

Version 1.3

05/08/2013







Étude sur la gestion quantitative de la ressource en eau sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

Rapport de phase 1



SIÈGE SOCIAL PARC DE L'ILE - 15/27 RUE DU PORT 92022 NANTERRE CEDEX Unité Hydraulique Fluviale

TABLE DES MATIÈRES

1 Pré	éambule		1
1.1	Conte	xte de l'étude	1
1.2	Object	ifs de l'étude	2
2 An	alyse hy	dro-climatique	3
2.1	Conte	xte général	3
2.2	Donné	es 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	Donné	es 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 e	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 Ca	ractérisa	ation de la ressource en eau sur le territoire d'étude	19
3.1	Résea	u hydrographique	19
	3.1.1	Cours d'eau	19
	3.1.2	Découpage en masses d'eau	19
3.2	Suivi h	ydrométrique	24
	3.2.1	Stations hydrométriques	24
	3.2.2	Débits caractéristiques	26
		3.2.2.1 Cycle hydrologique	
		3.2.2.2 Débits d'étjage	27

		3.2.2.3 Débits de crues	31
3.3	Suivi p	iézométrique	32
	3.3.1	Rappel sur la géologie et l'hydrogéologie du secteur	32
	3.3.2	Analyse des chroniques disponibles	34
3.4	Suivi d	les écoulements en rivière	
	3.4.1	Principe des réseaux de suivi des écoulements	37
	3.4.2	Stations de suivi des écoulements sur la zone d'étude	
3.5	_	sitif de gestion de l'étiage	
3.3	3.5.1	Cadre général	
	3.5.2	Zone d'application et valeurs seuils	
	3.5.3	Historique des arrêtés sécheresse	44
4 Bila	an des u	sages	46
4.1	Invent	aire des prélèvements	46
	4.1.1	Analyse par type de prélèvements	46
		4.1.1.1 Plans d'eau	46
		4.1.1.2 Pompages en cours d'eau	59
		4.1.1.3 Forages & puits	62
		4.1.1.4 Cas particulier des puits et forages particuliers	64
	4.1.2	Analyse par usage	68
		4.1.2.1 Alimentation en eau potable	68
		4.1.2.2 Agriculture	
		4.1.2.3 Activité industrielle	82
4.2	Bilan c	les restitutions au milieu naturel	86
	4.2.1	Perte des réseaux AEP	86
		4.2.1.1 Volumes de pertes des réseaux AEP	86
		4.2.1.2 Prise en compte des pertes AEP et méthode de décomposition	88
	4.2.2	Retour d'eau d'irrigation	89
	4.2.3	Rejets domestiques	89
		4.2.3.1 Structures compétentes	89
		4.2.3.2 Les stations d'épuration	90
		4.2.3.3 Les volumes de rejets	93
		4.2.3.4 Cas particulier des STEP faisant l'objet d'une réutilisation des eaux p	-
		4.2.3.5 Cas particulier de l'assainissement non collectif	
		4.2.3.6 Méthode de décomposition	
	4.2.4	Rejets industriels	
4.3	Schém	ra synthétique du bilan hydrique sur le territoire du SAGE	

5 Bila	ıns des ı	usages par masse d'eau	99	
5.1	FRGR0	533 : Evre Amont	100	
5.2	FRGR0	534 : Evre Aval	102	
5.3	FRGR0	535 : Beuvron	104	
5.4	FRGR2	120 : Avresne	106	
5.5	FRGR2	148 : Abriard	108	
5.6	FRGR2	176 : Pont Laurent	110	
5.7	FRGR2	179 : Trezenne	112	
5.8	FRGR2	193 : Moulin Moreau	114	
5.9	FRGR2	216 : Thau	116	
5.10	FRGR2	203 : Les Moulins	118	
5.11	Synthè	se à l'échelle du SAGE	120	
6 Usa	ge de l'	eau sur le bassin versant : Synthèse et critique	121	
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
		de l'hydrologie désinfluencée		
7.1	•	ifs et principes		
7.2	Métho	Méthodologie		
	7.2.1	Concept MIKE BASIN	123	
	7.2.2	Modélisation hydrologique	124	
	7.2.3	Données d'entrée du modèle	125	
		7.2.3.1 Bassin versant considéré		
		7.2.3.2 Données hydrométriques		
		7.2.3.3 Données pluviométrique		
		7.2.3.4 Données d'évapotranspiration potentielle		
		7.2.3.5 Données sur les prélèvements et les rejets		
		7.2.3.6 Paramètres des modèles		
7.3	_	du modèle hydrologique		
	7.3.1	Principe du calage	129	
	7.3.2	Résultats du calage	130	
		7.3.2.1 Beuvron à Andrezé	130	
		7.3.2.2 Evre à Beaupréau	131	
		7.3.2.3 Evre à la Chapelle-Saint-Florent	132	
	7.3.3	Critiques relatives au calage du modèle	133	
7.4	Résulta	ats de l'hydrologie désinfluencée	134	
	7.4.1	Méthodologie	134	
	7.4.2	Présentation des résultats par sous-bassin	134	

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

9 Conclusion			150
8 Réflexion sur la sensibilité des hypothèses retenues sur les prélèvements			147
	7.4.3	Synthèse des résultats	145
		7.4.2.10 FRGR2203 : Les Moulins	144
		7.4.2.9 FRGR2216 : Thau	143
		7.4.2.8 FRGR2193 : Moulin Moreau	142
		7.4.2.7 FRGR2179 : Trezenne	141
		7.4.2.6 FRGR2176 : Pont Laurent	140
		7.4.2.5 FRGR2148 : Abriard	139
		7.4.2.4 FRGR2120 : Avresne	138
		7.4.2.3 FRGR0535 : Beuvron	137
		7.4.2.2 FRGR0534 : Evre Aval	136
		7.4.2.1 FRGR0533 : Evre Amont	135

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 2-1 :	Données AURELHY Météo France4
-	paraison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station Mauges7
Figure 2-3 : Com de Chemillé	paraison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station7
-	paraison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station Layon8
Figure 2-5 : Préci	pitations annuelles enregistrées aux cinq stations pluviométriques (mm)9
Figure 2-6 :	Précipitations mensuelles moyennes sur la période 2000 – 201010
Figure 2-7 : Com Beaucouzé	paraison des cumuls d'ETP annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de
Figure 2-8 : Chemillé sur la p	ETP mensuelle moyenne à Beaucouzé et pluviométrie mensuelle moyenne à ériode 2000 – 201013
Figure 2-9 : Réca	pitulatif des caractéristiques des différents scénarios15
-	onique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle our le scénario d'évolution climatique A216
•	onique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat d'évolution climatique A217
Figure 3-1 :	Masses d'eau superficielles21
Figure 3-2 :	Masses d'eau souterraines23
Figure 3-3 :	Localisation des stations hydrométriques sur le territoire du SAGE25
Figure 3-4:	Courbes des débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques26

Figure 3-5 : hydrométriques	Evolution du module en fonction de la surface du bassin versant des s		
~	ion du QMNA et des QMNA5 sur la chronique disponible à la station de rent		la
Figure 3-7 : Évolut Andrezé	ion du QMNA et des QMNA5 sur la chronique disponible à la station du		ı à
Figure 3-8 : Extrait	de la carte géologique du secteur d'étude (source : Geoportail)	.33	
Figure 3-9 : Suivi p	iézométrique et hydrométrique sur le bassin du SAGE Evre-Thau-Saint	Denis 3	34
Figure 3-10 : Chroi Florent	niques piézométrique à Saint-Pierre-Montlimart et hydrométrique de l		aint
Figure 3-11 : Analy	rses d'autocorrélation sur les débits journaliers du bassin versant	.36	
Figure 3-12 : Nivea	au piézométrique décadaire d'étiage à Saint-Pierre-Montlimart	.37	
Figure 3-13 :	Localisation des stations des réseaux RDOE/ROCA	.40	
Figure 4-1 :	Localisation des plans d'eau	.49	
Figure 4-2 :	Répartition des plans d'eau selon leur superficie	.50	
Figure 4-3 :	Répartition des plans d'eau selon leur volume	.51	
Figure 4-4 :	Répartition des usages des plans d'eau	.52	
Figure 4-5 :	Pertes par évaporation des plans d'eau (m³/décade)	.53	
Figure 4-7 : Volum	es déclarés prélevés en plans d'eau pour l'usage irrigation (source : AE	LB)58	
Figure 4-6 :	Carte des pompages directs en cours d'eau	.60	
Figure 4-7 :	Prélèvements directs en cours d'eau par masse d'eau	.61	
Figure 4-8 :	Prélèvements directs en cours d'eau par usage	.61	
Figure 4-9 :	Prélèvements d'eau par forage (source : AELB)	.63	
Figure 4-10 :	Répartition des prélèvements par usage	.64	
Figure 4-11 : Synth	nèse des retours questionnaires par commune sur les territoires des 2 s	SAGE 6	57
Figure 4-12 :	Consommation AEP sur le territoire communal du SAGE « Evre Thau S		is »
Figure 4-13 :	Répartition des cultures en 2010	.71	

Figure 4-14 :	Évolution des surfaces cultivées entre 2000 et 201072		
Figure 4-15 :	Localisation des prélèvements dédiés à l'irrigation74		
Figure 4-16:	Prélèvements agricoles annuels (m³/an)75		
Figure 4-17 :	Répartition des prélèvements agricoles par masses d'eau77		
Figure 4-18:	Comparaison des prélèvements et des besoins pour l'irrigation79		
Figure 4-19 : Denis »	Localisation des prélèvements industriels sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint		
Figure 4-20 :	Prélèvements industriels sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis » 84		
Figure 4-21 :	Répartition des prélèvements industriels par masse d'eau85		
Figure 4-22 :	Pertes annuels des réseaux AEP de 1998 à 201187		
Figure 4-23 :	Pertes des réseaux AEP par masse d'eau (milliers m³/an)88		
Figure 4-24 :	Localisation des stations d'épuration91		
Figure 4-25 :	Proportion des stations d'épuration en fonction de leur capacité nominale 92		
Figure 4-26 : Schér	ma récapitulatif du bilan hydrique sur le territoire du SAGE en 201097		
Figure 5-1 : Chroni	que des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Evre Amont »100		
Figure 5-2 : Chroni	que des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Evre Amont »100		
Figure 5-3 : Localis « Evre Amont »	ration des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau101		
Figure 5-4 : Chroni	que des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Evre Aval » .102		
Figure 5-5 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Evre Aval » . 102			
Figure 5-6 : Localis « Evre Aval »	ration des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau103		
Figure 5-7 : Chroni	que des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Beuvron »104		
Figure 5-8 : Chroni	que des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Beuvron »104		
Figure 5-9 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Beuvron »			
Figure 5-10 : Chroi	nique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Avresne » . 106		

Figure 5-11 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Avresne ».106
Figure 5-12 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Avresne »
Figure 5-13 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Abriard »108
Figure 5-14 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Abriard »108
Figure 5-15 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Abriard »
Figure 5-16 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Pont Laurent »110
Figure 5-17 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Pont Laurent » 110
Figure 5-18 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Pont Laurent »
Figure 5-19 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Trezenne »112
Figure 5-20 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Trezenne »112
Figure 5-21 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Trezenne »
Figure 5-22 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Moulin Moreau » 114
Figure 5-23 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Moulin Moreau » 114
Figure 5-24 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Moulin Moreau »
Figure 5-25 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Thau »116
Figure 5-26 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Thau » 116
Figure 5-27 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Thau »
Figure 5-28 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « les Moulins »118
Figure 5-29 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « les Moulins »118
Figure 5-30 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « les Moulins »
Figure 5-31 : Synthèse des pressions de prélèvement par masse d'eau120
Figure 7-1: Schéma conceptuel de MIKE BASIN

Figure 7-2:	Schéma conceptuel des processus hydrologiques modélisés dans NAM125	
Figure 7-3:	Zones d'influences des pluviomètres utilisés pour la modélisation pluie-débit 1	.27
Figure 7-4 : versant du Beuvro	Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin n à Andrezé131	
Figure 7-5 : versant de l'Evre à	Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin Beaupréau132	
Figure 7-6 : versant de l'Evre à	Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin la Chapelle-Saint-Florent	
Figure 7-7 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Evre Amont135	
Figure 7-8 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Evre aval136	
Figure 7-9 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Beuvron .137	
Figure 7-10 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Avresne138	
Figure 7-11 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Abriard139	
Figure 7-12 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Pont Laurent140	
Figure 7-13:	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur la Trezenne 141	
Figure 7-14:	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Moulin Moreau	.42
Figure 7-15 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur la Thau 143	
Figure 7-16 :	Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur les Moulins 144	

TABLEAUX

Tableau 2-1 :	Caractéristiques des stations pluviométriques5	
Tableau 2-2 : annuel	Pourcentage des précipitations mensuelles moyennes par rapport au cumul moye	n
Tableau 2-3 :	ETP annuelle enregistrée à la station de Beaucouzé12	
Tableau 2-4 :	Excédent / déficit pluviométrique moyen mensuel13	
Tableau 2-5 : Com 2020-2050	paraison des valeurs de pluie mensuelle moyenne entre les périodes 2000-2010 et	
Tableau 2-6 : Com 2020-2050	paraison des valeurs d'ETP mensuelle moyenne entre les périodes 2000-2010 et	
Tableau 3-1 :	Caractéristiques des masses d'eau superficielles du SAGE20	
Tableau 3-2 :	Caractéristiques de la masse d'eau souterraine22	
Tableau 3-3 : (Source : Banque I	Stations hydrométriques sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis » Hydro)24	
Tableau 3-4 :	Débits moyens mensuels aux stations hydrométriques du territoire d'étude 26	
Tableau 3-5 :	Débits caractéristiques d'étiage (Source : Banque Hydro)28	
Tableau 3-6 :	Débits de crue journaliers (QJ) et instantanés (QIX) en m³/s (Source : Banque Hydr	o
Tableau 3-7 :	Débits de crue instantanés et période de retour correspondante32	
Tableau 3-8 :	Caractéristiques des stations de suivi des écoulements (RDOE/ROCA)39	
Tableau 3-9 : des réseaux RDOE	Synthèse des perturbations des écoulements constatées sur les différentes station /ROCA41	าร
Tableau 3-10 :	Débits seuils définit dans l'arrêté cadre de 201244	
Tableau 3-11 : l'arrêté cadre de 2	Stations du réseau ONDE suivies dans le cadre de la gestion des crises d'étiage dan 01244	าร
Tableau 4-1 :	Mode d'alimentation des plans d'eau51	
Tableau 4-2 :	Répartition des plans d'eau par masse d'eau52	
Tableau 4-3 :	Pertes par évaporation par masse d'eau (milliers de m³/an)55	

hydrographique	nese des resultats de l'enquete sur le mode de connexion des plans d'éau au reseau57
Tableau 4-5 :	Répartition des forages par masse d'eau (source : AELB)62
Tableau 4-6 :	Organisation générale du tissu agricole (Source : RGA 2010)70
Tableau 4-7 :	Effectif par catégorie d'animaux72
Tableau 4-8 :	Répartition des prélèvements agricoles par masses d'eau76
Tableau 4-9 :	Surfaces irriguées sur le territoire du SAGE (ha)78
Tableau 4-10 :	Besoins en eau annuel des plantes79
Tableau 4-11 :	Estimation des besoins en pour l'élevage (m³/an)81
Tableau 4-12 :	Pertes des réseaux AEP par masse d'eau (milliers m³/an)87
Tableau 4-13 : lieux SAGE 2012)	Compétences intercommunales pour l'assainissement collectif (Source : État des89
Tableau 4-14 :	Répartition des stations d'épuration selon les masses d'eau92
Tableau 4-15 :	Volumes restitués au milieu naturel via les stations d'épuration93
Tableau 4-16 :	Volume d'exhaure de la carrière de Jousselin (m³)96
Tableau 7-1 : d'analyse (m³/s)	Valeurs caractéristiques d'étiage aux stations hydrométriques sur la période126
Tableau 7-2 : NAM	Liste descriptive des paramètres utilisés pour le calage des modèles pluie-débit sous
Tableau 7-3 : par le modèle plui	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Andrezé et simulées e-débit sur la période 2000-2010131
Tableau 7-4 : simulées par le mo	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Beaupréau et odèle pluie-débit sur la période 2000-2010132
Tableau 7-5 : Florent et simulée	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage mesurées à Bla Chapelle-Saints par le modèle pluie-débit sur la période 2000-2010133
Tableau 7-6 : désinfluencée sur	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et l'Evre amont135
Tableau 7-7 : désinfluencée sur	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et

	le Beuvron	
	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influ	
	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influ l'Abriard	
	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influie Pont Laurent	
	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influire la Trezenne	
	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influie Moulin Moreau	
	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influire la Thau	
	Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influies Moulins	
Tableau 7-16 : Syn	thèse des valeurs caractéristiques d'étiage désinfluencées calculées p	

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.
- √ d'une dégradation des têtes de bassins versants et des zones humides.

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.

Unité Hydraulique Fluviale

1.2 Objectifs de l'étude

L'étude est décomposée en 5 phases :

Phase 1: Analyse de l'état existent – 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.

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

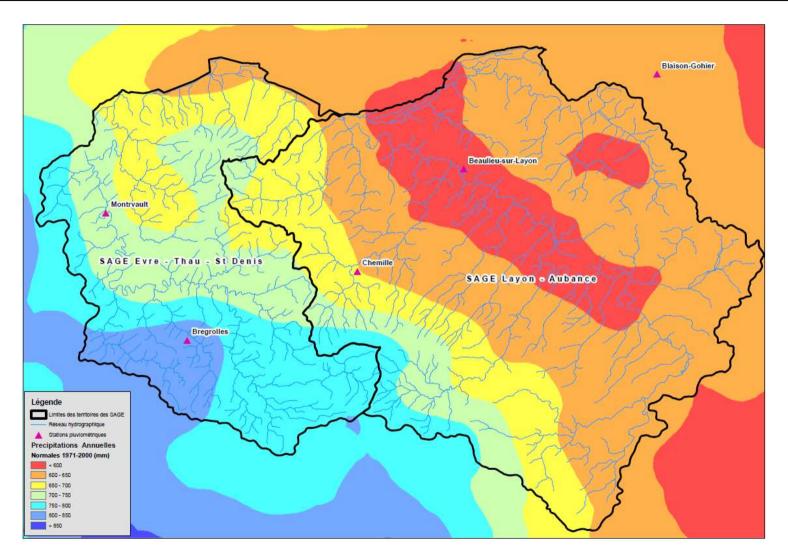


Figure 2-1 : Données AURELHY Météo France

Unité Hydraulique Fluviale

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 entre en moyenne entre 650 et 750 mm par an ;
- ✓ Le bassin versant de l'Aubance, qui reçoit entre 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 :

Nombre Années lacunaires Durée disponible Code Station d'années sans lacune 51 1961-1962, 1966-49218002 Montrevault 1950 - 20131967,1969, 1972, 1979, 1981-1985 1964, 1969, 1987 49092001 Chemille 1951 - 201359 49029001 Blaison-Gohier 1992 - 201320 Néant 49027001 1951 - 20131984 Bégrolles-en-Mauges 61 48 1961-1962, 1965-1966, 49022001 Beaulieu-sur-Layon 1953 - 2013 1968, 1970, 1980-1981, 1983, 1985, 1987-1988

Tableau 2-1: Caractéristiques des stations pluviométriques

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 à 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 prévalues 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.

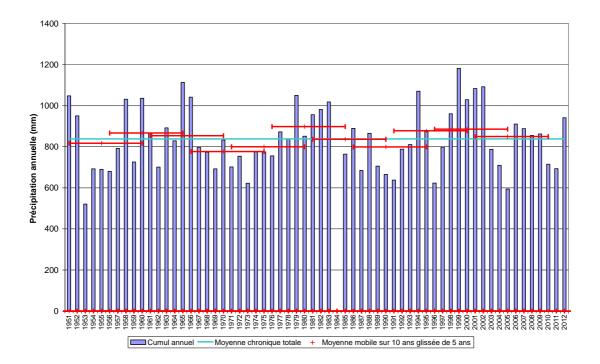


Figure 2-2 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Bégrolles-en-Mauges

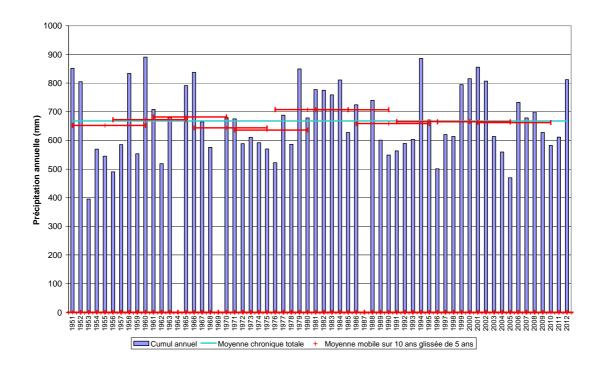


Figure 2-3 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Chemillé

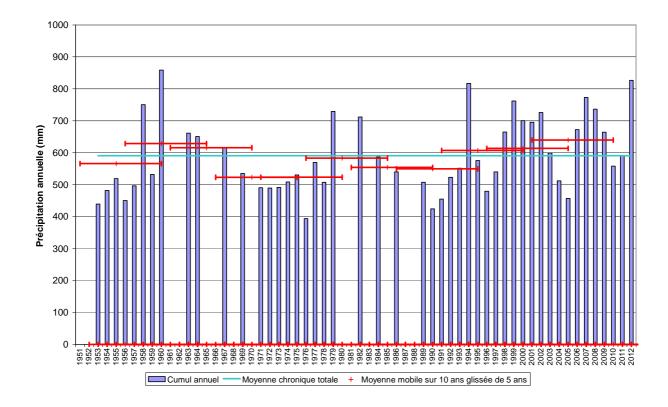


Figure 2-4: Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Beaulieu-sur-Layon

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.

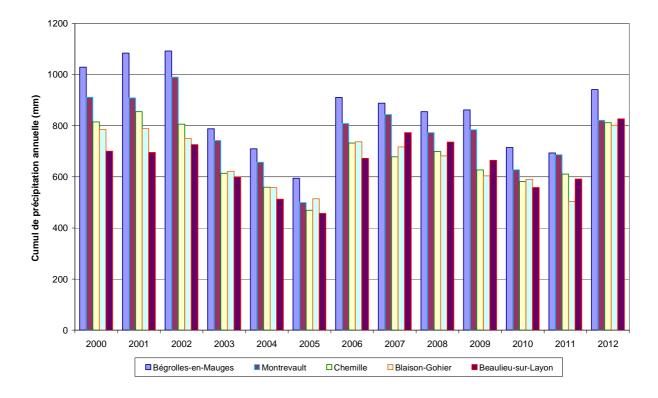


Figure 2-5: Précipitations annuelles enregistrées aux cinq stations pluviométriques (mm)

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.

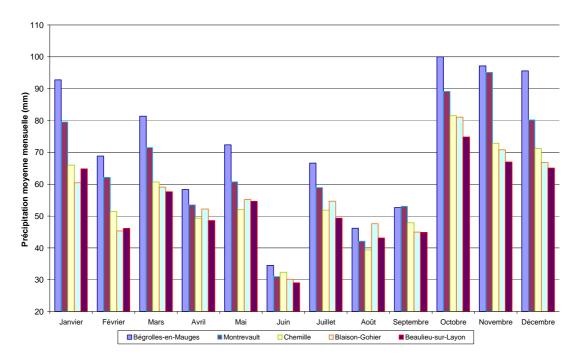


Figure 2-6 : Précipitations mensuelles moyennes sur la période 2000 – 2010

Tableau 2-2:	Pourcentage des précipitations me	nsuelles moyennes par rapport au cum	ul 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).

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.

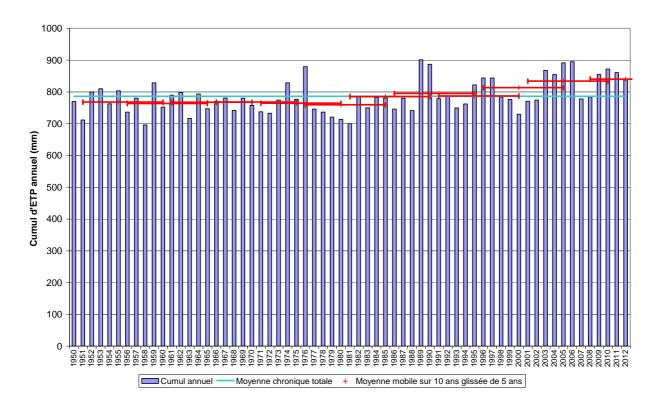


Figure 2-7 : Comparaison des cumuls d'ETP annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Beaucouzé

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 2001-2010 (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.

