

# Etude « Hydrologie, Milieux, Usages, Climat » (HMUC) sur le bassin versant de l'Argance

## Phase 1 | Synthèse



### CONSULTING

SAFEGE  
Parc de L'Île  
15-27, Rue du Port  
92022 NANTERRE cedex

SAFEGE SAS - SIÈGE SOCIAL  
Parc de l'Île - 15/27 rue du Port  
92022 NANTERRE CEDEX  
[www.safeg.com](http://www.safeg.com)

## Phase 1 | Synthèse

Etude « Hydrologie, Milieux, Usages, Climat » (HMUC) sur le bassin versant de l'Argance



**Maître d'ouvrage :** Etablissement public Loire

**Numéro du projet :** 22NHF024

**Intitulé du projet :** Etude « Hydrologie, Milieux, Usages, Climat » (HMUC) sur le bassin versant de l'Argance

**Intitulé du rapport :** Phase 1 | Synthèse

Version	Rédacteur	Vérificateur	Date d'envoi	Commentaires
V 1.0	Raphaël ZYLBERMAN	Max MENTHA	08/03/2024	Version initiale
V 2.0	Raphaël ZYLBERMAN	Max MENTHA	13/03/2024	Version révisée suite aux remarques de l'EP Loire
V 3.0	Raphaël ZYLBERMAN	Max MENTHA	20/03/2024	Version révisée suite aux remarques des membres du COFIL

# SOMMAIRE

<b>1 PREAMBULE .....</b>	<b>5</b>
1.1 Contexte de l'étude.....	5
1.2 Déroulement de la mission .....	6
<b>2 GLOSSAIRE .....</b>	<b>7</b>
<b>3 PERIMETRE DE L'ETUDE .....</b>	<b>11</b>
<b>4 VOLET « USAGES » .....</b>	<b>12</b>
4.1 Objectifs visés.....	12
4.2 Eléments de méthode .....	12
4.3 Résultats obtenus.....	13
<b>5 VOLET « HYDROLOGIE » .....</b>	<b>18</b>
5.1 Objectifs visés.....	18
5.2 Résultats obtenus.....	18
<b>6 VOLET MILIEUX.....</b>	<b>28</b>
6.1 Objectifs visés.....	28
6.2 Eléments de méthode .....	28
6.3 Résultats obtenus.....	29
<b>7 VOLET « CLIMAT » .....</b>	<b>30</b>
7.1 Eléments de méthode .....	30
7.2 Résultats obtenus.....	31
<b>8 CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....</b>	<b>33</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Périmètre de l'étude HMUC (Source : EP Loire, IGN, DDT49, DDT72).....	11
Figure 2 : Usages de l'eau considérés dans l'étude .....	12
Figure 3 : Bilan annuel des prélèvements actuels par type de ressource.....	14
Figure 4 : Volumes annuels des prélèvements par usage sur la période 2000-2021 .....	15
Figure 5 : Volumes moyens mensuels des prélèvements calculés sur la période 2000-2021 .....	15
Figure 6 : Volumes annuels des restitutions sur la période 2000-2021.....	16
Figure 7 : Volumes moyens mensuels des restitutions sur la période 2000-2021 .....	16
Figure 8 : Evolution interannuelle des cumuls annuels de précipitations (Source : Météo France).....	19
Figure 9 : Evolution du cumul annuel d'ETP à la station du Mans (Source : MétéoFrance) .....	19
Figure 10 : Cumuls mensuels moyens (mm) et contribution de chaque mois aux cumuls annuels moyens (%) calculés sur la période 2000-2021 (Source : MétéoFrance).....	20
Figure 11 : Evolution du cumul mensuel moyen d'ETP à la station du Mans, calculé à partir de la chronique mesurée sur la période 2000-2021 (Source : MétéoFrance).....	20
Figure 12 : Débits moyens annuels entre 1993 et 2021, module calculé sur 2000-2021, pour la station de l'Argance à la Chapelle-d'Aligné (Source : HydroPortail) .....	23
Figure 13 : Débits moyens mensuels et débits mensuel sec d'occurrence 5 ans (QMN5), calculés sur la période 2000-2021, pour la station de l'Argance à la Chapelle-d'Aligné (Source : HydroPortail) .....	23
Figure 14 : Zones d'alertes concernées par le bassin de l'Argance .....	25

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau du bilan des prélèvements et rejets par usage entre 2000 et 2021 .....	17
Tableau 2 : Analyse hydrologique sur la période 2000-2021 (Source : HydroPortail).....	22
Tableau 3 : Seuils de gestion de crise des zones d'alertes du territoire d'étude .....	25
Tableau 4 : Mise en perspective, sur les années 2000-2021, du dispositif de gestion de crise en place au niveau de la station hydrométrique de la Chapelle d'Aligné .....	26
Tableau 5 : Indicateurs caractéristiques d'étiage en situation influencée et désinfluencée .....	27
Tableau 6 : Etudes et projets pour l'analyse bibliographique des perspectives d'évolution de la ressource en eau .....	30
Tableau 7 : Synthèse sur l'évolution du climat .....	32

# 1 PREAMBULE

## 1.1 Contexte de l'étude

Le bassin versant de l'Argance, qui est l'un des derniers affluents rive droite du Loir, s'étend sur un territoire rural partagé entre les départements de la Sarthe et du Maine-et-Loire. Une étude de *Caractérisation de l'état quantitatif du bassin versant du Loir et de détermination des volumes prélevables (2017)* a permis de rendre compte de problématiques variées rencontrées sur ce bassin versant.

Les ressources en eau présentes sont fortement sollicitées pour un principal usage : **l'irrigation**. Si les étiages de l'Argance et ses affluents peuvent être **naturellement prononcés** notamment en raison des **précipitations relativement faibles** qui s'y abattent, **les prélèvements et les aménagements** (drainage, plans d'eau, recalibrage, ...) **accentuent les étiages observés** sur le réseau hydrographique.

Des **tensions quantitatives** sur le bassin ont été caractérisées lors de l'étude de 2017. En effet, il ressort que l'Argance subit des **perturbations fréquentes de ses écoulements en période d'étiage**. De plus, le déficit quantitatif est avéré tant en période de basses eaux qu'en dehors de celles-ci. D'après l'étude de 2017, **l'Argance est la seule unité de gestion du Loir concernée par cette problématique sur l'intégralité du cycle hydrologique**. Pour autant, **aucune contrainte réglementaire n'empêche aujourd'hui l'autorisation de nouveaux prélèvements en période hivernale** en eaux superficielles.

Il est aujourd'hui communément admis que ces **tensions devraient s'aggraver avec le contexte de changement climatique**. Une telle situation appelle à la mise en œuvre d'une démarche d'amélioration de la gestion des ressources en eau. Cependant, l'étude menée en 2017 a mis en évidence de nombreuses lacunes et ses résultats n'ont pas pu, de ce fait, être intégrés au SAGE.

L'objectif de la présente étude est de réaliser une **analyse « Hydrologie, Milieux, Usages, Climat » (HMUC)** qui vise à compléter et actualiser l'étude réalisée en 2017, en s'appuyant sur de **nouvelles sources de données** et d'informations, ainsi que sur des projets menés en parallèle sur le territoire, afin de combler les lacunes identifiées et aboutir, *in fine* à des **ajustements des documents du SAGE Loir pour le bassin de l'Argance**.

Le principal cadre réglementaire de la gestion quantitative est donné par le **chapitre 7 du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027**, qui pose la maîtrise des prélèvements en eau comme un élément essentiel à la reconquête du bon état des cours d'eau et à la préservation des écosystèmes qui leur sont liés, dans un contexte de changement climatique. Les décrets n°2021-795 et n°2022-1078 encadrent également la réalisation d'études d'évaluation de volumes prélevables dans les milieux naturels en période basses eaux et hors période de basses eaux.

Ainsi, la gestion de la ressource en période d'étiage repose en grande partie sur la fixation d'objectifs aux points nodaux (disposition 7A-1), que ce soit pour les rivières ou les nappes souterraines, portant d'une part sur l'équilibre entre la ressource en eau et les besoins et d'autre part sur la gestion de crise.

Par ailleurs, un rôle particulier est donné dans ce chapitre aux SAGE, qui peuvent, sur la base d'une analyse HMUC propre à leur territoire, portée et validée par la Commission Locale de l'Eau (CLE), proposer des ajustements à certaines dispositions du SDAGE, en particulier :

- Ajuster les débits et/ou les niveaux d'objectifs d'étiage et définir des conditions de prélèvements mieux adaptées à leur territoire (disposition 7A-2),
- En fonction des caractéristiques hydrologiques de leur territoire, proposer au préfet de retenir une période de référence différente pour l'étiage, période qui sera prise en compte pour la délivrance des autorisations de prélèvements à l'étiage et la mise en place des mesures de gestion de crise (disposition 7B-1).

L'étude vise à améliorer l'état de connaissance et de compréhension du fonctionnement hydrologique et hydrogéologique du bassin, le but étant à terme d'obtenir des règles de gestion cohérentes, mais surtout acceptables par les acteurs locaux en s'appuyant sur des choix d'indicateurs et la fixation de seuils parfaitement argumentés.

## 1.2 Déroulement de la mission

L'étude se décompose en **3 phases** :

- **Phase 1 : Etat des lieux / Synthèse et actualisation des éléments « HMUC »**
  - **Hydrologie** : Appréhender le fonctionnement des différents cours d'eau et nappes souterraines du périmètre, reconstitution du régime hydrologique naturel (non influencé par les actions anthropiques)
  - **Milieux** : Connaissance de l'état et analyse des besoins des milieux, identification de débits écologiques du cours d'eau
  - **Usages** : Connaître les prélèvements et rejets réalisés sur le périmètre, en leur appliquant individuellement un degré d'incertitude
  - **Climat** : Estimer dans les grandes lignes l'évolution possible des ressources et des usages du fait du changement climatique
- **Phase 2 : Croisement des quatre volets « HMUC »**
  - Connaître l'état des ressources (souterraines ou superficielles)
  - Affiner les débits seuils superficiels réglementaires proposés dans le cadre de la précédente étude
  - Définir des volumes d'eaux superficielles (ou souterraines en lien avec ces dernières) prélevables par période ;
- **Phase 3 : Proposition d'actions et d'adaptation du SAGE**
  - Répartition des volumes prélevables par usage
  - Affiner les débits seuils superficiels réglementaires proposés dans le cadre de la précédente étude
  - Disposer de recommandations pour réaliser des économies d'eau

Le présent document constitue une synthèse des objectifs visés, des méthodes d'analyse appliquées et des résultats obtenus dans le cadre de chacun des quatre volets de phase 1.

## 2 GLOSSAIRE

**Alluvions** : Les alluvions sont un dépôt de sédiments d'un cours d'eau constitué, selon les régions et la force des courants, de galets, de graviers, de boues et de limons. Dans certaines vallées ces alluvions constituent une couche géologique qui peut contenir de l'eau sous forme de nappe phréatique ou d'aquifère ;

**Aquifère** : Formation géologique, continue ou discontinue, contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau mobilisable, constituée de roches perméables (formation poreuses, karstiques ou fissurées) et capable de la restituer naturellement ou par exploitation (drainage, pompage, ...) ;

**Aquitard** : Formations géologiques considérées tellement peu perméables qu'elles ne peuvent constituer un intérêt hydrogéologique ;

**Assec** : Assèchement temporaire d'un cours d'eau, d'un tronçon de cours d'eau ou d'un plan d'eau ;

**Bassin versant** : Surface d'alimentation d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau. Le bassin versant se définit comme l'aire de collecte des eaux, considérée à partir d'un exutoire : elle est limitée par le contour à l'intérieur duquel toutes les eaux s'écoulent en surface et en souterrain vers cet exutoire. Ses limites sont les lignes de partage des eaux. ;

**Contexte piscicole** : renvoie au découpage effectué dans le PDPG (Plan Départemental de Protection du milieu aquatique et de Gestion des ressources piscicoles). Ce découpage du réseau hydrographique en portions cohérentes d'un point de vue biologique fait notamment écho à la typologie piscicole des cours d'eau. Elles sont définies comme des unités au sein desquelles les espèces repères peuvent effectuer la totalité de leur cycle biologique.

