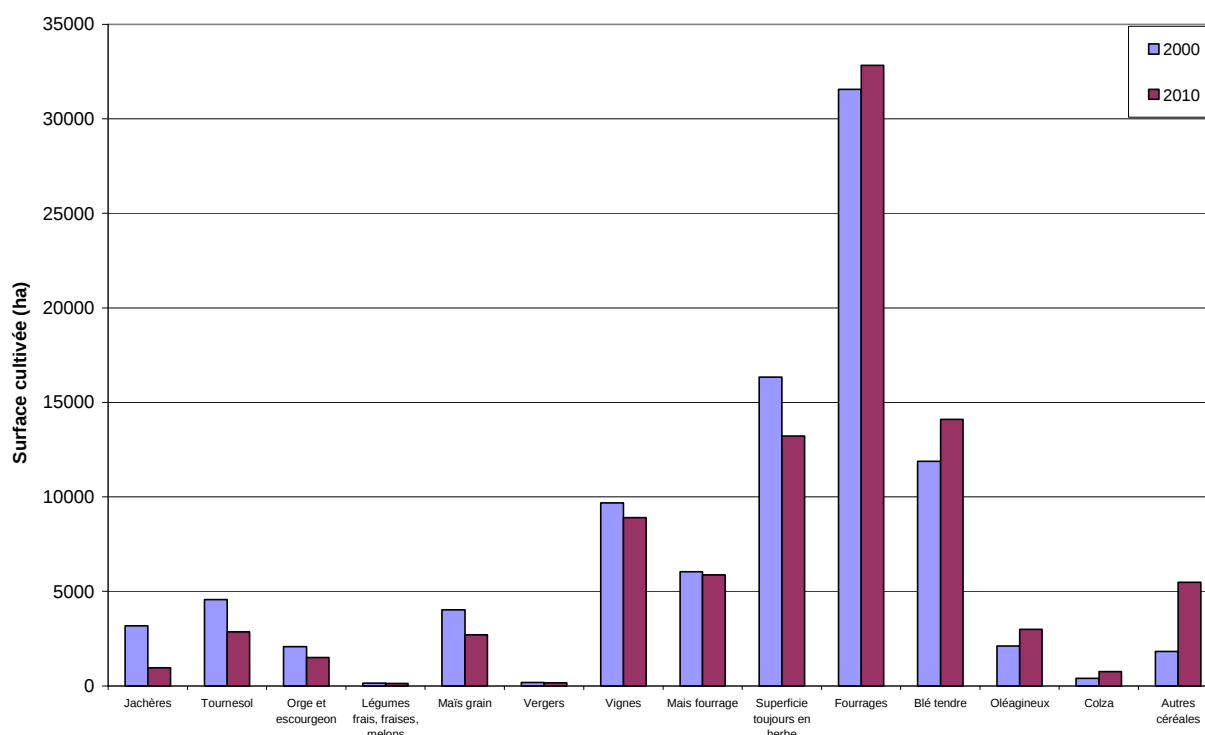


Figure 4-18 : Évolution des surfaces cultivées entre 2000 et 2010

En ce qui concerne l'élevage, les principaux cheptels recensés sont présentés dans le Tableau 4-8.

Tableau 4-8 : Cheptels sur le bassin versant du Layon

Année	Bovin	Caprin	Ovin	Porcin	Volaille
2000	129 979	6 941	9 002	61 994	319 624
2010	120 320	5 158	6 955	45 650	329 018

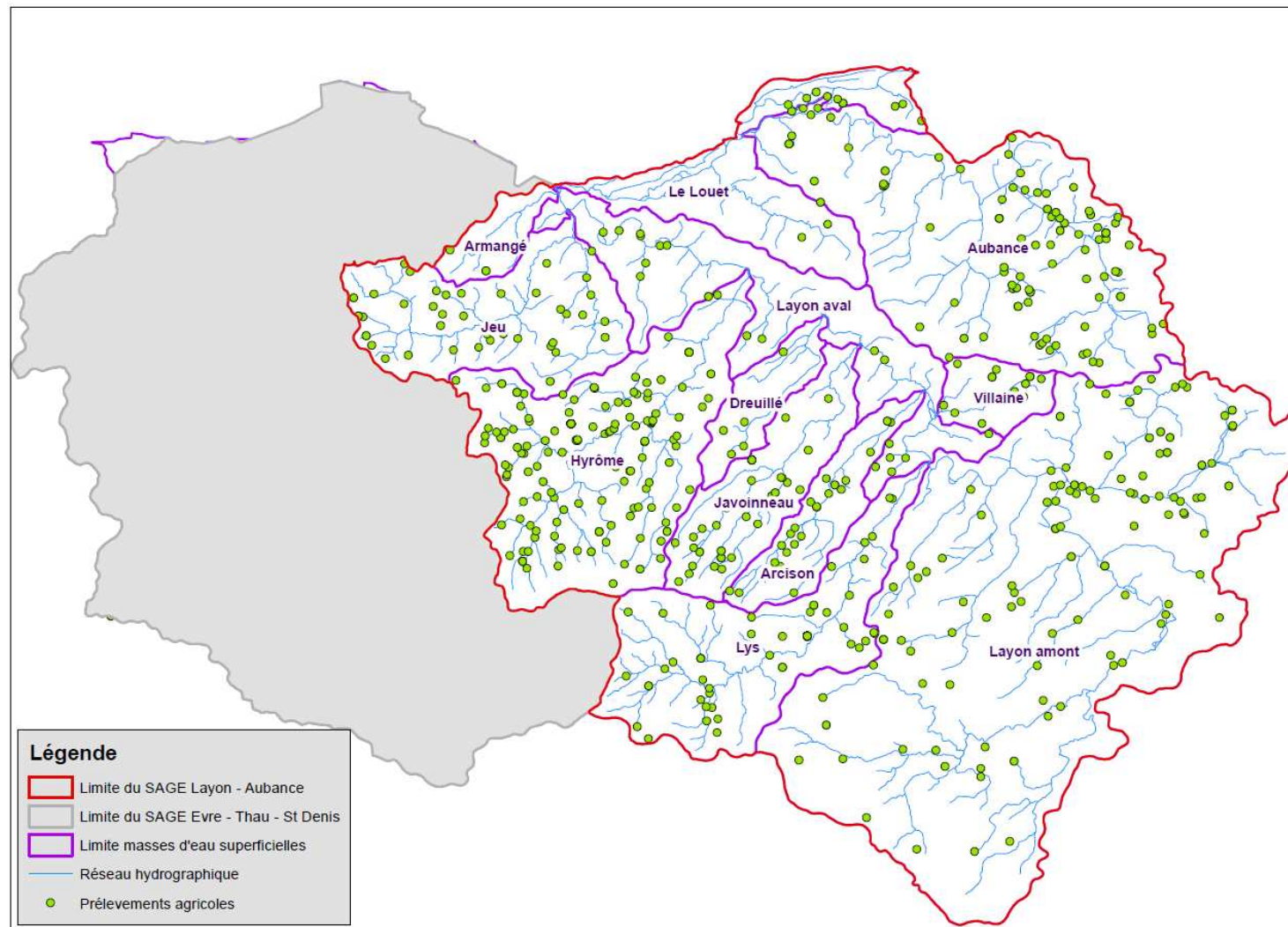
Les volailles et les élevages bovins sont majoritairement représentés sur le territoire. Globalement, le nombre de tête de bétail a diminué depuis 2010 hormis pour la volaille.

C- Prélèvements pour l'irrigation

a- Prélèvements annuels

Les données sur les prélèvements dédiés à l'irrigation sont issues du fichier de l'AELB. Les prélèvements agricoles sont localisés sur la Figure 4-19 suivante :

Figure 4-19 : Localisation des prélèvements dédiés à l'irrigation



Les volumes prélevés chaque année sont présentés sur la Figure 4-20. Ceux présentés sur la Figure 4-21 n'incluent pas les prélèvements dans la nappe du Cénomanién captif.

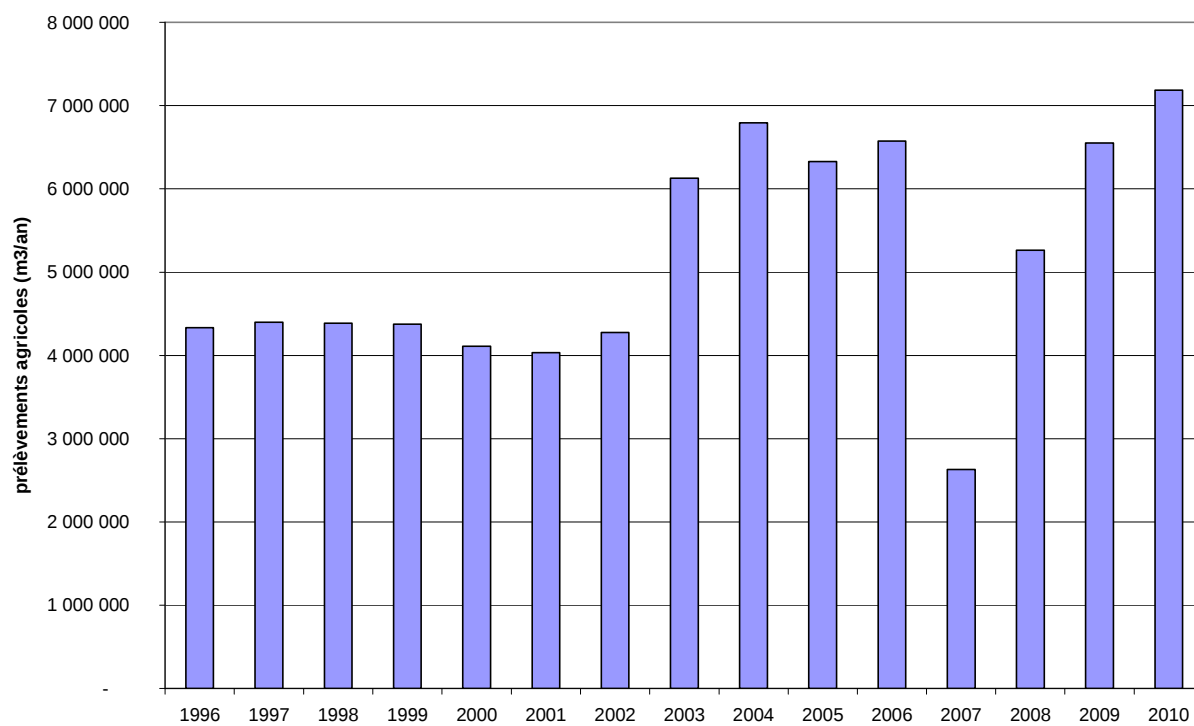


Figure 4-20 : Prélèvements annuels pour l'irrigation – zone d'étude totale

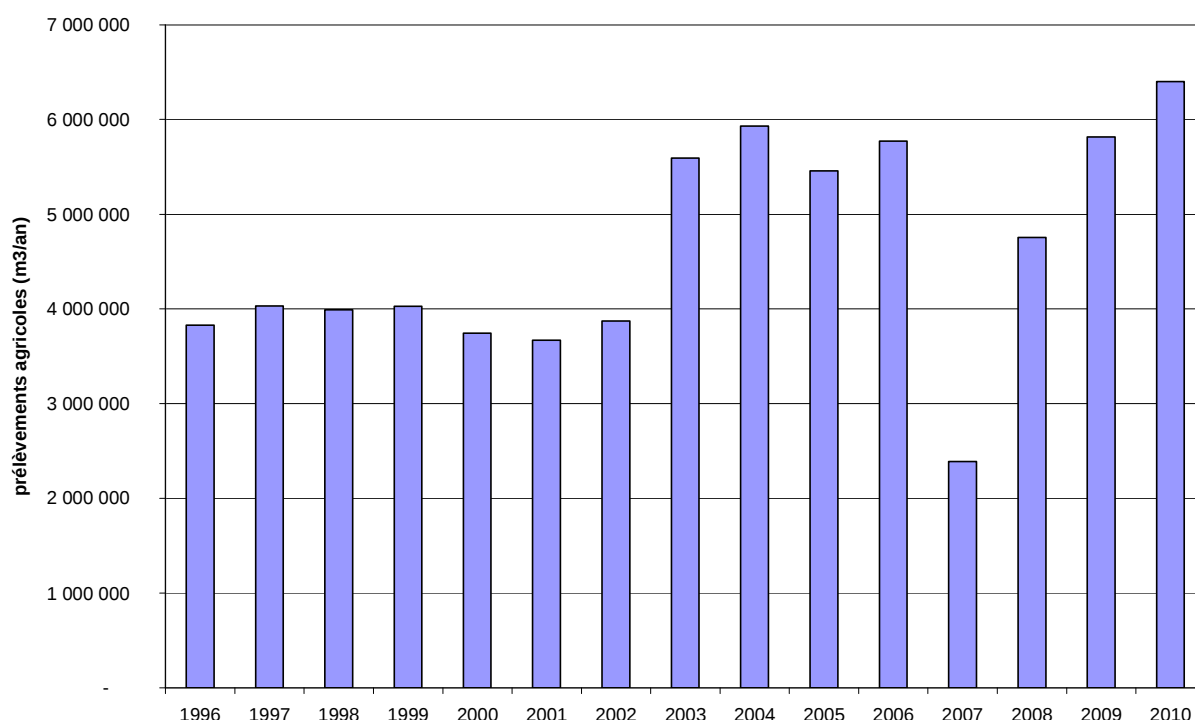


Figure 4-21 : Prélèvements annuels pour l'irrigation – Prélèvements dans le Cénomanien captif exclus

Globalement, il est difficile de dégager une tendance nette d'évolution des prélèvements agricoles sur les quinze dernières années. On constate tout de même une augmentation importante des prélèvements à partir de 2003 (même si l'année 2007 est en retrait compte tenu des conditions climatiques favorables cette année là). D'après la Chambre d'Agriculture, la forte hausse des prélèvements à compter de 2003 peut s'expliquer par l'augmentation des déclarations après qu'obligation fut faite de déclarer les volumes prélevés en retenue. Plus généralement à l'échelle de la chronique, **le climat étant un facteur essentiel, les volumes prélevés varient fortement d'une année sur l'autre.**

Pour des **années plutôt sèches** (type 2003, 2004, 2005 et 2006...), les volumes de prélèvements atteignent environ 6 millions de m³/an en moyenne (hors prélèvements dans le Cénomanien captif, 6,5 millions en les intégrant). A l'inverse pour des **années particulièrement pluvieuses** (type 2007), les prélèvements sont d'environ 2,3 millions de m³/an.

La répartition des prélèvements par masses d'eau est présentée dans le Tableau 4-9 et la Figure 4-22 suivants :

Tableau 4-9 : Répartition des prélèvements agricoles par masses d'eau – prélèvements dans le Cénomanien captif exclus

Masse d'eau	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Arcison	399 100	455 500	442 100	502 600	517 500	542 900	607 800	787 300	846 300	820 700	852 100	395 100	814 900	780 297	879 888
Aubance	273 800	382 600	393 600	404 100	331 700	325 800	329 600	376 300	528 900	433 000	424 900	66 000	310 900	463 622	502 347
Dreuilé	221 500	223 600	221 000	189 900	163 100	142 400	148 900	213 600	234 600	219 600	252 700	123 600	246 500	260 466	272 297
Hyrôme	775 400	780 800	843 500	832 800	733 300	671 500	710 700	1 077 800	1 083 300	1 033 200	1 179 700	404 600	865 500	1 172 665	1 286 266
Javoineau	650 800	610 300	577 200	568 100	494 200	429 600	575 500	818 500	893 100	703 600	770 400	282 900	595 500	727 027	921 011
Jeu	168 200	159 700	137 300	134 600	159 600	120 900	173 900	238 300	181 000	199 400	209 400	77 600	180 400	293 944	316 958
Layon amont	578 800	615 300	596 200	587 700	595 500	650 800	581 500	932 500	994 200	891 300	990 500	493 000	844 810	996 857	1 024 230
Layon aval	245 400	248 700	207 600	219 000	223 900	236 600	205 500	248 100	268 900	283 000	263 100	168 600	322 600	335 060	324 457
Louet	9 100	7 800	22 700	53 700	89 900	94 000	58 500	134 500	142 600	152 400	219 600	78 600	96 400	164 470	82 129
Lys	394 200	435 800	447 700	426 500	374 500	378 900	397 800	619 000	578 900	604 700	475 000	215 700	395 300	449 624	569 692
Villaine	110 500	110 800	100 300	110 100	63 300	78 100	81 900	133 500	167 800	102 300	120 300	72 500	51 900	125 098	173 528
Armangé	-	-	-	-	-	-	-	15 600	9 800	13 900	13 600	10 800	31 500	48 150	49 060
Total	4 333 700	4 398 800	4 386 500	4 375 200	4 108 600	4 031 100	4 275 000	6 129 100	6 792 700	6 330 000	6 575 000	2 631 700	5 261 110	6 552 551	7 183 785

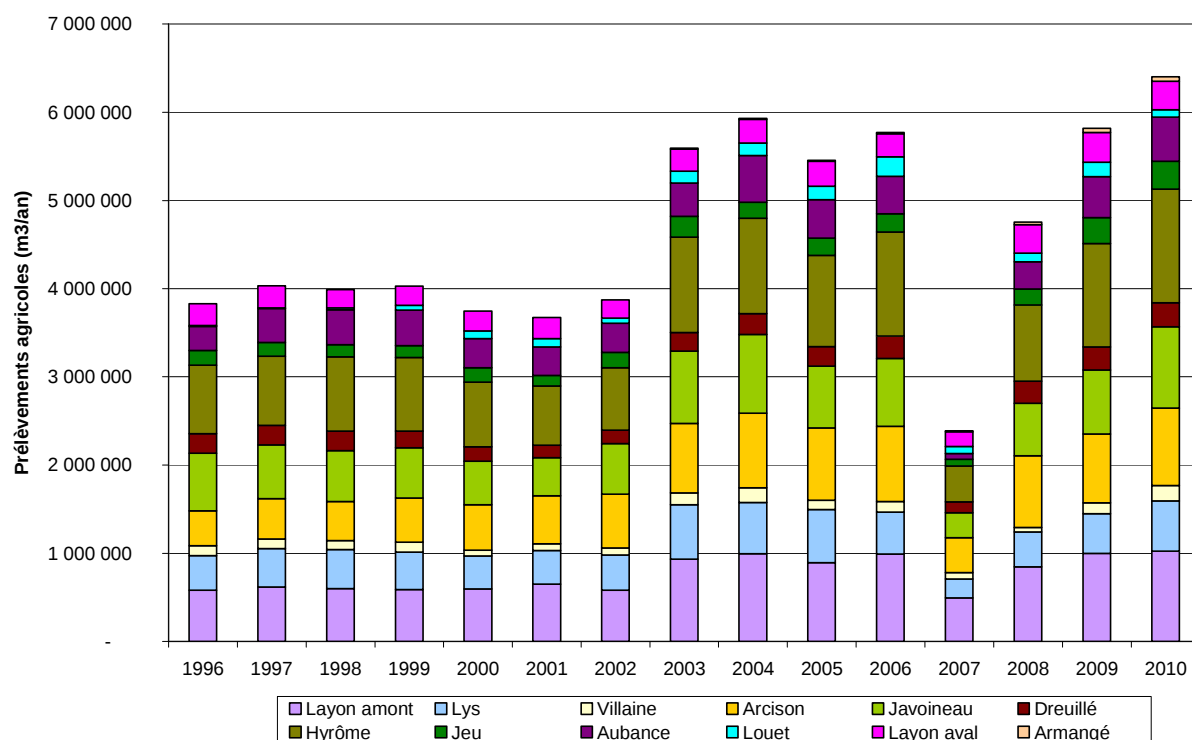


Figure 4-22 : Répartition des prélèvements agricoles par masses d'eau – Prélèvements du Cénomaniens captif exclus

Les masses d'eau les plus sollicitées sont l'Hyrôme et le Layon amont. Les volumes prélevés représentent en moyenne chaque année entre 15% et 20% du volume total, respectivement par masse d'eau. Le Javoineau et l'Arcison sont également très sollicités. Les volumes prélevés sur ces masses d'eau représentant en moyenne entre 10% et 15% du volume total chaque année. Les autres masses d'eau semblent davantage préservées.

b- Évolution des surfaces irriguées

L'analyse de l'agriculture irriguée sur le bassin versant a été difficile compte tenu du peu de données disponibles. L'étude s'est essentiellement basée sur :

- ✓ Le Recensement Général Agricole de 2010 où sont précisées les surfaces irriguées sur le territoire du SAGE de 2007 à 2010 ;
- ✓ Les fichiers transmis par la DDT 49 où les surfaces irriguées totales étaient précisées pour les années 2000, 2005 et 2009 ;
- ✓ L'état des lieux du SAGE de 2002.

Les données collectées auprès de ces trois sources d'informations présentent des écarts significatifs, bien que les surfaces restent dans le même ordre de grandeur. Il a été retenu de conserver les valeurs indiquées dans le RGA de 2010. En effet, les valeurs présentées dans l'état des lieux du SAGE dataient de 1998 (données trop anciennes pour tenir compte de l'évolution des cultures sur le territoire) et ne

considéraient que les surfaces irriguées en maïs. Les surfaces irriguées sur le territoire se sont stabilisées autour de 5 000 ha ces dix dernières années.

Par ailleurs, aucune information n'était disponible de 2001 à 2004 et pour l'année 2006. Pour combler ces lacunes, les hypothèses suivantes ont été faites :

- ✓ Pour 2001 et 2002, la valeur attribuée est celle de 2000 car elles correspondent à des années moyennes en terme de pluviométrie ;
- ✓ Pour 2003, 2004 et 2006, qui sont des années particulièrement sèches en étiage, la valeur de 2005 a été répliquée.

Le Tableau 4-10 présente les surfaces irriguées sur le territoire du SAGE de 2000 à 2010 :

Tableau 4-10 : Surfaces irriguées sur le territoire du SAGE (ha)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Maïs	1660	1660	1660	1643	1643	1643	1643	1742	1838	2015	1970
Blé tendre	2729	2729	2729	2702	2702	2702	2702	2865	3022	3313	3239
Tournesol	554	554	554	549	549	549	549	582	614	673	658
Surface irriguée totale	4944	4944	4944	4893	4893	4893	4893	5189	5474	6001	5867

Globalement, les surfaces irriguées ont augmenté ces dix dernières années. Toutefois, rappelons que les surfaces irriguées dépendent fortement des conditions climatiques et de ce fait, il est délicat de dégager une tendance nette d'évolution.

Les deux principales cultures irriguées sont le maïs et le blé tendre.

c- Le besoin en eau des plantes

Le calcul du besoin des plantes repose sur la formule suivante :

$$\text{BESOIN TOTAL POUR L'IRRIGATION} = \text{BUT} \times \text{Surface Irriguée} \times \text{Coefficient comportemental}$$

Avec : BUT : besoin unitaire théorique des plantes déterminé à partir de l'assolement, de la pédologie et des conditions climatiques :

$$\text{BUT} = K_c \times \text{ETP} - (\text{Pe} + \text{R}), \text{ avec :}$$

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

Le coefficient comportemental tient compte de la conduite technique des apports d'eau (niveau d'équipement des irrigants) et des conditions économiques : l'apport d'eau peut en effet, pour ces raisons, être différent du BUT. C'est ce que l'on observe lorsque l'on cherche à reconstituer les prélèvements du passé : ce coefficient a eu tendance à augmenter au fil du temps, pour tendre vers une valeur proche de 1 : c'est cette valeur qui a été retenue pour l'ensemble de la période d'étude.

Étant donné l'absence de données pédologiques sur le territoire du SAGE, une valeur de RFU de 120mm a été utilisée pour nos calculs. Sur la base de cette formule et des coefficients cultureux des cultures irriguées sur le territoire d'étude (principalement le blé tendre et le maïs), le besoin en eau théorique des plantes a été calculé par décade et par masse d'eau.

Les besoins annuels en eau des plantes sont présentés dans le Tableau 4-11 et sont comparés aux prélèvements effectifs réalisés pour l'irrigation sur la Figure 4-23.

Tableau 4-11 : Besoins en eau annuel théorique des plantes calculé sur le territoire du SAGE

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Besoin en eau des plantes (milliers de m ³ /an)	6206	7422	7159	10061	13823	13245	15808	1834	9306	13672	15605

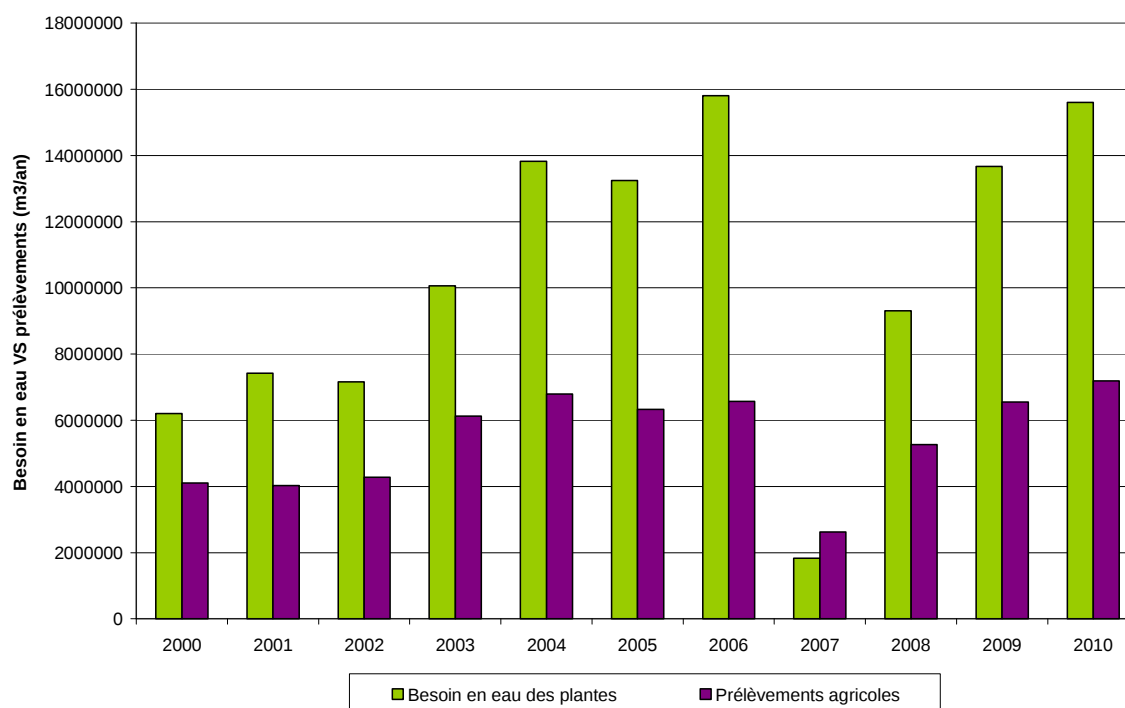


Figure 4-23 : Comparaison des prélèvements et des besoins pour l'irrigation

Les besoins en eau des plantes sont très largement supérieurs aux volumes annuels prélevés pour l'irrigation. Les déficits les plus importants ont lieu pendant la période d'été. A ce stade, il convient

de rappeler que le besoin en eau des plantes a été valorisé dans le reste de l'analyse pour répartir les volumes d'irrigation (disponibles en volume annuel) à un pas de temps décadaire.

d- Mode de décomposition

Les données sur les prélèvements pour l'irrigation ont été collectées auprès de l'AELB et ne sont disponibles qu'au pas de temps annuel. La principale difficulté dans le traitement de ces données est liée à leur répartition temporelle sur l'année. En théorie, le prélèvement se fait en **parallèle du besoin des plantes**, mais ce n'est pas toujours le cas, notamment lors de l'existence de **plans d'eau et de retenues** à usage agricole.

En effet, dans ce cas, le prélèvement pour assurer le remplissage des retenues se fait hors des périodes d'étiage, pendant lesquelles la ressource est peu abondante et les restrictions d'usage omniprésentes.

La méthodologie initialement envisagée visait à ventiler en période hivernale et estivale les volumes prélevés pour l'alimentation des plans d'eau selon la ressource captée (nappe, cours d'eau, source, ruissellement) et selon les modalités de connexion du plan d'eau au milieu naturel (voir à ce sujet les analyses présentées sur les plans d'eau précédemment dans le rapport). Pour simplifier, il était considéré que l'ensemble des plans d'eau faisaient l'objet d'un remplissage initial hivernal, et que pour les plans d'eau connectés au milieu, les volumes prélevés durant l'étiage étaient compensés par un prélèvement équivalent au milieu (par exemple par interception des volumes ruisselés pour les ouvrages ne déversant plus durant l'été).

Cette méthodologie conduisait à surévaluer les volumes prélevés à l'étiage, notamment pour les plans d'eau alimentés par ruissellement. Le manque de données sur les modalités de connexion des plans d'eau au milieu, et les incertitudes fortes pesant sur les nécessaires extrapolations à mener pour appliquer la méthodologie initiale à l'ensemble du bassin versant, nous ont conduit à adopter une méthodologie plus simplifiée. Elle se base sur les principes suivants :

- ✓ Pour les prélèvements directs au milieu (eaux de surface et eaux souterraines hors nappe captive du Cénomani) : ventilation des volumes annuels prélevés de manière décadaire selon les besoins théoriques des cultures ;
- ✓ Pour les prélèvements dans des retenues :
 - Prélèvement hivernal au milieu pour remplissage de la retenue à hauteur du volume total de celle-ci : le prélèvement est réparti de manière homogène sur la période courant du 1^{er} novembre au 31 mars ;
 - Si le volume annuel prélevé est supérieur au volume de la retenue, le delta (volume prélevé – volume de la retenue) est affectée à la période estivale selon les besoins théoriques des plantes ;
 - Si le volume annuel prélevé est inférieur au volume de la retenue, aucun prélèvement n'est réalisé pendant la période estivale.

Après de nombreux échanges avec le comité de pilotage de l'étude, cette approche paraît la plus robuste compte tenu des données disponibles. Elle permet notamment d'éviter de nombreuses extrapolations, conduisant inévitablement à des incertitudes difficilement quantifiables. **Il faut cependant conserver à l'esprit que, comme pour la méthodologie utilisée pour ventiler sur l'année les prélèvements des plans d'eau pour compenser l'évaporation des plans d'eau, elle tend certainement à sous estimer les volumes interceptés par les plans d'eau en période estivale. Cela est notamment le cas pour les plans d'eau alimentés par ruissellement, et non contournés, dont il est attendu qu'ils prélèveront tout ou partie de la lame d'eau ruisselée dès lors qu'ils ne surversent plus.**

D- Prélèvements pour l'abreuvement du bétail

Les besoins en eau pour l'élevage ont été calculés en appliquant une consommation moyenne par jour à chaque type de bétail. Les données de consommation moyenne ont été collectées dans la bibliographie du fait de l'absence de données spécifiques au bassin versant. Les données sont tirées du site du Ministère de l'Agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales d'Ontario, où des fiches techniques sur les exigences en eau du bétail étaient disponibles. Ces informations sont présentées en Annexe 4. Le Tableau 4-12 présente les résultats obtenus :

Tableau 4-12 : Estimation des besoins en pour l'élevage (m³/an)

Élevage	Consommation journalière moyenne (L/j)	Consommation en 2000	Consommation en 2010
Bovin	70	3 320 963	3 074 176
Chèvre	7	17 734	13 179
Brebis	7	23 000	17 770
Porcins	10	226 278	166 623
Volaille	0.2	23 333	24 018
Total		3 611 308	3 295 766

Les besoins en eau du bétail sont très importants sur le territoire du SAGE du « Layon Aubance ». **La consommation moyenne annuelle semble varier entre 3,3 millions de m³ et 3,6 millions de m³.** Néanmoins, les ratios de consommations peuvent varier significativement entre animaux d'une même espèce et tout au long de l'année. De la même manière, les effectifs de production animale peuvent varier sensiblement au cours de l'année en fonction des cycles de production. Ces résultats permettent d'avoir un ordre de grandeur haut des besoins en eau pour l'élevage sur le bassin versant.

Il n'existe aucune information permettant d'estimer quelle part de ce volume est issue des réseaux AEP, et quelle part est directement soustraite au milieu naturel (par pompage, abreuvement sur plan d'eau ou directement en cours d'eau). Le Syndicat du Layon a indiqué avoir connaissance d'une étude réalisée en Mayenne en 2009 qui aboutissait à un ratio de 62% des volumes d'abreuvement satisfaits par prélèvement direct au milieu, les 38% restant étant assurés à partir du réseau AEP. Ces résultats sont bien sûr spécifiques au territoire enquêté, mais peuvent servir de valeurs guides dans le cadre de nos travaux.

Après consultation du comité de pilotage, il a été retenu de considérer que 30% des besoins étaient satisfaits par le réseau AEP et 70% par des prélèvements directs au milieu, ceci de manière homogène sur le territoire d'étude.

4.1.2.3 Activité industrielle

De manière générale, l'activité industrielle est peu développée sur le bassin versant. Le SAGE de 2002 recensait 44 installations classées soumises à autorisation. Les entreprises de construction métallique ou de récupération de métaux, les décharges et déchetteries ou centres de transit de produits dangereux ainsi que des entreprises de préparation et de conditionnement du vin sont principalement représentées sur le territoire.

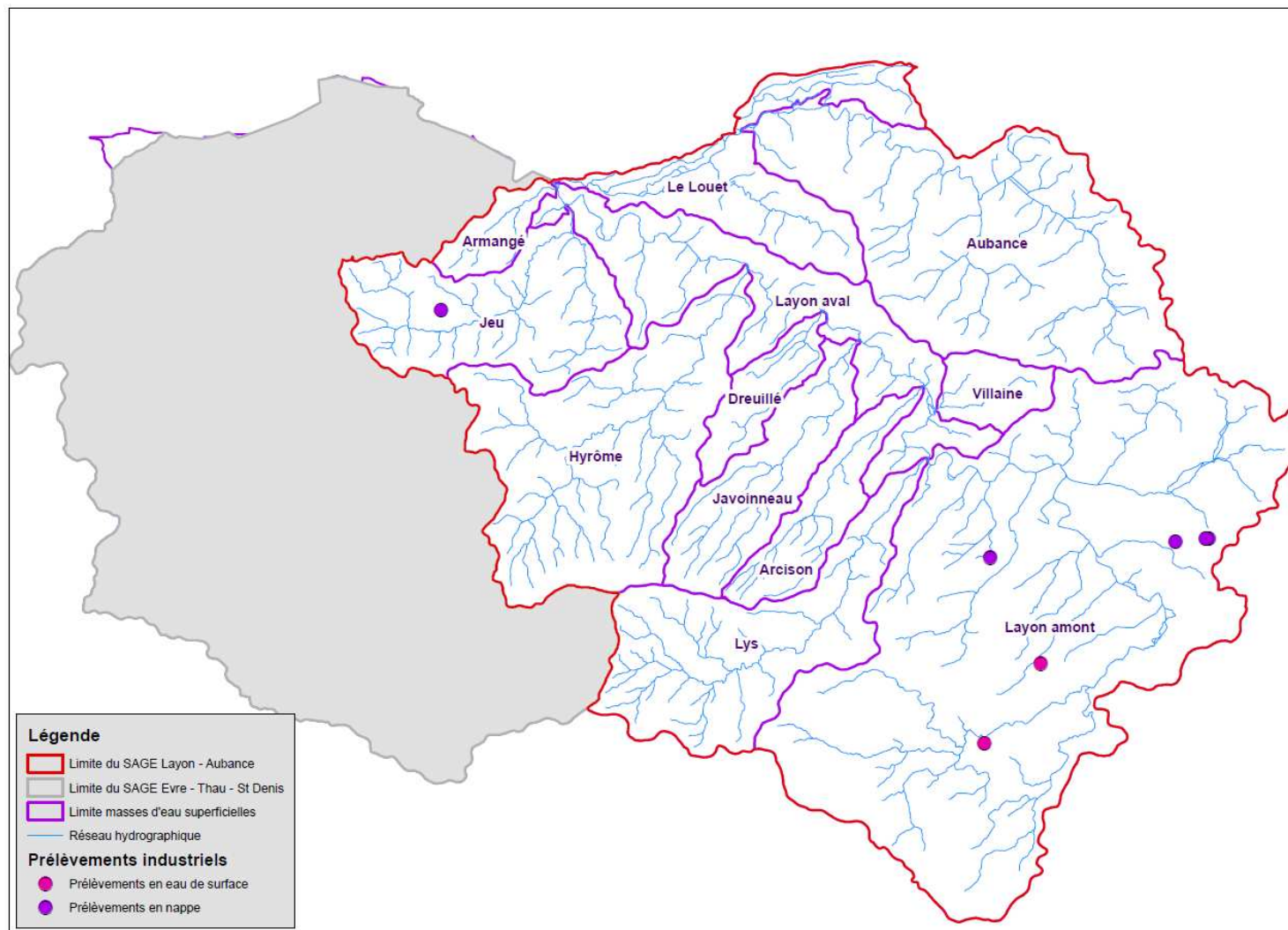
A- Points de captages

Le territoire du SAGE « Layon Aubance » compte relativement peu d'industries qui prélèvent directement dans le milieu naturel. Les réseaux de distribution d'eau potable assurent en grande majorité les besoins en eau des entreprises.

Sur la période d'étude, huit points de prélèvements industriels ont été déclarés auprès de l'AELB. Ils sont localisés sur la Figure 4-24 suivante.

La localisation des prélèvements pour France Champignon à Doué-la-Fontaine ne sont pas indiqués ci-dessous. Ils ont toutefois été intégrés à l'analyse.

A noter que l'usine ISOVER, inaugurée à Chemillé en 2010, est alimentée en partie par un forage en nappe (en complément de la récupération des eaux pluviales et d'une alimentation par le réseau AEP). Aucun volume de prélèvement n'apparaissant dans les fichiers de redevance de l'Agence de l'Eau (y compris pour l'année 2011), ce forage n'a pas été intégré à l'analyse relative aux usages industriels.

