



Version 2.0

05/09/2014



Étude sur la Détermination de débits de référence complémentaires sur le bassin versant de la Sarthe Amont

Rapport de phase 1


SAFEGE
Ingénieurs Conseils

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

TABLE DES MATIÈRES

1	Préambule	1
1.1	Contexte de l'étude	1
1.2	Périmètre d'étude	2
1.3	Déroulement de l'étude	3
2	Analyse hydro-climatique	5
2.1	Contexte général	5
2.2	Données pluviométriques	7
2.2.1	Représentativité de la période d'étude.....	9
2.2.2	Précipitations annuelles sur la période d'étude.....	12
2.2.3	Précipitations mensuelles sur la période d'étude.....	13
2.3	Données d'Évapotranspiration potentielle (ETP).....	14
2.3.1	ETP annuelles sur la période d'étude	14
2.3.2	ETP mensuelles sur la période d'étude	15
3	Caractérisation de la ressource en eau sur le territoire d'étude	17
3.1	Réseau hydrographique	17
3.1.1	Cours d'eau	17
3.1.2	Sectorisation du bassin versant et points de référence.....	18
3.2	Suivi hydrométrique	20
3.2.1	Stations hydrométriques	20
3.2.2	Débits caractéristiques	20
3.2.2.1	Cycle hydrologique	20
3.2.2.2	Débits d'étiage	23
3.3	Contexte géologique	26
3.3.1.1	Le Massif Armoricaïn	26
3.3.1.2	Le Bassin parisien :	26
3.3.2	Contexte hydrogéologique	29
3.3.2.1	Eaux souterraines en contexte de socle	30

3.3.2.2	Eaux souterraines en contexte sédimentaire.....	31
3.3.2.3	Relation nappe-rivière.....	32
4	Suivi des écoulements en rivière.....	37
4.1	Principe des réseaux de suivi des écoulements	37
4.1.1	Stations de suivi des écoulements sur la zone d'étude.....	38
4.2	Suivi hydrométrique et arrêtés sécheresse.....	43
4.2.1	Cadre général.....	43
4.2.2	Zone d'application et valeurs seuils	43
4.2.3	Historique des arrêtés sécheresse.....	44
5	Conclusion.....	47

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1-1 : Périmètre du SAGE de la Sarthe Amont	2
Figure 2-1 : Données AURELHY Météo France	6
Figure 2-2 : Localisation des cinq pluviomètres sélectionnés	8
Figure 2-3 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Villaines-la-Juhel	9
Figure 2-4 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station d'Alençon	10
Figure 2-5: Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Soligny-la-Trappe	10
Figure 2-6: Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Mamers	11
Figure 2-7: Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Saint-Marceau	11
Figure 2-8 : Précipitations annuelles enregistrées aux cinq stations pluviométriques (mm)	12
Figure 2-9 : Précipitations mensuelles moyennes sur la période 2000 – 2010	13
Figure 2-10 : Cumuls des valeurs d'ETP annuels sur la période 2000 - 2011 à la station d'Alençon	14
Figure 2-11 : ETP mensuelle moyenne à Alençon et pluviométrie mensuelle moyenne à Alençon sur la période 2000 – 2010	15
Figure 3-1 : Sectorisation du bassin versant	19
Figure 3-2 : Courbes des débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques de référence	21
Figure 3-3 : Zoom sur les faibles débits - Courbes des débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques de référence	21

Figure 3-4 : Évolution du module en fonction de la surface du bassin versant des stations hydrométriques	25
Figure 3-5 : Géologie simplifiée du bassin versant de la Sarthe Amont.....	27
Figure 3-6 : Formation socle/sédimentaire du bassin versant de la Sarthe Amont.....	28
Figure 3-7 : Principaux gisements d'eaux souterraines du bassin versant de la Sarthe Amont (source : BRGM)	30
Figure 4-1 : Localisation des stations de suivi des écoulements sur le bassin versant de la Sarthe Amont	42

TABLEAUX

Tableau 1-1 : Carte d'identité du périmètre d'étude	2
Tableau 2-1 : Stations pluviométriques sélectionnées.....	7
Tableau 2-2 : Pourcentage des précipitations mensuelles moyennes par rapport au cumul moyen annuel	13
Tableau 2-3 : ETP annuelle enregistrée à la station d'Alençon	14
Tableau 2-4 : Excédent / déficit pluviométrique moyen mensuel.....	15
Tableau 3-1 : Points de référence.....	18
Tableau 3-2 : Stations hydrométriques (Source : Banque Hydro)	20
Tableau 3-3 : Débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques de référence (Source : Banque Hydro).....	20
Tableau 3-4 : Débits caractéristiques d'étiage (Source : Banque Hydro).....	24
Tableau 4-1 : Caractéristiques des stations de suivi des écoulements (ROCA/RDOE/ONDE) sur le territoire du SAGE de la Sarthe Amont.....	38
Tableau 4-2 : Synthèse des perturbations des écoulements constatées sur les différentes stations des réseaux ROCA/RDOE/ONDE sur le territoire du SAGE de la Sarthe Amont.....	39
Tableau 4-3 : Bilan de la gestion des crises d'étiage sur le bassin versant de la Sarthe Amont	44
Tableau 4-4 : Historique des arrêtés sécheresse dans l'Orne entre 2009 et 2011.....	44
Tableau 4-5 : Historique des arrêtés sécheresse dans la Sarthe entre 2009 et 2011	44
Tableau 4-6 : Historique des arrêtés sécheresse en Mayenne entre 2003 et 2013.....	45

1

Préambule

1.1 Contexte de l'étude

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Loire-Bretagne, approuvé le 18 novembre 2009, a défini des objectifs de débit en un point nodal du bassin versant de la Sarthe Amont pour la gestion quantitative de la ressource en eau en période d'étiage.

Pour ce point de référence, situé sur la Sarthe à la station hydrométrique de Neuville-Souillé, un débit d'objectif d'étiage (DOE), de seuil d'alerte (DSA) et de Crise (DCR) a été fixé. Le franchissement de ces valeurs seuils entraîne la mise en place de mesures de restrictions des usages de l'eau.

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) de la Sarthe Amont, approuvé par arrêté préfectoral le 16 décembre 2011, préconise dans son Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) la mise en place de points nodaux supplémentaires pour améliorer la connaissance et la gestion des situations d'étiage sur le bassin versant.

Extrait du PAGD - Disposition n°21 : « Déterminer des débits de référence quantitatifs complémentaires »

La mission lancée par l'Institution Interdépartementale du Bassin de la Sarthe a, ainsi pour objectif de **densifier le réseau de points nodaux et de définir une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau**. Il s'agit de diagnostiquer précisément l'état quantitatif de la ressource dans le but de proposer des éléments de gestion (DOE, DSA, DCR...) les plus appropriés aux points de référence retenus. L'étude constitue également un préalable important dans l'approfondissement des connaissances sur la thématique « gestion quantitative » sur le bassin versant.

1.2 Périmètre d'étude

Le périmètre de l'étude est celui du SAGE du bassin versant de la Sarthe Amont, défini par arrêté préfectoral le 28 février 2002.

Tableau 1-1 : Carte d'identité du périmètre d'étude

Carte d'identité du bassin de la Sarthe Amont	
Organisation administrative	Deux régions : Pays de la Loire et Basse Normandie Trois départements : Sarthe, Orne et Mayenne 255 communes
Superficie	2 882 km ² - De sa source à la confluence avec l'Huisne au Mans
Réseau hydrographique	2 673 km de linéaire cumulé de cours d'eau Principaux affluents de la Sarthe : la Tanche, la Vézone, la Briante, le Sarthon, l'Ornette, le Merdereau, la Vaudelle, l'Orthe, la Longuève, l'Autonnaire, l'Höene, l'Erine, le Rosay-Nord, la Bienne et l'Orne Saosnoise.

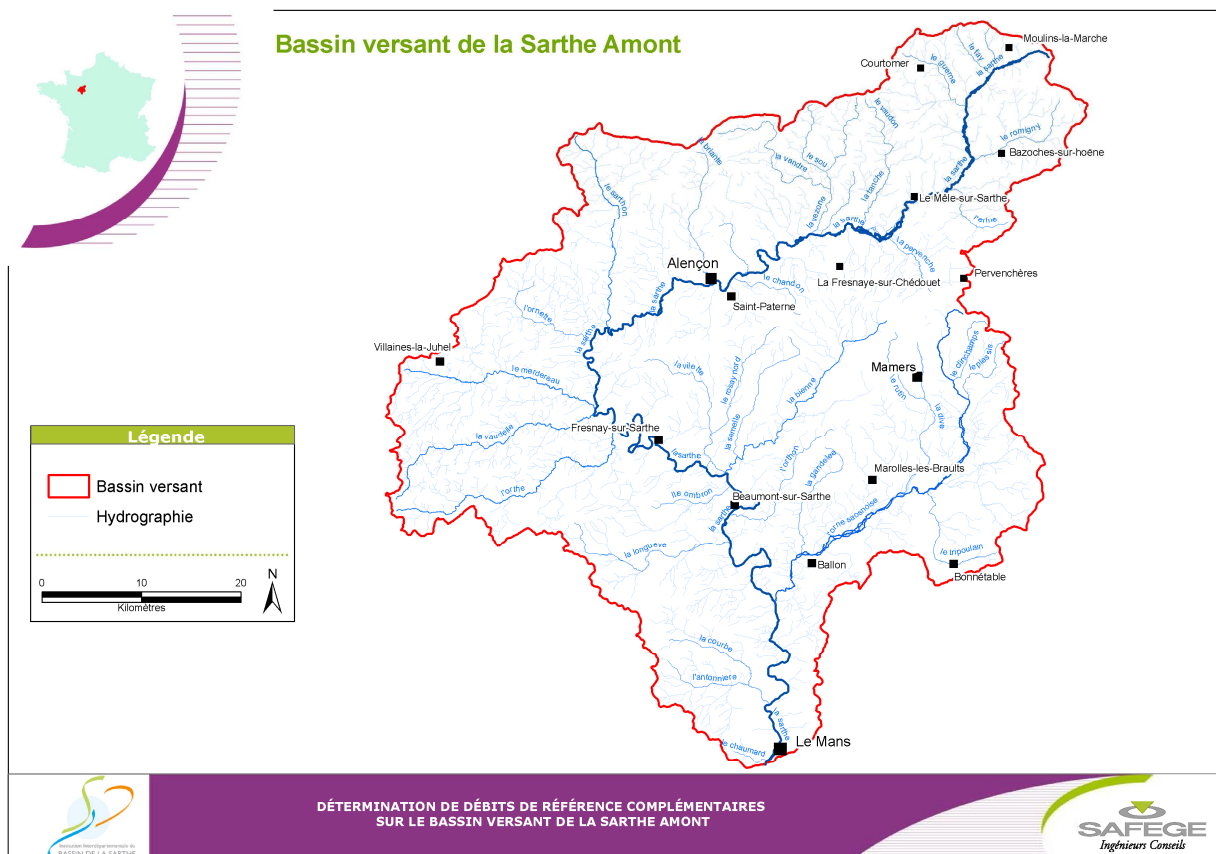


Figure 1-1 : Périmètre du SAGE de la Sarthe Amont

1.3 Déroulement de l'étude

L'étude est décomposée en 4 phases :

- ✓ **Phase 1** : Caractérisation des sous bassins et des masses d'eau et recueil de données ;
- ✓ **Phase 2** : Bilan des facteurs influençant l'étiage et analyse de l'évolution ;
- ✓ **Phase 3** : Détermination des débits de référence ;
- ✓ **Phase 4** : Définition d'une stratégie de gestion de l'étiage.

Le présent document constitue le rapport de phase 1 de l'étude.

2

Analyse hydro-climatique

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 chauds, 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 1-1 ci-dessous.

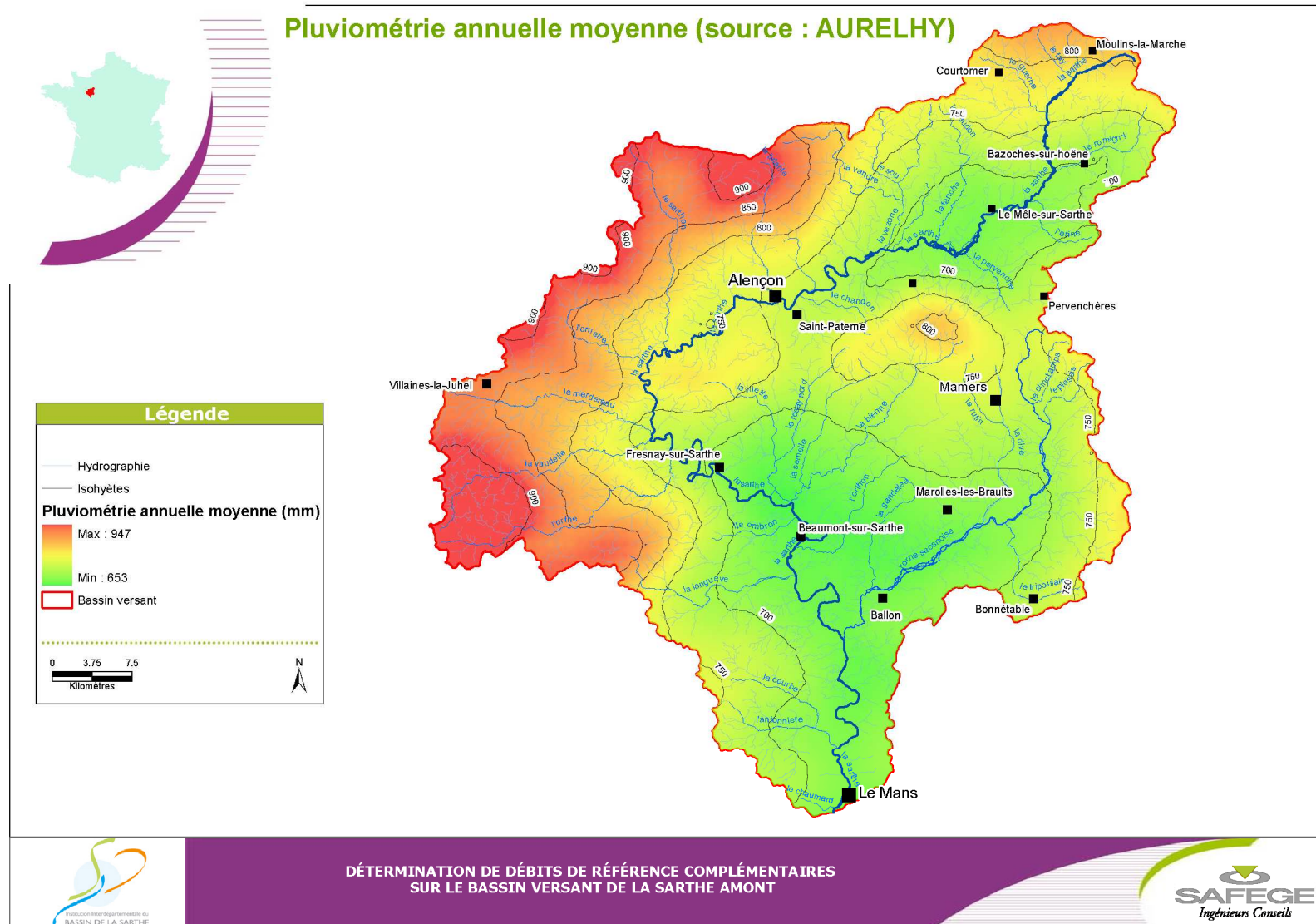


Figure 2-1 : Données AURELHY Météo France

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

- ✓ L'Ouest où les précipitations moyennes annuelles sont supérieures à 825 mm, pouvant atteindre en certains points près de 950 mm ;
- ✓ L'extrême Nord-est (région de la source de la Sarthe) et la région de la Forêt de Perseigne : les précipitations sont importantes, comprises entre 750 et 825 mm ;
- ✓ Le secteur Sud-est où les précipitations moyennes annuelles sont inférieures à 750 mm et pour une grande partie de la zone entre 700 et 725 mm.

La pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin versant de la Sarthe Amont est de l'ordre de 800 mm par an.

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 (Figure 1-1). L'objectif de cette collecte de données est d'une part de disposer d'informations permettant de caractériser le régime pluviométrique du bassin versant et d'autre part servir de données d'entrée pour la modélisation hydrologique.

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

Tableau 2-1 : Stations pluviométriques sélectionnées

Code	Station
61001001	Alençon
72180001	Mamers
72297001	Saint-Marceau
61475001	Soligny-la-Trappe
53271001	Villaines-la-Juhel

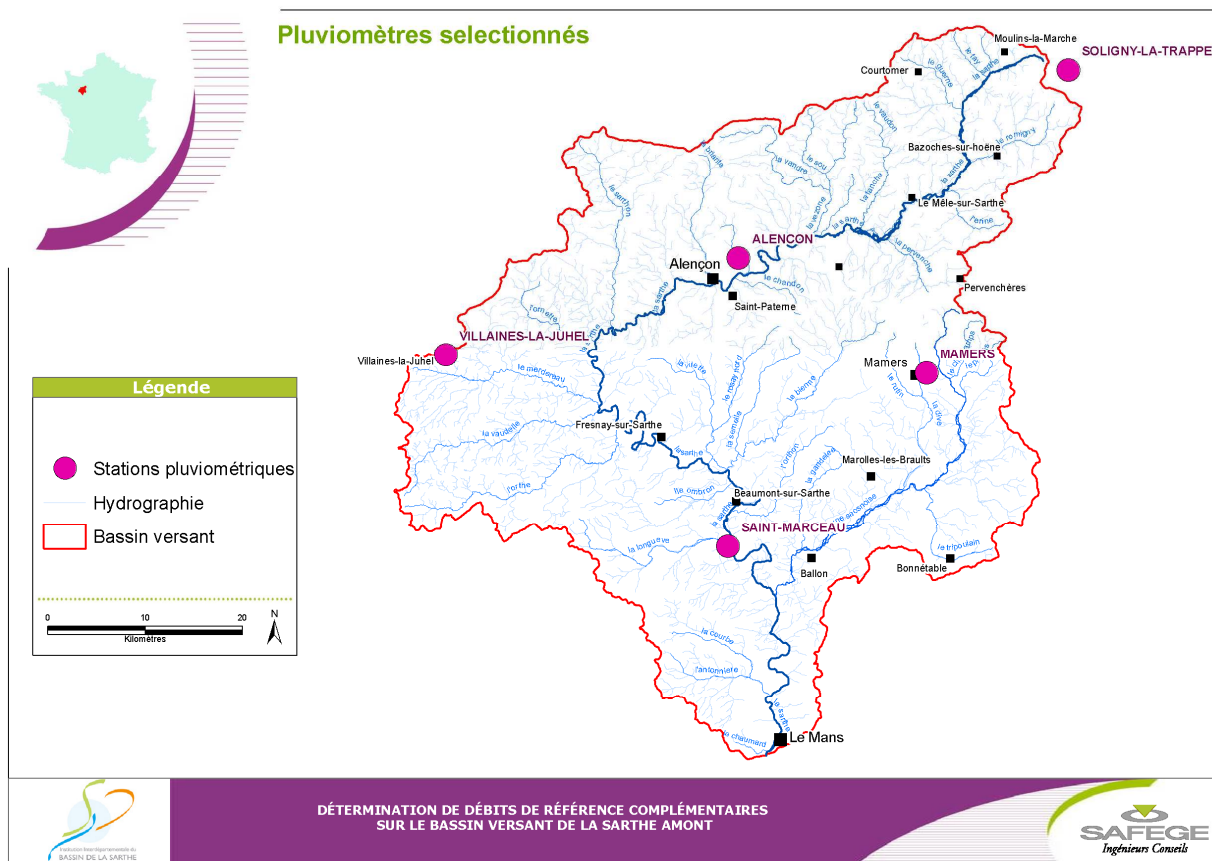


Figure 2-2 : Localisation des cinq pluviomètres sélectionnés

Les cumuls de précipitations 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 du 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 **2000-2011**. 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 depuis 1980 au cumul moyen annuel sur la totalité de la chronique et à la moyenne mobile sur 10 ans décalée de 5 ans (1981-1990, 1986-1995,...). L'analyse est réalisée sur les cinq stations sélectionnées : Villaines-la-Juhel, Alençon, Soligny-la-trappe, Mamers et Saint-Marceau. L'analyse des résultats permettra de positionner le contexte pluviométrique du territoire sur les dix dernières années par rapport à la chronique de précipitations depuis 1980.

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 depuis 1980. Seules les précipitations pour la station de Villaines-la-Juhel sont significativement plus faibles sur la période 2001-2010. On peut donc considérer que la période d'étude est représentative des conditions climatiques ayant prévalu sur les 30 dernières années.

En termes 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 (1986-1995) et humides (1991-2000, 1996-2005). Ces variations sont bien sûr différentes en termes d'ampleur selon les stations analysées.

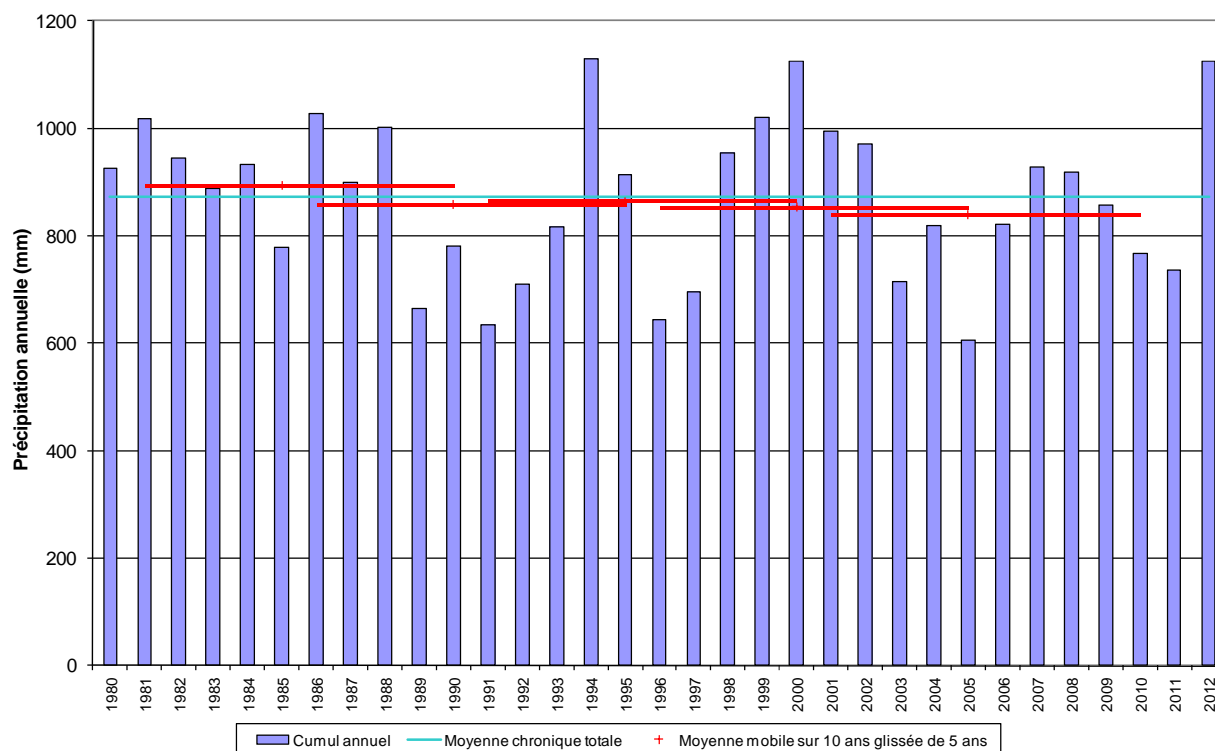


Figure 2-3 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Villaines-la-Juhel

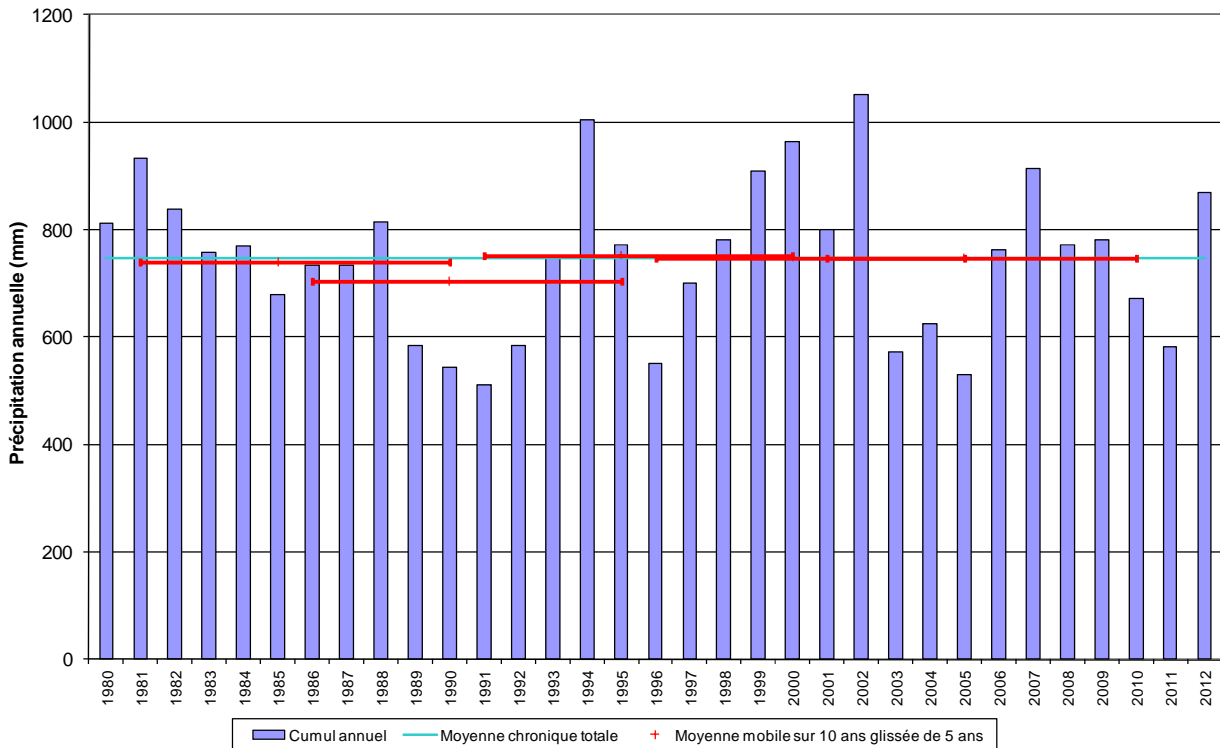


Figure 2-4 : Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station d'Alençon

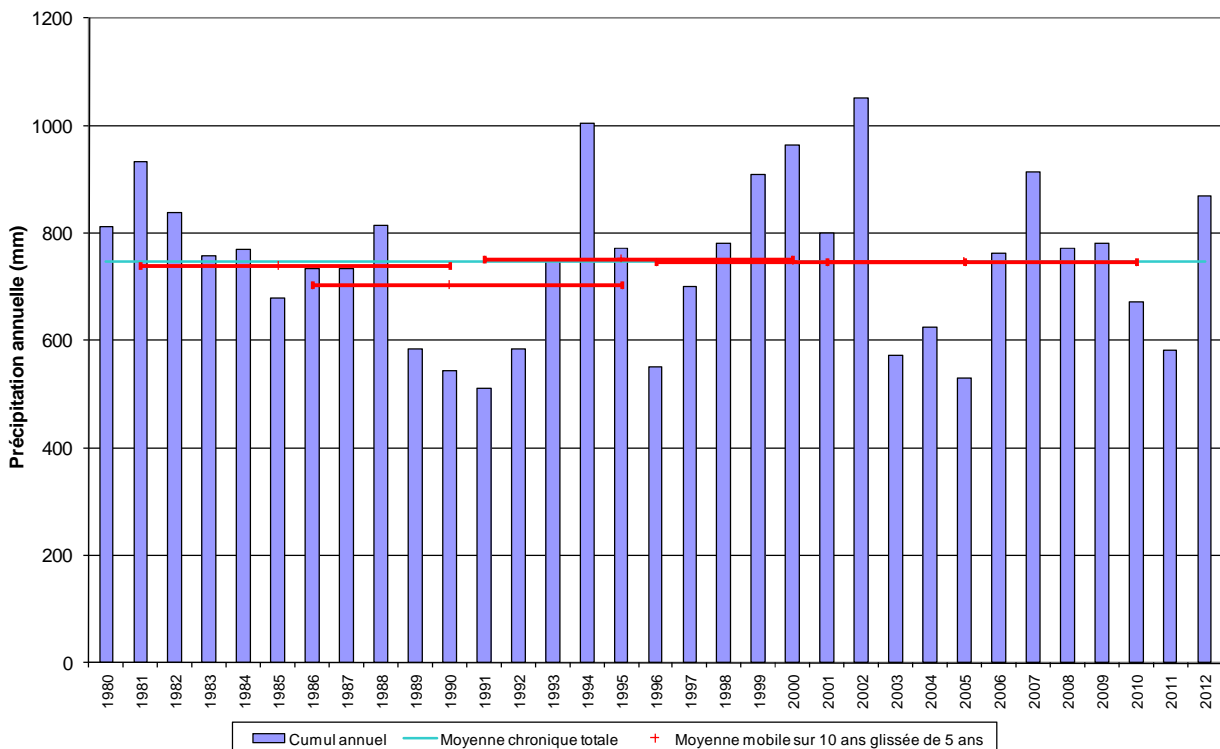


Figure 2-5: Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Soligny-la-Trappe