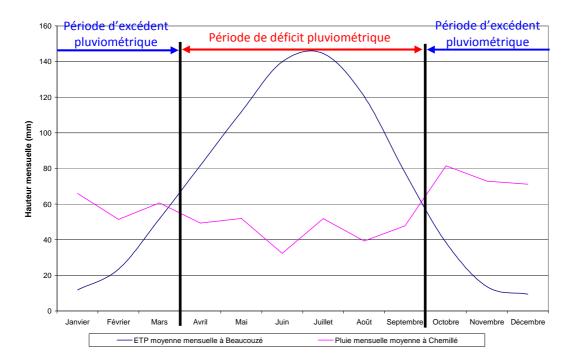


Figure 2-8 : ETP mensuelle moyenne à Beaucouzé et pluviométrie mensuelle moyenne à Chemillé sur la période 2000 – 2010

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'étiage 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 hydroclimatiques (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 Météo France 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) :

<u>Scénario A1F1</u> : 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 des sources d'énergie équilibrées entre fossiles et autres (nucléaire, renouvelables). De nouvelles technologies plus efficaces sont introduites rapidement. C'est le scénario correspond le plus aux prévisions actuelles de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) pour 2050.

<u>Scénario A1T</u>: 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.

<u>Scénario B1</u> : ce scénario décrit un monde "convergent" (sous l'effet de la mondialisation), où la population culmine au

Scénario	Population	Economie	Environ.	Equité	Technologie	Mondial.
A1FI	(1	1	/	1	~
A1B	(1	~	1	1	~
A1T		1	1	_	1	_
В1		1	1	_	1	_
A2	1	_	*	1	_	1
B2	~		1	_		1

Figure 2-9 : Récapitulatif des caractéristiques des différents scénarios

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.

<u>Scénario A2</u>: 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.

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

2.4.3 Hypothèses retenues et méthodologie

Le scénario A2est 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 « evapotranspiration 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 de des précipitations annuelles sur la période 2020-2050.

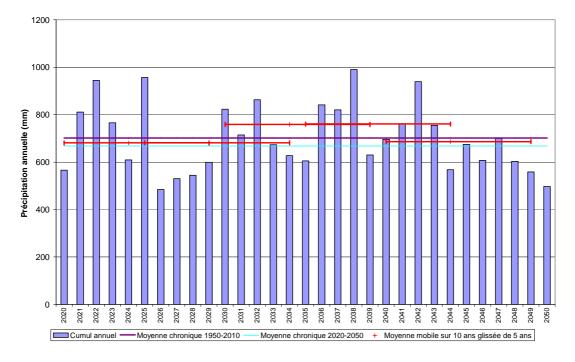


Figure 2-10 : Chronique de précipitations annuelles sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGEclimat pour le scénario d'évolution climatique A2

La figure ci-dessus montre que la pluviométrie sur la période 2020-2050 est globalement similaire 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.

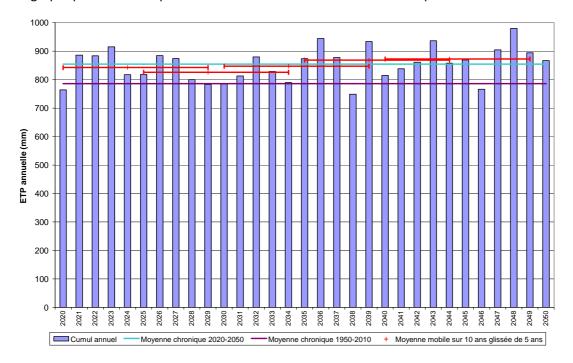


Figure 2-11 : Chronique d'ETP annuelle sur la période 2020-2050 générée par le modèle ARPEGE-climat pour le scénario d'évolution climatique A2

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 cidessous), 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 juinjuillet 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 « Evre Thau Saint Denis » est drainé par un réseau hydrographique dense, d'un linéaire de 570km de cours d'eau environ.

L'Evre constitue le cours d'eau principal du SAGE. Elle prend sa source sur la commune de Vézins, puis après un parcours de 92km, conflue avec la Loire en aval de Saint-Florent-le-Vieil. Elle draine un bassin versant de 567 km² environ. Ses principaux affluents, d'amont en aval, sont :

- ✓ Le Beuvron;
- √ L'Avresne;
- ✓ L'Abriard;
- ✓ La Trezenne ;
- ✓ Le Pont Laurent ;
- ✓ Le Moulin Moreau.

D'une longueur de 13km, la Thau prend sa source à Montjean-sur-Loire et se jette dans la Loire en aval de Saint-Florent-le-Vieil. Elle draine un bassin versant de 72 km² environ et ses principaux affluents sont les ruisseaux de la Houssaye, du Moulin Benoist, du Veillon et de l'Étang. La Thau est un ancien bras de la Loire.

Enfin, le Saint Denis est un cours d'eau qui draine un petit bassin versant, d'une superficie de 30km² environ, qui conflue avec la Loire à l'aval de Chalonnes-sur-Loire. Le ruisseau des Moulins est son principal affluent.

3.1.2 Découpage en masses d'eau

Le territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis » est découpé en 10 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 superficielles du SAGE

			Bassin	Objectif d'	atteinte du bo	n état DCE
Code	Masse d'eau	Linéaire (km)	versant drainé (km²)	Bon état global	Bon état écologique	Bon état chimique
FRGR0533	Evre et ses affluents de sa source à Beaupréau	44	261	2021	2021	2015
FRGR0534	Evre depuis Beaupréau jusqu'à sa confluence avec la Loire	48	85	2021	2021	2021
FRG0535	Beuvron et ses affluents depuis sa source jusqu'à sa confluence avec l'Evre	13	54	2027	2021	2027
FRGR2120	Avresne et ses affluents de sa source jusqu'à sa confluence avec l'Evre	19	51	2021	2021	2015
FRGR2148	Abriard et ses affluents depuis sa source jusqu'à sa confluence avec l'Evre	3	16	2015	2015	2015
FRGR2176	Pont Laurent et ses affluents depuis sa source jusqu'à sa confluence avec l'Evre	27	85	2015	2015	2015
FRGR2179	Trezenne et ses affluents depuis sa source jusqu'à sa confluence avec l'Evre	8	23	2015	2015	2015
FRGR2193	Moulin Moreau et ses affluents depuis sa source jusqu'à sa confluence avec l'Evre	5	13	2021	2021	2015
FRGR2216	Thau et ses affluents depuis sa source jusqu'à sa confluence avec la Loire	13	72	2021	2021	2015
FRGR2203	Les Moulins et ses affluents depuis sa source jusqu'à sa confluence avec la Loire	11	30	2015	2015	2015

Seules 4 masses d'eau superficielle visent l'atteinte du bon état d'ici 2015. Pour 6 masses d'eau, un report d'atteinte du bon état écologique est demandé pour 2021. Pour 2 d'entre elles, l'état chimique est également problématique avec un bon état visé pour 2021 sur l'Evre aval et 2027 sur le Beuvron et ses affluents. Les nitrates, la morphologie et l'hydrologie (ainsi que les pesticides sur la Thau) sont les principaux responsables du report de l'atteinte du bon état écologique. La mise en œuvre de la présente étude s'inscrit donc dans l'amélioration du contexte hydrologique pour l'atteinte du bon état écologique.

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

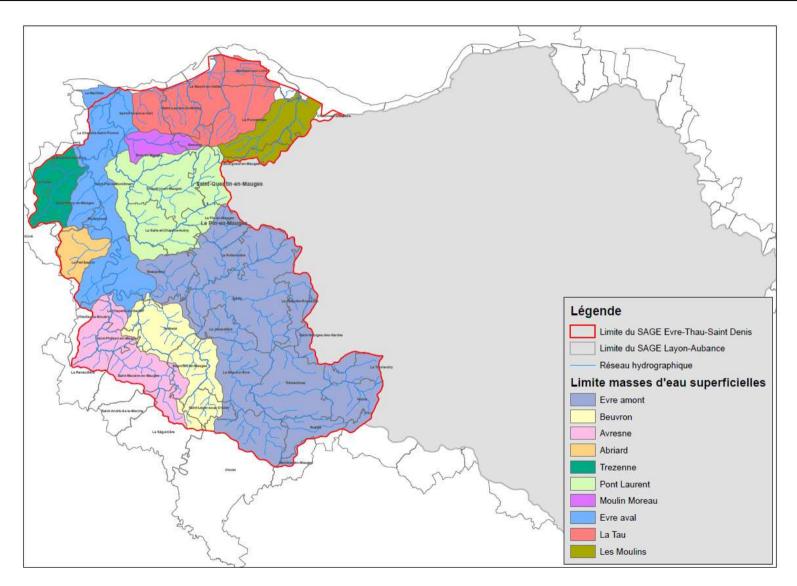


Figure 3-1: Masses d'eau superficielles

En ce qui concerne les eaux souterraines, le SAGE est concerné par deux masses d'eau, dont l'une est les alluvions de la Loire et n'est donc pas considérée dans la présente analyse. Pour l'autre masse d'eau souterraine, la principale sur le territoire du SAGE, l'objectif de bon état quantitatif est fixé en 2015 selon les objectifs DCE. Les masses d'eau souterraines sont présentées également sur la Figure 3-2.

Tableau 3-2 : Caractéristiques de la masse d'eau souterraine

Code	Masse d'eau	Superficie contenue dans le périmètre du SAGE	Objectif DCE
FRG0 23	Romme et Evre	690 km²	Bon état quantitatif en 2015
FRG1 14	Alluvions Loire Armoricaine	0,50 km²	Bon état quantitatif en 2015

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

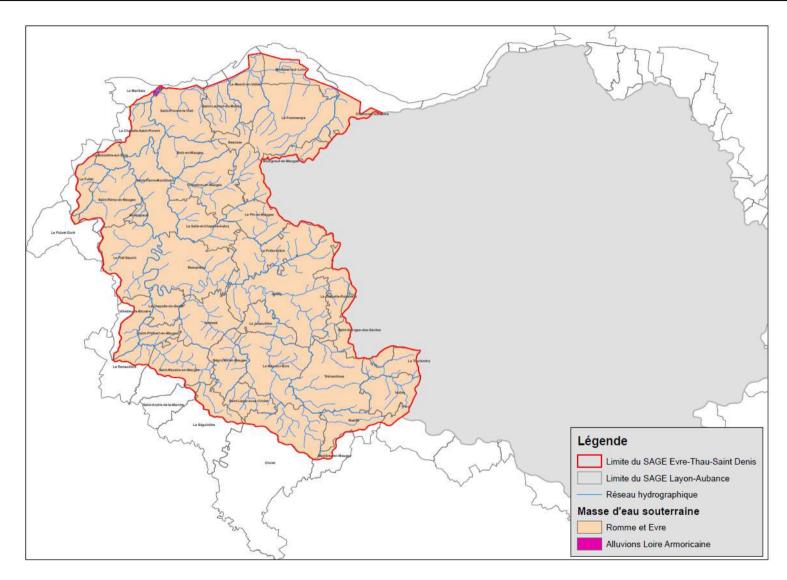


Figure 3-2: Masses d'eau souterraines

3.2 Suivi hydrométrique

3.2.1 Stations hydrométriques

L'hydrométrie du territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis » est suivie par un réseau de 4 stations hydrométriques gérées par la DREAL Pays-de-la-Loire, dont 3 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 « Evre Thau Saint-Denis » (Source : Banque Hydro)

Code station	Nom station	Taille BV (km²)	Période disponible
M6014010	le Beuvron à Andrezé [Tuvache]	38	1975-2013
M6013030	l'Evre à Beaupréau [Moulin de la Gobinière]	253	2002-2013
M6013020	l'Evre à la Chapelle-Saint-Florent [Moulin Rochard]	430	2002-2007
M6013010	l'Evre à la Chapelle-Saint-Florent [Pont Dalaine]	460	1967-2013

Le territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis » dispose de relativement peu d'informations permettant de caractériser le fonctionnement hydrologique du bassin versant et de quantifier l'état de la ressource. Actuellement, 3 stations hydrométriques sont en activité pour couvrir l'ensemble du chevelu hydrographique dense du bassin versant. Par ailleurs, deux stations hydrométriques ont été installées récemment (2002) et ne couvrent donc pas une période significative de données.

Enfin, les stations hydrométriques ne sont pas uniformément réparties sur le territoire. En effet, seul l'Evre et le Beuvron sont suivis. Aucune station de mesures n'existe sur les autres cours d'eau.

La localisation des stations hydrométriques sur le territoire du SAGE est présentée dans la Figure 3-3 ci-dessous.

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

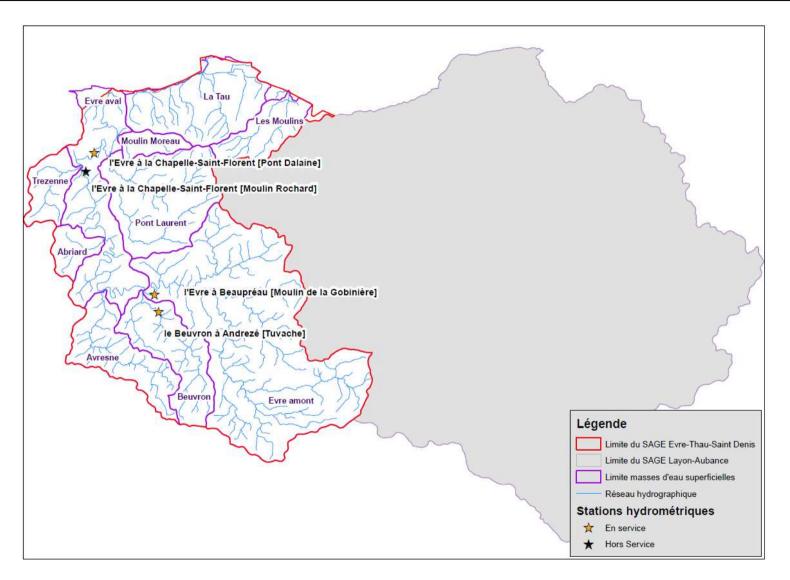


Figure 3-3 : Localisation des stations hydrométriques sur le territoire du SAGE

3.2.2 Débits caractéristiques

3.2.2.1 Cycle hydrologique

Le Tableau 3-4 et la Figure 3-4 ci-dessous présentent les débits moyens mensuels enregistrés aux stations hydrométriques du bassin versant de l'Evre.

Tableau 3-4 : Débits moyens mensuels aux stations hydrométriques du territoire d'étude

Code station	Nom station	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Module
M6014010	le Beuvron à Andrezé [Tuvache]	0.78	0.65	0.46	0.27	0.17	0.08	0.06	0.03	0.05	0.16	0.31	0.62	0.30
M6013030	l'Evre à Beaupréau [Moulin de la Gobinière]	4.79	3.40	2.79	1.32	0.96	0.42	0.26	0.17	0.19	0.87	1.68	3.88	1.72
M6013020	l'Evre à la Chapelle-Saint- Florent [Moulin Rochard]	10.06	5.39	5.96	1.60	1.11	0.62	0.65	0.30	0.40	0.96	3.53	6.20	3.06
M6013010	l'Evre à la Chapelle-Saint- Florent [Pont Dalaine]	8.86	7.70	5.58	3.27	2.03	1.00	0.66	0.48	0.62	1.52	2.94	6.48	3.42

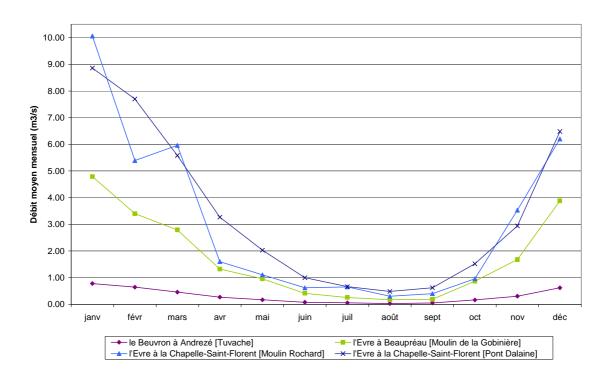


Figure 3-4 : Courbes des débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques

Unité Hydraulique Fluviale

Le cycle hydrologique des cours d'eau du territoire d'étude 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.

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.

Compte tenu du faible échantillon de données disponible à la station hydrométrique de Moulin Rochard sur l'Evre, les débits caractéristiques n'ont pas été analysés à cette station. Les données disponibles à cette station pourront être valorisées comme éléments de calage pour la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée.

Comme évoqué précédemment, les étiages semblent particulièrement marqués sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis ». 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 3% seulement du module des cours d'eau.

Remarque : les valeurs annoncées pour la station hydrométrique de l'Evre à Beaupréau sont à analyser avec beaucoup de précautions, les durées des chroniques disponibles étant faibles pour établir des traitements statistiques robustes.

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

Cours d'eau	Beuvron		Evre
Station	le Beuvron à Andrezé	l'Evre à Beaupréau	l'Evre à la Chapelle-Saint- Florent [Pont Dalaine]
Taille BV (km²)	38	253	460
Période considérée	1975-2013	2002-2013	1967-2013
	Débits caractéristic	ques d'étiage (m3/s)	
Module	0.300	1.720	3.420
1/10e module	0.030	0.172	0.342
1/20e module	0.015	0.086	0.171
QMNA2	0.015	0.080	0.086
QMNA5	0.007	0.031	0.017
VCN3 2	0.006	0.028	0.028
VCN3 5	0.003	0.006	0.006
VCN10 2	0.008	0.042	0.035
VCN10 5	0.004	0.013	0.007
Q spécifique moyen (I/s/km²)	7,9	6,8	7,4
Q spécifique QMNA5 (I/s/km²)	0,18	0,12	0,037

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 3-5. 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 de l'Evre est fortement influencé par les apports anthropiques sur le bassin versant (notamment rejets d'assainissement).

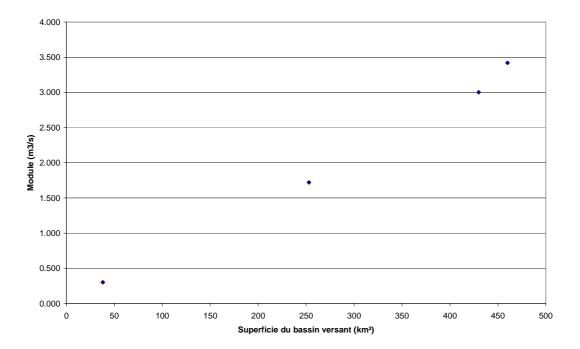


Figure 3-5 : Évolution du module en fonction de la surface du bassin versant des stations hydrométriques

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 Beaupréau et la Chapelle-Saint-Florent, alors même que le bassin versant drainé double quasiment.

Les explications de ce phénomène peuvent être les suivantes :

- ✓ Régime pluviométrique plus faible sur l'aval du bassin versant que sur l'amont ;
- ✓ Présence d'obstacles à l'écoulement (ouvrages) sur l'Evre conduisant à stocker et à évaporer une large partie des volumes s'écoulant à l'étiage, au détriment de l'aval ;
- ✓ Prélèvements importants entre Beaupréau et la Chapelle-Saint-Florent (sur l'Evre 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 l'Evre.

En terme d'évolution des débits caractéristiques d'étiage, les graphiques ci-dessous présentent, pour les stations de l'Evre à la Chapelle-Saint-Florent et du Beuvron à Andrezé, 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 (1968-2012 sur l'Evre avec quelques lacunes dans les années 1980, 1975-2012 sur le Beuvron) : la valeur de QMNA5 sur 2000-2010 sur l'Evre est de 35l/s, alors qu'elle est de 16l/s sur 1968-2012. Pour le Beuvron, le QMNA5 est de 10l/s sur 2000-2010 et de 6l/s sur 1975-2012.

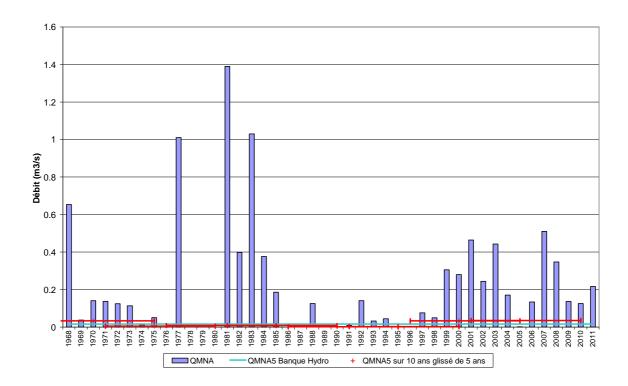


Figure 3-6 : Évolution du QMNA et des QMNA5 sur la chronique disponible à la station de l'Evre à la Chapelle-Saint-Florent

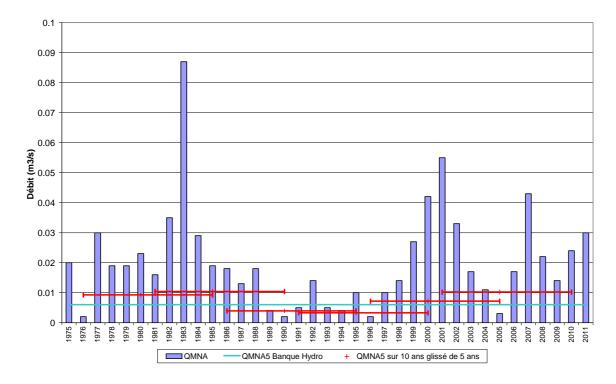


Figure 3-7 : Évolution du QMNA et des QMNA5 sur la chronique disponible à la station du Beuvron à Andrezé

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 3-5. Comme pour les débits d'étiage, les données à la station de Moulin Rochard ne sont pas présentées vue la taille de la chronique disponible. De la même manière, la période de données disponibles sur l'Evre à Beaupréau est insuffisante pour réaliser un traitement statistique des débits de crues.

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

	le Beuvron à Andrezé [Tuvache]		l'Evre à E	Seaupréau	l'Evre à la Chapelle- Saint-Florent [Pont Dalaine]		
fréquence	Ó	QIX	Ó	QIX	Ó	QIX	
biennale	5.4	8.3	-	-	55	74	
quinquennale	8.3	13	-	-	88	120	
décennale	10	15	-	-	110	150	
vicennale	12	18	-	-	130	180	
cinquantennale	14	22	-	-	160	220	
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.

Station	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Max observé
le Beuvron à Andrezé [Tuvache]	12.4	14	9.8	14	10.5	8.3	4.29	10.2	8.89	11.4	3.67	11	14 [03/01/2003]
l'Evre à Beaupréau [Moulin de la Gobinière]	-	-	-	60.1	54.5	4.1	20.3	36.9	34.4	37.1	15.3	36.2	60.1 [04/01/2003]
l'Evre à la Chapelle-Saint- Florent [Pont Dalaine]	147	191	57.8	154	119	6.18	30.4	90.6	60	93.1	32.5	73.5	219 [22/01/1995]

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

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

Les débits de crues sont relativement importants ces dernières années sur le territoire. La période de retour biennale est franchie pratiquement tous les ans sur le Beuvron.

Des débits de crues élevés ont également été enregistrés à l'aval de l'Evre, notamment en 2001 où une crue de période de retour 20 ans a été observés.

Une crue de période de retour cinquantennale a été enregistrée à la station de la Chapelle-Saint-Florent sur l'Evre le 22/01/1995.

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 de l'état des lieux du SAGE Evre-Thau-Saint Denis.

Le bassin est situé sur la frange sud-est d'un grand domaine géologique, le Massif Armoricain. Au niveau du bassin, le massif est caractérisé principalement par des roches anciennes de couleur sombre, constituant « l'Anjou noir ». La base de données sur le Référentiel Hydrogéologique Français indique que le nord et une partie du sud du bassin reposent sur les micaschistes du Hâvre (domaine ligérien du sud de la Loire), et la partie centrale sur les schistes des Mauges (datant du Protérozoique). A l'amont du bassin de l'Evre, à proximité de l'unité des rhyolites du Choletais (roches volcaniques), on retrouve les massifs granitiques de Chemillé, de Vezins et du Choletais (roches plutoniques). D'autres inclusions de roches méta-volcaniques sont observées au sud-ouest de Beaupréau. La Thau, ancien bras de la Loire, repose sur des terrains sédimentaires alluvionnaires récents.

