



Etude quantité globale sur le territoire du SAGE Creuse et proposition de répartition de volumes d'eau par usage

—
Phase 1 | Synthèse



Juin 2022

Financé par



Table des matières

1	Préambule	6
1.1	Contexte de l'étude	6
1.2	Périmètre du territoire d'étude.....	7
1.3	Objectifs de l'étude	8
1.4	Déroulement de la mission.....	9
1.5	Clé de lecture.....	10
2	Rappel de la sectorisation du territoire du SAGE Creuse	11
3	Volet « Usages »	12
3.1	Objectifs visés	12
3.2	Eléments de méthode	12
1.1.1	Données valorisées et hypothèses retenues.....	13
1.1.2	Scénario coconstruit.....	13
3.3	Résultats obtenus	15
3.3.1	Population	15
3.3.2	Usages à l'échelle du territoire SAGE Creuse	16
3.3.3	Répartition des usages à l'échelle des unités de gestion	20
4	Volet « Hydrologie »	24
4.1	Objectifs visés	24
4.2	Eléments de méthode	24
4.3	Résultats obtenus	25
4.3.1	Analyse hydro-climatique	25
4.3.2	Analyse du fonctionnement hydrogéologique et des interactions nappe-rivière (CPGF Horizon) 25	
4.3.3	Analyse du fonctionnement hydrologique	33
4.3.4	A retenir.....	40
4.3.5	Reconstitution de l'hydrologie désinfluencée.....	41
5	Volet « Milieux ».....	44
5.1	Objectifs visés	44
5.2	Eléments de méthode	44
5.3	Résultats obtenus	45
5.3.1	Analyse du contexte environnemental	45
5.3.2	Détermination des débits biologiques	52
6	Volet « Climat »	53
6.1	Objectifs visés	53
6.2	Eléments de méthode	53
6.3	Résultats obtenus	53

6.3.1	Conclusion des études existantes sur le changement climatique et son impact sur la ressource en eau	53
6.3.2	Analyse de l'évolution des paramètres climatiques d'après les données DRIAS	54
6.3.3	Modélisation de l'évolution de la ressource en eau à l'horizon 2050.....	56
7	Conclusions et perspectives pour la suite de l'étude	59
8	Glossaire et acronymes	60
8.1	Glossaire	60
8.2	Acronymes.....	65
9	Annexe.....	66
9.1	Annexe 1 : données valorisées et hypothèses formulées dans le cadre du bilan des usages ...	66
9.1.1	Population	66
9.1.2	Alimentation en eau potable (AEP)	66
9.1.3	Irrigation	67
9.1.4	Abreuvement du bétail.....	67
9.1.5	Prélèvements industriels	68
9.1.6	Cas particulier des plans d'eau	68
9.1.7	Pertes dans les réseaux de distribution d'eau potable	69
9.1.8	Rejets d'assainissement collectif.....	69
9.1.9	Rejets d'assainissement non collectif (ANC)	70
9.1.10	Rejets industriels	71
9.2	Annexe 2 : Définitions relatives à la compréhension de concepts hydrologiques.....	72
9.3	Annexe 3 : Identification et caractérisation des incertitudes	77
9.3.1	Incertitudes et biais sur les données utilisées.....	77
9.3.2	Incertitudes sur la modélisation.....	77
9.3.3	Incertitudes sur les indicateurs statistiques liées à l'échantillonnage	78
9.3.4	Prise en compte et quantification des incertitudes	78
9.4	Annexe 4 : Choix des stations de référence pour l'application du protocole ESTIMHAB	79
9.4.1	Principes de localisation des sites	79
9.4.2	Localisation des sites prospectés	79
9.4.3	Campagne de terrain et contrôle de validité du modèle	80
9.5	Annexe 5 : Références bibliographiques pour l'analyse du changement climatique	82

Liste des figures

Figure 1. Situation géographique du bassin versant de la Creuse	7
Figure 2. Altitudes moyennes du bassin versant de la Creuse	8
Figure 3. Représentation des 28 unités de gestion validées pour le territoire du SAGE Creuse (Sources : EPTB Vienne, IGN, AELB, Suez Consulting 2021)	11
Figure 4 : Usages de l'eau considérés dans l'étude (Source : SUEZ Consulting, 2022)	13
Figure 5 : Densité de la population sur le bassin de la Creuse au 1er janvier 2018.....	15
Figure 6 : Evolution de la population de 1968 à 2018 et projection à l'horizon 2050 suivant le modèle OMPHALE 2017 retenu (source : INSEE – Modèle Omphale 2017)	16
Figure 7 : Prélèvements nets moyens calculé par UG sur la période 2000-2019.....	19
Figure 8 : Prélèvements en m3 représentés par UG de la Creuse amont et par usages en 2019.....	20
Figure 9 : Prélèvements en m3 représentés par UG de la Creuse aval et par usages en 2019.....	21
Figure 10 : Restitutions en m3 représentés par UG de la Creuse amont et par usages en 2019	22
Figure 11 : Restitutions en m3 représentés par UG de la Creuse aval et par usages en 2019.....	23
Figure 12 : Succession des aquifères au regard des formation géologiques rencontrées sur le secteur d'étude	29
Figure 13: coupe géologique Sud / Nord de la zone d'étude Creuse aval (CPGF HORIZON, d'après synthèse bibliographique) – Section sud.....	30
Figure 14: coupe géologique Sud / Nord de la zone d'étude Creuse aval (CPGF HORIZON, d'après synthèse bibliographique) – Section Centre.....	30
Figure 15 : coupe géologique Sud / Nord de la zone d'étude Creuse aval (CPGF HORIZON, d'après synthèse bibliographique) – Section Nord	31
Figure 16 : Esquisse piézométrique sur le secteur aval du territoire SAGE Creuse (Avril 2021).....	32
Figure 17 : Tendances des débits annuels, VCN30, VCN10 et VCN3 calculées sur les 14 stations ayant 20 ans de données entre 2000 et 2019	35
Figure 18. Représentation des rapports QMNA5/Module (%) et des QMNA5 spécifiques calculés aux stations hydrométriques sur le bassin versant de la Creuse	37
Figure 19 : Comparaison du QMNA5 influencé au QMNA5 désinfluencé sur les unités de gestion du bassin versant de la Creuse	43
Figure 20 : Comparaison du QMNA5 Futur (Horizon 2050) au QMNA5 Présent (2000-2019) désinfluencés (à gauche) et influencés (à droite) sur les unités de gestion du bassin versant de la Creuse.....	58
Figure 21 : Comparaison du QMNA5 influencé au QMNA5 désinfluencé sur la période 2000-2019 (à gauche) et à l'horizon 2050 (à droite) sur les unités de gestion du bassin versant de la Creuse	58
Figure 22 : Exemple de représentation graphique du débit moyen journalier, du débit moyens mensuel et du module d'un cours d'eau sur une année donnée.....	73
Figure 23 : Exemple de représentation graphique du VCN30 et du QMNA d'un cours d'eau donné sur une année donnée.....	76
Figure 24 : Représentation schématique du niveau piézométrique dans un contexte de nappe libre (gauche) et de nappe captive (droite).....	76
Figure 25 : Localisation des sites où les débits biologiques ont été déterminés	80

Liste des tableaux

Tableau 1. Régions, Départements, communes sur le bassin de la Creuse et superficie concernée	7
Tableau 2 : Comparaison de l'effet des prélèvements nets sur l'hydrologie des différentes unités de gestion du bassin de la Creuse	42
Tableau 3 : Synthèse du contexte environnemental.....	51
Tableau 4 : Gammes de débits proposées pour les débits estivaux	52
Tableau 5 : Synthèse sur l'évolution du climat (Sources : DRIAS, SUEZ Consulting).....	55
Tableau 6 : Synthèse des évolutions des débits statistiques d'étiage estivaux (QMNA5) liées au changement climatique et aux usages à l'horizon 2050	57
Tableau 7 : Hypothèses de consommation unitaire du bétail (Sources : Entretiens et ateliers réalisés dans le cadre d'autres études similaires, CA 86, SUEZ Consulting 2019)	68
Tableau 8 : Largeur de la bande tampon en fonction du rang de Strahler du cours d'eau (Source : EPTB Vienne, 2018).....	69
Tableau 9 : Volumes restitués par les STEU - Ratios de retour au milieu naturel par type de traitement (Source : EPTB Vienne, SUEZ Consulting 2018)	70
Tableau 10 : Contrôle de vérification pour les stations étudiées.....	81

1 Préambule

1.1 Contexte de l'étude

Les cours d'eau du bassin versant de la Creuse subissent des périodes d'étiage de plus en plus longues (3 à 4 mois ces 10 dernières années contre 2 à 3 mois sur les 60 dernières années), une diminution du débit moyen annuel de l'ordre de 10 à 20 % et des débits mensuels estivaux de 30 à 50% inférieurs ces 10 dernières années par rapport à la moyenne connue ces 60 dernières années.

Les ressources du bassin sont fortement sollicitées pour différents usages : irrigation sur la moitié aval, eau potable, abreuvement, alimentation des très nombreux plans d'eau. Même si les étiages de la Creuse et ses affluents peuvent être naturellement prononcés en raison du contexte climatique, hydrogéologique, géologique et géomorphologique, les prélèvements contribuent à accentuer les étiages observés sur le réseau hydrographique, de même que les aménagements anthropiques (drainage de zones humides, plans d'eau...).

Malgré les problématiques pour le milieu et les usages engendrés par ces diminutions de la quantité d'eau, le bassin de la Creuse, jusqu'à la mise en place du SAGE Creuse, ne bénéficiait pas véritablement d'outil adapté à la gestion quantitative et concertée de la ressource. Actuellement, les outils de gestion volumétriques sont peu développés sur le bassin de la Creuse et les connaissances sont insuffisantes pour les définir.

Une étude quantité globale sur le territoire du SAGE Creuse est nécessaire pour que la Commission Locale de l'Eau du SAGE soit en mesure de déterminer les préconisations de gestion de la ressource en eau sur le bassin versant de la Creuse. La présente étude a pour vocation de répondre à cet objectif, par l'application de la méthodologie « Hydrologie, Milieux, Usages, Climat » (dite H.M.U.C.), recommandée par la disposition 7A-2 du SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021.

Cette étude H.M.U.C est menée en parallèle sur le secteur amont et sur le secteur aval du territoire du SAGE Creuse. En effet, au regard de l'étendue du territoire et de ses spécificités, l'étude de la partie aval a été externalisée à un prestataire (SUEZ Consulting – CPGF Horizon). Les analyses concernant le secteur amont du bassin versant de la Creuse seront réalisées en interne au sein de l'EPTB Vienne. L'articulation entre la partie réalisée en régie et la partie externalisée est assurée par l'EPTB Vienne pour permettre une homogénéité technique de l'étude.

Le découpage du bassin de la Creuse en deux études distinctes se justifie par les considérations suivantes :

- ▶ **L'envergure du territoire nécessite un partage du travail, afin d'assurer la tenue de délais raisonnables ;**
- ▶ **La zone aval présente la particularité de concentrer la quasi-totalité des prélèvements souterrains, dont une grande part est dédiée à l'irrigation. La prise en compte de l'effet de tels prélèvements nécessite l'intervention d'un prestataire spécialisé dans les problématiques d'eau souterraine. Cette problématique est moins présente sur la partie amont.**

Le principal cadre réglementaire de la présente étude est donné par le chapitre 7 du SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021, qui pose la maîtrise des prélèvements en eau comme un élément essentiel à la reconquête du bon état écologique des cours d'eau, des eaux souterraines et à la préservation des écosystèmes qui leur sont liés.

1.2 Périmètre du territoire d'étude

Le bassin versant de la Creuse est situé au centre-ouest de la France. Il s'étend du Plateau de Millevaches jusqu'au Sud de la Touraine, et draine une surface de 9 552 km².

Il concerne principalement la région Nouvelle Aquitaine, avec les départements de la Creuse (3004 km²), de la Haute-Vienne (1589 km²) et de la Vienne (1079 km²), et la région Centre-Val-de-Loire, avec les départements de l'Indre (3019 km²) et de l'Indre-et-Loire (839 km²). La région Auvergne-Rhône-Alpes, les départements de l'Allier (21,7 km²), de la Corrèze (1,2 km²) et du Cher (0.03 km²) sont concernés à la marge par le bassin de la Creuse. Un total de 445 communes compose le territoire. Il représente 45% du bassin de la Vienne (21 160 km²) et 8% du bassin de la Loire.

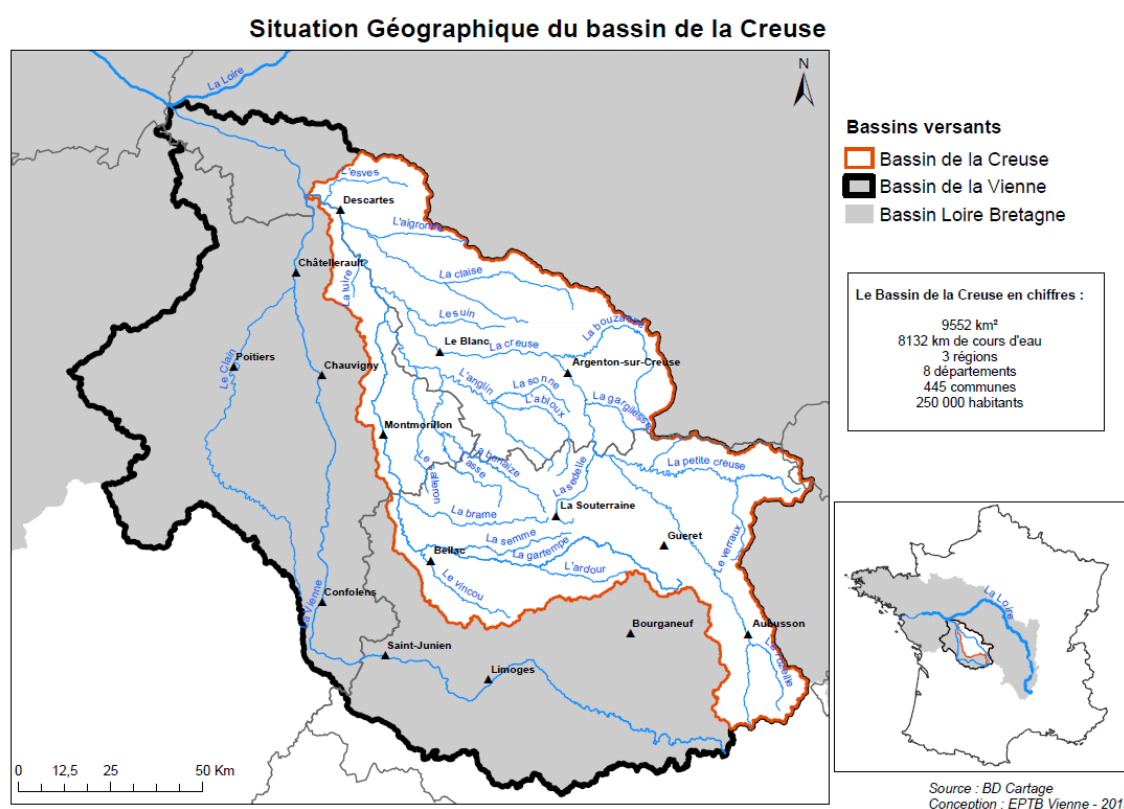


Figure 1. Situation géographique du bassin versant de la Creuse

REGIONS	DEPARTEMENTS	COMMUNES	SUPERFICIE (km ²)
Nouvelle-Aquitaine	Creuse	170	3004
	Haute-Vienne	63	1589
	Vienne	46	1079
	Corrèze	3	1,2
Centre Val-de-Loire	Indre	116	3019
	Indre-et-Loire	43	839
	Cher	1	0,03
Auvergne Rhône-Alpes	Allier	3	21,7
3 régions	8 départements	445	9552

Tableau 1. Régions, Départements, communes sur le bassin de la Creuse et superficie concernée

Le bassin de la Creuse est caractérisé par un relief marqué. Cette rivière prend sa source à une altitude de 811 mètres sur la commune creusoise du Mas d'Artige et conflue avec la Vienne, après avoir parcouru 260 kilomètres, sur les communes de Port-de-Piles (86) et de Ports (37) à 34 mètres d'altitudes. Cela représente un dénivelé de 777 mètres entre la source et la confluence. La rupture de relief entre l'amont et l'aval d'une

ligne Montmorillon-Argenton-sur-Creuse est bien visible et marque la transition entre le massif central, granitique, et les zones sédimentaires du Sud du bassin Parisien.