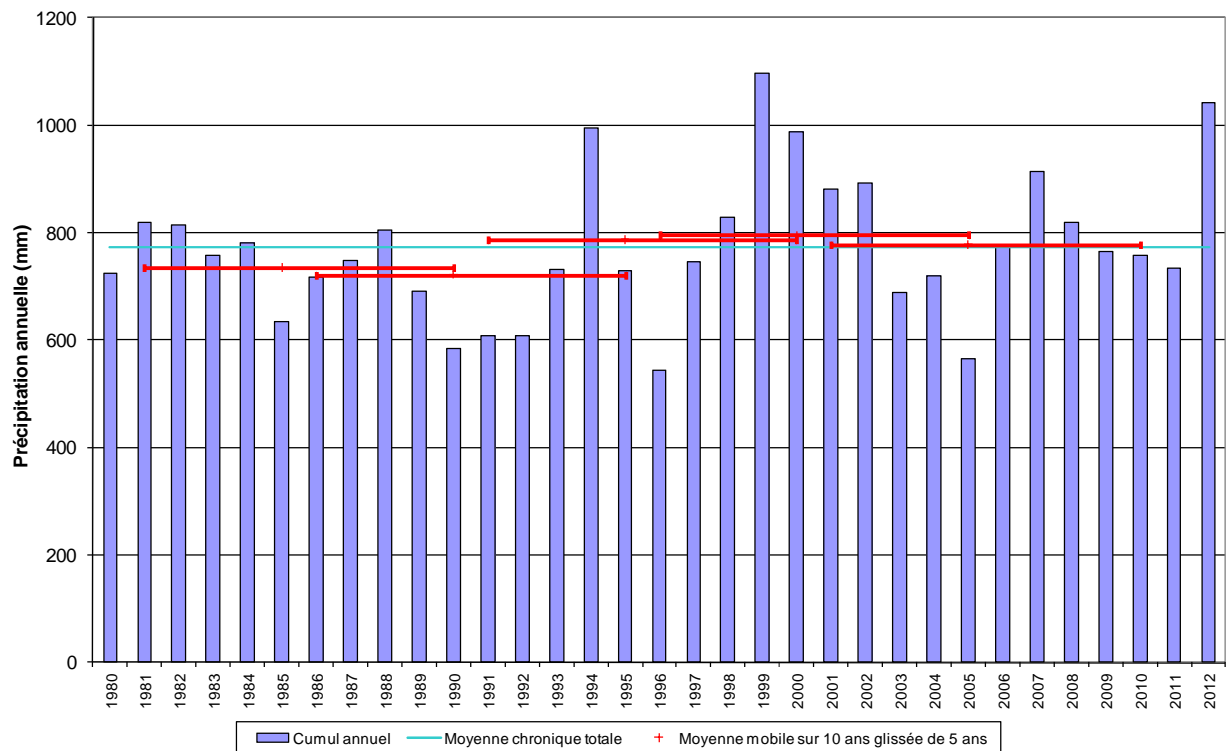


Figure 2-6: Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Mamers

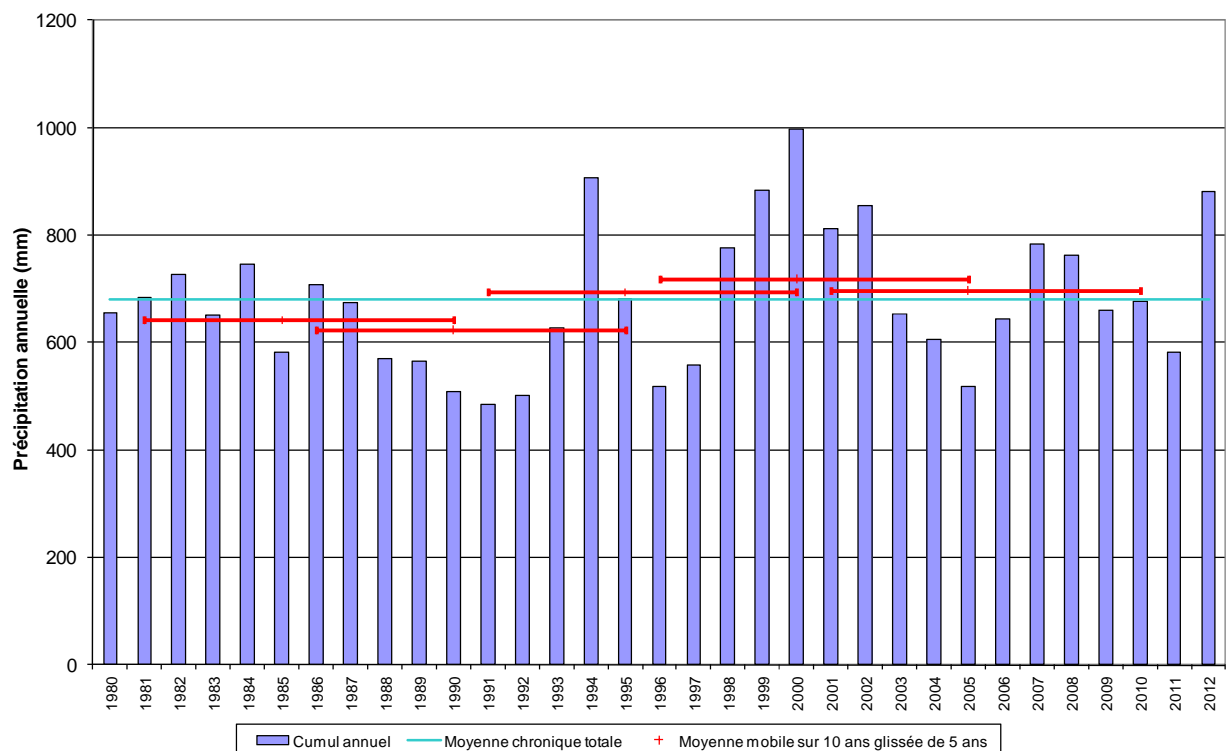


Figure 2-7: Comparaison des cumuls de pluie annuels et des moyennes mobiles sur 10 ans à la station de Saint-Marceau

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 2-8.

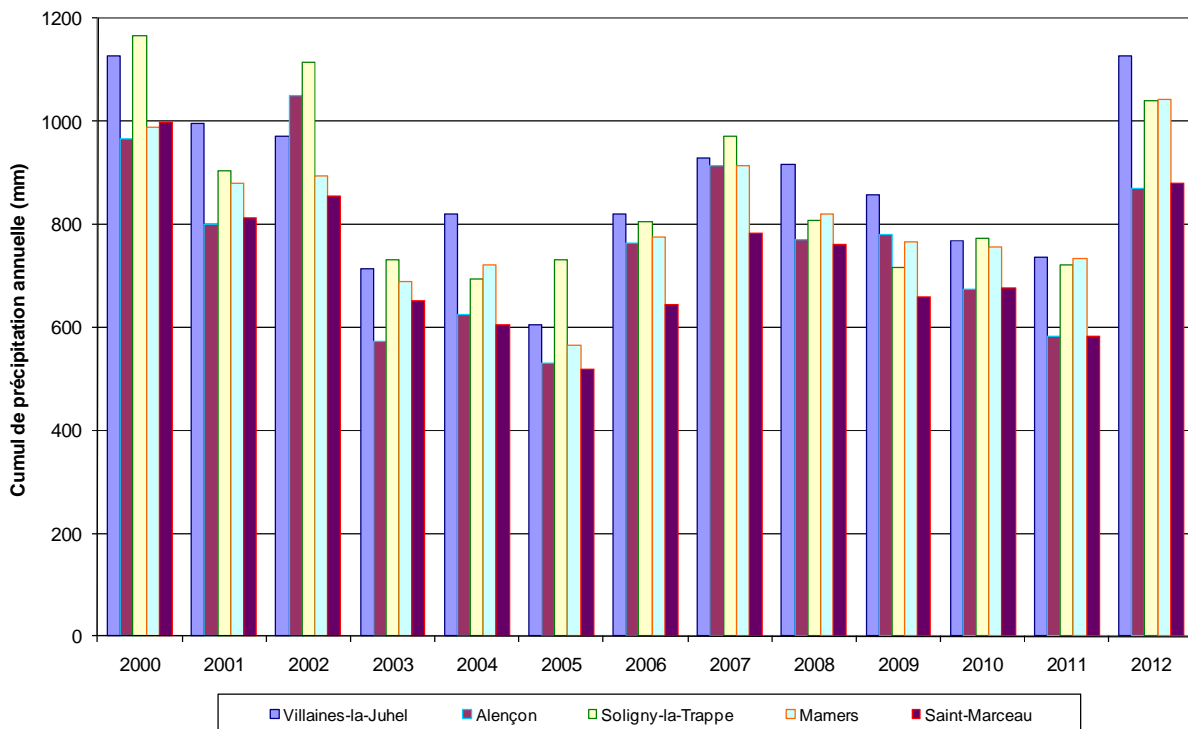


Figure 2-8 : Précipitations annuelles enregistrées aux cinq stations pluviométriques (mm)

Comme présenté sur la carte AURELHY précédente, les précipitations ne sont pas réparties de façon homogène sur le bassin versant. L'Ouest du bassin versant reçoit une hauteur de précipitation annuelle supérieure 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. L'année 2005 est identifiée comme l'année la plus sèche. A l'inverse, les années les plus pluvieuses sont 2000, 2001, 2002, 2007 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 2-9.

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

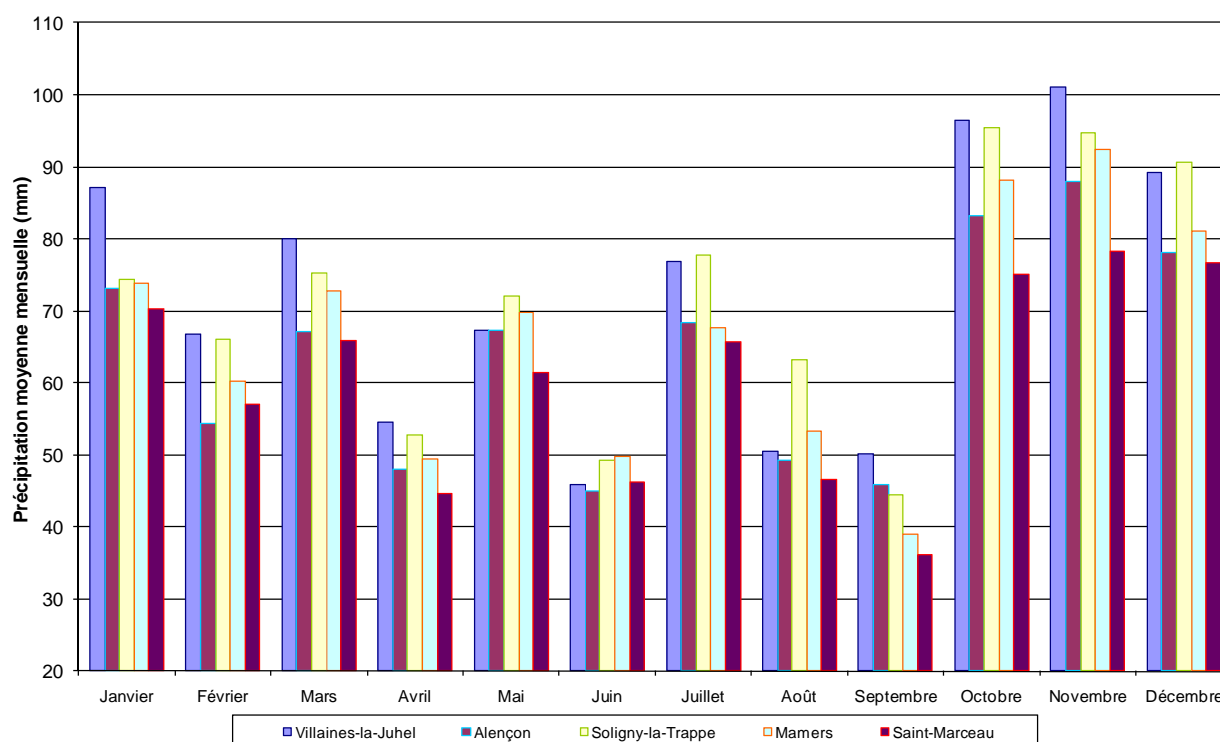


Figure 2-9 : Précipitations mensuelles moyennes sur la période 2000 – 2010

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

Code	nom	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
53271001	Villaines-la-Juhel	10%	8%	9%	6%	8%	5%	9%	6%	6%	11%	12%	10%
61001001	Alençon	10%	7%	9%	6%	9%	6%	9%	6%	6%	11%	11%	10%
61475001	Soligny-la-Trappe	9%	8%	9%	6%	8%	6%	9%	7%	5%	11%	11%	11%
72180001	Mamers	9%	8%	9%	6%	9%	6%	8%	7%	5%	11%	12%	10%
72297001	Saint-Marceau	10%	8%	9%	6%	8%	6%	9%	6%	5%	10%	11%	11%

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 toutefois comme celle où les cumuls pluviométriques sont les moins importants, puisqu'elle ne reçoit que 26 à 27% du cumul de pluie annuel, quelle que soit la station analysée. A l'inverse, la période octobre-janvier reçoit plus de 40% du cumul précipité sur l'année.

2.3 Données d'Évapotranspiration potentielle (ETP)

Les données relatives à l'évapotranspiration potentielle (ETP) ont été collectées à la station Météo France d'Alençon (n°61001001).

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.