Figure 4-24 : Localisation des prélèvements industriels sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »

B- Volumes de prélèvements

Les données sur les prélèvements industriels non raccordés au réseau AEP sont issues du fichier redevance de l'AELB. Les volumes prélevés chaque année sont présentés sur la Figure 4-25 suivante :

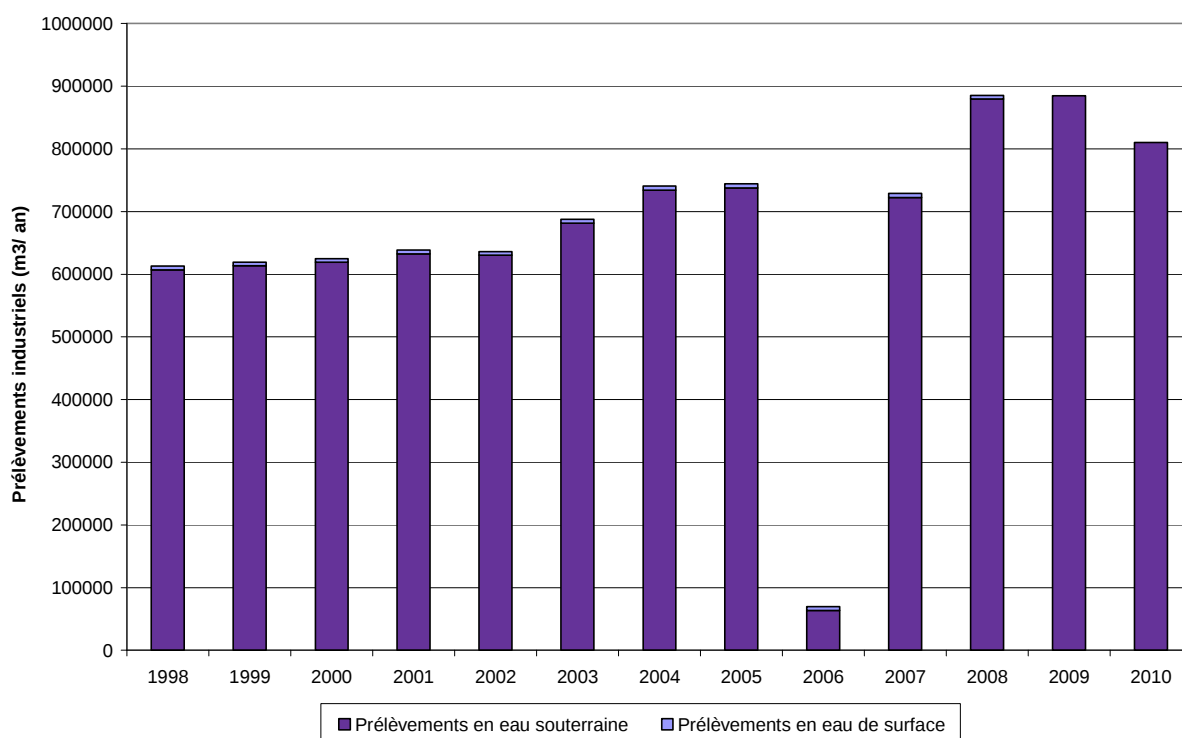


Figure 4-25 : Prélèvements industriels sur le territoire du SAGE « Layon Aubance »

Les prélèvements industriels se font majoritairement en eau souterraine. Depuis 2009, il semble qu'aucun prélèvement n'ait été réalisé à partir des eaux de surface.

De 1998 à 2007, les volumes prélevés varient en moyenne entre 600 000 m³/an et 700 000 m³/an sauf en 2006 où une baisse importante de la productivité des captages de France champignon à Doué-la-Fontaine a été enregistrée.

Les prélèvements ont fortement augmenté à partir de 2008. Cette hausse s'explique par la création de deux nouveaux captages sur la commune de Doué-la-Fontaine correspondant à la coopérative des bassins légumiers.

Le sous bassin versant du Layon amont est le plus sollicité par les prélèvements industriels notamment au niveau de la commune de Doué-la-Fontaine. Le point de captage de Sainte-Christine sur le sous bassin versant du Jeu semble arrêté depuis 2007.

C- Méthode de décomposition

L'élaboration d'une série mensuelle pour les prélèvements agricoles se heurte aux difficultés suivantes :

- ✓ Données quasi-exclusivement annuelles et très peu d'informations disponibles sur la répartition temporelle des prélèvements ;
- ✓ Répartition mensuelle variable selon les industries : fermeture estivale, besoins spécifiques en eau liés à la production... Impossible d'appliquer une évolution moyenne pour toutes les industries comme cela peut être le cas pour les prélèvements AEP ;
- ✓ Répartition mensuelle variable d'une année sur l'autre : évolution des process industriels et modernisation des installations, basculement d'un prélèvement direct au milieu vers un raccordement au réseau AEP.

Ainsi, la distribution temporelle des prélèvements industriels a été répartie de façon équivalente sur les douze mois de l'année.

4.2 Bilan des restitutions au milieu naturel

Les potentielles restitutions d'eau au milieu sur le bassin versant du « Layon Aubance » sont :

- ✓ les pertes dans les réseaux AEP ;
- ✓ les retours d'eau de l'irrigation par drainage et/ou ruissellement ;
- ✓ les rejets d'eau des stations d'épuration domestiques, intégrant potentiellement des rejets issus d'installations industrielles ;
- ✓ Les rejets domestiques par l'assainissement non collectif ;
- ✓ les rejets d'eau propres à certaines activités industrielles.

4.2.1 Perte des réseaux AEP

Les pertes sur les réseaux AEP entre les lieux de prélèvements et les sites de distribution sont considérées comme renvoyées au milieu naturel par ruissellement ou infiltration.

Les volumes renvoyés chaque année au milieu naturel sont tirés principalement des volumes de pertes primaires indiqués par les délégataires, ou calculés sur la base des rendements des réseaux et des volumes consommés fournis par ces mêmes délégataires. Les volumes de pertes sur les réseaux AEP obtenus par les syndicats/délégataires ont été répartis par commune proportionnellement à leur population. Les données ont ensuite été ré-agrégées pour obtenir le volume de perte par masse d'eau.

Dans le cas où l'information n'était pas disponible (commune desservie par le syndicat de la région du Layon), un rendement moyen a été considéré. D'après le Schéma Départemental d'Alimentation en Eau Potable de Maine-et-Loire, réalisé en 2009, le rendement des réseaux AEP varie entre 70% et 90%

sur l'ensemble du territoire du SAGE, selon les communes. Un rendement moyen forfaitaire de 80% a été appliqué pour les communes concernées.

4.2.1.1 Volumes de pertes des réseaux AEP

A- Volume annuel total

Les volumes annuels restitués au milieu naturel sont présentés dans la Figure 4-26 ci-dessous :

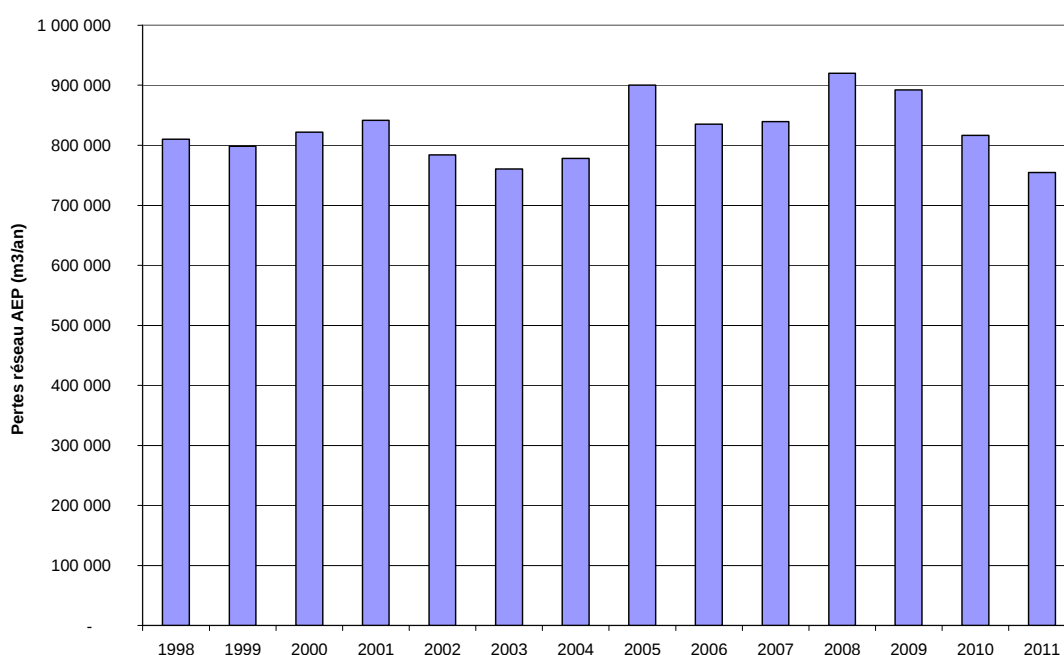


Figure 4-26 : Pertes annuels des réseaux AEP de 1998 à 2011

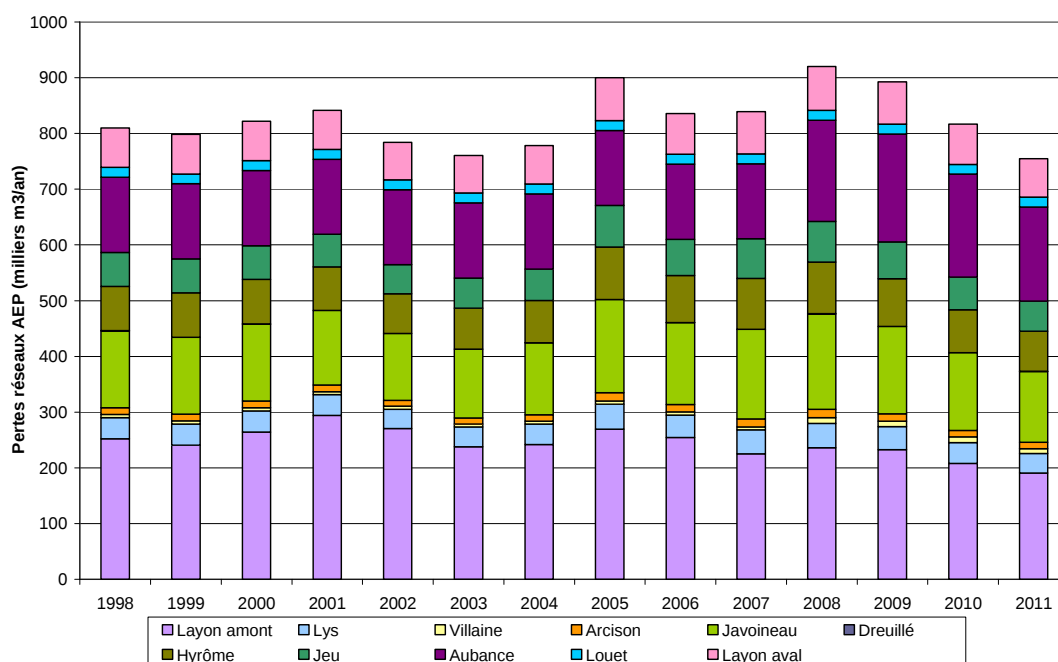
En moyenne, les pertes des réseaux AEP représentent chaque année environ 825 000 m³, soit plus de 12% de la consommation AEP annuel. Elles restent relativement stables sur la période d'étude, même si l'on constate une baisse importante (de l'ordre de 20%) sur la période 2008-2011. Cette baisse peut s'expliquer notamment par les efforts mis en œuvre sur l'amélioration des rendements des réseaux et la baisse des consommations individuelles.

B- Volume de pertes par masses d'eau

Les volumes restitués par masses d'eau chaque année sont présentés sur le Tableau 4-13 et sur la Figure 4-27 ci-dessous :

Tableau 4-13 : Pertes des réseaux AEP par masse d'eau

Masse d'eau	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Layon amont	252	240	264	294	271	238	242	270	255	225	236	233	208	191
Lys	38	38	38	37	34	35	36	45	40	43	44	41	37	35
Villaine	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	9
Arcison	12	12	12	12	11	11	11	15	13	14	15	13	12	11
Javoineau	138	138	138	134	120	124	129	167	147	161	171	156	139	127
Dreuillé	0.17	0.17	0.17	0.16	0.15	0.15	0.16	0.21	0.18	0.20	0.20	0.19	0.16	0.15
Hyrôme	80	80	80	78	71	73	76	94	84	91	93	86	77	72
Jeu	61	61	61	59	52	54	57	74	65	71	73	66	58	54
Aubance	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	181	193	185	169
Louet	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Layon aval	71	71	71	70	67	68	69	77	73	76	79	76	72	69
Total	810	798	822	842	784	761	778	900	836	839	920	892	817	755

Figure 4-27 : Pertes des réseaux AEP par masse d'eau (milliers m³/an)

Les masses d'eau les plus sollicitées sont le **Layon amont**, le **Javoineau** et l'**Aubance**. Ceci s'explique par le fait que ces masses d'eau concentrent un nombre important de communes et parmi les plus peuplées.

Les communes situées à cheval sur les territoires des deux SAGE « Layon Aubance » et « Evre Thau Saint Denis » ont été considérées proportionnellement à leur surface contenue dans chaque SAGE.

4.2.1.2 Prise en compte des pertes AEP et méthode de décomposition

Il a été validé avec le comité de pilotage de ne pas considérer que l'ensemble des pertes sur les réseaux AEP pouvait bénéficier au milieu ou à la végétation sur l'ensemble de l'année. Il a donc été arbitrairement choisi de considérer comme retournant au milieu naturel :

- ✓ 100% des pertes sur les réseaux AEP du 1er novembre au 31 mars ;
- ✓ 50% des pertes sur les réseaux AEP du 1er avril au 31 octobre.

Concernant la ventilation des volumes de perte des réseaux AEP sur l'année, celle-ci s'est calquée sur les volumes consommés. Pour rappel ce coefficient est issu des données transmises par le SMAEP des Eaux de Loire où été indiqués les volumes mensuels vendus en 2011 par le SIDAEP de Mauges et Gâtine, principal syndicat assurant la production d'eau potable sur le bassin versant.

Les données obtenues ont été traitées de façon à dégager une distribution temporelle moyenne des pertes sur les réseaux AEP selon les mois de l'année.

4.2.2 Retour d'eau d'irrigation

L'absence de données relative à d'éventuels réseaux de drainage agricole et le déficit en eau pour l'irrigation existant sur le bassin versant nous permettent de considérer négligeables les retours d'eau d'irrigation au milieu naturel.

4.2.3 Rejets domestiques

Les données relatives aux rejets domestiques sur le bassin versant du « Layon Aubance » ont été synthétisées à partir de cinq sources d'informations :

- ✓ Les retours de questionnaires adressés aux communes – Le volume de rejet annuel était dans certain cas (très faible) précisé ;
- ✓ La base de données du Conseil Général de Maine-et-Loire. Elle compile les caractéristiques des stations d'épuration concernées en partie ou en totalité par le bassin versant ainsi que le débit moyen annuel de sortie en 2011 ;
- ✓ Le portail d'information sur l'assainissement communal pour les communes des Deux-Sèvres. Le débit moyen entrant ainsi que la capacité nominale des stations d'épuration sont précisés ;
- ✓ Les rapports annuels d'exploitation transmis par les syndicats d'assainissement ;
- ✓ Les données de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne : Il s'agit d'une liste non exhaustive des stations d'épuration du bassin versant.

4.2.3.1 Structures compétentes

Sur le territoire du SAGE « Layon Aubance », la compétence en matière d'assainissement collectif est majoritairement communale.

Deux structures intercommunales ont été recensées et gèrent la compétence assainissement pour 11 communes. Elles sont présentées succinctement dans le Tableau 4-14 ci-dessous :

Tableau 4-14 : Compétences intercommunales pour l'assainissement collectif sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » (Source : observatoire national de l'eau)

Structure	Communes concernées	Mode de gestion
Communauté d'agglomération Angers Loire Métropole	Murs-Erigné, Soulaines-sur-Aubance	régie
Communauté de communes Loire Aubance	Les Alleuds, Brissac-Quincé, Charcé-Saint-Ellier-sur-Aubance, Luigné, Saint-Jean-des-Mauvrets, Saint-Melaine-sur-Aubance, Saint-Saturnin-sur-Loire, Saulgé-l'Hôpital, Vauchrétien	Affermage

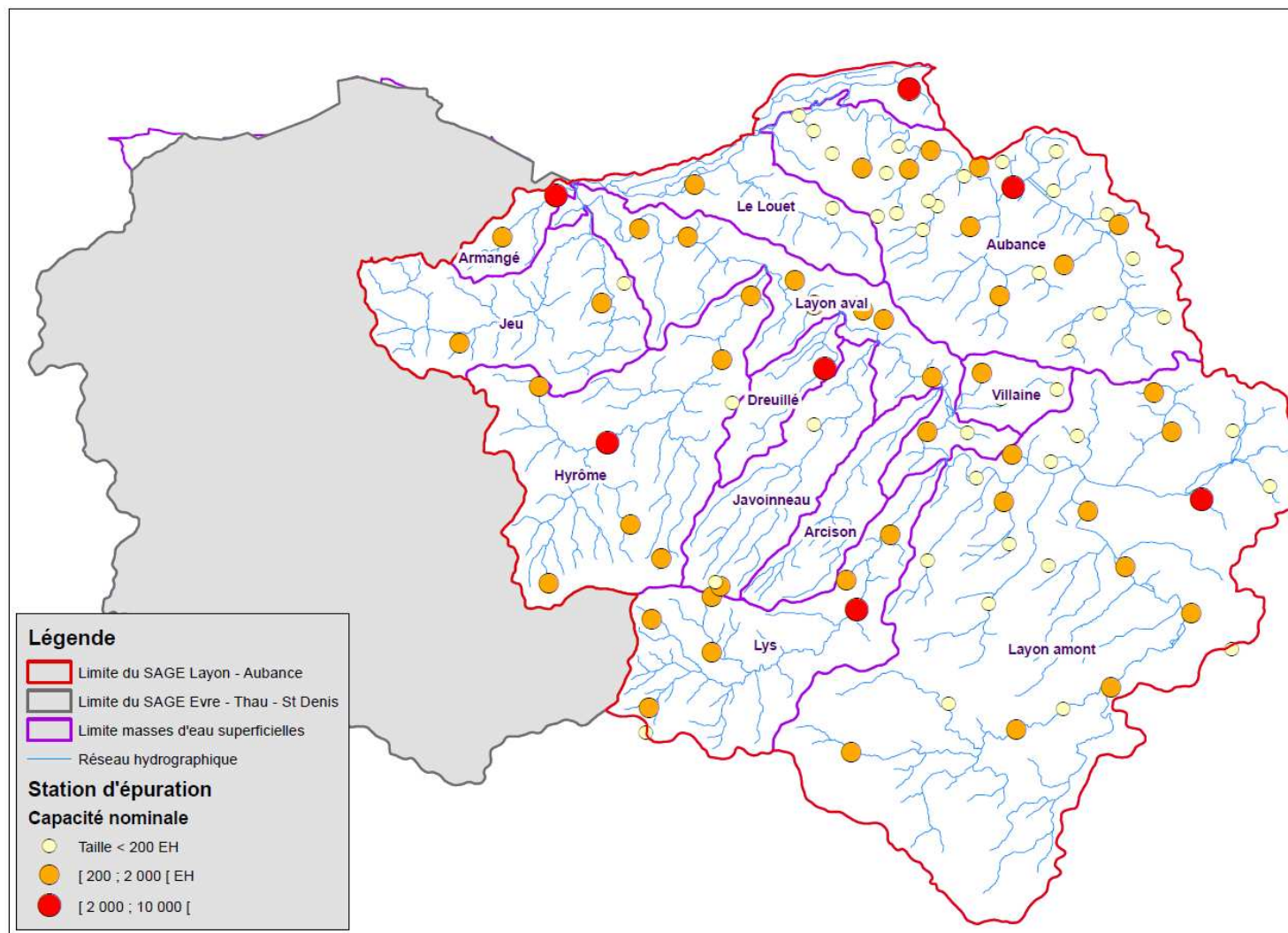
La gestion de l'assainissement collectif se fait principalement en régie. Au total, 7 communes et 1 structure intercommunale ont déléguées leur compétence à des prestataires privés.

4.2.3.2 Les stations d'épuration

Au total, 95 stations d'épuration ont été recensées sur le bassin versant. Elles se concentrent sur 68 communes.

Les stations d'épuration sont localisées sur la Figure 4-28. Pour les communes du département des Deux Sèvres, deux stations d'épuration ont été identifiées à Cersay et Genneton. Elles ne figurent pas sur la carte suivante faute d'information sur leurs coordonnées géographiques. Elles ont toutefois été prises en compte dans l'analyse.

Figure 4-28 : Localisation des stations d'épuration



Les stations d'épuration présentes sur le territoire sont de tailles réduites, avec plus de 92% d'entre elles ayant une capacité nominale inférieure à 2000 EH. Les communes de Doué-la-Fontaine et Murs-Erigné possèdent les stations d'épuration les plus importantes avec une capacité supérieure à 5000 EH. A noter que le rejet de la STEP de Murs-Erigné se fait dans le Louet.

La Figure 4-29 présente la proportion des stations d'épuration en fonction de leur capacité nominale :

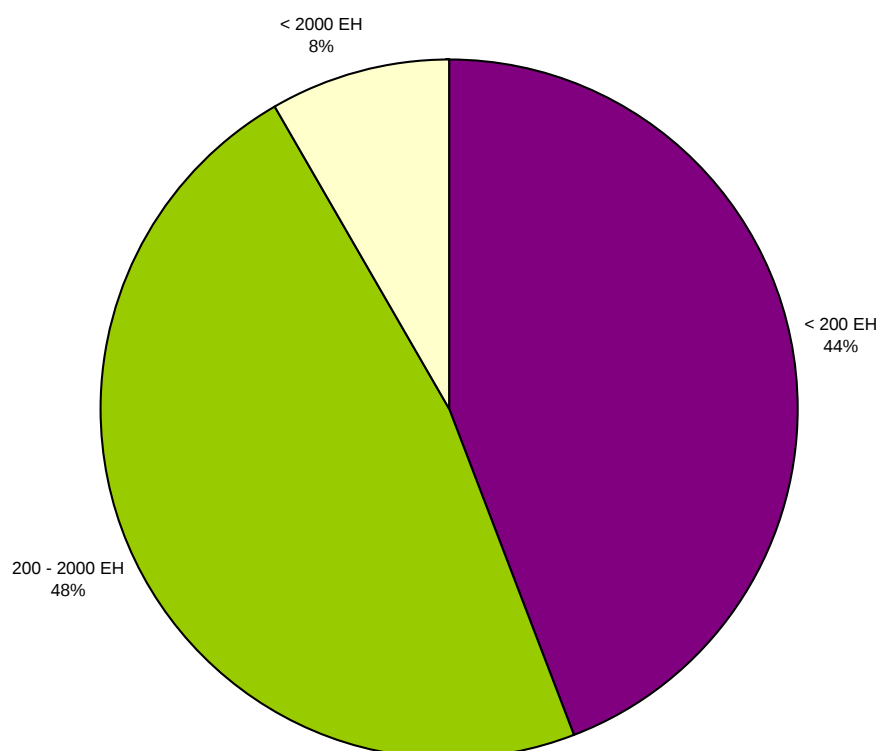


Figure 4-29 : Proportion des stations d'épuration en fonction de leur capacité nominale

Le Tableau 4-15 suivant présente la répartition des stations d'épuration en fonction des masses d'eau superficielles définies sur le territoire du SAGE « Layon Aubance » :

Tableau 4-15 : Répartition des stations d'épuration selon les masses d'eau

Masse d'eau	Capacité nominale			Total
	[2 000 ; 10 000 [EH	[200 ; 2 000 [EH	Taille < 200 EH	
Jeu		2	1	3
Armangé	1	1		2
Aubance	1	8	20	29
Dreuillé	1			1
Hyrôme	1	6	1	8
Javoineau		1	2	3
Layon amont	1	11	13	25
Layon aval		8	1	9
Louet	2	1	1	4
Lys	1	6	1	8
Villaine		1	2	3
Total	8	45	42	95

Les stations d'épuration se situent principalement sur les sous bassins du Layon Amont, et de l'Aubance.

4.2.3.3 Les volumes de rejets

Les données collectées sur les volumes de rejets des stations d'épuration sont très partielles. Cela peut s'expliquer notamment par le fait qu'un nombre important de stations d'épuration n'est pas équipé d'un débitmètre.

Les données annuelles de rejets ont pu être collectées pour 2009 et 2011 pour toutes les stations d'épuration recensées. Des données ponctuelles ont également été récupérées et couvrent principalement la période 2008-2011.

En l'absence d'information complémentaire, des hypothèses de rejets ont été faites pour combler les lacunes sur la base des données disponibles (Extrapolation/ interpolation).

Le Tableau 4-16 ci-dessous présente les volumes restitués au milieu naturel en 2009 et en 2011.

Tableau 4-16 : Volumes restitués au milieu naturel via les stations d'épuration

Année	Volume restitué (m ³ /an)
2011	4 533 665
2009	3 649 307

Avec seulement deux valeurs disponibles, il est difficile de dégager une tendance d'évolution. Cette variabilité des volumes de rejets domestiques peut s'expliquer en partie par la présence plus ou moins

importante des Eaux Claires Parasites dans les réseaux, des extensions des réseaux d'assainissement et de l'implantation de nouvelles stations d'épuration sur le bassin versant.

Toutefois, les volumes de rejets représentent entre 55% et 70% de la consommation AEP sur le territoire. Compte tenu de la stabilité de la consommation AEP sur ces dix dernières années, il est possible de conclure, sans trop de marge d'erreur, que les volumes restitués via les stations d'épuration domestiques sont restés **constants** également. Ils sont compris entre 3,7 millions de m³/an et 4,5 millions de m³/an. **Les rejets domestiques représentent la part la plus importante des restitutions d'eau au milieu naturel.** Rappelons également que l'AEP est assurée essentiellement par des apports d'eau extérieurs au bassin versant. Une grande part de l'eau restituée provient donc d'autres bassins versants.

Notons que la nouvelle STEP de Chalonnes-sur-Loire rejette directement en Loire depuis 2009 (le rejet se faisait dans l'Armangé avant 2009).

4.2.3.4 Cas particulier de la STEP de Chemillé

Les eaux traitées de la station d'épuration de Chemillé font l'objet d'une réutilisation en agriculture. Aucun effluent ne retourne donc directement dans le cours d'eau lorsque les rejets sont réutilisés. Les données fournies par la DDT indiquent qu'aucun rejet n'est réalisé en cours d'eau sur les mois de juillet et août, ceci depuis 2002.

Les chroniques de rejets constituées ont donc exclu ce rejet pour les périodes indiquées ci-dessus.

4.2.3.5 Cas particulier de l'assainissement non collectif

Selon l'état des lieux de 2002, la part de l'assainissement non collective était importante sur le territoire. Une proportion non négligeable de la population n'était pas raccordée à une station d'épuration collective. Actuellement, 6 communes ne semblent pas dotées d'infrastructures d'assainissement collectif. Il s'agit de Meigné, Noyant-la-Plaine, La Plaine, Breuil-sous-Argenton, Saint-Maurice-la-Fougereuse et Ulcot.

Huit communes sont également raccordées à des stations d'épuration qui rejettent hors du bassin versant du Layon et de l'Aubance.

L'estimation des rejets via l'assainissement non collectif s'est basée sur les taux de raccordement des communes à une station d'épuration collective. Cette information a été demandée dans les questionnaires envoyés aux communes. **Le taux de retour est très faible, d'autant plus que l'information n'est quasiment jamais remplie dans les questionnaires reçus.**

En l'absence de données complémentaires, des hypothèses ont été faites pour reconstituer les informations manquantes. Ainsi,

- ✓ Pour les communes ayant d'une station d'épuration, un taux de raccordement de 70% a été appliqué. La part de l'assainissement non collectif représente donc 30% du volume de rejet total.
- ✓ Pour les communes ne disposant pas de station d'épuration sur le territoire du SAGE, 30% de la population a été considérée en assainissement non collectif. Un ratio de 80% des volumes consommés par les communes ont été considérés comme retournant au milieu.
- ✓ Pour les communes ne disposant pas de station d'épuration, 100% de la population a été considérée en assainissement non collectif. Un ratio de 80% des volumes consommés par les communes ont été considérés comme retournant au milieu.

Ainsi pour les communes dotées de stations d'épuration sur le territoire, les volumes de rejets via l'assainissement non collectif représentent en moyenne 1,8 millions de m³/an (selon les données de 2009 et 2011). Pour les communes raccordées à une station d'épuration hors bassin versant, les volumes restitués atteignent environ 125 000 m³/an.

Pour les 6 communes en assainissement non collectif, les volumes restitués atteignent environ 190 000 m³/an.

Au total, la part de l'assainissement non collectif représente 2,1 millions de m³/an.

Comme pour la prise en compte des pertes sur les réseaux AEP dans les retours au milieu, il a été validé avec le comité de pilotage de ne pas considérer que l'ensemble des volumes issus de l'ANC pouvait bénéficier au milieu ou à la végétation sur l'ensemble de l'année. Il a donc été arbitrairement choisi de considérer comme retournant au milieu naturel :

- ✓ 100% des volumes issus de l'ANC du 1er novembre au 31 mars ;
- ✓ 50% des volumes issus de l'ANC du 1er avril au 31 octobre.

4.2.3.6 Méthode de décomposition

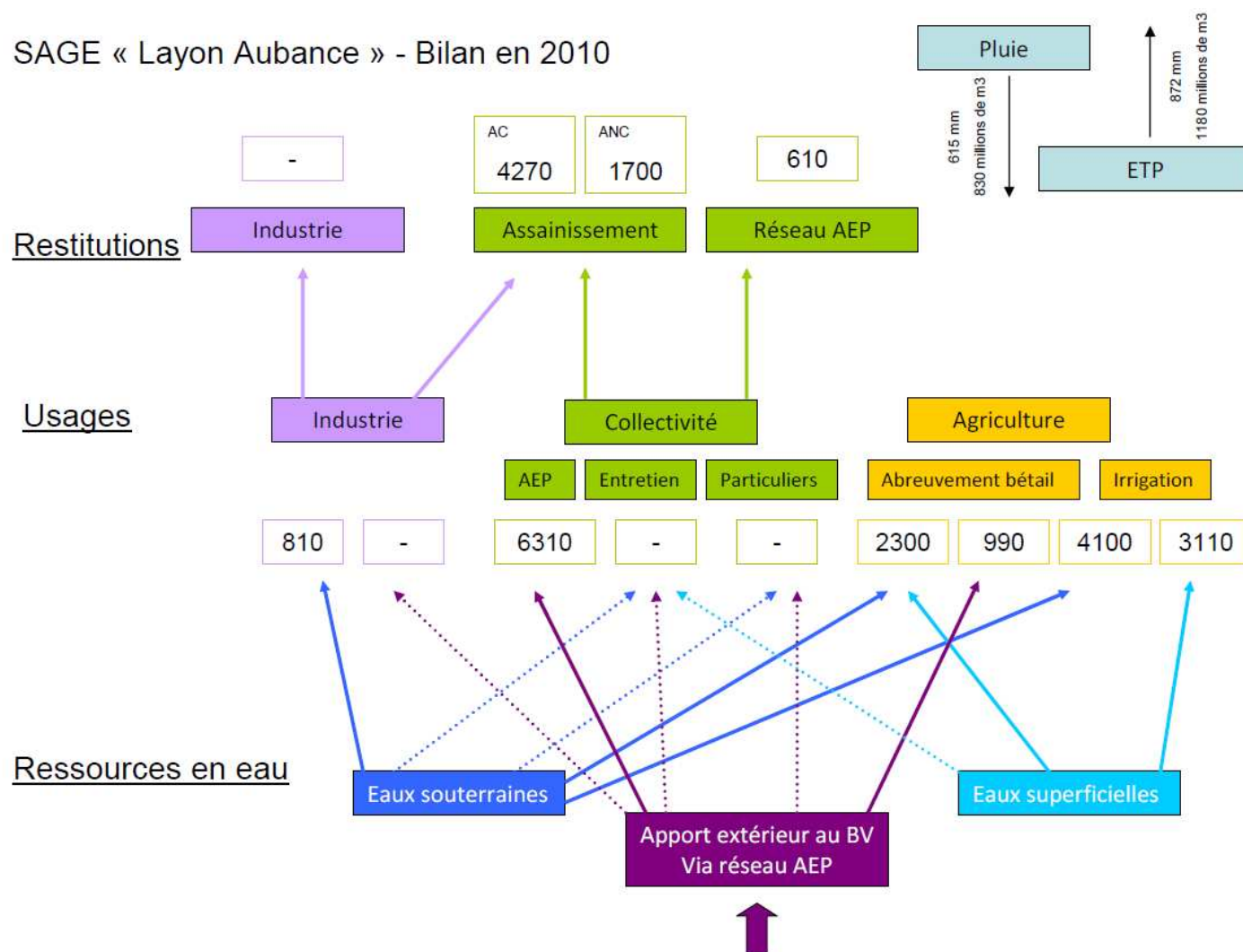
La distribution temporelle des rejets de l'assainissement collectif et non collectif a été répartie de façon équivalente sur les douze mois de l'année.

4.2.4 Rejets industriels

Aucune donnée sur les rejets des industries non raccordées à un réseau collectif n'a pu être collectée. La DREAL Pays-de-la-Loire a été contactée sans retour à ce jour. Dans ce cadre, **l'ensemble des industries a été considéré comme raccordée à une station d'épuration collective**. Leurs effluents sont comptabilisés avec les rejets domestiques et ont été traités précédemment.

4.3 Schéma synthétique du bilan hydrique sur le territoire du SAGE

Le schéma présenté ci-après récapitule, à l'échelle du territoire du SAGE et pour l'année 2010, les différents éléments du bilan hydrique (incluant notamment sa composante anthropique, i.e. prélèvements et rejets) en volume.

Figure 4-30 : Schéma récapitulatif du bilan hydrique sur le territoire du SAGE en 2010 (milliers de m³)

5

Bilan des usages par masse d'eau

L'ensemble des données relatives aux usages décrites ci-dessous ont été ventilées sur l'ensemble du cycle hydrologique sur la période d'analyse (2000-2010) et réparties par masse d'eau.

Les usages ont été classés suivant les thématiques suivantes :

- ✓ Alimentation en eau potable ;
- ✓ Usage industriel ;
- ✓ Irrigation : cet item regroupe les prélèvements directs au milieu dédiés à cet usage. Les volumes considérés ont été répartis selon les besoins des plantes (période estivale);
- ✓ Prélèvements sur retenue : cet item regroupe les prélèvements au milieu dans les retenues pour l'irrigation et les volumes perdus par évaporation des plans d'eau. Selon si les prélèvements sont supérieurs ou non à la capacité de la retenue, les volumes prélevés ont été répartis selon les besoins des plantes (période estivale) ou en période hivernale ;
- ✓ Compensation des pertes par évaporation des plans d'eau : cet item concerne la compensation par prélèvement au milieu des volumes « perdus » du fait de l'évaporation des plans d'eau. Le volume évaporé est compensé par un prélèvement estival ou hivernal.

Les volumes restitués au milieu naturel ont également été synthétisés par masse d'eau suivant les items :

- ✓ Pertes AEP : il s'agit des volumes retournant au milieu du fait des pertes sur les réseaux d'alimentation en eau potable ;
- ✓ Assainissement collectif : il s'agit des volumes retournant au milieu par les dispositifs d'assainissement collectif (STEP) ;
- ✓ Assainissement non-collectif : il s'agit des volumes retournant au milieu par les dispositifs d'assainissement non-collectif.

Dans les pages suivantes sont présentés, masse d'eau par masse d'eau :

- ✓ La chronique des volumes mensuels prélevés sur 2000-2010 ;
- ✓ La chronique des volumes restitués au milieu sur 2000-2010 ;
- ✓ Une carte de synthèse des principaux enjeux (prélèvements) par masse d'eau.

5.1 FRGR0526 : Layon Amont

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Layon Amont sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen est de l'ordre de 290 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 490 000 m³ en octobre 2003. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable. Les pertes par évaporation sont également importantes. Les rejets sont globalement constants autour de 150 000 m³/mois.