**Cyprinicole** : Se dit des cours d'eau calmes et tempérés où vivent entre autres la famille des cyprinidés comme le gardon ou la brème ou encore la famille des Esocidés comme le brochet ;

**Débit** : Volume d'eau qui traverse une section transversale d'un cours d'eau dans un laps de temps déterminé. Les débits des cours d'eau sont exprimés en m<sup>3</sup>/s ou, pour les petits cours d'eau, en l/s ;

**Débit biologique** : débit minimum à conserver dans le lit d'un cours d'eau afin de garantir en permanence la vie, la reproduction et la circulation des espèces aquatiques ;

**Débit d'alerte renforcée** : Débit intermédiaire entre le débit seuil d'alerte et le débit d'étiage de crise, permettant d'introduire des mesures de restriction progressives des usages. Ce débit d'alerte renforcée est défini de manière à laisser un délai suffisant avant le passage du seuil de crise, pour la mise en place de mesures effectives ;

**Débit objectif d'étiage** : Les DOE (débits d'objectif d'étiage) sont les débits « permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne huit années sur dix et d'atteindre le bon état des eaux ». Le Glossaire sur l'eau apporte les précisions suivantes : Valeur de débit moyen mensuel au point nodal (point clé de gestion) au-dessus de laquelle, il est considéré qu'à l'aval du point nodal, l'ensemble des usages (activités, prélèvements, rejet...) est en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique. C'est un objectif structurel, arrêté dans les SDAGE, SAGE et documents équivalents, qui prend en compte le développement des usages à un certain horizon. Il peut être affecté d'une marge de tolérance et modulé dans l'année en fonction du régime (saisonnalité). L'objectif DOE est atteint par la maîtrise des autorisations de



prélèvements en amont, par la mobilisation de ressources nouvelles et des programmes d'économies d'eau portant sur l'amont et aussi par un meilleur fonctionnement de l'hydrosystème ;

**Débit seuil d'alerte (DSA)** : Valeur "seuil" de débit d'étiage qui déclenche les premières mesures de restriction pour certaines activités. Ces mesures sont prises à l'initiative de l'autorité préfectorale, en liaison avec une cellule de crise et conformément à un plan de crise. En dessous de ce seuil, l'une des fonctions (ou activités) est compromise. Pour rétablir partiellement cette fonction, il faut donc en limiter temporairement une autre : prélèvement ou rejet (premières mesures de restrictions). En cas d'aggravation de la situation, des mesures de restrictions supplémentaires sont progressivement mises en œuvre pour éviter de descendre en dessous du débit de crise (DCR) ;

**Débit de crise (DCR)** : Le DCR (débit de crise) est le débit moyen journalier en dessous duquel seules les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité publique et de l'alimentation en eau de la population et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits. À ce niveau, toutes les mesures de restriction des prélèvements et des rejets doivent donc avoir été mises en œuvre ;

**Débit spécifique** : Débit par unité de superficie de bassin versant exprimé généralement en litres/seconde/km<sup>2</sup>. Permet la comparaison entre des cours d'eau sur des bassins versants différents ;

**Espèce-cible** : Espèce sur laquelle le choix d'étude est portée. Ce choix est animé par plusieurs raisons qui sont définies en fonction de l'étude (du fait de leur caractère patrimonial, de leur abondance relative, d'une protection particulière ou des usages halieutiques ...).

**Espèce repère** : L'espèce repère permet de déterminer l'état du contexte piscicole considéré. Sa biologie et son écologie sont bien connues et son exigence vis-à-vis de son milieu fait d'elle un excellent bioindicateur. Le principe de l'espèce repère repose sur le fait que si elle peut accomplir son cycle de vie normalement dans le contexte piscicole considéré, les autres espèces de ce même contexte (dites accompagnatrices) peuvent le faire également. Les espèces repères sont la Truite fario pour les cours d'eau salmonicoles et le Brochet pour les cours d'eau cyprinicoles. Ce sont en effet des poissons bien connus des pêcheurs, ont de fortes exigences écologiques vis-à-vis de leur milieu et sont très sensibles à la qualité de l'eau.

**Étagement** : Le taux d'étagement rend compte de la perte artificielle de la pente d'un cours d'eau (hauteur de chute cumulé sur le tronçon/ dénivelé naturel sur ce même tronçon) ;

**Évapotranspiration** : Emission de la vapeur d'eau résultant de deux phénomènes : l'évaporation, qui est un phénomène purement physique, et la transpiration des plantes. La recharge des nappes phréatiques par les précipitations tombant en période d'activité du couvert végétal peut être limitée. En effet, la majorité de l'eau est évapotranspirée par la végétation. Elle englobe la perte en eau due au climat, les pertes provenant de l'évaporation du sol et de la transpiration des plantes ;

**Exutoire** : En hydrologie on utilise ce terme pour désigner l'issue (ou l'une des issues) d'un système physique (élémentaire ou complexe) traversé par un fluide en mouvement ;

**Frayère** : Lieu de reproduction des poissons, des amphibiens, des mollusques et des crustacés (ils y pondent leurs œufs). Les bancs de graviers, les bras morts, les forêts alluviales, les prairies inondables, les racines d'arbres constituent ces zones de frai ;

**Hautes eaux** : La période des hautes eaux correspond (dans le cadre de la présente étude) à la période où le débit du cours d'eau est supérieur à son module ;

**Hydrogramme :** Courbe d'évolution du débit en fonction du temps en un point donné d'un réseau ou d'un cours d'eau ;

**Hydromorphologie :** Etude de la morphologie et de la dynamique des cours d'eau, notamment l'évolution des profils en long et en travers, et du tracé planimétrique ;

**Hydrosystème :** (dans le cadre de ce rapport) Ensemble des compartiments impliqués dans le cycle de l'eau ;

**Masse d'eau souterraine :** La Directive Cadre sur l'Eau (DCE-2000/60/CE) introduit la notion de « masses d'eaux souterraines » qu'elle définit comme « un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères ». La délimitation des masses d'eaux souterraines est fondée sur des critères hydrogéologiques, puis éventuellement sur la considération de pressions anthropiques importantes. Ces masses d'eau sont caractérisées par six types de fonctionnement hydraulique, leur état (libre/captif) et d'autres attributs. Une masse d'eau correspond d'une façon générale sur le district hydrographique à une zone d'extension régionale représentant un aquifère ou regroupant plusieurs aquifères en communication hydraulique, de taille importante ;

**Masse d'eau superficielle :** Il s'agit d'un découpage élémentaire des milieux aquatiques destinée à être l'unité d'évaluation de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE-2000/60/CE). Une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des eaux de surface, telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières. Pour les cours d'eau, la délimitation des masses d'eau est basée principalement sur la taille du cours d'eau et la notion d'hydro-écorégion ;

**Modèle hydrologique (ou pluie/débit) :** Outil numérique de représentation de la relation pluie-débit à l'échelle d'un bassin versant. Il permet de transformer des séries temporelles décrivant le climat d'un bassin versant donné (séries de précipitations et de températures par exemple, séries qui sont les entrées du modèle hydrologique) en une série de débits (sortie du modèle hydrologique) ;

**Nappe souterraine :** Ensemble de l'eau contenue dans une fraction perméable de la croûte terrestre totalement imbibée, conséquence de l'infiltration de l'eau dans les moindres interstices du sous-sol et de son accumulation au-dessus d'une couche imperméable ;

**Nappe captive :** Volume d'eau souterraine généralement à une pression supérieure à la pression atmosphérique car isolée de la surface du sol par une formation géologique imperméable. Une nappe peut présenter une partie libre et une partie captive. Les nappes captives sont souvent profondes, voire très profondes (1000 m et plus) ;

**Nappe libre :** Volume d'eau souterraine dont la surface est libre, c'est-à-dire à la pression atmosphérique. La surface d'une nappe libre fluctue donc sans contrainte. Ces nappes sont souvent peu profondes ;

**Nappe d'accompagnement (ou nappe alluviale) :** Nappe d'eau souterraine voisine d'un cours d'eau dont les propriétés hydrauliques sont très liées à celles du cours d'eau. L'exploitation d'une telle nappe induit une diminution du débit d'étiage du cours d'eau, soit parce que la nappe apporte moins d'eau au cours d'eau, soit parce que le cours d'eau se met à alimenter la nappe ;

**Piézométrie :** Hauteur du niveau d'eau dans le sol. Elle est exprimée soit par rapport au sol en m, soit par rapport à l'altitude zéro du niveau de la mer en m NGF (Nivellement Général Français). La surface de la nappe correspond au niveau piézométrique ;

**QMNA5 :** Le QMNA5 correspond au débit moyen mensuel minimum de période de retour 5 ans, c'est-à-dire ayant une chance sur cinq de ne pas être dépassé pour une année donnée ;

**Radier :** Partie d'un cours d'eau peu profonde à écoulement rapide dont la surface est hétérogène et « cassée » au-dessus des graviers/galets ou des substrats de cailloux ;

**Rang de Strahler :** Rang d'un cours d'eau déterminé d'après la méthode de Strahler, méthode communément retenue car simple à mettre en œuvre. Dans cette méthode, les cours d'eau issus d'une source sont notés de rang 1, puis chaque fois que deux tronçons de même ordre confluent, ils forment un tronçon d'ordre supérieur, tandis qu'un cours d'eau qui reçoit un affluent d'ordre inférieur conserve le même ordre ;

**Recalibrage :** Intervention sur une rivière consistant à reprendre en totalité le lit et les berges du cours d'eau dans l'objectif prioritaire d'augmenter la capacité hydraulique ;

**Régime pluvial :** Le régime pluvial est un modèle de régime hydrologique simple (caractérisé par une seule alternance annuelle de hautes et basses eaux). Il se retrouve dans les bassins versants principalement alimentés par des précipitations sous forme de pluie ;

**Reproducteur :** Dans le cadre du rapport, désigne les brochets en âge de procréer.

**Réservoir biologique :** Les réservoirs biologiques correspondent à des espaces vitaux pour la biodiversité aquatique : ce sont des espaces de vie pour la flore et la faune, habitats, zones de reproduction, nourriceries ou refuges.

**Ressuyage :** Dans le contexte de ce rapport, retrait de l'eau de la zone provoquant son assèchement ;

**Salmonicole :** Se dit des cours d'eau frais et oxygénés où vivent les poissons appartenant à la famille des Salmonidés dont l'espèce repère est la truite fario ;

**Socle :** Les domaines de « socle » en géologie concernent les régions constituées d'un ensemble rocheux induré, composé de roches cristallines, plutoniques (granite, roches basiques...) et de celles résultant du métamorphisme de roches sédimentaires (gneiss, schistes, micaschistes...) ;

**Station hydrologique ou hydrométrique :** Une station hydrologique, également appelée station hydrométrique, sert à l'observation d'un ou de plusieurs éléments déterminés en vue de l'étude de phénomènes hydrologiques. Dans le cadre de la présente étude, l'élément concerné est le débit ;

**Surévaporation :** La surévaporation désigne la portion de la quantité d'eau évaporée par un plan d'eau artificiel qui n'aurait pas été évaporée si ce plan d'eau n'existait pas ;

### 3 PERIMETRE DE L'ETUDE

La masse d'eau de l'Argance concerne 19,7 km de linéaire de cours d'eau principal pour 80 km<sup>2</sup> de bassin versant. Ce dernier s'étend sur un territoire rural partagé respectivement à 72% et 28% entre les départements de la Sarthe et du Maine-et-Loire. Un total de 6 communes compose le territoire d'étude.

Le cours d'eau est un affluent direct du Loir et termine sa course au niveau de la commune de Durtal. Le relief du bassin est très peu marqué entre la source du cours d'eau et son exutoire dans le Loir.

Le bassin versant dispose d'une station hydrométrique, en service depuis 1992, située sur la commune de la Chapelle-d'Aligné, à la frontière entre les départements de la Sarthe et du Maine-et-Loire. Le bassin est également équipé d'une station de suivi des niveaux de nappes au droit de la commune de Villaines-sous-Malicorne.

La carte ci-dessous présente le périmètre d'étude.