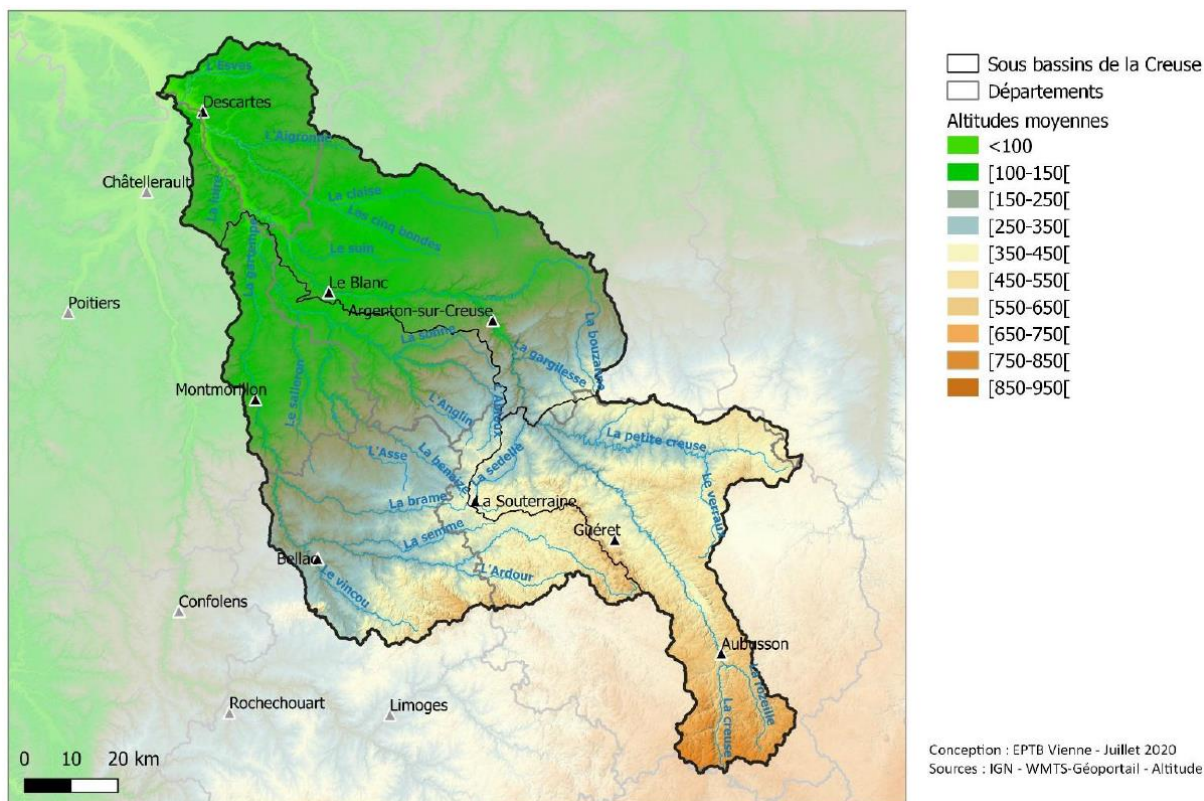


Figure 2. Altitudes moyennes du bassin versant de la Creuse

1.3 Objectifs de l'étude

L'étude vise à améliorer l'état de connaissance et de compréhension du fonctionnement hydrologique et hydrogéologique du bassin de la Creuse, 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.

Sur la base de cette étude, la CLE devra donc être en mesure de définir des volumes prélevables et de définir ou réviser si besoin les valeurs d'objectifs d'étiage, actuelles ou complémentaires, du SDAGE (de débits et/ou piézométries). Si cela apparaît justifié, un ajustement des débits d'alerte et de crise et le renforcement des suivis existants sera également proposé.

Les objectifs précis de l'étude sont les suivants :

- ▶ Définir les unités de gestion cohérentes pour l'élaboration des modalités de gestion quantitative.
- ▶ Identifier les lacunes de connaissances (hydrologie, pression...) ;
- ▶ Analyser la pertinence de l'ensemble des indicateurs hydrologiques et piézométriques du dispositif de gestion structurelle, la position des points nodaux ainsi que du dispositif de gestion de crise sur le bassin versant ;
- ▶ Proposer, selon les résultats de cette analyse, une adaptation des valeurs des débits et piézométries objectifs d'étiage du SDAGE sur le bassin, ainsi que des seuils piézométriques et

hydrométriques de gestions de crise, en considérant notamment les éléments du SDAGE et la définition du seuil de crise proposée par la circulaire du ministère de la transition écologique solidaire du 18 mai 2011) ;

- ▶ Définir plus précisément la part des différents facteurs d'influence sur les débits des cours d'eau situés dans le bassin de la Creuse pour organiser une gestion adaptée qui visera au respect des débits minimums objectifs, faire la part entre les évolutions structurelles (naturelles) de débits sur le réseau hydrographique et les influences anthropiques pour aboutir à la définition de volumes prélevables et de propositions d'encadrement associées ;
- ▶ Détailler des propositions de renforcement du suivi hydrologique et piézométrique si nécessaire ;
- ▶ Permettre de renseigner le diagnostic d'un, voire, de plusieurs Projets de Territoire pour la Gestion de l'Eau conformément aux attendus de la circulaire du 7 mai 2019 relative aux PTGE si la CLE décide de s'engager dans ces démarches ;
- ▶ Être construite de manière à faciliter son actualisation au regard de nouvelles données (climat, débits biologiques) ou de nouveaux volets (volumes hivernaux...).

1.4 Déroulement de la mission

Cette étude H.M.U.C se décompose en **3 phases**.

Phase 1 : Etat des lieux / Synthèse et actualisation des éléments « H.M.U.C. » :

- Hydrologie : description et analyse des différentes composantes du régime hydrologique – reconstitution des régimes hydrologiques naturels (non influencés par les actions anthropiques) ;
- Milieux : connaissance de l'état et analyse des besoins des milieux aquatiques ;
- Usages : connaissance des usages, de leur évolution constatée et prévisible, analyse des solutions d'économie d'eau (Utilisation strictes des données existantes) ;
- Climat : détermination de l'évolution quantitative prévisible de la ressource, des milieux et de leurs besoins en eau, et des usages anthropiques de l'eau (utilisation stricte des données existantes) ;

Phase 2 : Diagnostic / Croisement des 4 volets Hydrologie, Milieux, Usages et Climat :

- Rapprochement et croisement des 4 volets « H.M.U.C. » ;

Phase 3 : Propositions d'actions et d'adaptation éventuelles :

- Ajuster les débits objectifs d'étiage et/ou les niveaux objectifs d'étiage (DOE et/ou NOE) ;
- Définir les volumes prélevables par unité de gestion.

Le présent document constitue une synthèse des objectifs visés, des méthodes d'analyse appliquées et des résultats obtenus dans le cadre de chacun des 4 volets de phase 1.

L'objectif de cette synthèse est de fournir un premier axe de lecture de ces éléments, la lecture pouvant ensuite être complétée à l'aide des rapports associés à chaque volet.

1.5 Clé de lecture

Le présent document se veut aussi pédagogique que possible. Pour en faciliter la lecture, les précisions suivantes sont apportées :

- Un glossaire et une liste des acronymes sont donnés en fin de document. Ils permettent de comprendre les différents termes techniques employés ;
- Des références à d'autres documents de l'étude sont parfois présentées **en vert**, afin d'assurer la compréhension de certains concepts-clé.

Pour approfondir sa connaissance sur les différentes méthodes employées et résultats obtenus, le lecteur est invité à consulter les rapports spécifiquement rédigés pour chaque volet de l'étude.

2 Rappel de la sectorisation du territoire du SAGE Creuse

Une première étape de la Phase 1 consiste à identifier les unités de gestion (UG) dans lesquelles il serait judicieux d’apporter des connaissances sur la ressource en eau et d’améliorer la gestion quantitative de chacun de ces territoires composant le bassin versant de la Creuse. C’est à l’échelle de ces UG que les résultats des analyses de l’étude H.M.U.C seront présentés et que des débits biologiques pourront être déterminés.

Une sectorisation du territoire du SAGE Creuse en 28 sous-bassins versants a été validé lors des comités de suivi Creuse amont du 1^{er} avril 2021 et Creuse aval du 1^{er} Juillet 2021. Ces 28 sous-bassins versants correspondront aux UG sur lesquelles une stratégie de gestion quantitative de la ressource en eau sera définie dans la dernière phase de l’étude. Les sous-bassins versants ont été définis selon les critères suivants :

- ▶ La cohérence avec les masses d’eau superficielles décrites dans le SDAGE Loire Bretagne ;
- ▶ La cohérence avec les masses d’eau souterraines décrites dans le SDAGE Loire-Bretagne ;
- ▶ Une carte piézométrique effectuée dans le cadre de cette étude à partir d’environ 400 points de mesures dans la partie sédimentaire du bassin de la Creuse ;
- ▶ La proximité avec une station hydrométrique (excepté sur la Sédelle) ;
- ▶ La disponibilité d’un piézomètre représentatif sur le sous bassin concerné ;
- ▶ Cohérence des usages de l’eau.

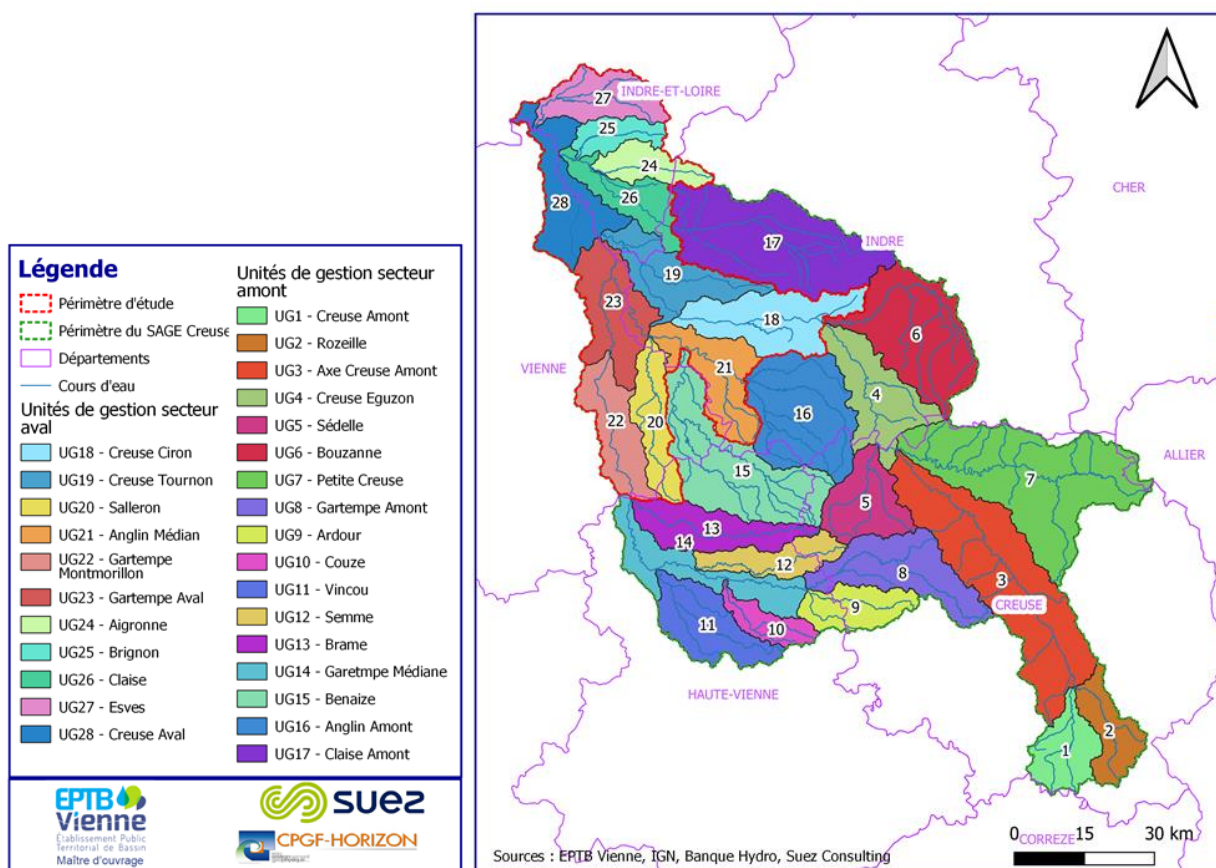


Figure 3. Représentation des 28 unités de gestion validées pour le territoire du SAGE Creuse (Sources : EPTB Vienne, IGN, AELB, Suez Consulting 2021)

3 Volet « Usages »

3.1 Objectifs visés

Etablir, à l'échelle de chaque unité de gestion, le bilan des volumes d'eau prélevés du milieu naturel et rejetés vers ce dernier par les activités anthropiques :

- Sur la période 2000-2019 ;
- 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.

Présenter l'évolution future de ces usages jusqu'à l'horizon 2050 d'après un scénario d'évolution des usages coconstruit avec les acteurs du territoire.

3.2 Eléments de méthode

La méthode suivie est la suivant :

- 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 ;
 - ▶ Par unité de gestion, tous usages inclus.