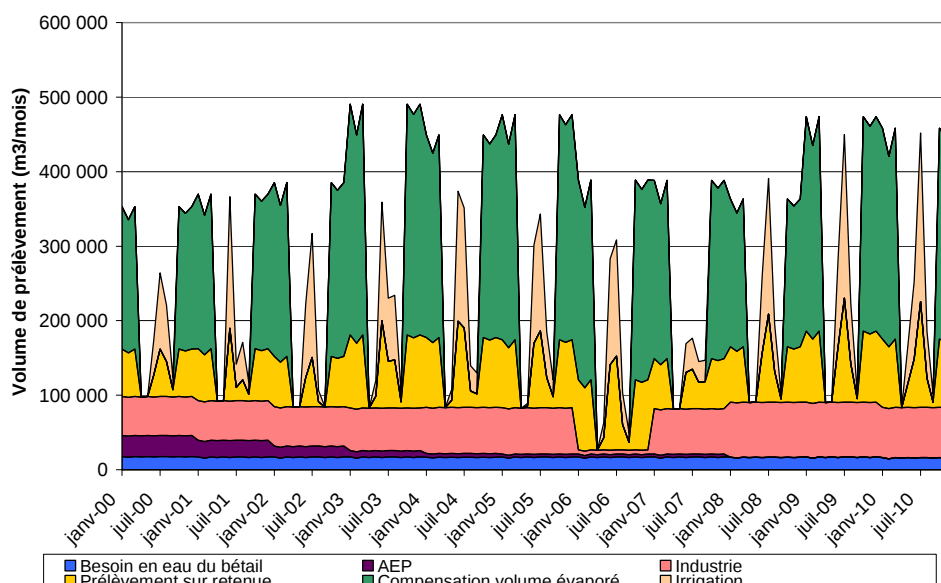


Figure 5-1 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Layon Amont »

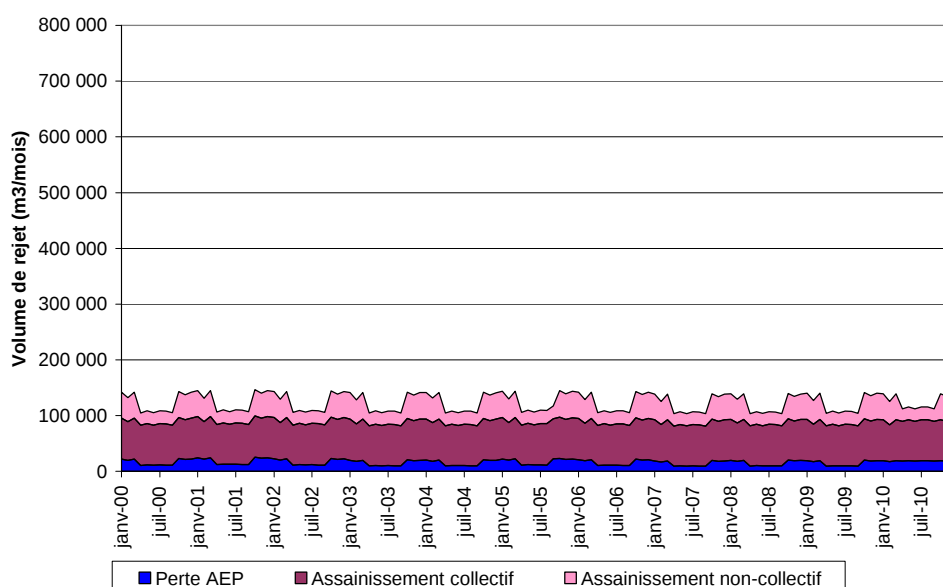


Figure 5-2 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Layon Amont »

Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire
du SAGE « Layon Aubance »

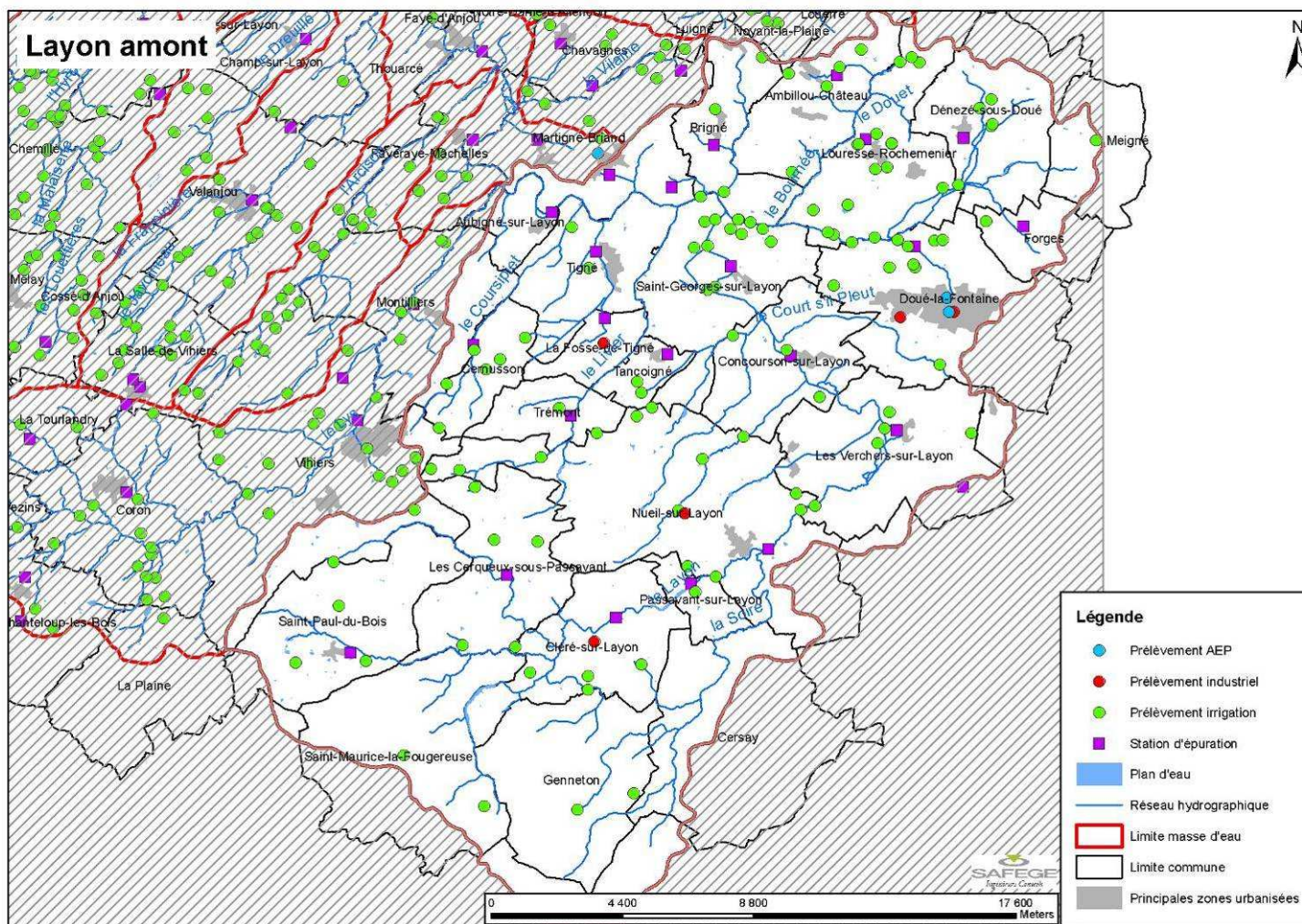


Figure 5-3 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Layon Amont »

5.2 FRGR0527 : Layon Aval

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Layon Aval sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen est de l'ordre de 70 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 170 000 m³ en juillet 2009. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 40 000 m³/mois.

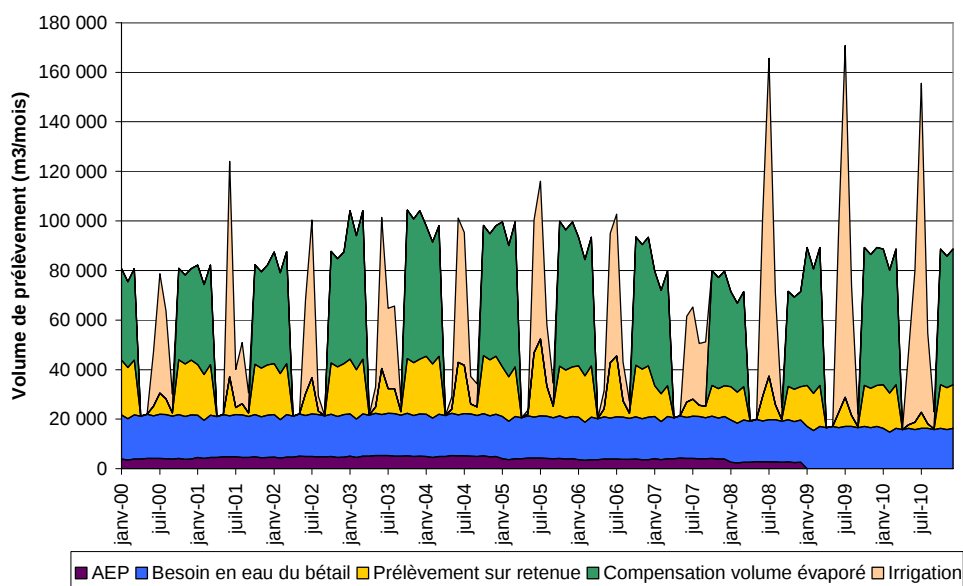


Figure 5-4 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Layon Aval »

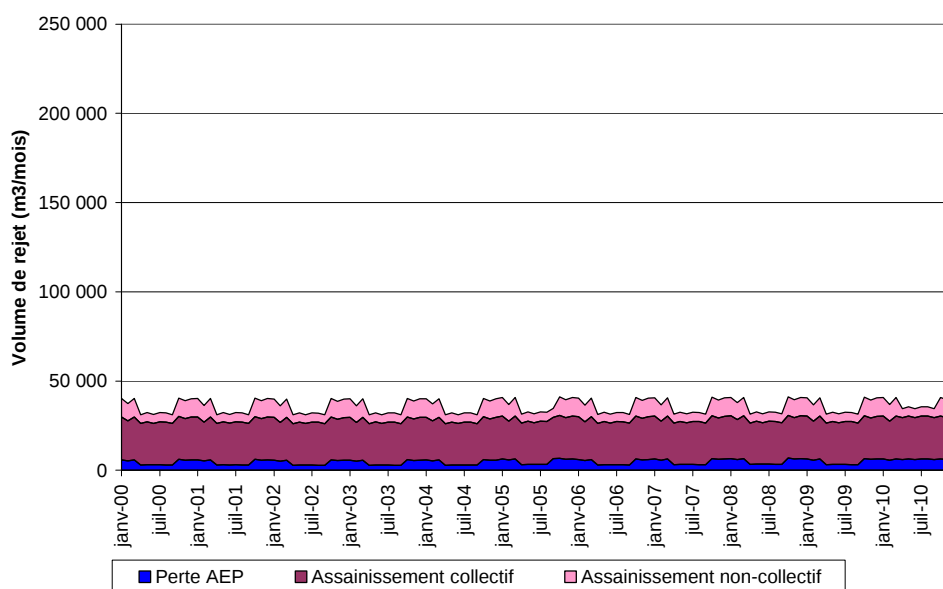


Figure 5-5 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Layon Aval »

Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire
du SAGE « Layon Aubance »

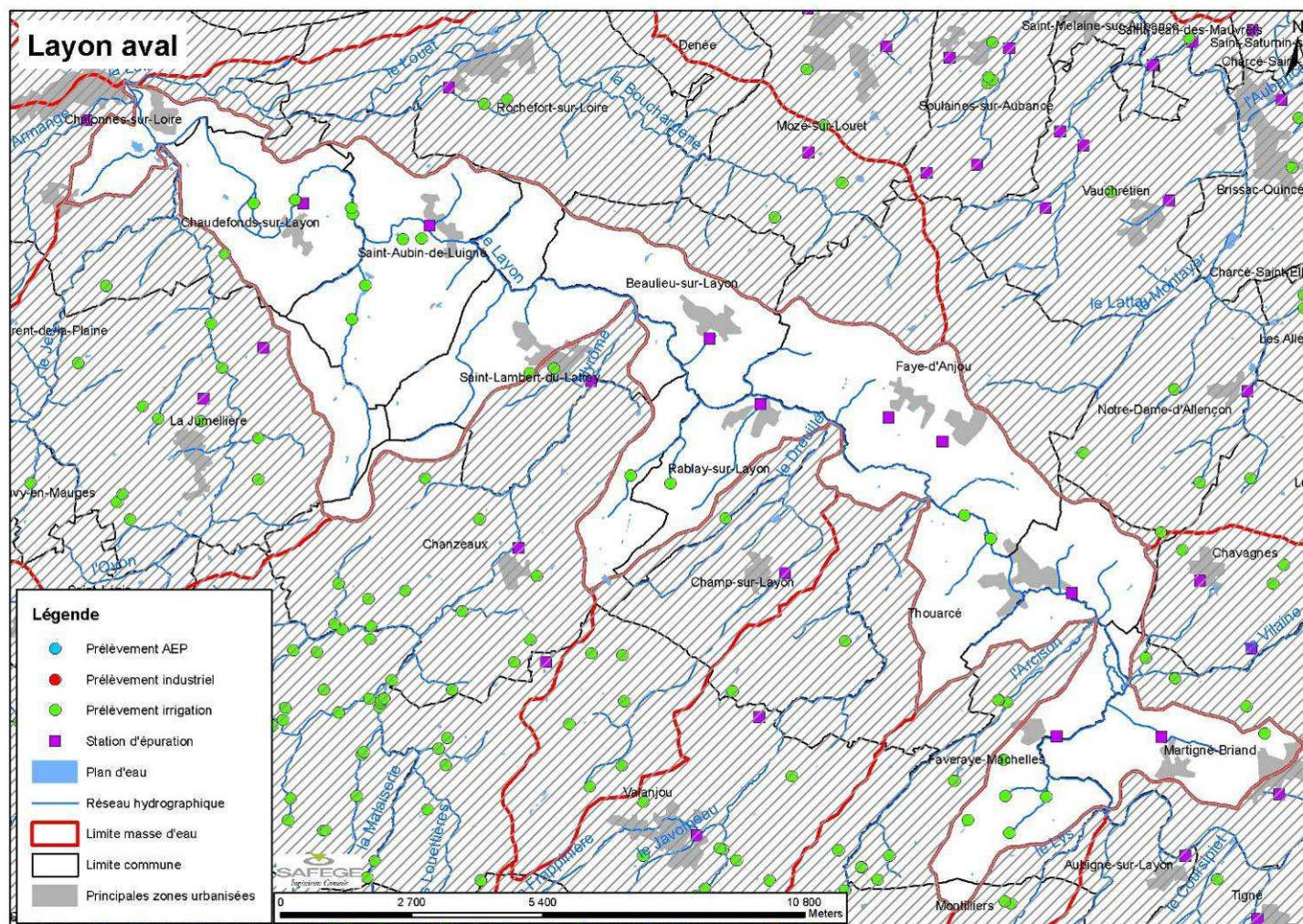


Figure 5-6 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Layon Aval »

5.3 FRGR0529 : Lys

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Lys sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen est de l'ordre de 107000 m³/mois et le prélèvement maximum de 202000 m³ en janvier 2005. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 55000 m³/mois.

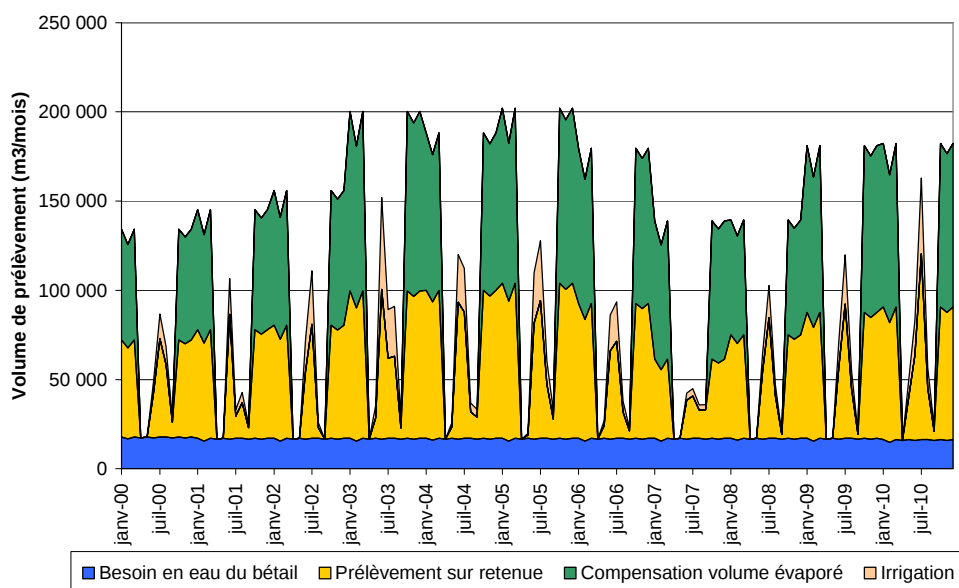


Figure 5-7 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Lys »

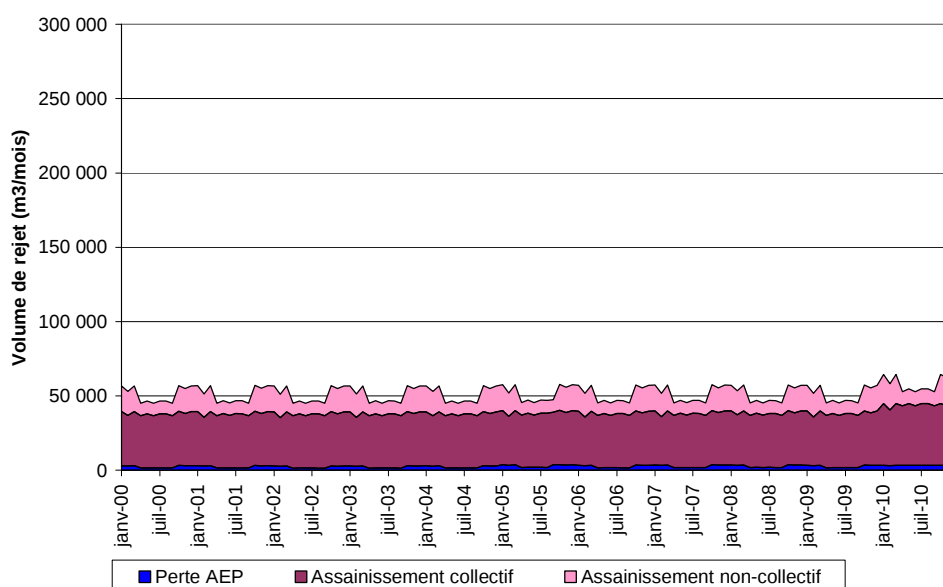


Figure 5-8 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Lys »

Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire
du SAGE « Layon Aubance »

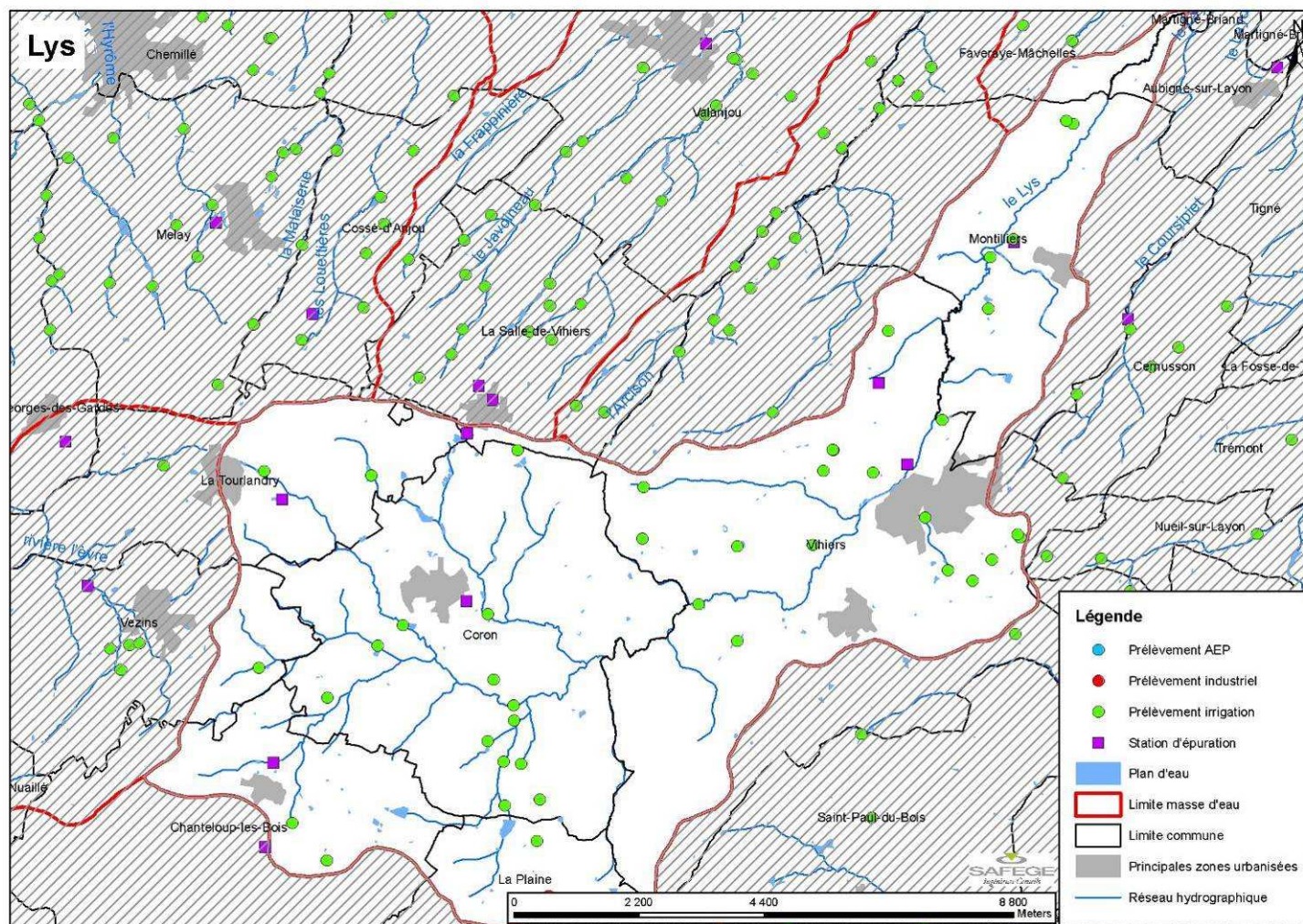


Figure 5-9 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Lys »

5.4 FRGR2152 : Villaine

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Villaine sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 30000 m³/mois et le prélèvement maximum de 80000 m³ en juillet 2010. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 10000 m³/mois.

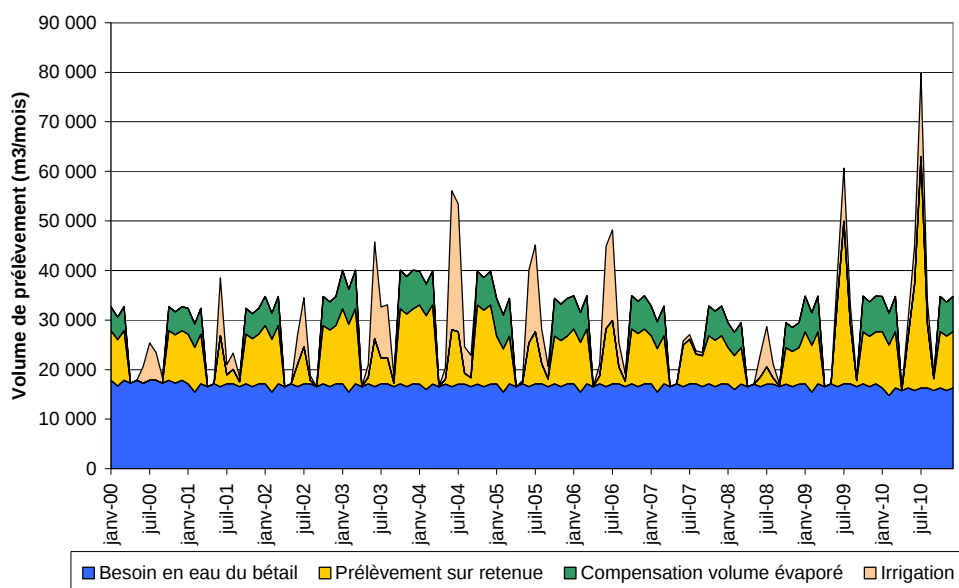


Figure 5-10 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Villaine »

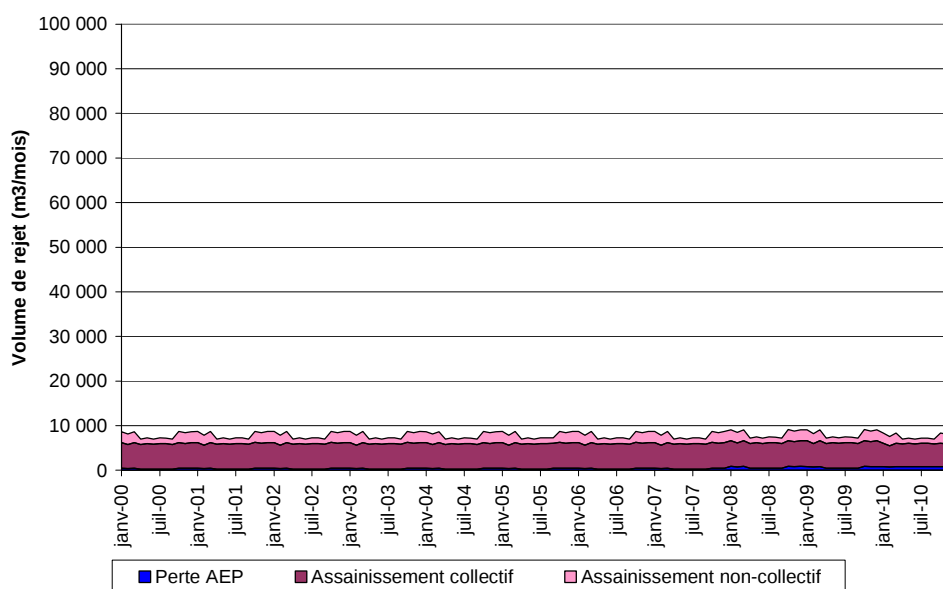


Figure 5-11 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Villaine »

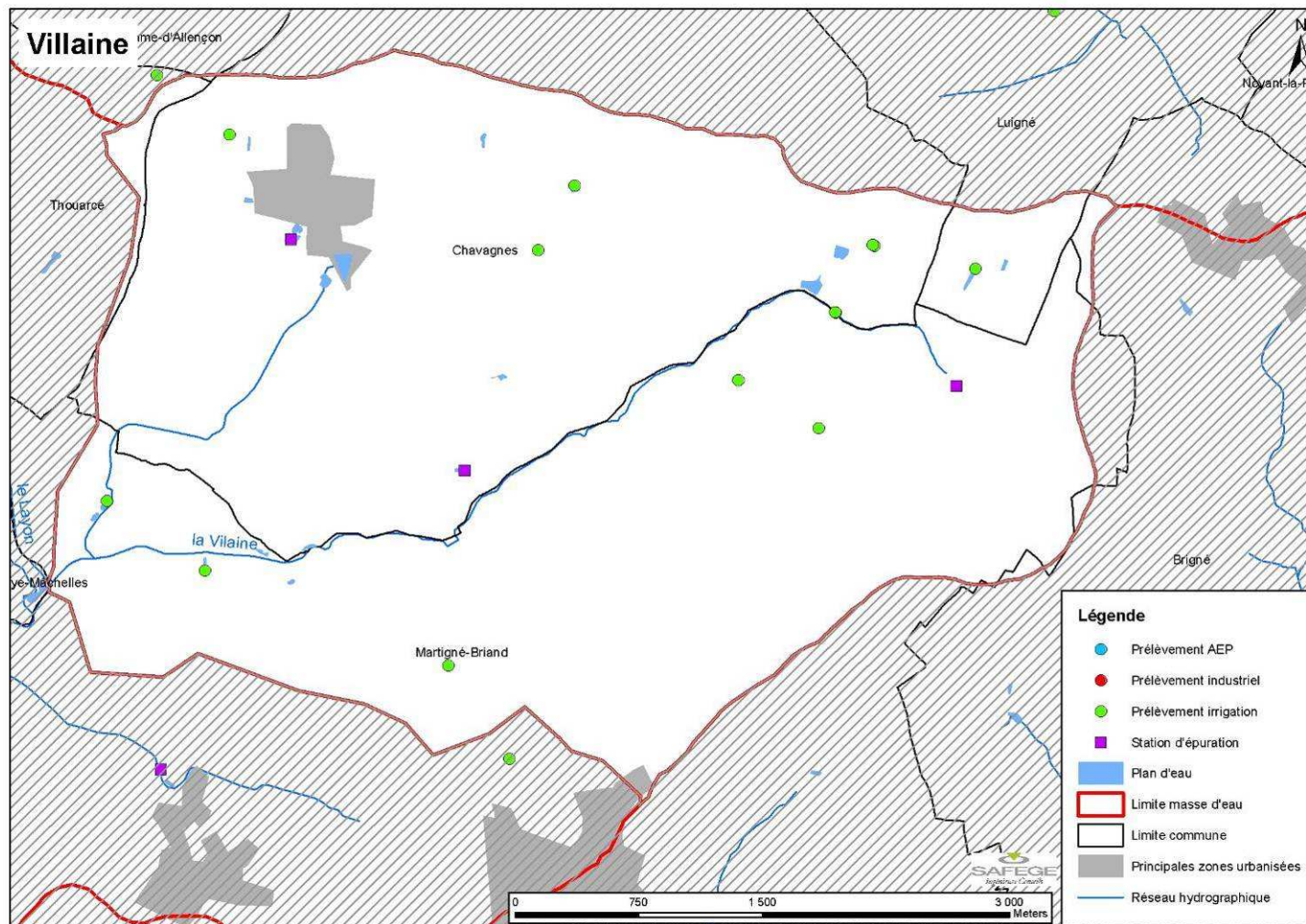


Figure 5-12 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Villaine »

5.5 FRGR2129 : Arcison

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Arcison sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen est de l'ordre de 92000 m³/mois et le prélèvement maximum de 272000 m³ en juillet 2008. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont quasiment nuls sur cette masse d'eau.

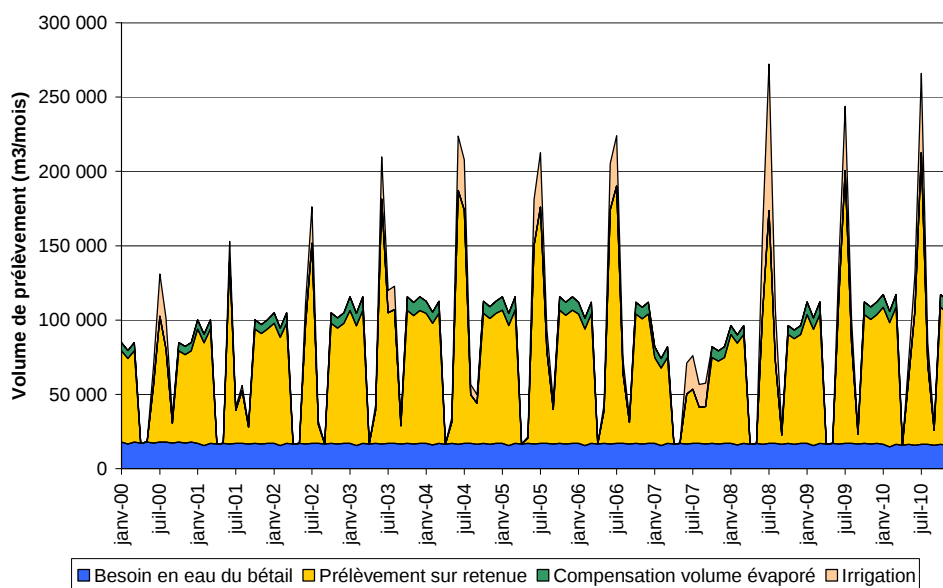


Figure 5-13 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Arcison »

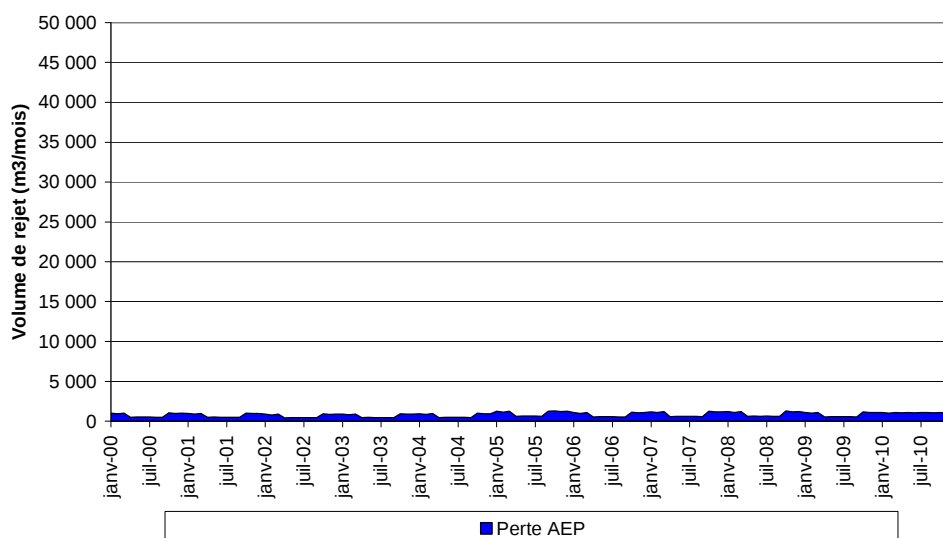


Figure 5-14 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Arcison »

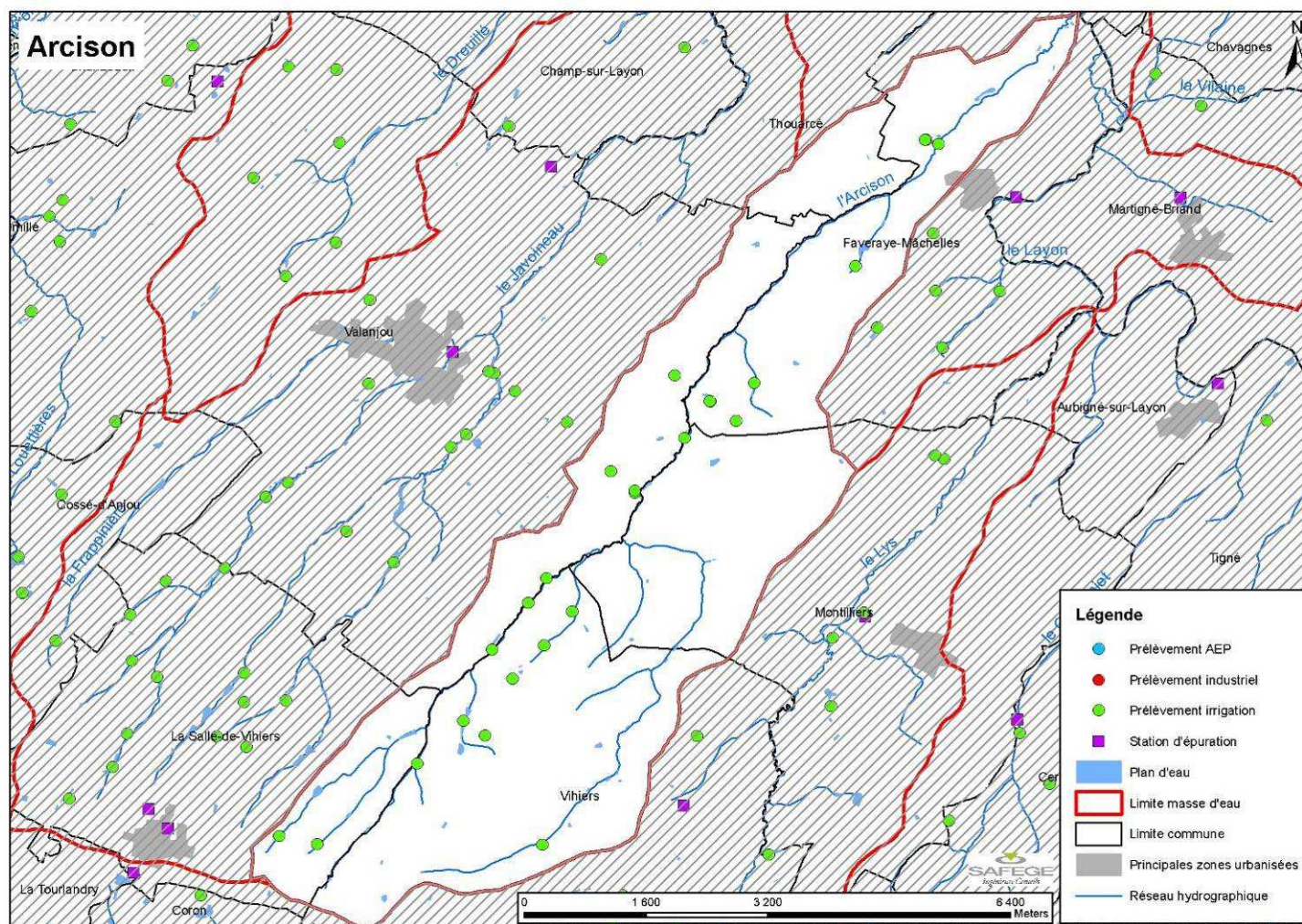


Figure 5-15 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Arcison »

5.6 FRGR2142 : Javoineau

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Javoineau sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen est de l'ordre de 103000 m³/mois et le prélèvement maximum de 316000 m³ en juillet 2010. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 20000 m³/mois.