2.3.1 ETP annuelles sur la période d'étude

Le graphique présenté ci-après compare l'ETP annuelle sur la chronique disponible à l'ETP moyenne annuelle sur la période 2000 - 2011

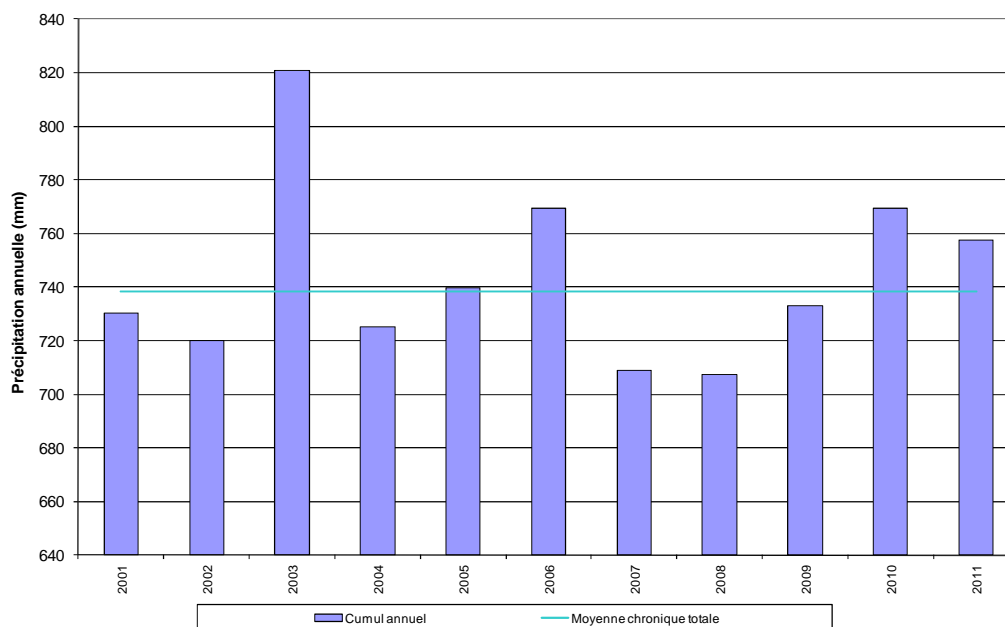


Figure 2-10 : Cumuls des valeurs d'ETP annuels sur la période 2000 - 2011 à la station d'Alençon

Les valeurs d'ETP calculées sur la période 2000 – 2011 sont présentées dans le Tableau 2-3 suivant :

Tableau 2-3 : ETP annuelle enregistrée à la station d'Alençon

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ETP (mm)	679	730	720	821	725	740	769	709	707	733	769	758

De façon générale, les valeurs d'ETP sont plus importantes les années sèches.

2.3.2 ETP mensuelles sur la période d'étude

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

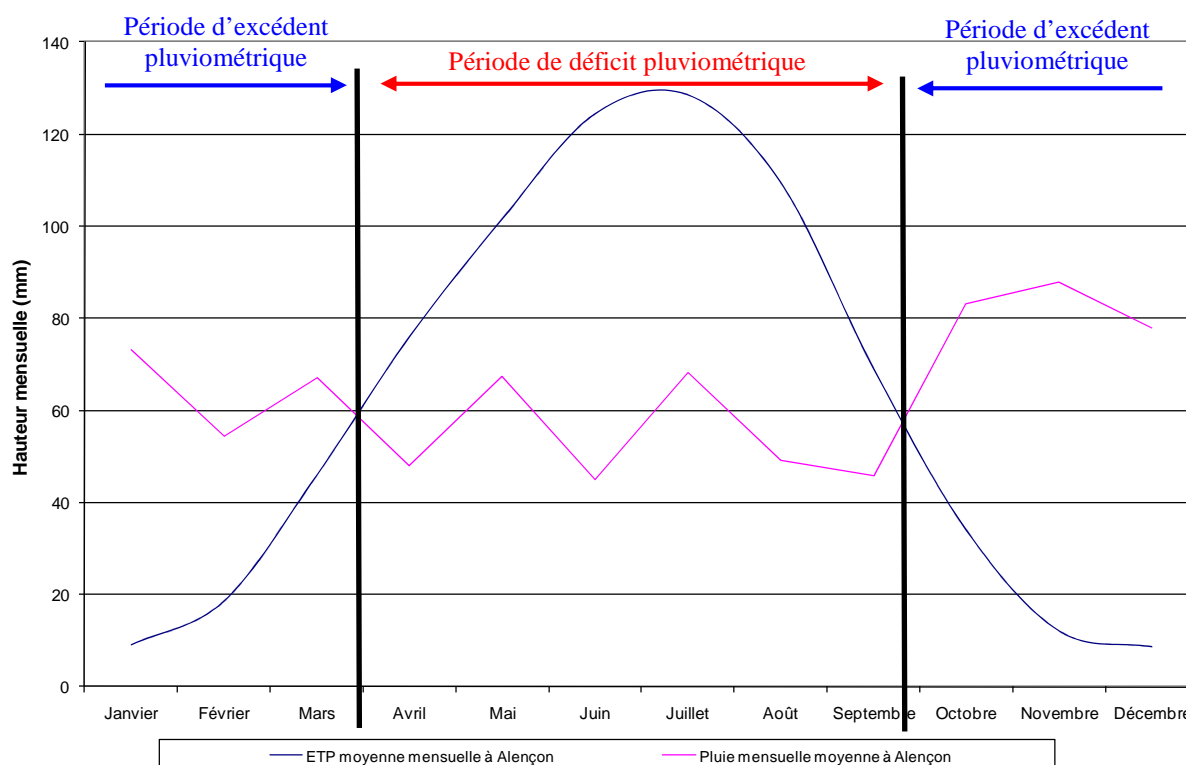


Figure 2-11 : ETP mensuelle moyenne à Alençon et pluviométrie mensuelle moyenne à Alençon sur la période 2000 – 2010

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 Villaines-la-Juhel - ETP	78	48	34	-21	-34	-79	-52	-59	-19	62	89	80
Pmens Alençon - ETP	64	36	21	-28	-34	-79	-60	-60	-23	49	76	69
Pmens Soligny-la-Trappe - ETP	65	47	29	-23	-29	-75	-51	-46	-25	61	82	82
Pmens Mamers - ETP	65	42	27	-27	-32	-75	-61	-56	-30	54	80	72
Pmens Saint-Marceau - ETP	61	38	20	-31	-40	-78	-63	-63	-33	41	66	68

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 60 à 80 mm pour les mois de juin, juillet et août, les plus tendus de la période d'étiage estival.

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 Sarthe Amont est drainé par un réseau hydrographique dense.

La Sarthe prend sa source dans le département de l'Orne, sur la Commune de SAINT-AQUILIN DE CORBION. Après un parcours d'environ 170 km, elle conflue avec l'Huisne au MANS. Elle draine un bassin versant de 2880 km² environ. Ses affluents sont nombreux. Les principaux sont :

- ✓ en rive droite : la Tanche, la Vézone, la Briante, le Sarthon, l'Ornette, le Merdereau, la Vaudelle, l'Orthe, la Longuève et l'Antonnière,
- ✓ en rive gauche : l'Hoëne, l'Erine, le Rosay-Nord, la Bienne et l'Orne Saosnoise.

Le point de confluence de la Sarthe avec l'Huisne (affluent principal) constitue la limite du bassin versant de la Sarthe Amont.

3.1.2 Sectorisation du bassin versant et points de référence

L'objectif de l'étude est de proposer des débits de référence au droit d'un certain nombre de points de référence du bassin versant.

Les points de référence en question sont : le point nodal du SDAGE sur le bassin versant, les points de suivi des débits définis dans les arrêtés cadre pour la gestion des périodes d'étiage et les deux points complémentaires définis dans le cadre de l'étude. Ils sont récapitulés dans le tableau ci-après :

Tableau 3-1 : Points de référence

Nom du point	Point nodal du SDAGE	Point de référence arrêtés cadre	Point de référence complémentaire
Sarthe à Neuville sur Sarthe	X	X	
Sarthe à Saint-Ceneri-le-Gerei		X	X
Orne Saosnoise à Montbizot		X	X
Vaudelle à Saint-Georges-le-Gautier		X	
Bienne à Thoiré-sous-Contensor		X	

Précisons ici que le point de référence sur la Vaudelle s'applique également aux bassins versants du Merdereau et de l'Orthe.

Ces points constitueront les exutoires de tronçons de cours d'eau/bassins versants au niveau desquels seront réalisés les bilans prélèvements/rejets.

La carte de la Figure 3-1 suivante synthétise les tronçons et points de référence retenus dans le cadre de la présente analyse.

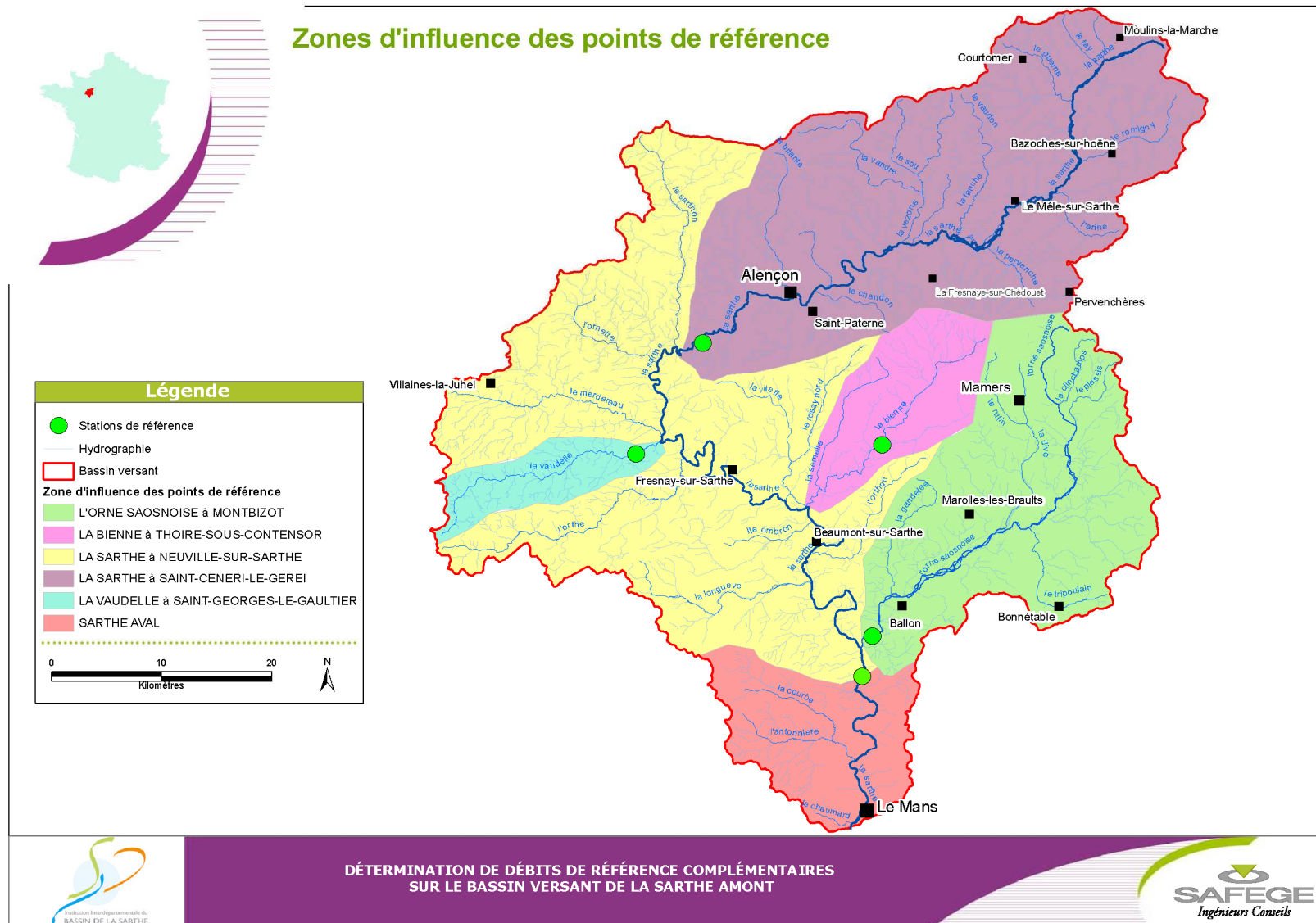


Figure 3-1 : Sectorisation du bassin versant

3.2 Suivi hydrométrique

3.2.1 Stations hydrométriques

Les points de référence se situent au niveau de stations hydrométriques. Les caractéristiques de ces stations sont présentées dans le Tableau 3-2 suivant et sont issues de la base de données de la Banque Hydro.

Tableau 3-2 : Stations hydrométriques (Source : Banque Hydro)

Code station	Nom station	Taille BV (km ²)	Période disponible
M0243010	L'ORNE SAOSNOISE à MONTBIZOT [MOULIN NEUF CIDRERIE]	510	1967 - 2013
M0153010	LA BIENNE à THOIRE-SOUS-CONTENSOR	104	1991 - 2013
M0250610	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE [MONTREUIL]	2716	1973 - 2013
M0050620	LA SARTHE à SAINT-CENERI-LE-GEREI [MOULIN DU DESERT]	908	1979 - 2013
M0124010	LA VAUDELLE à SAINT-GEORGES-LE-GAULTIER	89	1992 - 2013

3.2.2 Débits caractéristiques

3.2.2.1 Cycle hydrologique

Le Tableau 3-3 et les figures ci-dessous présentent les débits moyens mensuels enregistrés aux stations hydrométriques de référence.