Les usages de l'eau analysés sur le territoire du SAGE Creuse sont présentés à la figure suivante :



Figure 4 : Usages de l'eau considérés dans l'étude (Source : SUEZ Consulting, 2022)

L'usage « surévaporation des plans d'eau » mérite quelques explications complémentaires :

- Il s'agit de l'estimation pour l'ensemble des plans d'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.

1.1.1 Données valorisées et hypothèses retenues

De nombreuses données ont été recueillies afin d'établir un bilan aussi précis que possible. Les données qui ont effectivement pu être valorisées sont présentées à l'annexe 1. Pour une vision plus exhaustive sur les données recueillies, se référer au **rapport du volet « usages »**.

1.1.2 Scénario coconstruit

Les évolutions des usages aux horizons futurs considérés sont présentées dans le tableau suivant. Ces changements de gestion permettront par la suite d'inférer les effets sur la ressource en eau.

Prélèvements					
	AEP	Irrigation	Abreuvement	Industrie	Plans d'eau
Horizon 2030	140 L/jour/hab	Maintien des prélèvements pour l'irrigation	Maintien des effectifs de bétail. Consommation estivale des animaux basée sur l'analyse des données du modèle climatique CNRM-CM5-LR / ALADIN63 suivant le scénario d'émission RCP4.5	Besoins industriels maintenus au niveau de la moyenne 2010-2019	Maintien du nombre et surface des plans d'eau. Calcul de surévaporation basé sur les données du modèle climatique CNRM-CM5-LR / ALADIN63 suivant le scénario d'émission RCP 4.5
Horizon 2050	134 L/jour/hab				

Restitutions				
	Pertes AEP	AC	ANC	Industries
Horizon 2030	Amélioration du rendement jusqu'à 85%	Ratio volumes AC / volumes AEP calculé sur la période 2008-2019 appliqué aux volumes AEP projetés		Maintien des rejets industriels au niveau de la moyenne 2010-2019
Horizon 2050				

3.3 Résultats obtenus

3.3.1 Population

La population du bassin de la Creuse est estimée à 230 000 habitants au 1er janvier 2018, avec une densité moyenne très faible de l'ordre de 25 habitants par km², moitié moins élevée qu'à l'échelle de l'ensemble du bassin de la Vienne (48 hab/km²) et près de 5 fois plus faible que la densité moyenne nationale (115 hab/km²).

D'après les projections INSEE et le traitement appliqué aux données communales, il apparaît que la population devrait augmenter sur le territoire et atteindre 252 970 habitants à horizon 2050. La densité de population serait alors de 26 habitants au km².

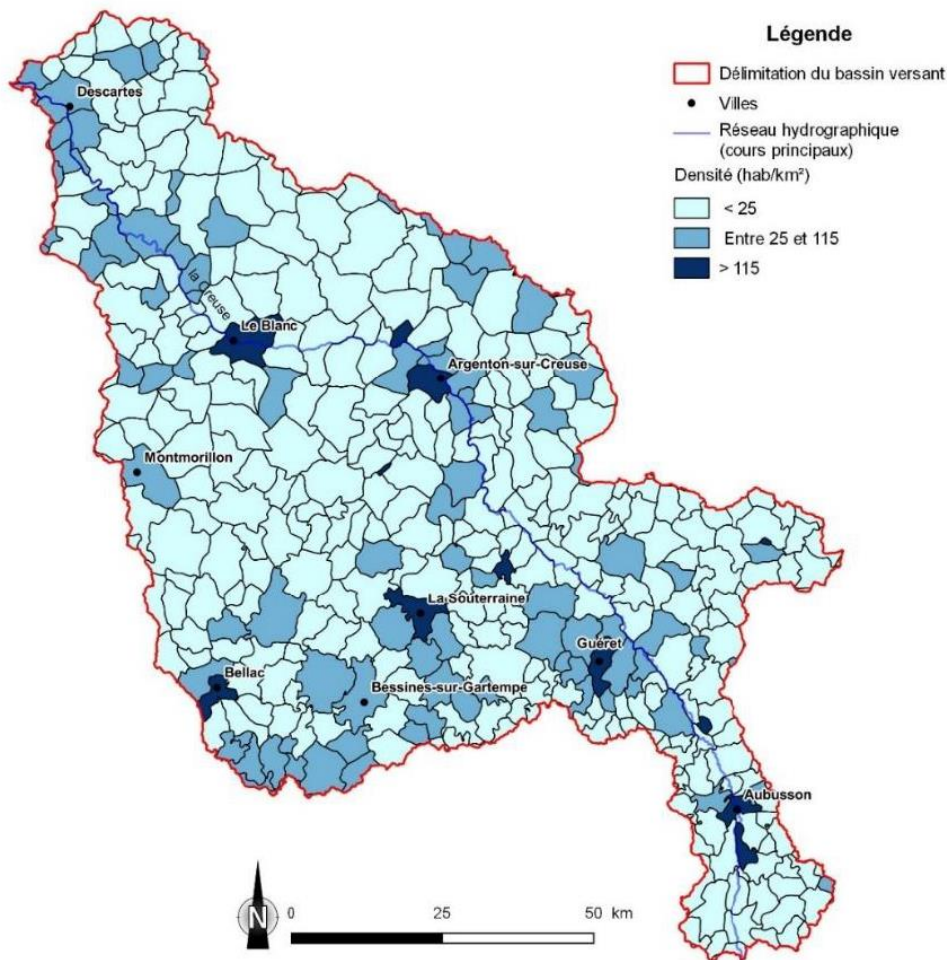


Figure 5 : Densité de la population sur le bassin de la Creuse au 1^{er} janvier 2018

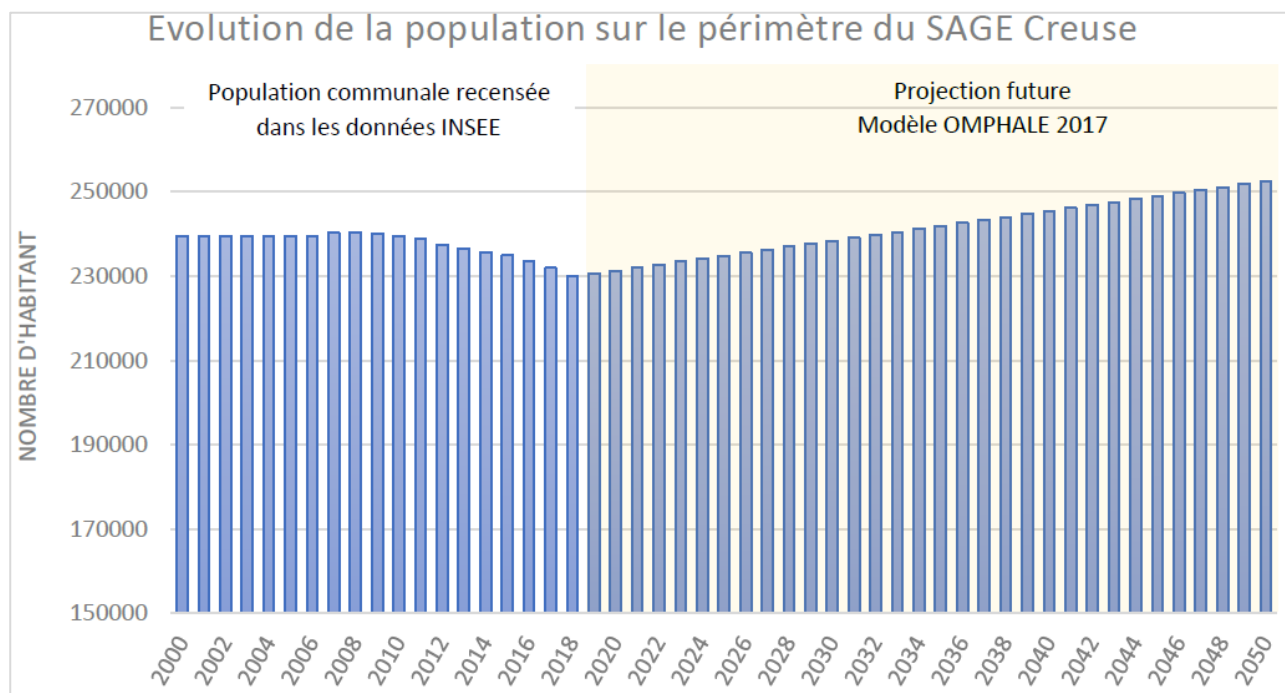


Figure 6 : Evolution de la population de 1968 à 2018 et projection à l'horizon 2050 suivant le modèle OMPHALE 2017 retenu (source : INSEE – Modèle Omphale 2017)

3.3.2 Usages à l'échelle du territoire SAGE Creuse

3.3.2.1 Prélèvements

Le tableau et les graphiques suivants dressent le bilan des prélèvements effectivement réalisés sur le bassin pour :

- Les besoins en eau potable ;
- Les besoins agricoles : irrigation et abreuvement du bétail ;
- Les besoins industriels ;
- La surévaporation due à la présence des plans d'eau artificiels.

Ainsi, **environ 86.5 Mm³ d'eau ont été prélevés au milieu naturel en moyenne sur la période 2000-2019.**

- L'usage majoritaire est **la surévaporation des plans d'eau avec 40% du volume moyen prélevé entre 2000 et 2019**, suivi par **l'AEP et l'irrigation** (respectivement 35% et 13% du volume moyen prélevé entre 2000 et 2019) ;
- L'évolution interannuelle des prélèvements pour l'AEP est relativement constante sur la période d'étude. Les usages agricoles et les pertes par surévaporation des plans d'eau fluctuent beaucoup et dépendent du climat de l'année considérée ;
- La répartition mensuelle des prélèvements est uniforme, sauf pour les prélèvements agricoles et la surévaporation des plans d'eau. En effet, ces usages dépendent du climat et varient ainsi substantiellement au cours d'une année ; ils sont généralement plus faibles en période hivernale et plus marqués en période estivale.

- ▶ Sur les unités de gestion du secteur Creuse amont (UG 1 – 17), l'irrigation est peu présente et la surévaporation des plans d'eau est le principal facteur explicatif du pic de prélèvement en période estivale. On retrouve quelques exceptions où la surévaporation des plans d'eau fluctue beaucoup moins que les autres unités de gestion : Creuse Eguzon (UG 4), Bouzanne (UG 6), Semme (UG 12), Brame (UG 13), Gartempe médian (UG 14) et Anglin amont (UG 16). Pour ces dernières, la répartition mensuelle de la surévaporation est plus homogène du fait de la présence de nombreux plans d'eau déconnectés, dont l'effet sur l'hydrosystème se fait ressentir en période hivernale.
 - ▶ Concernant le secteur Creuse aval, les pics estivaux sont liés à deux usages ; la surévaporation des plans d'eau et l'irrigation. Cette dernière est particulièrement concentrée sur la période estivale sur le secteur (hormis en ce qui concerne l'Aigronne (UG 24), ce qui accentue les pics de prélèvements estivaux par rapport au secteur amont.
- Concernant les restitutions, on note qu'elles sont plus faibles en période estivale, du fait des pertes par évaporation qui y sont associées.
 - La concomitance de prélèvements plus marqués et de rejets plus faibles en période estivale fait de cette saison la plus impactante, en termes de prélèvements nets ;
 - La surévaporation sur l'UG de la Claise (UG 17) compte pour environ 95% des prélèvements de l'UG.
 - L'UG de la Couze compte pour environ 30% des volumes prélevés pour l'AEP à elle seule. Ces derniers sont par ailleurs répartis de manière hétérogène au cours de l'année, avec des prélèvements progressivement plus importants au cours de la période estivale ;
 - Le besoin en eau pour l'irrigation est bien plus présent sur le secteur aval du bassin versant ;
 - Les besoins industriels sont minoritaires (2% des volumes moyens) sur le bassin et ont la particularité d'être concentrés à l'aval du bassin dans l'UG de la Creuse aval avec la papeterie PALM ;
 - Les **tendances d'évolution future des prélèvements** sont régies par l'évolution à la hausse de la population et la baisse des besoins en eau domestiques (dotation hydrique), les besoins agricoles et industriels étant considérés comme stables sur les prochaines années. La surévaporation des plans d'eau dépend principalement des données des scénarios climatiques futures provenant du portail DRIAS qui dépendent de nombreux paramètres dont les prévisions sont complexes (températures, précipitations, répartition annuelle, scénario de forçage anthropique, etc...) et qui montre **une tendance à l'augmentation de l'ETP (évapotranspiration). Ce contexte de changement climatique nous amène à devoir anticiper des situations de sécheresse estivale plus marquées.**

3.3.2.2 Restitutions

Les tableaux et graphiques suivants dressent le bilan des restitutions au milieu naturel réalisées sur le bassin pour :

- Les pertes de réseau d'alimentation en eau potable AEP
- Les rejets d'assainissement collectif (AC)
- Les rejets des installations d'assainissement non collectif (ANC)
- Les rejets industriels.

Ainsi, près de **25 millions de m³ d'eau ont été restitués au milieu naturel en moyenne entre 2000 et 2019.**

- Le type de restitution majoritaire est **l'assainissement collectif**. Ce type de restitution représente environ **50% de l'ensemble des rejets** du territoire, en moyenne sur la période 2000-2019. Le deuxième type de restitution est **les rejets de l'assainissement non collectif (33% de l'ensemble des rejets)**. **Les pertes AEP** représentent **10%** des rejets moyens ;
- **Les rejets industriels** constituent les **plus faibles types de restitutions** avec **7%** du volume moyen restitué ;
- Les restitutions au milieu naturel sont **en majorité superficielles** ;
- La **variabilité interannuelle** des restitutions reste **modérée**. Le type de prélèvement faisant le plus varier les volumes annuels est, en tout état de cause, **l'assainissement collectif**.
- La répartition mensuelle des restitutions est homogène entre toutes les unités de gestion du territoire d'étude. Les rejets sont constants du mois d'octobre à avril pour ensuite diminuer entre les mois de mai et septembre ;
- **Les tendances d'évolution future des restitutions sont assez clairement à la baisse** en comparaison avec la fin de la période d'analyse (2000-2019), principalement en raison de la diminution des pertes AEP et des rejets d'assainissement collectif (en concordance avec la diminution des besoins en AEP).

3.3.2.3 Prélèvements nets

Sur un bassin versant donné, le prélèvement net correspond à la somme des prélèvements, soustraite de la somme des rejets y ayant lieu.

Les **volumes restitués** au milieu naturel représentent en moyenne **30% des volumes prélevés** sur la période 2000-2019. Le bilan quantitatif réalisé ici montre un **prélèvement net** de plus de **61,4 millions de m³** chaque année pour les usages anthropiques. **Seuls l'axe de la Creuse amont bénéficie d'un plus grand volume de restitution que de prélèvements qui s'explique notamment par l'importation de volumes d'AEP provenant de la Gartempe pour alimenter la CA de Grand Guéret. La Creuse amont, La Creuse à Argenton et la Brame sont les autres UG qui ont des volumes proches de l'équilibre**, principalement en raison des faibles prélèvements en AEP et en irrigation en comparaison avec les UG voisines.