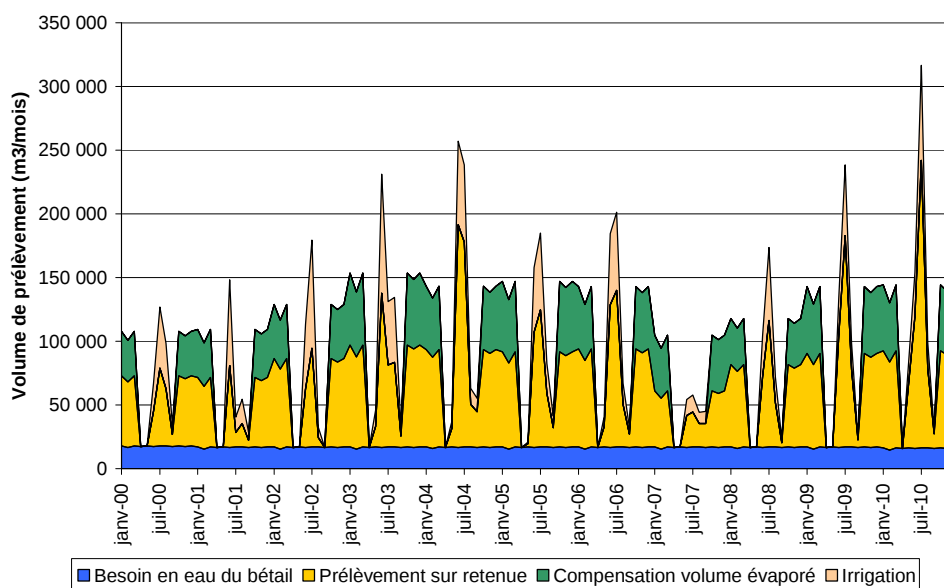


Figure 5-16 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Javoineau »

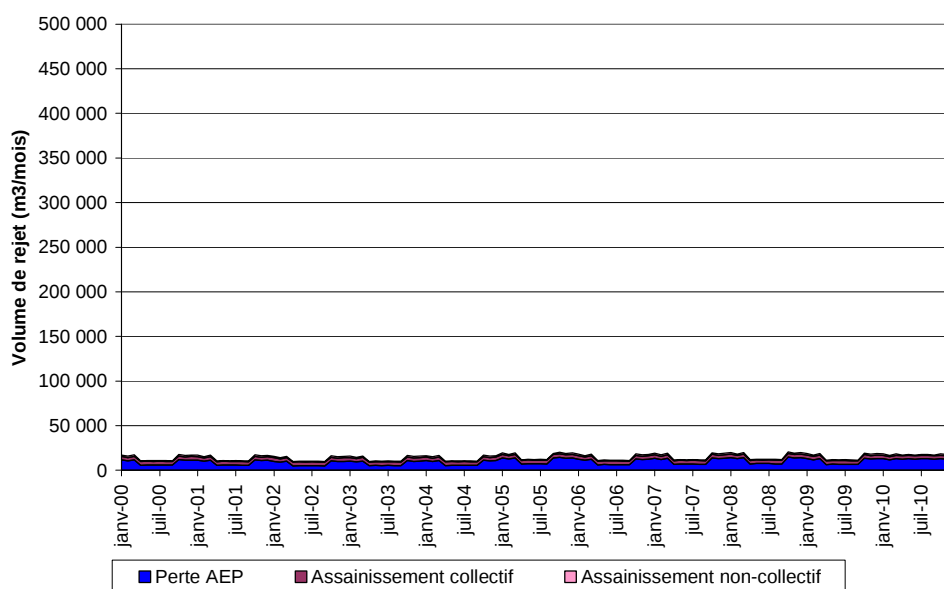


Figure 5-17 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Javoineau »

Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire
du SAGE « Layon Aubance »

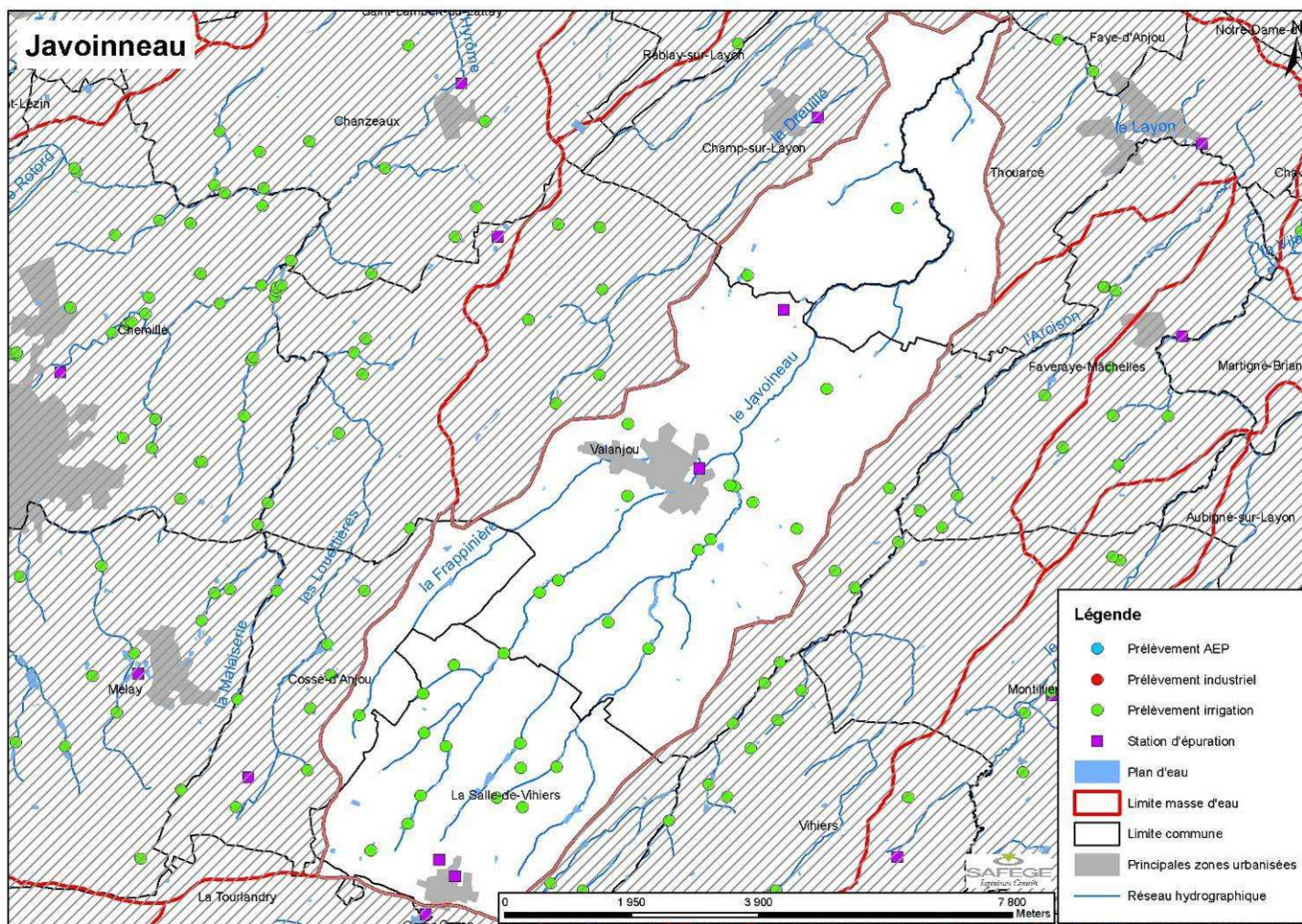


Figure 5-18 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Javoineau »

5.7 FRGR2170 : Dreuilé

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Dreuilé sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen est de l'ordre de 43000 m³/mois et le prélèvement maximum de 122000 m³ en juillet 2009. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 6000 m³/mois.

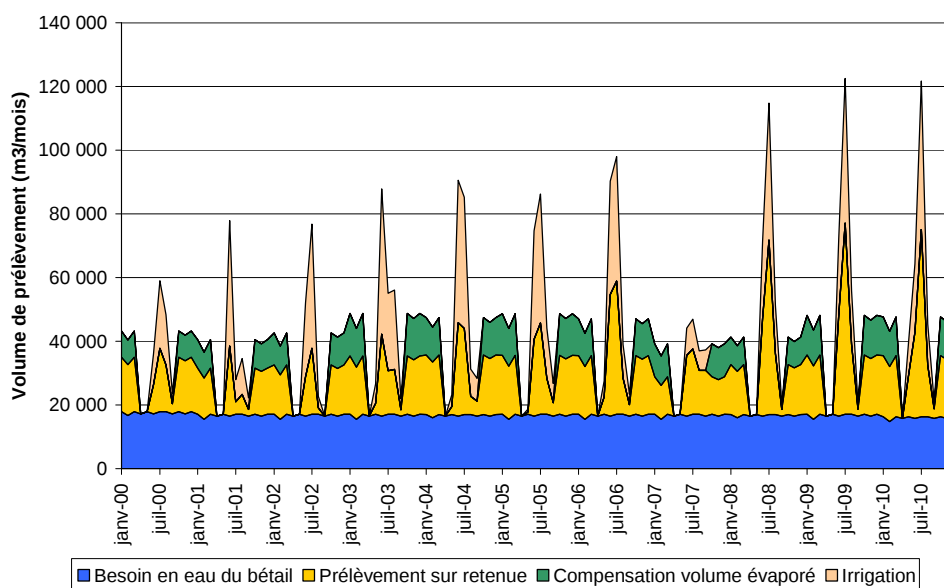


Figure 5-19 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Dreuilé »

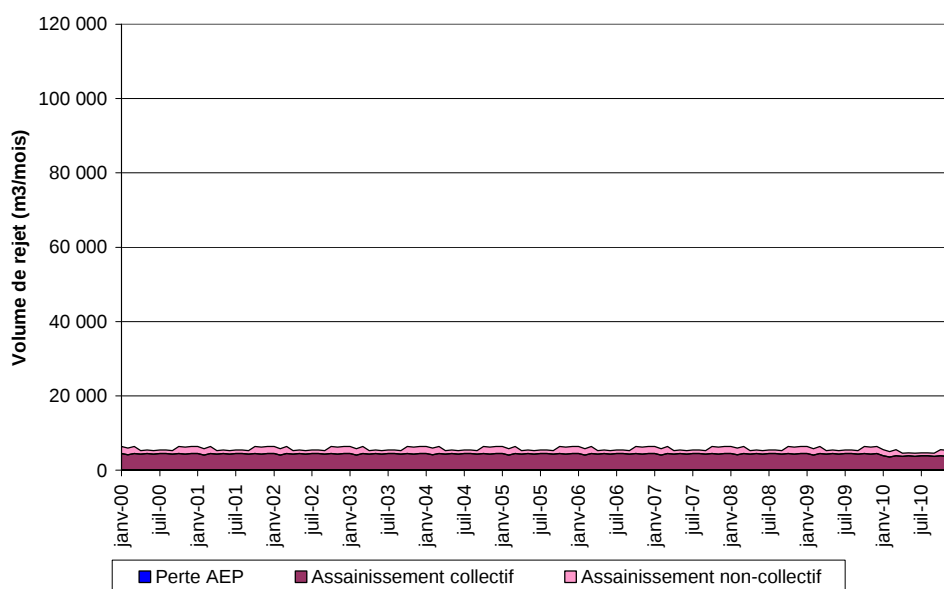


Figure 5-20 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Dreuilé »

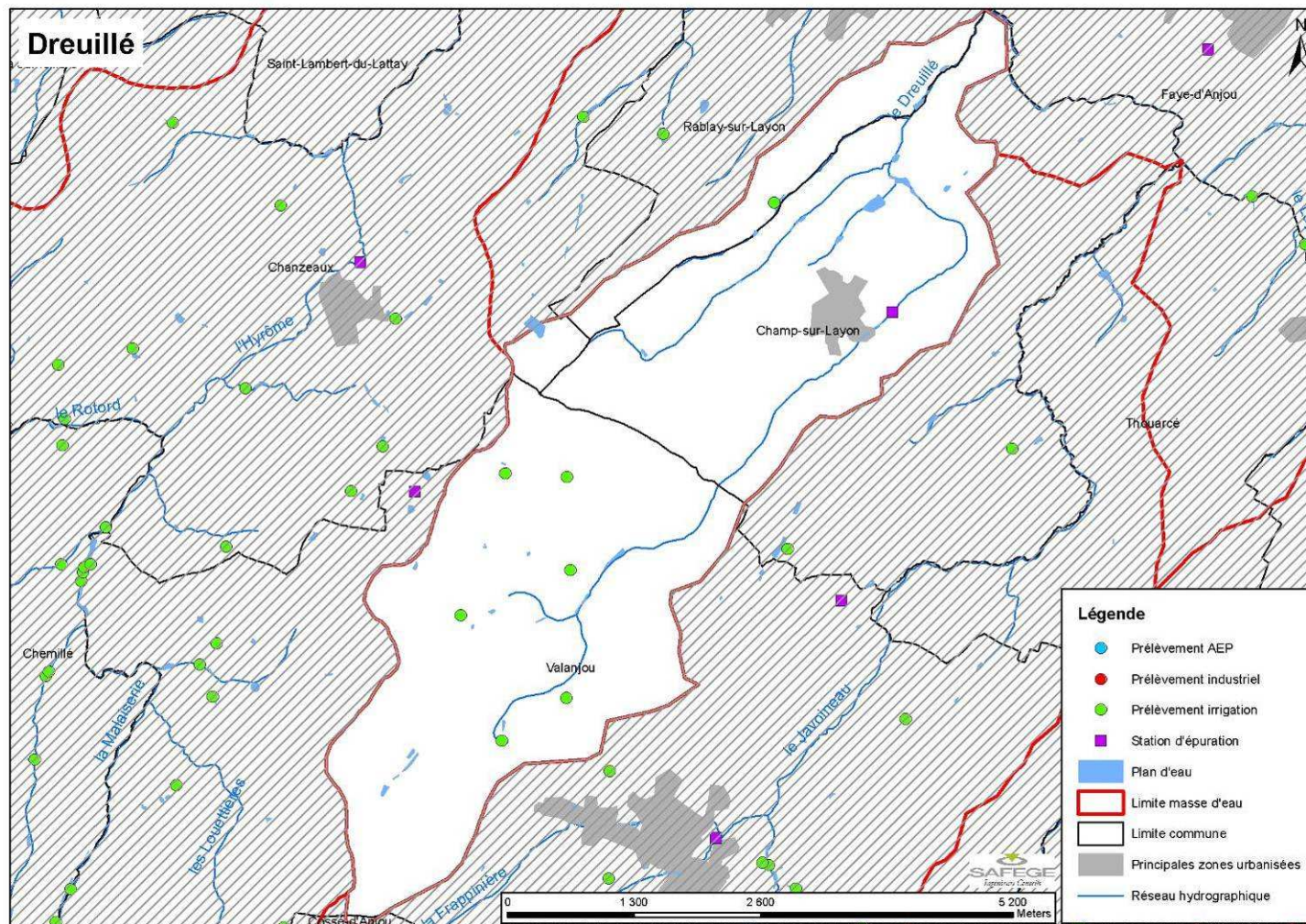


Figure 5-21 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Dreuilé »

5.8 FRGR0530 : Hyrôme

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Hyrôme sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen est de l'ordre de 170 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 422 000 m³ en juillet 2010. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 90 000 m³/mois.

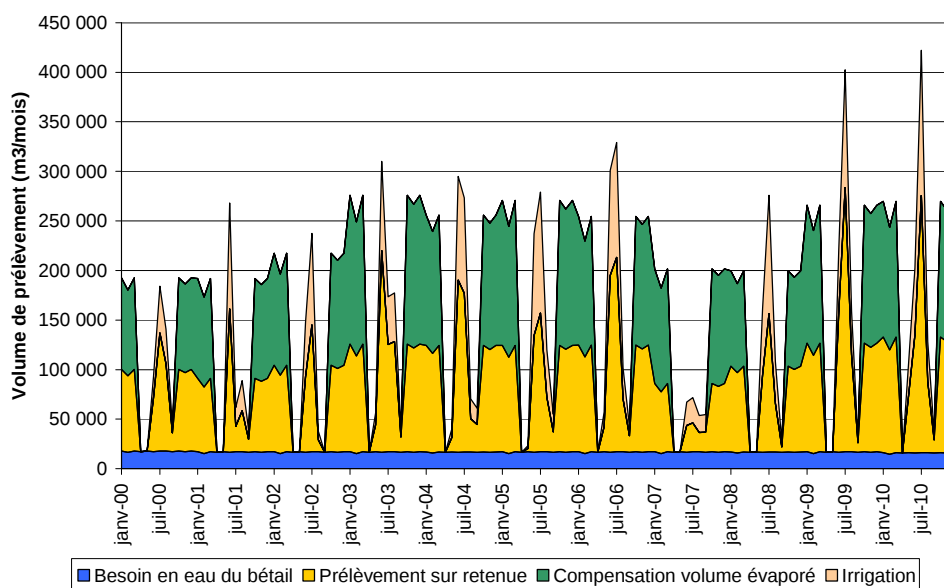


Figure 5-22 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Hyrôme »

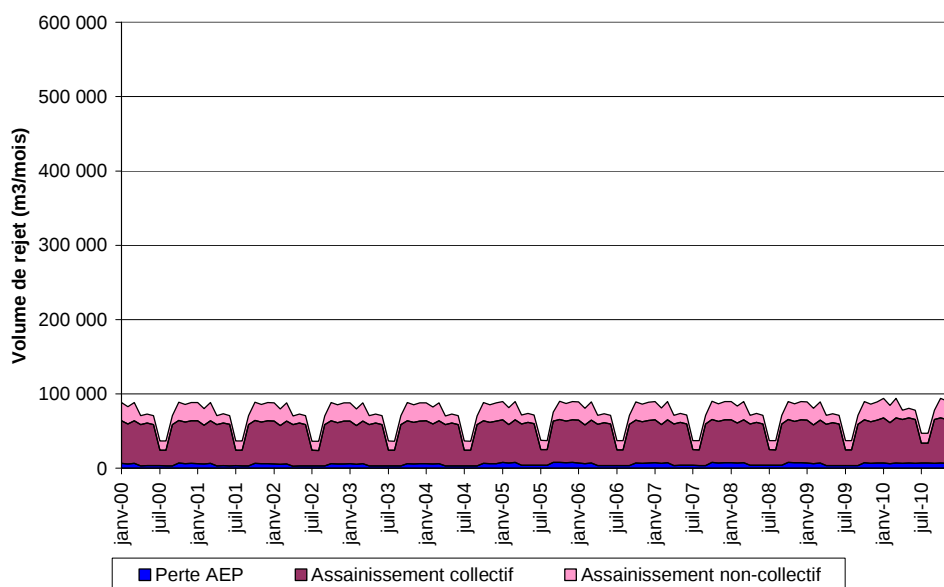


Figure 5-23 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Hyrôme »

Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire
du SAGE « Layon Aubance »

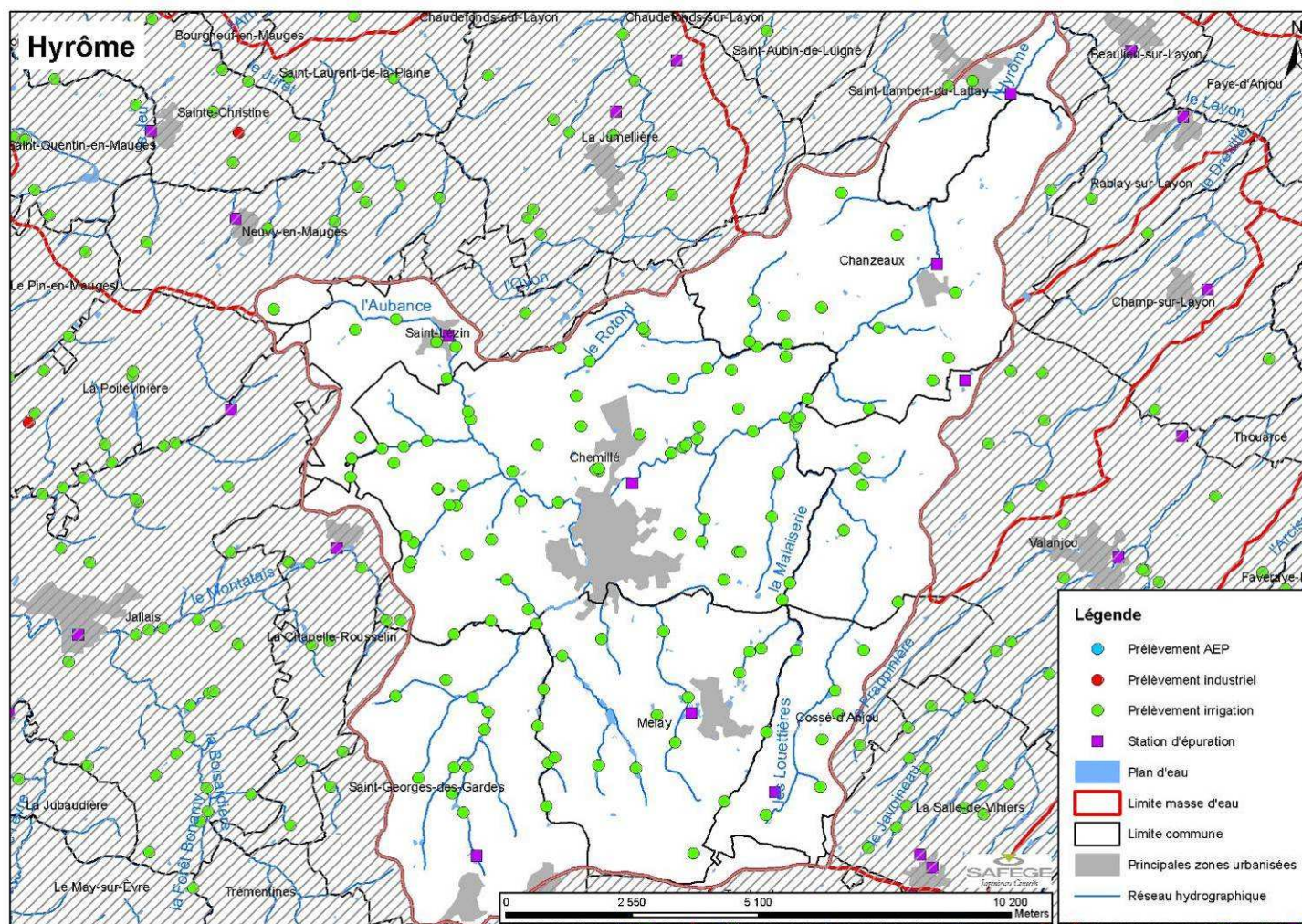


Figure 5-24 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Hyrôme »

5.9 FRGR0531 : Jeu

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Jeu sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen est de l'ordre de 77000 m³/mois et le prélèvement maximum de 152000 m³ en décembre 2003. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 18000 m³/mois.

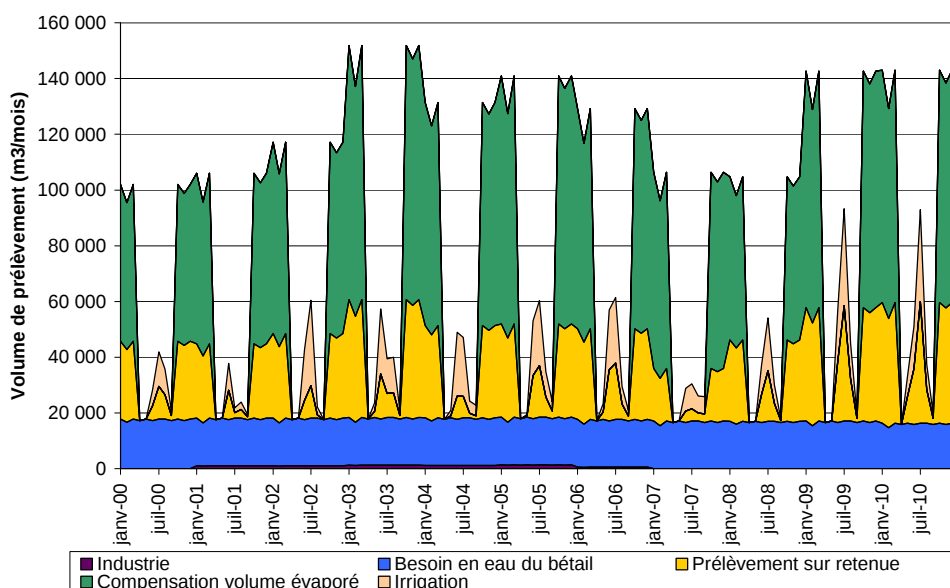


Figure 5-25 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Jeu »

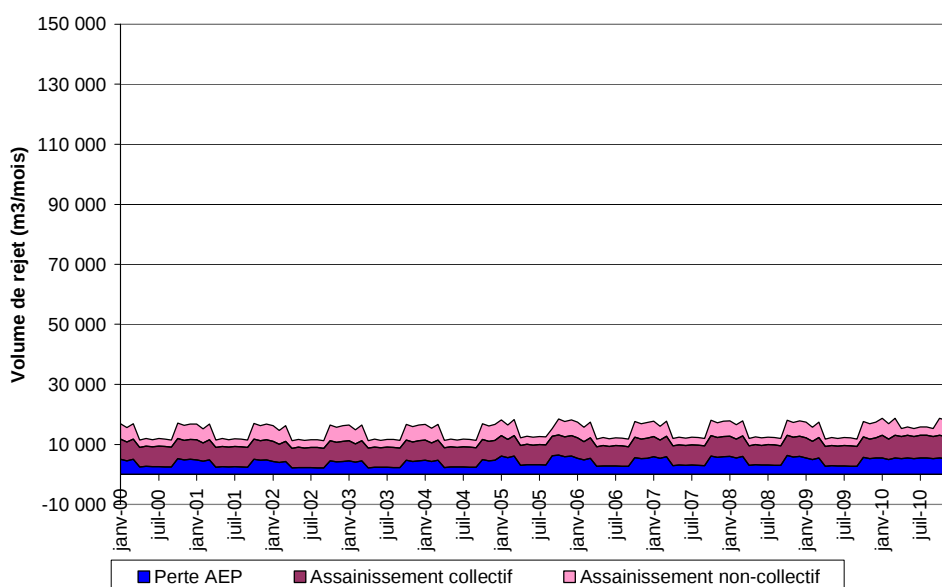


Figure 5-26 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Jeu »

Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire
du SAGE « Layon Aubance »

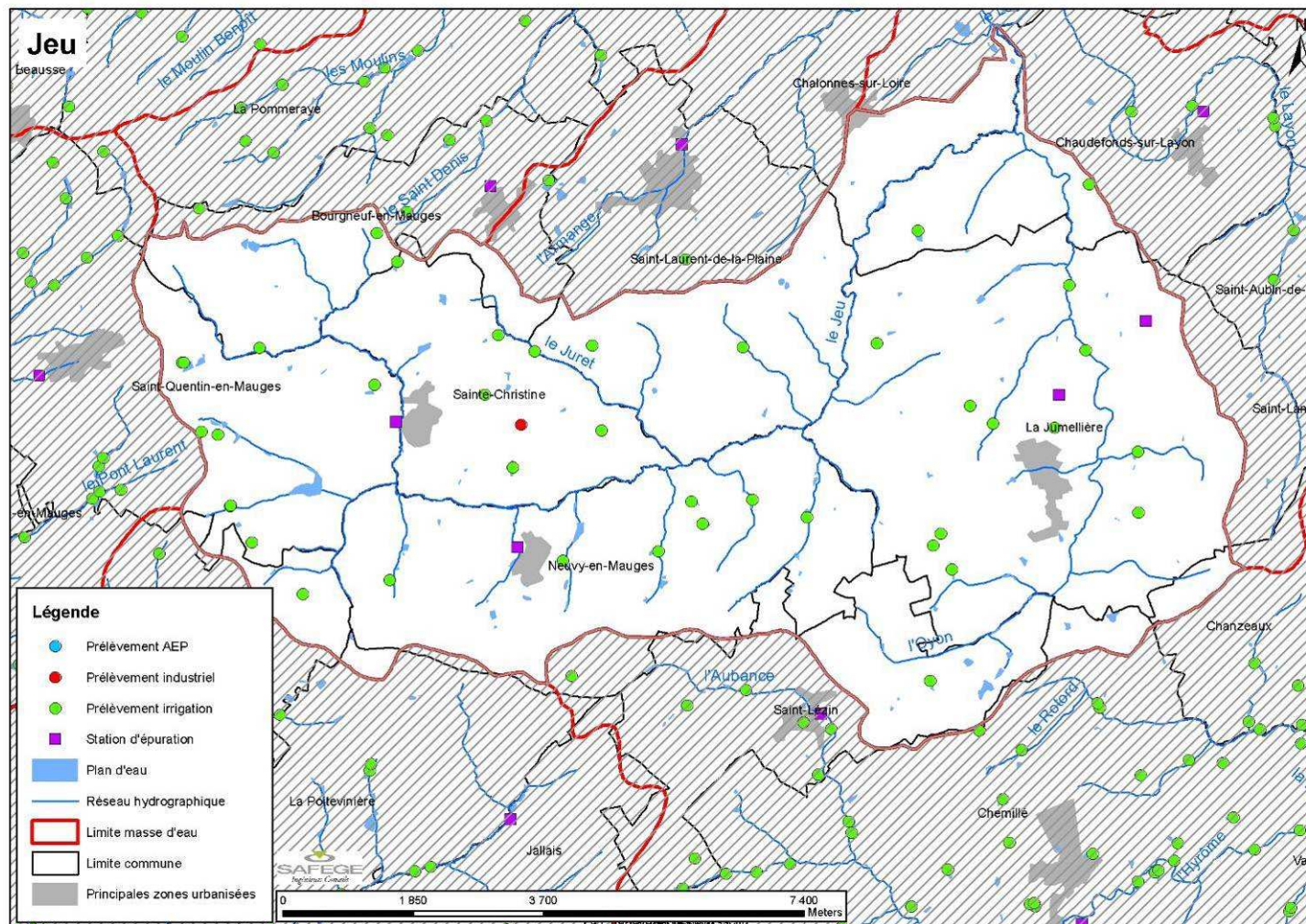


Figure 5-27 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Jeu »

5.10 FRGR2189 : Armangé

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Armangé sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 25000 m³/mois et le prélèvement maximum de 40000 m³ en octobre 2009. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 45000 m³/mois.

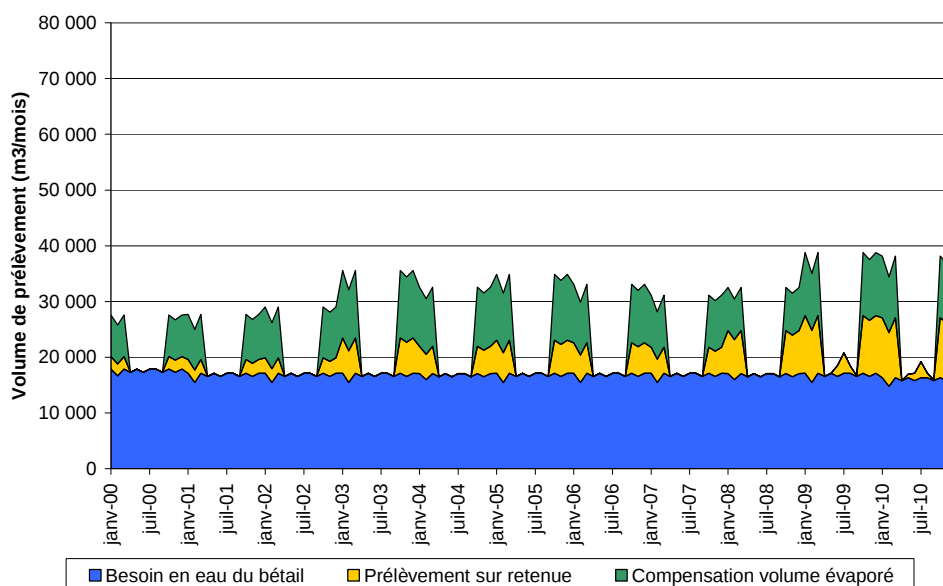


Figure 5-28 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Armangé »

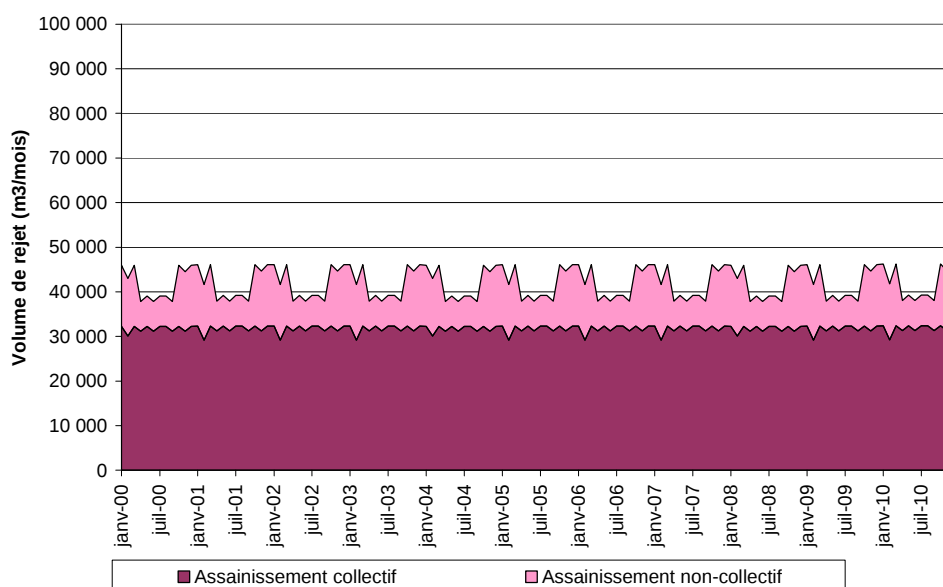


Figure 5-29 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Armangé »

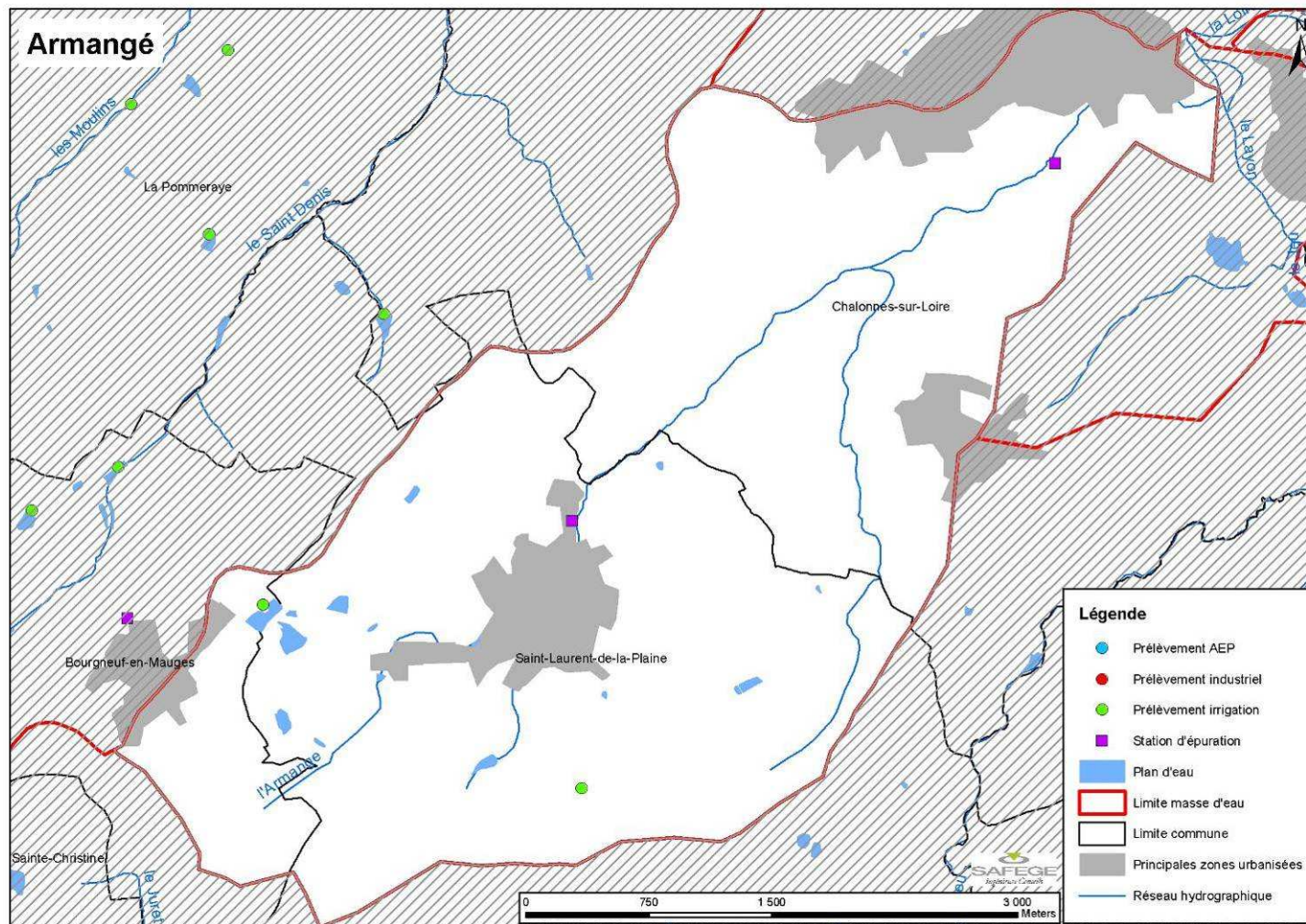


Figure 5-30 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Armangé »

5.11 FRGR0528 : Aubance

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Aubance sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen est de l'ordre de 105000 m³/mois et le prélèvement maximum de 247000 m³ en juillet 2010. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 80000 m³/mois.