Tableau 3-3 : Débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques de référence (Source : Banque Hydro)

Code	Nom station	Janv.	févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Module
M0243010	L'ORNE SAOSNOISE à MONTBIZOT	5.62	5.62	4.61	3.04	2.21	1.32	0.93	0.67	0.63	1.24	1.94	3.91	2.63
M0153010	LA BIENNE à THOIRE-SOUS-CONTENSOR	1.37	1.17	1.06	0.78	0.54	0.33	0.25	0.17	0.18	0.36	0.54	1	0.64
M0250610	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	46.3	43.17	35.14	23.59	15.47	9.31	6.15	4.21	4.29	9.52	16.41	32.81	20.44
M0050620	LA SARTHE à SAINT-CENERI-LE-GEREI	16.44	13.28	11.49	7.74	5.28	3.25	2.22	1.45	1.44	3.53	5.71	12.42	7
M0124010	LA VAUDELLE à SAINT-GEORGES-LE-GAULTIER	2.35	1.96	1.59	0.98	0.7	0.48	0.36	0.26	0.28	0.61	0.9	1.69	1.01

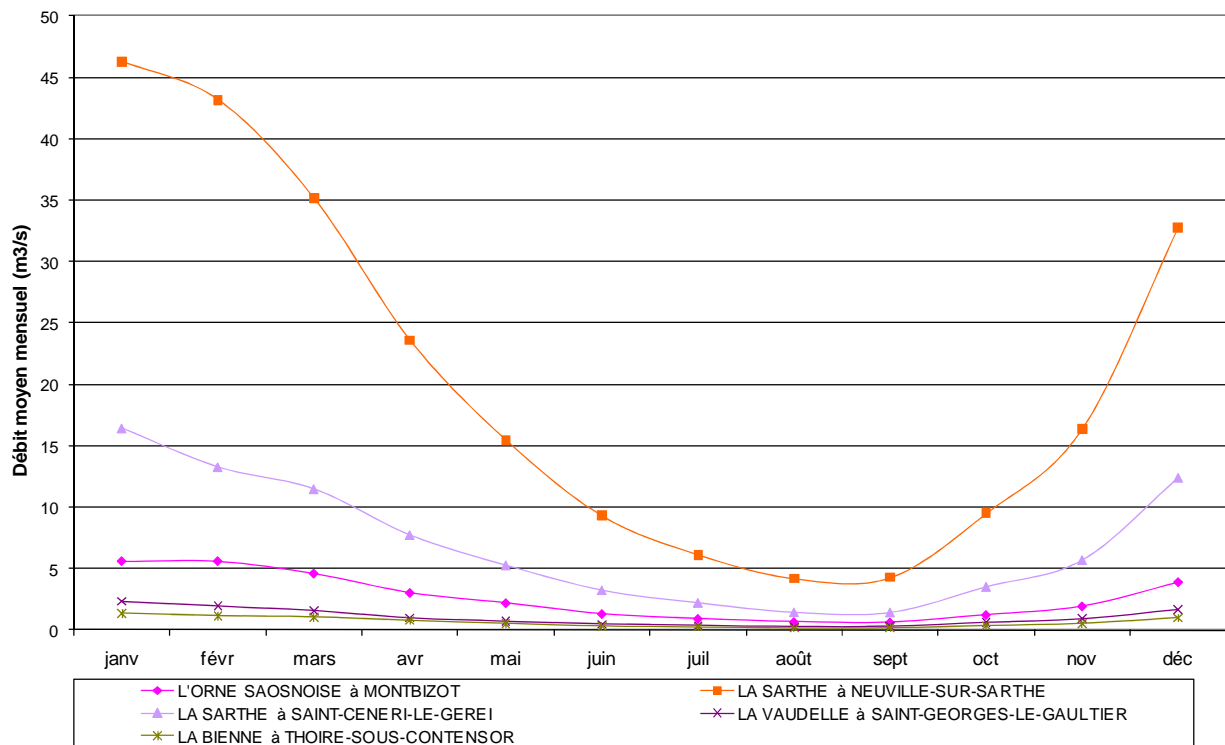


Figure 3-2 : Courbes des débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques de référence

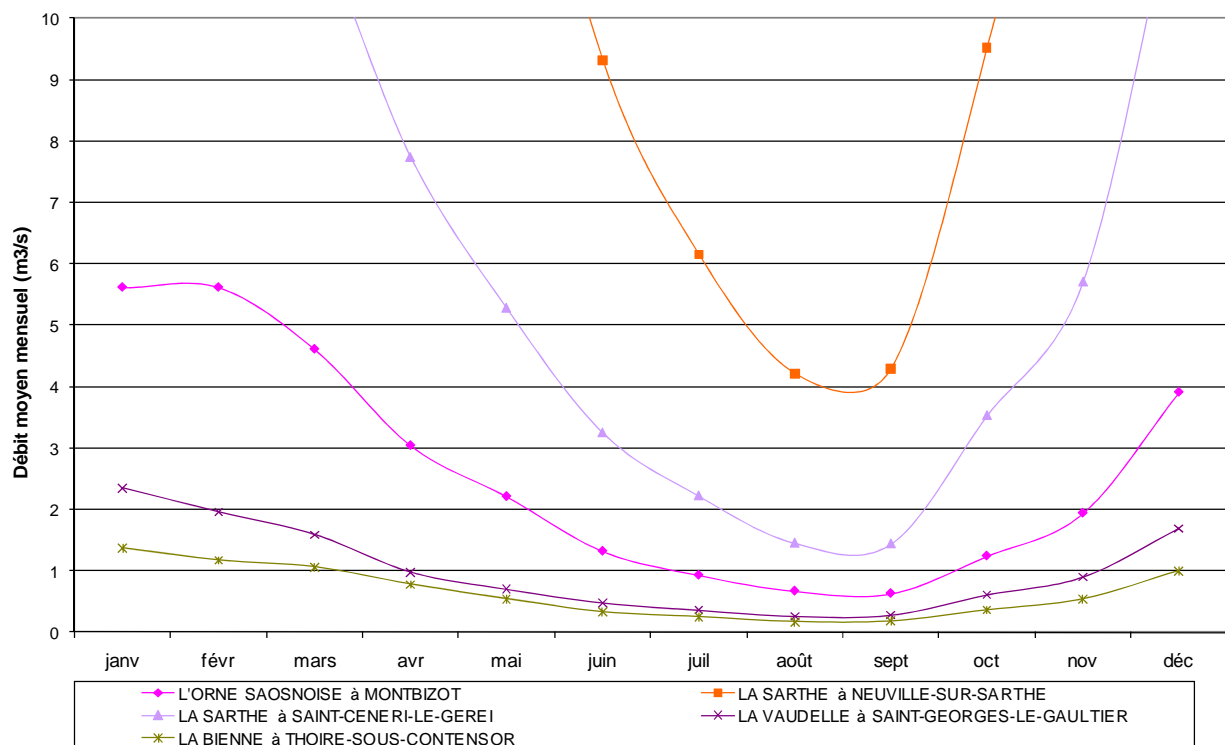


Figure 3-3 : Zoom sur les faibles débits - Courbes des débits moyens mensuels interannuels aux stations hydrométriques de référence

Le cycle hydrologique du bassin versant de la Sarthe Amont correspond à un régime pluvial simple caractérisé par une période de basses eaux, d'avril 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 réactifs aux épisodes pluvieux.

3.2.2.2 Débits d'étiage

Sur le tableau suivant sont analysés les débits caractéristiques des étiages. 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.

Par ailleurs, précisons ici que le mois du QMNA est calendaire alors que les jours des VCN sont glissants.

Les étiages semblent relativement peu marqués sur le territoire du SAGE de la Sarthe Amont. Toutefois, les débits d'étiage peuvent être faibles sur certains secteurs, notamment la Bienne et les cours d'eau peuvent être impactés par le déficit pluviométrique lors des périodes sèches.

Les valeurs de QMNA5 enregistrées représentent entre 9% et 15% du module des cours d'eau. Le bassin versant de la Sarthe amont n'apparaît donc pas comme particulièrement critique en période d'étiage comparé à certains territoires du bassin Loire-Bretagne.

En effet, sur certains secteurs considérés comme sensibles en étiage (Oudon, Lay, Layon, Clain...), le QMNA5 représente en moyenne moins de 5% du module.

Tableau 3-4 : Débits caractéristiques d'étiage (Source : Banque Hydro)

Cours d'eau	Orne Saosnoise	Bienne	Sarthe		Vaudelle
Station	L'ORNE SAOSNOISE à MONTBIZOT	LA BIENNE à THOIRE-SOUS-CONTENSOR	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	LA SARTHE à SAINT-CENERI-LE-GEREI	LA VAUELLE à SAINT-GEORGES-LE-GAULTIER
Taille BV (km ²)	510	104	2716	903	89
Période considérée	1967-2013	1991-2013	1973-2013	1979-2013	1992-2013
Module	2.630	0.642	20.400	7.000	1.000
Débit d'étiage (m ³ /s)					
1/10e module	0.263	0.064	2.040	0.700	0.100
1/20e module	0.132	0.032	1.020	0.350	0.050
QMNA2	0.460	0.120	3.100	1.100	0.210
QMNA5	0.270	0.071	1.900	0.720	0.150
VCN3 2	0.280	0.088	2.000	0.700	0.160
VCN3 5	0.180	0.051	1.200	0.560	0.110
VCN10 2	0.340	0.095	2.400	0.790	0.170
VCN10 5	0.180	0.055	1.500	0.560	0.120
Q spécifique moyen (l/s/km ²)	5.156	6.173	7.511	7.752	11.236
Q spécifique QMNA5 (l/s/km ²)	0.531	0.683	0.700	0.797	1.685

Pour le régime moyen, les données de débits sont globalement cohérentes d'amont en aval du bassin versant. Le module croît en fonction de la surface de bassin versant drainée (cf. Figure 3-4.). Il est nécessaire cependant de relativiser la relation linéaire qui semble ressortir du graphique. Les débits mesurés à l'aval du bassin versant pouvant être fortement influencés par les actions anthropiques sur l'amont du territoire.

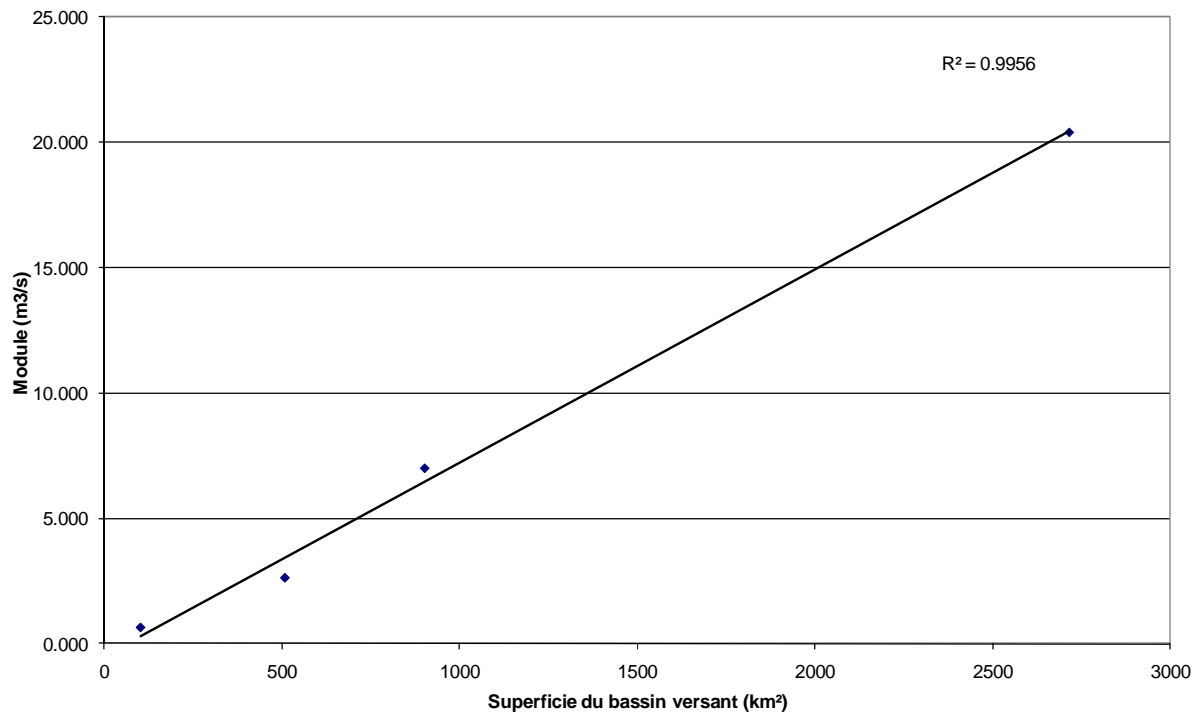


Figure 3-4 : Évolution du module en fonction de la surface du bassin versant des stations hydrométriques

Pour les débits d'étiage, le constat peut être différent. Les valeurs caractéristiques d'étiage (QMNA, VCN3 et VCN10) stagnent ou diminuent entre les stations hydrométriques, alors même que le bassin versant drainé augmente.

Les explications de ce phénomène peuvent être les suivantes :

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

L'analyse sur les usages, puis la reconstitution de l'hydrologie désinfluencée devront permettre de mieux identifier les facteurs influençant les écoulements à l'étiage sur le bassin versant de la Sarthe.

3.3 Contexte géologique

Le territoire d'étude se situe dans la zone de contact entre deux grandes unités géologiques, le Massif Armoricaïn sur le tiers Ouest du bassin versant et le Bassin Parisien à l'Est, comme l'illustre la carte géologique simplifiée de la Figure 3-5 présentée ci-après.

3.3.1.1 Le Massif Armoricaïn

A l'Ouest, le socle de l'ère primaire, est constitué principalement de formation ancienne faiblement métamorphique d'âge protérozoïque terminal (Briovérien : 620 Ma) à paléozoïque supérieur (Carbonifère inférieur : 325Ma) de type schistes, calcaires et grès. Des formations plutoniques (granite, granodiorite, ...) et volcanique (rhyolite) sont également affleurantes.

Ces formations du Massif Armoricaïn forment les principaux reliefs du territoire d'étude.

La nature des roches formant le socle Armoricaïn (roches métamorphiques peu perméables) favorise une réponse rapide à la pluviométrie (débits importants en période hivernale – faibles débits d'étiage). Le contexte hydrogéologique de ces formations ne permet pas l'existence de grands aquifères.

3.3.1.2 Le Bassin parisien :

A l'Est, le bassin parisien couvre le reste du territoire du bassin versant. Ses formations d'âge plus récent (secondaire et tertiaire), de nature sédimentaire, reposent en discordance sur ceux du massif armoricaïn. Les terrains sédimentaires sont subdivisés en :

- ✓ Au centre et au nord du bassin versant, une large bande de terrains jurassiques orientée nord-est / sud-ouest, constituées de marnes et calcaire marneux du Callovien - Oxfordien.
- ✓ A l'extrême sud et est du territoire, les terrains crétacés reposent sur ceux du Jurassique. Ces formations sont constituées de Craie Cénomaniennne, de Sables du Perche et de Craie Turonienne.

Parmi les formations géologiques sédimentaires, plusieurs constituent des aquifères d'importance. Ainsi, les niveaux sablo-graveleux de la base du Cénomaniennne (Crétacé supérieur) constituent l'aquifère le plus intéressant du département pour la ressource en eaux souterraines.

Les dépôts alluvionnaires récents de la vallée de la Sarthe renferment une nappe alluvionnaire, très productive mais sensible aux pollutions.