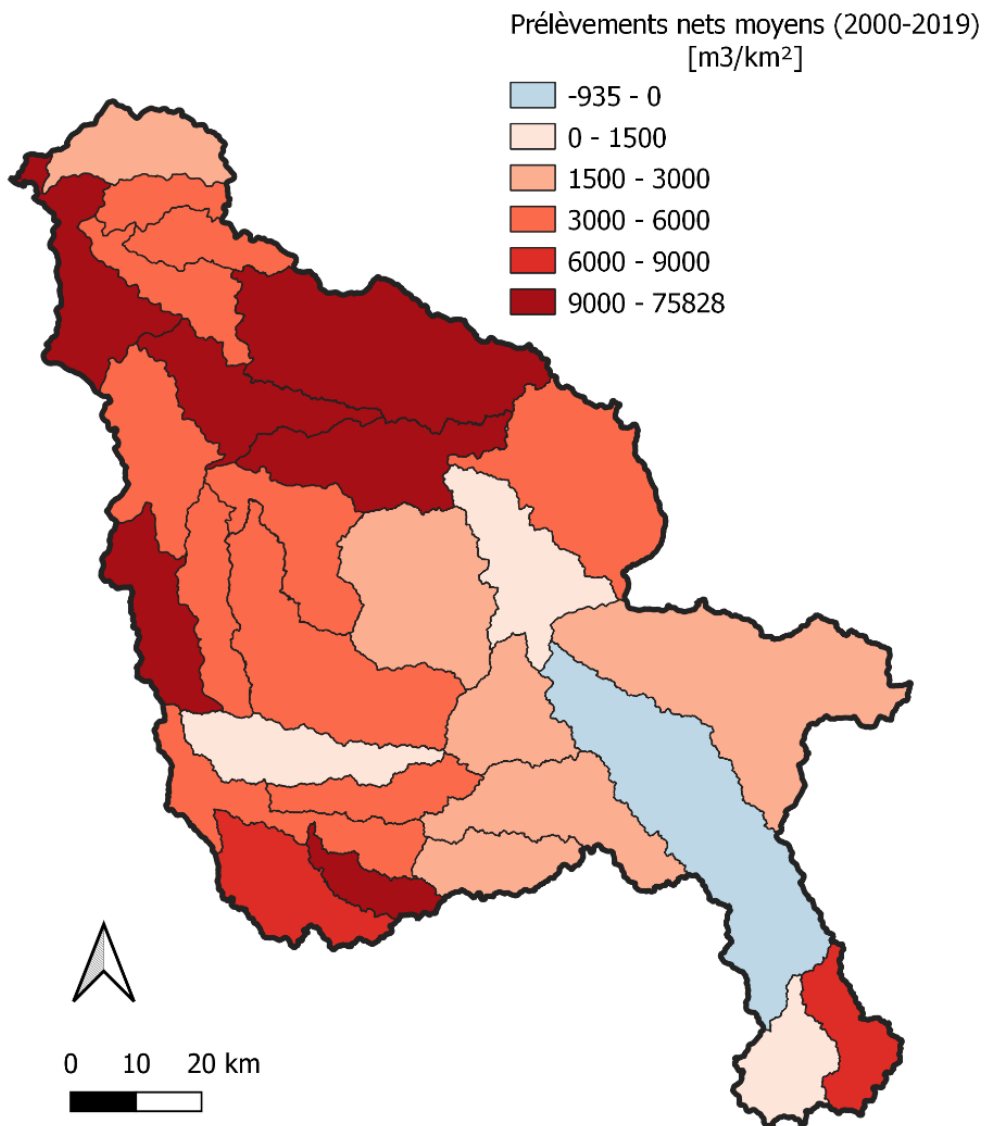


Figure 7 : Prélèvements nets moyens calculé par UG sur la période 2000-2019

3.3.3 Répartition des usages à l'échelle des unités de gestion

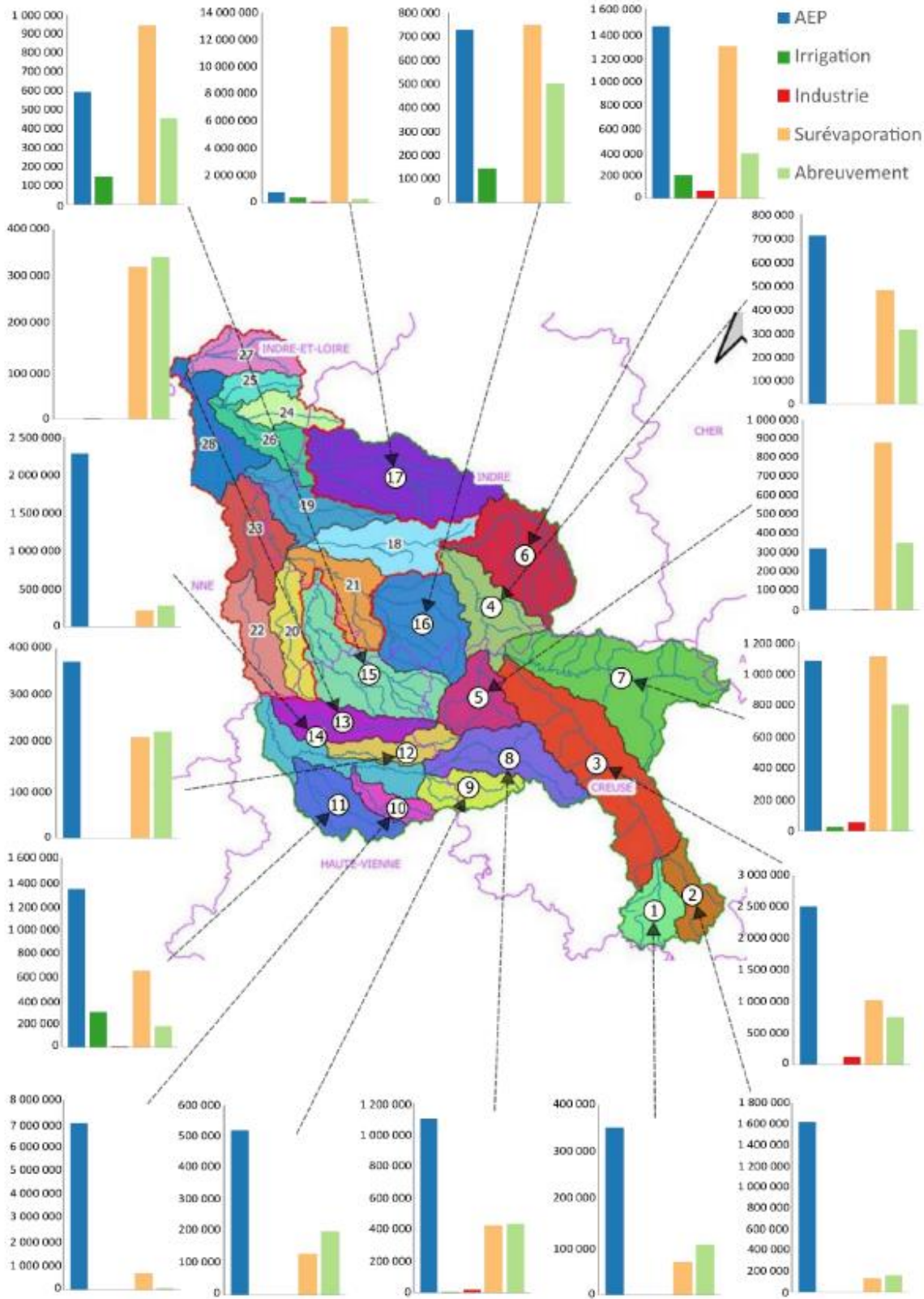


Figure 8 : Prélèvements en m3 représentés par UG de la Creuse amont et par usages en 2019

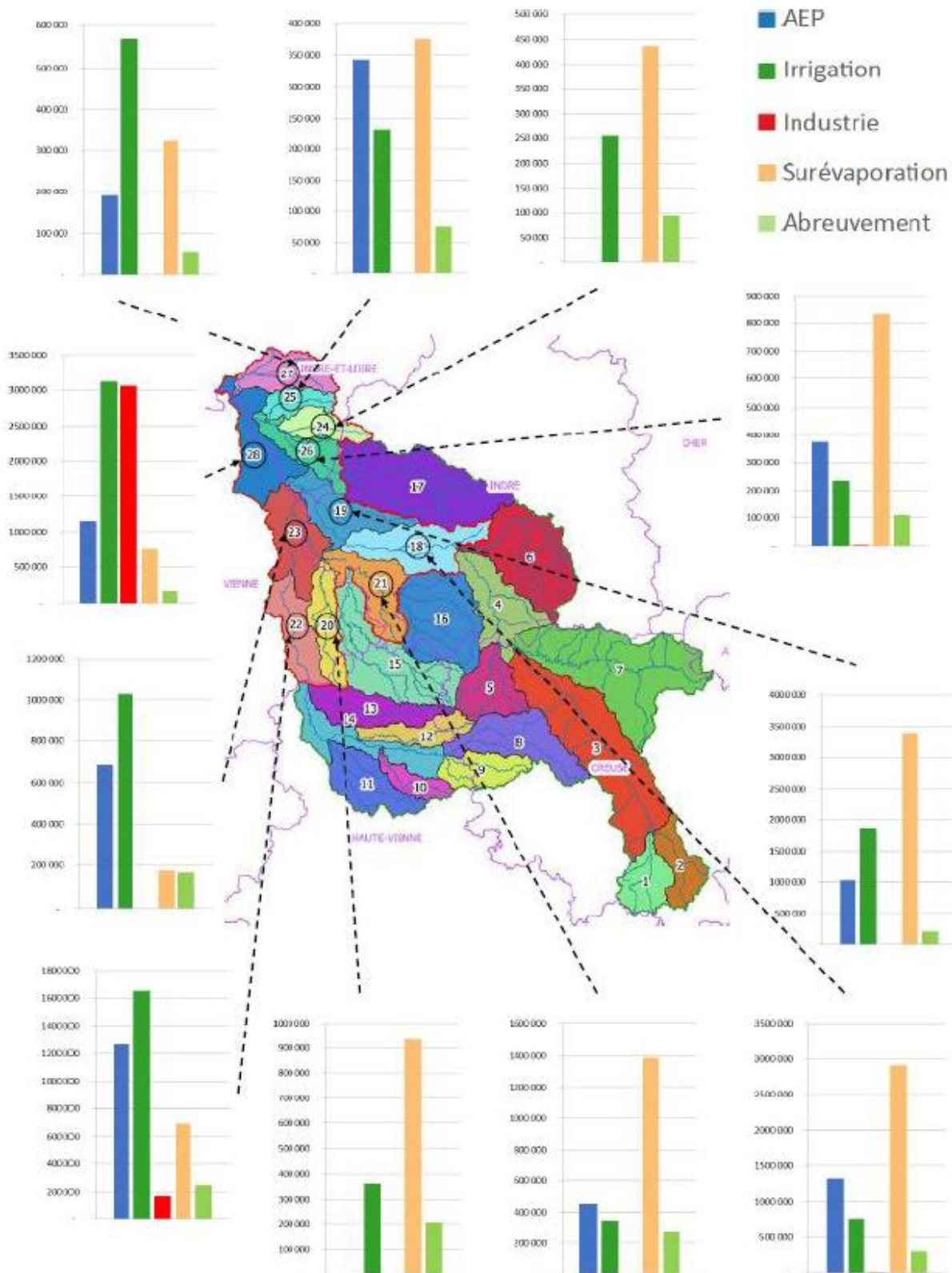


Figure 9 : Prélèvements en m3 représentés par UG de la Creuse aval et par usages en 2019

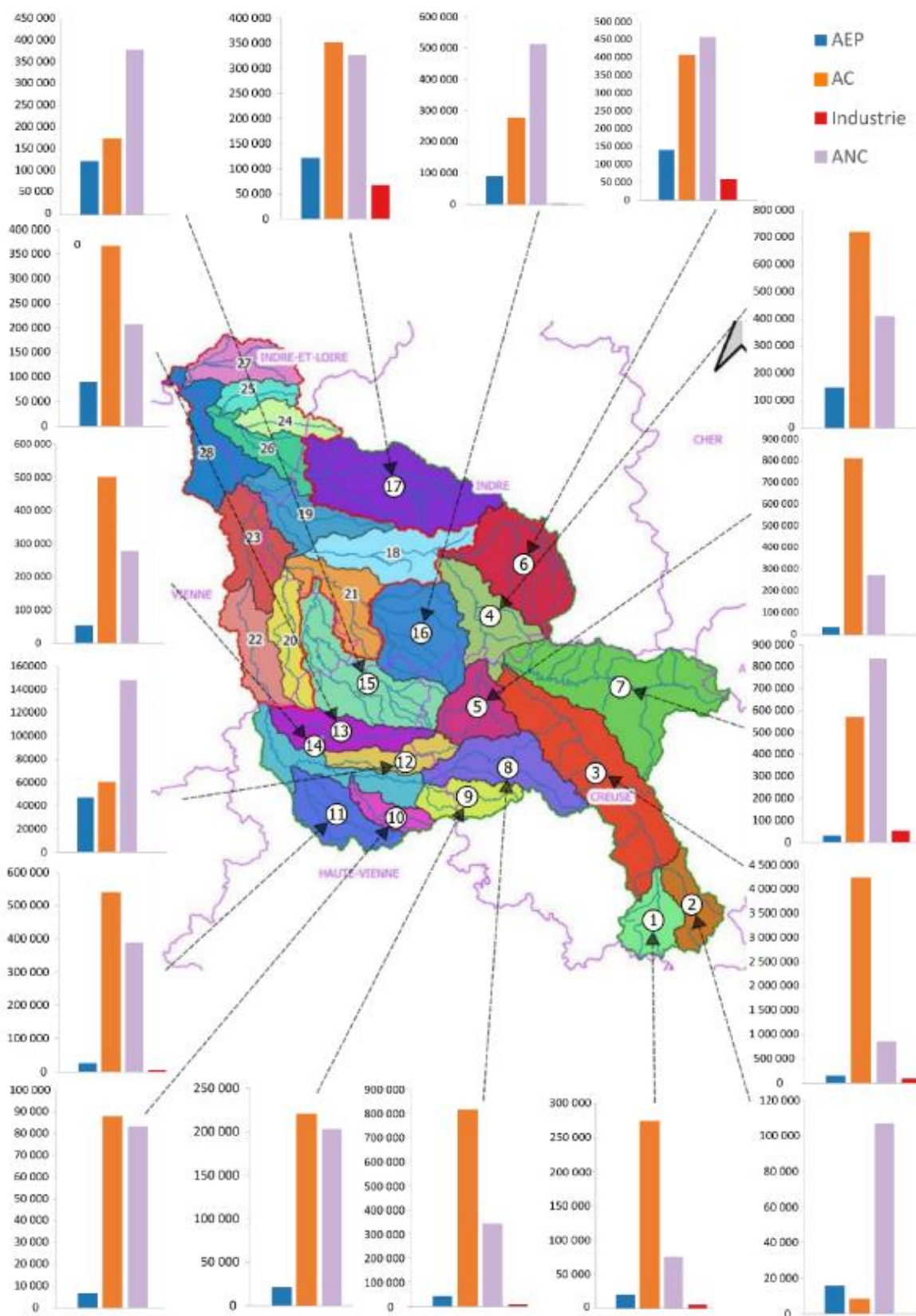


Figure 10 : Restitutions en m3 représentés par UG de la Creuse amont et par usages en 2019