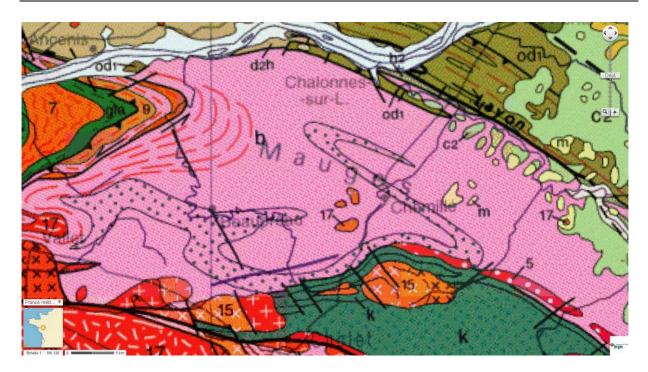


Figure 3-8 : Extrait de la carte géologique du secteur d'étude (source : Geoportail)

Ainsi, l'essentiel des sous-sols du bassin est schisteux et repose sur le socle armoricain. Il y a donc très peu de ressources en eau souterraine disponibles.

Cela est confirmé par la densité du réseau hydrographique sur le secteur d'étude : celle-ci témoigne du fait qu'une large partie des eaux précipitées sur le territoire d'étude ruissellent vers les cours d'eau et contribuent de ce fait peu à la recharge de la nappe. Incidemment, le soutien d'étiage des rivières par la nappe est attendu comme faible sur le bassin versant, contribuant ainsi à des assecs durant les périodes à faible pluviométrie.

Les entités hydrogéologiques ont été identifiées dans le cadre de l'état des lieux du SAGE « Evre Thau Saint-Denis » à partir de la base de données du Référentiel Hydrogéologique Français (BD RHF V1) qui s'appuie notamment sur les formations géologiques décrites précédemment. Ainsi on retrouve :

- ✓ les entités métamorphiques de schistes du protérozoïque, appelées « synclinaux primaires du sud de Rennes et d'Angers » ;
- ✓ les massifs cristallins primaires de rhyolites de Cholet et de granite de Vezins ;
- ✓ le domaine ligérien du sud de la Loire, formés de micaschistes et de gneiss ;
- ✓ le système alluvial de la Loire aval.

Le découpage des masses d'eau souterraines réalisé dans le cadre de la DCE simplifie ces éléments pour ne délimiter qu'une seule masse d'eau « de socle », la masse d'eau « Romme et Evre ».

3.3.2 Analyse des chroniques disponibles

La masse d'eau « Romme et Evre » n'est suivi que par un piézomètre ADES situé à Saint-Pierre-Montlimart (n° 04831X0035/PZ). Celui-ci est positionné sur la carte ci-dessous. Les données sur ce point de suivi ne sont collectées que depuis janvier 2008, ce qui s'avère très court pour réaliser des analyses statistiques.

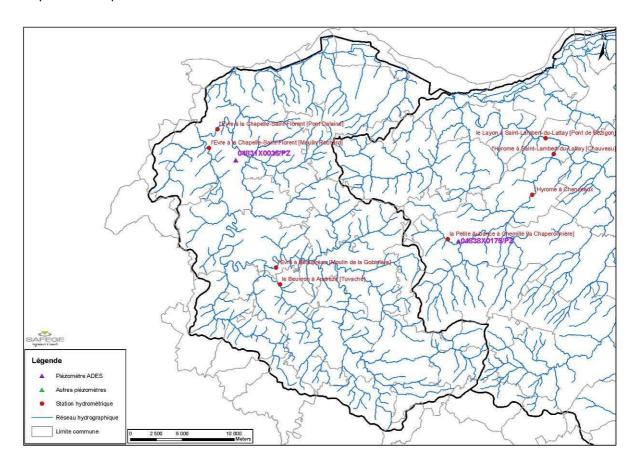


Figure 3-9 : Suivi piézométrique et hydrométrique sur le bassin du SAGE Evre-Thau-Saint Denis

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

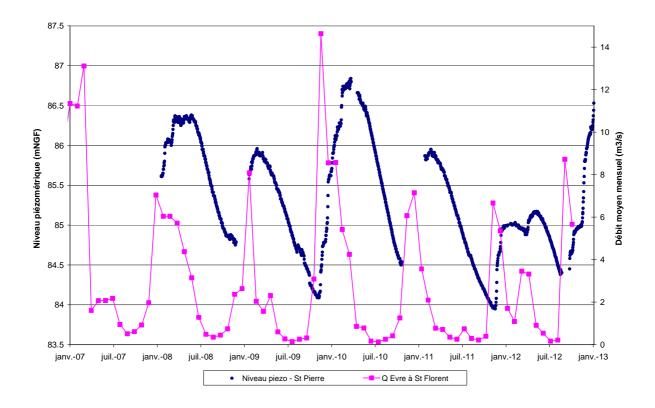


Figure 3-10 : Chroniques piézométrique à Saint-Pierre-Montlimart et hydrométrique de l'Evre à Saint-Florent

La figure ci-dessus montre que la nappe a un cycle annuel très net, constitué par une recharge sur la période novembre-avril, et un tarissement de mai à octobre. Les dates de débuts de décharge/tarissement sont intimement liées à la pluviométrie, le temps de réponse de la nappe étant de l'ordre de 1 mois.

En revanche, on ne remarque par de corrélation claire entre les débits en rivière et les niveaux de la nappe. Ainsi, à niveau de pluviométrie (et donc de débit) similaire durant les hivers 2011 et 2012, les niveaux maximaux de la nappe diffèrent d'environ 1 m. Cela témoigne de « l'effet mémoire » important de la nappe, c'est-à-dire de la sensibilité de l'aquifère pour une année n aux conditions de recharge et de tarissement de l'année n-1. De ce fait, l'aquifère est particulièrement précaire et peu propice à la fourniture d'eau en quantité, que ce soit pour les usages ou pour le soutien d'étiage des cours d'eau.

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)¹. 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

¹ 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 PAST². Les résultats sont présentés ci-dessous pour les trois stations hydrométriques du bassin versant. Les résultats obtenus pour l'Aubance, dont le débit est soutenu par la nappe du Cénomanien (réservoir plus conséquent) sont également présentés à titre de comparaison.

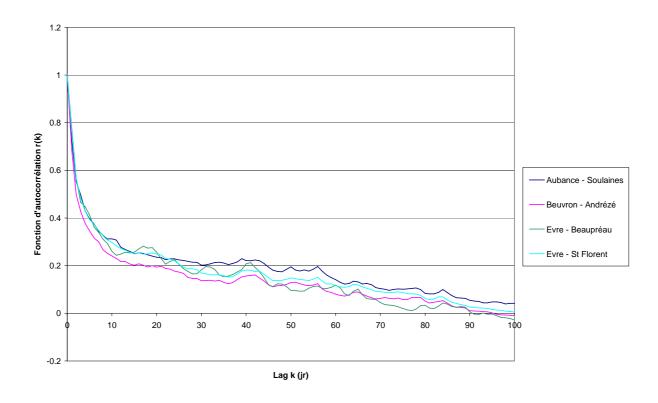


Figure 3-11 : Analyses d'autocorrélation sur les débits journaliers du bassin versant

Ce graphique montre que le lag correspondant à une valeur d'autocorrélation de 0,2 est d'environ 20 jours pour le Beuvron, 25 à 30 jours pour les deux stations de l'Evre et près de 50 jours sur l'Aubance. Ainsi, il apparaît que le soutien d'étiage par la nappe du Beuvron est très limité du fait des caractéristiques géologiques énoncées précédemment. Sur l'Evre, celui-ci est légèrement plus important, potentiellement du fait d'un réservoir alluvial plus important que sur les affluents. 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 faibles, et donc peu propices aux prélèvements.

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

² http://folk.uio.no/ohammer/past/

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 5 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 est de 84.08 mNGF. Il n'a été franchi qu'en novembre/décembre 2011 sur la chronique analysée.

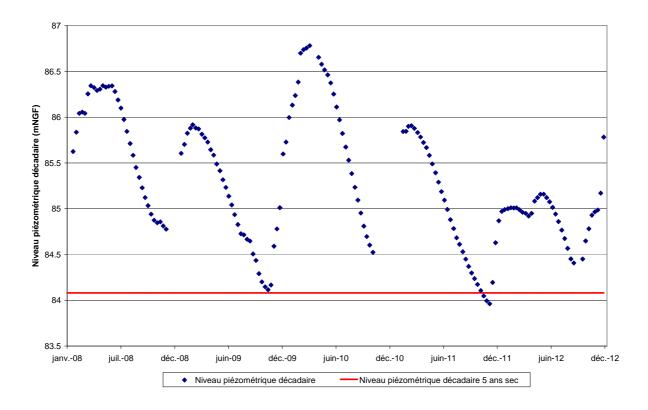


Figure 3-12 : Niveau piézométrique décadaire d'étiage à Saint-Pierre-Montlimart

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. A 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) comptait 10 stations d'observation sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis ». Les données disponibles pour ces stations 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.

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

- ✓ Un point devait être mis en place sur le Saint-Denis ;
- ✓ 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 dans ce cadre sont celles de la Pommeraye sur le ruisseau des Moulins, de Saint-Macaire-en-Mauges sur l'Avresne, de la Boissière-sur-Evre sur la Trézenne et du Mesnil-en-Vallée sur la Thau. Par ailleurs la station de May-sur-Evre sur l'Evre est intégrée au réseau de veille du Maine-et-Loire, et est à ce titre suivi toute l'année.

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 3-13.

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

Tableau 3-8 : Caractéristiques des stations de suivi des écoulements (RDOE/ROCA)

Code station	Nom station	Rivière	Commune	Nombre de mesure	Période couverte
4490010	Étang	Étang (Ruisseau de l')	Saint-Laurent-du-Mottay	21	2005-2009
4490011	La Villette	Evre	Le May/Evre	33	1990-2009
4490012	Evre 2	Evre	Saint-Pierre-Montlimart	21	2005-2009
4490025	Thau	Thau	Mesnil-en-Vallée	21	2005-2009
4490027	Veillon	Veillon (Ruisseau de)	Mesnil-en-Vallée	21	2005-2009
4490034	Tuvache	Beuvron	Andrezé	16	1990-2005
4490038	Trezenne	Trezenne	Boissière-sur-Evre	17	2006-2009
-	Jousselin	Evre	Beaupreau	12	1990-2003
-	Raz Gué	Evre	Montrevault	12	1990-2004
-	Vieux Bourg	Evre	St Florent le Vieil	12	1990-2005

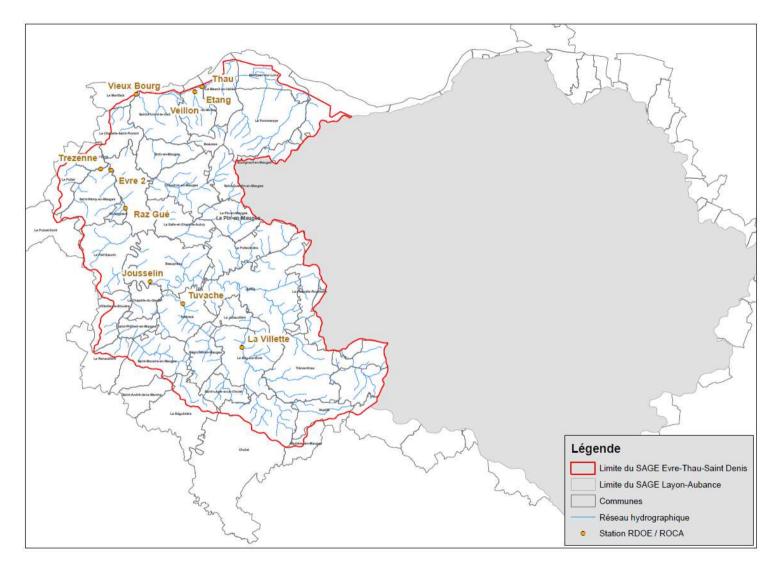


Figure 3-13 : Localisation des stations des réseaux RDOE/ROCA

Avant 2006, la restitution des résultats du suivi des écoulements différenciait 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

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 Villette	Evre	Le May/Evre	33	15%	18%	0%
Jousselin	Evre	Beaupreau	12	0%	0%	0%
Raz Gué	Evre	Montrevault	12	0%	17%	0%
Evre 2	Evre	Saint-Pierre-Montlimart	21	10%	5%	0%
Vieux Bourg	Evre	St Florent le Vieil	12	0%	17%	0%
Tuvache	Beuvron	Andrezé	16	0%	6%	0%
Trezenne	Trezenne	Boissière-sur-Evre	17	29%	6%	0%
Veillon	Veillon (Ruisseau de)	Mesnil-en-Vallée	21	19%	0%	38%
Étang	Étang (Ruisseau de)	Saint-Laurent-du-Mottay	21	19%	0%	19%
Thau	Thau	Mesnil-en-Vallée	21	14%	5%	48%

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 l'Evre et le Beuvron 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.

A l'inverse, les petits affluents sur lesquels il existe un réseau de suivi sont beaucoup plus sensibles aux étiages sévères, les conditions climatiques finissant par avoir un impact visible sur l'écoulement (et donc sur les populations biologiques qui en dépendent). Ainsi, sur les ruisseaux de Veillon et de l'Étang des dysfonctionnements de l'écoulement sont fréquemment constatés (entre 1 année sur 5 et 1 année sur 2).

L'écoulement semble particulièrement perturbé sur la Thau avec des assecs constatés quasiment une année sur deux.

3.5 Dispositif de gestion de l'étiage

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 se réunit. 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 les masses 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 crie 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 deux zones de gestion des crises d'étiage à l'échelle départementale. Les zones couvertes sont :

- ✓ Le bassin versant de l'Evre, y compris le Saint-Denis et le ruisseau des Moulins (BV n°10);
- ✓ Le bassin versant de la Thau (BV n°14).

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 règle 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, seule une station hydrométrique est utilisée pour les restrictions sur l'Evre. Un certain nombre de stations du réseau ONDE sont également suivies et rattachées aux deux 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 de référence pour la seule station hydrométrique suivie sur le bassin versant sont présentés dans le Tableau 3-10.

Seuil de Seuil de **Bassin** Seuil Rivière Station versant Vigilance Restriction d'interdiction Chapelle-saint-Fyre 450 l/s 250 l/s 90 l/s Fvre Florent (Dalaine)

Tableau 3-10 : Débits seuils définit dans l'arrêté cadre de 2012

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
Evre	Evre	Pont de la STEP – May-sur-Evre
Evre	Avresne	RD147 – Saint-Macaire-en-Mauges
Evre	Trézenne	Le Temple – la Boissière-sur-Evre
Evre-Thau	Ruisseau des Moulins	Bois Gelé – La Pommeraye
Thau	Thau	Mesnil-en-Vallée

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 pris dans le Maine-et-Loire 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 les suivants :

✓ En 2003, l'étiage ne semble pas avoir été particulièrement sévère et a peu impacté les masses d'eau et la satisfaction des usages. Des mesures de restrictions on été prises en juillet sur trois semaines consécutives sur l'Evre. La Thau n'était pas suivie en 2003.

- ✓ En 2004, les masses d'eau ont été fortement impactées en période d'étiage. Des arrêtés de restrictions des usages de l'eau ont été pris dès la fin du mois de juin et ont été appliqués jusqu'à mi-septembre. La Thau semble plus impactée que l'Evre. Des mesures d'interdiction de prélèvements ont été prises du 10 aout au 15 septembre. Toutefois, la période critique semble relativement courte et les restrictions / interdictions de prélèvements ont été levées miseptembre.
- ✓ Les années 2005, 2006 et 2009 apparaissent clairement comme les années les plus impactantes vis à vis des masses d'eau et de la satisfaction des usages. Des arrêtés sécheresse ont été pris très tôt dans l'année, début juin, et ont duré jusqu'au mois d'octobre voir novembre. Des mesures d'interdiction de prélèvements ont été appliquées entre 10 et 19 semaines consécutives selon les années pour la Thau et l'Evre. La Thau est plus impactée en étiage que l'Evre.
- ✓ 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.
- ✓ Les années 2010 et 2011 apparaissent également comme particulièrement chaudes avec des mois d'été secs. L'impact a donc été très important en étiage. Toutefois, la période de restriction / interdiction des usages de l'eau est moins longue et moins intense qu'en 2005 par exemple.

Il semble difficile de conclure sur la sensibilité du bassin versant en période d'étiage avec seulement deux points de contrôles. Soulignons toutefois que des mesures de restrictions / interdictions des usages de l'eau sont prises tous les ans (hormis 2007) et s'étendent sur plusieurs semaines consécutives. La Thau semble également plus sensible que l'Evre aux déséquilibres de la ressource.

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 « Evre Thau Saint Denis » est couvert par un nombre très important de plans d'eau. 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, conduisant à envisager la constitution de réserves hivernales. Actuellement, il n'existerait 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 vus 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 continue 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 cela, 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 2034 sont localisés sur le territoire de l'Evre et de la Thau. Les plans d'eau couvrent environ 6,3 km² soit près de 1% du bassin versant. Le volume total de stockage associé est de 21 millions de m³ environ.

Les plans d'eau sont localisés sur la Figure 4-1 ci-dessous :

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

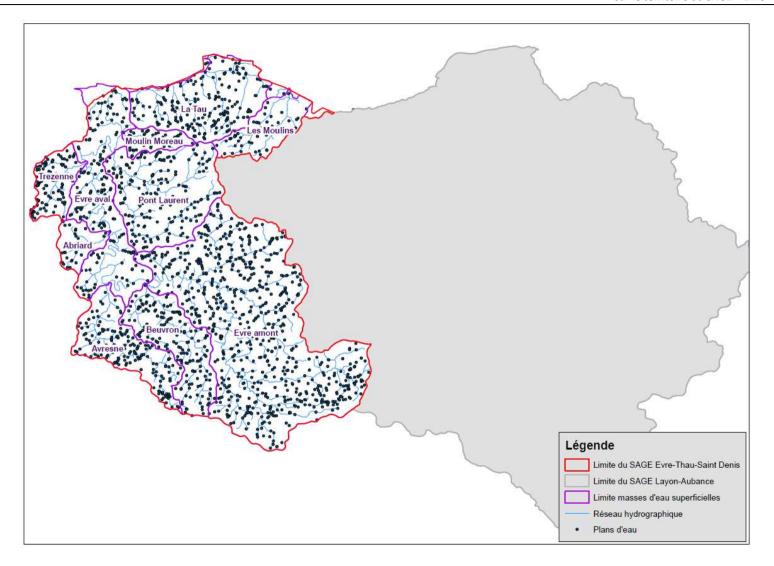


Figure 4-1: Localisation des plans d'eau

La superficie des plans d'eau est plutôt modérée sur le territoire. Environ 45% des plans d'eau ont une superficie inférieure à 1000 m². Elle est, pour la plupart des plans d'eau (plus de 80%) inférieure à 5 000 m². Une centaine de plans d'eau sur les 2034 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.

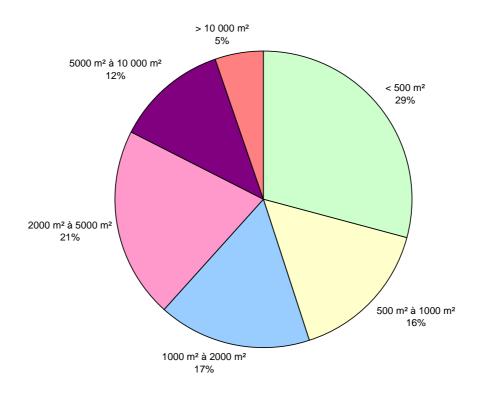


Figure 4-2 : Répartition des plans d'eau selon leur superficie

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, petit volume de stockage à volume de stockage très élevé (supérieur à 100 000 m³). Près de 40% des plans d'eau ont une capacité comprise entre 1000 m³ et 5000m³ et 30% entre 10 000m³ et 50 000 m³.

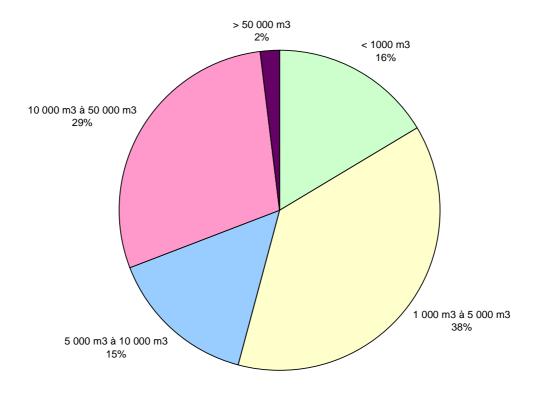


Figure 4-3: Répartition des plans d'eau selon leur volume

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	34%
Prélèvement en nappe	3%
Alimentation par ruissellement	12%
Alimentation conjointe par	
ruissellement et prélèvement	44%
sur source	
Prélèvement sur source	7%

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 :

Masse d'eau	Nombre de plans d'eau par masse d'eau	dont < 500m²	Rapport superficie plan d'eau / superficie sous BV
Abriard	27	7	0,6%
Avresne	186	59	1,3%
Beuvron	167	61	0,7%
Evre amont	812	251	2,9%
Evre aval	180	51	0,2%
Les Moulins	77	18	0,8%
Moulin Moreau	53	8	1,1%
Pont Laurent	213	36	0,7%
Tau	206	59	0 ,6%
Trezenne	113	37	1,2%
Total	2034	587	-

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

L'Evre amont apparaît potentiellement comme la masse d'eau la plus impactée en période d'étiage par les plans d'eau. Le Moulin Moreau, la Trezenne et l'Avresne sont également concerné par une forte densité de plans d'eau.

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 leur 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.

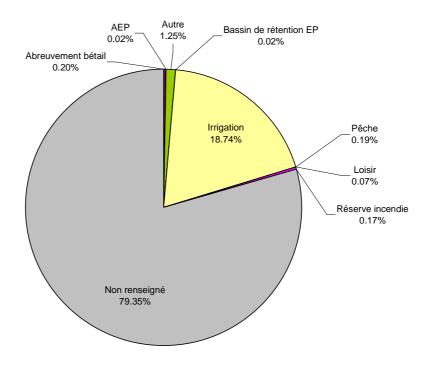


Figure 4-4: Répartition des usages des plans d'eau

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 vus 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 de prairie équivalente. 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 due 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.

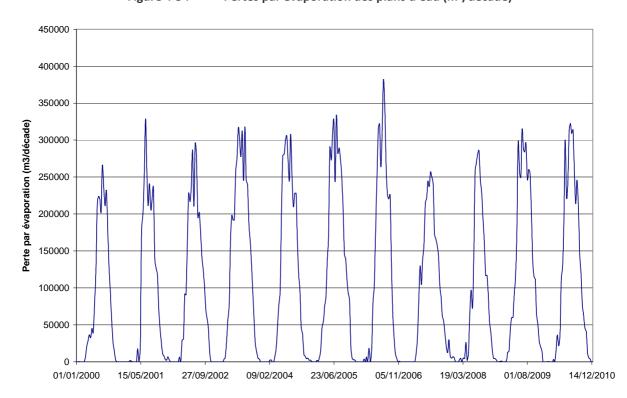


Figure 4-5: Pertes par évaporation des plans d'eau (m³/décade)

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 lesquels 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 2,8 millions de m3 environ (soit environ 4400 m³/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 près de 4 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 l'Evre 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'Avresne, le pont Laurent, l'Evre aval et la Thau.

Les autres masses d'eau semblent moins concernées par les plans d'eau.