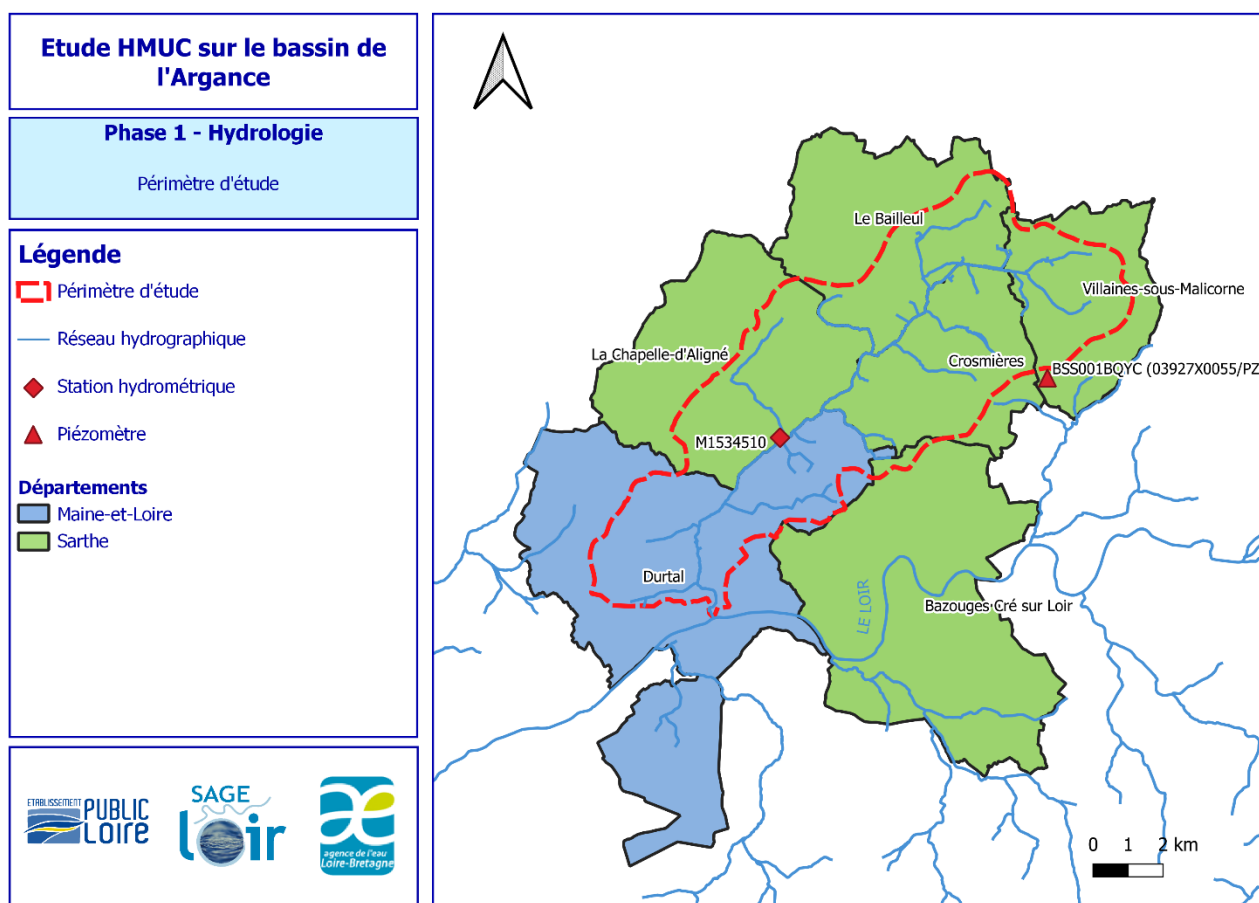


Figure 1 : Périmètre de l'étude HMUC (Source : EP Loire, IGN, DDT49, DDT72)

### 4 VOLET « USAGES »

#### 4.1 Objectifs visés

- Etablir le bilan des volumes d'eau prélevés du milieu naturel et rejetés vers ce dernier par les activités anthropiques :
  - Sur la période 2000-2021 ;
  - Au pas de temps annuel et mensuel ;
  - Tout en caractérisant la ressource concernée (superficielle ou souterraine) ;
  - En estimant les incertitudes liées à l'estimation des volumes concernés par chaque type d'usage.

#### 4.2 Eléments de méthode

- Collecte de données auprès des bases de données nationales et des acteurs du territoire ;
- Analyse des données et de leurs lacunes ;
- Elaboration concertée d'hypothèses de calcul visant à combler les lacunes observées, dans l'optique d'aboutir à un bilan exhaustif des usages de l'eau ;
- Qualification des incertitudes liées à la connaissance de chaque usage, sur la période actuelle et aux horizons futurs, en concertation avec les acteurs du territoire ;
- Réalisation de bilans, à l'aide des données récoltées et des hypothèses formulées par type d'usage à l'échelle du territoire d'étude.

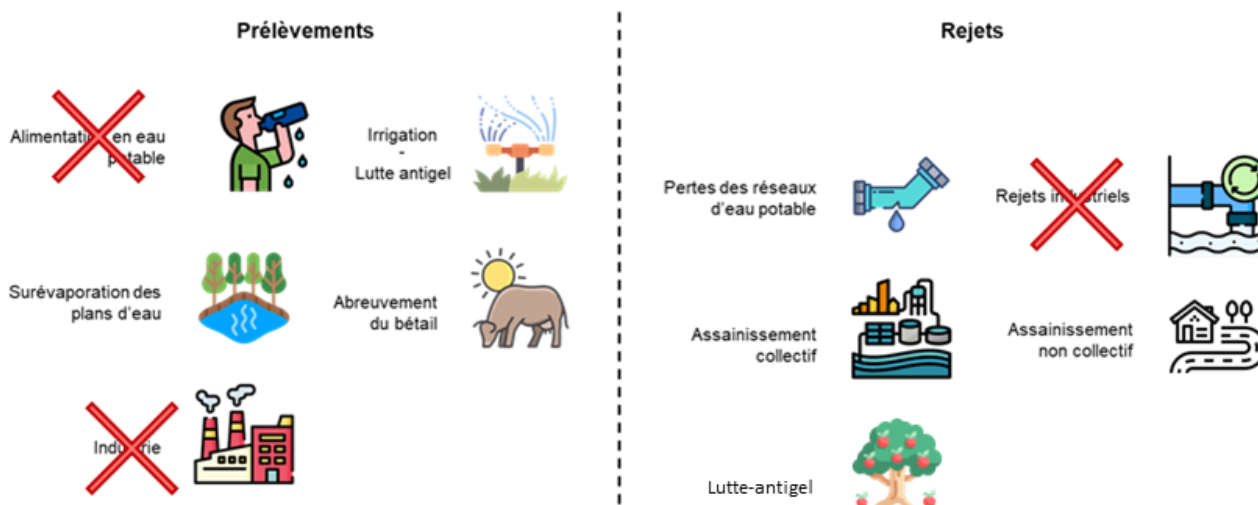


Figure 2 : Usages de l'eau considérés dans l'étude

L'usage « sur-évaporation des plans d'eau » mérite quelques explications complémentaires :

- Il s'agit de l'estimation pour l'ensemble des surfaces en eau dont l'existence a une origine anthropique (qu'ils soient considérés connectés ou déconnectés du réseau hydrographique, voir hypothèses associées dans le rapport du volet « Usages »), du surplus d'évaporation occasionné par ces derniers, en comparaison à ce qu'évapotranspirerait une prairie de surface équivalente ;
- En effet, une surface d'eau libre présente un potentiel évaporatoire supérieur à celui d'une surface végétalisée. Ceci entraîne donc une soustraction d'un certain volume d'eau de l'hydrosystème.

Un large spectre de données a été recueilli afin d'établir un bilan aussi précis que possible. Pour une vision exhaustive sur les données recueillies, se référer au [rapport du volet « usages »](#).

### 4.3 Résultats obtenus

Le bilan volumétrique des prélèvements et des rejets par usage montre :

- **En 2021**, que le volume total prélevé est de l'ordre de **1,2 Mm<sup>3</sup>** contre un volume total restitué d'environ **0,3 Mm<sup>3</sup>**. Ainsi, le bassin versant présente des prélèvements plus importants que les restitutions, **ce qui donne un bilan de prélèvement net de 0,9 Mm<sup>3</sup>** ;
- En moyenne, sur la période 2000-2021 ; les prélèvements nets par km<sup>2</sup> sur le territoire d'étude sont de **17 266 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> soit un volume annuel moyen net de l'ordre de 1.4 Mm<sup>3</sup>** ;
- En moyenne sur la période 2000-2021, les **restitutions représentent 15% des prélèvements** ;
- Les prélèvements majoritaires concernent l'irrigation (**76% des prélèvements**). La sur-évaporation des plans d'eau (20%) et l'abreuvement (4%) **complètent les prélèvements** ;
- Les **prélèvements sont effectués en majorité dans les eaux souterraines (62% des prélèvements)** ;
- Les prélèvements fluctuent d'une année à l'autre sous l'effet des besoins en eau de l'irrigation des cultures notamment ;
- Les restitutions sont dominées par les **rejets d'assainissement collectif qui représentent 52% des rejets totaux**. Les rejets liés à la lutte antigél par aspersion (26%), les pertes des réseaux AEP (13%) et les restitutions d'assainissement non collectif (9%) complètent ces rejets ;
- Les rejets sont totalement effectués dans les eaux superficielles et les nappes d'accompagnement ;
- Les volumes rejetés sont en augmentation au cours de la période d'étude et fluctuent sous l'effet de l'évolution des volumes restitués par la lutte antigél et l'assainissement collectif notamment. L'augmentation est marquée sur l'assainissement collectif.

- On observe une forte hausse des rejets liés aux pertes des réseaux AEP et aux rejets d'assainissement non collectif. Cette évolution est principalement due à l'importante et étonnante augmentation de la dotation hydrique (consommation d'eau par personne), dotation qui est calculée à partir des données renseignées dans la base de données SISPEA.
- Sur une année moyenne de la période 2000-2021, les prélèvements estivaux sont plus importants du fait des prélèvements liés à l'irrigation des cultures sur le territoire. On observe une légère augmentation des volumes prélevés de décembre à mars, qui témoigne de la présence de plans d'eau déconnectés ;

Concernant les restitutions au milieu naturel, elles présentent une diminution durant la période estivale liée aux hypothèses retenues de taux de restitution. On observe un pic de rejet printanier, celui-ci correspond au rejet lié à la lutte antigel.

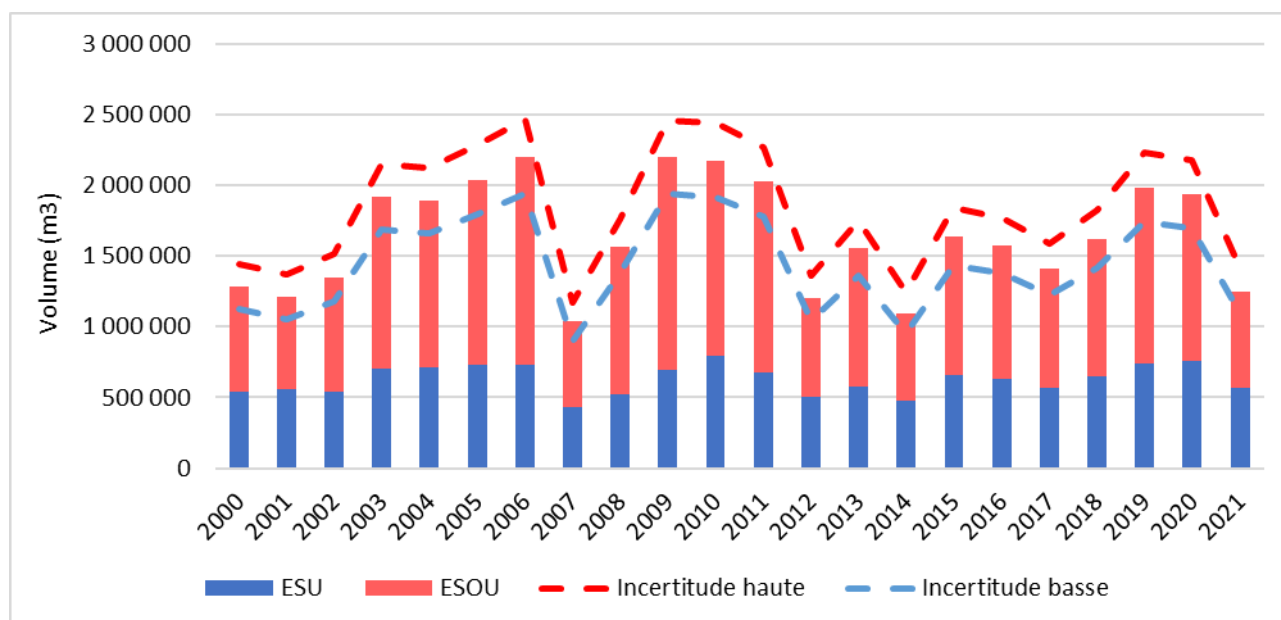


Figure 3 : Bilan annuel des prélèvements par type de ressource sur la période 2000-2021