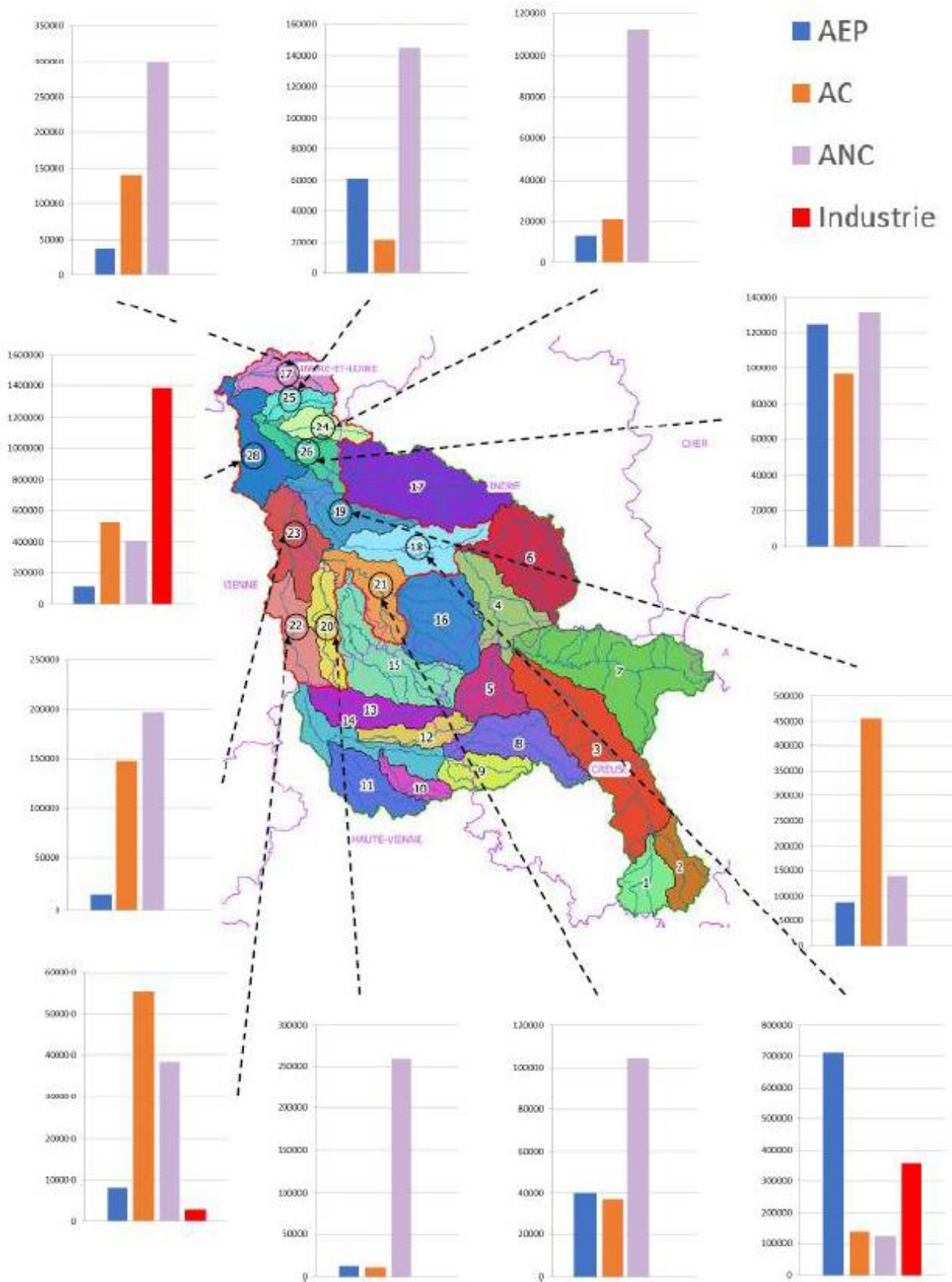


Figure 11 : Restitutions en m³ représentés par UG de la Creuse aval et par usages en 2019

4 Volet « Hydrologie »

Note préalable : le volet « Hydrologie » faisant intervenir des notions complexes non définissables par un simple glossaire, le lecteur est invité à consulter l'annexe 2 qui définit ces notions, avant d'en commencer la lecture.

4.1 Objectifs visés

- Apporter une compréhension approfondie du fonctionnement hydrologique et hydrogéologique du territoire du SAGE Creuse, ainsi que des interactions nappe-rivière, à l'échelle de chaque unité de gestion, depuis la moitié du XX^{ème} siècle jusqu'à aujourd'hui, et plus en particulier sur la période 2000-2019 ;
- Evaluer l'effet des usages anthropiques de l'eau sur l'hydrosystème à l'aide d'une reconstitution de l'hydrologie désinfluencée de ces derniers, réalisée par modélisation hydrologique.

4.2 Eléments de méthode

- 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, au niveau de chaque unité de gestion, les évolutions des principaux précurseurs de la ressource en eau disponible ; **la pluviométrie et l'évapotranspiration** ;
- Par la suite, une analyse du fonctionnement hydrogéologique est réalisée à partir des études disponibles et d'une campagne piézométrique menée dans le cadre de l'étude afin de :
 - ▶ Caractériser les nappes en présence ;
 - ▶ Comprendre et caractériser l'évolution de leur niveau ;
 - ▶ Comprendre et caractériser les interactions nappe-rivière.
- 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 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 menées ;
 - ▶ Pré-identifier les points sensibles du territoire d'étude.
- Finalement, les données météorologiques, hydrométriques, piézométriques et le bilan des usages réalisé dans le cadre de l'étude sont valorisés dans le cadre d'une modélisation permettant de reconstituer les débits et niveau de nappe qui auraient lieu en l'absence d'usages anthropiques de l'eau (on parle d'hydrologie désinfluencée). Cette modélisation (dont les modalités sont décrites à l'annexe 3) permet de caractériser, au niveau de chaque unité de gestion, la pression exercée par les usages sur la ressource en eau (débits et niveaux de nappes), en particulier en période d'étiage.

4.3 Résultats obtenus

4.3.1 Analyse hydro-climatique

	Pluviométrie	ETP	Précipitations nettes
Comparaison du territoire d'étude au territoire métropolitain	Pluviométrie moyenne par rapport à la normale du territoire métropolitain	ETP moyenne par rapport à la normale du territoire métropolitain.	Pas d'information spécifique Précipitations nettes a priori dans la moyenne métropolitaine
Analyse pour la période 2000-2019	<p>Alternance d'années sèches (2005, 2011 et 2015) et humides (2000, 2002, 2006 à 2008 et 2013)</p> <p>Importantes d'octobre à janvier + pic de précipitations en mai et en avril</p> <p>Influence de l'altitude forte : cumuls annuels moyens plus bas a l'aval du périmètre du BV Creuse</p>	<p>Alternance d'années sèches et humides</p> <p>Augmentation de janvier à juillet (maximum) puis diminution jusqu'à décembre</p> <p>Homogène sur le territoire d'étude avec un léger gradient négatif de l'Ouest vers l'Est du bassin</p>	<p>Alternance d'années sèches et humides</p> <p>Positives d'octobre à mars inclus, négatives d'avril à septembre. Minimales en juillet, maximale en décembre</p> <p>Influence de l'altitude forte (directement issue de la dépendance des précipitations)</p>
Comparaison au climat passé (évolution depuis 1960)	<p>Maintien</p> <p>Cumuls plus importants mais non significatifs sur les reliefs à l'amont du périmètre du BV Creuse</p>	<p>Augmentation</p> <p>Tendance à l'augmentation généralisée, particulièrement marquée en été</p>	<p>Diminution</p> <p>Diminution, principalement par l'augmentation significative de l'ETP</p>

4.3.2 Analyse du fonctionnement hydrogéologique et des interactions nappe-rivière (CPGF Horizon)

4.3.2.1 Principaux aquifères

La succession des aquifères présents sur le secteur aval du SAGE Creuse est synthétisée sur la Figure 12. Sur le secteur « *Creuse aval* », les unités aquifères suivantes peuvent être déterminées :

- **Les formations alluviales :**

En termes de rattachement à une masse d'eau souterraine spécifique, la surface occupée par cet aquifère se limite à l'extrême aval de la zone d'étude (alluvions de la Vienne GG110). Toutefois, les vallées de la Creuse et de la Gartempe (principalement) sont tapissées de dépôts alluvionnaires, de nature principalement sablo-graveleuse, dont les épaisseurs sont réduites entre 5 et 8 m. Les horizons productifs (graveleux) sont souvent plus limités en épaisseur. Malgré de très bonne perméabilité, la faiblesse des épaisseurs limite la productivité globale à un maximum de 10 m³/h en forage. Cependant, l'intérêt de cet aquifère réside dans le fait qu'il est souvent en continuité hydraulique avec les aquifères sous-jacents. Il s'agit principalement des calcaires du Dogger sur la moitié sud de la zone d'étude et de l'aquifère séno-turonien sur la partie nord.

D'un point de vue hydraulique, cet aquifère de relais renferme la nappe d'accompagnement des principaux cours d'eau locaux. Ses fluctuations sont donc fortement liées au niveau des cours d'eau dont l'interrelation peut fluctuer en fonction de la saison hydrologique.

○ **Les calcaires lacustres de l'ère tertiaire :**

Les calcaires de l'Eocène, dont les dépôts sont d'origine lacustres, occupent les zones de plateaux de la moitié Nord de la zone d'étude. Deux secteurs individualités se démarquent principalement :

- Secteur Nord d'Yzeure sur Creuse ;
- Secteur Nord-Est de Descartes

Ces calcaires lacustres forment un aquifère très peu épais (inférieur à 10 m). Le mur du réservoir est formé par les formations détritiques de l'éocène (argile à silex). La position des affleurements en plateau et la présence de cet horizon imperméable sous-jacent donnent naissance à de très nombreuses sources de déversement dont les débits sont limités.

○ **Les formations détritiques de l'ère tertiaire (spécifiquement les formations de Brenne) :**

Les formations de Brenne peuvent être considérées comme un aquifère médiocre ou un aquitard. Les horizons sableux qu'elles peuvent contenir sont susceptible de renfermer des nappes « perchées » peu à très peu productives qui ne permettent que l'alimentation limitée des anciens puits de ferme. Son exploitabilité est donc médiocre malgré une épaisseur globale de la formation qui peut s'élever importante.

○ **La craie du Séno-turonien :**

Cet aquifère occupe la moitié Nord de la zone d'étude. La craie turonienne forme un réservoir d'épaisseur conséquente, de plusieurs dizaines de mètres (40 à 50 m). Les niveaux aquifères correspondant principalement aux niveaux du Turonien moyen et supérieur. Le Turonien inférieur s'enrichit en marnes et son potentiel aquifère est plus limité. Des lignes de sources apparaissent d'ailleurs au niveau de du contact Turonien inférieur / Turonien moyen et supérieur. Ainsi, Le mur de la nappe peut être considéré au niveau de la partie inférieure du Turonien complété par les formations marneuses du Cénomanién supérieur.

La craie présente une porosité d'interstices qui, à elle seule, confère une perméabilité assez limitée au réservoir. Il faut un réseau de fissures et de fractures pour que les débits deviennent plus importants. Ce réseau de fracturation se développe principalement dans les premières dizaines de mètres de profondeur par l'effet de la décompression des terrains. De légers phénomènes karstiques affectent également la craie. La limite Turonien moyen / Turonien supérieur apparait régulièrement surélevée par rapport au réseau hydrographique actuel. Le contraste de perméabilité montre des lignes de sources apparaitre au niveau de cette limite. Cette surélévation par rapport au réseau hydrographique actuel induit des gradients hydrauliques relativement élevés dans ces formations sur les cartes piézométriques.

○ **Les sables et grès du Cénomanién :**

L'aquifère du Cénomanién est présent sur l'ensemble de la moitié Nord de la zone d'étude, au Nord d'une ligne Vicq sur Gartempe / Tournon Saint Martin. Le réservoir correspond à la série sableuse et gréseuse entrecoupée de bancs marneux qui correspond au faciès des sables de Vierzon (Cénomanién inférieur). Le toit de l'aquifère est constitué par les marnes du Cénomanién supérieur et du Turonien inférieur. Le mur est formé par les argiles basales du cénomanién inférieur. Selon l'épaisseur de cet horizon, le réservoir semble pouvoir être en continuité hydraulique avec les calcaires Jurassiques sous-jacents. L'épaisseur générale est limitée à quelques dizaines de mètres (40 m au maximum). La partie sableuse, aquifère, se limiterait plutôt à une épaisseur de l'ordre de la dizaine de mètres. Sur le secteur d'étude, la nappe qu'il renferme affleure et est donc libre sur un domaine d'extension Nord/Sud de l'ordre de 1 à 2 km, **au niveau de Vicq sur Gartempe**

/ **Tournon Saint Martin.** Son affleurement est lié en grande partie à la présence de deux axes faillés. Très rapidement, la nappe devient captive vers le Nord, sous recouvrement Crétacé.

○ **Les calcaires du Jurassique :**

L'aquifère que ces formations carbonatées renferme est le principal de la moitié méridionale de la zone d'étude. L'aquifère reste toutefois présent dans la partie septentrionale de la zone d'étude mais captif, à forte profondeur, sous les formations crétacées.

L'aquifère est formé par :

- Les calcaires et assises à silex de l'Aalénien et du Bajocien ;
- Les calcaires du Bathonien ;
- Les calcaires du Callovien ;
- Les calcaires de l'Oxfordien.

La masse calcaire est toutefois entrecoupée de bancs plus marneux, comme à l'Oxfordien moyen, rendant l'aquifère discontinu ou multicouches.

Le mur de l'aquifère est formé par l'atteinte de formations calcaro-marneuse à l'Aalénien et au Toarcien. Le toit de l'aquifère correspond aux argiles basales du Cénomaniens lorsque celle-ci existent à partir d'une ligne Vicq sur Gartempe / Tournon Saint Pierre. Sur la moitié sud, les calcaires jurassiques sont soit à l'affleurement, soit sous recouvrement détritique éocène. L'aquifère est alors soit libre, soit semi-captif sous ce recouvrement.