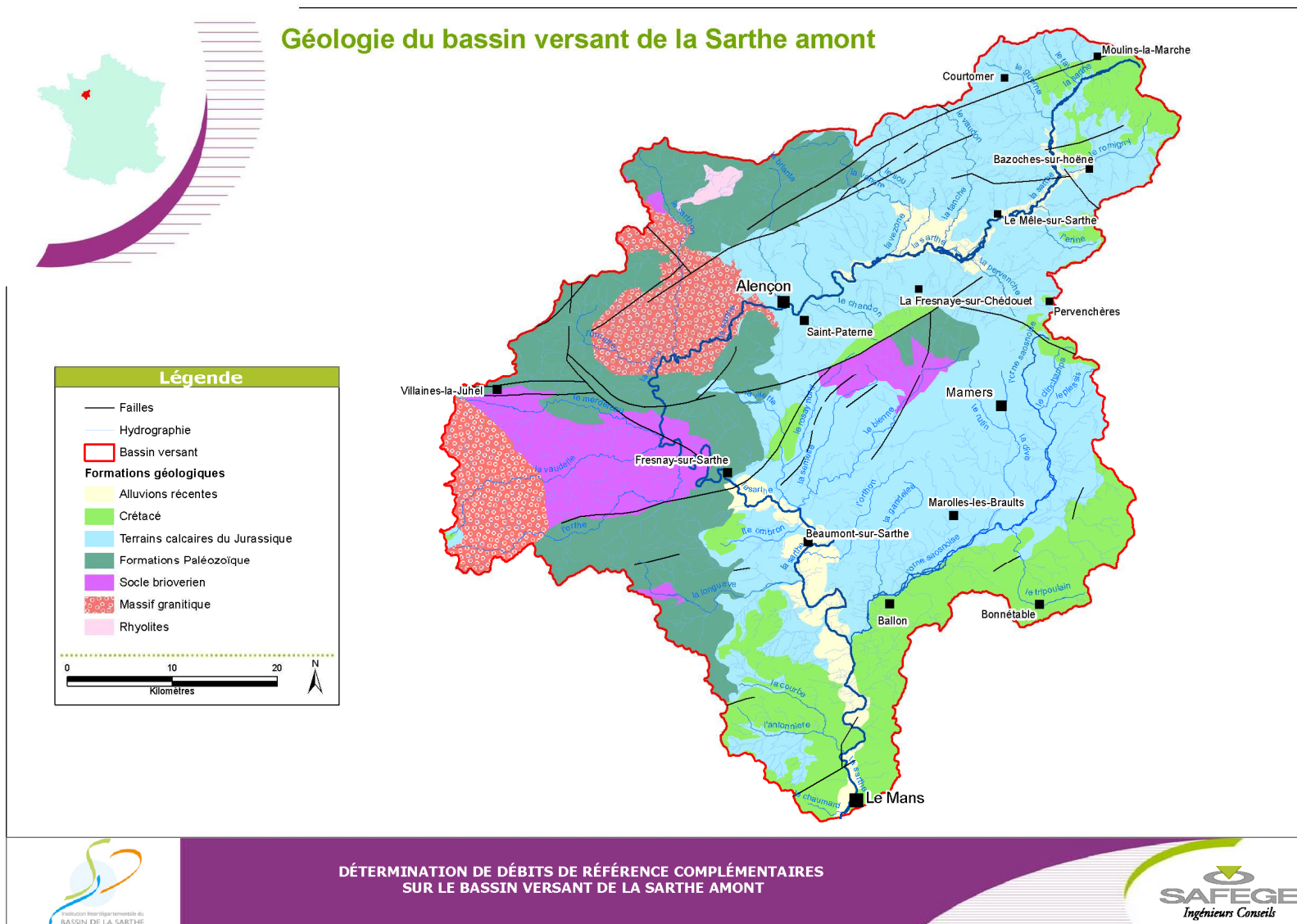


Figure 3-5 : Géologie simplifiée du bassin versant de la Sarthe Amont

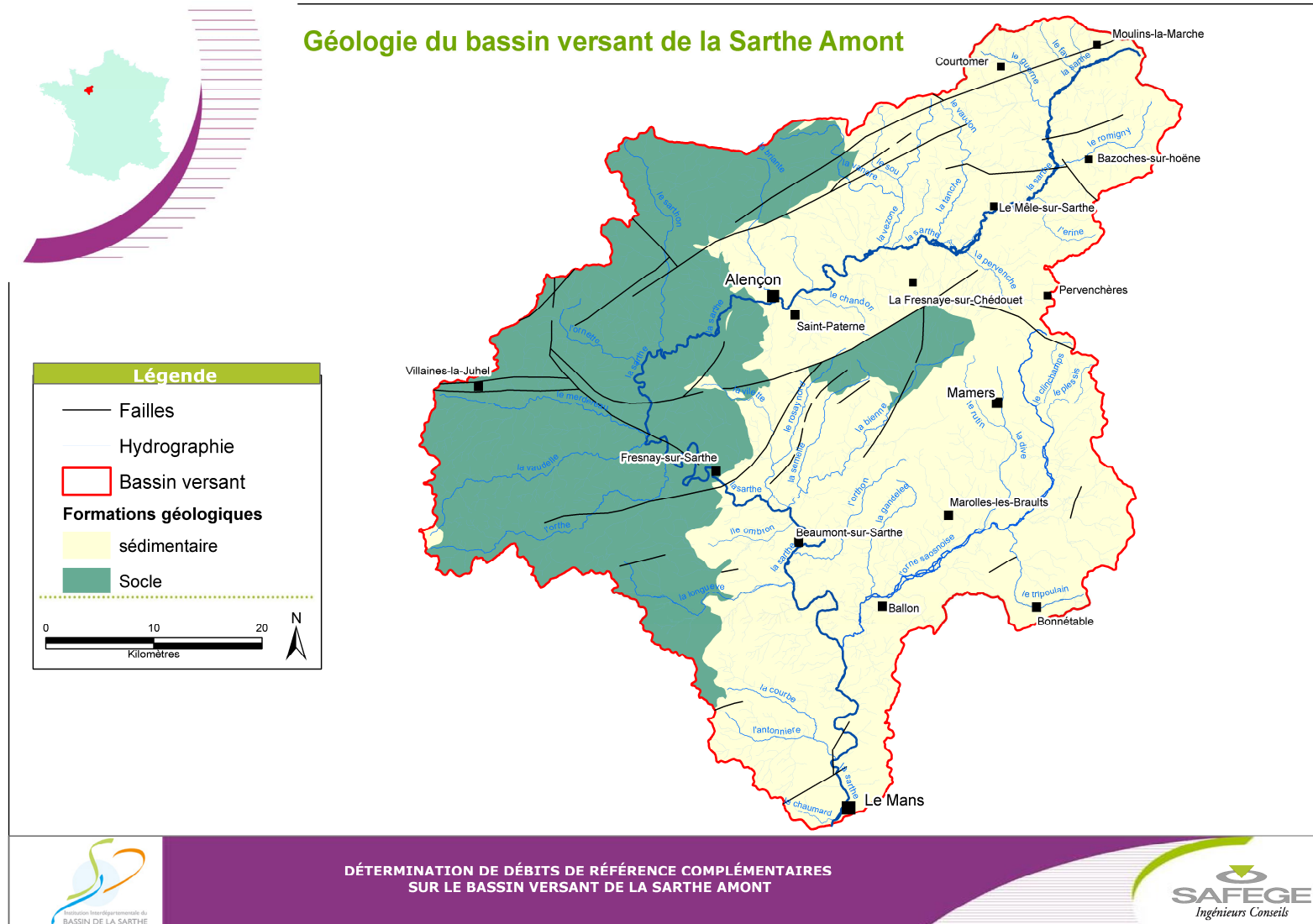


Figure 3-6 : Formation socle/sédimentaire du bassin versant de la Sarthe Amont

3.3.2 Contexte hydrogéologique

Les éléments présentés ci-dessous sont pour une large part repris de l'étude du BRGM de 2007 : « Étude des risques d'inondation par remontées de nappes sur le bassin de la Maine ».

Le bassin versant de la Sarthe Amont contient trois grands types de gisements d'eau souterraine :

- ✓ Des nappes de socles, en général de petite extension,
- ✓ Des nappes sédimentaires libres, d'extension variable,
- ✓ Des nappes sédimentaires captives.

Des circulations karstiques peuvent être localement envisagées sur le bassin versant.

Les nappes alluviales constituent un type particulier de nappes, formées par les grands épandages de sables et graviers des rivières. Elles sont par nature le lieu privilégié des échanges entre les cours d'eau et les autres grandes nappes libre plus profondes.

Les principaux gisements d'eaux souterraines du bassin versant de la Sarthe Amont sont présentés dans la Figure 3-7 suivante.

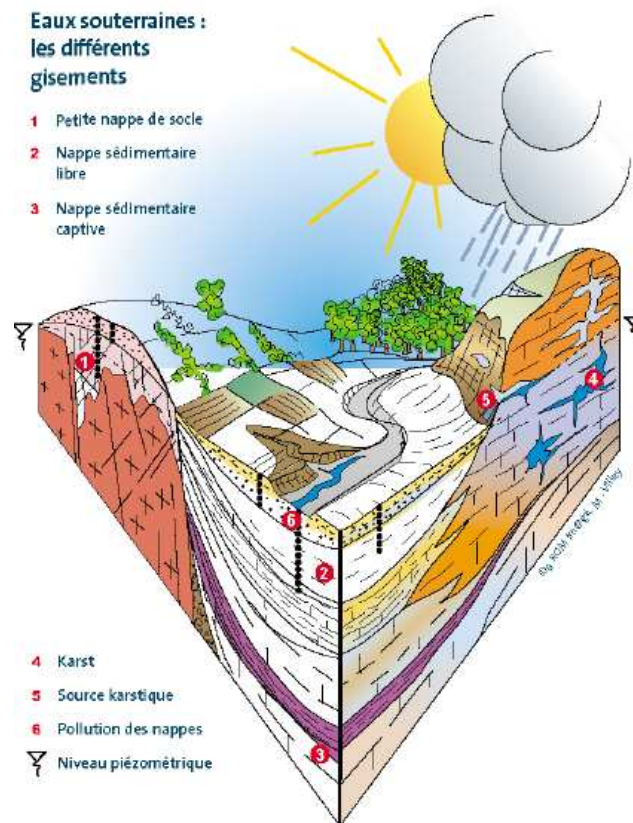


Figure 3-7 : Principaux gisements d'eaux souterraines du bassin versant de la Sarthe Amont (source : BRGM)

3.3.2.1 Eaux souterraines en contexte de socle

Dans les terrains de socle, la productivité des aquifères est étroitement liée à la présence d'altérites et au degré de fracturation des niveaux sous-jacents. Les altérites qui se caractérisent par une forte porosité et une faible perméabilité constituent un réservoir qui alimente l'horizon fissuré par drainage. Ce dernier est généralement beaucoup plus perméable en raison de l'interconnexion des fissures qui favorise la circulation des eaux souterraines. C'est dans cet horizon que les venues d'eau sont les plus importantes.

Un système aquifère en domaine de socle est à la fois un réservoir capable d'emmagasiner des volumes plus ou moins importants d'eau provenant des pluies infiltrées, et un conducteur permettant les écoulements souterrains et la vidange progressive du réservoir vers des exutoires naturels que sont les rivières. En domaine de socle ces deux fonctions sont le plus souvent séparées :

- ✓ le rôle de réservoir est assuré principalement grâce à l'altération de la roche en place. ;
- ✓ l'eau souterraine circule surtout par le réseau de fissures et de fractures existant plus bas, dans la roche « saine » ou moins atteinte par l'altération.

Les eaux souterraines sont donc situées au sein de deux aquifères superposés et en contact permanent : celui des altérites et celui du milieu fissuré.

3.3.2.2 Eaux souterraines en contexte sédimentaire

A- Les alluvions

L'aquifère des nappes alluviales est représenté par des sables et graviers occupant le lit majeur des vallées.

L'amplitude des battements piézométriques est de l'ordre de 2 à 3 mètres sans variation pluriannuelle notable. En règle générale, le niveau de la nappe est étroitement contrôlé par le cours d'eau.

Cette nappe circule de plus dans la partie amont du bassin, il s'agit de la nappe alluviale circulant dans les formations alluvionnaires affleurant au niveau de la Sarthe.

Ces formations, sont constituées par des limons et limons sableux, argileux à la base (Fz sur les cartes géologiques d'Alençon, L'Aigle et Mortagne-au-Perche).

B- Nappe de la Craie

Le Crétacé supérieur, du Sénonien au Cénomaniens, est constitué de Craie franche dans sa partie supérieure, de plus en plus marneuse à partir du Turonien, vers le bas.

La nappe de la Craie est drainée par les cours d'eau et est en continuité avec les nappes alluviales. Les fluctuations saisonnières et interannuelles sont importantes. Des phénomènes karstiques peuvent se développer.

C- Nappe des Sables du Perche

Les Sables du Cénomaniens supérieur, dit du Perche, forment les meilleurs aquifères du bassin versant en termes de productivité qu'en termes de qualité actuelle des eaux.

Les variations piézométriques de l'aquifère sont d'amplitude faible (2 à 3 mètres), avec parfois une tendance pluriannuelles peu marquée.

Cette nappe affleure dans la partie est du bassin versant.

D- Nappe des Calcaire du Jurassique

Le calcaire étant intrinsèquement compact, les forages ne sont productifs que lorsque celui-ci est fracturé, comme le long des accidents armoricains NW-SE.

L'amplitude de battements des ces nappes est faible, pluri-métrique sans variations interannuelles notables compte-tenu d'un important drainage par les cours d'eau qui les traversent.

Deux nappes circulent dans les formations calcaires jurassiques :

- La nappe du Dogger (Bajo.-Batho.) ;
- La nappe du Malm (Oxfordien).

Elles sont individualisées par les niveaux marneux imperméables calloviens. L'écoulement de ces deux nappes s'effectue du Nord-est vers le Sud-ouest. Lorsqu'elles se trouvent en position captive celles-ci présentent une très forte productivité.

Néanmoins, dans le cadre de l'étude, elles ne seront prises en compte que dans leur partie libre. Peu de données sont disponibles concernant les paramètres hydrodynamiques dans leur partie captive.

Il sera cependant retenu pour :

- ✓ L'aquifère du Malm (Pascaud et al., 1973)
 - Transmissivité de l'ordre de $1.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$;
 - Coefficient d'emmagasinement de l'ordre de 1.10^{-4} ;
- ✓ L'aquifère du Dogger (Roux et al., 2006) : transmissivité moyenne estimée à $1.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

3.3.2.3 Relation nappe-rivière

L'étude du contexte géologique et hydrogéologique du bassin versant de la Sarthe amont met en évidence une relation nappe-rivière importante notamment pour les aquifères du Jurassique et du Crétacé. En effet, les étiages sont soutenus par les formations aquifères traversées par les cours d'eau.

Une étude de 2007 du BRGM (étude des risques d'inondation par remontées de nappes sur le bassin de la Maine) indique qu'à l'aval de St-Ceneri les formations des calcaires Jurassique « sont le siège d'un aquifère qui soutient l'étiage de la Sarthe en participant pour 33% au débit de la rivière ». Ce rapport indique également que « la contribution des écoulements lents à l'étiage de la rivière est de 17% à Souillé ».

Nous avons donc cherché à estimer la part d'alimentation de la rivière de la Sarthe dans les pompages au Jurassique.

Méthode de Bulton-Hunt

Les aquifères étudiés sont assimilables à un milieu homogène isotrope.

La méthode de Bulton-Hunt s'applique pour une rivière perchée avec lit colmaté sur double aquifère. Les deux aquifères sont alors la nappe alluviale perchée au dessus de la nappe du Jurassique par l'intermédiaire d'un niveau argileux.

Cette méthode prend en compte les paramètres suivants :

- ✓ T : transmissivité de l'aquifère du Jurassique (m^2/s) ;
- ✓ S : le coefficient d'emmagasinement du Jurassique (su) ;
- ✓ L_{col} : la distance de colmatage de la rivière (m), de 10m pour l'étude ;
- ✓ L_{leak} : la distance de drainage de l'aquifère alluvial (m), de 166,66m pour l'étude ;
- ✓ $S_{aquitard}$: le coefficient d'emmagasinement de l'aquifère alluvial (su) ;
- ✓ Q : le débit de pompage, estimé à $50m^3/h$;
- ✓ i : le gradient hydraulique de la nappe du Jurassique estimé à 0,05%.