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

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

	Abriard		Avresne		Beuvron		Evre amont		Evre aval		Les Moulins N		Moulin	Moulin Moreau		Pont Laurent		Tau		Trezenne	
Année	Perte totale	01/04 au 21/09																			
2000	37	36	262	250	193	184	1076	1025	284	271	113	108	55	53	330	314	239	228	127	228	
2001	40	38	283	266	209	196	1161	1089	307	288	122	114	60	56	356	334	258	242	137	242	
2002	45	43	318	299	234	221	1305	1228	345	324	137	129	67	63	400	376	290	273	154	273	
2003	60	56	423	395	312	291	1734	1620	458	428	182	170	89	83	532	497	386	360	204	360	
2004	53	50	373	352	275	259	1530	1442	404	381	161	152	78	74	469	442	340	321	180	321	
2005	59	54	413	375	304	277	1691	1539	447	407	178	162	87	79	519	472	376	342	199	342	
2006	52	51	366	358	269	264	1499	1467	396	387	158	154	77	75	460	450	334	326	176	326	
2007	47	42	327	295	241	217	1338	1209	354	319	141	127	69	62	410	371	298	269	158	269	
2008	39	36	273	249	201	184	1117	1021	295	270	117	107	57	52	343	313	248	227	131	227	
2009	56	51	393	358	290	264	1612	1466	426	387	169	154	83	75	494	450	358	326	190	326	
2010	55	51	386	357	285	263	1584	1464	418	387	167	154	81	75	486	449	352	326	186	326	

Année	Pertes totales territoire Evre Thau Saint-Denis	Pertes du 01/04 au 21/09 territoire Evre Thau Saint-Denis
2000	2717	2697
2001	2934	2865
2002	3295	3229
2003	4379	4262
2004	3865	3793
2005	4272	4048
2006	3787	3859
2007	3381	3180
2008	2822	2686
2009	4070	3857
2010	4001	3852

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 m2², sur une superficie totale de 14,5 millions de m3². Il est donc raisonnable d'affirmer que l'information « mode de connexion » est disponible de manière fiable pour 245% 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 réparti 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 réparti 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 est retenu dans 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 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.

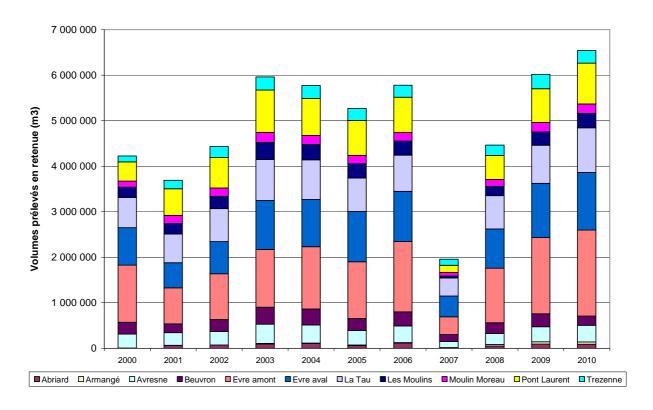


Figure 4-6: Volumes déclarés prélevés en plans d'eau pour l'usage irrigation (source: AELB)

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 de l'Evre Thau Saint-Denis, les prélèvements directs au milieu sont d'origine agricole essentiellement et industriel. 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, 53 prélèvements ont été identifiés.

En 2010, on comptabilise encore 4 pompages en cours d'eau (dont 3 dans l'Evre) sur le territoire d'étude, tous à usage d'irrigation (source : données redevance AELB).

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

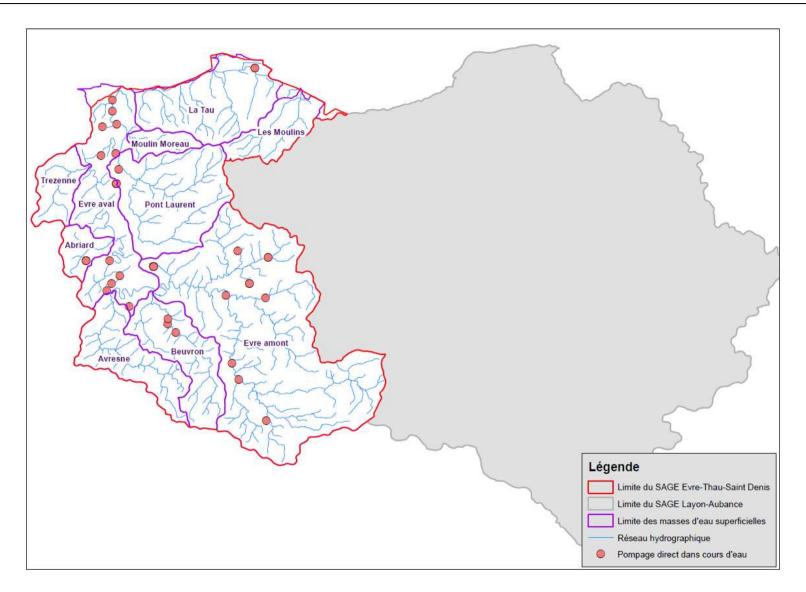


Figure 4-7: Carte des pompages directs en cours d'eau

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

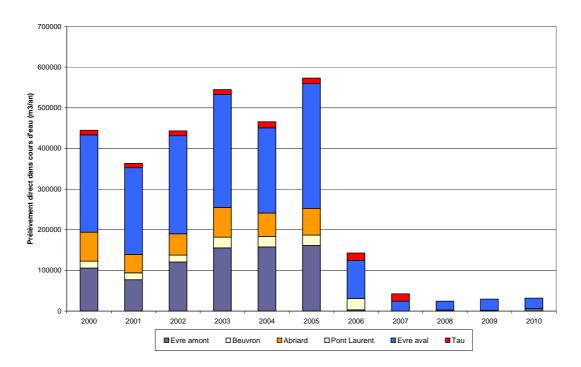


Figure 4-8: Prélèvements directs en cours d'eau par masse d'eau

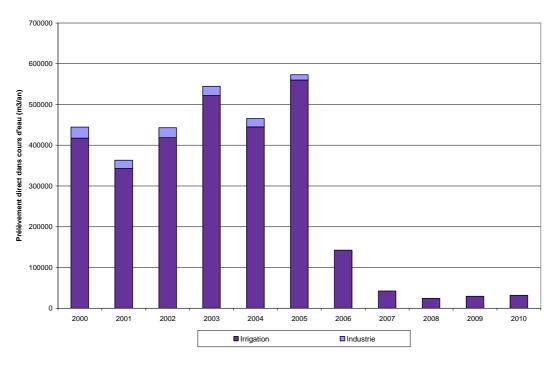


Figure 4-9: Prélèvements directs en cours d'eau par usage

Les masses d'eau les plus sollicitées par les pompages en cours d'eau sont l'Evre amont et l'Evre aval. A partir de 2006, les volumes prélevés en eau superficielles ont considérablement diminué. Les prélèvements sont passés de 450 000 m³/an en moyenne à moins de 30 000 m³/an.

Les prélèvements directs en eau superficielle sont principalement à usages agricoles. Depuis 2006, il semble qu'aucun captage industriel en cours d'eau ne soit effectué.

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 approchée 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 59% 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 182 forages dont 107 pour lesquels l'information sur les volumes de prélèvements est précisée, soit dans 59% des cas. La somme des volumes de prélèvement indiqués dans la base de données pour la territoire du SAGE Evre Thau Saint-Denis est de 420 000 m³/an.

La base de données de l'AELB recense, quant à elle, 26 forages dont la répartition par masse d'eau est présentée dans le Tableau 4-5 suivant.

Masse d'eau	Nombre de forage
Avresne	2
Beuvron	2
Evre Amont	12
Evre aval	1
Les Moulins	1
Pont Laurent	7
Tau	1

26

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

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

Total

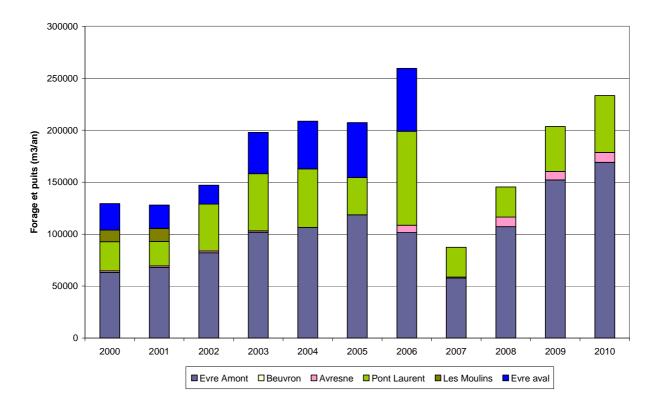


Figure 4-10: Prélèvements d'eau par forage (source : AELB)

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

Globalement, deux tendances se dégagent. De 2000 à 2006, les volumes prélevés ont fortement augmenté. Ils sont passés de 130 000 m³/an à 260 000 m³/an, soit une hausse de 50%. Les années 2003, 2004, 2005 et 2006 ont été particulièrement sèches en étiage. Les besoins en eau pour l'irrigation étaient donc importants.

L'année 2007 a été particulièrement pluvieuse, les volumes prélevés ont donc fortement diminué.

Depuis 2008, la même tendance que sur la période 2000-2006 s'observe. Les volumes prélevés ne cessent d'augmenter et ont atteint en 2010, 230 000 m³/an.

L'Evre amont est la masse d'eau la plus concernée par les forages et les puits. Les volumes prélevés représentent en moyenne 50% des prélèvements totaux jusqu'en 2006 et 75% depuis 2007. Depuis 2007, aucun prélèvement ne semble effectué sur l'Evre aval. Les volumes prélevés sur le Pont Laurent représentent entre 20% et 30% du volume total.

Les volumes prélevés par usage sont présentés sur la Figure 4-11 ci-dessous.

Aucun prélèvement à usage AEP n'est réalisé sur le bassin versant de l'Evre et de la Thau. Les captages en eau souterraine sont essentiellement dédiés à l'irrigation.

La part des prélèvements industriels représente environ 25% des prélèvements en eau souterraine et atteignent 36 000 m³/an en moyenne. Les années humides comme 2007, les volumes prélevés pour l'industrie sont semblables à ceux pour l'irrigation.

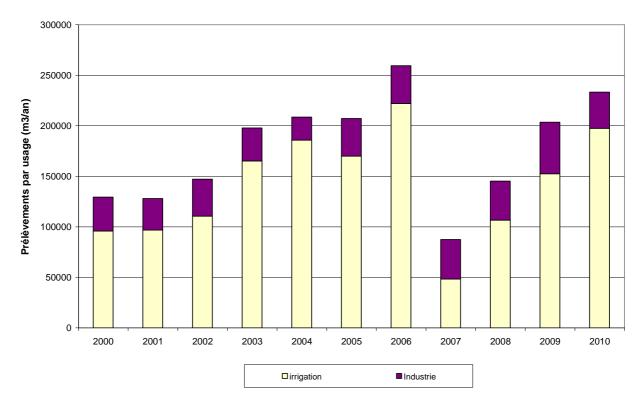


Figure 4-11: Répartition des prélèvements par usage

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 54 communes du bassin versant (ainsi qu'à l'ensemble des communes du SAGE Layon-Aubance), 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 les 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 1560. En considérant le volume annuel de prélèvement maximum (100m³), le volume prélevé par ces ouvrages serait de l'ordre de 156 000 m³ 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, luimême 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 concernés 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 100m³ 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'abreuvage 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 (156 000 m³/an) reste en effet inférieur aux volumes consommés/prélevés par les autres usages sur le territoire du SAGE (pour mémoire, volume AEP consommé = 4,5Mm³/an, volume prélevé pour l'irrigation = 3 à 8 Mm³ par an, volume évaporé par les étangs = 3 à 6 Mm³ 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.

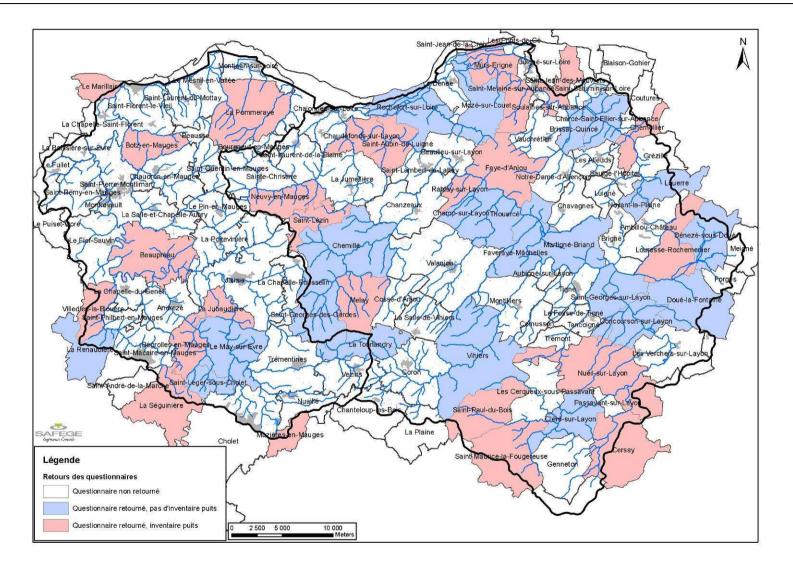


Figure 4-12 : Synthèse des retours questionnaires par commune sur les territoires des 2 SAGE

67

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 « Evre Thau Saint-Denis », les compétences AEP sont communales et /ou intercommunales. Au total, 5 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 (le Marillais, la Chapelle-Saint-Florent et Bouzillé) et au sud-ouest du bassin versant (Saint Macaire-en-Mauges, la Renaudière et Saint-André-de-la-Marche) ont gardé leur compétence communale.

Pour assurer la distribution de l'eau potable, 52 des 54 communes du SAGE se sont groupées en syndicats. Ainsi, les services de distribution sont assurés par 4 syndicats AEP :

- ✓ Syndicat Mixte d'Alimentation en Eau Potable des Eaux de Loire Couvre la majorité du territoire ;
- ✓ Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable Champtoceaux ;
- ✓ Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de la région Ouest de Cholet ;
- ✓ Communauté d'agglomération du Choletais.

Les communes de Saint-Florent-le-Vieil et Chalonnes-sur-Loire n'appartiennent à aucun syndicat.

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 SAUR s'occupe de la distribution de l'eau potable pour la commune de Chalonnes-sur-Loire et le SIAEP de la région Ouest de Cholet.

La compétence pour la distribution est restée en régie sur la commune de Saint-Florent-le-Vieil.

B- Points de captages

Sur le territoire du SAGE, les besoins en eau potable sont assurés entièrement par des ressources en eau externes au bassin versant.

Au nord du bassin versant, l'alimentation en eau potable est assurée par 4 captages AEP situés sur les communes de Chalonnes-sur-Loire, Montjean-sur-Loire, Saint-Florent-le-Vieil et Champtoceaux. Les

prélèvements se font à partir des ressources en eau souterraines, dans les **alluvions de la Loire** (hors bassin versant). Aucun captage AEP n'est réalisé à partir des eaux de surface sur ces communes.

Au sud, les communes adhérentes au SIAEP de la région Ouest de Cholet sont alimentées à partir des prélèvements AEP réalisés dans la retenue du barrage des trois rivières (Longeron) sur le bassin versant de la Sèvre Nantaise.

De même, les retenues des barrages du Ribou et du Verdon ainsi que les captages de la Rucette (bassin versant de la Sèvre Nantaise) garantissent les besoins en eau potable des communes du territoire adjacentes à Cholet.

Le territoire de l' « Evre Thau Saint-Denis » ne subit donc aucune pression en terme de prélèvement pour l'eau potable. Par ailleurs, un apport significatif d'eau extérieure au bassin versant se retrouve dans les cours d'eau via les rejets des stations d'épuration.

C- Consommation et besoins AEP

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

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

Les informations ont pu être collectées pour toutes les communes du territoire. 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 volumes consommés annuellement par les communes du territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis» sont présentés dans la Figure 4-13 suivante :

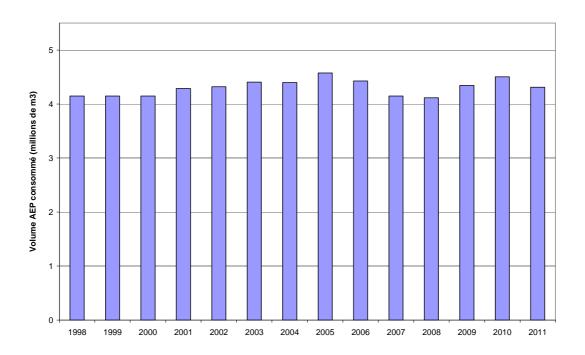


Figure 4-13: Consommation AEP sur le territoire communal du SAGE « Evre Thau Saint Denis »

Les besoins en eau pour les communes du territoire s'élèvent en moyenne à **4,3 millions de m³/an.** La consommation AEP est relativement stable sur la période d'étude. Une légère hausse de 2% à 6% est noté les années particulièrement sèches (2003, 2004, 2005, 2006) par rapport à la consommation moyenne. Les volumes ont atteints 4,6 millions de m³/an en 2005.

4.1.2.2 Agriculture

A- Organisation générale du tissu agricole

Les informations présentées dans le Tableau 4-6 ci-dessous sont issues de l'état des lieux du SAGE de 2012.

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	1 093	156 854	55 778	43 864	1014	10 125
2000	1 487	166 634	57 314	40 125	453	11 829
1988	2 199	147 380	58 452	38 684	530	18 082

Tableau 4-6: Organisation générale du tissu agricole (Source : RGA 2010)

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 5% par rapport à 1988. Cette diminution s'explique par une urbanisation importante sur le bassin versant.
- ✓ Depuis 1998, la part des superficies toujours en herbe a diminué de 8 000 ha.

B- Les cultures et cheptels

Le territoire du SAGE est marqué par deux types de cultures dominantes :

- ✓ Les cultures fourragères ;
- ✓ Les grandes cultures.

Les prairies et les cultures fourragères couvrent l'essentiel du territoire agricole. Elles représentent près de 70% de la SAU. Elles servent, essentiellement à l'alimentation du bétail.

Les grandes cultures céréalières, notamment avec le blé tendre et le mais occupent environ 25% de la SAU. La Figure 4-14 présente la répartition des cultures sur le bassin versant en 2010. La distinction entre maïs grain et fourrage n'est pas représentées sur le graphique. La proportion du mais indiquée ci-après comprend donc la part du mais grain et du mais destiné au fourrage.

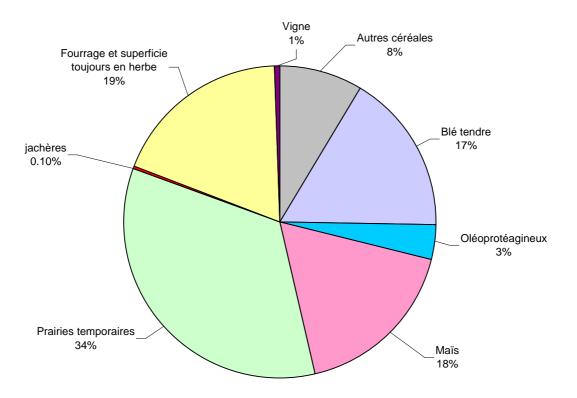


Figure 4-14: Répartition des cultures en 2010

La Figure 4-15 présente l'évolution des cultures entre 2000 et 2010. De manière générale, les surfaces cultivées ont connu des changements importants ces 10 dernières années.

A l'exception des céréales, dont le blé tendre, toutes les surfaces des autres cultures ont diminué. La diminution la plus importante concerne les vignes avec une perte de 25% de leur superficie. La part des cultures fourragères et des oléoprotéagineux a également régressée de 15% environ. Enfin, les superficies cultivées en maïs ont baissé de 5% en 10 ans. A l'inverse depuis 2000, la culture du blé tendre a augmenté de 9%.

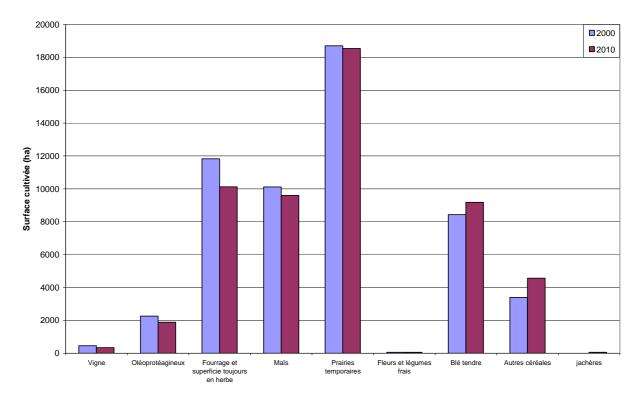


Figure 4-15 : Évolution des surfaces cultivées entre 2000 et 2010

En ce qui concerne l'élevage, les effectifs par catégorie d'animaux sont présentés dans le Tableau 4-7 suivant :

Tableau 4-7: Effectif par catégorie d'animaux

Année	Bovin	Caprin	Ovin	Porcins	Volaille
2000	107 673	1 219	4 042	80 530	2 989 954
2010	98 001	1 173	3 162	63 284	3 015 742

Les élevages de volailles, bovins et porcins 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 pour l'irrigation

Les données sur les prélèvements dédiés à l'irrigation sont issues du fichier redevance de l'AELB. Les prélèvements agricoles sont localisés sur la Figure 4-16 suivante :

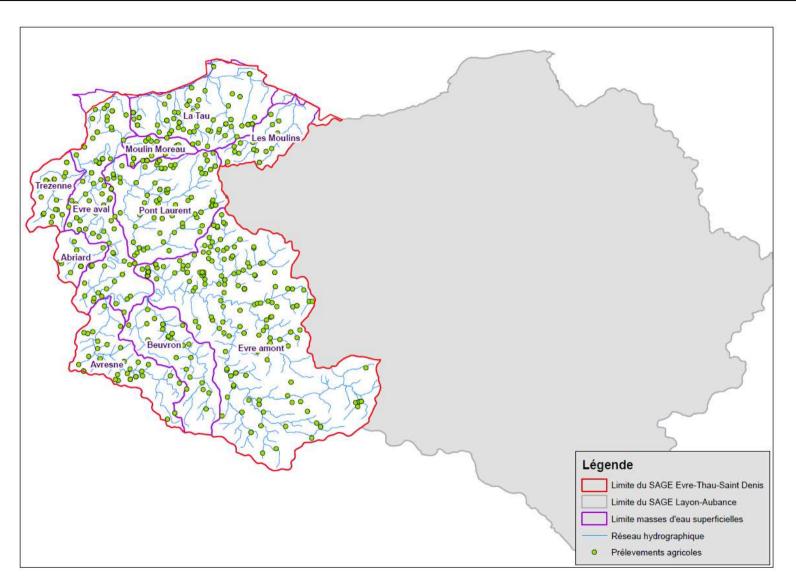


Figure 4-16 : Localisation des prélèvements dédiés à l'irrigation

Les volumes prélevés chaque année sont présentés sur la Figure 4-17 suivante :

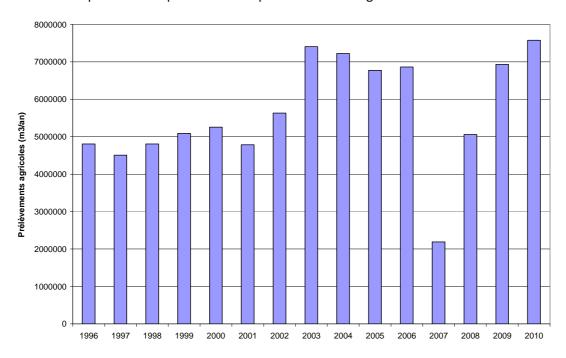


Figure 4-17: Prélèvements agricoles annuels (m³/an)

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 7,1 millions de m³/an en moyenne. A l'inverse pour des années particulièrement pluvieuses (type 2007...), les prélèvements sont valent environ 2,2 millions de m³/an.

Pour des **années moyennes** en termes de pluviométrie, les prélèvements agricoles sont d'environ 5,1 millions de m³/an.

La répartition des prélèvements par masses d'eau est présentée dans le Tableau 4-8 et la Figure 4-18.