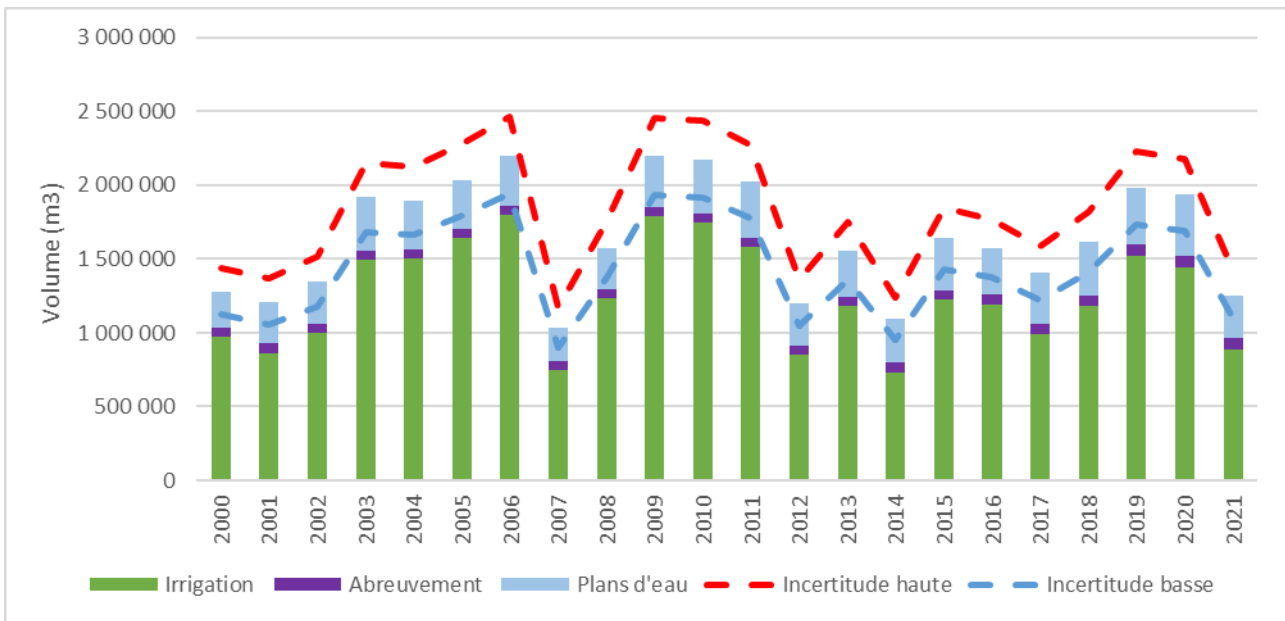


Figure 4 : Volumes annuels des prélèvements par usage sur la période 2000-2021

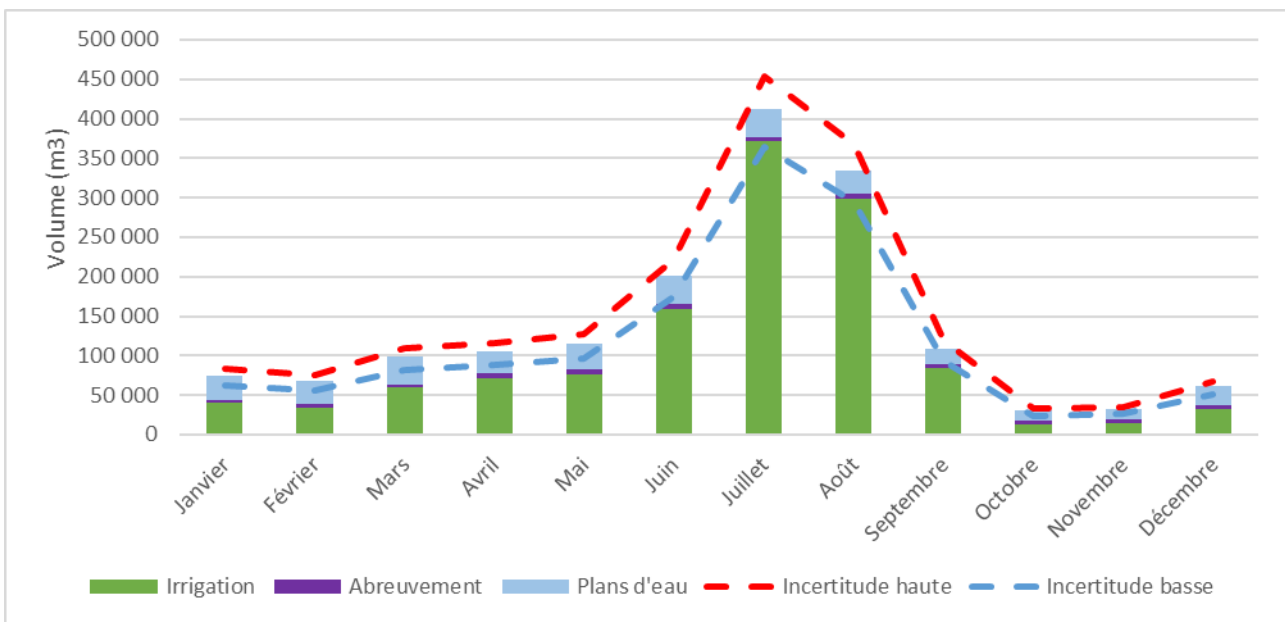


Figure 5 : Volumes moyens mensuels des prélèvements calculés sur la période 2000-2021



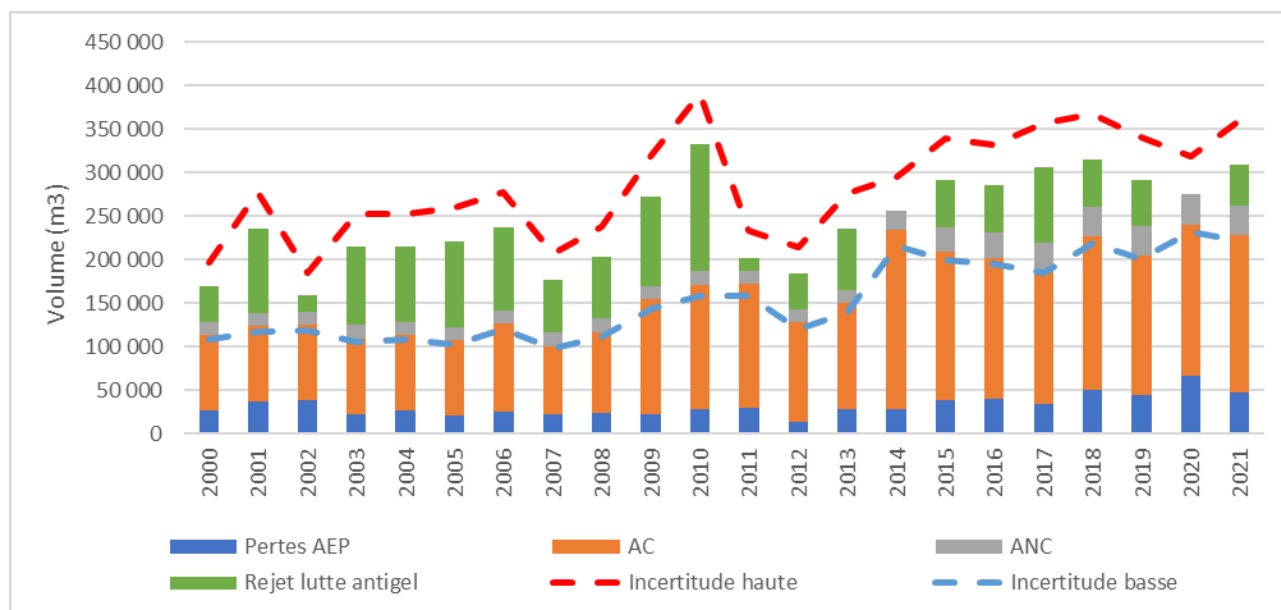


Figure 6 : Volumes annuels des restitutions sur la période 2000-2021

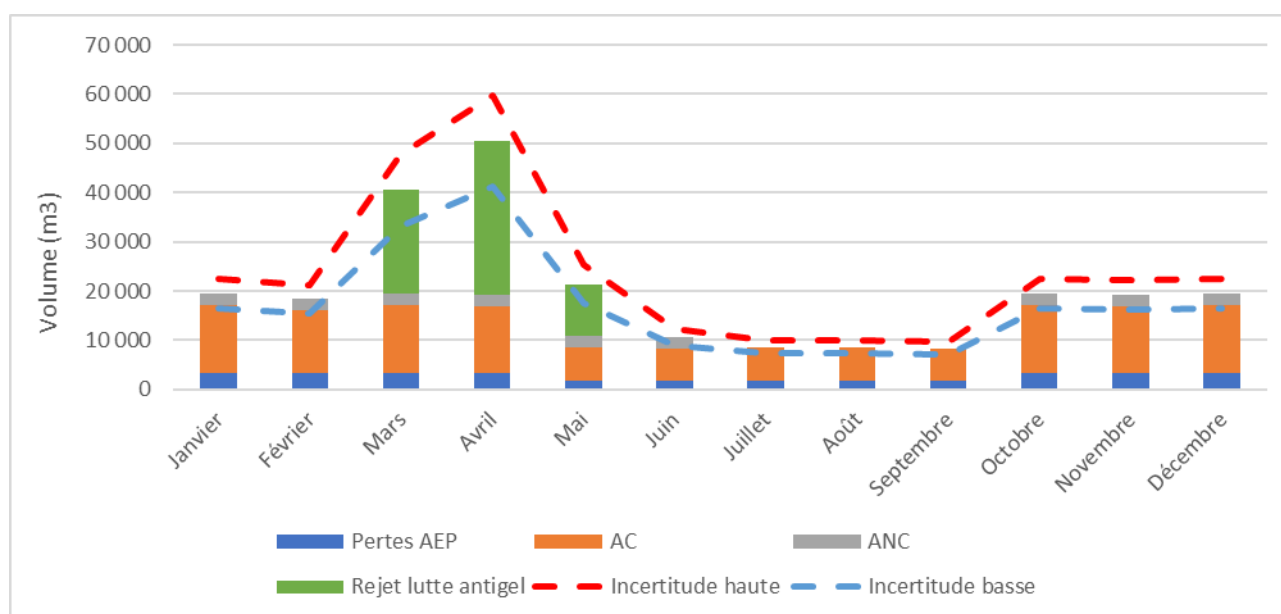


Figure 7 : Volumes moyens mensuels des restitutions calculés sur la période 2000-2021

Tableau 1 : Tableau du bilan des prélèvements et rejets par usage entre 2000 et 2021