Les faciès ooides (principalement) du Bathonien peuvent renfermer une porosité d'interstice. Toutefois, la circulation de l'eau dans l'aquifère est principalement lié à la fracturation et à **la karstification. Ce caractère karstique rend l'aquifère très hétérogène dans les productivités recoupées en forage et dans ses paramètres hydrodynamiques.**

La karstification est issue de la dissolution des roches carbonatées et sulfatées au contact de l'eau chargée d'acide carbonique issue du gaz carbonique de l'air. Cette eau élargit progressivement les vides initiaux dans lesquels elle circule et les agrandit progressivement. Le processus est dépendant :

- de la nature de la roche dans laquelle l'eau circule ;
- de l'intensité de la répartition des précipitations ;
- de la morphologie de surface ;
- de la température et de l'altitude

Le développement de réseau karstiques dans les formations géologiques a une importance particulière dans le fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère du Jurassique. D'un point de vue morphologique, les indices de la présence de tels réseaux peuvent être recherchés en surface, tels que les dolines ou les gouffres.

○ **Les dolomies, calcaires, sables et grès de l'Infralias :**

L'aquifère contenu dans les formations au-dessous des marnes du Toarcien est à l'affleurement sur un territoire très limité de la zone d'étude. Il s'agit des limites sud, dans les bassins du Salleron et de l'Anglin. Sur ces secteurs, le Toarcien est constitué d'horizon détritiques considérés comme très peu productifs à

improductifs. Le mur de l'aquifère est formé par les formations de socle jugées très peu perméables et le mur est constitué par les marnes du Toarcien.

A noter qu'à l'Ouest de la vallée de la Gartempe, les formations infra-Toarciennes prennent un faciès plus dolomitique. La fracturation de ce massif permet la circulation des eaux souterraines.

Plus à l'Est du territoire d'étude (secteur d'Argenton sur Creuse), les formations détritiques de l'infra-lias peuvent renfermer des lentilles grésosableuses susceptibles de présenter des débits intéressants pour la production d'eau potable. C'est par exemple le cas des captages exploités de SIAEP de l'Auzon ou par la commune de Sacières Saint Martin. Toutefois, ces lentilles de faible extension ne sont pas continues, avec des aires de réalimentation de très faible extension, rendant l'équilibre entre recharge et prélèvements très sensible.

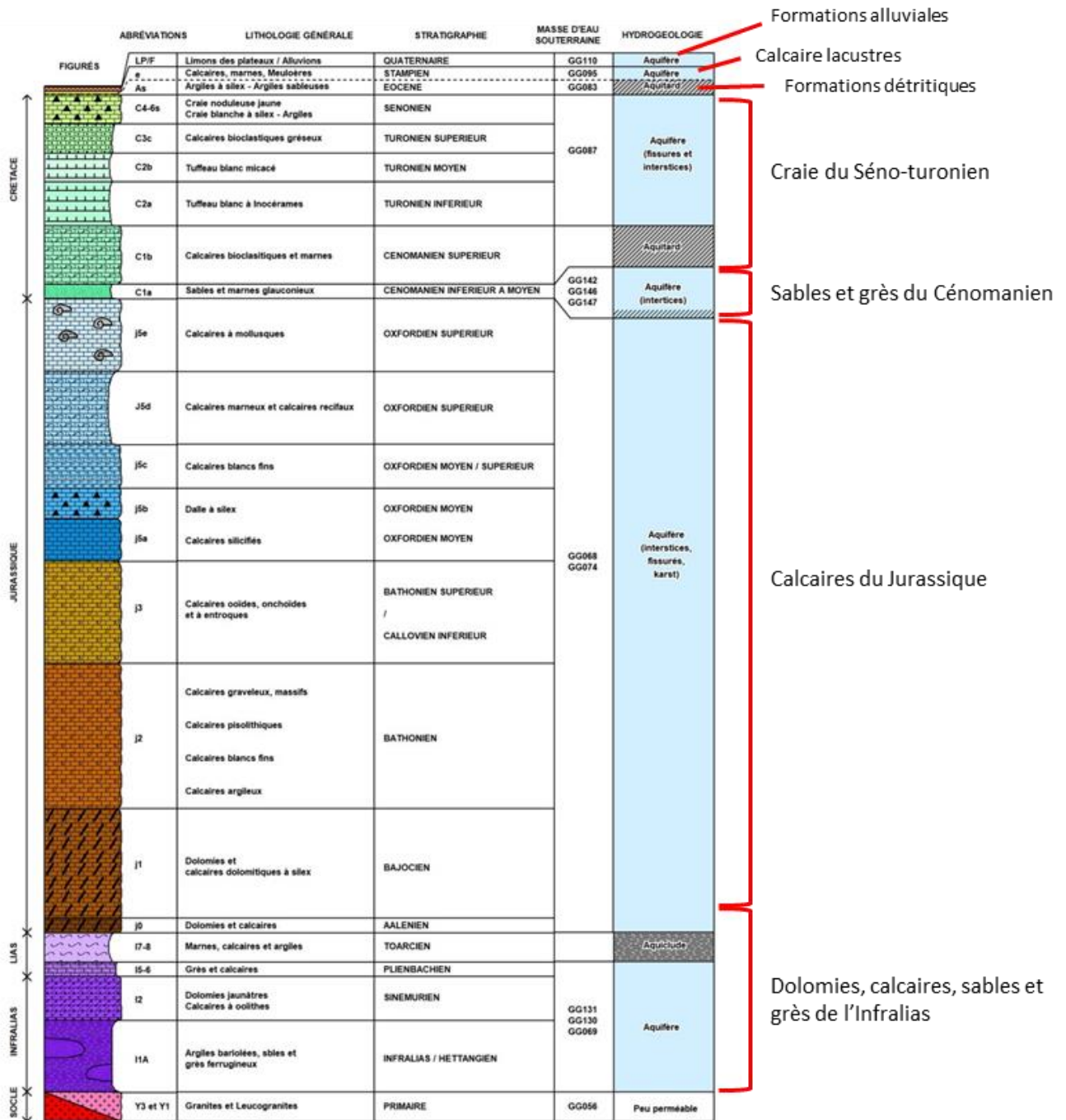


Figure 12 : Succession des aquifères au regard des formation géologiques rencontrées sur le secteur d'étude

Coupe géologique régionale Nord-Sud du secteur d'étude

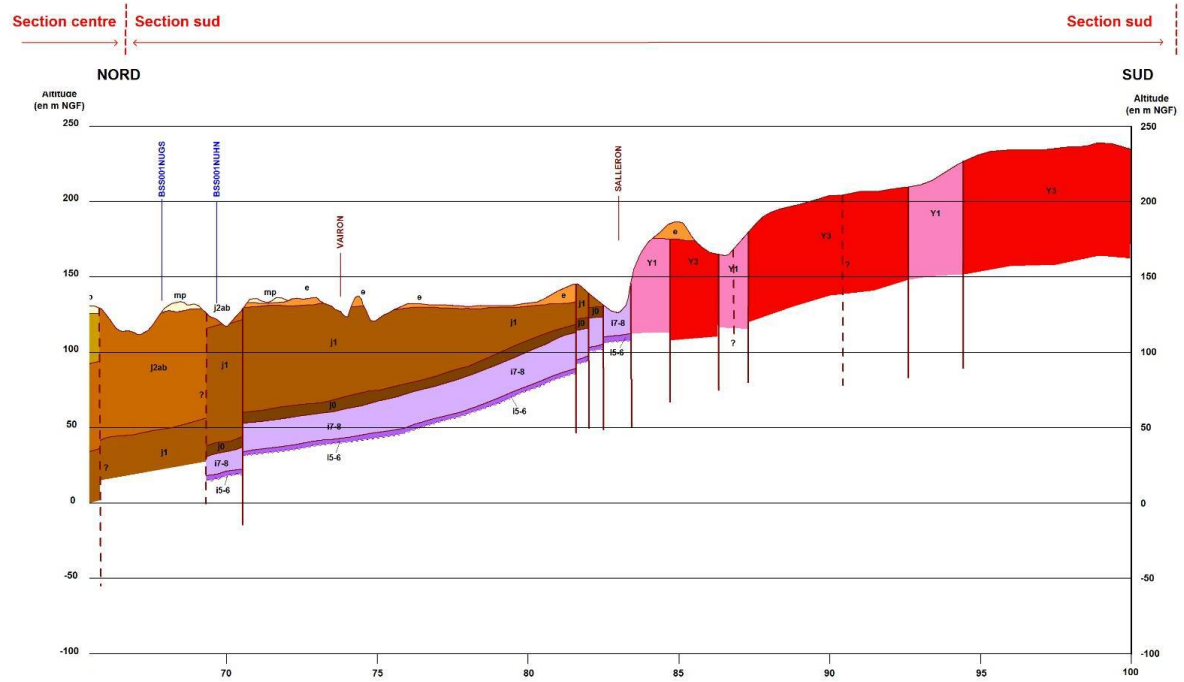


Figure 13: coupe géologique Sud / Nord de la zone d'étude Creuse aval (CPGF HORIZON, d'après synthèse bibliographique) – Section sud

Coupe géologique régionale Nord-Sud du secteur d'étude

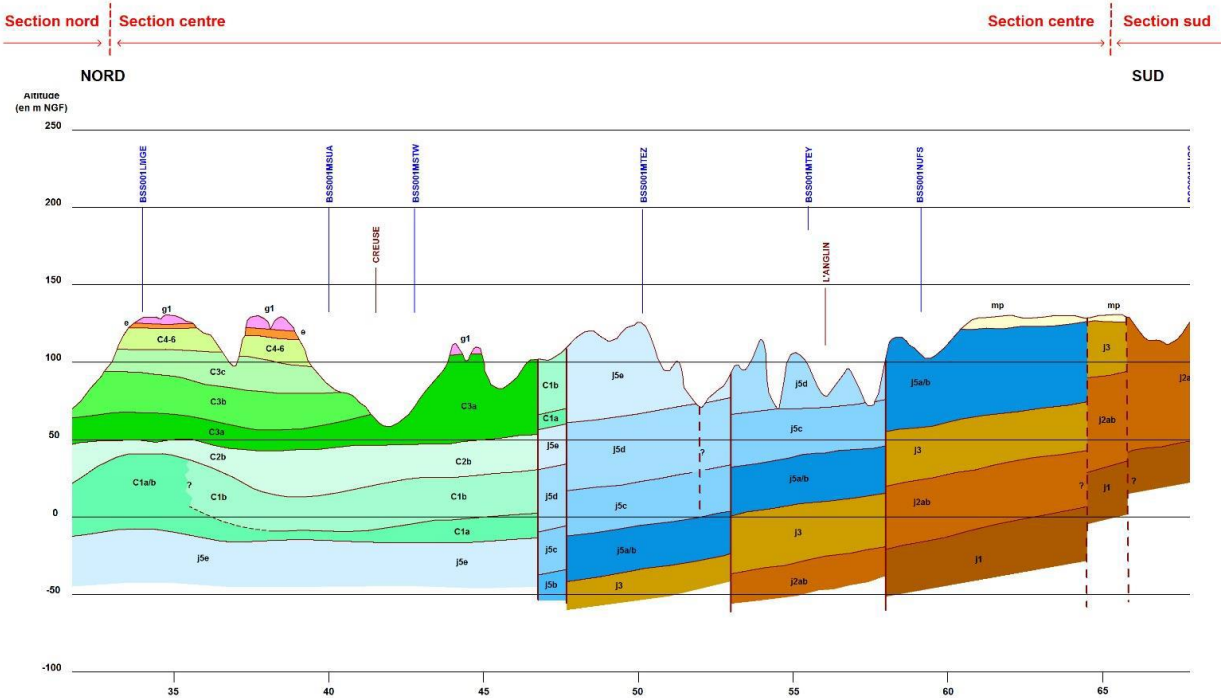


Figure 14: coupe géologique Sud / Nord de la zone d'étude Creuse aval (CPGF HORIZON, d'après synthèse bibliographique) – Section Centre

Coupe géologique régionale Nord-Sud du secteur d'étude

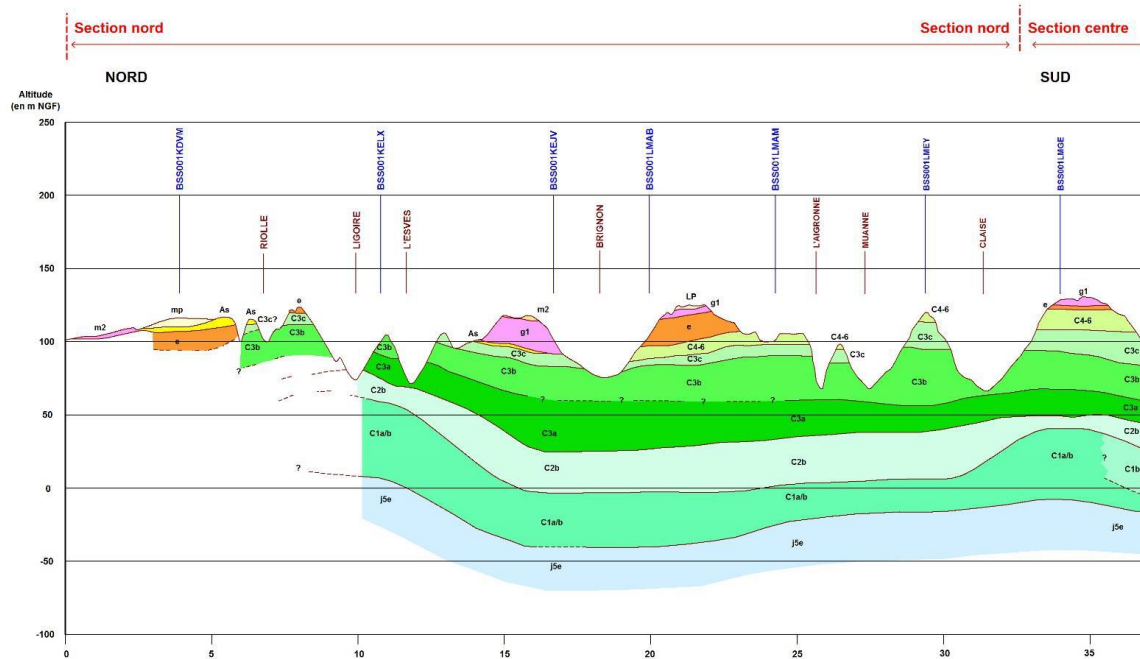


Figure 15 : coupe géologique Sud / Nord de la zone d'étude Creuse aval (CPGF HORIZON, d'après synthèse bibliographique) – Section Nord

4.3.2.2 Modalités d'écoulement des eaux souterraines

Dans le cadre de l'étude HMUC Creuse Aval, une campagne piézométrique a été réalisée **au mois d'avril 2021** sur l'ensemble du secteur aval du territoire SAGE Creuse. Le but de cette campagne était d'acquérir **une connaissance globale de la piézométrie de la ressource en eau souterraine susceptible de participer à l'alimentation du réseau hydrographique superficiel et de caractériser la direction des écoulements souterrains.**

La carte piézométrique issue des mesures est présentée en Figure 16. Elle présente des isopièzes de couleur différenciée qui correspondent au passage successif des formations à l'affleurement :

- Du Jurassique moyen au Sud ;
- Du Jurassique supérieur au Centre ;
- Du Crétacé au Nord.