Les calculs ont ensuite été réalisés pour une durée de 30 jours, temps au bout duquel la part de la rivière dans le pompage est maximal pour une distance minimale.

Pour les deux aquifères les valeurs de colmatage et d'aquitards sont identiques, seul la transmissivité de l'aquifère est modifié.

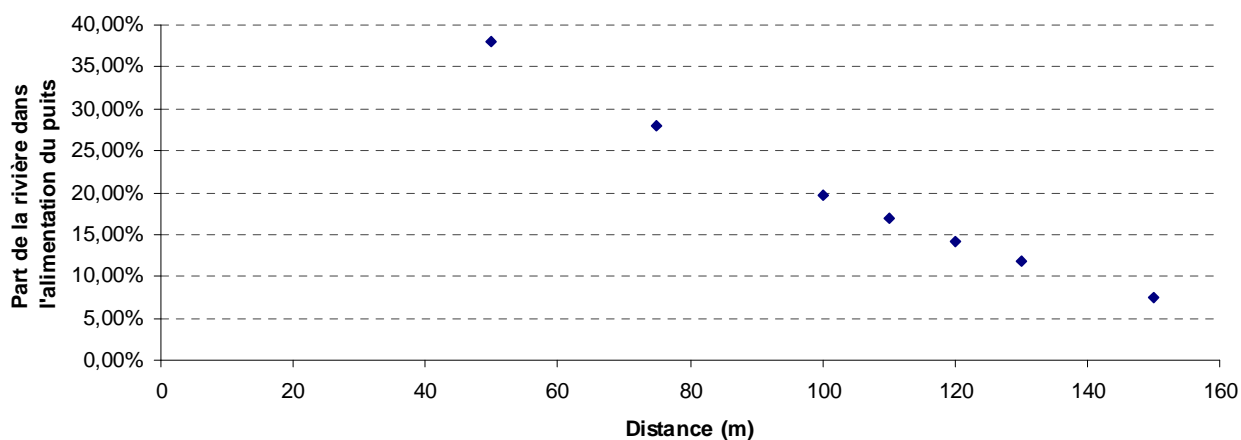
Pompage au Dogger

Les valeurs utilisées pour le calcul de la part d'alimentation de la rivière dans les pompages au Dogger sont les suivantes :

Paramètre	Unité	Valeur
T	m^2/s	5.10^{-2}
S	-	1.10^{-2}
L_{col}	m	1.10^{-2}
L_{leak}	m	166,66
$S_{aquitard}$	-	0,1
Q	m^3/h	50
i	-	0,05

Le graphique en fonction de la distance à la rivière alors obtenu en utilisant la méthode de Boulton-Hunt est le suivant.

Part de la rivière dans les pompages du Dogger



A une distance de 140m de la rivière, la part de la rivière est inférieure à 10% dans les pompages. **Seuls les pompages dans le dogger situé à moins de 150 m seront pris en compte dans l'étude.**

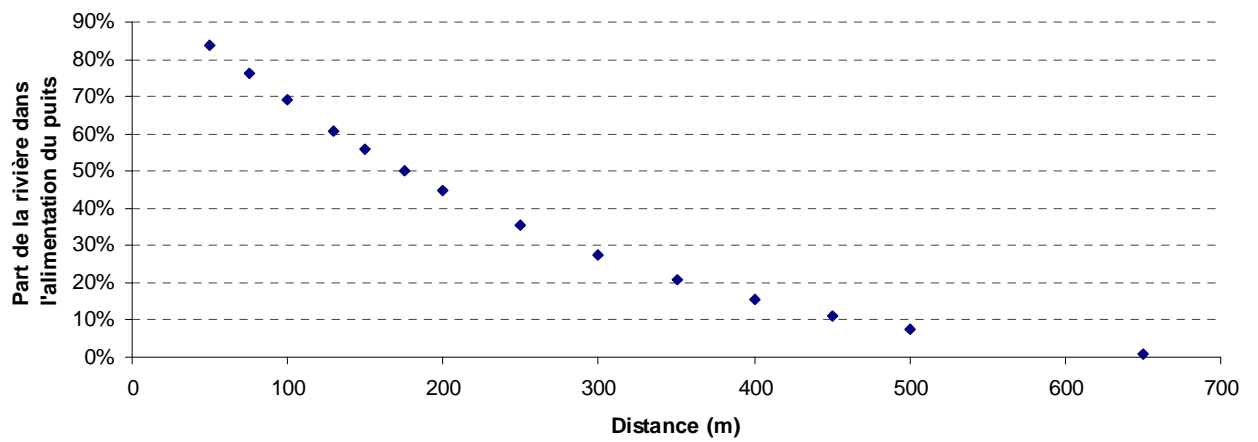
Pompage à l'Oxfordien

Les valeurs utilisées dans l'estimation de la part d'alimentation de la rivière dans les pompages au Malm sont regroupées dans le tableau suivant.

Paramètre	Unité	Valeur
T	m ² /s	2.10 ⁻³
S	-	1.10 ⁻²
L _{col}	m	1.10 ⁻²
L _{leak}	m	166,66
S _{aquitard}	-	0,1
Q	m ³ /h	50
i	-	0,05

Le graphique suivant présente les résultats en fonction de l'éloignement à la rivière.

Part de la rivière dans les pompages à l'Oxfordien



A une distance de 500m de la rivière, la part de la rivière dans les pompages est inférieure à 10%. **Seuls les pompages dans l'Oxfordien situé à moins de 500 m seront pris en compte dans l'étude.**

La rivière présente une part moins importante dans l'alimentation des forages au Dogger qu'au Malm.

4

Suivi des écoulements en rivière

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). Ce réseau départemental permettait de compléter les informations existantes concernant la disponibilité de la ressource en eau (débits et piézomètres) à disposition des préfets (MISE) en période de crise hydro-climatique. Il complétait le Réseau Départemental d'Observation des Écoulements (RDOE) mis 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 assecs (notamment au cours de la sécheresse de 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,
- ✓ 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 sur 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 le réseau **ONDE** ne comprend que 3 modalités d'écoulement pour l'exploitation des résultats au niveau national et régional:

- ✓ écoulement visible
- ✓ écoulement non visible
- ✓ assec

Toutefois, il est possible que les 4 modalités soient définies au niveau départemental, ce qui est le cas sur le bassin versant de la Sarthe Amont.

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.

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

Le réseau d'observation des écoulements (RDOE, ROCA et ONDE confondus) compte 31 stations d'observation sur le territoire du SAGE de la Sarthe Amont. Les données disponibles couvrent la période 2004-2014. Toutefois, des lacunes importantes existent dans les séries de données. Les stations suivies le plus régulièrement au cours des années sont celles implantées en Mayenne (8 années de mesures) pour les autres départements seules deux années de mesures sont disponibles.

Les caractéristiques des stations existantes sur le territoire d'étude sont présentées dans le Tableau 4-1.

Tableau 4-1 : Caractéristiques des stations de suivi des écoulements (ROCA/RDOE/ONDE) sur le territoire du SAGE de la Sarthe Amont

Départ.	Riviere	Station	Commune	Nombre d'observations	Période couverte
72	Sarthe	Le mans	LE MANS	5	2006-2007
72	Sarthe	St Aubin	SAINT-AUBIN-DE-LOCQUEN	5	2006-2007
72	Sarthe	Beaumont	BEAUMONT-SUR-SARTHE	5	2006-2007
72	Sarthe	Le Boulay	TEILLE	5	2006-2007
72	Sarthe	Neuville	NEUVILLE-SUR-SARTHE	5	2006-2007
72	Sarthe	Saint Léonard	SAINT-LEONARD-DES-BOIS	5	2006-2007
72	Orne Saonnoise	Ormes	SAINT-PIERRE-DES-ORMES	5	2006-2007
72	Orne Saonnoise	Ballon	BALLON	5	2006-2007
72	Orne Saonnoise	Montbizot	MONTBIZOT	5	2006-2007

Départ.	Rivière	Station	Commune	Nombre d'observations	Période couverte
72	Orne Saosnoise	l'Orne Saosnoise	COURCIVAL	12	2012-2014
72	Bienne	Chérance	CHERANCE	5	2006-2007
72	Bienne	Piace	PIACE	5	2006-2007
72	Bienne	Saint Rémy	SAINT-REMY-DU-VAL	5	2006-2007
72	Senelle	Coulombiers	COULOMBIERS	5	2006-2007
72	Rosay Nord	Bourg-le-Roi	BOURG-LE-ROI	5	2006-2007
72	Rosay Nord	La Hutte	COULOMBIERS	17	2006-2007 et 2012-2014
72	Saonette	Les Mées	LES MEES	5	2006-2007
72	le Rutin	le Rutin	SAINT-LONGIS	12	2012-2014
72	la Gandelée	La Gandelée	LUCE-SOUS-BALLON	12	2012-2014
72	le Deffays	Le Deffays	MONT-SAINT-JEAN	12	2012-2014
72	l'Antonnière	l'Antonnière	DEGRE	12	2012-2014
72	le Rocher Reine	le Rocher Reine	ASSE-LE-BOISNE	12	2012-2014
61	ruisseau de neauphe	Neauphe à Bursard	BURSARD	12	2012-2014
61	la Briante	Briante à St Nicolas	SAINT-NICOLAS-DES-BOIS	12	2012-2014
61	le Vande	Vandre à St Gervais	SAINT-GERVAIS-DU-PERRON	12	2012-2014
61	la Tanche	Tanche à St Léger	SAINT-LEGER-SUR-SARTHE	12	2012-2014
61	le Cuissai	Glatigny à Cuissai	CUISSAI	12	2012-2014
61	la Fresbee	Fresbée à Montchevrel	MONTCHEVREL	12	2012-2014
53	Le Terrançon	Terrançon/Sarthe	SAINT-PIERRE-DES-NIDS	67	2004-2006 et 2009-2012
53	L'Ornette	Ornette/Sarthe	GESVRES	67	2004-2006 et 2009-2012
53	La Vaudelle	Vaudelle/Sarthe	IZE	67	2004-2006 et 2009-2012

Précisons ici une nouvelle fois que le point de référence sur la Vaudelle s'applique également aux bassins versants du Merdereau et de l'Orthe.

Une synthèse des données disponibles par station est présentée dans le Tableau 4-2. Pour chaque station, les pourcentages d'années pour lesquels un assec, une absence d'écoulement ou un fonctionnement biologique non garanti ont été observés pour au moins une mesure ont été calculés. Ces résultats sont à prendre avec précaution pour les stations où le nombre d'années de suivi est faible.

Tableau 4-2 : Synthèse des perturbations des écoulements constatées sur les différentes stations des réseaux ROCA/RDOE/ONDE sur le territoire du SAGE de la Sarthe Amont

Rivière	Station	Unité de gestion	Nombre d'années d'obs.	% d'années avec assec constaté	% d'années avec absence d'écoulement constatée	% d'années avec fonctionnement biologique non garanti
Sarthe	Le mans	SARTHE AVAL	2	0%	0%	50%
Sarthe	St Aubin	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	2	0%	0%	0%
Sarthe	Beaumont	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	2	0%	0%	50%
Sarthe	Le Boulay	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	2	0%	50%	0%
Sarthe	Neuville	SARTHE AVAL	2	0%	0%	50%
Sarthe	Saint Léonard	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	2	0%	0%	0%
Orne Saonnoise	Ormes	L'ORNE SAOSNOISE à MONTBIZOT	2	0%	0%	0%

Riviere	Station	Unité de gestion	Nombre d'années d'obs.	% d'années avec assec constaté	% d'années avec absence d'écoulement constatée	% d'années avec fonctionnement biologique non garanti
Orne Saonaise	Ballon	L'ORNE SAOSNOISE à MONTBIZOT	2	0%	0%	0%
Orne Saonaise	Montbizot	L'ORNE SAOSNOISE à MONTBIZOT	2	0%	0%	50%
Orne Saosnoise	l'Orne Saosnoise	L'ORNE SAOSNOISE à MONTBIZOT	3	0%	0%	0%
Bienne	Chérance	LA BIENNE à THOIRE-SOUS-CONTENSOR	2	0%	50%	0%
Bienne	Piace	LA BIENNE à THOIRE-SOUS-CONTENSOR	2	0%	0%	0%
Bienne	Saint Rémy	LA BIENNE à THOIRE-SOUS-CONTENSOR	2	0%	0%	0%
Senelle	Coulombiers	LA BIENNE à THOIRE-SOUS-CONTENSOR	2	0%	0%	0%
Rosay Nord	Bourg-le-Roi	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	2	0%	0%	0%
Rosay Nord	La Hutte	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	2	0%	0%	0%
Saonette	Les Mées	LA BIENNE à THOIRE-SOUS-CONTENSOR	2	50%	0%	0%
le Rutin	le Rutin	L'ORNE SAOSNOISE à MONTBIZOT	3	0%	0%	0%
la Gandelée	La Gandelée	L'ORNE SAOSNOISE à MONTBIZOT	3	0%	0%	67%
le Deffays	Le Deffays	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	3	0%	0%	33%
l'Antonnière	l'Antonnière	SARTHE AVAL	3	0%	0%	33%
le Rocher Reine	le Rocher Reine	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	3	0%	0%	0%
ruisseau de neauphe	Neauphe à Bursard	LA SARTHE à SAINT-CENERI-LE-GEREI	3	0%	0%	0%
la Briante	Briante à St Nicolas	LA SARTHE à SAINT-CENERI-LE-GEREI	3	0%	0%	0%
le Vandré	Vandré à St Gervais	LA SARTHE à SAINT-CENERI-LE-GEREI	3	33%	0%	0%
la Tanche	Tanche à St Léger	LA SARTHE à SAINT-CENERI-LE-GEREI	3	0%	0%	0%
le Cuissai	Glatigny à Cuissai	LA SARTHE à SAINT-CENERI-LE-GEREI	3	0%	33%	0%
la Fresbee	Fresbée à Montchevrel	LA SARTHE à SAINT-CENERI-LE-GEREI	3	0%	0%	0%
Le Terrançon	Terrançon/Sarthe	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	8	13%	13%	38%
L'Ornette	Ornette/Sarthe	LA SARTHE à NEUVILLE-SUR-SARTHE	8	0%	25%	38%
La Vaudelle	Vaudelle/Sarthe	LA VAUDELLÉ à SAINT-GEORGES-LE-GAULTIER	8	0%	0%	0%

Les stations étudiées sont localisées sur la Figure 4-1. Les résultats de l'analyse présentés dans le tableau ci-dessus permettent d'identifier les cours d'eau sur lesquels des perturbations d'écoulement sont constatées.