	Irrigation		Plans d'eau		Abreuvement		Total prélèvements			Pertes AEP	AC	ANC	Rejet lutte antig	Total rejets	Bilan
	ESU	ESOU	ESU	ESU	ESOU	ESU	ESOU	ESU+ESOU	ESU	ESU	ESU	ESU			
2000	266 269	706 569	242 302	32 462	32 462	541 033	739 031	1 280 064	26 416	86 783	15 309	40 271	168 780	1 111 284	
2001	240 623	622 823	284 691	32 053	32 053	557 368	654 876	1 212 244	37 360	86 484	15 309	96 997	236 150	976 094	
2002	221 764	777 664	284 313	31 721	31 721	537 799	809 385	1 347 184	38 922	86 484	15 309	18 663	159 378	1 187 806	
2003	308 622	1 182 322	364 128	31 388	31 388	704 138	1 213 710	1 917 848	23 312	86 484	15 309	89 635	214 740	1 703 109	
2004	352 221	1 147 221	331 017	31 128	31 128	714 366	1 178 349	1 892 715	26 554	86 783	15 309	85 954	214 600	1 678 115	
2005	362 605	1 276 805	336 167	30 723	30 723	729 494	1 307 527	2 037 021	20 654	86 484	15 309	98 727	221 174	1 815 847	
2006	354 644	1 442 744	344 557	30 390	30 390	729 591	1 473 134	2 202 725	24 894	102 049	15 309	94 310	236 563	1 966 162	
2007	170 855	575 755	228 292	30 058	30 058	429 205	605 813	1 035 018	22 954	77 895	15 309	59 929	176 087	858 931	
2008	210 505	1 021 005	277 774	29 794	29 794	518 073	1 050 799	1 568 872	24 100	92 972	15 309	70 568	202 948	1 365 924	
2009	317 980	1 472 523	349 224	29 392	29 392	696 596	1 501 915	2 198 511	22 922	131 846	15 254	102 924	272 946	1 925 565	
2010	391 822	1 353 872	370 477	29 600	29 600	791 899	1 383 473	2 175 372	28 340	142 986	15 890	145 329	332 546	1 842 827	
2011	269 625	1 315 167	379 177	30 354	30 354	679 156	1 345 521	2 024 677	29 299	142 763	15 108	13 972	201 143	1 823 534	
2012	186 675	663 586	288 942	31 183	31 183	506 800	694 769	1 201 569	14 145	113 626	15 378	41 149	184 299	1 017 271	
2013	238 328	944 776	307 628	31 864	31 864	577 820	976 640	1 554 460	28 314	122 324	14 871	70 233	235 742	1 318 718	
2014	149 154	581 649	299 171	32 618	32 618	480 943	614 267	1 095 210	29 124	205 124	21 247	0	255 495	839 715	
2015	271 356	951 001	349 286	33 372	33 372	654 014	984 373	1 638 387	39 182	169 927	27 939	53 891	290 939	1 347 448	
2016	281 255	908 947	311 496	34 208	34 208	626 959	943 155	1 570 113	40 459	161 541	28 596	54 702	285 298	1 284 815	
2017	186 531	807 556	343 017	34 882	34 882	564 430	842 438	1 406 868	33 679	152 040	33 307	86 337	305 361	1 101 507	
2018	256 619	927 500	360 848	35 636	35 636	653 102	963 136	1 616 238	51 083	175 697	33 293	55 189	315 261	1 300 977	
2019	315 027	1 209 073	385 372	36 390	36 390	736 788	1 245 462	1 982 250	44 123	160 406	33 357	54 175	292 061	1 690 190	
2020	306 113	1 138 793	415 469	36 855	36 855	758 437	1 175 648	1 934 085	66 316	173 411	35 184	0	274 911	1 659 174	
2021	242 571	645 761	286 757	36 768	36 768	566 096	682 529	1 248 625	46 876	180 890	34 691	46 927	309 384	939 241	

## 5 VOLET « HYDROLOGIE »

### 5.1 Objectifs visés

Apporter une compréhension approfondie du fonctionnement hydrologique et évaluer l'effet des usages anthropiques de l'eau sur l'hydrosystème du territoire :

- Dans un premier temps, une analyse du climat (analyse hydro-climatique) sur la période d'étude (2000-2019) est réalisée à l'aide de données MétéoFrance, afin de connaître et comprendre les évolutions des principaux précurseurs de la ressource en eau disponible ; **la pluviométrie et l'évapotranspiration** ;
- Ensuite, une analyse des indicateurs disponibles concernant l'hydrologie des cours d'eau est réalisée à l'aide des données du réseau hydrométrique français, de l'Observatoire National Des Etiages (ONDE) et des outils en place pour la gestion de crise. Ceci permet de :
  - Caractériser le fonctionnement actuel des cours d'eau, en lien avec l'analyse climatique et hydrogéologique déjà menée ;
  - Pré-identifier les points sensibles du territoire d'étude.
- Finalement, les données météorologiques, hydrométriques, piézométriques et le bilan des usages réalisés sont valorisés dans le cadre d'une modélisation permettant de reconstituer les débits et niveaux de nappe que l'on observerait en l'absence d'usages anthropiques de l'eau (on parle d'hydrologie désinfluencée). Cette modélisation permet de caractériser la pression exercée par les usages sur la ressource en eau, en particulier en période d'étiage.

### 5.2 Résultats obtenus

#### 5.2.1 Analyses hydro-climatiques

La zone d'étude se situe dans une région caractérisée par un **climat océanique plus ou moins altéré**. Ce dernier présente des **hivers plutôt doux** et des **étés plutôt 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.

Les analyses se sont basées sur les données de pluviométrie disponible à la station de Sablé-sur-Sarthe et les données d'évapotranspiration potentielle (ETP) disponibles à la station du Mans.

Les analyses montrent un régime pluvial caractéristique de la région du territoire d'étude avec les précipitations les plus faibles rencontrées en fin de période estivale. Les figures suivantes présentent graphiquement les résultats obtenus. L'alternance entre les années sèches et pluvieuses sur les 20 dernières années ne permet pas d'évaluer de manière pertinente une évolution des pluies moyennes annuelles. Au regard de l'ETP, une augmentation de ce paramètre climatique se dégage sur la période d'étude (Figure 9).

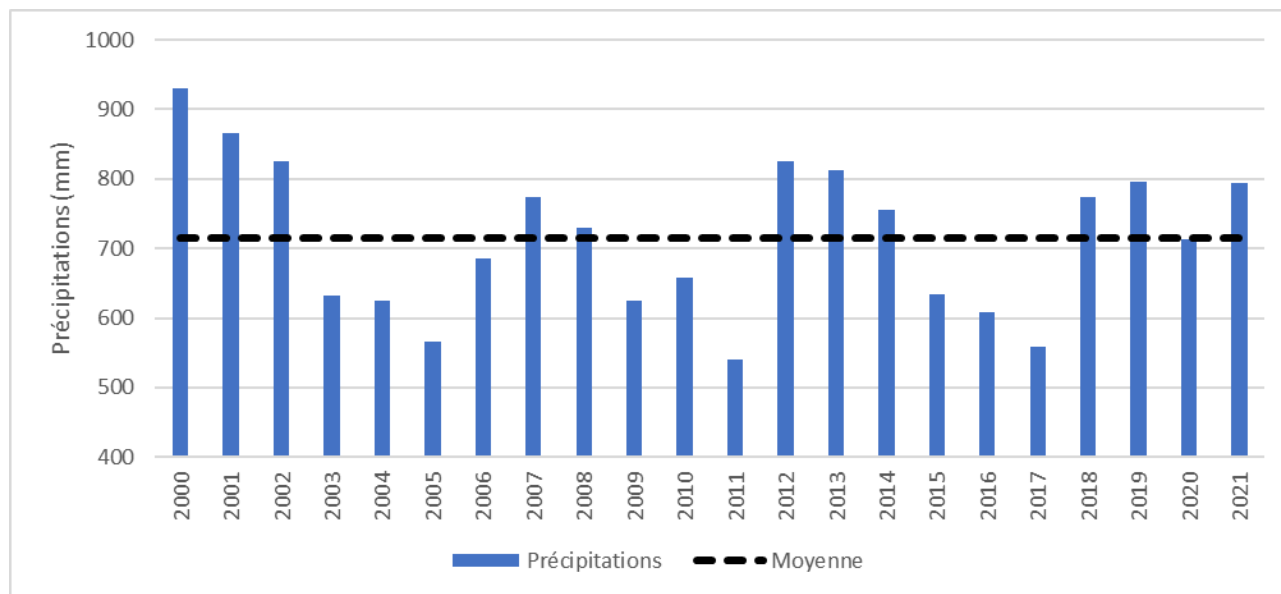


Figure 8 : Evolution interannuelle des cumuls annuels de précipitations (Source : Météo France)

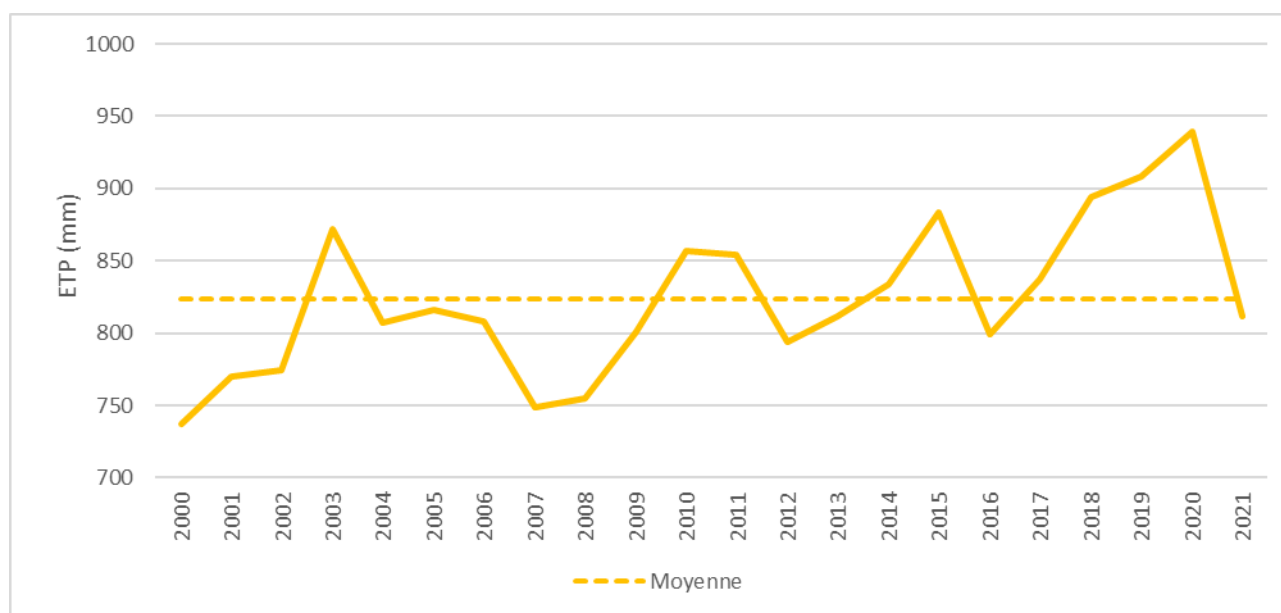


Figure 9 : Evolution du cumul annuel d'ETP à la station du Mans (Source : MétéoFrance)

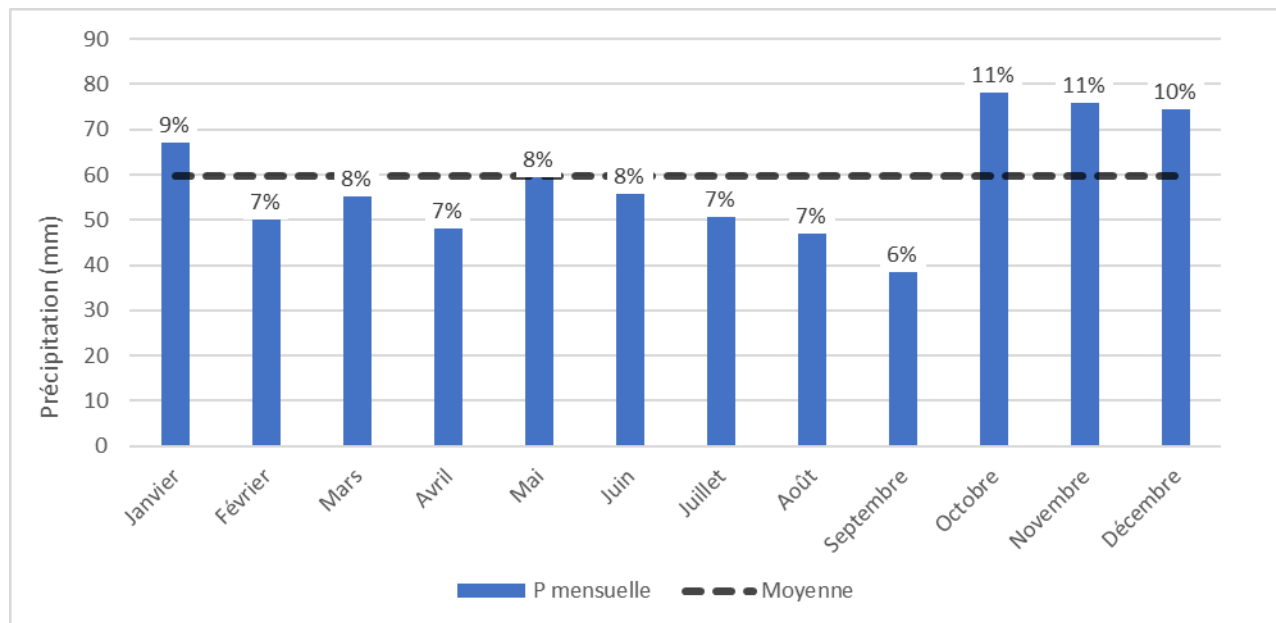


Figure 10 : Cumuls mensuels moyens (mm) et contribution de chaque mois aux cumuls annuels moyens (%) calculés sur la période 2000-2021 (Source : MétéoFrance)