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

Tableau 4-8: Répartition des prélèvements agricoles par masses d'eau

Masse d'eau	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Evre amont	1 444 700	1 466 000	1 548 000	1 605 500	1 616 100	1 184 400	1 512 300	1 795 600	1 982 800	1 836 000	1 939 500	463 600	1 500 880	2 115 341	2 401 546
Beuvron	237 000	181 600	268 600	279 000	329 900	278 800	335 400	498 200	470 200	374 700	390 000	166 800	256 900	338 915	270 546
Avresne	263 600	246 800	239 100	320 100	312 800	285 600	317 400	447 100	416 800	342 400	396 400	140 400	276 800	370 199	400 370
Abriard	55 400	68 800	66 900	70 900	87 000	127 300	146 800	197 200	178 800	147 100	138 300	14 700	66 900	122 526	124 477
Trezenne	154 900	174 000	171 800	212 800	131 200	187 200	242 300	287 200	288 600	261 600	264 100	132 400	228 200	317 657	276 806
Pont Laurent	465 200	481 100	504 200	476 600	476 800	650 700	733 200	1 053 300	946 800	863 500	937 600	200 700	606 700	890 207	1 040 888
Moulin Moreau	110 800	115 500	129 900	120 100	151 000	189 700	189 200	226 500	207 100	193 800	190 800	82 800	153 800	212 103	213 784
Evre aval	1 166 500	817 800	872 100	997 500	1 067 700	773 900	952 800	1 396 700	1 284 800	1 481 400	1 265 500	482 700	893 400	1 224 697	1 318 791
Thau	631 000	706 700	777 400	768 500	838 400	848 100	911 700	1 102 100	1 105 200	944 300	1 015 000	459 300	853 300	1 028 982	1 187 420
Les Moulins	277 000	246 200	224 900	238 100	241 100	256 400	289 300	399 200	341 100	325 200	324 700	46 200	219 300	308 809	339 812
Total	4 806 100	4 504 500	4 802 900	5 089 100	5 252 000	4 782 100	5 630 400	7 403 100	7 222 200	6 770 000	6 861 900	2 189 600	5 056 180	6 929 436	7 574 440

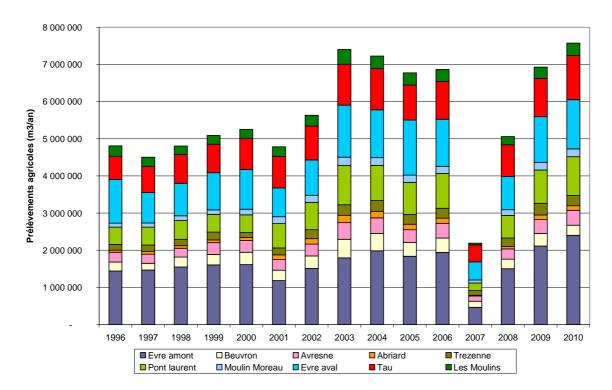


Figure 4-18: Répartition des prélèvements agricoles par masses d'eau

Les deux masses d'eau les plus sollicitées sous l'Evre amont et l'Evre aval. Les volumes prélevés représentent en moyenne chaque année entre 20% et 30% du volume total, respectivement par masse d'eau. La Thau est également très sollicitées, le volume prélevé sur cette masse d'eau représentant en moyenne entre 15% et 20% du volume total chaque année.

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 2012.

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 de surfaces irriguées cohérentes avec celles annoncées et validées dans l'état des lieux du SAGE de 2012. Ainsi, les surfaces irriguées se sont stabilisés autour de 6 000 ha ces dix dernières années.

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

√ 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 4-9 présente les surfaces irriguées sur le territoire du SAGE de 2000 à 2010 :

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Maïs	2243	2243	2243	2217	2217	2217	2217	2284	2322	2493	2461
Blé tendre	2143	2143	2143	2118	2118	2118	2118	2183	2219	2382	2351
Tournesol	1065	1065	1065	1053	1053	1053	1053	1085	1103	1184	1169
Surface irriguée (ha)	5451	5451	5451	5388	5388	5388	5388	5552	5644	6060	5982

Tableau 4-9: Surfaces irriguées sur le territoire du SAGE (ha)

Les surfaces irriguées représentent plus de 10% de la Surface Agricole Utile sur le bassin versant. 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 :

BESOIN TOTAL POUR L'IRRIGATION = BUT x Surface Irriguée x Coefficient comportemental

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

BUT = $Kc \times ETP - (Pe + R)$, avec :

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

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 culturaux 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 4-10 et sont comparés aux prélèvements effectifs réalisés pour l'irrigation sur la Figure 4-19.

2000 2001 2002 2003 2005 2006 Année 2004 2007 2008 2009 2010 Besoin en eau des plantes 6 981 8 9 3 9 9 050 16 220 10 097 12 363 17 191 17 919 3 5 2 6 16 188 19 028 (milliers de m³/an)

Tableau 4-10: Besoins en eau annuel des plantes

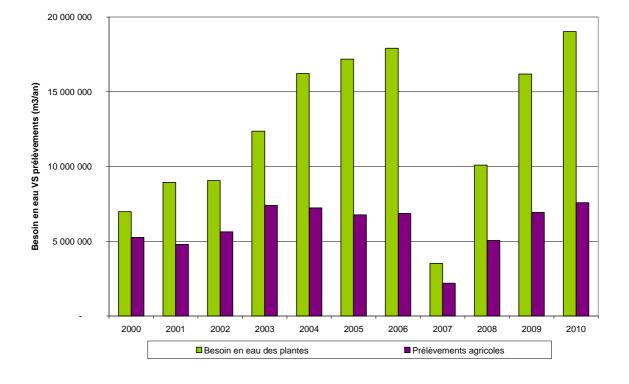


Figure 4-19: Comparaison des prélèvements et des besoins pour l'irrigation

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'étiage. 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 Cénomanien) : 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 immanquablement 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 4-11 présente les résultats obtenus :

Année	Consommation journalière moyenne (L/j)	Consommation en 2000	Consommation en 2010
Bovin	70	2 751 045	2 503 926
Caprin	7	3 115	2 997
Ovin	7	10 327	8 079
Porcins	10	293 935	230 987
Volaille	0.2	218 267	220 149
	Total	3 276 688	2 966 137

Tableau 4-11: Estimation des besoins en pour l'élevage (m³/an)

Les besoins en eau du bétail sont très importants sur le territoire du SAGE du « Evre Thau Saint Denis ». La consommation moyenne annuelle semble varier entre 3 millions de m³ et 3,3 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 apparaît comme bien diversifiée sur le territoire. L'état des lieux du SAGE de 2012 recensait 412 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Les entreprises de vente et réparation automobiles ainsi que les usines d'entreposage, de manutention et les commerces sont les plus représentées.

A- Points de captages

Le territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis » 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. Au total, 5 industries ont été identifiées comme prélevant directement dans le milieu. Elles sont localisées sur la Figure 4-20.

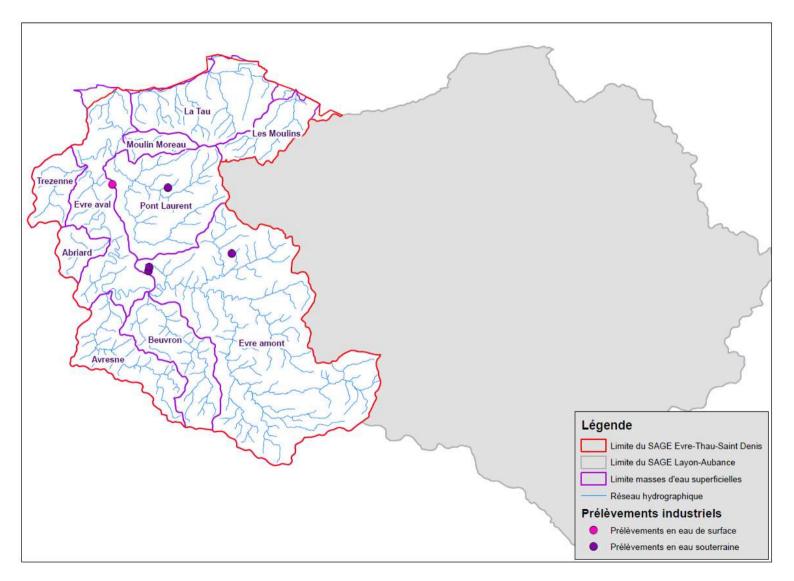


Figure 4-20 : Localisation des prélèvements industriels sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis »

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 4-21 suivante :

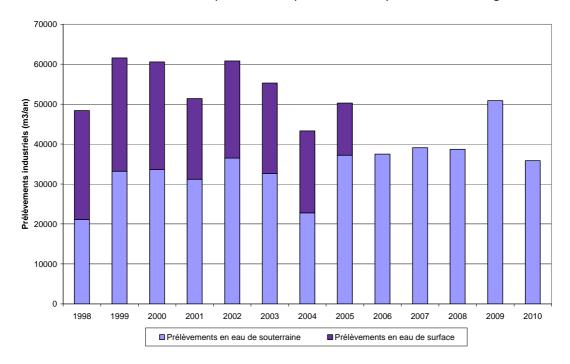


Figure 4-21: Prélèvements industriels sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis »

Par rapport à l'état des lieux / diagnostic du SAGE de 2012, les prélèvements de la société Industrielle de Saint-Florent n'ont pas été pris en compte car réalisés dans la Loire (hors bassin versant).

Globalement, les prélèvements industriels sont très faibles sur le territoire. Ils représentent environ 1% des prélèvements agricoles. Ils oscillent entre 40 000 m³/an et 60 000 m³/an.

Jusqu'en 2000, la part des prélèvements en eau de surface et en eau souterraine était relativement homogène. La répartition était environ de 55% pour les eaux souterraines et 45% pour les eaux de surface. A partir de 2000, les prélèvements en eau de surface ont diminué jusqu'à s'arrêter en 2006. Une seule entreprise était concernée par des prélèvements en eau de surface.

La répartition des prélèvements par masses d'eau est présentée dans la Figure 4-22.

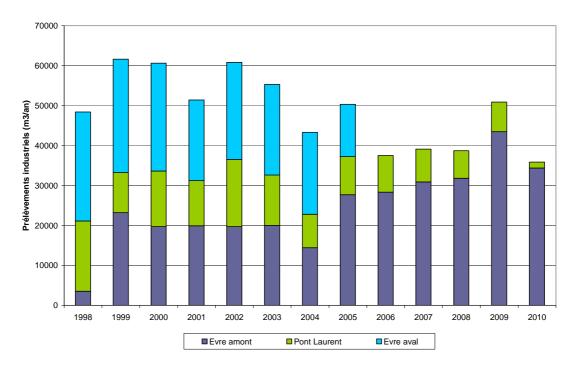


Figure 4-22 : Répartition des prélèvements industriels par masse d'eau

Les bassins versants les plus sollicités pour les prélèvements industriels sont l'Evre amont, le Pont Laurent et l'Evre aval.

Sur la période d'étude, il est à noter une hausse des prélèvements sur l'Evre amont. Les volumes prélevés sont passés de 20 000 m³/an environ à plus de 30 000 m³/an. A l'inverse, les prélèvements dans le Pont Laurent ont diminué. Depuis 2006, il semble qu'aucun prélèvement ne soit réalisé sur l'Evre aval.

C- Méthode de décomposition

L'élaboration d'une série mensuelle pour les prélèvements industriels 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 territoire d'étude sont :

- ✓ les pertes sur 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.

4.2.1.1 Volumes de pertes des réseaux AEP

A- Volume annuel total

Les volumes annuels de pertes sur les réseaux AEP sont présentés dans la Figure 4-23 ci-dessous :

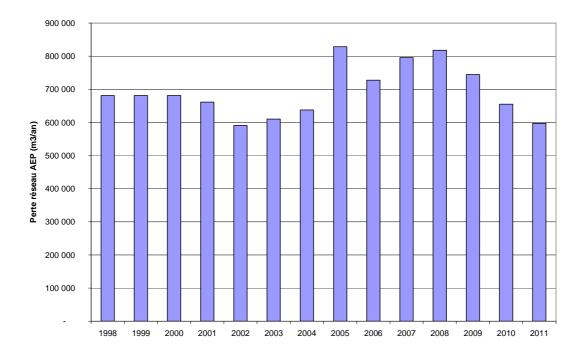


Figure 4-23: Pertes annuels des réseaux AEP de 1998 à 2011

En moyenne, les pertes des réseaux AEP représentent chaque année environ 700 000 m³, soit plus de 15% 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 25%) 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 4-12 et sur la Figure 4-24 ci-dessous :

Masse d'eau	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Abriard	0.36	0.36	0.36	0.35	0.31	0.32	0.34	0.44	0.39	0.43	0.44	0.39	0.35	0.32
Avresne	50	50	50	49	44	45	47	61	54	59	60	55	48	45
Beuvron	37	37	37	37	33	34	35	45	40	43	44	41	36	33
Evre amont	201	201	201	195	174	180	188	247	216	237	242	219	193	178
Evre aval	155	155	155	150	136	140	146	185	164	179	186	171	149	132
Les Moulins	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3
Moulin Moreau	19	19	19	18	16	17	18	23	20	22	23	21	18	17
Pont Laurent	134	134	134	129	115	119	125	164	143	157	161	146	128	118
Tau	68	68	68	66	58	60	63	83	73	80	82	74	65	60
Trezenne	14	14	14	13	12	12	13	17	15	16	16	15	13	12
Total	681	681	681	661	591	610	637	829	728	795	818	745	655	597

Tableau 4-12: Pertes des réseaux AEP par masse d'eau (milliers m³/an)

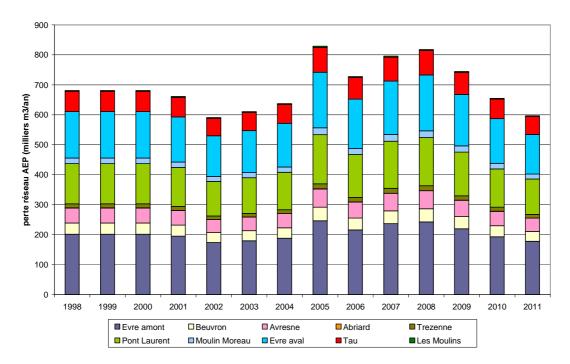


Figure 4-24: Pertes des réseaux AEP par masse d'eau (milliers m³/an)

Les masses d'eau les plus sollicitées sont l'Evre amont, le Pont Laurent et l'Evre aval. 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 considérés 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.

Les pertes des réseaux AEP ont été ventilées selon les mois de l'année à partir des 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 territoire du SAGE « Evre Thau Saint Denis» ont été synthétisées à partir de quatre 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 ;
- 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 « Evre Thau Saint Denis», 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 4-13 ci-dessous :

Tableau 4-13 : Compétences intercommunales pour l'assainissement collectif (Source : État des lieux SAGE 2012)

Structure	Communes concernées	Mode de gestion
Communauté d'Agglomération du Choletais	Chanteloup-les-Bois, Cholet, la Séguinière, le May-sur-Evre, Mazières- en-Mauges, Nuaillé, Saint-Léger-sous- Cholet, Trémentines, Vézins	Régie
SIVU le Pelican	Montjean-sur-Loire, la Pommeraye	Régie avec des prestations de service

La gestion de l'assainissement collectif se fait principalement en régie. Au total, 8 communes et 1 structure intercommunale ont déléguées leur compétence en totalité ou en partie à des prestataires privés. Les deux sociétés fermières présentes sur le territoire sont la SAUR et la Lyonnaise des Eaux.

4.2.3.2 Les stations d'épuration

Au total, 47 stations d'épuration rejetant dans le périmètre du SAGE ont été recensées. Elles se concentrent sur 36 communes.

Les stations d'épuration sont localisées sur la Figure 4-25 suivante.

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

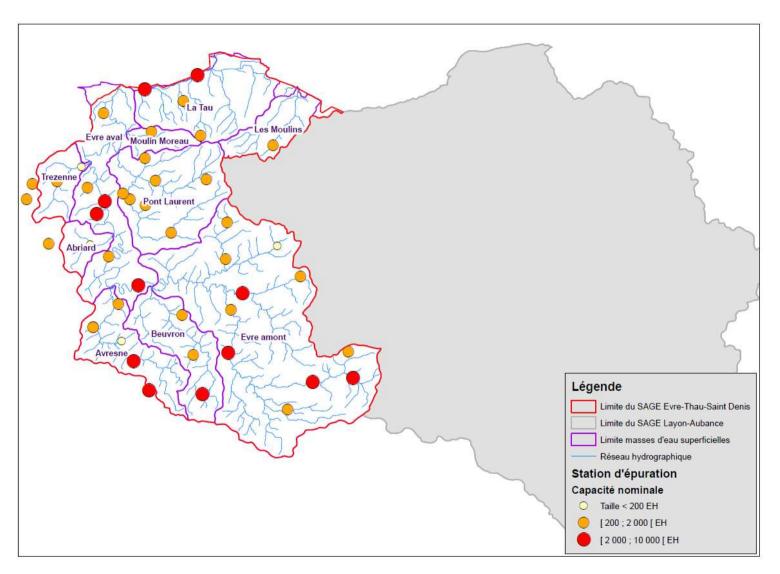


Figure 4-25 : Localisation des stations d'épuration

Les stations d'épuration présentes sur le territoire sont de tailles réduites, avec plus de 70% d'entres elles ayant une capacité nominale inférieure à 2000 EH. Au total, 13 stations d'épuration ont une capacité nominale supérieure à 2000 EH. La station la plus importante se situe à Saint-Macaire-en-Mauges et possède une capacité de traitement de 9000 EH.

La Figure 4-26 présente la proportion des stations d'épuration en fonction de leur capacité nominale :

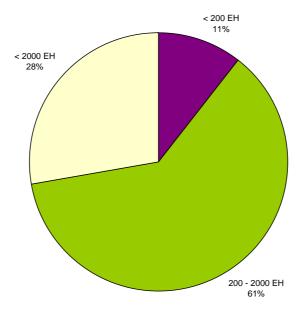


Figure 4-26: Proportion des stations d'épuration en fonction de leur capacité nominale

Le Tableau 4-14 suivant présente la répartition des stations d'épuration en fonction des masses d'eau superficielles définies sur le territoire du SAGE « Evre Thau saint Denis » :

Tableau 4-14: Répartition des stations d'épuration selon les masses d'eau

Masse d'eau			Total	
iviasse u eau	[2 000 ; 10 000 [EH	[200 ; 2 000 [EH	Taille < 200 EH	Total
Abriard		1	1	2
Avresne	2	3	1	6
Beuvron	1	2		3
Evre Amont	4	6	1	11
Evre aval	3	3		6
Les Moulins		1		1
Moulin Moreau		1		1
Pont Laurent		7	1	8
Tau	3	2		5
Trezenne		3	1	4
total	13	29	5	47

Le Pont Laurent, l'Avresne, l'Evre amont et l'Evre aval sont les masses d'eau les plus sollicitées pour les rejets des stations d'épuration.

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 dispositif d'autosurveillance.

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).

Les rejets de certaines stations d'épuration du territoire ont la particularité d'être utilisés pour l'irrigation agricole. Il s'agit des stations d'épuration de Chemillé, la chapelle-Saint-Florent, le Mesnilen-vallée, Andrezé et le Fuilet. Les volumes utilisés pour la fertirrigation n'ont pas été pris en compte dans le bilan des rejets au milieu.

Le Tableau 4-15 ci-dessous présente les volumes restitués au milieu naturel en 2009 et en 2011.

Année Volume restitué (m³/an)

2011 3 863 872

2009

Tableau 4-15: Volumes restitués au milieu naturel via les stations d'épuration

4 073 163

Avec seulement deux valeurs disponibles, il est difficile de dégager une tendance d'évolution. La 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, mais aussi par les baisses de consommation d'eau individuelles.

Les volumes de rejets représentent plus de 90% 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 atteignent environ 4 millions de m³/an.

Les rejets domestiques représentent la part la plus importante des restitutions d'eau au milieu naturel.

4.2.3.4 Cas particulier des STEP faisant l'objet d'une réutilisation des eaux pour l'agriculture

Pour certaines stations d'épuration du territoire, il existe une réutilisation des rejets pour l'agriculture. Aucun effluent ne retourne donc directement dans le cours d'eau. Les stations d'épuration concernées ainsi que leurs périodes de non rejets associées sont :

- ✓ **Chapelle-Saint-Florent** : à partir du 1er mai au 31 octobre (conforme à l'arrêté), ceci depuis 2002 ;
- Andrezé: toute l'année (à partir du 1er mai au 31 octobre dans l'arrêté), ceci depuis 1997;
- ✓ Fuilet : 3 mois en pratique (durée et période non précisée dans l'arrêté), ceci depuis 1994 ;
- Mesnil-en-Vallée : toute l'année (conforme à l'arrêté), ceci depuis 1995.

Les chroniques de rejets constituées tiennent ainsi compte de ces périodes de non rejets.

4.2.3.5 Cas particulier de l'assainissement non collectif

Selon l'état des lieux du SAGE de 2012, 7 structures intercommunales sont en charge de la gestion de l'assainissement non collectif sur le territoire :

- ✓ Communauté d'Agglomération du Choletais ;
- ✓ Communauté de Communes Loire Layon ;
- ✓ Communauté de Communes Moine et Sèvre ;
- ✓ Communauté de Communes de la région de Chemillé ;
- ✓ Communauté de Communes du canton de Montrevault ;
- ✓ Communauté de Communes du canton de Saint-Florent-le-Vieil;
- ✓ Communauté de Communes du Centre Mauges.

La part de l'assainissement non collectif reste relativement modérée sur le territoire. Les communes sont couvertes par un parc de 70 stations d'épuration dont 47 rejettent directement dans le bassin versant. Aucune commune ne semble entièrement en assainissement non collectif.

Au total, 18 communes sont raccordées à des stations d'épuration situées hors bassin versant.

L'estimation des rejets via l'assainissement non collectif s'est basée sur les résultats des contrôles de conformités des installations menées par les structures gestionnaires. Le fichier transmis indiquait le nombre d'installation non collective par commune.

A partir de ces données, les hypothèses suivantes ont été faîtes pour reconstituer les informations manquantes. Ainsi,

- ✓ Pour les communes ayant d'une station d'épuration, un taux de raccordement de 85% a été appliqué. La part de l'assainissement non collective représente donc 15% du volume de rejet total.
- ✓ De même pour les communes ne disposant pas de station d'épuration sur le territoire du SAGE, un taux de raccordement de 85% a été appliqué. La part de l'assainissement non collective représente donc 15% de la population. Les volumes de rejets correspondent à un ratio de 80% des volumes consommés par les communes..

Ainsi pour les communes dotées de stations d'épuration sur le territoire, les volumes de rejets via l'assainissement non collectif représentent en moyenne 740 000 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.

Au total, la part de l'assainissement non collectif représente 865 000 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

Seul un site industriel a été recensé sur le territoire comme rejetant de l'eau au milieu naturel (en l'occurrence dans l'Evre). Il s'agit de la carrière de Jousselin, située à Saint-Pierre-Montlimart. Les volumes d'exhaure associés fournis par la DREAL sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les volumes en question ont été considérés dans les chroniques de débit présentées plus loin. Pour les années antérieures à 2008, la moyenne des valeurs mensuelles sur la période 2008-2012 a été répliquée.

				()	
MOIS:	2008	2009	2010	2011	2012
Janvier	6120	8520	600	10080	3000
Février	6960	6960	5400	7500	2700
Mars	6180	6180	4080	4500	3000
Avril	4140	4140	4200	5340	240
Mai	8100	8100	2880	4140	3360
Juin	2640	2640	2520	2520	1980
Juillet	2520	2520	1980	1860	5100
Aout	3480	3480	1020	240	0
Septembre	2760	2760	2940	3780	1440
Octobre	7200	7200	2340	1860	15900
Novembre	5400	5400	2520	5760	7560
Décembre	3600	3600	600	5340	1680
Total	59100	61500	31080	52920	45960

Tableau 4-16: Volume d'exhaure de la carrière de Jousselin (m³)

Aucune autre donnée sur les rejets des industries non raccordées à un réseau collectif n'a pu être collectée. Dans ce cadre, l'ensemble des autres 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.

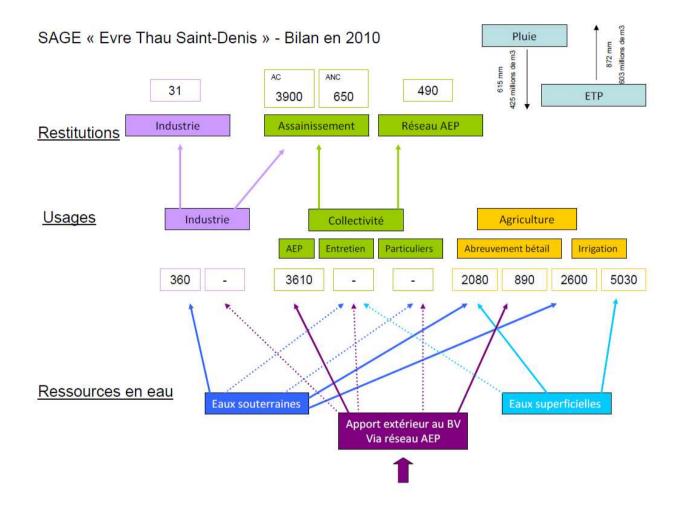


Figure 4-27 : Schéma récapitulatif du bilan hydrique sur le territoire du SAGE en 2010

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

5

Bilans 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 FRGR0533: Evre Amont

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Evre Amont sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 280000 m³/mois et le prélèvement maximum de 595000 m³ en juillet 2010. Les volumes prélevés le sont majoritairement pour l'irrigation. Les rejets sont globalement constants autour de 100000 m³/mois.