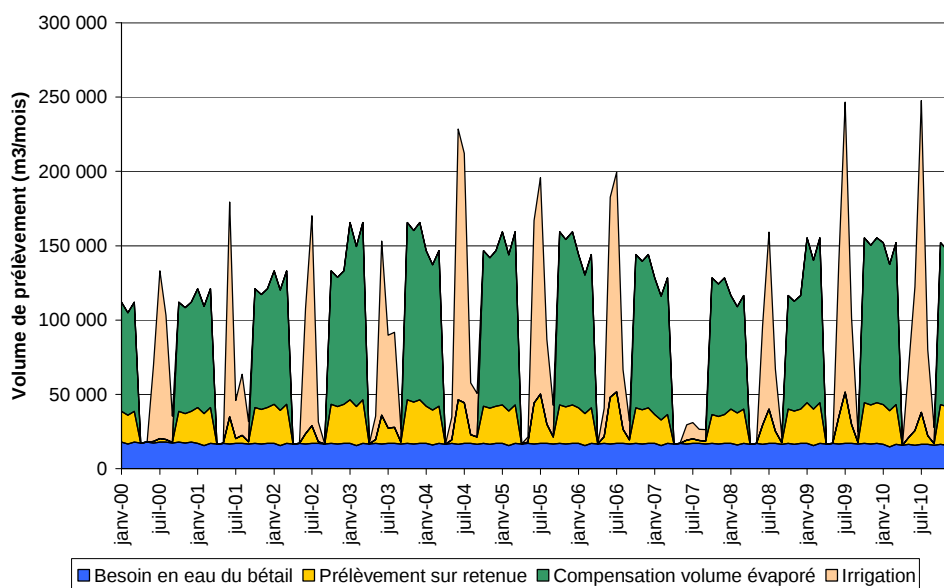


Figure 5-31 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Aubance »

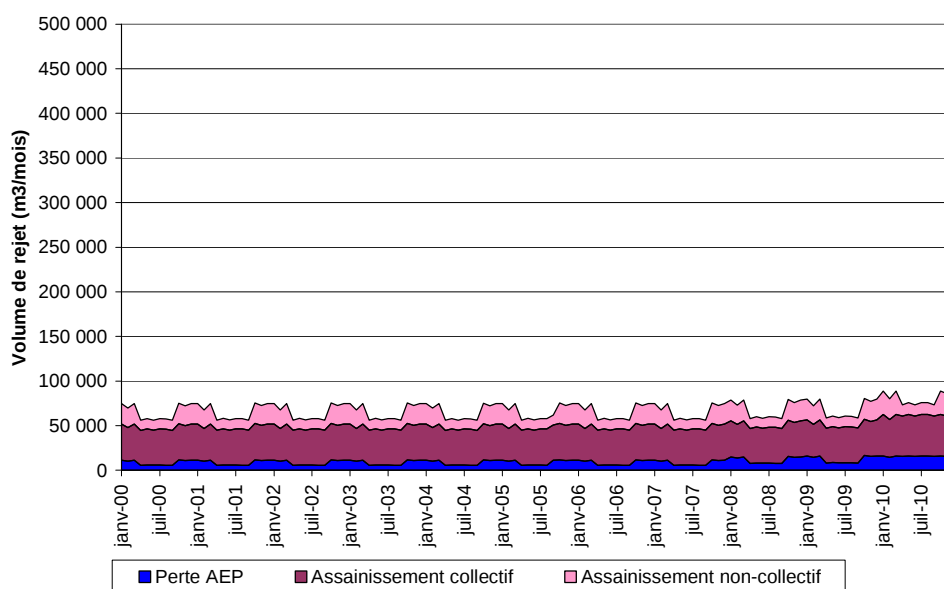


Figure 5-32 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Aubance »

Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire
du SAGE « Layon Aubance »

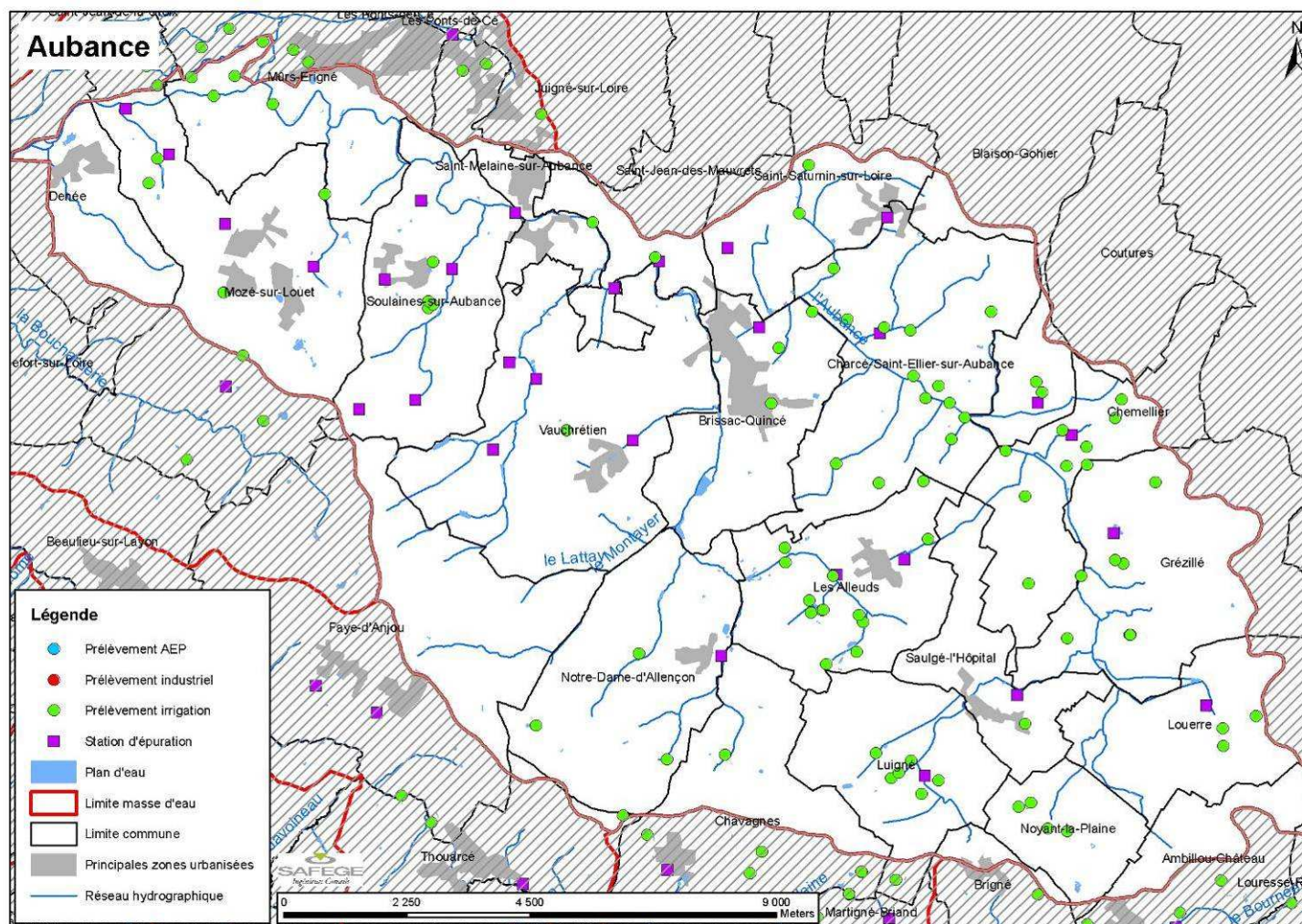


Figure 5-33 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Aubance »

5.12 FRGR2218 : Louet

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Louet sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen est de l'ordre de 40000 m³/mois et le prélèvement maximum de 98000 m³ en juillet 2009. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 40000 m³/mois.

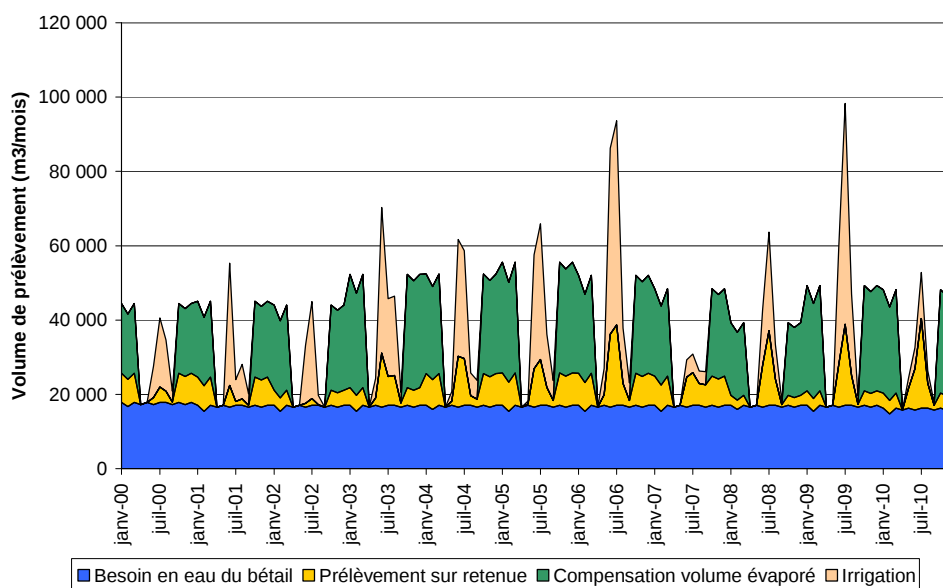


Figure 5-34 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Louet »

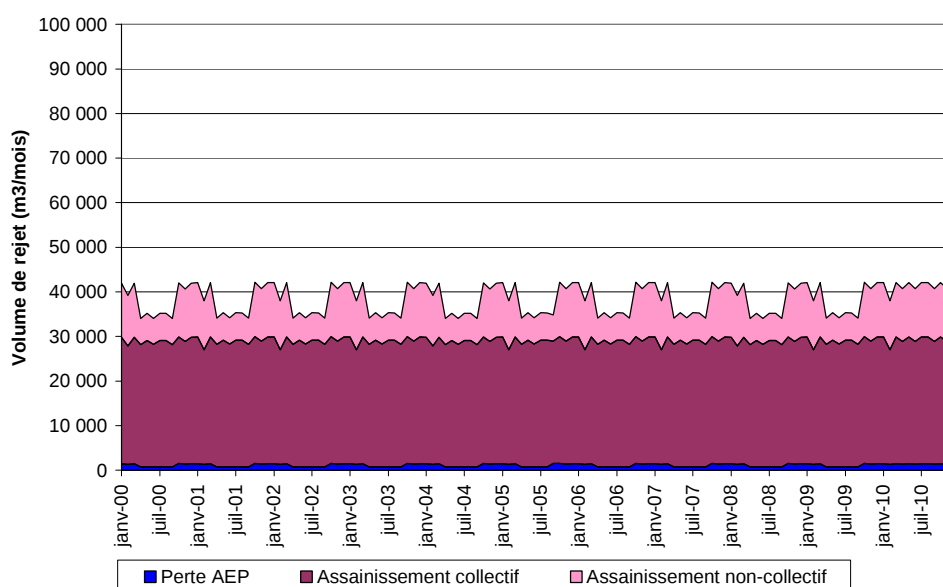


Figure 5-35 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Louet »

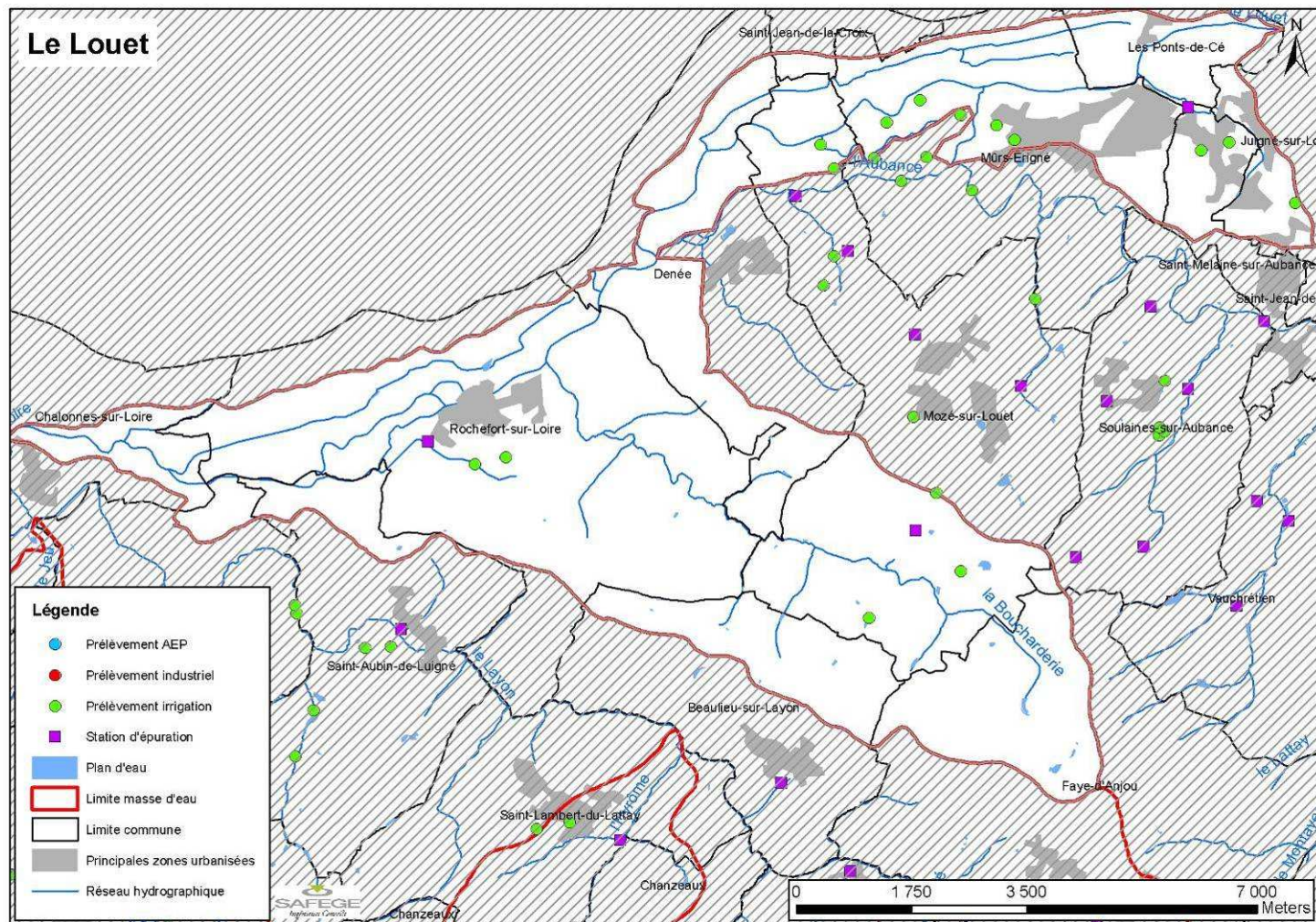


Figure 5-36 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Louet »

5.13 Synthèse à l'échelle du SAGE

A la lecture des graphiques et cartes ci-dessus, il ressort que :

- ✓ L'ensemble des masses d'eau du territoire sont sollicitées, dans des proportions variables ;
- ✓ L'irrigation constitue la très grande majorité des volumes prélevés : ces volumes sont répartis sur la totalité du cycle hydrologique, mais les volumes les plus importants sont soustraits au cours de l'hiver ;
- ✓ Les volumes de rejet sont variables d'une masse d'eau à l'autre. Le fait qu'une part importante des prélèvements soit réalisée en période hivernale ne permet pas de systématiser le delta prélèvement-rejet en fonction des saisons, celui-ci étant très variable selon les masses d'eau et les années.

Afin de comparer les pressions de prélèvement s'exerçant sur les différentes masses d'eau du territoire, le tableau ci-dessous récapitule les besoins moyens et de pointe en terme de prélèvements, en valeur absolue mais aussi en ratio surfacique par bassin.

Tableau 5-1 : Synthèse des pressions de prélèvement par masse d'eau

Code	Masse d'eau	Bassin versant (km ²)	Volume moyen prélevé (m ³ /mois)	Volume moyen prélevé (m ³ /mois/km ²)	Volume maximum prélevé (m ³ /mois)	Volume moyen prélevé (m ³ /mois/km ²)
FRGR0526	Layon Amont	455	290077	638	487510	1071
FRGR0527	Layon Aval	105	70458	671	170850	1627
FRGR0529	Lys	111	107485	968	202067	1820
FRGR2152	Villaine	20	30304	1515	79771	3989
FRGR2129	Arcison	37	92175	2491	272230	7358
FRGR2142	Javoineau	58	103781	1789	316528	5457
FRGR2170	Dreuillé	24	43292	1804	122540	5106
FRGR0530	Hyrôme	154	170279	1106	422074	2741
FRGR0531	Jeu	92	77132	838	151869	1651
FRGR2189	Armangé	17	24581	1446	38757	2280
FRGR0528	Aubance	203	104711	516	247590	1220
FRGR2218	Louet	73	40073	549	98272	1346

La disparité de sollicitation des masses d'eau par les prélèvements est très visible dans le tableau ci-dessus. On constate globalement que les masses d'eau les plus sollicitées sur l'ensemble de l'année sont les mêmes que les plus sollicitées en étiage. Une classification des masses d'eau en fonction des pressions de prélèvements à l'étiage peut être proposée :

- ✓ Masse d'eau avec pression de prélèvement « forte » : Arcison, Javoineau, Dreuilé ;
- ✓ Masses d'eau avec pression de prélèvement « moyenne » : Lys, Hyrôme, Jeu ;
- ✓ Masses d'eau avec pression de prélèvement « faible » : Layon amont et aval, Aubance et Louet.

6

Usage de l'eau sur le bassin versant : Synthèse et critique

La collecte et compilation des données menées ont abouti à un inventaire des prélèvements et des rejets d'eau au milieu naturel liés à une activité humaine sur le bassin versant. Si des carences et des incertitudes demeurent sur les données, cet inventaire constitue un outil largement valorisable dans le cadre de la présente analyse.

Les principales lacunes identifiées dans les jeux de données disponibles sont les suivantes :

- ✓ Uniquement deux années disponibles pour les volumes de rejets domestiques.
- ✓ Pas d'information sur les rejets industriels non connectés à une station d'épuration collective.

Ces lacunes ont été comblées (extrapolées / interpolées / répliquées) en fonction des tendances d'évolution observées sur la période d'étude de 2000 à 2010.

Il est également important de préciser que les données collectées sont **au seul pas de temps annuel pour la plupart des données de prélèvements et de rejets**. L'utilisation des données de prélèvements et rejets dans le cadre de la modélisation pluie/débit a nécessité leur désagrégation (ou répartition) au pas de temps journalier. A ce titre, la disponibilité de données annuelles introduit un biais dans les résultats de la modélisation, dans la mesure où le débit journalier effectivement prélevé/rejeté est soumis à des variations hebdomadaires ou saisonnières. Ces biais ont pu être limités par un traitement approprié des données, même si des incertitudes demeurent quant aux hypothèses retenues pour certaines hypothèses, notamment sur la période de remplissage des plans d'eau. Le détail de la décomposition pour chaque usage a été précisé dans les paragraphes précédents. Une analyse de sensibilité sur les hypothèses les plus incertaines est également présentée en fin de rapport.

La valorisation des données de prélèvements et de rejets dans le cadre de la modélisation pluie-débit est décrite dans la suite du rapport.

7

Restitution de l'hydrologie désinfluencée

7.1 Objectifs et principes

L'objectif de la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée est de pouvoir disposer des débits désinfluencés des prélèvements et rejets au milieu au droit de différents points de référence du bassin versant. Une telle reconstitution permet d'estimer le régime hydrologique du bassin versant en l'absence d'action anthropique sur les milieux aquatiques de surface et souterrain. Ces données serviront par la suite de base à la détermination des Débits d'Objectif prévue en phase 2 de l'étude.

La reconstitution de l'hydrologie désinfluencée permet de disposer, à chaque exutoire des masses d'eau considérées :

- ✓ D'une série temporelle de débits désinfluencés des prélèvements et rejets liés à l'activité humaine sur la période 2000-2010.
- ✓ Des valeurs caractéristiques d'étiage (QMNA5, VCN3 (5 ans) et VCN10 (5 ans)) sur la période 2000-2010.

La reconstitution de l'hydrologie désinfluencée est basée sur la reconstitution des séries temporelles de débits par une modélisation pluie-débit. Cette approche est privilégiée pour la totalité des masses d'eau du bassin Layon - Aubance.

L'utilisation de la modélisation pluie-débit pour la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée repose sur les étapes suivantes :

- ✓ Étape 1 : Construction de modèles pluie-débit pour chaque sous-bassin versant analysé en intégrant leur superficie, les données de pluviométrie et d'évapotranspiration et les prélèvements et rejets.
- ✓ Étape 2 : Calage des paramètres des modèles hydrologiques.
- ✓ Étape 3 : Une fois les modèles calés de manière satisfaisante, nouvelle simulation du cycle hydrologique sur la période 2000-2010 sur les bassins versants étudiés, **en ne considérant plus les prélèvements et rejets.**
- ✓ Étape 4 : Comparaison des séries temporelles et des valeurs caractéristiques d'étiage issues des simulations avec et sans intégration des prélèvements et rejets.

7.2 Méthodologie

7.2.1 Concept MIKE BASIN

Développé par DHI, MIKE BASIN est un outil d'aide à la décision dédié à la gestion de la ressource en eau. Il permet, à l'échelle d'un bassin versant, d'optimiser l'utilisation de la ressource eau en fonction des demandes et des contraintes techniques, économiques, sociales et politiques.

MIKE BASIN est basé sur une représentation mathématique du bassin versant défini par son réseau hydrographique, son régime hydrologique et les aménagements régulant les stocks et les flux d'eau. Le concept mathématique de MIKE BASIN consiste à définir une solution stationnaire à chaque pas de temps.

MIKE BASIN représente sous la forme de branches et de nœuds toutes les caractéristiques de la distribution de la ressource en eau : réseau hydrographique, sous-bassins versants, usagers, barrages, centrales hydroélectriques et canaux d'amenée. Il permet de décrire les demandes multisectorielles (usage domestique, industrie, agriculture, production d'électricité, navigation, environnement...) ainsi que des règles de priorité entre chacune de ces utilisations.

La Figure 7-1 suivante présente de manière conceptuelle les processus intégrés au logiciel MIKE BASIN.

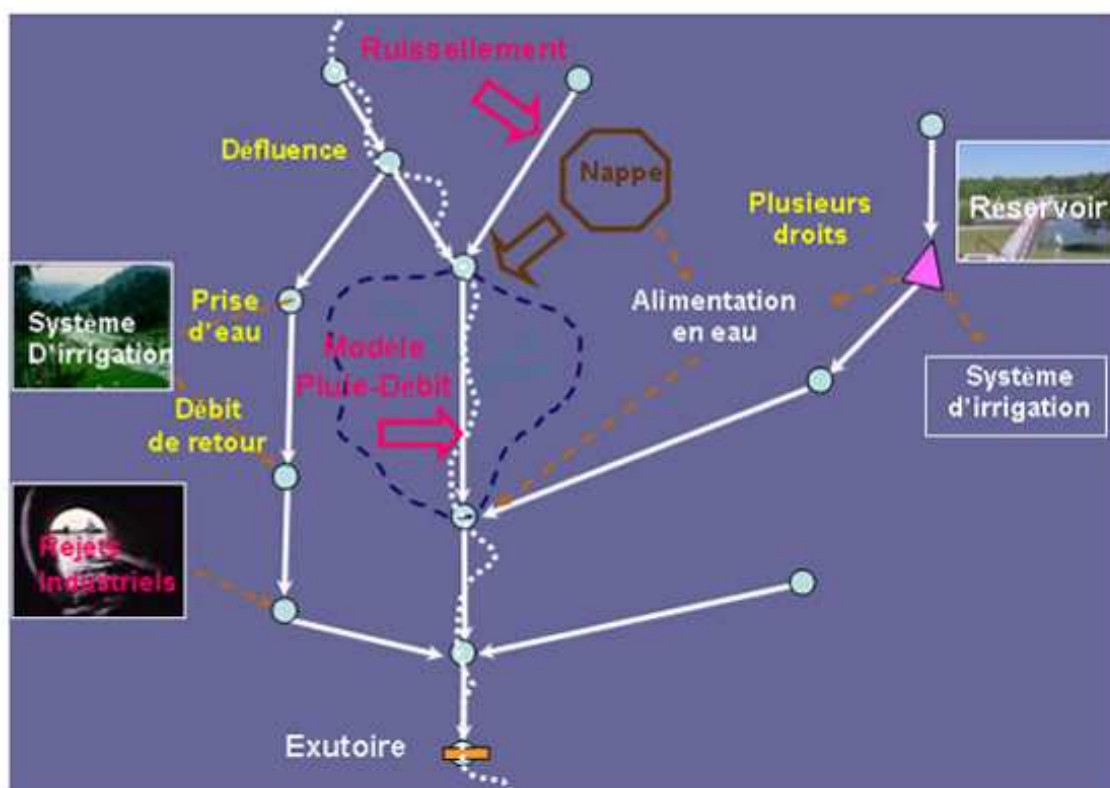


Figure 7-1 : Schéma conceptuel de MIKE BASIN

7.2.2 Modélisation hydrologique

La modélisation hydrologique sur le bassin versant Layon - Aubance a été réalisée avec le modèle hydrologique NAM, module du code de calcul MIKE11, développé par le Danish Hydraulic Institute (DHI).

NAM est un modèle conceptuel du volet terrestre du cycle hydrologique. Il permet de simuler les processus pluie-ruissellement à l'échelle d'un bassin versant, en intégrant la problématique des écoulements souterrains. NAM est un modèle du type conceptuel, déterministe, exigeant peu de données en entrée.

NAM simule le processus pluie-débit pour les bassins versants. Il fonctionne en tenant compte simultanément du niveau d'eau de quatre différents réservoirs interconnectés qui caractérisent les éléments du bassin versant :

- ✓ la surface du sol.
- ✓ la zone racinaire.
- ✓ un premier niveau de réservoir d'eaux souterraines.
- ✓ un deuxième niveau de réservoir d'eaux souterraines.

La Figure 7-2 suivante présente de manière conceptuelle les processus hydrologiques intégrés au module NAM de MIKE11.

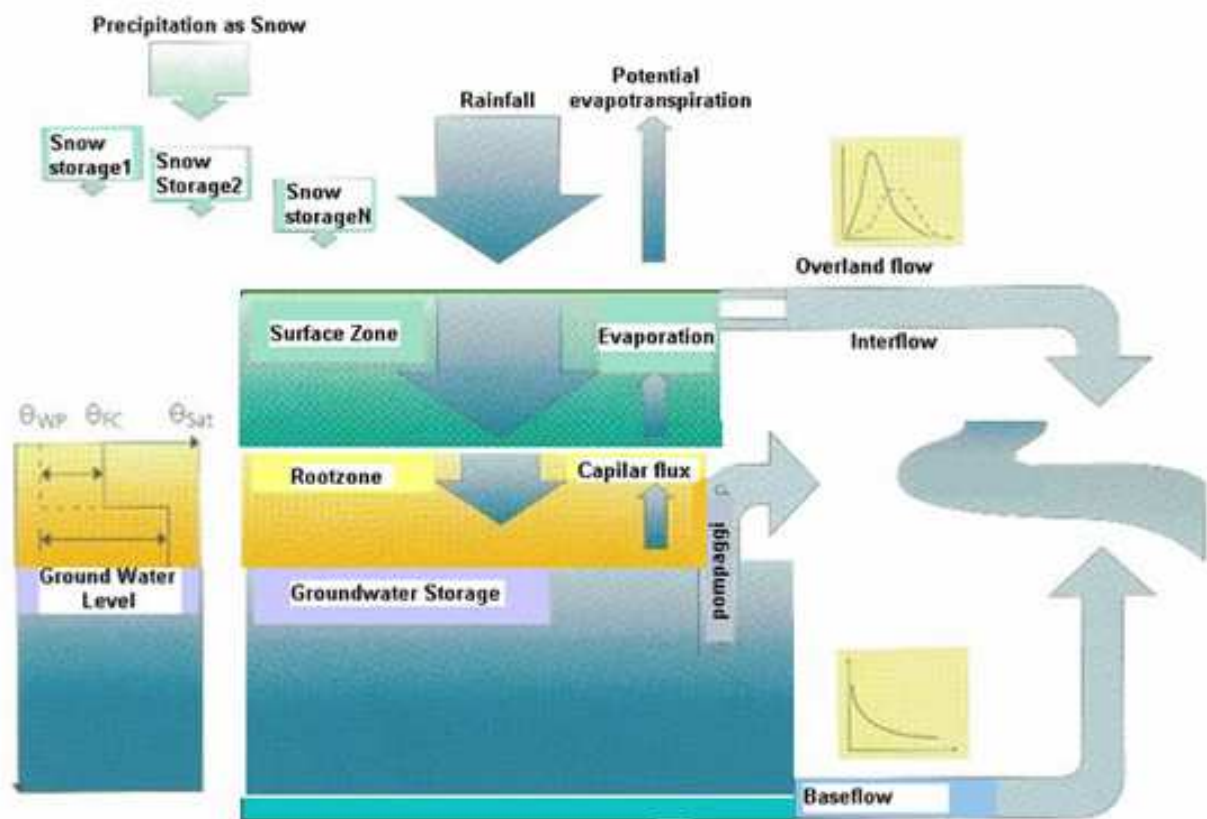


Figure 7-2 : Schéma conceptuel des processus hydrologiques modélisés dans NAM

7.2.3 Données d'entrée du modèle

7.2.3.1 Bassin versant considéré

Chacune des 12 masses d'eau constitutive du territoire du SAGE « Layon - Aubance » a été intégrée à la modélisation pluie-débit. Elles ont été considérées de manière globale, c'est-à-dire de leurs sources jusqu'à leur exutoire.

7.2.3.2 Données hydrométriques

L'hydrométrie du territoire du SAGE « Layon - Aubance » est suivie par un réseau de 5 stations hydrométriques encore en activité, gérées par la DREAL Pays-de-la-Loire. Ces stations ont servi de points de référence pour le calage du modèle.

Les débits enregistrés à ces stations ont été collectés sur la période de simulation 2000-2010. Les débits caractéristiques d'étiage (module, QMNA5, VCN VCN3 (5 ans) et VCN10 (5 ans)) ont été

recalculés à partir des valeurs mesurées sur cette période afin d'assurer une cohérence avec les débits simulés issus du modèle hydrologique.

Les valeurs caractéristiques d'étiage calculées sur la période considérée sont présentées dans le Tableau 7-1.

Tableau 7-1 : Valeurs caractéristiques d'étiage aux stations hydrométriques sur la période d'analyse (m³/s)

Nom bassin versant	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Aubance à Soulaines-sur-Aubance	0.006	0.002	0.002	0.629
Lys à Aubigné-sur-Layon	0.002	0.000	0.000	0.842
Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay	0.053	0.026	0.030	0.932
Layon à Saint-Georges-sur-Layon	0.001	0.000	0.000	1.127
Layon à Saint_Lambert-du-Lattay	0.043	0.024	0.028	4.368

7.2.3.3 Données pluviométriques

Les données pluviométriques utilisées pour alimenter le modèle pluie-débit ont été acquises auprès de Météo France au pas de temps journalier sur la période 2000-2010 pour les stations pluviométriques du Montrevault, Chemille, Blaison-Gohier, Bégrolles-en-Mauges et Beaulieu-sur-Layon.

Le choix de ces stations s'est basé sur la base de données AURELHY de Météo France qui donne à l'échelle de la France, les précipitations normales sur la période 1971-2000 à la maille du km². La carte présentée dans le paragraphe 2.1 montre clairement un **gradient pluviométrique ouest-est** sur la zone d'étude. Les sites retenus offrent une bonne représentativité du gradient pluviométrique sur le bassin versant.

La répartition spatiale de la pluviométrie à partir des postes de mesures s'est faite selon la méthode des polygones de Thiessen. Les zones d'influence des cinq pluviomètres utilisés sont présentées sur la figure suivante. Pour les masses d'eau situées sous l'influence de plusieurs postes pluviométriques, un simple ratio surfacique a été appliqué aux cumuls journaliers.

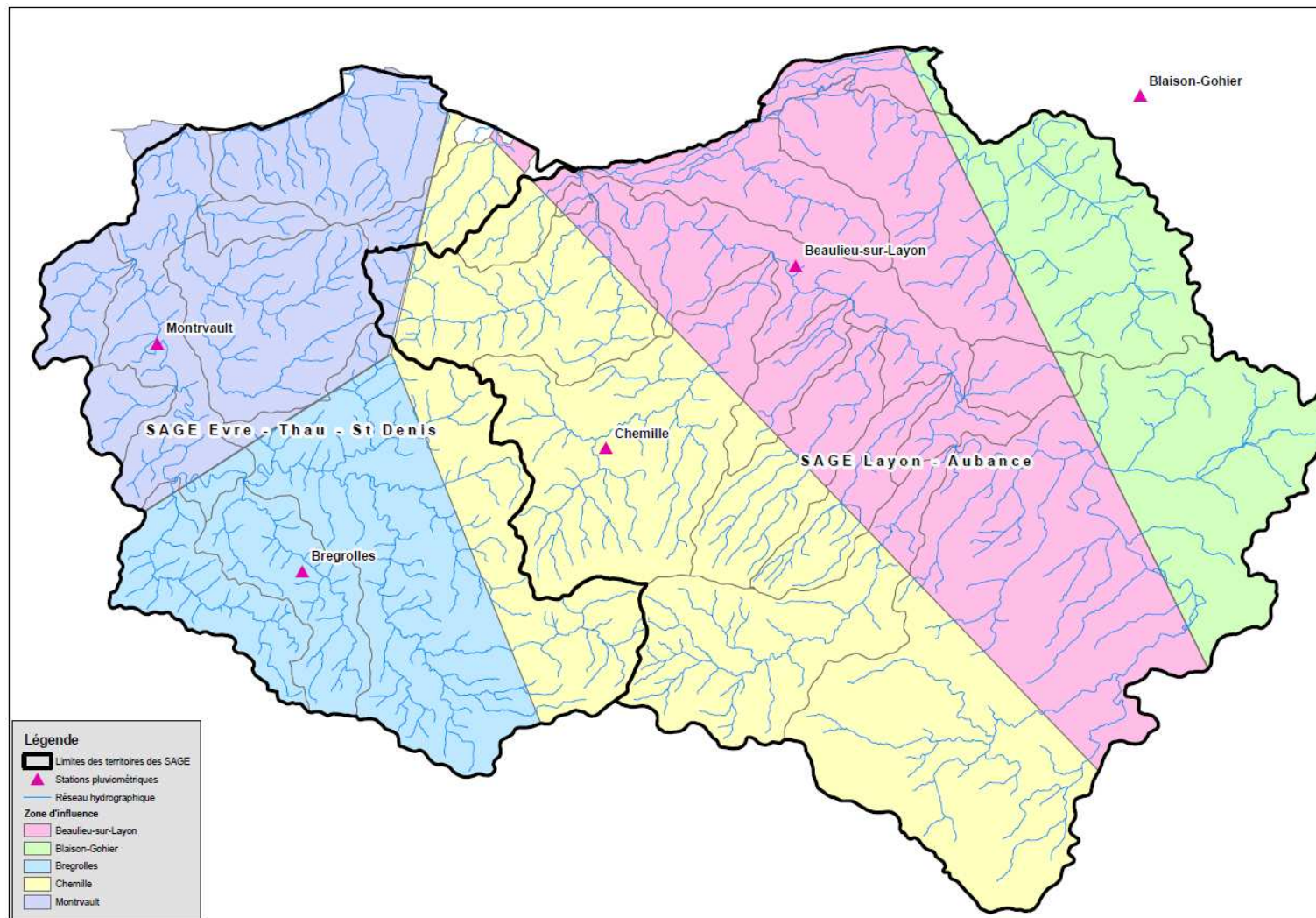


Figure 7-3 : Zones d'influences des pluviomètres utilisés pour la modélisation pluie-débit

7.2.3.4 Données d'évapotranspiration potentielle

NAM nécessite l'introduction de données d'évapotranspiration potentielle (ETP) afin de calculer la part des précipitations et du stockage surfacique soustrait au complexe eau de surface / eau souterraines pour retourner à l'atmosphère.

Les données d'ETP Penman mesurées Beaucouze ont été acquises auprès de Météo France au pas de temps décadaire sur la période 2000-2010.

7.2.3.5 Données sur les prélèvements et les rejets

Les données de prélèvements et de rejets intégrées dans le modèle pluie-débit sont issues des investigations menées lors des étapes précédentes et synthétisées dans les premières parties du présent rapport. Comme décrit précédemment, les données ont généralement été acquises au pas de temps annuel, parfois mensuel. Elles ont ensuite été désagrégées au pas de temps journalier sur la période 2000-2010. Par le biais de requêtes spatiales sous logiciel SIG, tous les prélèvements et rejets sont identifiés à l'échelle des différentes masses d'eau.