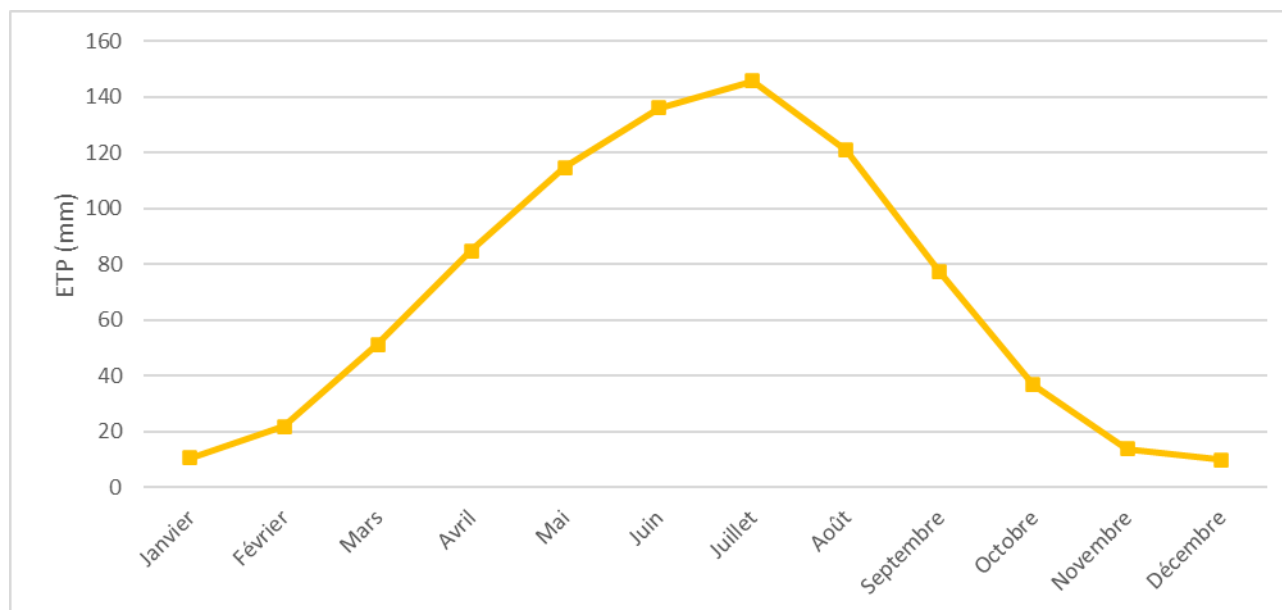


Figure 11 : Evolution du cumul mensuel moyen d'ETP à la station du Mans, calculé à partir de la chronique mesurée sur la période 2000-2021 (Source : MétéoFrance)

### 5.2.2 Analyse du fonctionnement hydrogéologique

Le BRGM a réalisé, en parallèle de la présente étude, une analyse du fonctionnement hydrogéologique du territoire. Le rapport associé à cette dernière est fourni en **annexe du rapport « hydrologie »**.

Le contexte hydrogéologique du bassin versant de l'Argance a été examiné, mettant en lumière sa géologie, son hydrographie, et son hydrogéologie. Le bassin, appartenant à la marge occidentale du Bassin de Paris, présente quatre principaux aquifères, notamment les calcaires du Jurassique moyen, les sables du Cénomaniens, les calcaires sablo-crayeux du Séno-Turonien, et les alluvions des grands cours d'eau. La modélisation a été réalisée en prenant en compte ces caractéristiques géologiques locales.

Le modèle GARDENIA© a été calibré en utilisant des données de débits et de niveaux piézométriques observés, et les résultats ont montré une bonne adéquation avec les données réelles, avec un coefficient de Nash global de 0,82, indiquant un bon calage du modèle.

Les résultats obtenus à partir du modèle ont permis d'analyser le fonctionnement hydrologique du bassin versant. La contribution des eaux souterraines, en particulier des sables cénomaniens, au débit de l'Argance a été estimée. La modélisation suggère que cette contribution est significative, atteignant en moyenne 42% du débit total annuel, avec des valeurs plus élevées pendant les mois d'été (jusqu'à 96% au mois d'août).

### 5.2.3 Analyse du fonctionnement hydrologique

#### 5.2.3.1 Suivi hydrométrique

Le périmètre d'étude comporte une station hydrométrique actuellement en service.

La station de l'Argance à la Chapelle-d'Aligné (code station : M153 4510). La disponibilité des données s'étend de 1993 à 2022, avec 2021 et 2022 catégorisées comme provisoires. La station couvre donc la totalité de la période d'étude sans lacune.

#### 5.2.3.2 Analyse hydrologique

Une analyse hydrologique du bassin bornée par la période d'étude est cruciale afin de pouvoir bien appréhender l'effet des différents facteurs influençant l'hydrologie (usages, climat, hydrogéologie), qui sont eux aussi analysés précisément sur cette période.

Le tableau et les figures ci-dessous synthétisent les principaux résultats issus de l'analyse hydrologique pour la station hydrométrique de l'Argance à la Chapelle-d'Aligné.

D'après ces éléments, on note que :

- ▶ Le bassin présente un écart marqué entre son module et le débit caractéristiques d'étiage, les étiages y sont par conséquent sévères ;
- ▶ On retrouve une bonne correspondance avec le climat concernant les débits moyens annuels. En effet, les années 2005, 2011 et 2017 apparaissent comme particulièrement **sèches**, tandis que les années **2000-2001 et 2013** sont plus **humides**. **On observe également, en comparant la chronique des débits annuels à celle des précipitations, que les deux se correspondent bien, mais qu'en relativisant ces dernières, une tendance à la baisse s'observe pour la chronique de débits. Cette dernière peut être mise en lien avec la tendance générale à la hausse de l'ETP ;**

- ▶ Toujours en comparant les débits aux paramètres climatiques, on observe qu'à la suite des années particulièrement sèches (comme 2005 et 2011), les débits remontent progressivement alors que les précipitations peuvent présenter une hausse plus soudaine. Cela peut -être mis en perspective avec le fonctionnement hydrogéologique du bassin, du type et de l'occupation du sol. En effet, les éléments décrits au sein du rapport d'étude du BRGM montrent un bassin fortement influencé par le niveau des nappes et leur cycle de fonctionnement. Ainsi les épisodes secs tendent à fragiliser les nappes, leur recharge et donc la capacité de celles-ci à fournir un débit au cours d'eau.
- ▶ Le bassin suit un régime pluvial classique avec des hivers humides et des étiages prononcés en été ;
- ▶ Concernant les débits mensuels quinquennaux secs, qui donnent des indications sur le comportement des cours d'eau lors de périodes particulièrement sèches, on observe également la configuration classique d'un régime pluvial.

Tableau 2 : Analyse hydrologique sur la période 2000-2021 (Source : HydroPortail)

Station	L'Argance à la Chapelle-d'Aligné
Surface (km2)	59
Nombre d'années utilisées pour le calcul	22
Indicateurs - Débit en l/s & Débit spécifique en l/s/km2	
Module	224
	3.80
QMNA5	10
	0.17
QMNA2	20
	0.35
VCN3 (5)	2
	0.04
VCN3 (2)	8
	0.14
VCN10 (5)	4
	0.07
VCN10 (2)	11
	0.19

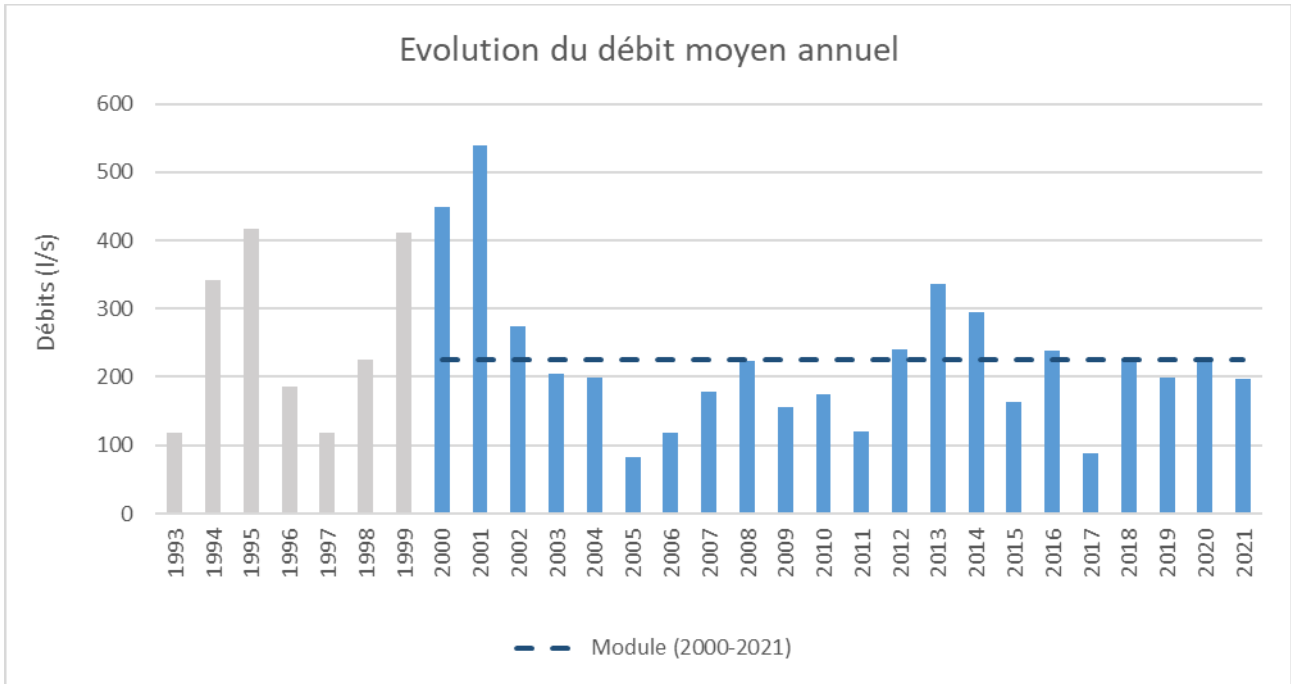


Figure 12 : Débits moyens annuels entre 1993 et 2021, module calculé sur 2000-2021, pour la station de l'Argence à la Chapelle-d'Aligné (Source : HydroPortail)

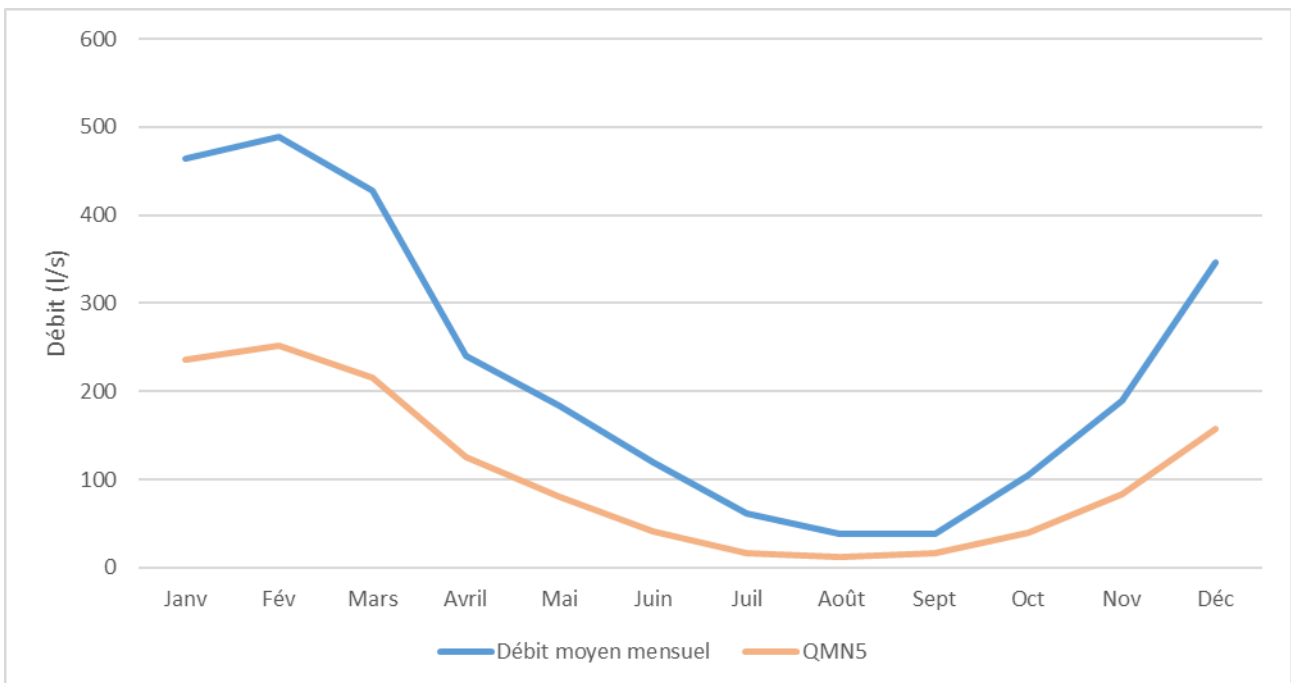


Figure 13 : Débits moyens mensuels et débits mensuel sec d'occurrence 5 ans (QM5), calculés sur la période 2000-2021, pour la station de l'Argence à la Chapelle-d'Aligné (Source : HydroPortail)