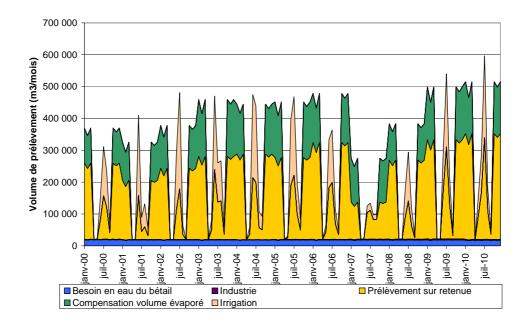


Figure 5-1 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Evre Amont »

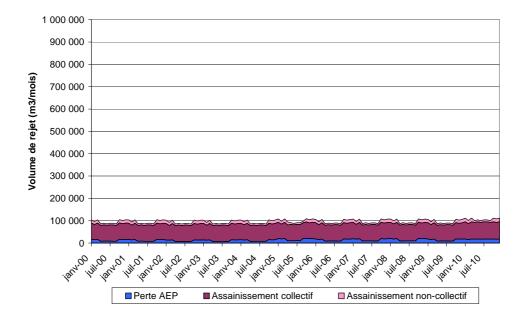


Figure 5-2 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Evre Amont »

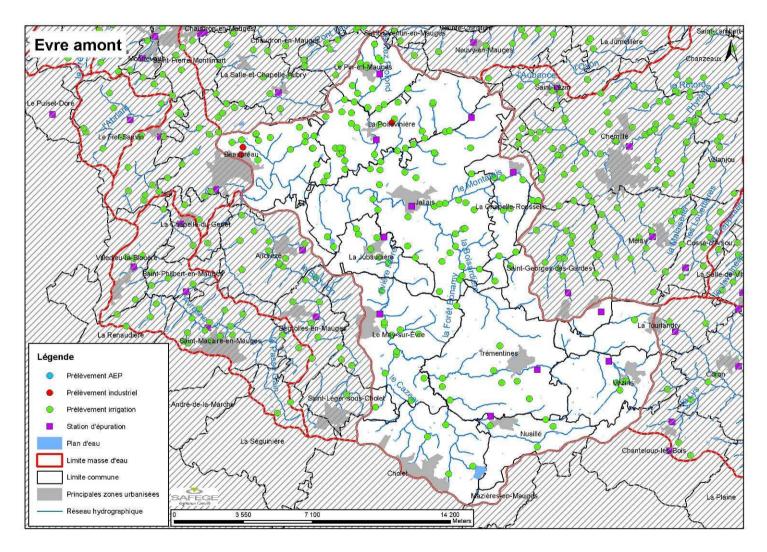


Figure 5-3: Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Evre Amont »

5.2 FRGR0534: Evre Aval

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Evre Aval sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 155000 m³/mois et le prélèvement maximum de 295000 m³ en décembre 2005. Les volumes prélevés le sont très majoritairement pour l'irrigation. Les volumes de rejets sont globalement constants autour de 120000 m³/mois.

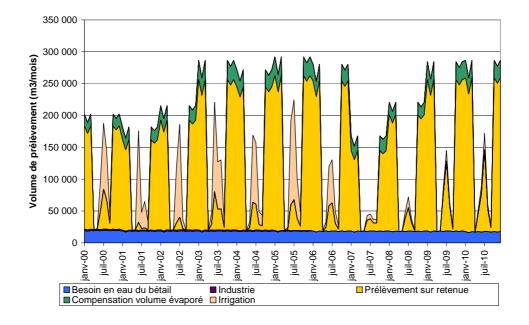


Figure 5-4 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Evre Aval »

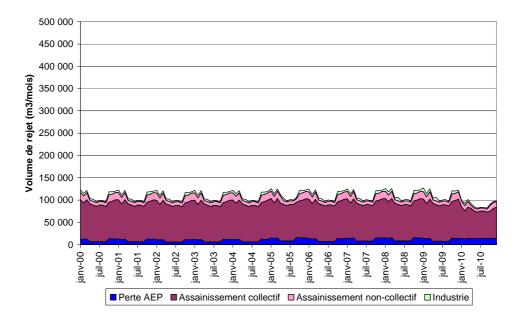


Figure 5-5 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Evre Aval »

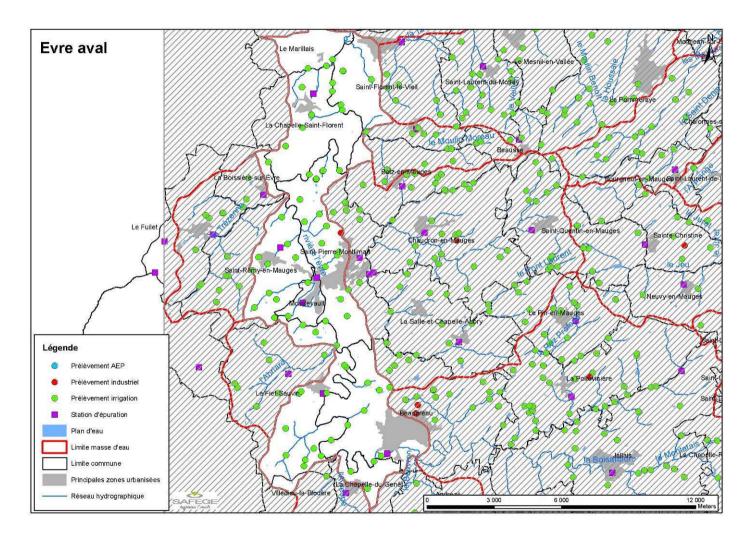


Figure 5-6: Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Evre Aval »

5.3 FRGR0535 : Beuvron

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Beuvron sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 70000 m³/mois et le prélèvement maximum de 120000 m³ en janvier 2003. Les volumes prélevés le sont très majoritairement pour l'irrigation. Les volumes de rejets sont globalement constants autour de 55000 m³/mois.

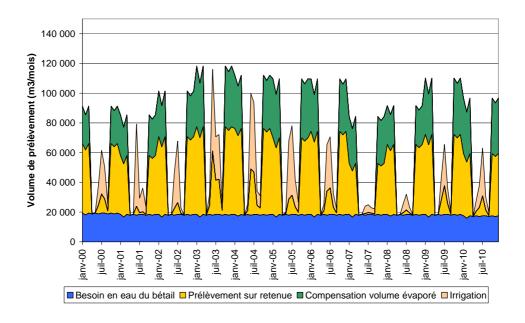


Figure 5-7 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Beuvron »

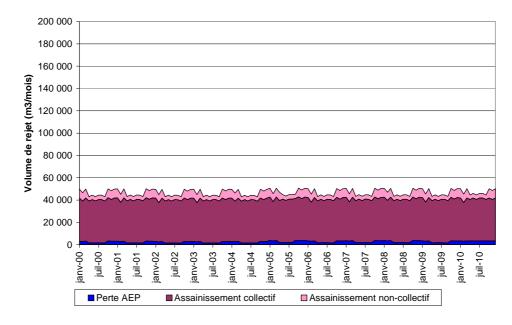


Figure 5-8 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Beuvron »

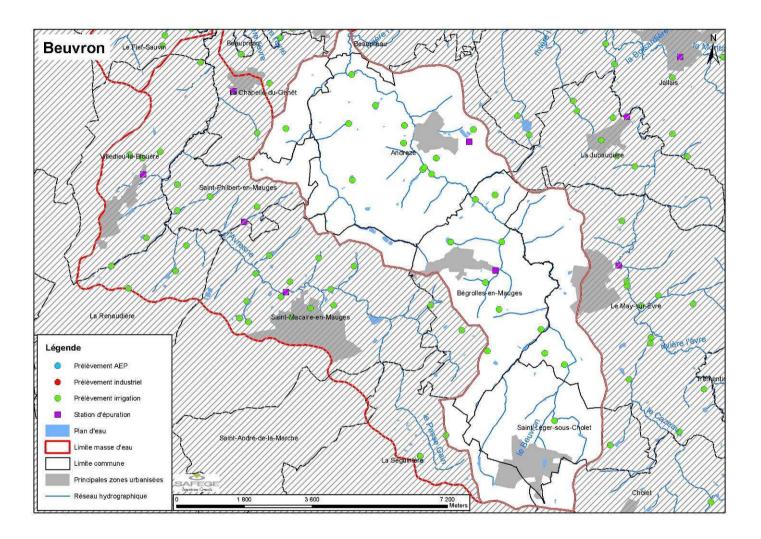


Figure 5-9: Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Beuvron »

5.4 FRGR2120 : Avresne

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Avresne sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 75000 m³/mois et le prélèvement maximum de 150000 m³ en mars 2003. Les volumes prélevés le sont très majoritairement pour l'irrigation. Les volumes de rejets sont globalement constants autour de 100000 m³/mois.

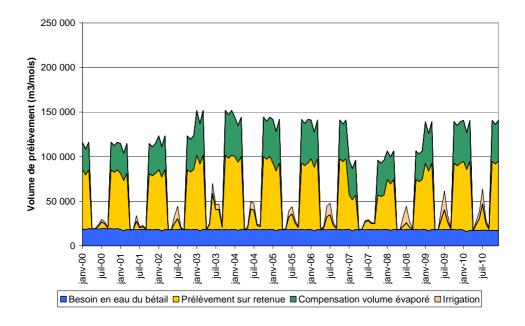


Figure 5-10 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Avresne »

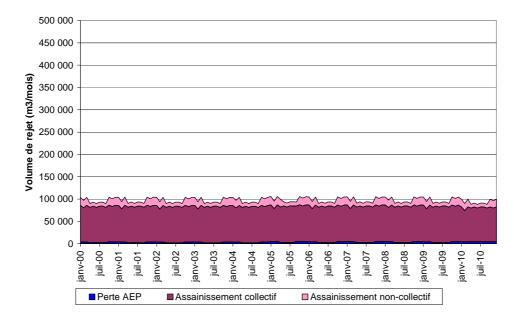


Figure 5-11 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Avresne »

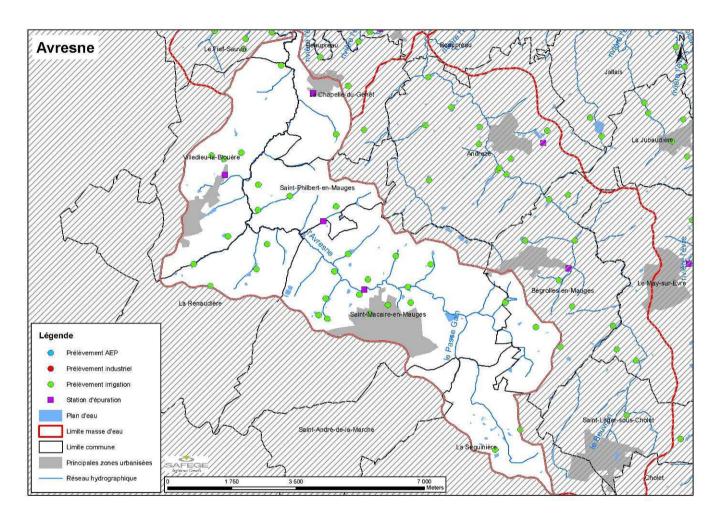


Figure 5-12: Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Avresne »

5.5 FRGR2148: Abriard

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Abriard sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 35000 m³/mois et le prélèvement maximum de 66000 m³ en juin 2003. Les volumes prélevés le sont très majoritairement pour l'irrigation. Les volumes de rejets sont globalement constants autour de 3000 m³/mois.

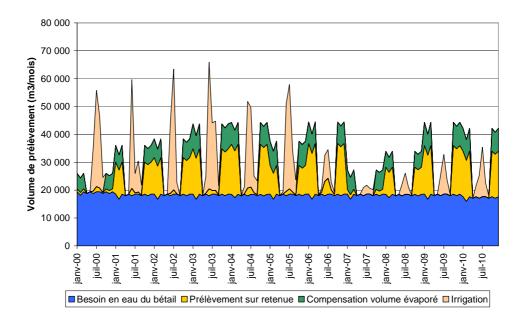


Figure 5-13 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Abriard »

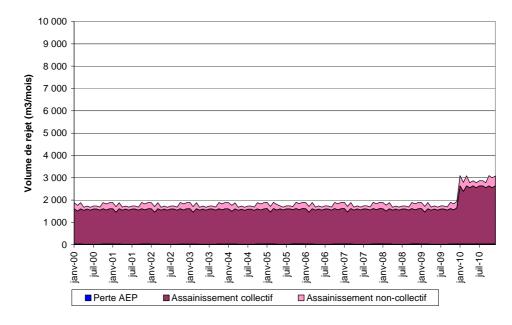


Figure 5-14 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Abriard »

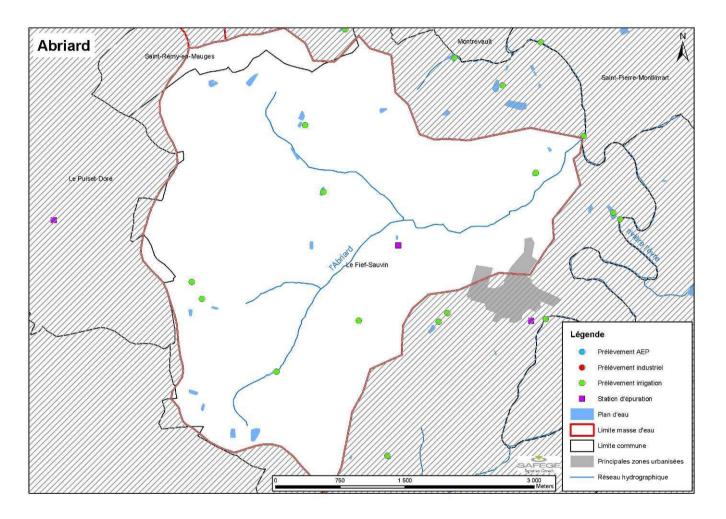


Figure 5-15: Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Abriard »

5.6 FRGR2176: Pont Laurent

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Pont Laurent sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 120 000 m³/mois et le prélèvement maximum de 230000 m³ en juillet 2010. Les volumes prélevés le sont très majoritairement pour l'irrigation. Les volumes de rejets sont globalement constants autour de 50000 m³/mois.

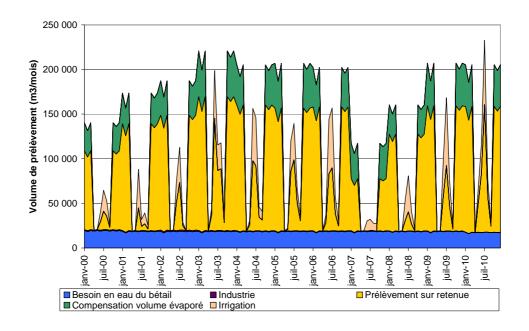


Figure 5-16 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Pont Laurent »

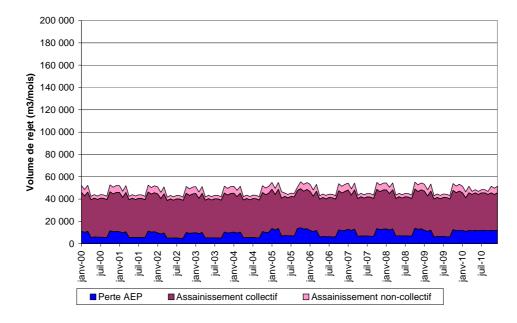


Figure 5-17 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Pont Laurent »

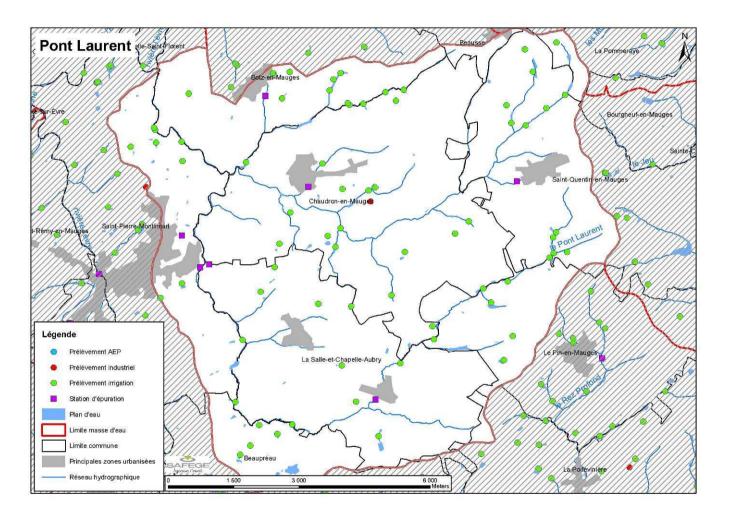


Figure 5-18: Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Pont Laurent »

5.7 FRGR2179: Trezenne

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Trezenne sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 53000 m³/mois et le prélèvement maximum de 99000 m³ en janvier 2009. Les volumes prélevés le sont très majoritairement pour l'irrigation. Les volumes de rejets sont globalement constants autour de 10000 m³/mois.

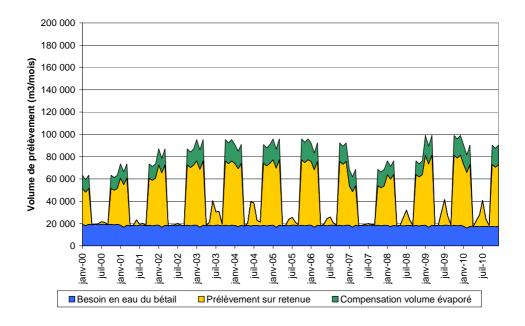


Figure 5-19 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Trezenne »

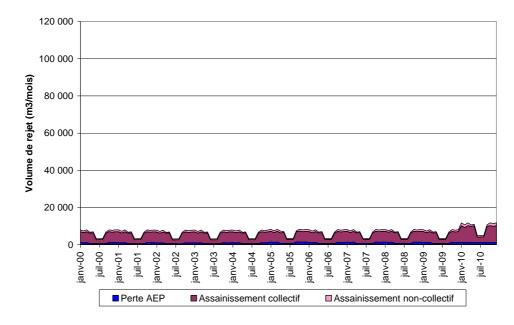


Figure 5-20 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Trezenne »

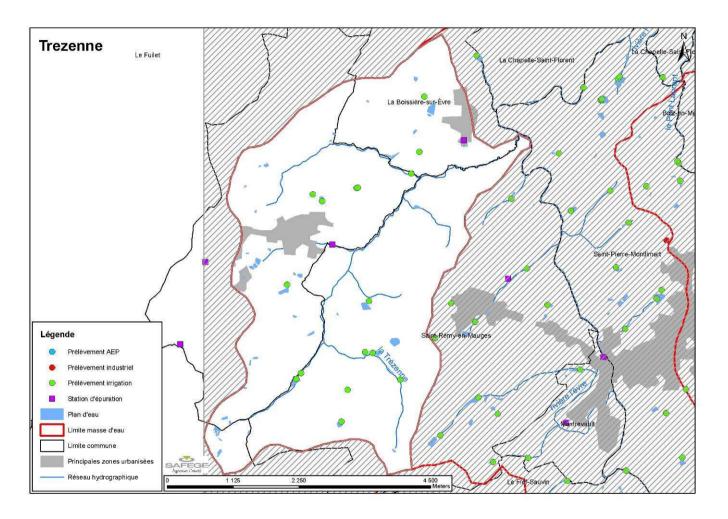


Figure 5-21: Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Trezenne »

5.8 FRGR2193: Moulin Moreau

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Moulin Moreau sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 39000 m³/mois et le prélèvement maximum de 63000 m³ en janvier 2003. Les volumes prélevés le sont très majoritairement pour l'irrigation. Les volumes de rejets sont globalement constants autour de 4000 m³/mois.

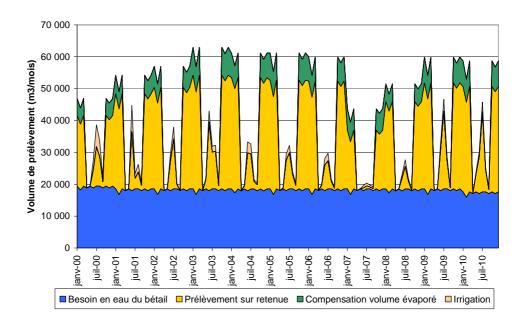


Figure 5-22 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Moulin Moreau »

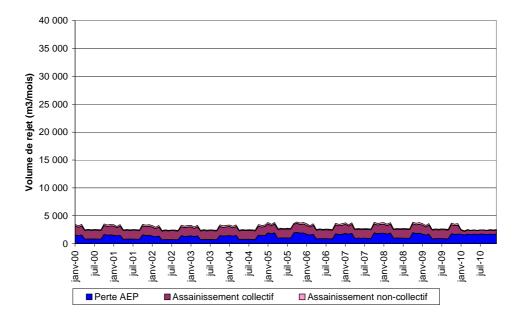


Figure 5-23 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Moulin Moreau »

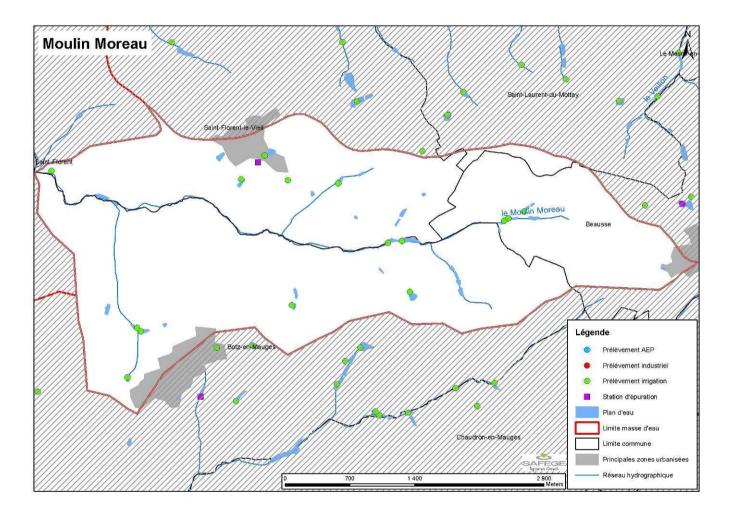


Figure 5-24: Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Moulin Moreau »

5.9 FRGR2216: Thau

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau Thau sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 125000 m³/mois et le prélèvement maximum de 230000 m³ en juillet 2010. Les volumes prélevés le sont très majoritairement pour l'irrigation. Les volumes de rejets sont globalement constants autour de 50000 m³/mois.

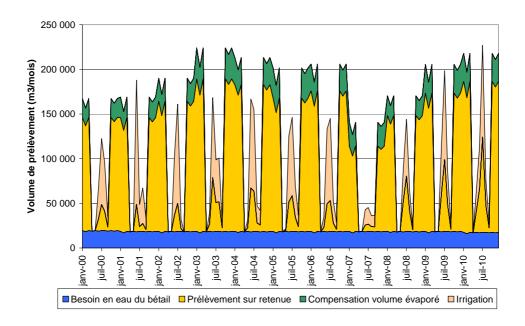


Figure 5-25 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « Thau »

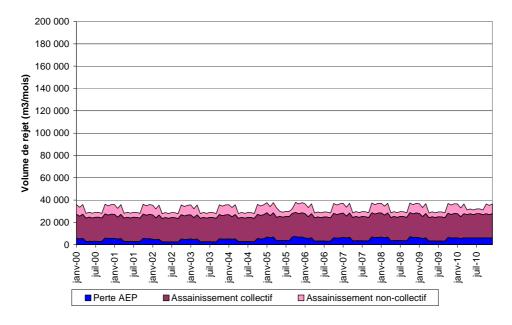


Figure 5-26 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « Thau »

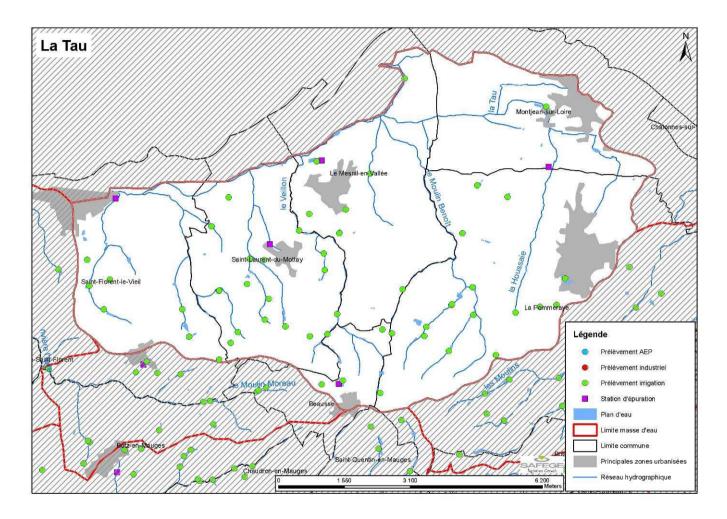


Figure 5-27: Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « Thau »

5.10 FRGR2203: Les Moulins

Les volumes mensuels prélevés/restitués sur la masse d'eau des Moulins sont présentés ci-dessous. Le prélèvement moyen et de l'ordre de 55000 m³/mois et le prélèvement maximum de 105000 m³ en janvier 2003. Les volumes prélevés le sont très majoritairement pour l'irrigation. Les volumes de rejets sont globalement constants autour de 3000 m³/mois.