7.2.3.6 Paramètres des modèles

Le calage des modèles hydrologiques a été réalisé en faisant varier un certain nombre de paramètres. Ceux-ci sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 7-2 : Liste descriptive des paramètres utilisés pour le calage des modèles pluie-débit sous NAM

Abréviation du paramètre	Nom du paramètre	Unité	Description
Umax	Maximum water content in surface storage	mm	Contenance totale cumulée de la zone d'interception, des dépressions de surface et dans les premiers centimètres du sol
Lmax	Maximum water content in root zone storage	mm	Contenance maximale en eau de la zone racinaire, disponible pour la transpiration des plantes
CQOF	Overland flow runoff coefficient	/	Ratio de la pluie excédentaire ruisselant en surface (le reste étant amené à s'infiltrer)
CKIF	Time constant for interflow	hr	Détermine la quantité d'eau dans la zone intermédiaire, celle-ci diminuant avec l'augmentation de la valeur du paramètre
CK1, 2	Time constant for routing overland flow	hr	Détermine la forme du pic des hydrogrammes
TOF	Root zone threshold value for overland flow	/	Valeur relative d'humectation de la zone racinaire (L/Lmax) à partir de laquelle un ruissellement de surface est généré
TIF	Root zone threshold value for inter flow	/	Valeur relative d'humectation de la zone racinaire (L/Lmax) à partir de laquelle un écoulement est généré dans la zone intermédiaire
CKBF	Time constant for routing baseflow	hr	Détermine la forme de la courbe de tarissement des hydrogrammes
TG	Root zone threshold value for ground water recharge	/	Valeur relative d'humectation de la zone racinaire (L/Lmax) à partir de laquelle la nappe souterraine se recharge

7.3 Calage du modèle hydrologique

7.3.1 Principe du calage

Le calage des modèles hydrologiques s'est focalisé sur la période 1999-2010, le modèle nécessitant une période initiale pour converger. Les masses d'eau disposant d'une station hydrométrique de référence ont été calées de façon itérative afin de rechercher la meilleure solution numérique de l'ensemble des paramètres pour maximiser la vraisemblance entre les débits mesurés et simulés. Le calage tente de valoriser au mieux les éléments suivants :

- ✓ La meilleure reproduction par le modèle de la forme de la chronique des débits mesurée sur la période 2000-2010 : le calage s'est particulièrement intéressé aux périodes d'étiage, en maximisant la vraisemblance des pentes de tarissement des modèles et la présence/absence d'assecs. La mesure de la qualité du calage du modèle s'est faite en utilisant le critère de Nash

(E), en mesurant la vraisemblance des chroniques sur l'ensemble des débits, et ceux inférieurs à la moitié du module. Ce critère adimensionnel a été proposé par Nash et Sutcliffe (1970). Il est défini par :

$$E = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\varrho_i - \hat{\varrho}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (\varrho_i - \overline{\varrho}_i)^2} \right) \cdot 100$$

Si E = 100%, l'ajustement est parfait, par contre si E < 0, le débit calculé par le modèle est une plus mauvaise estimation que le simple débit moyen.

- ✓ La meilleure reproduction des valeurs caractéristiques hydrologiques d'étiage, notamment le module interannuel, le débit mensuel minimal de période de retour 5 ans (QMNA5), le débit minimal sur 3 jours consécutifs de période de retour 5 ans (VCN3 (5 ans)) et le débit minimal sur 10 jours consécutifs de période de retour 5 ans (VCN10 (5 ans)).

Pour les masses d'eau ne disposant pas de stations hydrométriques, les paramètres de calage ont été ajustés de façon à simuler correctement le fonctionnement hydrologique des masses d'eau en fonction de celles calées.

7.3.2 Résultats du calage

Les résultats du calage sont présentés ci-dessous pour les différents bassins versants.

7.3.2.1 Aubance à Soulaines-sur-Aubance

La Figure 7-4 suivante présente une comparaison des débits mesurés à la station hydrométrique de Soulaines-sur-Aubance et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash pour le calage du modèle pluie-débit sur ce bassin versant est de 50%. En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 92%.

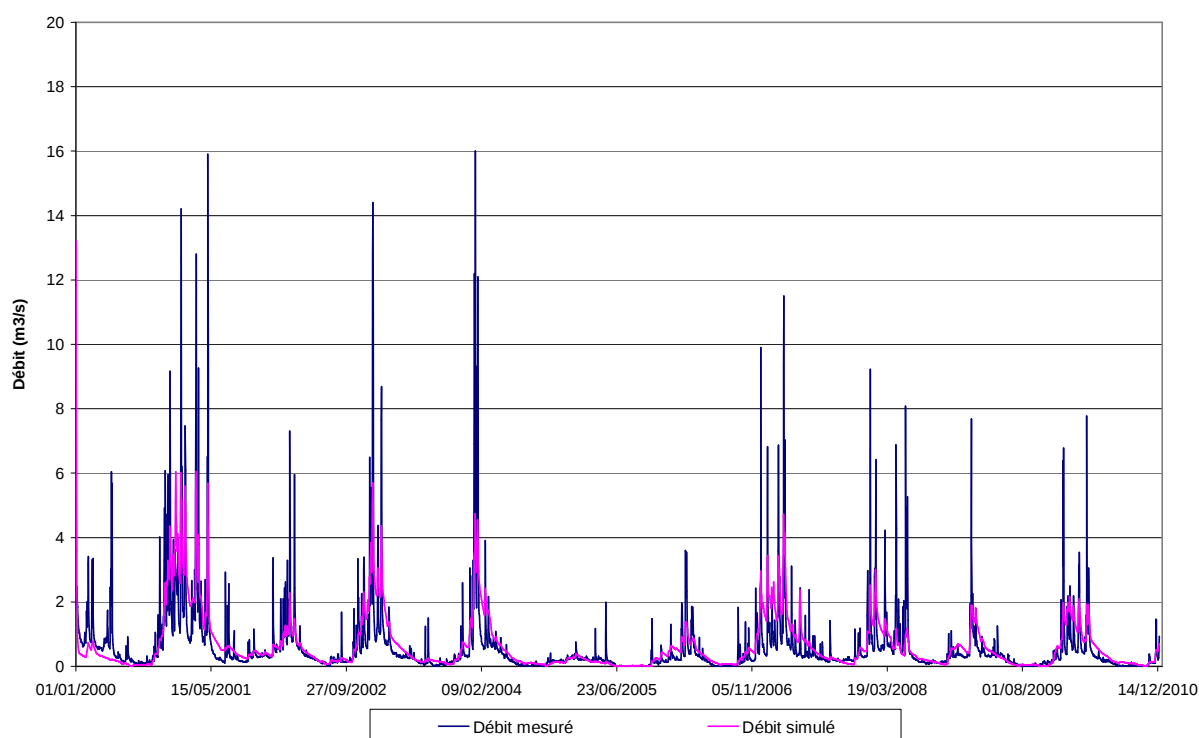


Figure 7-4 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant de l'Aubance à Soulaines-sur-Aubance

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le Tableau 7-3 :

Tableau 7-3 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Soulaines-sur-Aubance et simulées par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010

Aubance à Soulaines-sur-Aubance	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0043	0.0016	0.0018	0.655
Débits mesurés (m3/s)	0.006	0.002	0.002	0.629
Erreur absolue (m3/s)	-0.002	0.000	-0.001	0.026

7.3.2.2 Lys à Aubigné-sur-Layon

La Figure 7-5 suivante présente une comparaison des débits mesurés à la station hydrométrique d'Aubigné-sur-Layon et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash pour le calage du modèle pluie-débit sur ce bassin versant est de 44%. En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 81%.

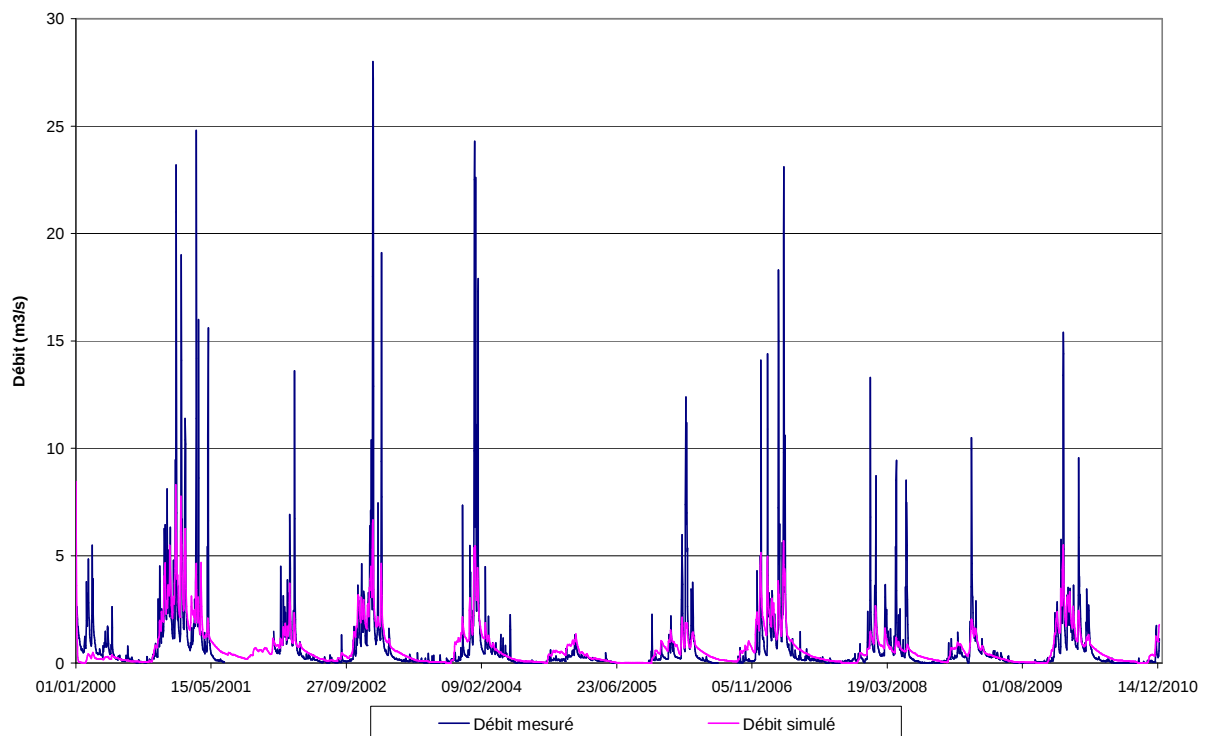


Figure 7-5 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant du Lys à Aubigné-sur-Layon

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le Tableau 7-4 :

Tableau 7-4 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Aubigné-sur-Layon et simulées par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010

Lys à Aubigné-sur-Layon	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0029	0.0001	0.0002	0.7297
Débits mesurés (m3/s)	0.002	0.0001	0.0002	0.842
Erreur absolue (m3/s)	0.0012	0.0000	0.0000	-0.112

7.3.2.3 Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay

La Figure 7-6 suivante présente une comparaison des débits mesurés à la station hydrométrique de Saint-Lambert-du-Lattay et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash pour le calage du modèle pluie-débit sur ce bassin versant est de 50%. En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 80%.

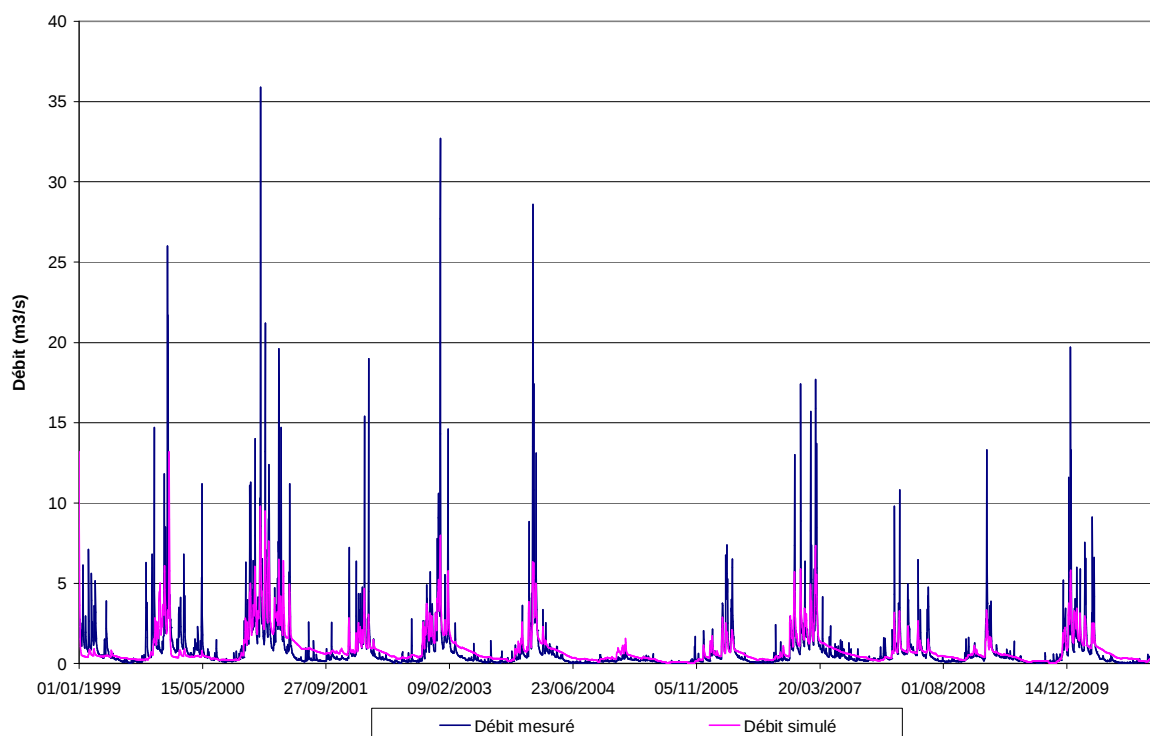


Figure 7-6 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant de l'Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 7-5 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Saint-Lambert-du-Lattay et simulées par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010

Hyrôme à Saint-Lambert-du-Lattay	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits simulés (m³/s)	0.075	0.023	0.036	0.903
Débits mesurés (m³/s)	0.053	0.026	0.030	0.932
Erreur absolue (m³/s)	0.022	-0.003	0.006	-0.028

7.3.2.4 Layon à Saint-Georges-sur-Layon

La Figure 7-7 suivante présente une comparaison des débits mesurés à la station hydrométrique de Saint-Georges-sur-Layon et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash pour le calage du modèle pluie-débit sur ce bassin versant est de 47%. En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 75%.

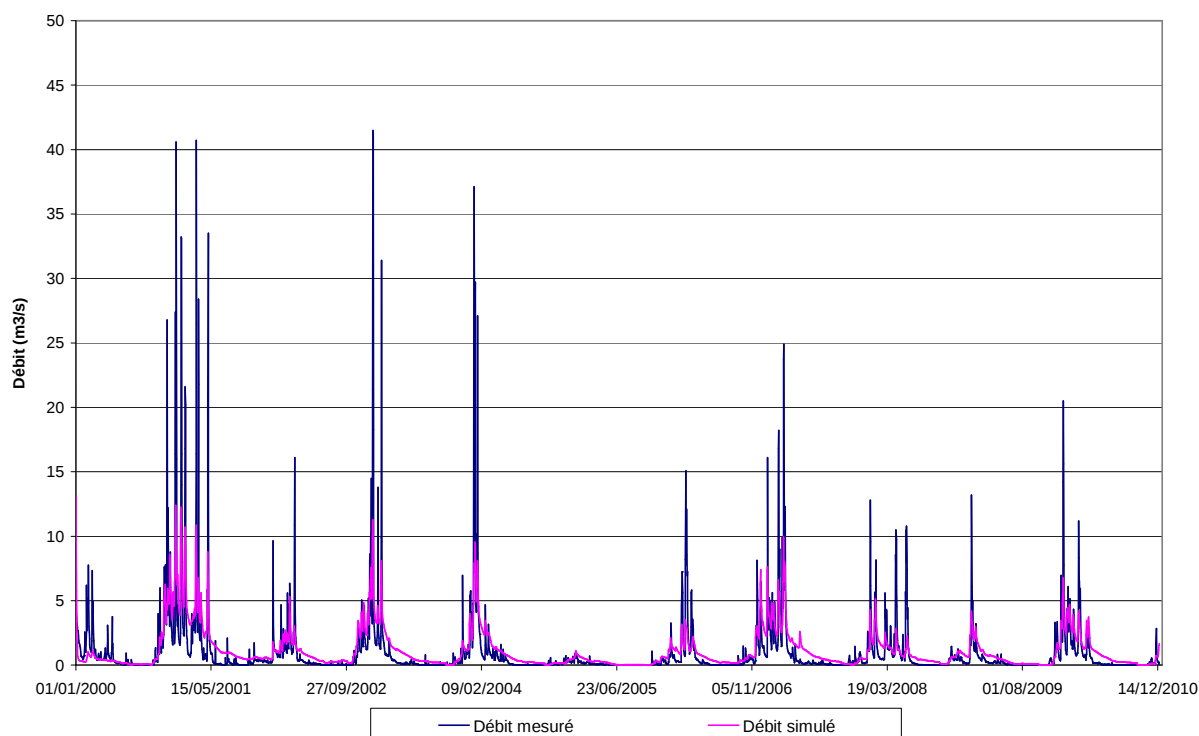


Figure 7-7 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant du Layon à Saint-Georges-sur-Layon

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 7-6 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Saint-Georges-sur-Layon et simulées par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010

Layon à Saint-Georges-sur-Layon	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0041	0.0002	0.0004	1.134
Débits mesurés (m3/s)	0.001	0.0001	0.0005	1.127
Erreur absolue (m3/s)	0.0033	0.0001	-0.0001	0.007

7.3.2.5 Layon à Saint-Lambert-du-Lattay

La Figure 7-8 suivante présente une comparaison des débits mesurés à la station hydrométrique de Saint-Lambert-du-Lattay et les débits simulés par le modèle pluie-débit à l'issue du processus de calage. La valeur du critère de Nash pour le calage du modèle pluie-débit sur ce bassin versant est de 53%. En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 71%.

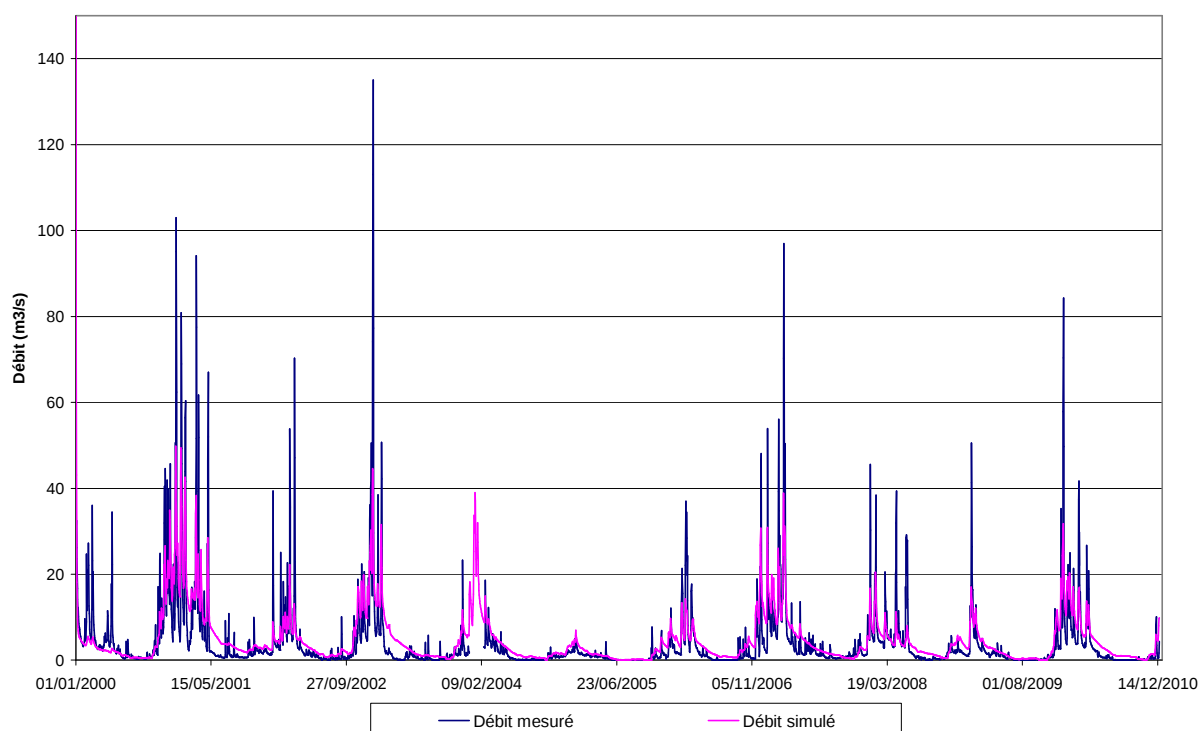


Figure 7-8 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant du Layon à Saint-Lambert-du-Lattay

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 7-7 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Saint-Lambert-du-Lattay et simulées par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010

Layon à Saint_Lambert-du-Lattay	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits simulés (m3/s)	0.138	0.012	0.012	4.924
Débits mesurés (m3/s)	0.043	0.024	0.028	4.368
Erreur absolue (m3/s)	0.095	-0.013	-0.016	0.555

7.3.3 Critiques relatives au calage du modèle

Le calage du modèle est jugé satisfaisant pour les cinq masses d'eau étudiées. La forme des courbes, particulièrement en étiage, est correctement reproduite avec des critères de Nash supérieur à 80%. Les débits caractéristiques simulés sont également très proches de ceux mesurés, la différence étant de quelques dizaines de litres la plupart du temps.

Toutefois, les résultats obtenus doivent être analysés à la lumière des données d'entrée de la modélisation, et notamment des incertitudes pesant sur elles. Ces incertitudes s'appliquent notamment à la répartition spatiale des pluies (et aux éventuelles lacunes existantes sur ces séries) et aux données de prélèvements et rejets. L'utilisation de données volumiques annuelles distribuées sur l'année pour un certain nombre de prélèvements et rejets produit un effet de lissage qui peut s'avérer déterminant, notamment lorsque les débits en rivière sont très faibles.

Par ailleurs, dans la mesure où seules cinq masses d'eau disposent de stations hydrométriques, les valeurs des paramètres de calage ont dû être extrapolés aux autres masses d'eau. Ces hypothèses de modélisation peuvent engendrer quelques incertitudes sur le fonctionnement hydrologique des autres masses d'eau.

7.4 Résultats de l'hydrologie désinfluencée

7.4.1 Méthodologie

Les éléments ci-dessous présentent les résultats de la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée au droit des différentes masses d'eau à l'aide du modèle pluie-débit.

Les tableaux récapitulent pour chaque masse d'eau les débits caractéristiques d'étiage obtenus pour l'hydrologie influencée et désinfluencée. Enfin les graphiques détaillent la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés. Ils permettent de mettre en évidence les périodes de gains et de pertes entre l'hydrologie influencée et désinfluencée.

7.4.2 Présentation des résultats par sous-bassin

L'analyse des résultats de l'hydrologie désinfluencée s'est principalement focalisée sur les écarts obtenus entre les deux chroniques de débits en période d'étiage. L'objectif de ce paragraphe est de mettre en évidence les sous-bassins versants pour lesquels il serait intéressant d'envisager des actions et de mettre en place des stratégies de gestion.

Les écarts obtenus entre les débits « naturels » et « influencés » dépendent essentiellement pour chaque bassin versant des deux facteurs suivants :

- Le débit de la rivière en période d'étiage ;
- Les volumes de prélèvements agricoles.

En fonction des valeurs de ces deux paramètres, il est possible d'identifier différentes situations pour chaque bassin versant en fonction des mois de l'année et d'estimer l'impact des prélèvements et des rejets sur les débits caractéristiques d'étiage.

7.4.2.1 FRGR0526: Layon Amont

La Figure 7-9 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés. Le Tableau 7-8 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

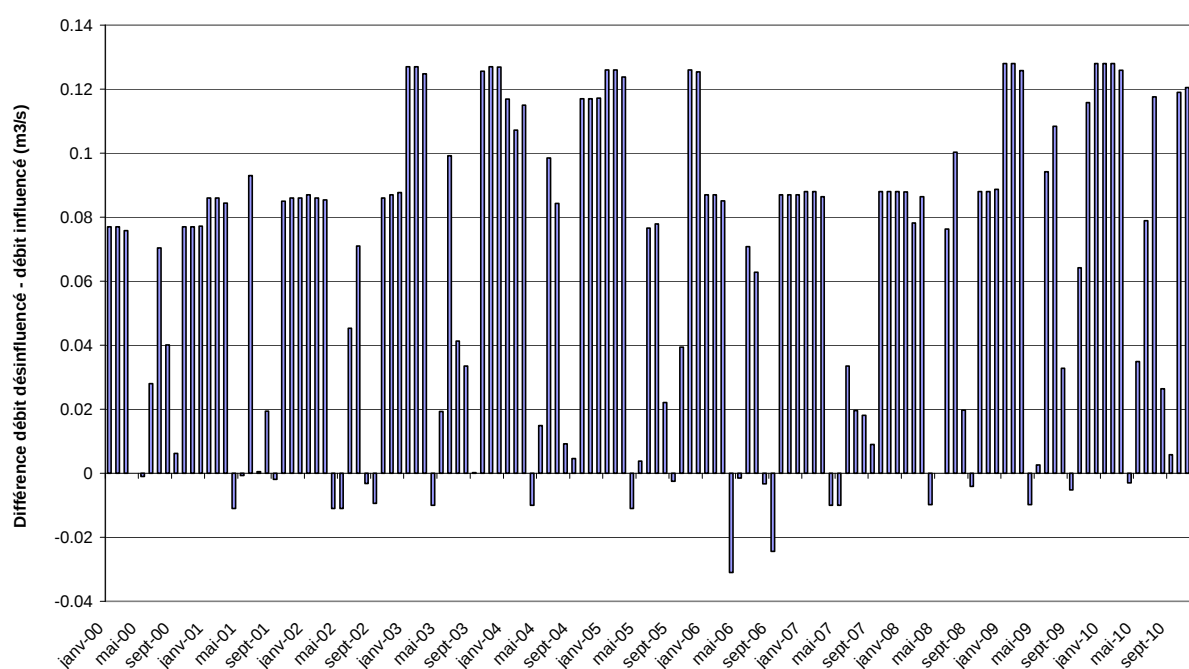


Figure 7-9 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Layon Amont

Tableau 7-8 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Layon amont

Layon amont	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m³/s)	0.0624	0.0332	0.0356	2.158
Débits désinfluencés (m³/s)	0.1245	0.0852	0.0890	2.215
Différence (m³/s)	0.0621	0.052	0.053	0.057

L'analyse des résultats obtenus sur le Layon amont montre que le débit naturel du cours d'eau est supérieur au débit actuel pour quasiment tous les mois de la période d'étude et traduit l'impact important des prélèvements (AEP, agricole et perte par évaporation essentiellement) sur l'hydrologie du bassin versant. Les écarts les plus importants s'observent hors période d'étiage, notamment pour les années 2003 à 2006 et 2009 et 2010.

Pour ces années, les prélèvements agricoles et les pertes par évaporation sur les plans d'eau étaient très élevés. Sur ces périodes, le gain maximal obtenu atteint en moyenne entre 100l/s et 120 l/s. L'impact sur les débits caractéristiques d'étiage est significatif, avec une hausse de 100l/s environ. Sur le reste de l'année, le gain atteint en moyenne 80l/s.

Les gains les plus faibles s'observent en été, notamment durant les mois d'août et de septembre.

7.4.2.2 FRGR0527 : Layon Aval

Note : les débits à l'exutoire de la masse d'eau Layon Aval ne sont pas analysés pour cette seule masse d'eau mais comme exutoire de l'ensemble des masses d'eau des affluents amont du Layon. Les débits en rivière correspondent donc à ceux attendus en rivière à l'exutoire de la masse d'eau Layon aval.

La Figure 7-10 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés. Le Tableau 7-9 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

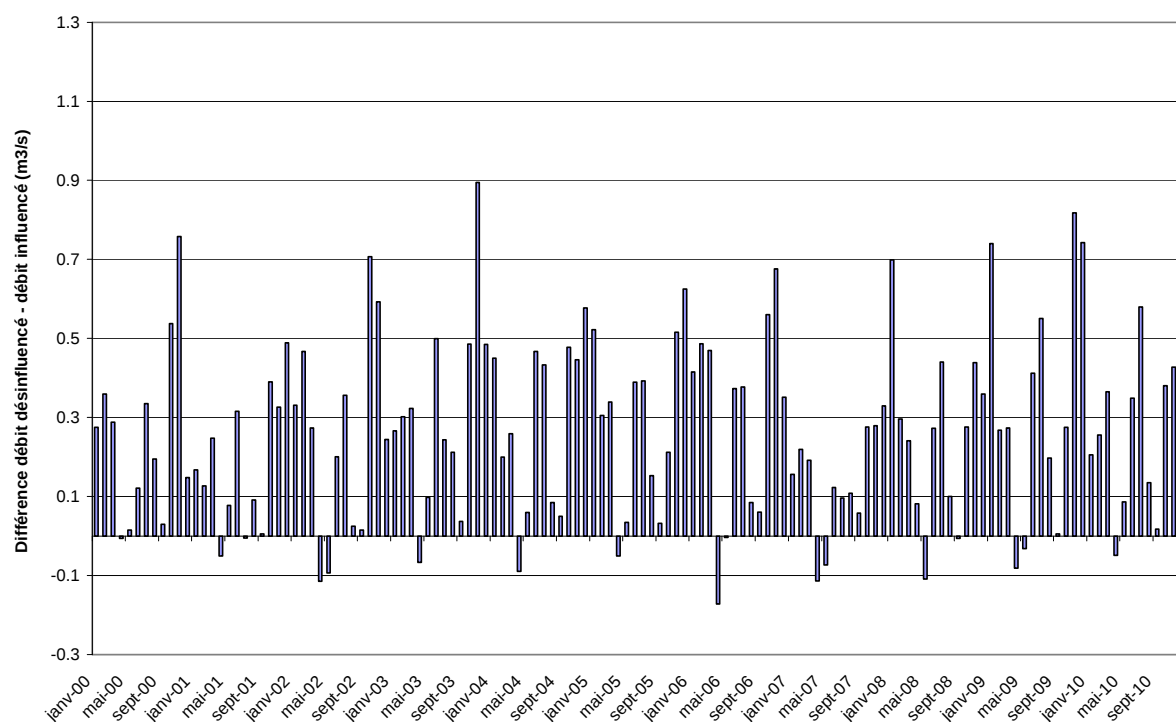


Figure 7-10 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Layon aval

Tableau 7-9 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Layon aval

Layon aval	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m³/s)	0.2268	0.0784	0.0844	5.944
Débits désinfluencés (m³/s)	0.4834	0.3751	0.3881	6.192
Différence (m³/s)	0.257	0.297	0.304	0.248

Le débit naturel du cours d'eau est supérieur au débit influencé sur quasiment toute la période d'étude et met en évidence l'impact des prélèvements agricole et les pertes par évaporation. Les écarts les plus importants s'observent hors période d'étiage d'octobre à mars et atteignent 500l/s environ.

En période d'étiage, la différence en le débit influencé et désinfluencé est plus faible varie entre 100l/s et 300l/s en moyenne.

L'impact sur les débits caractéristiques d'étiage est significatif, avec une hausse de 400 l/s environ.

7.4.2.3 FRGR0529 : Lys

La Figure 7-11 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

Le Tableau 7-10 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

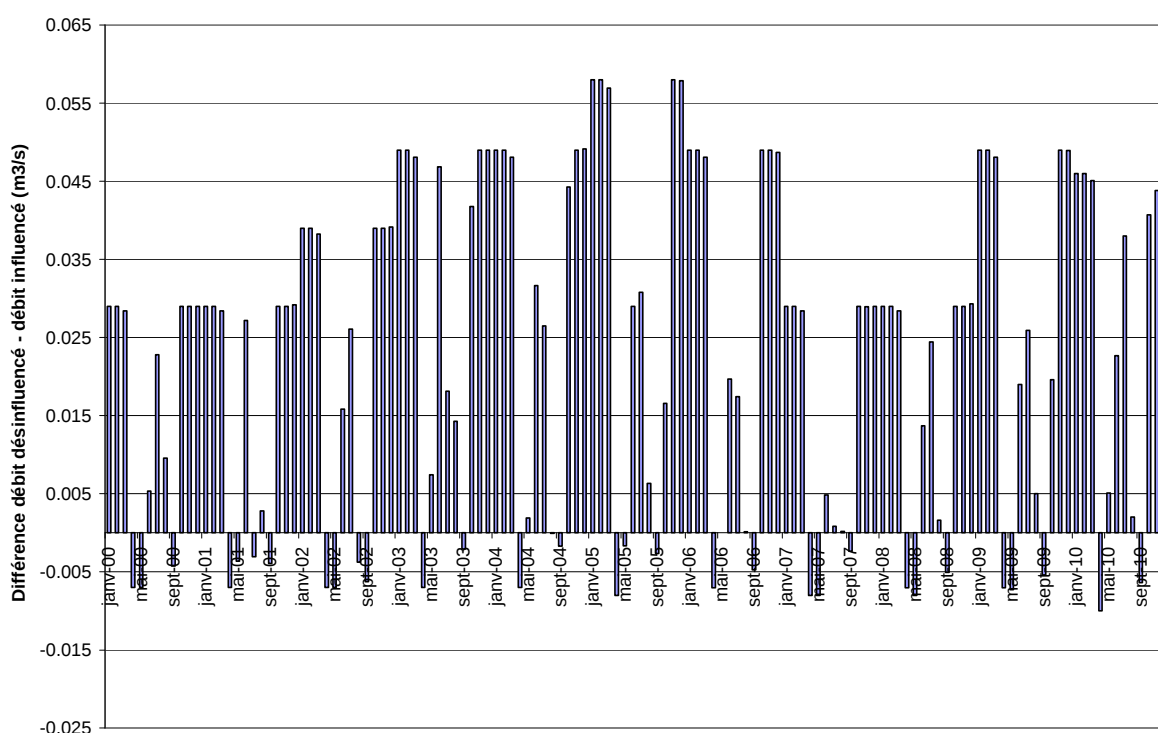


Figure 7-11 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Lys

Tableau 7-10 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Lys

Lys	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m³/s)	0.0029	0.0001	0.0002	0.730
Débits désinfluencés (m³/s)	0.0287	0.0197	0.0208	0.750
Différence (m³/s)	0.0258	0.0196	0.0206	0.02

L'analyse des résultats obtenus sur le Lys montre que le débit naturel du cours d'eau est supérieur au débit actuel pour quasiment tous les mois de l'année. Les prélèvements agricoles et les pertes par évaporation sur les plans d'eau très importants expliquent cet écart entre l'hydrologie influencée et désinfluencée.

Le gain moyen varie entre 25l/s et 40l/s environ selon les mois de l'année. Les écarts les plus importants s'observent pour les années sèches notamment 2003, 2004, 2005, 2008 et 2009. La différence est alors supérieure à 45l/s en moyenne.

Les gains les plus importants sont obtenus hors période d'étiage, d'octobre à mars. En étiage, le gain est plus faible. Il fluctue entre en gain quasiment nul et 45l/s certains mois de l'année.

7.4.2.4 FRGR2152 : Villaine

La Figure 7-12 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés. Le Tableau 7-11 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

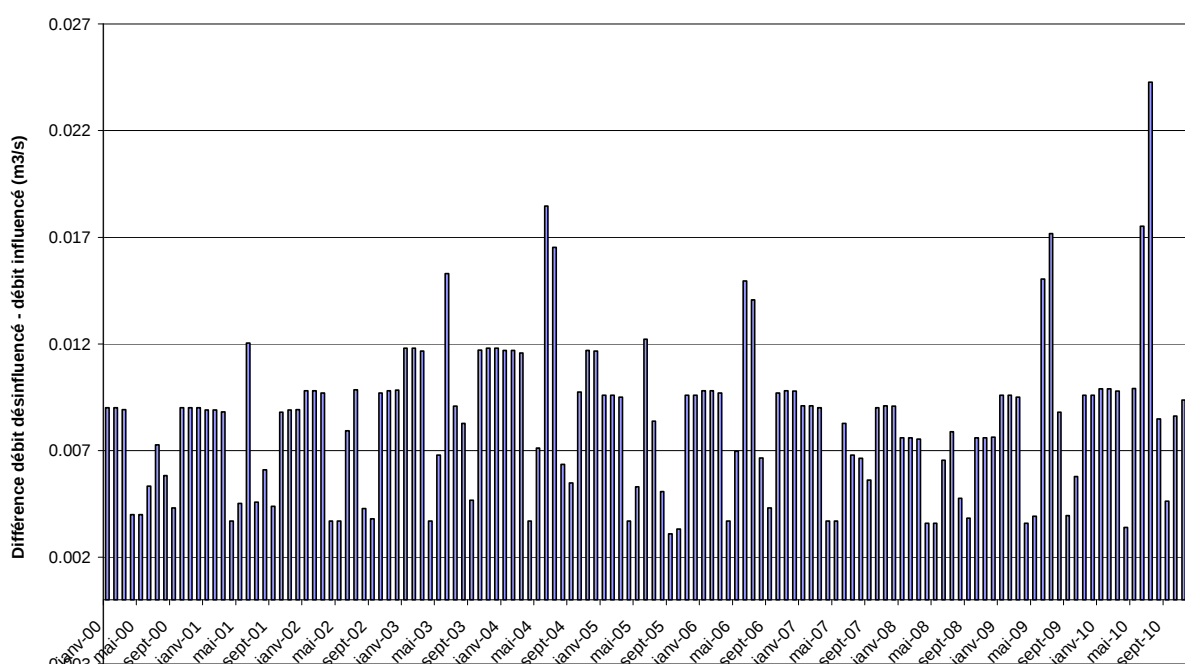


Figure 7-12 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur la Villaine

Tableau 7-11 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur la Villaine

Villaine	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m³/s)	0.00037	0.0002	0.00036	0.133
Débits désinfluencés (m³/s)	0.0057	0.0039	0.0041	0.139
Différence (m³/s)	0.0053	0.0037	0.0037	0.006

L'analyse des résultats obtenus sur la Villedaine montre que le débit naturel du cours d'eau est supérieur au débit actuel pour tous les mois de l'année sur la période d'étude. Les écarts les plus importants atteignent 20 l/s environ.

Sur le reste de l'année, le gain est plus faible de l'ordre de 5 l/s à 10 l/s.

Le gain reste toutefois faible et atteint quelques l/s en moyenne. Cela s'explique par des prélèvements modérés au milieu naturel qui sont à l'état actuel « contre – balancés » par les rejets via les stations d'épuration notamment.