### 5.2.3 Analyse de la gestion de crise

Le bassin versant est concerné par la réglementation en vigueur dans les arrêtés-cadre sécheresse des deux départements dans lesquels il est localisé (Sarthe et Maine-et-Loire). Ces arrêtés ont été actualisés récemment. Chacun de ces arrêtés a pour objectif de définir les mesures générales ou particulières destinées à faire face à une menace de sécheresse ou à une sécheresse avérée par la limitation ou l'interdiction provisoire des usages de l'eau et les seuils à partir desquels ces mesures pourront être appliquées, dans le but de satisfaire en priorité les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile, de l'alimentation en eau potable de la population et de la vie biologique du milieu récepteur.

Pour cela, chaque arrêté :

- Délimite les zones d'alerte où sont susceptibles de s'appliquer des mesures de restriction ou d'interdiction temporaire des usages de l'eau ;
- Définit le réseau de surveillance de l'état des ressources en eau ;
- Fixe pour le débit des cours d'eau dans chacune des zones d'alerte, les seuils de vigilance, d'alerte, d'alerte renforcée et de crise en dessous desquels des mesures de restriction ou d'interdiction temporaire des usages de l'eau s'appliquent ;
- Définit les mesures de restriction ou d'interdiction temporaire applicables par type d'usage et usager de l'eau lorsque les seuils d'alerte, d'alerte renforcée et de crise sont respectivement franchis.

Pour chaque zone d'alerte sont définis des seuils de gestion effectifs sur la période avril-octobre :

- **Un seuil de vigilance (DSV)**, traduisant un risque de crise à court ou moyen terme, nécessitant une communication et sensibilisation.
- **Un seuil d'alerte (DSA)**, dont le franchissement traduit un fléchissement de la ressource, avec une coexistence de tous les usages et le bon fonctionnement des milieux qui n'est plus assurée. Son franchissement nécessite les premières mesures de restriction.
- **Un seuil d'alerte renforcée (DAR)**, où tous les prélèvements ne peuvent plus être simultanément satisfaits. Son franchissement nécessite un renforcement substantiel des mesures de restriction afin de ne pas atteindre la crise.
- **Un seuil de crise (DCR)**, à partir duquel les capacités de la ressource sont réservées pour l'alimentation en eau potable, la santé, la salubrité publique, la sécurité civile et industrielle, l'abreuvement des animaux et la préservation des fonctions biologiques des cours d'eau. Son franchissement nécessite l'arrêt des usages non prioritaires sauf adaptation à la demande d'un usager ou groupe d'utilisateurs.

L'extrême aval du bassin de l'Argance (La partie contenue dans le département Maine-et-Loire) a la particularité de dépendre des seuils fixés au niveau de la station du Loir à Durtal, tandis que sa partie amont est régie par des seuils fixés au niveau de la station hydrométrique de l'Argance à la Chapelle d'Aligné. La carte suivante présente les zones d'alertes dont dépend le bassin actuellement.

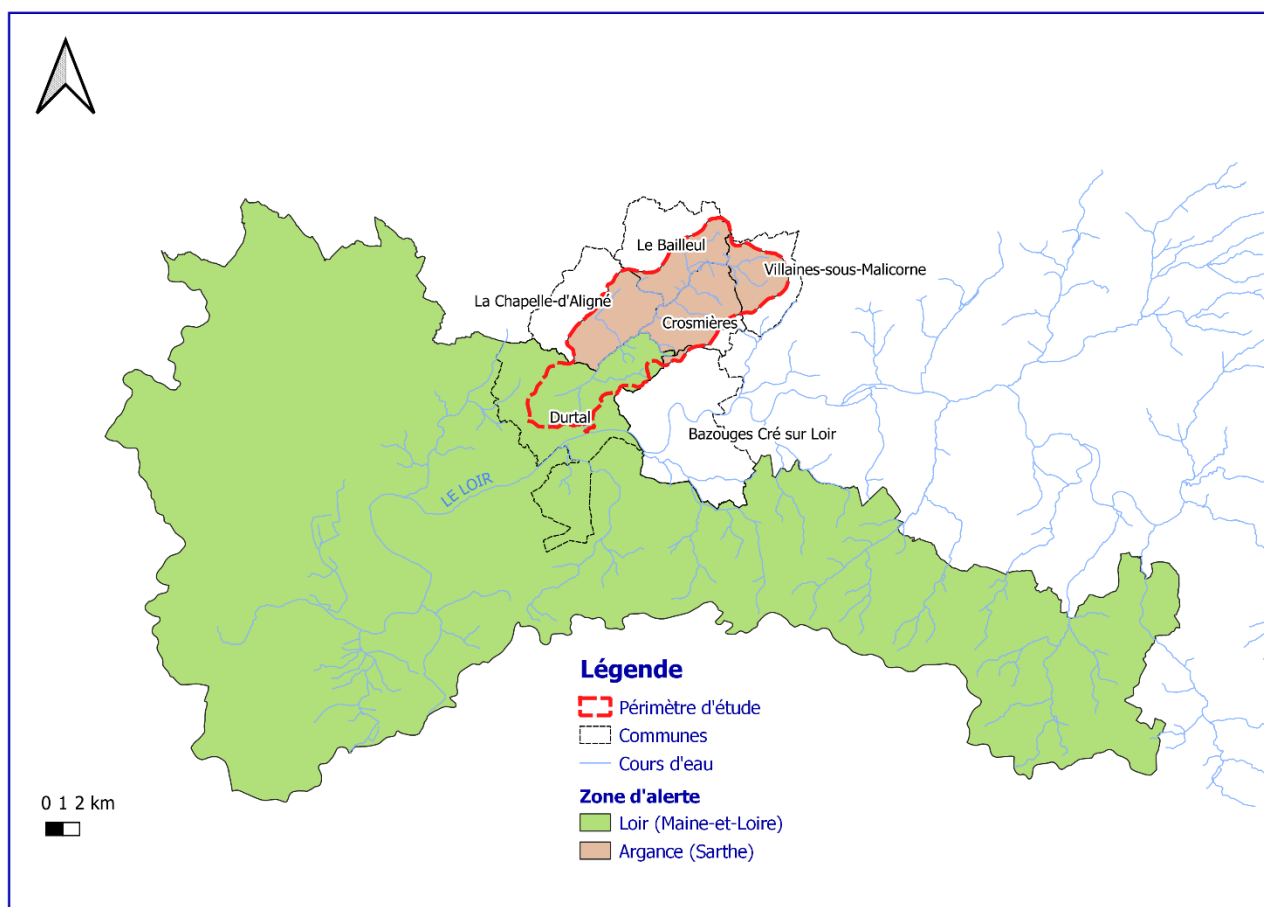


Figure 14 : Zones d’alertes concernées par le bassin de l’Argance

Les seuils actuellement en vigueur dans les arrêtés cadre et correspondant aux zones d’alertes ci-dessus sont présentés au tableau suivant :

Tableau 3 : Seuils de gestion de crise des zones d’alertes du territoire d’étude

Zone d'alerte	Station de référence	Seuils (l/s)			
		Vigilance	Alerte	Alerte renforcée	Crise
Argance	Argance à la Chapelle d'Aligné (M153 4510)	110	80	40	15
Loir	Loir à Durtal (M153 1610)	11 800	5 500	4 500	4 000

Les analyses suivantes se concentrent sur les seuils actuellement définis à la station de la Chapelle d’Aligné et en vigueur pour la partie Sarthoise du territoire d’étude. Afin de pouvoir mettre en perspective le dispositif de gestion de crise en place avec le fonctionnement hydrologique du bassin, le tableau suivant présente, sur la période 2000-2021, le nombre de jours le taux de franchissement, et la part d’années présentant au moins un franchissement des différents seuils.

Chacun des seuils de gestion de crise a donc été comparé aux relevés journaliers des débits de l'Argance au droit de la station hydrométrique de la Chapelle-d'Aligné. On remarque de fortes fréquences de franchissement des seuils de vigilance et d'alerte sur le territoire. A l'instar des débits d'alerte renforcée, ces seuils connaissent au moins un franchissement annuel sur l'ensemble de la période d'étude. Quant à lui, le seuil de crise est franchi 11% du temps, et connaît au moins un franchissement annuel sur la moitié des années étudiées.

**Tableau 4 : Mise en perspective, sur les années 2000-2021, du dispositif de gestion de crise en place au niveau de la station hydrométrique de la Chapelle d'Aligné**

	DSV	DSA	DSAR	DCR
Seuil (L/s)	110	80	40	15
Nombre de jours de franchissements	3331	2828	1711	531
Taux de franchissement	71%	60%	36%	11%
Année / Année	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	1/2

Au stade actuel, il n'est pas encore possible d'évaluer si le dispositif en vigueur est pertinent face à la situation du bassin versant. Il sera nécessaire de croiser les résultats issus des différents volets de phase 1 et de définir les objectifs de gestion structurelle pour pouvoir réaliser cette analyse.

#### 5.2.4 Reconstitution de l'hydrologie désinfluencée

La modélisation hydrologique permet de reconstituer les chroniques de débit s'écoulant à l'exutoire du bassin versant, sur la base de la connaissance de sa superficie, de ses chroniques météorologiques (pluie et ETP) et de la connaissance des usages de l'eau qui s'y sont développés (prélèvements et rejets).

Le modèle ainsi constitué est utilisé, dans le cadre de cette étude, pour reconstituer les chroniques hydrométriques désinfluencées des usages anthropiques de l'eau, ce qui permet de quantifier l'impact de ces usages sur les débits.

La comparaison des résultats obtenus pour le régime influencé et désinfluencé met en évidence que l'impact des prélèvements et rejets est modéré pour le module et très important pour les autres indicateurs hydrologiques sur le bassin. Les indicateurs d'étiage en situation influencée sont réduits de 89% au maximum en comparaison (QMNA5 et VCN30(5)) aux indicateurs en situation désinfluencée.

On observe une pression importante des usages de l'eau sur les débits de l'Argance. Cette pression est globalisée, on observe en effet un module diminuant de 8% environ. Ce résultat traduit également l'impact des prélèvements en période hors basses eaux. Toutefois, l'impact le plus important est observé en plein cœur de l'été, sur les mois de juillet à septembre.

Tableau 5 : Indicateurs caractéristiques d'étiage en situation influencée et désinfluencée

Indicateur	Débits influencés (l/s)	Débits désinfluencés (l/s)	Influencé – Désinfluencé	
			(l/s)	%
<b>Module</b>	295.1 (292.5; 297.7)	319.4 (316.7; 321.9)	-24.3	-7.60%
<b>QMNA5</b>	6.1 (4.2; 11.8)	50.7 (49.1; 52.1)	-44.7	-88.05%
<b>VCN30(5)</b>	5.5 (3.5; 11)	47.7 (46 ; 49)	-42.2	-88.38%
<b>VCN30(2)</b>	22 (16.7; 29.8)	71.7 (69.4; 73.6)	-49.7	-69.26%

Ces résultats font échos aux comparaisons effectués lors de l'étude volume prélevable s'étant tenue à l'échelle sur SAGE Loir en 2017. En effet, les mêmes ordres de grandeurs sont retrouvés sur ce bassin de l'Argance lorsque l'hydrologie influencée est comparée avec l'hydrologie désinfluencée.