En complément, les niveaux perchés compris dans les formations tertiaires ont été différenciés lorsque la densité de mesures sur ces niveaux le permettait.

De manière très générale, les esquisses piézométriques apparaissent conformes aux bassins versants topographiques. Toutefois, sur les zones d'affleurement du Jurassique moyen, à l'extrême sud de la zone d'étude, les cours d'eau situés têtes de bassins versant topographiques drainent peu ou pas la nappe. Ces spécificités sont en cohérence avec des essais par traçage montrant effectivement les pertes de ruisseaux (par exemple le Mage, le ruisseau des Jardrets), situés dans le bassin de la Bouzanne, et présentant des résurgences plus en aval dans la Bouzanne. Ces ruisseaux apparaissent donc perchés par rapport à la nappe du Jurassique moyen.

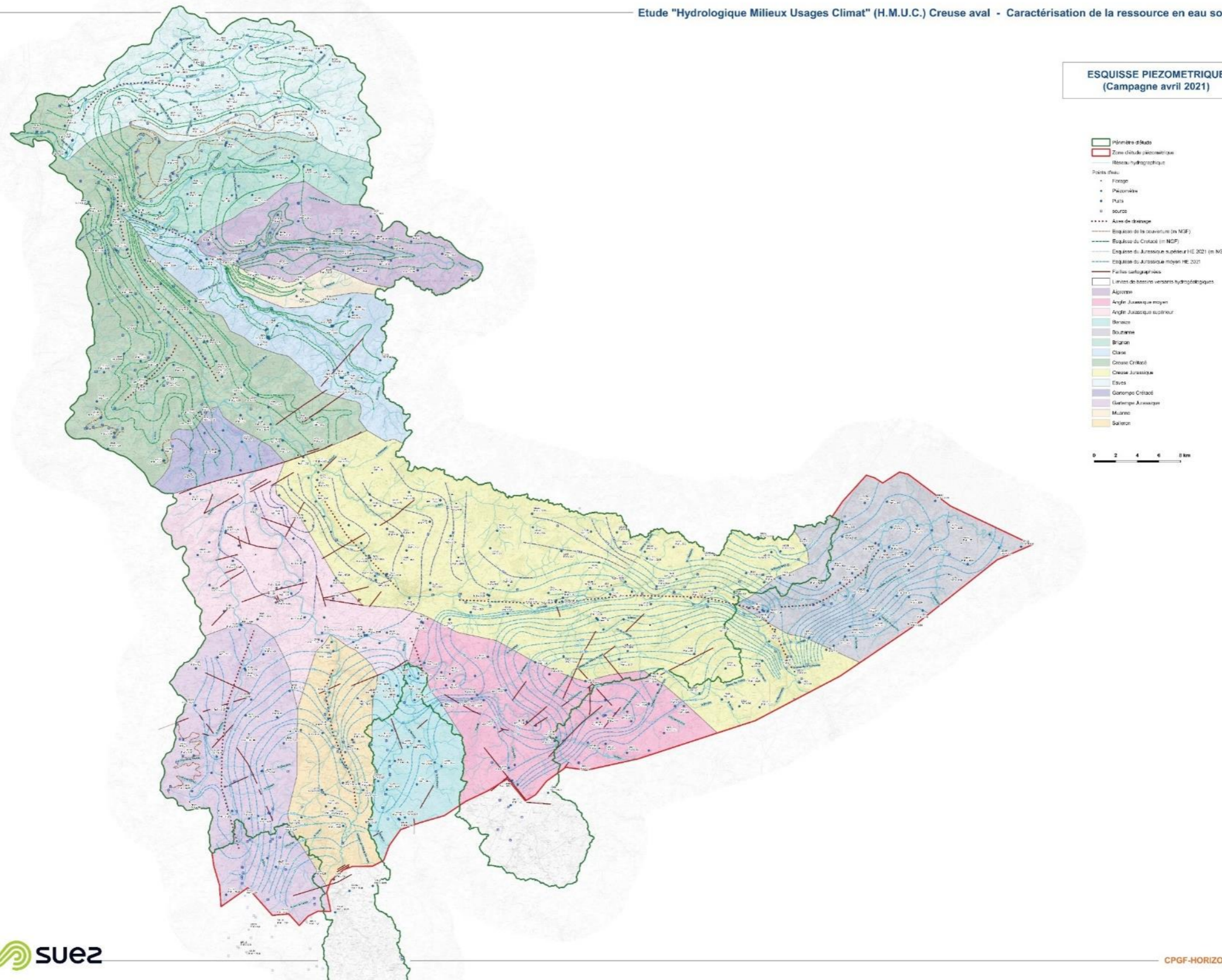


Figure 16 : Esquisse piézométrique sur le secteur aval du territoire SAGE Creuse (Avril 2021)

4.3.2.3 Approche des relations nappes-rivières par décomposition des hydrogrammes

L'écoulement de base d'un cours d'eau représente la part du débit de ce cours d'eau provenant du ou des aquifères qui lui sont hydrauliquement connectés.

Sur le cycle hydrologique analysé (01/01/2019 – 31/12/2019), la grande majorité des stations montre une participation des eaux souterraines à l'apport débitmétrique global compris **entre 40 % et 60 %**. L'influence des apports en eau souterraines au débit général des cours d'eau du périmètre d'étude **est donc significative et représentative d'un contexte sédimentaire permettant des soutiens d'étiages consistants**.

Globalement, les cours d'eau principaux de la zone d'étude bénéficient d'un apport généralisé des nappes libres. Des cas particuliers existent, tel que le Suin, s'écoulant au niveau de formations du Jurassique supérieur dont les propriétés aquifères sont faibles à nulles. Des contrastes sont néanmoins mis en évidence avec des zones d'apports limités sur les zones d'affleurement du Jurassique moyen, des zones en pertes pour l'Anglin au niveau du Jurassique supérieur. Le passage vers l'aval aux affleurements crétacés a pour effet d'augmenter significativement la proportion d'écoulement de base.

4.3.3 Analyse du fonctionnement hydrologique

4.3.3.1 Analyse des débits mesurés

4.3.3.1.1 Evolution des débits dans le passé proche (période 1970-1989 vs 2000-2019)

Seules 10 stations présentent des chroniques sans lacune à la fois sur la période 1970-1989 et 2000-2019 :

- | | |
|--------------------------------------|---|
| ▶ L4010710 - La Creuse à Felletin | ▶ L6020710 - La Creuse à Leugny |
| ▶ L4653010 - Bouzanne à Velles | ▶ L4033010 - La Rozeille à Moutier-Rozeille |
| ▶ L4220710 - La Creuse à Fresselines | ▶ L5101810 - La Gartempe à Folles |
| ▶ L5034010 - Ardour à Folles | ▶ L5411810 - La Gartempe à Montmorillon |
| ▶ L5223020 - Le Vincou à Bellac | ▶ L4411710 - La Petite Creuse à Fresselines |

On observe une diminution quasi généralisée des débits entre la période 1970-1989 et 2000-2019, d'autant plus marquée sur les débits statistiques d'étiage (QMNA5 et VCNs). Durant la période 2000-2019, on retrouve de plus nombreuses années pour lesquelles le débit moyen annuel est plus faible que le module. Ceci est notamment lié à la raréfaction des années à fort débit hivernal ce qui peut jouer un rôle important pour la recharge des nappes ;

En moyenne sur ces 10 stations, on observe une diminution de 17% du module, de 13% du QMNA5, de 18,5% du VCN30(5) et de 13% du VCN3(5) entre la période 1970-1989 et 2000-2019.

Cette diminution des débits est accompagnée par un début de basses eaux précoce¹, avancé d'un mois pour les 10 stations étudiées entre les deux périodes avec une baisse importante des débits moyens mensuels printaniers.

¹ Les périodes de basses eaux ont été identifiées comme étant les mois pour lesquels le débit moyen interannuel est en-deçà du module.

Parmi les phénomènes expliquant ces évolutions, on recense le changement climatique comme élément explicatif principal. D'autres facteurs comme l'évolution de l'occupation du sol, des usages de l'eau et des caractéristiques hydrauliques des cours d'eau peuvent également influencer les débits.

Les tendances des modules, VCN30, VCN10 et VCN3 sont à la baisse pour une grande majorité de ces stations. Une seule station tend à augmenter son module entre 2000 et 2019 (L5733020, Salleron à Journet), une seule tend à augmenter son VCN30 (L5323010, Brame à Oradour-St-Genest) et une seule augmente son VCN3 (L5411810, La Gartempe à Montmorillon). **Toutes les autres stations ont une tendance à la diminution du débit annuel et des débits d'étiage.** Globalement, la Gartempe semble moins affectée même si certains de ces affluents ont des tendances à la baisse importante en étiage (L5223020, Le Vincou à Bellac). **Les débits de la Creuse amont ont une tendance à la baisse avec une diminution du débit annuel et des VCN30, VCN10 et VCN3 de plus de 30% en moyenne.**

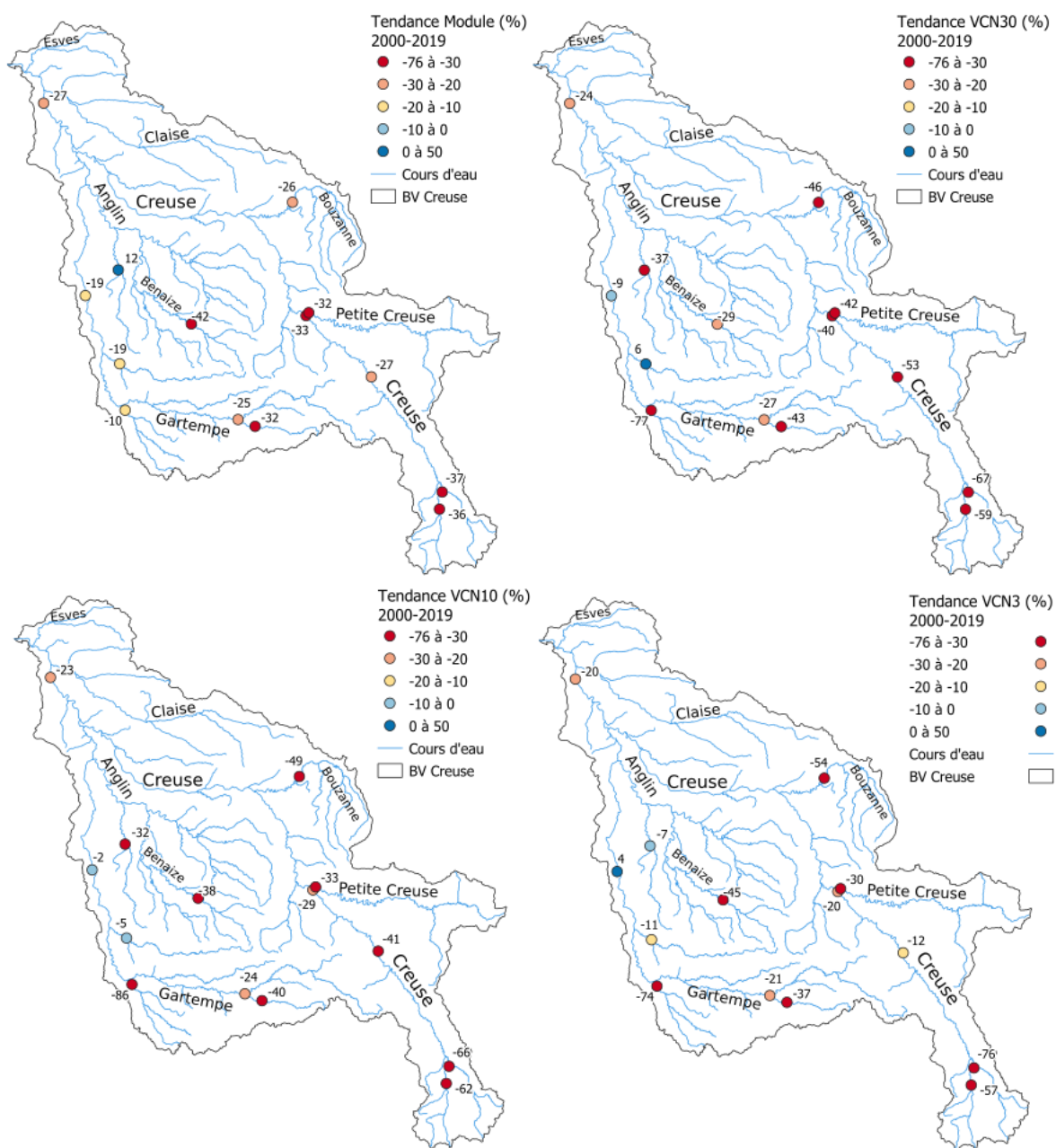


Figure 17 : Tendances des débits annuels, VCN30, VCN10 et VCN3 calculées sur les 14 stations ayant 20 ans de données entre 2000 et 2019

4.3.3.1.2 Analyse des débits sur la période 2000-2019

Plusieurs nuances de régimes pluviaux sont observées au sein du bassin versant de la Creuse. Les cours d'eau situés sur les plus hauts reliefs montrent un régime pluvial se rapprochant du régime uniforme avec une période de basses eaux moins marquée. Les cours d'eau situés à l'aval du bassin présentent des régimes hydrologiques avec des basses eaux nettement plus marquées. Une période de basses eaux allant des mois de mai à octobre inclus semble ressortir de l'analyse. Le bassin suit un régime pluvial classique avec des hivers humides et des étiages prononcés en été ;

Les bassins de la Benaize (UG 15), de l'Anglin amont (UG 16), de la Petite Creuse (UG 7) et de la Brame (UG 13) présentent un écart relativement marqué entre leur module et leurs débits caractéristiques d'étiage QMNA ; les étiages y sont par conséquent sévères et les VCN30(5) sont inférieures à 100 l/s ;

A l'inverse, **l'Aigronne, le Brignon et l'Esves** présentent un **écart plus modéré** entre leur module et leurs débits caractéristiques d'étiage, ce qui signifie que leurs **étiages sont moins marqués** que ceux du reste du territoire ; En effet le QMNA5 représente environ 30% du module de ces cours d'eau. Cependant ces bassins présentent des débits spécifiques faibles tout au long de l'année où les précipitations sont les plus faibles dans le bassin de la Creuse ce qui réduit la productivité de ces bassins versants.