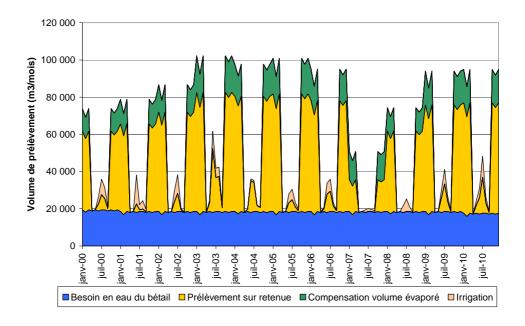


Figure 5-28 : Chronique des volumes mensuels prélevés sur la masse d'eau « les Moulins »

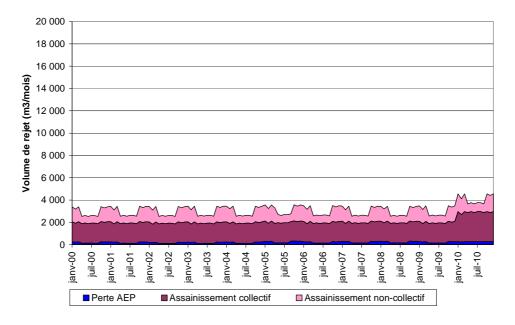


Figure 5-29 : Chronique des volumes mensuels restitués sur la masse d'eau « les Moulins »

SAFEGE Nanterre

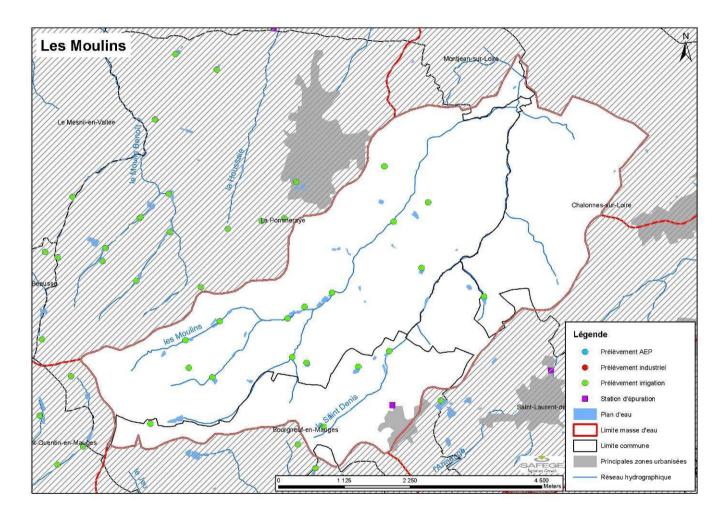


Figure 5-30 : Localisation des principaux enjeux en terme de gestion quantitative sur la masse d'eau « les Moulins »

5.11 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. Si en période hivernale, il arrive que les rejets soient supérieurs aux volumes prélevés, ce n'est quasiment jamais le cas en période estivale, conduisant à un prélèvement net (prélèvements − rejets) systématique durant ces périodes de tension.

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.

Code	Masse d'eau	Bassin versant (km²)	Volume moyen prélevé (m³/mois)	Volume moyen prélevé (m³/mois/km²)	Volume maximum prélevé (m³/mois)	Volume moyen prélevé (m³/mois/km²)
FRGR0533	Evre Amont	261	281 208	1 077	593 297	2 273
FRGR0534	Evre Aval	85	153 843	1 810	291 942	3 435
FRG0535	Beuvron	54	67 622	1 252	118 258	2 190
FRGR2120	Avresne	51	77 316	1 516	151 780	2 976
FRGR2148	Abriard	16	32 573	2 036	65 927	4 120
FRGR2176	Pont Laurent	85	119 511	1 406	232 848	2 739
FRGR2179	Trezenne	23	52 757	2 294	99 153	4 311
FRGR2193	Moulin Moreau	13	39 702	3 054	62 989	4 845
FRGR2216	Thau	72	126 831	1 762	227 089	3 154
FRGR2203	Les Moulins	30	54 732	1 824	102 197	3 407

Figure 5-31 : Synthèse des pressions de prélèvement par masse d'eau

La disparité de sollicitation des masses d'eau par les prélèvements est très visible dans le tableau cidessus. On constate globalement que les masses d'eau les plus sollicitées (volume prélevé par unité de surface) 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 peut être proposée :

- ✓ Masse d'eau avec pression de prélèvement « forte » : Moulin Moreau, la Trezenne et l'Abriard
- ✓ Masses d'eau avec pression de prélèvement « moyenne » :, Evre aval, les Moulins, la Thau et l'Avresne
- ✓ Masses d'eau avec pression de prélèvement « faible » : Evre amont, Beuvron, Pont laurent, Thau.

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 Evre Thau Saint-Denis.

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.

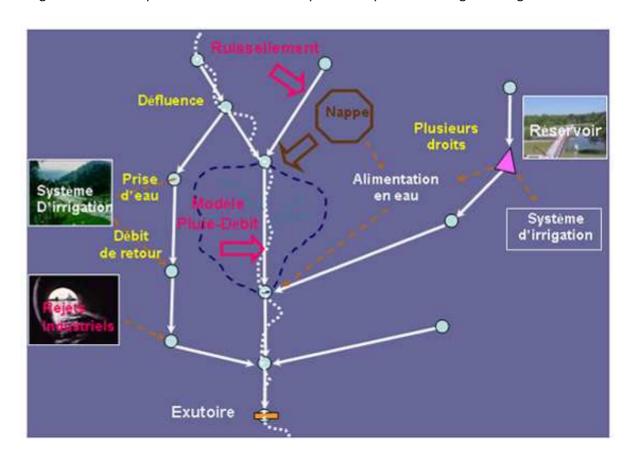


Figure 7-1: Schéma conceptuel de MIKE BASIN

7.2.2 Modélisation hydrologique

La modélisation hydrologique sur le bassin versant Evre Thau Saint-Denis 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.

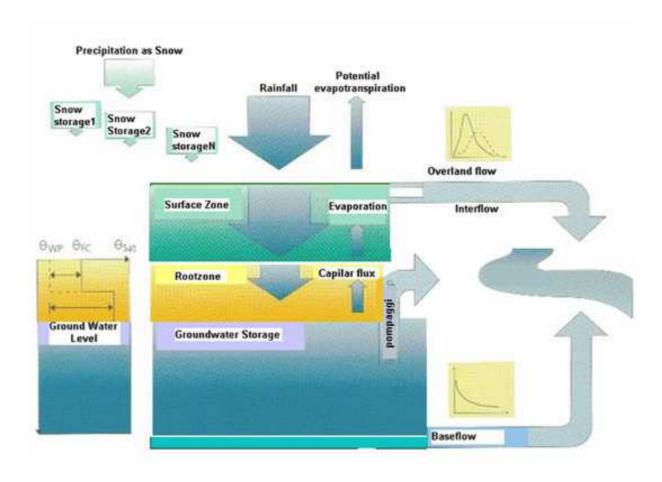


Figure 7-2: Schéma conceptuel des processus hydrologiques modélisés dans NAM

7.2.3 Données d'entrée du modèle

7.2.3.1 Bassin versant considéré

Chacune des 10 masses d'eau constitutive du territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis » 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 « Evre Thau Saint Denis » est suivie par un réseau de 3 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
Beuvron à Andrezé	0.010	0.005	0.006	0.333
Evre à Beaupréau	0.025	0.004	0.010	1.154
Evre à la Chapelle-Saint-Florent	0.035	0.019	0.023	3.688

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.

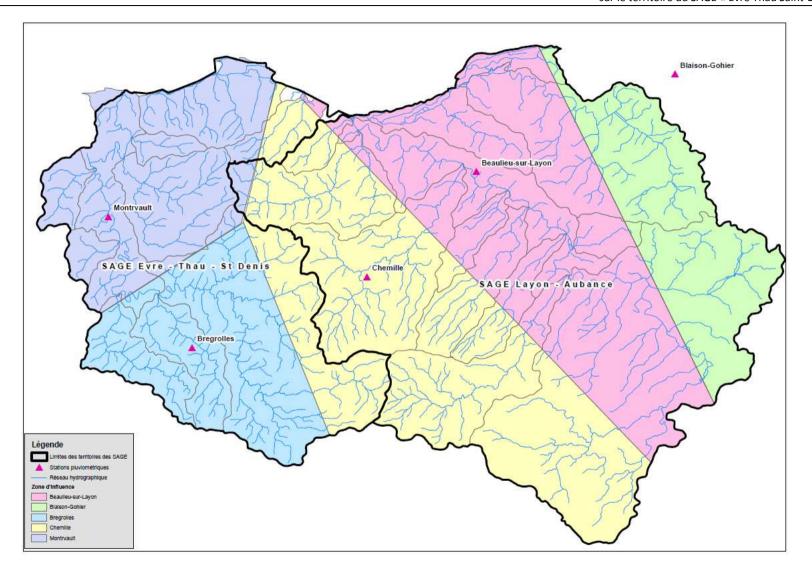


Figure 7-3 : Zones d'influences des pluviomètres utilisés pour la modélisation pluie-débit

127

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 7-2.

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 :

$$E = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(Q_{i} - \hat{Q}_{i}\right)^{2}}{\sum_{i=1}^{n} \left(Q_{i} - \overline{Q}_{i}\right)^{2}}\right) \cdot 100$$

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 Beuvron à Andrezé

La Figure 7-4 suivante présente une comparaison des débits mesurés à la station hydrométrique d'Andrezé 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 37%. En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 84%.

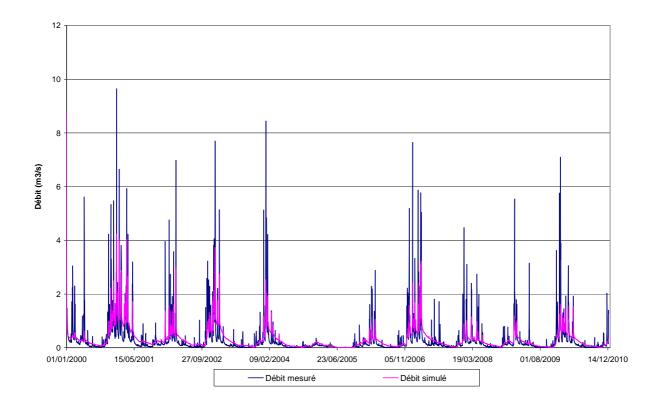


Figure 7-4 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant du Beuvron à Andrezé

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

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

Beuvron à Andrezé	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0114	0.0012	0.0012	0.324
Débits mesurés (m3/s)	0.010	0.005	0.006	0.333
Erreur absolue (m3/s)	0.001	-0.003	-0.005	-0.009

7.3.2.2 Evre à Beaupréau

La Figure 7-5 suivante présente une comparaison des débits mesurés à la station hydrométrique de Beaupréau 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 49%. En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 93%.

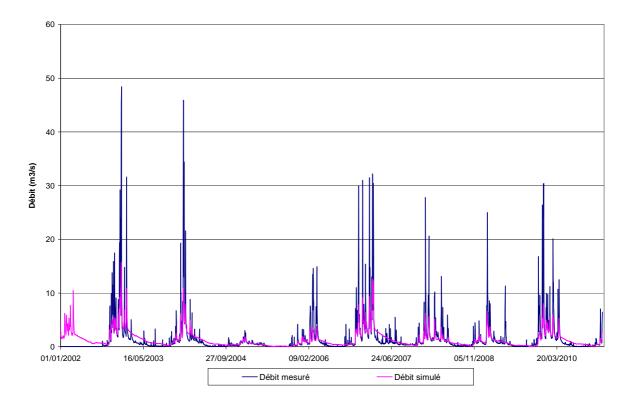


Figure 7-5 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant de l'Evre à Beaupréau

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

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

Evre à Beaupréau	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0401	0.0033	0.0047	1.346
Débits mesurés (m3/s)	0.025	0.004	0.010	1.154
Erreur absolue (m3/s)	0.015	-0.001	-0.006	0.192

7.3.2.3 Evre à la Chapelle-Saint-Florent

La Figure 7-6 suivante présente une comparaison des débits mesurés à la station hydrométrique de la Chapelle-Saint-Florent 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 45%. En considérant seulement les débits observés inférieurs à la moitié du module, le coefficient de Nash s'élève à 86%.

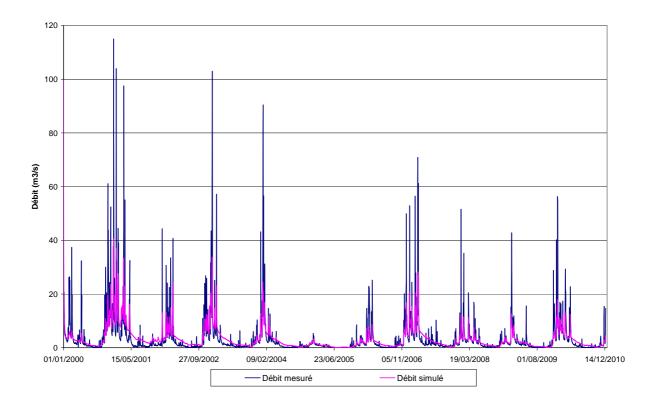


Figure 7-6 : Comparaison des débits simulés à l'issue du calage et mesurés pour le bassin versant de l'Evre à la Chapelle-Saint-Florent

La comparaison des débits caractéristiques est présentée dans le :

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

Evre à la Chapelle-Saint-Florent	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits simulés (m3/s)	0.0474	0.0152	0.0158	3.328
Débits mesurés (m3/s)	0.035	0.019	0.023	3.688
Erreur absolue (m3/s)	0.013	-0.004	-0.007	-0.360

7.3.3 Critiques relatives au calage du modèle

Le calage du modèle est jugé satisfaisant pour les trois 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 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 trois masses d'eau disposent de stations hydrométriques, les valeurs des paramètres de calage ont du 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 FRGR0533 : Evre Amont

La Figure 7-7 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés. Le Tableau 7-6 présente la comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

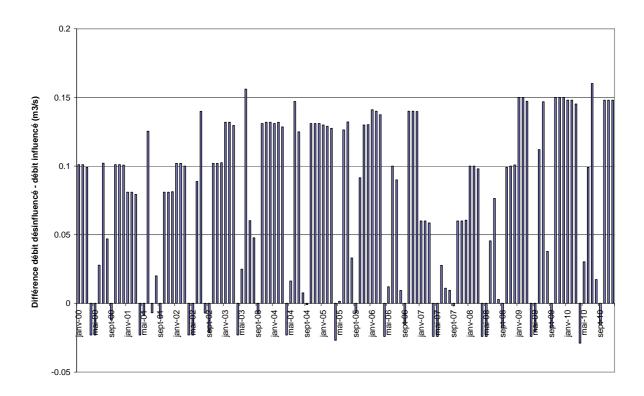


Figure 7-7 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Evre Amont

Tableau 7-6 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'Evre amont

Evre Amont	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0401	0.0033	0.0047	1.346
Débits désinfluencés (m3/s)	0.1809	0.1499	0.1535	1.423
Différence (m³/s)	0.1408	0.1466	0.1488	0.077

L'analyse des résultats obtenus sur l'Evre amont 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 100l/s et 150l/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.

Les gains les plus importants sont obtenus hors période d'étiage, d'octobre à mars. En étiage, le gain est plus faible et vaut environ 50l/s à 100l/s en moyenne.

L'impact sur les débits caractéristiques d'étiage est significatif, avec une hausse de 140 l/s environ.

7.4.2.2 FRGR0534 : Evre Aval

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

La Figure 7-8 présente la différence entre les débits moyens mensuels naturels et influencés.

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

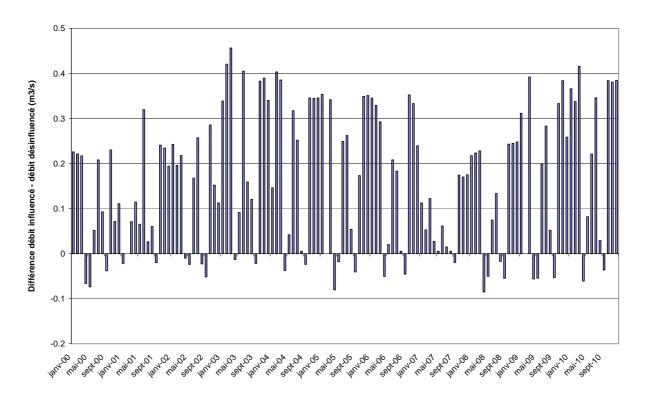


Figure 7-8: Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Evre aval

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

Evre Aval	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0750	0.0260	0.0277	4.357
Débits désinfluencés (m3/s)	0.4137	0.3264	0.3379	4.507
Différence (m³/s)	0.3387	0.3004	0.3102	0.1500

Le constat sur l'Evre aval peut être le même que celui formulé sur l'Evre amont. Le débit naturel du cours d'eau est 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 s'observent hors période d'étiage d'octobre à mars. Le gain maximal est obtenu pour mars 2003 et atteint 465l/s.

Sur l'ensemble de la période d'étude, la différence en le débit influencé et désinfluencé varie entre 100l/s et 200l/s en moyenne.

L'impact sur les débits caractéristiques d'étiage est significatif, avec une hausse de 300 l/s environ.

7.4.2.3 FRGR0535 : Beuvron

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

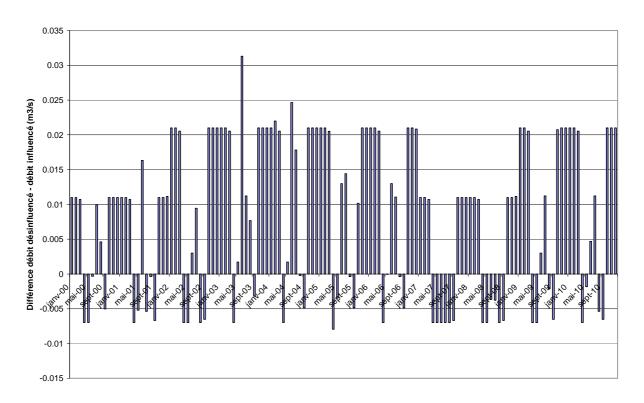


Figure 7-9 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Beuvron

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

Beuvron	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0277	0.0119	0.0128	0.492
Débits désinfluencés (m3/s)	0.0359	0.0258	0.0270	0.499
Différence (m³/s)	0.0082	0.0139	0.0142	0.007

Sur le Beuvron 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 10l/s et 20l/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 du Beuvron 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.

Les débits caractéristiques sont globalement du même ordre de grandeur et varient de quelques litres uniquement.

7.4.2.4 FRGR2120 : Avresne

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.

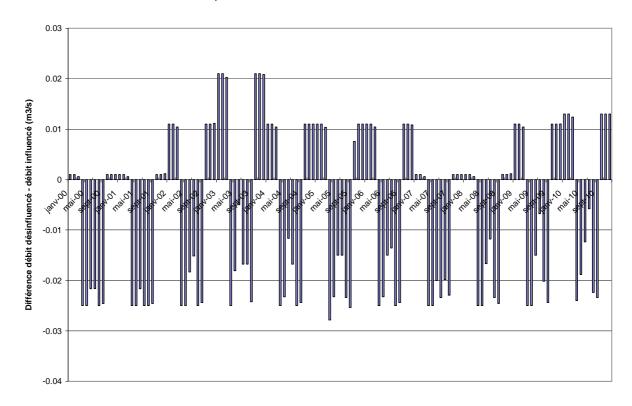


Figure 7-10 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Avresne

Tableau 7-9 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur l'Avresne

Avresne	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0204	0.0030	0.0033	0.475
Débits désinfluencés (m3/s)	0.0211	0.0142	0.0150	0.467
Différence (m³/s)	0.0007	0.0112	0.0117	-0.008

Sur l'Avresne, le même constat que sur le Beuvron peut être formulé. Le débit naturel du cours d'eau est supérieur au débit influencé hors période d'étiage. Les gains atteignent entre 10l/s et 20l/s en moyenne selon les années.

Pendant la période d'étiage, le débit naturel et inférieur au débit influencé. La perte de débit atteint en moyenne 201/s.

Les débits caractéristiques sont globalement du même ordre de grandeur et varient de quelques litres uniquement.

7.4.2.5 FRGR2148 : Abriard

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.

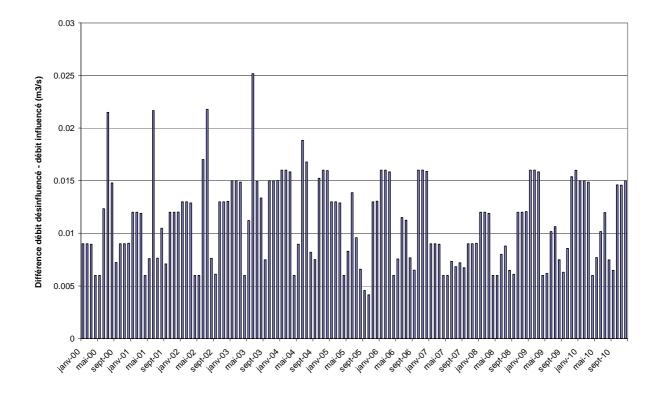


Figure 7-11: Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur l'Abriard

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

Abriard	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0008	0.0003	0.0003	0.134
Débits désinfluencés (m3/s)	0.0106	0.0082	0.0085	0.144
Différence (m³/s)	0.0098	0.0079	0.0082	0.01

L'analyse des résultats obtenus sur l'Abriard 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. L'écart le plus important est observé en juin 2003 et atteint 25l/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.

7.4.2.6 FRGR2176 : Pont Laurent

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.

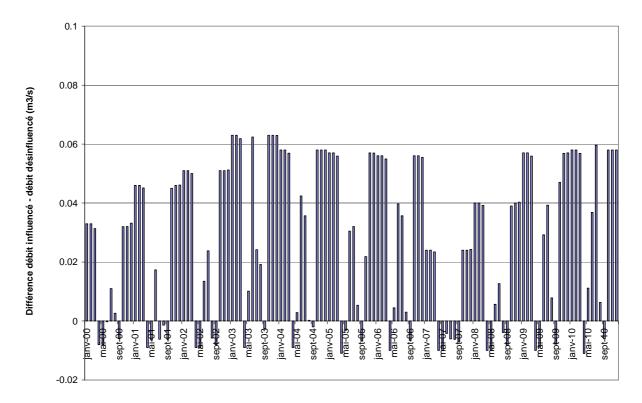


Figure 7-12 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Pont Laurent

Tableau 7-11 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Pont Laurent

Pont Laurent	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0050	0.0019	0.0020	0.672
Débits désinfluencés (m3/s)	0.0569	0.0440	0.0456	0.697
Différence (m³/s)	0.0519	0.0421	0.0436	0.025

Sur le Pont Laurent, l'analyse des résultats obtenus montre que le débit naturel du cours d'eau est supérieur au débit actuel pour quasiment tous les mois de l'année. Cela s'explique par la présence de prélèvements agricoles et de plans d'eau importantes sur le bassin versant. Le gain maximal s'observe hors période d'étiage et varie en moyenne entre 40l/s et 60 l/s.

Pendant l'été, le gain est plus faible et atteint une trentaine de litres au maximum. Cela se traduit par une hausse significative des débits d'étiage.

7.4.2.7 FRGR2179: Trezenne

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.