## 6 VOLET MILIEUX

### 6.1 Objectifs visés

- Comprendre le contexte environnemental des cours d'eau du bassin versant ;
- Evaluer l'effet des débits sur le bon fonctionnement des cours d'eau (hydromorphologique, biologique) ;
- Identifier les espèces-cibles (ou représentatives) du bassin ;
- Définir les débits écologiques permettant la réalisation du cycle de vie des espèces-cibles identifiées.

### 6.2 Eléments de méthode

- Dans un premier temps, un état des lieux écologique du territoire d'étude est dressé. Les éléments sont abordés par thématique et permettent d'avoir une vue d'ensemble du bassin versant étudié : ses dysfonctionnements, ses atouts et ses enjeux.

*Sont abordés : le contexte piscicole, la thermie, les patrimoines naturels remarquables, l'état écologique et l'état chimique, l'hydromorphologie, les plans d'eau et les notions de cours d'eau listés. Chaque élément est, quand cela est possible, recoupé au regard du contexte environnemental dans lesquels évoluent les cours d'eau du territoire.*

- Dans un second temps, la problématique des débits écologiques est abordée :

*La méthodologie de détermination des débits écologiques en période de basses eaux s'appuie sur le protocole ESTIMHAB<sup>1</sup>, sur l'hydrologie désinfluencée des cours d'eau et sur le contexte environnemental dressé en première partie.*

*ESTIMHAB s'appliquant sur un tronçon de cours d'eau de longueur équivalent à environ 15 fois la largeur de ce dernier, la première étape consiste en l'identification de tronçons éligibles à l'approche et représentatifs du fonctionnement du cours d'eau. La méthodologie ayant permis l'identification des stations au niveau desquelles a été mis en œuvre le protocole est précisée au sein du **rapport volet « Milieux »**.*

*Ce protocole permet d'analyser l'habitabilité des cours d'eau par un cortège d'espèces piscicoles représentatives des différents types de cours d'eau de France. Il est donc nécessaire d'identifier les espèces cibles à retenir pour l'analyse. La méthodologie de détermination de ces espèces cibles s'appuie sur les données de pêche, le contexte environnemental et l'expertise territoriale.*

---

<sup>1</sup> Le protocole ESTIMHAB permet d'évaluer l'habitabilité (au sens hydraulique du terme) en fonction du débit d'un tronçon de cours d'eau par une espèce ou un groupe d'espèces piscicole(s). **Le protocole est décrit dans de plus amples détails dans le rapport du volet « Milieux ».**

### 6.3 Résultats obtenus

#### 6.3.1 Contexte environnemental

Les principaux enseignements du contexte environnemental sont résumés ci-après :

- **Domaine piscicole** : Intermédiaire dans un état fonctionnel dégradé
- **Classement** : liste 1
- **Axe migrateur** : présence d'anguilles
- **Etat écologique** : médiocre / pressions significatives sur la morphologie, l'hydrologie et la qualité de l'eau (pesticides et macro-polluants)
- **Altérations recensées** : Homogénéisation des écoulements, cours d'eau recalibré et incisé, débits d'étiage sévères
- **Milieux remarquables** : ZNIEFF de type 2

#### 6.3.2 Détermination des débits écologiques

Les débits écologiques ont été définis sous forme de gamme, conformément à la méthodologie établie. Cette gamme marque la transition entre une configuration favorable au développement des milieux (lorsque les débits lui sont supérieurs), et critique pour leur survie (lorsque les débits lui sont inférieurs).

**La gamme de débits finalement retenue est comprise entre 20 L/s et 60 L/s.**

## 7 VOLET « CLIMAT »

Dans cette section dédiée au volet "Climat", l'objectif est d'explorer les évolutions prévues du climat et de la ressource en eau à moyen terme, fixant notre regard sur l'horizon 2050. Cette démarche englobe une analyse des tendances climatiques anticipées, avec une attention particulière portée sur l'impact potentiel sur la disponibilité de la ressource en eau.

### 7.1 Eléments de méthode

- Restituer les perspectives d'évolution du climat et de la ressource en eau à partir des études les plus récentes à ces sujets (voir références ci-dessous), à l'échelle du périmètre d'étude ;

Tableau 6 : Etudes et projets pour l'analyse bibliographique des perspectives d'évolution de la ressource en eau

Etude/Projet/ Document	Porteurs du projet	Dates	Périodes	Périmètre	Paramètres
<b>Climat HD</b>	Météo France	2021	Référence : 1976 - 2005	Pays de la Loire	Température de l'air, précipitations, humidité du sol
<b>Explore 2070</b>	Ministère de l'écologie	2010- 2012	Référence : 1961-1990 Horizon : 2050 (2046-2065)	France entière	Température de l'air, ETP, Précipitations, Débits, Piézométrie
<b>Thèse Gildas Dayon</b>	Université Toulouse 3	2015	Référence : 1960- 1990 Horizon : 2050 (2035-2065)	France entière	Précipitations, ETP, Ruissellement, Débits
<b>Plan d'Adaptation au Changement Climatique</b>	Agence de l'eau Loire-Bretagne	2018	Référence : 1961-1990 Horizon : 2055 (2046-2065)	Bassin Loire- Bretagne	Température de l'air, ETP, Précipitations, Débits (d'après les résultats d'Explore2070)
<b>ICC-Hydroqual</b>	Université de Tours	2010	Référence : 1971-2000 Horizons : 2050 et 2100	Bassin de la Loire en amont de Montjean	Température de l'air, ETP, Précipitations, Débits
<b>Etude sur la température des cours d'eau</b>	Université de Tours, OFB	2015	Référence : 1971-2000 Horizons : 2100	Bassin de la Loire en amont de Montjean	Température de l'eau des cours d'eau
<b>AQUI-FR</b>	OFB	2018	Référence : 1960 – aujourd'hui Horizon : 2070- 2099	Loire, Poitou- Charentes, Seine- Normandie, Nord	Piézométrie, débit

- Analyser l'évolution des paramètres climatiques directement à l'aide des données MétéoFrance (plus précisément, issues du jeu de données de projection DRIAS-2020) à l'horizon 2050 ;

## 7.2 Résultats obtenus

### 7.2.1 Conclusion des études existantes sur le changement climatique et son impact sur la ressource en eau

La diversité des méthodologies et modèles employés dans le cadre des différentes études et projets analysés implique une variabilité dans les résultats obtenus concernant les projections aux horizons futurs des paramètres climatiques et hydrologiques. On constate toutefois que pour les scénarios climatiques s'apparentant au scénario RCP 4.5 et que les résultats convergent vers des **tendances d'évolution similaire à l'horizon 2050**.

- **Augmentation des températures de l'air**
  - +2,2°C en moyenne annuelle avec les mois de juillet et août plus marqués (+3,1°C) entre 1961-1990 et 2045-2065 selon Explore 2070
  - +2°C à l'année, +2.5°C en août entre 1971-2000 et l'horizon 2050 selon l'étude ICC Hydroqual
- **Augmentation de l'évapotranspiration totale annuelle mais vraiment notable en période estivale et automnale**
  - +24% d'ETP à l'année avec une augmentation particulièrement marquée en automne (+51%) entre 1961-1990 et 2045-2065 selon Explore 2070
- **Augmentation de la variabilité pluviométrique avec une diminution des précipitations estivales, une légère augmentation hivernale et une faible diminution généralisée à l'année**
  - Diminution importante en période estivale (-20%) entre 1961-1990 et 2045-2065 selon Explore 2070 ;
  - Diminution de l'ordre de -25% de mai à octobre entre 1971-2000 et 2050 selon l'étude ICC Hydroqual ;
- **Diminution généralisée des débits avec une intensification des étiages : plus fréquents, plus sévères et plus longs (prolongation sur la période automnale)**
  - Diminution de l'ordre de -30% des débits moyens à l'année, -60% du QMNA5 selon le modèle GR4J et diminution de l'ordre de 15% des débits moyens à l'année et -5% du QMNA5 selon le modèle ISBA-MODCOU analysé au cours des travaux Explore 2070
  - Diminution jusqu'à -20% des débits moyens printaniers, et jusqu'à -35% pour les débits moyens estivaux et automnaux, diminution de l'ordre de -30% pour les QMNA5 selon la thèse Gildas Dayon
- **Diminution des niveaux et de la recharge des nappes**
  - De -30 à -40% entre 1961-1990 et 2045-2065 selon Explore 2070
- **Augmentation de la température de l'eau**
  - En moyenne, +1,6°C à l'échelle de la France selon l'étude Explore 2070
  - Plus localement jusqu'à +2°C sur le bassin de l'Argance selon l'étude de l'université de Tours, et ce pour l'ensemble des cours d'eau du territoire.



### 7.2.2 Analyse de l'évolution des paramètres climatiques d'après les données DRIAS

Le tableau suivant synthétise les analyses des paragraphes précédents à l'horizon 2050. Les évolutions du climat aux horizons futurs impactent directement la ressource en eau, par l'augmentation de l'évapotranspiration mais également par la modification du cycle hydrologique et du cycle de recharge des nappes souterraines.

Ces résultats sont à mettre en perspective avec les résultats obtenus avec l'analyse bibliographique, l'ETP analysée avec les données DRIAS-2020, évolue dans une moindre mesure comparée aux résultats de l'analyse bibliographique et ce pour les deux scénarios d'émissions.

Les résultats, pour le scénario RCP 4.5, de l'évolution des cumuls pluviométriques rejoignent les résultats de l'analyse bibliographique avec une légère diminution non significative généralisée à l'année mais avec une diminution en période estivale plus marquée. Pour le scénario RCP 8.5, la hausse des cumuls pluviométriques contredit l'évolution annoncée dans les résultats de l'analyse bibliographique.

#### A garder en tête :

*Dans les projections climatiques à court terme (prochaines décennies), c'est l'incertitude sur la variabilité interne du climat qui est prépondérante. Par la suite, les incertitudes de modélisation et de scénario climatique prennent le dessus. **Attention à l'interprétation des résultats pour les horizons proches (source : DRIAS)** ; En effet, pour cette période, on ne peut distinguer la variabilité climatique naturelle d'un signal qui serait dû au changement climatique.*

Tableau 7 : Synthèse sur l'évolution du climat

		Horizon 2050 – RCP4.5	Horizon 2050 – RCP8.5
ETP	Cumul annuel	+7% par rapport à la moyenne 2000-2021	+6% par rapport à la moyenne 2000-2021
	Cumul mensuel	Augmentation globale et généralisée	Augmentation globale ; mois de septembre marqué (+14%)
Pluviométrie	Cumul annuel	Tendance faiblement marquée à la baisse (-3%)	Tendance faiblement marquée à la hausse (+4%)
	Nombre de jours de pluie	Tendance légèrement à la baisse (-3%)	Tendance peu marquée et non significative – maintien du nombre de jours
	Saisonnalité des précipitations	Intensification en hiver (10 à 20%) – pluies plus rares toutes l'année excepté en janvier et novembre	Intensification en hiver et début d'été – pluies plus rares et moins intense aux mois de mai et septembre (-20%)
Sécheresses	Tendance d'évolution	Augmentation de l'intensité très marquée sur toute l'année	Augmentation de l'intensité très marquée sur toute l'année

## 8 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La phase 1 d'état des lieux des volets Hydrologie, Milieux, Usages et Climat de la présente étude a permis :

- De réunir, compiler et compléter les données existantes du territoire au regard de chacun des 4 volets étudiés (Hydrologie, Milieux, Usages, Climat) ;
- D'appréhender les lacunes de ces dernières ;
- De formuler et mettre en œuvre des hypothèses et méthodes permettant de les combler ;
- D'établir, sur ces bases, l'état des lieux et l'actualisation des connaissances sur l'ensemble des volets concernés (Hydrologie, Milieux, Usages, Climat).

La suite de l'étude HMUC permettra de croiser les résultats des quatre volets analysés, ce qui permettra la définition de volumes prélevables et débits objectifs d'étiage, en phase 2 de la présente étude, et à terme de proposer des préconisations d'amélioration de la connaissance et de la gestion de la ressource en eau sur l'ensemble du territoire d'étude (phase 3).