7.4.2.5 FRGR2129 : Arcison

La Figure 7-13 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

Le Tableau 7-12 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

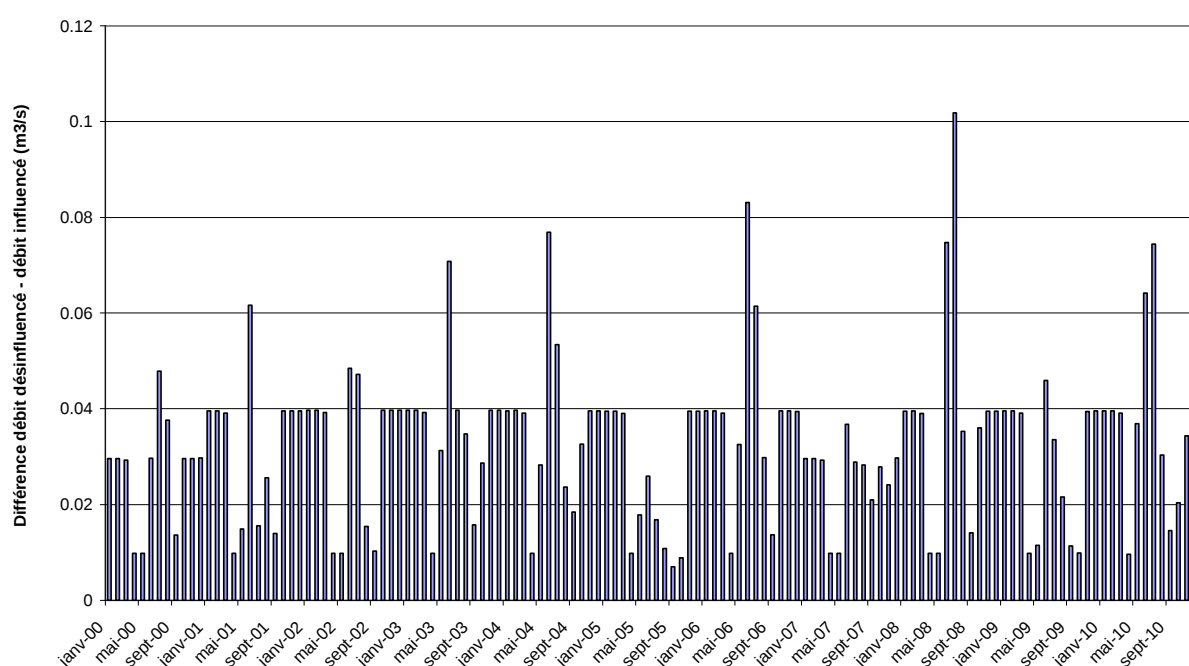


Figure 7-13 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Arcison

Tableau 7-12 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'Arcison

Arcison	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m³/s)	0.0002	0.00004	0.00004	0.226
Débits désinfluencés (m³/s)	0.0147	0.0104	0.0109	0.257
Différence (m³/s)	0.015	0.010	0.011	0.031

Le constat sur l’Arcison peut être le même que celui formulé sur la Villedaine amont. Le débit naturel du cours d’eau est globalement supérieur au débit influencé sur la période d’étude et met en évidence l’impact des prélèvements agricole et les pertes par évaporation. Les écarts les plus importants atteignent environ 20l/s.

Sur l’ensemble de la période d’étude, la différence en le débit influencé et désinfluencé varie entre 5l/s et 10l/s en moyenne.

7.4.2.6 FRGR2142 : Javoineau

La Figure 7-14 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

Le Tableau 7-13 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d’été pour l’hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d’étude.

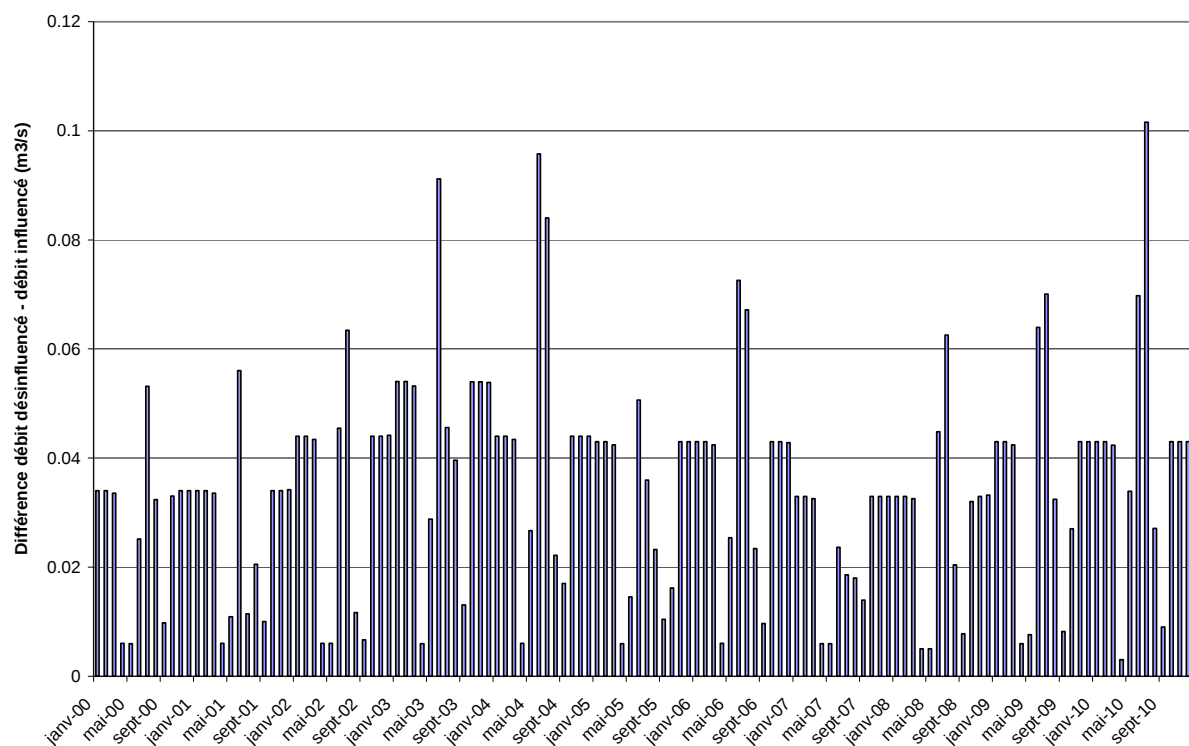


Figure 7-14 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Javoineau

Tableau 7-13 : Comparaison des valeurs caractéristiques d’été en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Javoineau

Javoineau	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m³/s)	0.0018	0.0010	0.0012	0.321
Débits désinfluencés (m³/s)	0.0382	0.0296	0.0306	0.353
Différence	0.0364	0.0286	0.0294	0.032

Sur le Javoineau, le débit naturel est supérieur au débit influencé pour tous les mois de l'année sur la période d'étude.

Pour les années particulièrement sèche en été (2003, 2004, 2005, 2006), le gain maximal s'observe en période d'étiage en juin et juillet. Cela se traduit par une hausse significative des débits d'étiage bien que ceux-ci restent faibles.

Sinon, les écarts les plus importants sont obtenus d'octobre à mars et varient en 30l/s et 50l/s en moyenne.

7.4.2.7 FRGR2170 : Dreuilé

La Figure 7-15 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

Le Tableau 7-14 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

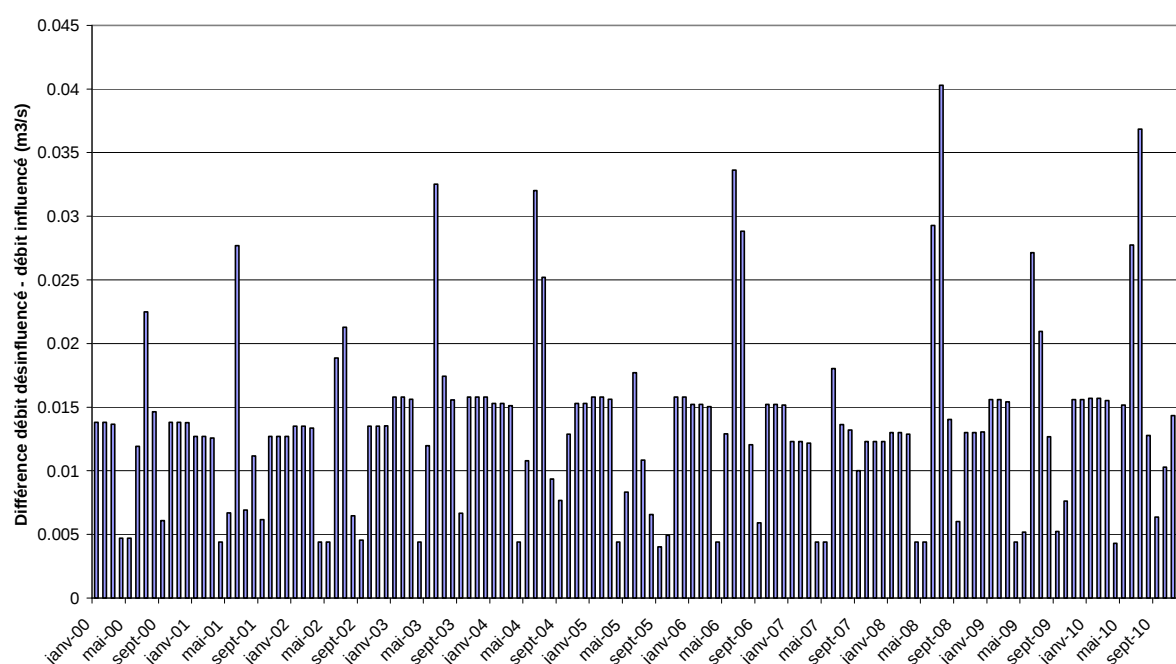


Figure 7-15 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Dreuilé

Tableau 7-14 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Dreuilé

Dreuilé	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m³/s)	0.0004	0.00006	0.00007	0.157
Débits désinfluencés (m³/s)	0.0091	0.0061	0.0065	0.170
Différence (m³/s)	0.009	0.006	0.006	0.017

De la même manière sur le Dreuilé que sur le Javoineau, le débit naturel est supérieur au débit influencé pour tous les mois de l'année sur la période d'étude.

Pour les années particulièrement sèche en été (2003, 2004, 2005, 2006), le gain maximal s'observe en période d'étiage en juin et juillet. Cela se traduit par une hausse significative des débits d'étiage bien que ceux-ci restent faibles.

Sinon, les écarts les plus importants sont obtenus d'octobre à mars et valent environ 15 l/s.

7.4.2.8 FRGR0530 : Hyrôme

La Figure 7-16 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

Le Tableau 7-15 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

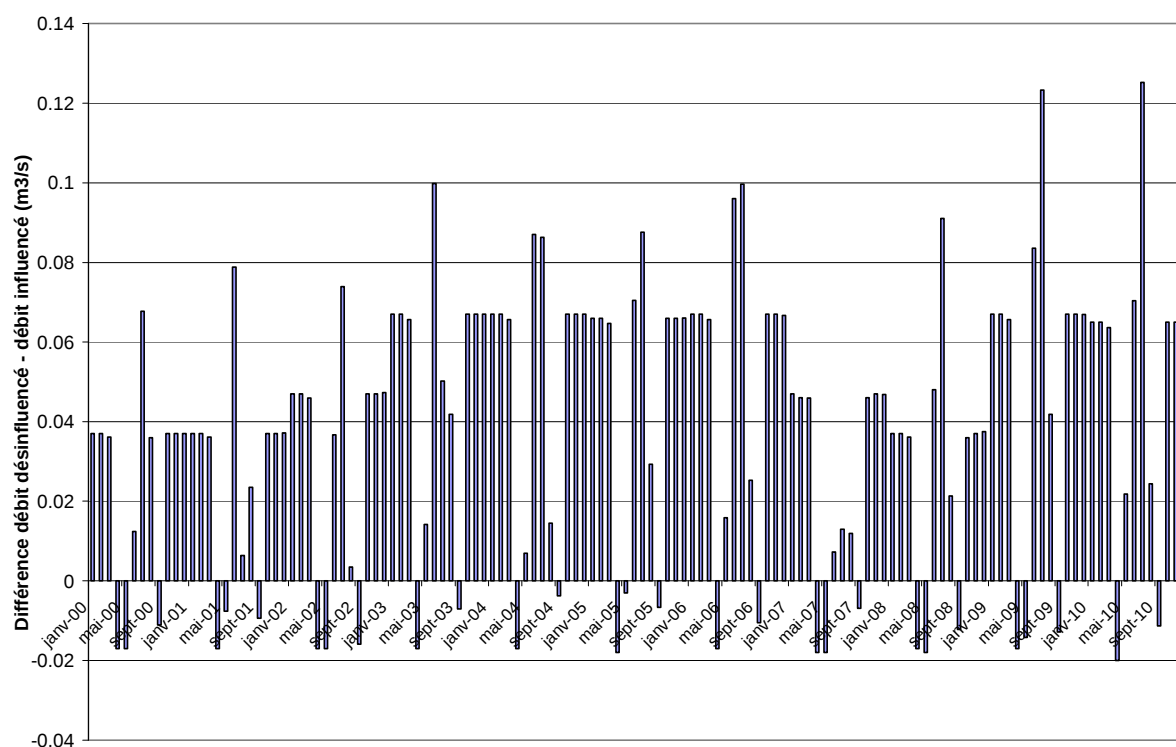


Figure 7-16 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Hyrôme

Tableau 7-15 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'Hyrôme

Hyrôme	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m³/s)	0.0745	0.0228	0.0361	0.903
Débits désinfluencés (m³/s)	0.1583	0.1365	0.1400	0.927
Différence (m³/s)	0.084	0.114	0.104	0.024

Le constat sur l'Hyrôme est quasiment le même que pour toutes les masses d'eau du SAGE. Le débit désinfluencé du cours d'eau est supérieur au débit influencé et met en évidence l'impact des prélèvements agricoles et des pertes par évaporation des plans d'eau sur l'hydrologie du bassin versant. La restitution d'eau liée aux rejets des effluents domestiques n'équilibre pas les prélèvements réalisés sur la masse d'eau.

En moyenne, le gain varie entre 60l/s et 80l/s.

Au maximum, l'écart atteint 100l/s à 120l/s certains mois de l'année, en période d'étiage.

7.4.2.9 FRGR0531 : Jeu

La Figure 7-17 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

Le Tableau 7-16 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

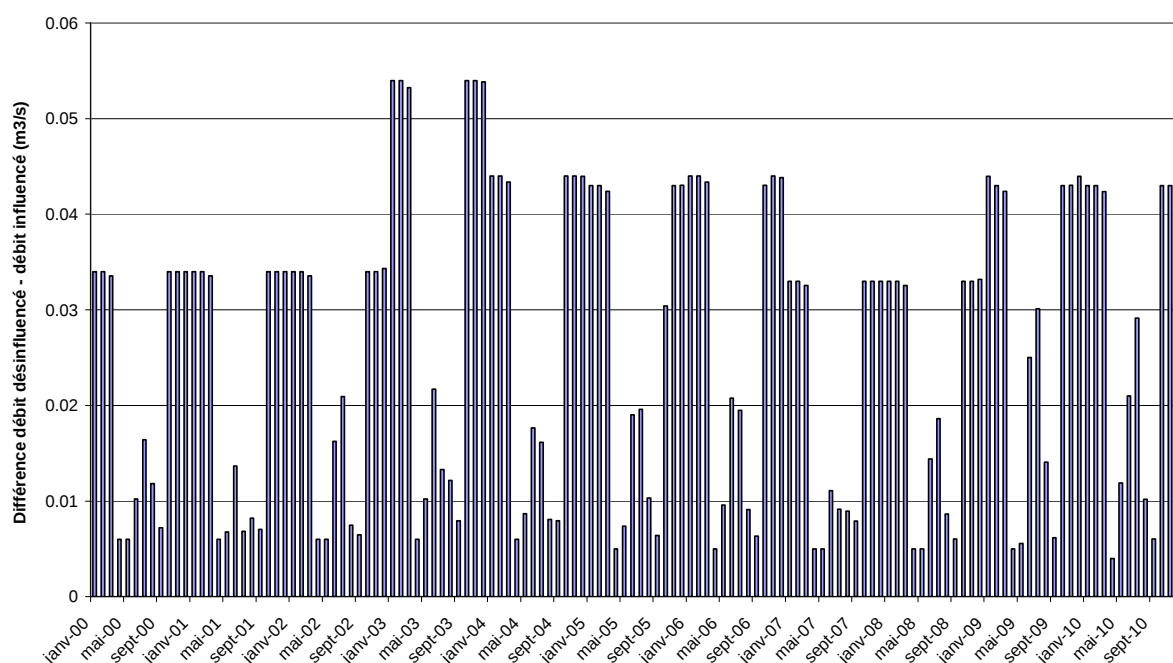


Figure 7-17 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Jeu

Tableau 7-16 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Jeu

Jeu	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m³/s)	0.0304	0.0048	0.0055	0.631
Débits désinfluencés (m³/s)	0.0686	0.0543	0.0564	0.654
Différence	0.038	0.050	0.051	0.023

Sur le Jeu, le débit naturel est supérieur au débit influencé pour tous les mois de l'année sur la période d'étude. En période d'étiage, le gain est d'une dizaine de litres environ. Hors période d'étiage, l'écart est de 30l/s à 45l/s en moyenne. Les gains les plus importants sont observés pour les années sèches, notamment 2003, 2004, 2005, 2006 et 2009. Cela se traduit par une hausse significative des débits d'étiage bien que ceux-ci restent faibles.

7.4.2.10 FRGR2189 : Armangé

La Figure 7-18 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

Le Tableau 7-17 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

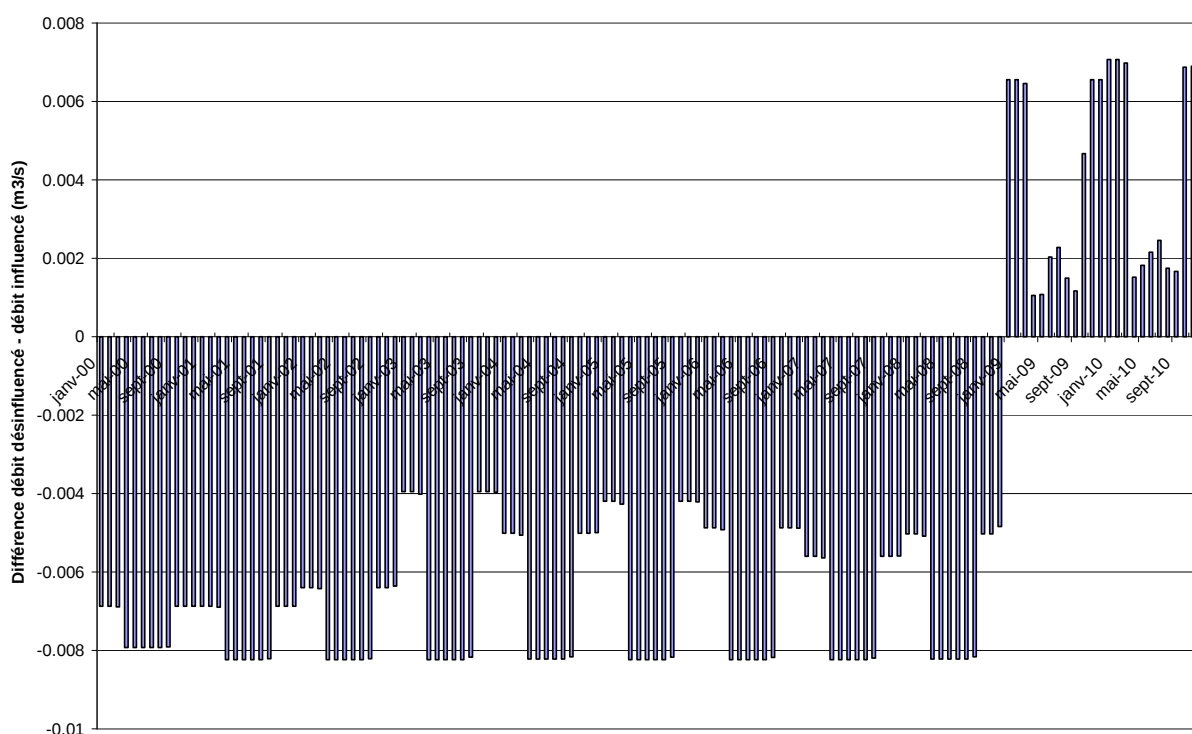


Figure 7-18 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Armangé

Tableau 7-17 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'Armangé

Armange	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m³/s)	0.0022	0.0011	0.0011	0.144
Débits désinfluencés (m³/s)	0.0053	0.0036	0.0038	0.138
Différence	0.0031	0.0025	0.0027	0.006

Sur l'Armangé, le débit naturel du cours d'eau est inférieur au débit influencé pour tous les mois de la période d'étude jusqu'à 2009. Cela s'explique par la présence d'importantes de restitutions au milieu naturel liées aux rejets de stations d'épuration. Les pertes représentent environ une dizaine de litres.

Depuis 2009, la station d'épuration de Chalonnes-sur-Loire rejette dans la Loire. Le débit désinfluencé devient donc supérieur au débit influencé. Le gain maximal s'obtient hors période d'étiage et atteint 65l/s environ. En été, le gain est plus faible et vaut entre 10l/s et 20l/s.

7.4.2.11 FRGR0528 : Aubance

La Figure 7-18 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

Le Tableau 7-17 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

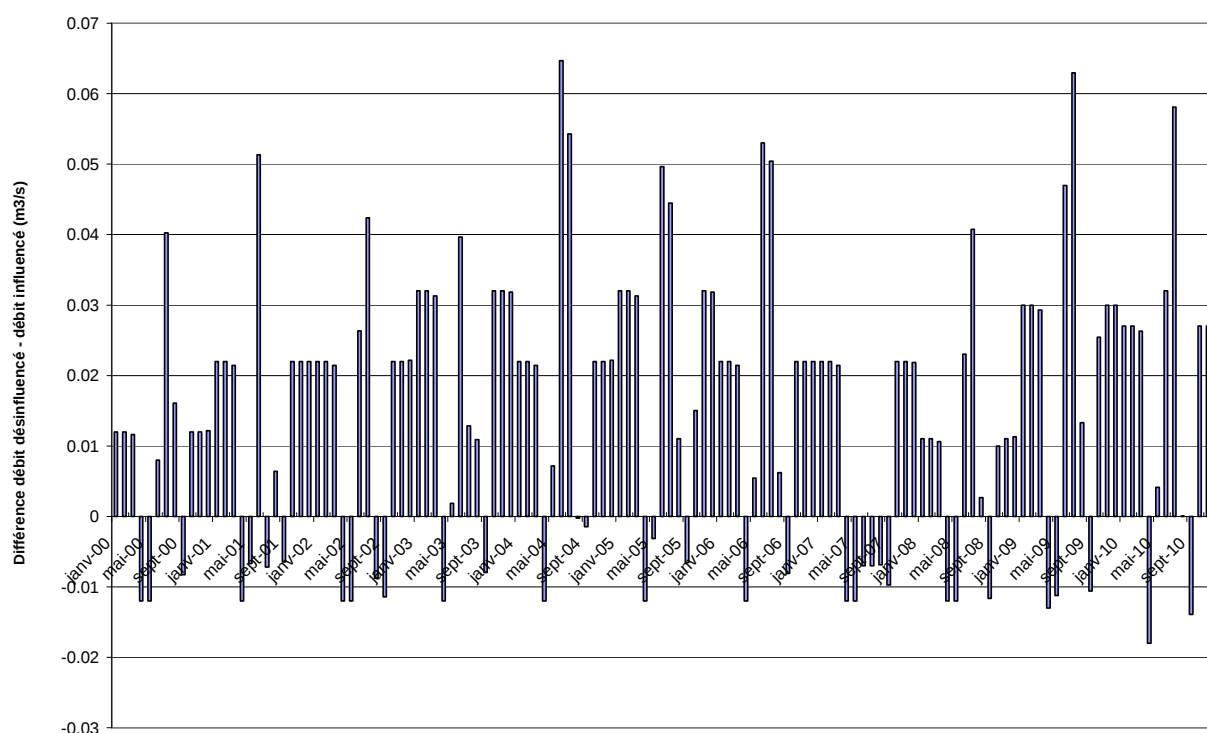


Figure 7-19 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Aubance

Tableau 7-18 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'Aubance

Aubance	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0238	0.0113	0.0120	0.802
Débits désinfluencés (m3/s)	0.0466	0.0325	0.0341	0.816
Différence	0.0228	0.0212	0.0221	0.014

Sur l'Aubance deux constats peuvent être fait :

- ✓ Hors période d'étiage - d'octobre à mars- le débit naturel du cours d'eau est supérieur au débit influencé. Selon les années, le gain varie entre 20l/s et 30l/s.
- ✓ Pendant les mois d'été, les débits influencés sont supérieurs à ceux désinfluencés. Ce constat s'explique par la faible présence de prélèvement sur le bassin versant de l'Aubance (essentiellement réalisés dans la nappe captive) avec un volume restitué au milieu naturel supérieur à celui prélevé. Les pertes restent toutefois faibles et avoisinent moins d'une dizaine de l/s.

7.4.3 Synthèse des résultats

A partir des résultats obtenus par sous-bassin versant, il est possible de dresser la typologie suivante des bassins versants en fonction du rapport entre hydrologie influencée et désinfluencée en période d'étiage :

- Les bassins versants pour lesquels une dégradation nette d'un point de vue quantitatif est observée entre hydrologie désinfluencée et influencée. En situation naturelle, les cours d'eau ne bénéficient plus de l'apport des rejets domestiques qui permettent de maintenir un débit minimum dans la rivière : cette situation concerne la masse d'eau de l'Armangé jusqu'à 2009 (à partir de cette date, le rejet de la STEP de Chalonnes se faisant directement en Loire).
- Pour toutes les autres masses d'eau une amélioration d'un point de vue quantitatif est observée entre hydrologie désinfluencée et influencée. La présence importante de prélèvements agricoles et de plans d'eau sur ces masses d'eau explique le bénéfice en terme de débits. Les gains les plus importants sont obtenus sur Layon amont, le Layon aval, l'Aubance, l'Arcison, et le Jeu. Pour les autres masses d'eau le gain est plus faible mais potentiellement significatif aux vues des faibles débits d'étiages en jeu.

Le tableau page suivante présente les valeurs caractéristiques d'étiage (QMNA5, VCN3(5), VCN10(5)) désinfluencées calculées pour chaque masse d'eau, ainsi que les bornes de l'intervalle de confiance 70% pour chacune des valeurs affichées.

Tableau 7-19 : Synthèse des valeurs caractéristiques d'étiage désinfluencées calculées par masse d'eau

	QMNA5			VCN3			VCN10		
Masse d'eau	Borne inférieure	Valeur simulée	Borne supérieure	Borne inférieure	Valeur simulée	Borne supérieure	Borne inférieure	Valeur simulée	Borne supérieure
Arcison	0.011	0.015	0.019	0.008	0.010	0.013	0.008	0.011	0.014
Armangé	0.004	0.005	0.007	0.003	0.004	0.005	0.003	0.004	0.005
Aubance	0.034	0.047	0.060	0.023	0.032	0.043	0.024	0.034	0.045
Dreuillé	0.007	0.009	0.011	0.004	0.006	0.008	0.005	0.006	0.008
Hyrôme	0.119	0.149	0.179	0.102	0.128	0.154	0.104	0.132	0.158
Javoineau	0.029	0.038	0.048	0.022	0.030	0.038	0.023	0.031	0.039
jeu	0.053	0.069	0.084	0.041	0.054	0.067	0.043	0.056	0.070
Layon amont	0.096	0.124	0.161	0.067	0.085	0.118	0.070	0.089	0.123
Layon aval	0.371	0.483	0.597	0.285	0.375	0.468	0.294	0.388	0.485
Lys	0.020	0.029	0.038	0.014	0.020	0.026	0.015	0.021	0.028
Villaine	0.004	0.006	0.007	0.003	0.004	0.005	0.003	0.004	0.005

8

Réflexion sur la sensibilité des hypothèses retenues sur les prélèvements

Comme il a été décrit précédemment, un certain nombre d'hypothèses ont été posées quant à la prise en compte des prélèvements sur le territoire du SAGE, et plus encore sur leur répartition sur l'année. L'objectif du présent chapitre est de comparer la sensibilité de ces choix avec les débits d'étiage obtenus à l'exutoire du bassin versant. Pour cela, nous proposons de comparer, à l'échelle du territoire du SAGE, le QMNA5 désinfluencé à l'exutoire du territoire du SAGE (addition des QMNA5 désinfluencés du Layon, de l'Armangé et de l'Aubance) et les volumes/débits en jeu dans les hypothèses qui ont été posées pour un mois d'étiage donné (en l'occurrence juillet 2010).

Les principales hypothèses qui peuvent sous tendre des incertitudes importantes, et donc influencer les résultats sont les suivantes :

1. Période de remplissage des plans d'eau : dans le cas de notre analyse, il a été retenu que le remplissage des plans d'eau se faisait en hiver, et que si le terme « volume prélevé + volume évaporé – volume de la retenue » était négatif, alors ce terme était prélevé durant l'étiage en parallèle des besoins de plantes (hypothèse retenue). Cette hypothèse est probablement minorante quant à l'impact des plans d'eau sur les écoulements à l'étiage, étant attendu que ceux-ci vont intercepter tout ou partie des volumes ruisselés dès lors qu'ils ne surversent plus. Une autre hypothèse testée précédemment (hypothèse initiale) était de considérer que, pour tout plan d'eau connecté au milieu naturel, tout prélèvement estival dans celui-ci était compensé intégralement par un nouveau prélèvement. A l'échelle du territoire du SAGE (hors Louet), si l'on considère l'une ou l'autre des hypothèses, les volumes (et débits correspondants) en jeu sont les suivants pour le mois de juillet 2010 :

- ✓ **Hypothèse retenue** : 1,11 millions de m³, soit un débit de 730 l/s.
- ✓ **Hypothèse initiale** : 1,97 millions de m³, soit un débit de 410 l/s.
- ✓ Rappel du QMNA5 désinfluencé à « l'exutoire du territoire » : 535 l/s

Sur la base des chiffres affichés ci-dessus, la différence de volumes prélevés pour compenser les prélèvements liés aux plans d'eau (irrigation + évaporation) est de l'ordre de 320 l/s à l'échelle du territoire du SAGE pour un mois de prélèvement très fort (juillet 2010). Le choix de l'hypothèse retenue n'est donc pas anodin dans les résultats affichés, compte tenu de l'ordre de grandeur des débits « naturels » d'étiage. Il est certain que l'impact lié à la présence des plans d'eau sur le territoire soit compris entre les deux chiffres annoncés, mais à un niveau qu'il est difficile de définir sans réaliser

des analyses plus poussées, elles-mêmes étant dépendantes des données d'entrée disponibles. Le choix d'une hypothèse a priori minorante de l'impact des plans d'eau sur le territoire devra être prise en compte dans les hypothèses de détermination des débits d'objectif dans les phases suivantes.

2. Part de prélèvement au milieu naturel pour l'abreuvement du bétail : Dans le cadre de notre analyse, il a été retenu de considérer que 30% des besoins étaient satisfaits par le réseau AEP et 70% par des prélèvements directs au milieu, ceci de manière homogène sur le territoire d'étude. A l'échelle du territoire du SAGE (hors Louet), si l'on considère l'une ou l'autre des hypothèses, les volumes (et débits correspondants) en jeu sont les suivants pour le mois de juillet 2010 :

- ✓ Hypothèse retenue (70% prélevé au milieu naturel) : 192 000 m³, soit un débit de 72 l/s.
- ✓ Hypothèse alternative 1 (80% prélevé au milieu naturel) : 220 000 m³, soit un débit de 82 l/s.
- ✓ Rappel du QMNA5 désinfluencé à « l'exutoire du territoire » : 535 l/s

La sensibilité du ratio du volume nécessaire à l'abreuvement du bétail prélevé dans le milieu n'a a priori que peu d'influence sur les résultats globaux à l'échelle d'un territoire, un relèvement de 10 points de ce ratio n'entraînant qu'une variation de volume prélevé équivalent à 10l/s à l'échelle du territoire.

3. Part des pertes AEP retournant au milieu naturel à l'étiage : Il a été retenu de considérer comme retournant au milieu naturel 100% des pertes sur les réseaux AEP du 1er novembre au 31 mars et 50% des pertes sur les réseaux AEP du 1er avril au 31 octobre. Le choix de ce ratio de 50% en période estivale s'est fait de manière arbitraire : aussi, un test de sensibilité a été mené sur la valeur de celui-ci (30% et 70%). A l'échelle du territoire du SAGE (hors Louet), si l'on considère l'une ou l'autre des hypothèses, les volumes (et débits correspondants) en jeu sont les suivants pour le mois de juillet 2010 :

- ✓ Hypothèse retenue (50% retournant au milieu naturel) : 35 000 m³, soit un débit de 33l/s.
- ✓ Hypothèse alternative 1 (30% retournant au milieu naturel) : 21 000 m³, soit un débit de 20l/s.
- ✓ Hypothèse alternative 1 (70% retournant au milieu naturel) : 49 000m³, soit un débit de 47l/s.
- ✓ Rappel du QMNA5 désinfluencé à « l'exutoire du territoire » : 535 l/s

La sensibilité du ratio de pertes AEP retournant au milieu en période estivale n'a a priori que peu d'influence sur les résultats globaux à l'échelle d'un territoire, un relèvement ou une baisse de 20 points de ce ratio n'entraînant qu'une variation de volume rejeté équivalent à 15l/s à l'échelle du territoire.

4. Part des volumes issus de l'ANC retournant au milieu naturel à l'étiage : Il a été retenu de considérer comme retournant au milieu naturel 100% des volumes issus de l'ANC du 1er novembre au 31 mars et 50% des volumes issus de l'ANC du 1er avril au 31 octobre. Le choix de ce ratio de 50% en période estivale s'est fait de manière arbitraire : aussi, un test de sensibilité a été mené sur la valeur de celui-ci (30% et 70%). A l'échelle du territoire du SAGE (hors Louet), si l'on considère l'une ou l'autre des hypothèses, les volumes (et débits correspondants) en jeu sont les suivants pour le mois de juillet 2010 :

- ✓ Hypothèse retenue (50% retournant au milieu naturel) : 96 000 m³, soit un débit de 93 l/s.
- ✓ Hypothèse alternative 1 (30% retournant au milieu naturel) : 58 000 m³, soit un débit de 56 l/s.
- ✓ Hypothèse alternative 2 (70% retournant au milieu naturel) : 135 000 m³, soit un débit de 130 l/s.
- ✓ Rappel du QMNA5 désinfluencé à « l'exutoire du territoire » : 535 l/s

Le ratio de volumes rejetés par l'ANC retournant au milieu en période estivale est plus sensible que celui lié aux pertes AEP, notamment du fait des volumes en jeu. Il reste cependant relativement modeste comparé au débit d'étiage quinquennal calculé à l'échelle du territoire (moins de 10%).

En conclusion, si de nombreuses hypothèses ont été établies pour permettre la construction de chroniques de prélèvements/rejets robustes à l'échelle du territoire du SAGE, il apparaît à la lumière des tests de sensibilité présentés ci-dessus que seule l'hypothèse prise sur la période de remplissage des plans d'eau a une influence potentiellement très significative sur les calculs conduisant à déterminer l'hydrologie désinfluencée sur le territoire d'étude. Ces constatations devront être prises en compte pour le choix méthodologique conduisant à la détermination des débits d'objectif.

9

Conclusion

La présente étude vise à caractériser de manière quantitative la ressource en eau sur le territoire du Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) « Layon - Aubance ».

Les principales conclusions à retenir de cette phase sont les suivantes :

Analyse climatique

- ✓ Un gradient pluviométrique apparaît clairement sur la zone d'étude. L'ouest du bassin versant reçoit davantage de pluie que la partie est. La période juin-septembre est celle où les cumuls pluviométriques sont les moins importants. A l'inverse, la période octobre-janvier reçoit près de 50% du cumul précipité sur l'année.
- ✓ La pluviométrie annuelle moyenne sur la dernière décennie est à peu près égale à la pluviométrie annuelle moyenne sur l'ensemble de la période disponible. La période d'étude est donc représentative des conditions climatiques ayant prévalu sur les 60 dernières années.
- ✓ L'ETP a significativement augmenté depuis les années 1950, ce qui aboutit à remettre en cause le bilan hydrique tel qu'approché jusque dans les années 1980, et éventuellement les usages qui en découlent.

Hydrométrie

- ✓ Le territoire du SAGE « Layon Aubance » dispose de relativement peu d'informations permettant de caractériser le fonctionnement hydrologique du bassin versant et de quantifier l'état de la ressource. Actuellement, 5 stations hydrométriques sont en activité pour couvrir l'ensemble du chevelu hydrographique dense du bassin versant.
- ✓ Le Jeu et le Lys semblent plus sensibles aux étiages sévères avec des perturbations visibles de l'écoulement. Les principaux cours d'eau, Layon, Hyrôme et Aubance, sont globalement peu sujet à des perturbations visibles des écoulements. Ceci est principalement dû au fait qu'ils drainent des bassins versants importants. Elles sont également les exutoires de nombreux dispositifs d'assainissement qui constituent, notamment à l'étiage, un soutien d'étiage non négligeable.

Piézométrie

- ✓ Le territoire du SAGE « Layon Aubance » peut être partagé en 2 secteurs en ce qui concerne la ressource souterraine : nappe du socle dans une large partie ouest du bassin, et sables cénomanien à l'est du bassin versant. Le premier dispose de faibles ressources, peu propices aux prélèvements et n'alimentant que faiblement les cours d'eau. Le second dispose d'une ressource plus abondante, contribuant au soutien d'étiage des cours d'eau en période estivale. Dans la partie orientale du bassin versant (Aubance amont), la nappe des sables du Cénomani est captive, et de ce fait déconnectée du réseau hydrographique.
- ✓ Il existe peu de données disponibles pour caractériser ces ressources : aucune modélisation n'est disponible et les chroniques piézométriques sont peu denses et couvrent des périodes courtes : à ce titre, les éléments disponibles ne permettent pas de fournir des indicateurs robustes de gestion.