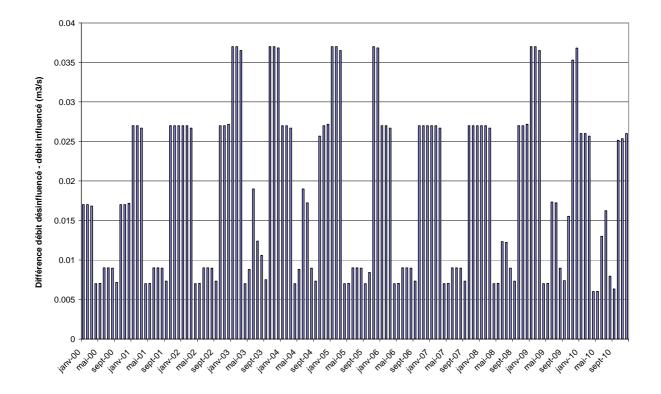


Figure 7-13 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur la Trezenne

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

Trezenne	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0011	0.0003	0.0003	0.202
Débits désinfluencés (m3/s)	0.0194	0.0153	0.0158	0.220
Différence (m³/s)	0.0183	0.015	0.0155	0.018

Sur la Trezenne, 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 25l/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.

7.4.2.8 FRGR2193 : Moulin Moreau

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'étiage pour l'hydrologie influencée et désinfluencée sur la période d'étude.

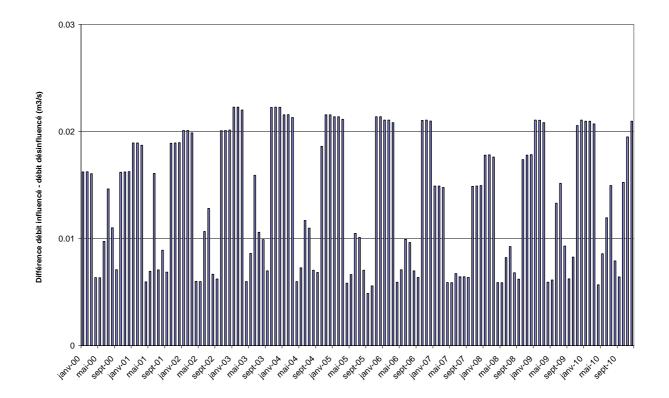


Figure 7-14: Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur le Moulin Moreau

Tableau 7-13 : Comparaison des valeurs caractéristiques d'étiage en hydrologie influencée et désinfluencée sur le Moulin Moreau

Moulin Moreau	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0005	0.0002	0.0002	0.130
Débits désinfluencés (m3/s)	0.0109	0.0085	0.0088	0.143
Différence (m³/s)	0.0104	0.0083	0.0086	0.013

L'analyse des résultats obtenus sur le Moulin Moreau 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 s'observent hors période d'étiage. Le gain varie entre 10l/s et 20l/s en moyenne.

En été, les écarts sont plus faibles et s'élèvent entre 5 l/s et 10l/s.

7.4.2.9 FRGR2216: Thau

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.

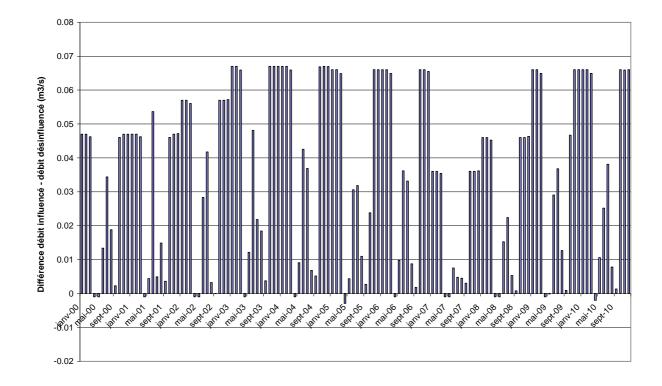


Figure 7-15 : Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur la Thau

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

Tau	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0046	0.0004	0.0013	0.584
Débits désinfluencés (m3/s)	0.0577	0.0455	0.0470	0.618
Différence (m³/s)	0.0531	0.0451	0.0457	0.034

Le constat sur la Thau 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.

Le gain le plus important s'observe hors période d'étiage et varient entre 50l/s et 65l/s. Sur le reste de l'année, le gain est plus faible. Il fluctue entre en gain quasiment nul et 45l/s certains mois de l'année. L'impact sur les débits caractéristiques d'étiage est significatif, avec une hausse de 45 à 50 l/s environ.

7.4.2.10 FRGR2203 : Les Moulins

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.

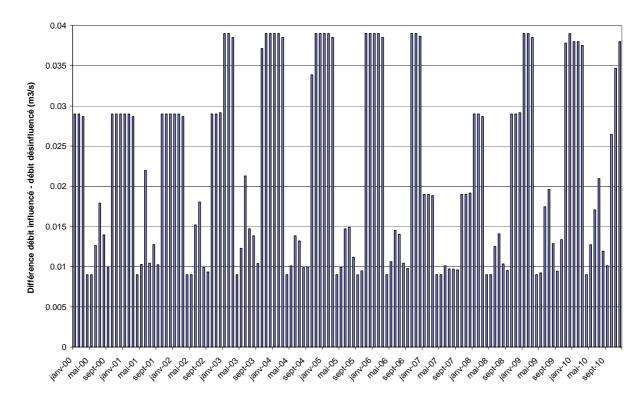


Figure 7-16: Différence débits mensuels influencés/désinfluencés sur les Moulins

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

Les Moulins	QMNA5	VCN3(5)	VCN10(5)	Module
Débits influencés (m3/s)	0.0003	0.0002	0.0002	0.199
Débits désinfluencés (m3/s)	0.0190	0.0149	0.0154	0.220
Différence	0.0187	0.0147	0.0152	0.021

De la même manière sur les Moulins, la présence importante de prélèvements agricoles et de plans d'eau sur le bassin versant explique le bénéfice en terme de débits. Les gains maximums s'observent d'octobre à mars et varient entre 30l/s et 40l/s.

En période d'étiage, la différence entre le débit naturel et le débit influencé est d'une dizaine de litres environ.

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: cette situation concerne les masses d'eau du Beuvron et de l'Avresne. 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.
- 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 l'Evre amont, l'Evre aval, la Thau et le Pont Laurent. Pour les autres masses d'eau le gain est plus faible mais 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)) désinfluencés calculés pour chaque mase d'eau, ainsi que les bornes de l'intervalle de confiance 70% pour chacune des valeurs affichées.

Tableau 7-16 : 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	
Abriard	0.008	0.011	0.013	0.006	0.008	0.011	0.006	0.009	0.011	
Avresne	0.015	0.021	0.028	0.010	0.014	0.019	0.010	0.015	0.020	
Beuvron	0.026	0.036	0.047	0.018	0.026	0.034	0.019	0.027	0.036	
Evre amont	0.151	0.181	0.243	0.125	0.150	0.204	0.128	0.154	0.209	
Evre aval	0.314	0.414	0.515	0.244	0.326	0.412	0.252	0.338	0.427	
Les Moulins	0.014	0.019	0.024	0.011	0.015	0.019	0.011	0.015	0.020	
Moulin Moreau	0.008	0.011	0.014	0.006	0.009	0.011	0.007	0.009	0.011	
Pont Laurent	0.043	0.057	0.071	0.033	0.044	0.056	0.034	0.046	0.058	
Tau	0.044	0.058	0.072	0.034	0.045	0.057	0.035	0.047	0.059	
Trezenne	0.015	0.019	0.024	0.011	0.015	0.019	0.012	0.016	0.020	

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 de l'Evre, de la Thau et des Moulins) 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, 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 : 0,81 millions de m³, soit un débit de 300 l/s.
 - ✓ **Hypothèse initiale** : 2,24 millions de m³, soit un débit de 730 l/s.
 - ✓ Rappel du QMNA5 désinfluencé à « l'exutoire du territoire » : 483 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 430l/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 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) : 173 000 m³, soit un débit de 65 l/s.
 - ✓ Hypothèse alternative 1 (80% prélevé au milieu naturel) : 198 000 m³, soit un débit de 74 l/s.
 - ✓ Rappel du QMNA5 désinfluencé à « l'exutoire du territoire » : 483 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, 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) : 29 000 m³, soit un débit de 28l/s.
 - ✓ Hypothèse alternative 1 (30% retournant au milieu naturel) : 17 000 m³, soit un débit de 17l/s.
 - ✓ Hypothèse alternative 1 (70% retournant au milieu naturel) : 40 000m³, soit un débit de 39l/s.
 - ✓ Rappel du QMNA5 désinfluencé à « l'exutoire du territoire » : 483 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 10l/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, 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) : 38 000 m³, soit un débit de 36 l/s.

- ✓ Hypothèse alternative 1 (30% retournant au milieu naturel) : 23 000 m³, soit un débit de 22 l/s.
- ✓ Hypothèse alternative 2 (70% retournant au milieu naturel) : 53 000 m³, soit un débit de 50 l/s.
- ✓ Rappel du QMNA5 désinfluencé à « l'exutoire du territoire » : 535 l/s

La sensibilité du ratio des volumes issus de l'ANC 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.

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) « Evre Thau Saint-Denis ».

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 prévalues 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 « Evre Thau Saint-Denis » dispose de relativement peu d'informations permettant de caractériser le fonctionnement hydrologique du bassin versant et de quantifier l'état de la ressource. Actuellement, 3 stations hydrométriques sont en activité pour couvrir l'ensemble du chevelu hydrographique dense du bassin versant.
- ✓ Les petits affluents et la Thau semblent plus sensibles aux étiages sévères avec des perturbations visibles de l'écoulement. Les principaux cours d'eau, l'Evre et le Beuvron, 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 « Evre Thau Saint-Denis » est couvert en large majorité par le socle. A ce titre, la ressource souterraine est peu importante, peu propice aux prélèvements et contribue très faiblement au soutien d'étiage des cours d'eau en période estivale.
- ✓ Il existe peu de données disponibles pour caractériser cette ressource : aucune modélisation n'est disponible et la seule chronique piézométrique disponible sur le bassin ne couvre que 5 années de mesure : 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.
- ✓ La masse d'eau la plus sollicitée sur l'ensemble de l'année (identifiée sur la base du volume annuel prélevé par unité de surface) sont celles du Moulin Moreau, la Trezenne et l'Abriard. Les masses d'eau avec pression de prélèvement moyenne sont l'Evre aval, les Moulins, la Thau et l'Avresne. Enfin, celles avec des pressions de prélèvements plus faibles sont l'Evre amont, le Beuvron, Pont Laurent, Thau.
- ✓ 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. Si en période hivernale, il arrive que les rejets soient supérieurs aux volumes prélevés, ce n'est jamais le cas en période estivale, conduisant à un prélèvement net (prélèvements − rejets) systématique durant ces périodes de tension.

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.
- ✓ Les bassins versants pour lesquels une dégradation d'un point de vue quantitatif est observée entre hydrologie désinfluencée et influencée concerne les masses d'eau du Beuvron et de l'Avresne. 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

sur le territoire du SAGE « Evre Thau Saint-Denis »

Bassin	Seuil de Vigilance	Seuil de Restriction	Seuil d'interdiction	16/06/2003	3 23/06/2003	30/06/2003	07/07/2003	14/07/2003	21/07/2003	28/07/2003	04/08/2003	11/08/2003	18/08/2003	25/08/2003	01/09/2003	08/09/2003	15/09/2003													
Evre	450 l/s	250 l/s	90 l/s																											
Thau																														
					•							,	2004	,																
Bassin	Seuil de Vigilance	Seuil de Restriction	Seuil d'interdiction	08/06/2004	4 15/06/2004	22/06/2004	29/06/2004	06/07/2004	13/07/2004	20/07/2004	27/07/2004	03/08/2004	10/08/2004	17/08/2004	24/08/2004	31/08/2004	07/09/2004	14/09/2004												
Evre	450 l/s	250 l/s	90 l/s																											
[hau		·	·																											
													2005																	
assin (Seuil de Vigilance	Seuil de Restriction	Seuil d'interdiction	02/06/2008	5 09/06/2005	16/06/2005	23/06/2005	30/06/2005	07/07/2005	14/07/2005	21/07/2005	28/07/2005	04/08/2005	11/08/2005	18/08/2005	25/08/2005	01/09/2005	08/09/2005	15/09/2005	22/09/2005	29/09/2005	06/10/2005	13/10/2005	20/10/2005	27/10/2005	03/11/2005	10/11/2005	17/11/2005	24/11/2005	29/11/2
:vre	450 l/s	250 l/s	90 l/s																											
[hau																														
				•									2006																	
Bassin	Seuil de Vigilance	Seuil de Restriction	Seuil d'interdiction	06/06/2008	6 13/06/2006	20/06/2006	27/06/2006	04/07/2006	11/07/2006	18/07/2006	25/07/2006	01/08/2006	08/08/2006	15/08/2006	22/08/2006	29/08/2006	05/09/2006	12/09/2006	19/09/2006	26/09/2006	03/10/2006	10/10/2006	17/10/2006	24/10/2008	31/10/2006					
vre	450 l/s	250 l/s	90 l/s																											
hau		·	·																											
	•												2008														'			
Bassin	Seuil de Vigilance	Seuil de Restriction	Seuil d'interdiction	21/07/2008	8 28/07/2008	3 04/08/2008	11/08/2008	18/08/2008																						
evre	450 l/s	250 l/s	90 l/s																											
Thau																														
													2009																	
Bassin	Seuil de Vigilance	Seuil de Restriction	Seuil d'interdiction	23/06/2009	9 30/06/2009	07/07/2009	14/07/2009	21/07/2009	28/07/2009	04/08/2009	11/08/2009	18/08/2009	25/08/2009	01/09/2009	08/09/2009	15/09/2009	22/09/2009	29/09/2009	06/10/2009	13/10/2009	20/10/2009	27/10/2009								
yre	450 l/s	250 l/s	90 l/s																											
Thau		·	·																											
	•				•								2010																	
Bassin	Seuil de Vigilance	Seuil de Restriction	Seuil d'interdiction	20/06/2010	0 29/06/2010	06/07/2010	13/07/2010	20/07/2010	27/07/2010	03/08/2010	10/08/2010	17/08/2010	24/08/2010	31/08/2010	07/09/2010	14/09/2010	21/09/2010	28/09/2010	05/10/2010	12/10/2010	19/10/2010	26/10/2010								
Evre	450 l/s	250 l/s	90 l/s																											
Thau																														
		<u> </u>	l	1									2011																	
Bassin	Seuil de Vigilance	Seuil de Restriction	Seuil d'interdiction	03/05/201	1 10/05/2011	1 17/05/2011	24/05/2011	31/05/2011	07/06/2011	14/06/2011	21/06/2011	28/06/2011			19/07/2011	26/07/2011	02/08/2011	09/08/2011	16/08/2011	23/08/2011	30/08/2011	06/09/2011	13/09/2011	20/09/2011	27/09/2011	04/10/2011	11/10/2011	18/10/2011	25/10/2011	
Evre	450 l/s	250 l/s	90 l/s																											
Thau	,	,	,																											
																														_

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

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.

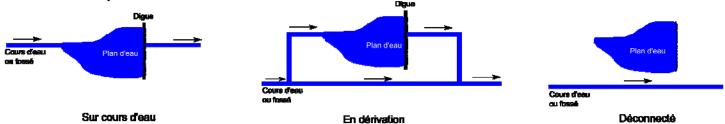
En vous remerciant vivement à l'avance de votre coopération, Je vous prie d'accepter, Monsieur le Délégué, mes sincères salutations.

> Dominique PERDRIEAU 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:



	Cocher les cases correspondantes													
	d	Mo alim'	ode(s nenta) tion	Connexion				Usages					
N° plan d'eau	par cours d'eau	par source	par ruissellement	par pompage	Sur cours d'eau ou fossé	En dérivation	déconnecté	pêche	baignade	agrément	irrigation	assainissement	autre	

	Cocher les cases correspondantes												
	d	Mo l'alin	ode(s nenta) tion	Con	nexior	า			Usa	ges		
N° plan d'eau	par cours d'eau	par source	par ruissellement		Sur cours d'eau ou fossé	En dérivation	déconnecté	pêche	baignade	agrément	irrigation	assainissement	autre

TABLEAU DES PROPRIETAIRES ET DES EXPLOITANTS

N° plan		Pr	opriétaire		Exploitant (si différent du propriétaire)						
d'eau	Nom	Prénom	Adresse	Téléphone	Nom	Prénom	Adresse	Téléphone			
				•				•			

ANNEXE 3

QUESTIONNAIRE AUX COMMUNES RELATIF AUX USAGES COMMUNAUX ET AUX FORAGES PRIVÉS

C	ommune de
1	

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.

2011

I. Alimentation en Eau Potable :

1.	Votre	commur	ne dispo	se-t-elle	de la co	ompéte	nce po	ur la dis	stributio	n de l'e	eau pota	able ?	
				Oui Non									
2.		êtes vou tribution						-		-			s mis
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Volume mis en distribution (m³)													
Volume facturé (m³)													
Rendement (%)													
Indice linéaire de pertes en réseau (I/km)													
	Si gestio	oui, nnaires :	précis		le(s)		age(s)	et	la 	(le	-	structu	re(s)
	pouve	listributi z vous n	ous indi	quer sor	nom e	t nous	fournir	un cont	act dan	s l'entr	eprise ?)	
Contac	<u>:t :</u> Nom :.				Prén	om :							
II.	<u>Assain</u>	issemer	<u>nt :</u>										
1.	Votre	commur	ne dispo	se-t-elle	de la co	ompéte	nce ass	sainisse	ment ?				
		Non Assainis Assainis	sement	collectif	seul		if		_ 				

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		

2	L'accainiccomont	oct il au main	c on nartio	collectif cur	votre commune ?
э.	L assaillisseillelli	. est-ii au iiioii	is eii pai lie	conectii sui	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 (m³)														

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).

Nombre :

Superficie:

A préciser :

2006

2007

2008

2009

2010

2011

ш	Heagas da l'	'azu dastinás à	l'antration des	équinaments et	espaces verts communaux
III.	usages de i	eau desunes a	i entretien des	equibements et	espaces veris communaux

2002

2003

régulier?

question n°1?

1999

1998

Terrains de

Terrain de sport

Espaces verts

Autres

2000

2001

1. Quelles sont les infrastructures sur le territoire communal qui nécessitent un arrosage

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

2004

2005

sport													
Espaces													
verts													
Autres													
Total													
 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 													
	Source							Pou	Pourcentage Usage principal		incipal		
	Résea	u d'eau	potable										
	Cours Précis	er le nor	n du cou		ı:								
	Forage / source												
	Plan d'eau												
	Réutilisation des eaux pluviales												
	Réutilisation des eaux usées									•••••			

4.	Généralement, en période e communaux ?	stivale	, quelle est la fréquenc	ence d'arrosage des terrains de sport			
	Journalière Hebdomadaire Mensuelle Autre	000	A préciser :				
5.	Généralement, en période communaux ?	estival	e, quelle est la fréque	nce d'arrosage des esp	aces verts		
	Journalière Hebdomadaire Mensuelle Autre	0	A préciser :				
6.	Sur la période 1998-2011, infrastructures et/ou espace prononcées par arrêté préfe	es vert	s communaux du fait	des restrictions de pré	•		
IV. <u>I</u>	Puits et forages privés à usage	dome	estique soumis à décla	ration			
équipem	olément des informations de nents et espaces verts commu naux des puits et forages privé	ınaux,	les deux questions sui	vantes concernent les i			
	Possédez-vous un inventaire c de votre commune ?	les pui	ts et forages privés à ι	usage domestique sur le	territoire		
	Oui Nor		_ _				
2. \$	Si oui, pouvez-vous indiquer :						
	Le nombre de puits/forag	-					
	Le nombre de puits/fo l'alimentation en eau po	-					

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 nombre total de puits/forages privés sur votre commune ?	vous en i	mesure d'estimer le
4.	Sur la base de l'inventaire des ouvrages privés et/ou de votre c quels usages est dévolue prioritairement l'eau prélevée par les		
			Nombre
			d'ouvrages
			concernés
			(estimation)
	Plutôt à l'alimentation en eau potable		
	Plutôt à l'arrosage des jardins		
P	lutôt au remplissage des piscines et étangs à usage récréatif		
	Plutôt à l'abreuvement du bétail		
	A d'autres usages (Précisez :)		
	Oui Non		
2.	Si oui, pouvez-vous nous fournir leurs coordonnées ?		
<u>Contac</u>	<u>t 1 :</u>		
	Nom/Prénom :		
	Adresse :		
	Email:TelTel		
Contac			
	Nom/Prénom :		
	Adresse :		
	Email:TelTel	•••••	

Fin du questionnaire. Merci pour votre collaboration

ANNEXE 4

FICHE TECHNIQUE SUR LES EXIGENCES EN EAU DU BÉTAIL

FICHETECHNIG



AGRICOLE



MAI 2007

COMMANDE Nº 07-024

AGDEX 716/400

Ontario

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

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	Production de lait (kg/jour)	Quantité d'eau requise ^a (L/jour)	Consom- mation 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 °	13,6 22,7 36,3 45,5	68–83 87–102 114–136 132–155	115
Vache tarie ^d	_	34–49	41

Selon l'environnement et les pratiques d'élevage.

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

Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

En 2006, la production moyenne de lait d'une vache laitière de race Holstein en Ontario était de 33 kg/jour.

Environ 15 % des vaches laitières en âge de produire du lait dans des fermes laitières peuvent être considérées comme étant taries.

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)	Consom- mation d'eau moyenne ^b (L/jour)
Bovin	181–364	15–40	25
d'engraisse-	(400-800 lb)		
ment:			
semi-finition			
Bovin	364–636	27–55	41
d'engraisse-	(800–1400 lb)		
ment:			
finition			
Vache laitière	_	43–67	55
et son veau			_
Vache tarie,	_	22–54	38
génisse pleine,			
taureau			

^a Selon l'environnement et les pratiques d'élevage.

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)	Consom- mation 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	4,5
	70–110	7,3–10	9
Truie gestante, verrat	_	13,6–17,2	15
Truie allaitante °		18,1–22,7	20
2 0 1 11 1		. 11.71	

^a Selon l'environnement et les pratiques d'élevage.

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)	Consom- mation 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.

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.

Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

[°] Y compris les porcelets non sevrés.

Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

Tableau 5. Consommation journalière d'eau par les ovins (7)

_Type d'animal	Poids (kg)	Quantité d'eau requise ^ª (L/jour)	Consom- mation 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.

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 ⁽⁶⁾

Âge des poulets à	Besoins en eau (L/1000 oiseaux/jour)		
griller (semaines)	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,	280
printemps	
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	Poids	Quantité d'eau requise [°]	Consom- mation d'eau moyenne ^b (L/jour)
volaille	(kg)	(L/1000 oiseaux/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.

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 siphoïdes 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 :

Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario.

Consommation quotidienne habituelle (évaluée sur une base annuelle) dans les conditions d'exploitation courantes en Ontario

- 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	Quantité d'eau requise ª (L/1000 oiseaux/jour)		
(semaines)	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

	Consommation d'eau moyenne ^a (L/1000 oiseaux/jour)		
Type de dindons	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, VISONS 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 consom- mation moyenne d'eau a (L/jour)
Lapin		
lapine gestante	4,5 kg	0,35
 lapine avec portée, avant le 	h	
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*. <u>Calculating drinking water intake for lactating cows</u>, dans *Dairy reference manual* (NRAES-63), Ithaca, N.Y.: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1995.
- ²McFARLAND, D.F. <u>Watering dairy cattle</u>, dans *Dairy feeding systems management, components and nutrients* (NRAES-116), Ithaca, N.Y.: Natural Resources, Agriculture and Engineering Services, 1998.
- ³Adaptation de <u>The nutritional requirements of beef cattle</u>, 7° édition révisée, Washington, D.C., mise à jour 2000 du National Research Council. 4
- ⁴FROESE, C. et SMALL, D. <u>Water consumption and waste production during different production stages in hog operations</u>, St. Andrews, Manitoba: Manitoba Livestock Manure Management Initiative, 2001.
- ⁵Adaptation de <u>Nutrient requirements of horses</u>, 5° édition, Washington, D.C.: National Research Council, 1989.
- ⁶GROENENDYK, S. et coll. External balance of water and electrolytes in the horse, dans Equine Vet 1988; J.20:189–93.
- ⁷Adaptation de Nutrient requirements of sheep, 6° édition, Washington, D.C.: National Research Council, 1985.
- ⁸ NORTH, MACK O., BELL, DONALD D. <u>Commercial chicken production manual</u>, 4^c édition, New York, N.Y.: Van Nostrand Reinhold, 1990.
- ⁹Adaptation de <u>Nutrient requirements of poultry,</u> 9^e édition, Washington, D.C. : National Research Council, 1994.
- ¹⁰Adaptation de <u>Hybrid turkeys: producer guide,</u> Kitchener, Ont., dans *Hybrid Turkeys*, 2006.
- ¹¹Adaptation 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)