Ainsi, il ressort que pour 18 stations aucune perturbation des écoulements n'a été constatée sur les années disponibles. Cependant, la plupart des stations n'ayant que 2 ou 3 années de données il est possible que les cours d'eau concernés soient touchés d'autres années.

Les principaux constats sont :

- La tête du bassin versant (sous-bassin de la Sarthe à Saint-Ceneri-le-Gerei) semble relativement peu sensible en période d'étiage: Aucune perturbation des écoulements n'a été enregistrée aux stations situées sur les cours d'eau de la Briante, la Tanche, la Fresbée et du Ruisseau de Neauphe. Toutefois au niveau de la station sur la Cuissai, une absence d'écoulement est constatée environ 1 année sur 3. La Vandré semble également impactée avec un assec constaté sur les 3 années d'observations.
- Le sous-bassin de la Sarthe à Neuville sur Sarthe apparaît également peu sensible : Aucune perturbation n'a été observée sur les stations du Rosay Nord et du Rocher Reine. Toutefois sur le Deffays, le fonctionnement biologique n'ait pas garanti 1 année sur 3. Sur la Sarthe, aucune perturbation n'a été enregistrée sur les stations de Saint-Aubin et Saint-Léonard. En revanche sur les deux années d'observations le fonctionnement biologique n'a pas été garanti une année à Beaumont et une absence d'écoulement a été constatée au Boulay. L'Ornette est plus touchée : l'absence d'écoulement est constatée 1 année sur 4 et le fonctionnement n'ait pas garanti plus d'1 année sur 3. Enfin le cours d'eau le plus sensible semble être le Terrançon sur lequel des perturbations sont constatées presque tous les ans : des asssecs et une absence d'écoulement sont fréquemment observés, et le fonctionnement biologique n'est pas garanti plus d'1 année sur 3.
- Le sous bassin la Vaudelle semble peu touché par les perturbations d'écoulements : aucune perturbation enregistrée à la station de Vaudelle sur Sarthe.
- Le sous-bassin de l'Orne Saosnoise est également relativement peu sensible : Aucune perturbation n'a été observée aux stations du Rutin, d'Ormes, de l'Orne Saosnoise et de Ballon. Toutefois aux stations de la Gandelée et de Montbizot le fonctionnement biologique n'est pas toujours garanti.
- Le sous-bassin de la Bienne semble le plus touché en période d'étiage : Même si aucune perturbation n'a été observée aux stations de Saint-Rémy, Piace et Coulombiers, sur les deux années de mesures une absence d'écoulement a été constatée à Chérancé et la station des Mées a connu un assec.
- Enfin, le sous-bassin de la Sarthe aval apparaît relativement impacté en période d'étiage: des perturbations du fonctionnement biologique sont observées au niveau des trois stations d'observation du sous-bassin.

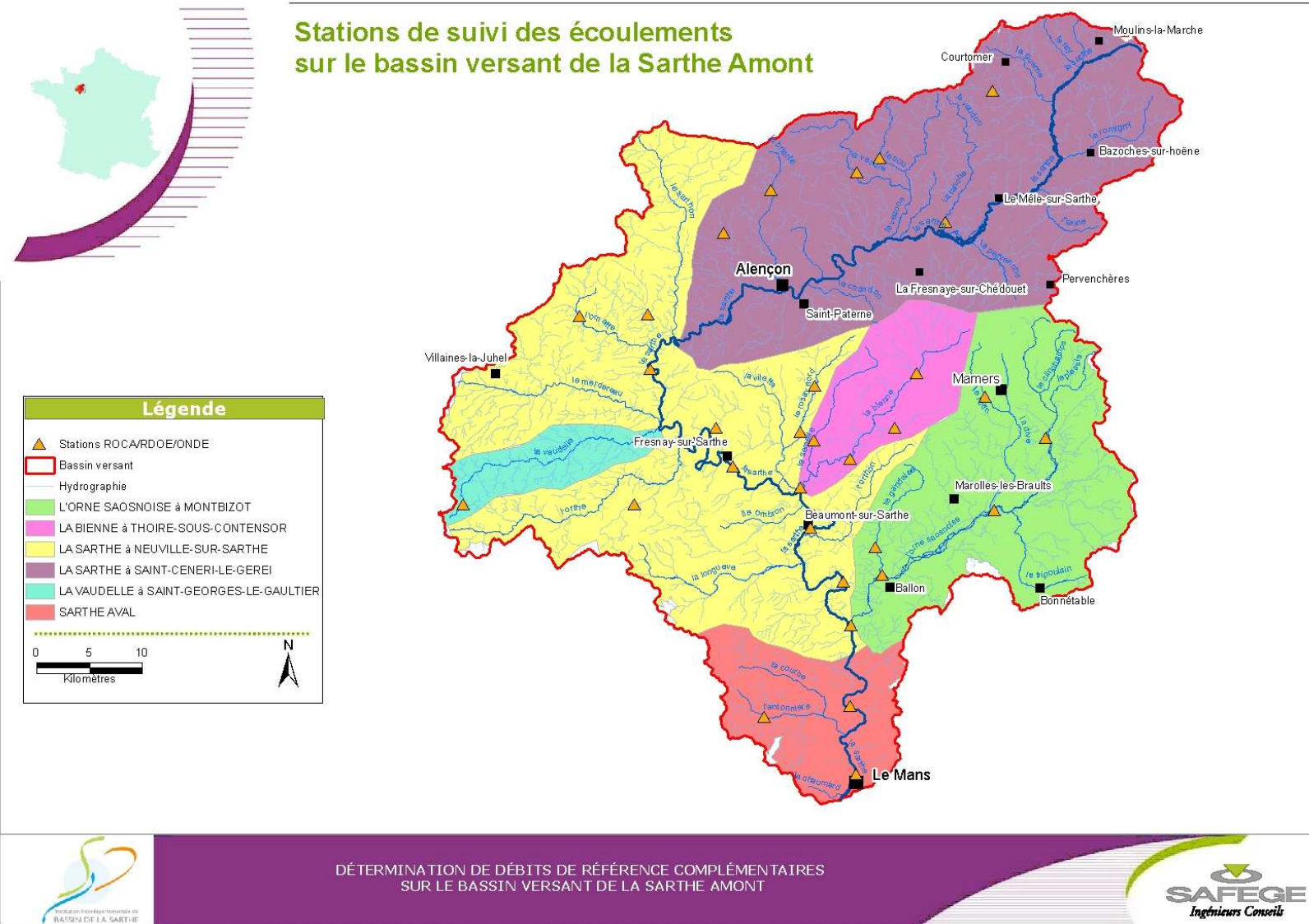


Figure 4-1 : Localisation des stations de suivi des écoulements sur le bassin versant de la Sarthe Amont

4.2 Suivi hydrométrique et arrêtés sécheresse

4.2.1 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.

Ils définissent les mesures et les seuils de déclenchement des restrictions d'usage à appliquer au cours de la période d'étiage. Chacun de ces arrêtés définit des unités de gestion (ou zones d'alerte) hydrographiquement et hydrogéologiquement cohérentes. 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 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.

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

Les arrêtés-cadres ainsi que les arrêtés sécheresses ont été collectés et étudiés pour la période 2003-2013, 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.

4.2.2 Zone d'application et valeurs seuils

La gestion de la crise d'étiage au niveau départemental est actuellement régie par les arrêtés cadre suivants :

- ✓ dans l'Orne : arrêté cadre du 2 juillet 2012
- ✓ dans la Sarthe : arrêté cadre du 26 décembre 2011 ;
- ✓ dans la Mayenne : arrêté cadre du 25 mai 2011 ;

Dans les arrêtés cadres départementaux des unités de gestion (ou zones d'alerte) sont définies. Sur chaque unité des seuils de gestion sont mis en place au niveau d'une station hydrométrique de référence.

Un bilan de la gestion des crises d'étiage est présenté dans le Tableau 4-3.

Tableau 4-3 : Bilan de la gestion des crises d'étiage sur le bassin versant de la Sarthe Amont

Département	Unité de gestion	Station de suivi	Débits seuils			
			Vigilance	Alerte	Alerte Renforcée	Interdiction
Orne	BV Sarthe Amont	St Cénéri le Gerei	800 l/s	650 l/s	550 l/s	550 l/s
Sarthe	BV Sarthe Amont	Neuville/Sarthe	4500 l/s	2500 l/s	1800 l/s	1500 l/s
Mayenne	BV Mayenne Amont	Cigné	900 l/s	600 l/s		430 l/s

4.2.3 Historique des arrêtés sécheresse

Les historiques des arrêtés sécheresse des trois départements concernés sont présentés dans les Tableau 4-4, Tableau 4-5 et Tableau 4-6 pour la période 2003-2013.

Tableau 4-4 : Historique des arrêtés sécheresse dans l'Orne entre 2009 et 2011

Station Orne	Vigilance	Alerte	Alerte Renforcée	Interdiction	fin						
2009	arrêté cadre 08/04/09					26-août	1-déc.				
St Cénéri le Gerei	800 l/s	650 l/s	550 l/s	550 l/s							
2010	arrêté cadre 08/04/09					15-juil.	21-juil.	25-sept.	2-déc.		
St Cénéri le Gerei	800 l/s	650 l/s	550 l/s	550 l/s							
2011	arrêté cadre 02/07/12					18-mai	1-juin	7-sept.	16-nov.		
St Cénéri le Gerei	800 l/s	650 l/s	550 l/s	550 l/s							

Tableau 4-5 : Historique des arrêtés sécheresse dans la Sarthe entre 2009 et 2011

Station Sarthe	Vigilance	Alerte	Alerte Renforcée	Interdiction	fin														
2009	arrêté cadre 26/06/09					29-juin	6-juil.	20-juil.	4-août	11-août	18-août	25-août	1-sept.	8-sept.	15-sept.				
Neuville/Sarthe	4500 l/s	2500 l/s	1800 l/s	1500 l/s															
2010	arrêté cadre 06/04/10					12-juil.	19-juil.	26-juil.	3-août	10-août	24-août	31-août	6-sept.	21-sept.					
Neuville/Sarthe	4500 l/s	2500 l/s	1800 l/s	1500 l/s															
2011	arrêté cadre 06/04/10					18-mai	24-mai	31-mai	15-juin	21-juin	27-juin	5-juil.	12-juil.	22-juil.	10-août	17-août			
Neuville/Sarthe	4500 l/s	2500 l/s	1800 l/s	1500 l/s															

Tableau 4-6 : Historique des arrêtés sécheresse en Mayenne entre 2003 et 2013

Station Mayenne	Vigilance	Restriction	Interdiction	fin				
2003	-	-	-		13-août	19-août	2-sept.	
-	-							
2004	-	-	-		2-août	6-août	31-août	
-	-							
2005	arrêté cadre 24/05/05				22-juin	21-juil.	24-oct.	
Cigné	1500 l/s	1000 l/s	600 l/s					
2006	arrêté cadre 20/06/06				21-juin	6-juil.	5-oct.	
Cigné	1500 l/s	1000 l/s	600 l/s					
2007	arrêté cadre 29/06/07							
Cigné	1500 l/s	1000 l/s	600 l/s		pas de mesure de restriction en 2007			
2008	arrêté cadre 29/06/07							
Cigné	1500 l/s	1000 l/s	600 l/s		pas de mesure de restriction en 2008			
2009	arrêté cadre 29/06/07				18-août	9-oct.	31-oct.	
Cigné	1500 l/s	1000 l/s	600 l/s					
2010	arrêté cadre 29/06/07				1-juil.	9-juil.	30-juil.	10-oct.
Cigné	1500 l/s	1000 l/s	600 l/s					
2011	arrêté cadre 25/05/11				25-mai	1-juil.	31-oct.	
Cigné	900 l/s	600 l/s	430 l/s					
2012	arrêté cadre 25/05/11							
Cigné	900 l/s	600 l/s	430 l/s		pas de mesure de restriction en 2012			
2013	arrêté cadre 25/05/11				21-août	17-oct.		
Cigné	900 l/s	600 l/s	430 l/s					

L'historique des arrêtés sécheresse pris sur le bassin versant donne un aperçu de l'état quantitatif des cours d'eau.

Sur le bassin versant, la période de restriction des usages varie selon les années mais peut s'étendre sur plusieurs mois consécutifs. Les périodes les plus critiques couvrent en général les mois de juin à septembre.

Sur le bassin de la Sarthe amont les niveaux d'alerte renforcée ou d'interdictions des usages de l'eau (sauf usages prioritaires) sont déclenchés environ une année sur deux. Les périodes d'étiages apparaissent donc problématiques vis-à-vis des usages sur le territoire.

5

Conclusion

Au terme de l'analyse des différentes données présentées précédemment, le bassin versant de la Sarthe amont apparaît relativement peu sensible en période d'étiage.

Toutefois, le suivi des arrêtés sécheresse montre une récurrence des passages en situation d'alerte et/ou de crise sur le territoire. Des mesures de restriction des usages de l'eau sont ainsi prises pratiquement chaque année.

L'analyse des débits caractéristiques d'étiage et le suivi des observations de l'écoulement ne laissent pas présager de tensions quantitatives particulièrement marquées sur le bassin versant. Les débits caractéristiques d'étiage sont plutôt élevés et le QMNA5 représente près de 10% du module sur tous les cours d'eau suivis. Par ailleurs, les réseaux de suivi des écoulements montrent quelques perturbations mais seules quelques stations sont régulièrement touchées et rares sont les assecs constatés.

Toutefois, le sous-bassin versant de la Bienne et de l'Orne se distinguent par une sensibilité plus forte en période d'étiage que sur le reste du territoire.

Les prochaines phases de l'étude permettront d'éclaircir ces constats et de préciser l'état quantitatif des masses d'eau sur le territoire.

Bibliographie

BEGUIN P., CHARNET F., HERARD B., LEBRET P., LEMOINE B., MENILLET F. et PERRON C. – 1998 – Notice de la carte géologique de L'Aigle au 1/50 000, BRGM

DASSIBAT C., DORE F., KUNTZ G., LE GALL J., RIOULT M., VERRON G. – 1982 – Notice de la carte géologique d'Alençon au 1/50 000, BRGM

HUNT B. – 2008 – Groudwater analysis using function .xls, article de l'Université de Canterbury, 64p.

MOGUEDET G., - 1998 – Notice de la carte géologique de Mortagne-au-Perche au 1/50 000, BRGM

PASCAUD P. et TIRAT M. – 1973 – District urbain d'Alençon, Résultats d'un pompage d'essai sur un forage d'étude implanté à l'Usine des eaux d'Alençon (61), rapport BRGM

ROUX J.-C. – 2006 – Aquifères et eaux souterraines de France, BRGMéditations, tome 1, 479p.