Usages

- ✓ L'ensemble des masses d'eau du territoire sont sollicitées, dans des proportions variables. Les prélèvements sont dédiés à l'AEP, l'irrigation et l'industrie.
- ✓ L'irrigation constitue la très grande majorité des volumes prélevés.
- ✓ Les masses d'eau les plus sollicitées sur l'ensemble de l'année (en volume prélevé par unité surfacique) sont l'Arcison, le Javoineau, et le Dreuilé. Les masses d'eau avec pression de prélèvement moyenne sont le Lys, l'Hyrôme et le Jeu. Enfin, celles avec des pressions de prélèvements plus faibles sont le Layon Aval, le Layon amont, l'Aubance et le Louet.
- ✓ Les restitutions au milieu naturel se font via les rejets des effluents domestiques et industriels et les pertes AEP. Les volumes de rejet sont variables d'une masse d'eau à l'autre. Le fait qu'une part importante des prélèvements soit réalisée en période hivernale ne permet pas de systématiser le delta prélèvement-rejet en fonction des saisons, celui-ci étant très variable selon les masses d'eau et les années.

Hydrologie désinfluencée

- ✓ L'objectif de la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée est de pouvoir disposer des débits désinfluencés des prélèvements et rejets au milieu au droit de différents points de référence du bassin versant. Une telle reconstitution permet d'estimer le régime hydrologique du bassin versant en l'absence d'action anthropique sur les milieux aquatiques de surface et souterrain.
- ✓ La seule masse d'eau pour laquelle une dégradation d'un point de vue quantitatif est observée entre hydrologie désinfluencée et influencée est celle de l'Armangé. Pour toutes les autres masses d'eau une amélioration d'un point de vue quantitatif est observée entre hydrologie désinfluencée et influencée.

L'ensemble des analyses réalisées en phase 1 de l'étude serviront à nourrir la réflexion pour la définition des débits d'objectif et des volumes prélevables pour les différentes masses d'eau dans les phases ultérieures de l'étude.

ANNEXE 1

HISTORIQUE DES ARRÊTÉS SÉCHERESSE

du SAGE « Layon Aubance »

SAFEGE Nanterre Unité Hydraulique Fluviale

ANNEXE 2

QUESTIONNAIRE AUX COMMUNES RELATIF AUX PLANS D'EAU SUR LEUR TERRITOIRE

Andrezé, le 11 mars 2013

Adresse

Objet : Enquête sur les plans d'eau du territoire du SAGE Evre – Thau – St Denis

Dossier suivi par : Raphaël Chaussis (animateur du SAGE)

Courriel : contact@evrethausaintdenis.fr

Monsieur le Délégué,

Le SAGE Evre-Thau-St Denis, en partenariat avec le SAGE Layon-Aubance, mène actuellement une étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau pour définir une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau des bassins versants. Votre commune a déjà été amenée à répondre à une enquête sur ses propres usages de l'eau, et nous vous en remercions vivement.

Parallèlement, l'inventaire complet des plans d'eau des deux SAGEs est en cours de finalisation. Près de 5 800 plans d'eau ont été listés. Pour un bon nombre de ces plans d'eau, il nous manque des données sur leurs usages et modes d'alimentation.

Nous cherchons actuellement à compléter ces informations en valorisant du mieux possible les connaissances des élus et acteurs locaux, c'est pourquoi nous sollicitons la contribution des délégués communaux des syndicats.

Pour cela, nous vous adressons ci-joint une enquête composée d'une ou plusieurs cartes de plans d'eau numérotés pour lesquels il nous manque des informations sur l'usage (pêche, baignade, agrément, irrigation, assainissement, autre), le mode d'alimentation (cours d'eau, source, ruissellement, pompage) et la connexion (sur cours d'eau ou fossé, en dérivation, déconnecté).

Les informations sont à renseigner dans le tableau joint à ce courrier.

Chaque ligne correspond à un plan d'eau dont vous voudrez bien reporter le numéro indiqué sur la carte.

Nous vous remercions de ne renseigner que les plans d'eau pour lesquels vous disposez des informations.

Par ailleurs, parmi ces plans d'eau, certains ont été sélectionnés au hasard pour constituer un échantillon représentatif. Ils feront peut-être l'objet d'une visite de terrain ultérieure. Pour ces plans d'eau, nous vous remercions de nous fournir les coordonnées du propriétaire/de l'exploitant afin que nous puissions les prévenir de cette visite.

Merci de nous faire parvenir votre réponse (par mail ou par courrier) d'ici le 30 mars 2013.

En vous remerciant vivement à l'avance de votre coopération,

Je vous prie d'accepter, Monsieur le Délégué, mes sincères salutations.

Jean-Robert GACHET,
Président de la Commission Locale de
l'Eau du SAGE Evre - Thau – St Denis

Martigné-Briand, le 11 mars 2013

Adresse

Objet : Enquête sur les plans d'eau du territoire du SAGE Layon Aubance

Dossier suivi par : B. Vitrai (animateur du SAGE)

Monsieur le Délégué,

Le SAGE Layon-Aubance, en partenariat avec le SAGE Evre-Thau-St Denis, mène actuellement une étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau pour définir une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau des bassins versants. Votre commune a déjà été amenée à répondre à une enquête sur ses propres usages de l'eau, et nous vous en remercions vivement.

Parallèlement, l'inventaire complet des plans d'eau des deux SAGES est en cours de finalisation. Près de 5 800 plans d'eau ont été listés. Pour un bon nombre de ces plans d'eau, il nous manque des données sur leurs usages et modes d'alimentation.

Nous cherchons actuellement à compléter ces informations en valorisant du mieux possible les connaissances des élus et acteurs locaux, c'est pourquoi nous sollicitons la contribution des délégués communaux des syndicats.

Pour cela, nous vous adressons ci-joint une enquête composée d'une ou plusieurs cartes de plans d'eau numérotés pour lesquels il nous manque des informations sur l'usage (pêche, baignade, agrément, irrigation, assainissement, autre), le mode d'alimentation (cours d'eau, source, ruissellement, pompage) et la connexion (sur cours d'eau ou fossé, en dérivation, déconnecté).

Les informations sont à renseigner dans le tableau joint à ce courrier.

Chaque ligne correspond à un plan d'eau dont vous voudrez bien reporter le numéro indiqué sur la carte.

Nous vous remercions de ne renseigner que les plans d'eau pour lesquels vous disposez des informations.

Par ailleurs, parmi ces plans d'eau, certains ont été sélectionnés au hasard pour constituer un échantillon représentatif. Ils feront peut-être l'objet d'une visite de terrain ultérieure. Pour ces plans d'eau, nous vous remercions de nous fournir les coordonnées du propriétaire/de l'exploitant afin que nous puissions les prévenir de cette visite.

Merci de nous faire parvenir votre réponse (par mail ou par courrier) d'ici le 30 mars 2013.

En vous remerciant vivement à l'avance de votre coopération,

Je vous prie d'accepter, Monsieur le Délégué, mes sincères salutations.

Dominique PERDRIEU
Président de la Commission Locale de
l'Eau du SAGE Layon Aubance

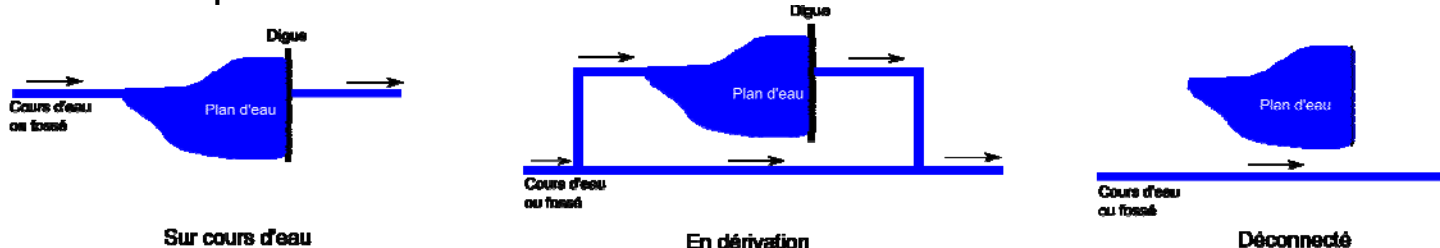
TABLEAU DE RENSEIGNEMENT DES PLANS D'EAU

*Mode d'alimentation : indiquer si le remplissage du plan d'eau se fait par cours d'eau, par source, par ruissellement, par pompage (indiquer l'origine du pompage si elle est connue – eau de surface ou eau souterraine),

** Connexion : indiquer si le plan d'eau est situé sur le tracé d'un cours d'eau ou fossé, en dérivation, ou déconnecté complètement (cf. schéma ci-dessous).

*** Usage : indiquer comment est utilisée l'eau du plan d'eau : pêche, baignade, agrément, irrigation, assainissement, autre.

Connexion du plan d'eau :

[illegible]

Cocher les cases correspondantes

[illegible]

TABLEAU DES PROPRIETAIRES ET DES EXPLOITANTS

[illegible]

ANNEXE 3

QUESTIONNAIRE AUX COMMUNES RELATIF AUX USAGES COMMUNAUX ET AUX FORAGES PRIVÉS

Commune de

Enquête sur les usages de l'eau sur les territoires des SAGE « Layon Aubance » et « Evre Thau Saint-Denis »

Enquête réalisée par les structures porteuses des deux SAGE (Syndicat Mixte du Bassin du Layon et Syndicat Mixte des Bassins Evre, Thau, Saint-Denis) pour l'étude de définition d'une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau des bassins versants

Personnes ayant rempli le questionnaire :

Nom et prénom	Fonction / organisme	Adresse	Téléphone / Email

Questionnaire à retourner au plus tard le **vendredi 21 décembre 2012** par courrier, fax ou Email à :

Spécifier le nom et les coordonnées du contact suivant le SAGE concerné

NB :

- Vous pouvez annexer au questionnaire tous les documents que vous jugerez utiles pour compléter vos réponses
- Ce questionnaire est confidentiel, et les données collectées ne seront utilisées que pour une analyse supra-communale.

I. Alimentation en Eau Potable :

1. Votre commune dispose-t-elle de la compétence pour la distribution de l'eau potable ?

Oui ☐
Non ☐

2. Si oui, êtes vous en mesure de fournir des informations quantitatives quant aux volumes mis en distribution/facturés et/ou au rendement moyen du réseau de votre commune ?

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Volume mis en distribution (m ³)														
Volume facturé (m ³)														
Rendement (%)														
Indice linéaire de pertes en réseau (l/km)														

3. Êtes-vous en mesure d'indiquer à partir de quel(s) captage(s) est réalisée l'alimentation en eau de votre commune, et la (les) structure(s) chargées de leur exploitation ?

Oui ☐
Non ☐

Si oui, préciser le(s) captage(s) et la (les) structure(s) gestionnaires :.....
.....

4. Si la distribution de l'eau potable sur la commune est déléguée à une structure fermière, pouvez vous nous indiquer son nom et nous fournir un contact dans l'entreprise ?

Entreprise :

Contact :

Nom : Prénom :
Email: Tel :

II. Assainissement :

1. Votre commune dispose-t-elle de la compétence assainissement ?

Non ☐
Assainissement non-collectif seul ☐
Assainissement collectif seul ☐
Assainissement collectif et non-collectif ☐

2. Si votre commune ne dispose pas de l'ensemble des compétences assainissement, pouvez vous nous préciser à qui en est déléguée la gestion, et éventuellement un contact au sein de cet entité ?

	Entité gestionnaire	Contact au sein de cette entité (Nom/Prénom/Téléphone)
Assainissement collectif		
Assainissement non-collectif		

3. L'assainissement est-il au moins en partie collectif sur votre commune ?

Oui ☐
Non ☐

Si oui, pouvez vous fournir un pourcentage (même grossier) de la population (ou du nombre de logements) raccordés au réseau d'assainissement par rapport à la population totale de la commune ?

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Taux de raccordement au réseau (%)														

4. A quelle(s) station(s) d'épuration (STEP) se raccorde le réseau d'assainissement de votre commune ?

	Nom de la station d'épuration	Entité gestionnaire
STEP 1		
STEP 2		

5. Si votre commune est gestionnaire de la station d'épuration à laquelle se raccorde votre réseau collectif, êtes vous en mesure de fournir des volumes journaliers, mensuels ou a minima annuels des volumes rejetés (ou entrant dans la station d'épuration) ?

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Volume annuel rejeté par la station d'épuration (m ³)														

Si vous disposez de données plus précises (pas de temps journalier ou mensuel), merci de nous les transmettre par email ou par courrier (cf. coordonnées du chargé de mission du SAGE en première page du questionnaire).

III. Usages de l'eau destinés à l'entretien des équipements et espaces verts communaux

1. Quelles sont les infrastructures sur le territoire communal qui nécessitent un arrosage régulier ?

Terrain de sport	☐	Nombre :
Espaces verts	☐	Superficie :
Autres	☐	A préciser :

2. Sur la période 1998-2011, pouvez-vous indiquer une estimation des volumes d'eau (en m³) consommés pour assurer l'arrosage des infrastructures et/ou espaces verts identifiés à la question n°1 ?

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Terrains de sport														
Espaces verts														
Autres														
Total														

3. D'où provient l'eau utilisée pour l'arrosage ? Si plusieurs sources sont utilisées, merci de préciser une estimation du pourcentage entre les différentes sources

<i>Source</i>		<i>Pourcentage</i>	<i>Usage principal</i>
Réseau d'eau potable	☐		
Cours d'eau Préciser le nom du cours d'eau :	☐		
Forage / source	☐		
Plan d'eau	☐		
Réutilisation des eaux pluviales	☐		
Réutilisation des eaux usées	☐		

4. Généralement, en période estivale, quelle est la fréquence d'arrosage des terrains de sport communaux ?

Journalière ☐
 Hebdomadaire ☐
 Mensuelle ☐
 Autre ☐ A préciser :

5. Généralement, en période estivale, quelle est la fréquence d'arrosage des espaces verts communaux ?

Journalière ☐
 Hebdomadaire ☐
 Mensuelle ☐
 Autre ☐ A préciser :

6. Sur la période 1998-2011, combien d'années avez vous dû cesser les arrosages des infrastructures et/ou espaces verts communaux du fait des restrictions de prélèvements prononcées par arrêté préfectoral ? (préciser les années si possible)

IV. Puits et forages privés à usage domestique soumis à déclaration

En complément des informations demandées sur les usages de l'eau destinés à l'entretien des équipements et espaces verts communaux, les deux questions suivantes concernent les inventaires communaux des puits et forages privés à usage domestiques soumis à déclaration.

1. Possédez-vous un inventaire des puits et forages privés à usage domestique sur le territoire de votre commune ?

Oui ☐
 Non ☐

2. Si oui, pouvez-vous indiquer :

Le nombre de puits/forages privés ayant fait l'objet d'une déclaration sur votre commune	
Le nombre de puits/forages privés destinés à l'alimentation en eau potable sur votre commune	

Si vous disposez de données plus précises (inventaire en format informatique, informations relatives aux volumes déclarés,...), merci de nous les transmettre par email ou par courrier (cf. coordonnées du chargé de mission du SAGE en première page du questionnaire).

3. En l'absence d'inventaire (ou si celui-ci est incomplet), êtes vous en mesure d'estimer le nombre total de puits/forages privés sur votre commune ?

4. Sur la base de l'inventaire des ouvrages privés et/ou de votre connaissance de la commune, à quels usages est dévolue prioritairement l'eau prélevée par les ouvrages particuliers ?

		Nombre d'ouvrages concernés (estimation)
Plutôt à l'alimentation en eau potable	☐	
Plutôt à l'arrosage des jardins	☐	
Plutôt au remplissage des piscines et étangs à usage récréatif	☐	
Plutôt à l'abreuvement du bétail	☐	
A d'autres usages (Précisez :.....)	☐	

V. Autres

1. Avez-vous connaissance de personnes ressources sur votre commune qui effectuent des suivis pérennes et réguliers de l'état de la ressource en eau (niveaux d'eau en rivière ou niveaux d'eau dans les puits) ?

Oui ☐
Non ☐

2. Si oui, pouvez-vous nous fournir leurs coordonnées ?

Contact 1 :

Nom/Prénom :.....
Adresse :.....
Email:.....Tel.....

Contact 2 :

Nom/Prénom :.....
Adresse :.....
Email:.....Tel.....

Fin du questionnaire. Merci pour votre collaboration

ANNEXE 4

FICHE TECHNIQUE SUR LES EXIGENCES EN EAU DU BÉTAIL



LES EXIGENCES EN EAU DU BÉTAIL

D. Ward et K. McKague

(En remplacement de la fiche du MAAARO n° 89-037, qui porte le même titre)

Fiche technique imprimée en novembre 2007

Puisque l'eau représente 80 % du volume du sang et qu'elle est essentielle aux fonctions de l'organisme telles que le maintien de la température interne, la digestion, l'élimination des déchets et l'absorption des nutriments, il est primordial que le bétail puisse s'en procurer suffisamment. Une bonne connaissance des besoins quotidiens en eau du bétail est donc nécessaire pour concevoir tout système d'approvisionnement en eau.

Les besoins quotidiens en eau du bétail varient de manière importante selon les espèces animales. Le poids et le stade de croissance de l'animal influent beaucoup aussi sur les quantités d'eau que ce dernier boit chaque jour. De plus, les conditions environnementales et les pratiques d'élevage peuvent aussi avoir un effet sur les taux de consommation d'eau. La température de l'air, l'humidité relative ainsi que les efforts fournis par l'animal ou son niveau de production en sont des exemples. La qualité de l'eau, notamment en ce qui a trait à sa température, à la salinité et à la présence d'impuretés qui en affectent le goût et l'odeur, influe également sur les taux de consommation. La teneur en eau du régime alimentaire de l'animal agit aussi sur ses habitudes de consommation d'eau. Ainsi, la quantité d'eau dont un animal a besoin diminue lorsque la teneur en eau de ses aliments est relativement élevée.

Étant donné que les besoins en eau varient selon l'espèce animale, l'exploitation agricole et les pratiques d'élevage, bon nombre de producteurs choisissent d'installer des compteurs d'eau afin de connaître les quantités exactes qui sont ingérées. Lorsque des médicaments sont administrés par le système de distribution d'eau, le compteur permet aussi de s'assurer de l'exactitude des doses.

BOVINS LAITIERS

Comme le lait contient environ 87 % d'eau, il est extrêmement important que les vaches laitières consomment suffisamment d'eau. Ces dernières peuvent habituellement s'abreuver à volonté en tout temps. Les besoins en eau des vaches en lactation sont étroitement liés à leur production de lait, à la teneur en eau des aliments qu'elles

consomment ainsi qu'à divers facteurs environnementaux, tels que la température et l'humidité de l'air. Chez la vache, les périodes de consommation maximale d'eau et d'aliments coïncident généralement.

Le tableau 1 présente la consommation d'eau des bovins laitiers en fonction de leurs principaux stades de croissance ainsi que l'estimation des quantités d'eau ingérées par une vache laitière selon son niveau de production.

Tableau 1. Consommation journalière d'eau par les bovins laitiers ^{(1), (2)}

Type de bovin laitier	Production de lait (kg/jour)	Quantité d'eau requise ^a (L/jour)	Consommation d'eau moyenne ^b (L/jour)
Veau laitier (1–4 mois)	—	4,9–13,2	9
Génisse laitière (5–24 mois)	—	14,4–36,3	25
Vache en lactation ^c	13,6 22,7 36,3 45,5	68–83 87–102 114–136 132–155	115
Vache tarie ^d	—	34–49	41

^a Selon l'environnement et les pratiques d'élevage.

^b Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

^c En 2006, la production moyenne de lait d'une vache laitière de race Holstein en Ontario était de 33 kg/jour.

^d Environ 15 % des vaches laitières en âge de produire du lait dans des fermes laitières peuvent être considérées comme étant taries.

BOVINS DE BOUCHERIE

La consommation d'eau par les bovins de boucherie a fait l'objet de quelques études sérieuses. Selon certaines de ces études, les besoins en eau des bovins de boucherie dépendent étroitement du fait que les vaches sont en lactation ou non, ainsi que de la teneur en humidité de leur

ration et de facteurs environnementaux, tels que la température et l'humidité relative de l'air.

Des essais sur le terrain ont démontré que les gains de poids des bovins au pâturage sont plus élevés lorsque les animaux sont en mesure de s'abreuver dans le pâturage, même lorsque leur régime alimentaire leur apporte beaucoup d'eau.

Le tableau 2 indique les besoins moyens quotidiens en eau des bovins de boucherie.

Tableau 2. Consommation journalière d'eau par les bovins de boucherie ⁽³⁾

Type de bovin de boucherie	Poids (kg)	Quantité d'eau requise ^a (L/jour)	Consommation d'eau moyenne ^b (L/jour)
Bovin d'engraissement : semi-finition	181–364 (400–800 lb)	15–40	25
Bovin d'engraissement : finition	364–636 (800–1400 lb)	27–55	41
Vache laitière et son veau	—	43–67	55
Vache tarie, génisse pleine, taureau	—	22–54	38

^a Selon l'environnement et les pratiques d'élevage.

^b Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

PORCS

Les besoins en eau des porcs varient selon le type de logement, le stade de croissance et la méthode d'alimentation. Le tableau 3 donne les consommations d'eau des porcs en fonction de leur poids et de leur maturité.

Tableau 3. Consommation journalière d'eau par les porcs ⁽⁴⁾

Type de porc	Poids (kg)	Quantité d'eau requise ^a (L/jour)	Consommation d'eau moyenne ^b (L/jour)
Porcelet sevré	7–22	1,0–3,2	2,0
Porc à l'engrais	23–36	3,2–4,5	4,5
	36–70	4,5–7,3	
	70–110	7,3–10	9
Truie gestante, verrat	—	13,6–17,2	15
Truie allaitante ^c	—	18,1–22,7	20

^a Selon l'environnement et les pratiques d'élevage.

^b Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

^c Y compris les porcelets non sevrés.

Les systèmes de production sur trois sites et la conduite en bandes (tout-plein/tout-vide) ont modifié les profils d'utilisation de l'eau et les quantités requises en période de pointe dans les porcheries d'engraissement. Les porcs à l'engrais sont souvent regroupés en fonction de leur âge, dans des enclos distincts ou dans toute la porcherie. Ils y demeurent jusqu'à ce que la plupart des animaux atteignent le poids voulu, puis l'enclos ou la porcherie est vidé avant l'arrivée d'un nouveau lot.

Exemple : 500 porcs de 23 kg (50 lb), au début du stade d'engraissement, boivent chacun 4,5 L/jour d'eau. À la fin de cette période, les exigences en eau de chacun de ces 500 porcs, qui pèseront alors 100 kg (220 lb), auront doublé pour atteindre 9 L/jour. Le système d'approvisionnement en eau des porcs doit donc être conçu pour répondre aux besoins les plus élevés.

L'utilisation de trémies-abreuvoirs et de systèmes d'alimentation liquide a réduit les quantités d'eau requises en raison de la teneur en eau plus élevée de la ration et de la diminution du gaspillage. Les spécialistes en systèmes d'alimentation des porcs ont estimé que, avant 1990, environ 50 % de l'eau fournie quotidiennement à chaque enclos de porcs était gaspillée en raison de débordements. De nos jours, les systèmes d'alimentation sont plus efficaces et les pertes ont été considérablement réduites. Les producteurs ont également remplacé par des bols les abreuvoirs à tétines utilisés couramment dans les enclos.

CHEVAUX

Les chevaux consomment habituellement de 2–3 L d'eau par kilogramme d'aliments secs. Ils boivent davantage par temps chaud et lorsqu'ils travaillent. Voir le tableau 4.

Tableau 4. Consommation journalière d'eau par les chevaux ^{(5), (6)}

Taille (poids)	Quantité d'eau requise ^a (L/jour)	Consommation d'eau moyenne ^b (L/jour)
Petite (500 lb)	13–20	16,5
Moyenne (1000 lb)	26–39	32,5
Grande (1500 lb)	39–59	49

^a Selon l'environnement et les pratiques d'élevage.

^b Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

OVINS

Les moutons au pâturage, surtout durant les saisons fraîches, n'ont pas besoin de beaucoup plus d'eau que ce qui leur est fourni par les fourrages. Ils boivent davantage par temps chaud et sec. Le tableau 5 fournit une estimation des quantités d'eau consommées quotidiennement par différents types d'ovins.

Tableau 5. Consommation journalière d'eau par les ovins ⁽⁷⁾

Type d'animal	Poids (kg)	Quantité d'eau requise ^a (L/jour)	Consommation d'eau moyenne ^b (L/jour)
Agneau à l'engraissement	27–50	3,6–5,2	4,4
Brebis gestante ou bélier – de boucherie	80	4,0–6,5	5,25
Brebis de boucherie allaitante et agnelets non sevrés	80+	9,0–10,5	10
Brebis gestante ou bélier – de race laitière	90	4,4–7,1	5,75
Brebis laitière en lactation	90	9,4–11,4	10,4

^a Selon l'environnement et les pratiques d'élevage.

^b Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

POULETS ET PONDEUSES

Les besoins alimentaires des volailles, en période de croissance, sont directement fonction de leur poids. Leurs besoins en eau sont liés à leur consommation d'aliments et à la température de l'air. Plus de la moitié de la consommation d'eau des volailles provient de leur alimentation. Les abreuvoirs automatiques permettent aux volailles d'avoir libre accès à l'eau en tout temps.

Lorsque la température de l'air dépasse 30 °C (87 °F), la consommation d'eau normale des volailles peut augmenter de 50 %. Les volailles sont incapables de transpirer pour ajuster leur température corporelle. C'est l'augmentation du rythme respiratoire (polypnée) qui leur permet d'évacuer le surplus de chaleur de leur organisme. Les importantes quantités d'humidité libérées doivent être remplacées pour que les volailles ne se déshydratent pas. Le tableau 6 présente une estimation de la consommation journalière d'eau par 1000 poulets à griller, à différents stades de production. Ce tableau montre aussi l'effet de la température de l'air sur la consommation d'eau des volailles. Utiliser le tableau 6 pour la conception des systèmes d'approvisionnement en eau pour les volailles. Le tableau 7 présente la variation de la consommation d'eau des volailles selon les saisons. On peut l'utiliser pour estimer les besoins moyens annuels en eau des poulets à griller.

Tableau 6. Consommation d'eau journalière par les poulets à griller ⁽⁸⁾

Âge des poulets à griller (semaines)	Besoins en eau (L/1000 oiseaux/jour)	
	21 °C	32 °C
1–4	50–260	50–415
5–8	345–470	550–770

Tableau 7. Consommation saisonnière d'eau par poulets à griller ⁽⁸⁾

Saison	Consommation d'eau moyenne ^a (L/1000 oiseaux/jour)
Hiver, automne, printemps	280
Été	450

^a Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

Le tableau 8 présente une estimation de consommation journalière d'eau par d'autres types courants de volaille. Dans ces cas également, les températures ont un effet important sur la consommation normale d'eau. Les niveaux de production d'œufs ont aussi un effet sur la consommation d'eau des pondeuses. On estime que les pondeuses boivent environ 4 L d'eau par douzaine d'œufs produite.

Tableau 8. Consommation d'eau par des volailles autres que des poulets à griller ⁽⁹⁾

Type de volaille	Poids (kg)	Quantité d'eau requise ^a (L/1000 oiseaux/jour)	Consommation d'eau moyenne ^b (L/jour)
Pondeuses	1,6–1,9	180–320	250
Poulettes	0,05–1,5	30–180	105
Reproducteurs de poulets à griller	3,0–3,5	180–320	250

^a Selon l'environnement et les pratiques d'élevage.

^b Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

La plupart des éleveurs de volailles utilisent depuis longtemps des abreuvoirs en forme de cloche (auges circulaires munies d'un réservoir) fonctionnant par gravité et raccordés à une ligne d'eau. Grâce à de récentes percées dans le domaine du matériel d'abreuvement des volailles, on utilise des tétines qui, lorsqu'elles sont bien installées, améliorent la propreté des abreuvoirs et réduisent les débordements d'eau. Dans le cas des oiseaux élevés en cage, comme les pondeuses, on utilise depuis peu des abreuvoirs siphoniques ou des auges placées sous les abreuvoirs à tétines qui permettent de réduire le gaspillage d'eau.

DINDONS

Les besoins en eau des dindons sont indiqués aux tableaux 9 et 10. Utiliser les données du tableau 9 pour déterminer la capacité du système d'approvisionnement en eau et celles du tableau 10 pour estimer la consommation annuelle moyenne du troupeau. Comme chez les autres animaux, la consommation d'eau est étroitement liée au poids corporel et à la température de l'air ambiant. L'âge des dindons dépend grandement des conditions du marché. De façon générale, cependant, les dindons de chair se répartissent selon les groupes d'âge suivants :

- dindons à griller femelles — jusqu'à 11 semaines
- dindons lourds femelles — jusqu'à 16 semaines
- dindons lourds mâles — jusqu'à 20 semaines

La consommation en eau des femelles de reproduction élevées pour la production d'œufs est semblable à celles des dindons lourds femelles de 16 semaines.

Tableau 9. Consommation d'eau par les dindons en fonction de l'âge ⁽¹⁰⁾

Âge des dindons (semaines)	Quantité d'eau requise ^a (L/1000 oiseaux/jour)	
	10–21 °C	27–35 °C
1–7	38–327	38–448
8–14	403–737	508–1063
15–21	747–795	1077–1139

^a Incluant les pertes dues au gaspillage (habituellement 2 % ou moins de la consommation totale).

Tableau 10. Consommation d'eau selon le type de dindons

Type de dindons	Consommation d'eau moyenne ^a (L/1000 oiseaux/jour)	
	Aut./hiver/print.	Été
Dindons à griller	296	402
Dindons lourds femelles	431	600
Dindons lourds mâles	513	723

^a Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

LAPINS, VISIONS ET AUTRES ANIMAUX D'ÉLEVAGE NON TRADITIONNELS

On trouve moins d'observations et de données publiées sur les élevages non traditionnels. Les moyennes présentées au tableau 11 sont d'ordre général et sont basées sur des estimations fournies par des producteurs et des conseillers agricoles qui travaillent auprès de ces espèces animales. Comme pour les autres animaux d'élevage, les principaux facteurs qui influent sur la consommation d'eau sont vraisemblablement la prise alimentaire, la composition des aliments, la température ambiante, le poids de l'animal et l'intensité de son activité physique.

Dans le cas des lapins, c'est la température ambiante qui a le plus d'effet sur leur consommation d'eau. L'été, par temps chaud (30 °C), les lapins boivent jusqu'au double des quantités qu'ils consomment lorsque les températures sont plus fraîches (10 °C). Les lapins dont les régimes alimentaires sont riches en fibres ou en protéines boivent généralement de plus grandes quantités d'eau que ceux dont les rations sont faibles en fibres ou en protéines. Les régimes à forte teneur en fibres entraînent l'augmentation des besoins en eau de l'animal afin que les aliments soient suffisamment humectés et qu'il y ait assez de liquide dans le tube digestif. Les rations riches en protéines augmentent aussi ces besoins, car l'azote provenant du surplus de protéines est excrété dans l'urine sous forme

d'urée. Les reins ont une capacité limitée à retenir les sous-produits d'excrétion dans l'urine; par conséquent, plus l'excrétion de l'urée par l'animal est importante, plus la quantité d'eau dans l'urine est élevée.

Des facteurs similaires exercent un effet sur les exigences en eau des visons. Les rations données aux visons sont généralement sous forme humide (65–75 % d'eau), et fournissent 80–85 % de leurs besoins quotidiens en eau. Le reste des quantités requises provient de l'eau d'abreuvement.

Tableau 11. Consommation d'eau par les animaux d'élevage non traditionnels ^{(11), (12)}

Espèce animale	Poids (kg)	Estimation de la consommation moyenne d'eau ^a (L/jour)
Lapin		
• lapine gestante	4,5 kg	0,35
• lapine avec portée, avant le sevrage	8,5 kg ^b	1,02
• lapin à frire de 6 semaines	1,0 kg	0,30
• lapin à frire de 12 semaines	2,3 kg	0,64
Vison reproducteur		
• mâle	3,0 kg	0,39
• femelle	1,5 kg	0,29
Vison en croissance		
• mâle	2,0 kg	0,26
• femelle	1,0 kg	0,19

^a Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

^b Poids total : 4,5 kg pour la lapine et 8 lapereaux de 0,5 kg.

QUALITÉ DE L'EAU

Il est vrai que cette fiche technique s'attarde surtout aux quantités d'eau consommée par les animaux d'élevage, mais il n'en demeure pas moins important de tenir compte de la qualité de l'eau car elle peut avoir un effet sur le volume d'eau ingéré. Des odeurs nauséabondes ou un mauvais goût peuvent freiner la consommation d'eau. Une piètre qualité d'eau, selon la cause, peut affecter la santé du troupeau ainsi qu'entraîner la mortalité et des pertes économiques.

Vérifier la qualité de l'eau à sa source ainsi qu'au point d'abreuvement. La contamination des abreuvoirs par la poussière, les résidus d'aliments et les matières fécales peut favoriser la formation d'un dépôt visqueux à la surface de l'eau. Les micro-organismes qui causent ce dépôt finissent par mourir et se décomposer, ce qui dégage une odeur ou un goût désagréable.

Habituellement, les volailles sont plus sensibles au goût et à la teneur en minéraux de l'eau potable que les autres animaux d'élevage. On utilise d'ailleurs de plus en plus des systèmes de traitement de l'eau dans les poulaillers.

Ces traitements visent normalement à contrer les nombreux problèmes associés à la présence de fer et de minéraux dans l'eau. Ces traitements éliminent les bactéries ainsi que les dépôts visqueux qui s'accumulent dans les lignes d'eau et sur les abreuvoirs. Si on ajoute du chlore au cours du traitement, les résidus de chlore dans le système d'approvisionnement doivent se situer entre 3 et 5 parties par million.

La tolérance aux minéraux (sels totaux) dans l'eau potable varie selon les espèces animales. Les volailles y sont le plus sensibles, suivies des porcs et des ruminants. Une teneur en sels solubles totaux de moins de 1000 mg/L est généralement

considérée comme faible et convient à tous les genres d'animaux d'élevage⁽¹³⁾. Des teneurs en sels qui se situent entre 1000 et 3000 mg/L sont acceptables pour toutes les espèces d'animaux d'élevage, mais ces niveaux peuvent causer des déjections liquides chez les volailles ou de la diarrhée chez le bétail qui n'est pas habitué à de telles teneurs en sels. Toute concentration de sel supérieure à 3000 mg/L est déconseillée pour les volailles; elle peut aussi entraîner le refus de s'abreuver chez les autres animaux d'élevage⁽¹³⁾. Par ailleurs, des concentrations de sels dépassant 5000 mg/L sont déconseillées pour les animaux en lactation. Éviter les concentrations de sels supérieures à 7000 mg/L pour tout genre d'animaux d'élevage.

RÉFÉRENCES

- ¹ ADAMS, R.S. *et coll.* Calculating drinking water intake for lactating cows, dans *Dairy reference manual* (NRAES-63), Ithaca, N.Y. : Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1995.
- ² McFARLAND, D.F. Watering dairy cattle, dans *Dairy feeding systems management, components and nutrients* (NRAES-116), Ithaca, N.Y. : Natural Resources, Agriculture and Engineering Services, 1998.
- ³ Adaptation de The nutritional requirements of beef cattle, 7^e édition révisée, Washington, D.C., mise à jour 2000 du National Research Council. 4
- ⁴ FROESE, C. et SMALL, D. Water consumption and waste production during different production stages in hog operations, St. Andrews, Manitoba : Manitoba Livestock Manure Management Initiative, 2001.
- ⁵ Adaptation de Nutrient requirements of horses, 5^e édition, Washington, D.C. : National Research Council, 1989.
- ⁶ GROENENDYK, S. *et coll.* External balance of water and electrolytes in the horse, dans *Equine Vet* 1988; J.20:189-93.
- ⁷ Adaptation de Nutrient requirements of sheep, 6^e édition, Washington, D.C. : National Research Council, 1985.
- ⁸ NORTH, MACK O., BELL, DONALD D. Commercial chicken production manual, 4^e édition, New York, N.Y. : Van Nostrand Reinhold, 1990.
- ⁹ Adaptation de Nutrient requirements of poultry, 9^e édition, Washington, D.C. : National Research Council, 1994.
- ¹⁰ Adaptation de Hybrid turkeys: producer guide, Kitchener, Ont., dans *Hybrid Turkeys*, 2006.
- ¹¹ Adaptation du Guide lapin, Québec, Qué., Conseil des productions animales du Québec Inc., 1998.
- ¹² JOERGENSEN, G. Mink production.Hilleroed, dans *Denmark : Scientur*, 1985.
- ¹³ National Academy of Sciences/National Academy of Engineering, Water quality criteria, Washington, D.C., 1973.

Cette fiche technique a été rédigée par Daniel Ward, ingénieur, équipement et structures pour volaille et autres animaux, et Kevin McKague, ingénieur, qualité de l'eau. Elle a été révisée par Harold House, ingénieur, équipement et structures pour bovins, Robert Chambers, ingénieur, équipement et structures pour porcs et moutons, Jim Myslik, ingénieur, gestion de l'eau, Brian Tapscott, spécialiste des élevages non traditionnels, Al Dam, spécialiste de l'aviculture, et Christoph Wand, spécialiste de la nutrition des bovins de boucherie, des moutons et des chèvres.

Centre d'information agricole
1 877 424-1300
ag.info.omafra@ontario.ca

www.ontario.ca/maaaro

POD
ISSN 1198-7138
Also available in English
(Order No. 07-023)