Les rivières suivies connaissant les plus forts étiages sont La Petite Creuse à Genouillac, affluent de la Creuse (QMNA5 représente 3.9% du module), la Brame à Oradour Saint Genest, affluent de la Gartempe (QMNA5 représente 3.3% du module), l'Anglin à l'amont de Prissac, affluent de la Gartempe (QMNA5 représente 3.6% du module), la Benaize à Jouac, affluent de l'Anglin (QMNA5 représente 3.8% du module) et la Benaize à La Trimouille, affluent de l'Anglin (QMNA5 représente 2.1% du module)

On observe une très forte similitude des variations interannuelles du module de l'ensemble des stations du bassin de la Creuse, ce qui témoigne d'un fonctionnement hydro climatique similaire. On retrouve une **bonne correspondance entre le climat** et la variation des débits moyens annuels. En effet, les années **2005, 2011, 2015 et 2017** apparaissent comme particulièrement **sèches**, tandis que les années **2000-2001, 2006-2008 et 2013** sont plus **humides**.

L'Anglin amont (UG 16), la Brame (UG 13), la Claise aval (UG 26), le Salleron (UG 20), la Benaize (UG 15) et la Bouzanne (UG 6) présentent des QMNA et des VCN3 spécifiques plus bas que les autres cours d'eau en période estivale, inférieurs à 1 l/s/km² pour les QMNA et inférieurs à 0,5 l/s/km² pour les VCN3 en moyenne entre 2000 et 2019. A l'inverse, la Creuse amont (UG 1), la Gartempe amont (UG 8), l'Ardour (UG 9), la Gartempe médiane (UG 14) et la Gartempe à Montmorillon (UG 22) présentent des QMNA et des VCN3 spécifiques plus hauts que les autres cours d'eau en période estivale et supérieurs à 2 l/s/km² pour les QMNA et supérieurs à 1,5 l/s/km² pour les VCN3 en moyenne entre 2000 et 2019 ; Ils ont tendance à maintenir **une meilleure productivité en période estivale**, même en conditions sèches.

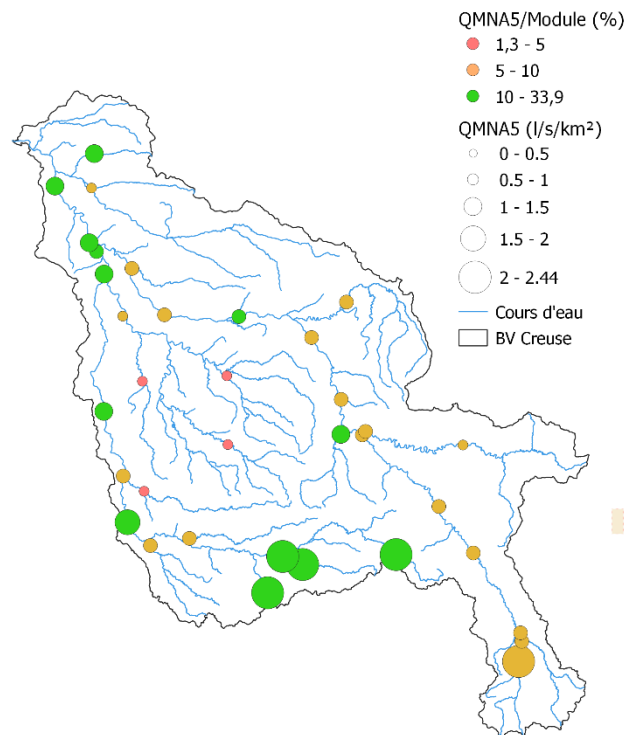


Figure 18. Représentation des rapports QMNA5/Module (%) et des QMNA5 spécifiques calculés aux stations hydrométriques sur le bassin versant de la Creuse

4.3.3.2 Analyse du réseau ONDE

Le nombre d'observations d'assecs est nettement supérieur en France en comparaison avec la Creuse entre 2012 et 2018. C'est en 2017 que l'écart entre la Creuse et la France est le plus net avec 7% d'assecs observé en Creuse contre 15 % en France. En 2013 aucun assec n'a été observé dans le BV Creuse. L'année 2019 a été la plus critique au niveau des écoulements avec 42% des stations ayant au moins un assec observé entre mai et septembre et 9% stations ayant au moins une rupture d'écoulement. Les années 2013 et 2014 sont les années les plus humides avec respectivement 1% et 0% de stations avec au moins un assec observé. Les assecs sont principalement observés au cours des mois de juillet, août et septembre. Le maximum d'assecs a été observé dès fin juillet en 2017 et en 2015. Au cours des années 2018, 2019, 2016 et en 2012, la maximum d'assecs a été observé fin août ou fin septembre et le nombre de cours d'eau asséché est resté élevé tardivement dans la saison.

Le secteur de la Creuse amont est particulièrement concerné par la problématique d'étiage, notamment sur les petits affluents de la Creuse à l'amont de Guéret (UG 3), de la Petite Creuse (UG 7) ou de la Creuse amont (UG 1) et de la Rozeille (UG 2). Le bassin de la Gartempe médiane (UG 22) apparaît lui aussi sensible aux étiages avec de nombreux petits affluents subissant des assecs. Des axes majeurs comme le Salleron (UG 20) et le Narablon (UG 15) connaissent aussi des assecs. Le bassin de la Creuse aval est lui aussi concerné par des assecs.

4.3.3.3 Analyse des arrêtés de restriction

Les restrictions sécheresse (tous seuils confondus) surviennent majoritairement sur une période allant d'août à octobre, le mois de septembre étant particulièrement concerné.

L'année 2019 est l'année où le plus de bassins sont entrés en restriction avec des coupures dans 13 sous bassins de la Creuse qui sont intervenues dès le mois de juillet. Il n'y a que la Creuse à Leugny qui n'a pas été concernée par des alertes ou des restrictions cette année-là.

Les bassins les plus soumis aux alertes et restrictions sont ceux de la Bouzanne, de l'Anglin amont, de la Claise et la Creuse médiane au niveau de Guéret. Les bassins les moins soumis aux restrictions sont ceux de la Creuse à Leugny, de l'Esves, du Brignon et de la Benaize.

Les débits de coupure sont franchis tous les ans au niveau de la Creuse au Blanc, de l'Aigronne et de l'Ardour. On constate que les débits de l'Ardour, la Gartempe amont, la Semme, le Vincou et la Brame sont en dessous du seuil de débit de coupure plus de 60 jours par an en moyenne entre 2000 et 2019 soit plus de deux mois. Les UG ayant le nombre de jours de dépassement des DSA et des DC les plus importants sont celles de la Gartempe amont et de ces affluents comme l'Ardour, le Vincou et la Semme. Sur ces affluents, les DC peuvent être franchis plus de 150 jours lors des années les plus sèches soit pendant 5 mois.

4.3.4 A retenir

- **Analyse diachronique**

L'analyse diachronique mettant en perspective les périodes 1969-1987 et 2000-2019 montre une diminution généralisée des débits, d'autant plus marquée sur les étiages (la sévérité des étiages augmente fortement sur la Creuse). Le début des basses eaux intervient de plus en plus tôt, tandis que la fin des basses eaux intervient au même moment.

- **Analyse hydrologique par unité de gestion sur la période 2000-2019**

On observe sur l'ensemble des unités de gestion un régime pluvial classique. Les années 2005, 2011, 2015 et 2017 apparaissent comme particulièrement sèches, tandis que les années 2000-2001, 2006-2008 et 2013 sont plus humides. La période de basses eaux intervient de mai à novembre.

L'axe Gartempe et la Creuse amont semblent être les cours d'eau conservant le mieux leur débit à l'étiage. Cependant, plusieurs affluents rencontrent des étiages plus sévères notamment dans les sous bassins de la Brame, de l'Anglin et de la Benaize. Les étiages les plus sévères ont lieu sur les bassins de la Benaize (UG 15), de l'Anglin amont (UG 16), de la Petite Creuse (UG 7) et de la Brame (UG 13).

A l'inverse, l'Aigronne, le Brignon et l'Esves présentent un écart plus modéré entre leur module et leurs débits caractéristiques d'étiage, ce qui signifie que leurs étiages sont moins marqués que ceux du reste du territoire ; En effet le QMNA5 représente environ 30% du module de ces cours d'eau. Cependant ces bassins présentent des débits spécifiques faibles tout au long de l'année où les précipitations sont les plus faibles dans le bassin de la Creuse, ce qui réduit la productivité de ces bassins versants.

L'Anglin amont (UG 16), la Brame (UG 13), la Claise aval (UG 26), le Salleron (UG 20), la Benaize (UG 15) et la Bouzanne (UG 6) présentent des QMNA et des VCN3 spécifiques plus bas que les autres cours d'eau en période estivale et inférieurs à 1 l/s/km² pour les QMNA et inférieurs à 0,5 l/s/km² pour les VCN3 en moyenne entre 2000 et 2019 ;

A l'inverse, la Creuse amont (UG 1), la Gartempe amont (UG 8), l'Ardour (UG 9), la Gartempe médiane (UG 14) et la Gartempe à Montmorillon (UG 22) présentent des QMNA et des VCN3 spécifiques plus hauts que les autres cours d'eau en période estivale et supérieurs à 2 l/s/km² pour les QMNA et supérieurs à 1,5 l/s/km² pour les VCN3 en moyenne entre 2000 et 2019 ; Ils ont tendance à maintenir une bonne productivité en période estivale, même en conditions sèches.

- **ONDE**

Le secteur de la Creuse amont est particulièrement concerné par la problématique d'étiage, notamment sur les petits affluents de la Creuse (UG 3, UG 7, UG 1, UG 2). L'UG 22 apparaît elle aussi sensible aux étiages avec de nombreux petits affluents subissant des assecs. Des axes majeurs comme le Salleron et le Narablon connaissent aussi des assecs. Le bassin de la Creuse aval est lui aussi concerné par des assecs.

- **Analyse des arrêtés de restriction**

Les restrictions sécheresse (tous seuils confondus) surviennent majoritairement sur une période allant d'août à octobre, le mois de septembre étant particulièrement concerné. Les bassins les plus soumis aux alertes et restrictions sont ceux de la Bouzanne, de l'Anglin amont, de la Claise et la Creuse médiane au niveau de Guéret. Les bassins les moins soumis aux restrictions sont ceux de la Creuse à Leugny, de l'Esves, du Brignon et de la Benaize.

4.3.5 Reconstitution de l'hydrologie désinfluencée

L'impact des prélèvements est visible sur la totalité des unités de gestion du bassin de la Creuse, par un écart entre le régime influencé (avec les débits les plus bas) et le régime désinfluencé (avec les débits plus haut).

La Brame (UG 12), La Benaize (UG 15), l'Anglin amont (UG 16) et le Salleron (UG 20) sont des unités de gestion très sensibles, celles-ci conservent en effet très mal leurs débits à l'étiage (rapport QMNA5/Module très faible). Pour ces dernières, même un prélèvement net faible peut conduire à d'importantes diminutions des indicateurs d'étiage.

Le Tableau 2 et la Figure 19 permettent de résumer l'impact au niveau de chaque unité de gestion, et de les comparer entre elles.

Il est intéressant de comparer dans un premier temps la magnitude générale des prélèvements nets avec la quantité d'eau moyenne écoulée de chaque unité de gestion (le module). On observe, d'après la dernière colonne du Tableau 2, que la pression globale de prélèvement est particulièrement marquée sur la Couze (UG 10), la Claise amont (UG 17) et la Claise aval (UG 17) avec un rapport de, respectivement, 8,9%, 20,6% et 13,3% entre les volumes nets prélevés et le module désinfluencé. Ce rapport est quasiment nul ou très faible au niveau de la Creuse amont (UG 1), de l'Axe Creuse amont (UG 3), la Petite Creuse (UG 7), la Gartempe médiane (UG 8), la Brame (UG 13) et l'Esves (UG27).

Cette comparaison permet d'appréhender en ordre de grandeur l'intensité de l'activité humaine sur chaque unité de gestion, mais elle ne permet pas d'en déduire directement l'effet sur les débits. En effet, cela dépend par exemple de la répartition infra-annuelle des prélèvements et des débits, des relations nappes rivières... Afin de prendre en compte ces facteurs, il convient de comparer les indicateurs issus des modélisations.

On observe, que la pression globale de prélèvement est particulièrement marquée sur la Couze (UG 10), la Claise amont (UG 17) et la Claise aval (UG 17), avec une diminution du module influencé de respectivement, 9%, 13,5% et 9,2%, en comparaison avec le module désinfluencé. Cet écart est très faible et inférieur à 1% au niveau de la Creuse amont (UG 1), de l'Axe Creuse amont (UG 3), la Sédelle (UG 5), la Petite Creuse (UG 7), la Gartempe amont (UG 8), l'Ardour (UG 9), la Brame (UG 13) et l'Esves (UG27).

La Rozeille (UG 2), la Sédelle (UG 5), la Bouzanne (UG 6), la Couze (UG 10) la Claise amont (UG 17) et la Claise aval (UG 26) sont les UG qui voient leurs QMNA5 et leur VCN30(5) diminués de plus de 45% lorsqu'ils sont influencés par les usages anthropiques. Les influences anthropiques conduisent à diminuer ces deux indicateurs de 20% ou plus sur l'Axe de la Creuse amont (UG 3), sur la Petite Creuse (UG 7), le Vincou (UG 11), la Semme (UG 12), la Gartempe médiane (UG 14), la Benaize (UG 15), l'Anglin amont (UG 16), la Creuse à Tournon (UG19), le Salleron (UG20), l'Anglin aval (UG21) et la Creuse aval (UG28). Ceci s'explique par des prélèvements nets marqués sur l'ensemble de ces UG, excepté pour la Creuse à Fresselines qui a un prélèvement net négatif.

Les UG sur lesquelles les écarts entre les indicateurs d'étiage calculés sous régime influencé et ceux sous régime désinfluencé sont les plus faibles pour la Creuse amont (UG 1), la Creuse à Argenton (UG 4), la Brame (UG 13), l'Ardour (UG 9), l'Aigronne (UG24) et l'Esves (UG27). Ces UG ont des prélèvements nets plutôt faibles ce qui influence plus faiblement les étiages de ces cours d'eau.

	Module (m3/s et en L/s)			QMNA5 (m3/s et en L/s)			VCN30(5) (m3/s et en L/s)			VCN30(2) (m3/s et en L/s)			Analyse des prélèvements nets	
	Infl.	Désinfl.	Ecart (infl. vs. désinfl. en %)	Infl.	Désinfl.	Ecart (infl. vs. désinfl. en %)	Infl.	Désinfl.	Ecart (infl. vs. désinfl. en %)	Infl.	Désinfl.	Ecart (infl. vs. désinfl. en %)	Prélèvement net en 2019 (m3/an)	Rapport prélèvement net / module
UG1 – Creuse amont	3.94 (19.2)	3.95 (19.3)	-0.26	0.45 (2.2)	0.47 (2.3)	-4.63	0.42 (2.0)	0.44 (2.1)	-5.56	0.62 (3.0)	0.63 (3.1)	-2.22	210 982	0.2%
UG2 – Rozeille	2.12 (11.2)	2.18 (11.5)	-2.55	0.14 (0.4)	0.16 (0.8)	-17.7	0.13 (0.4)	0.16 (0.8)	-20.4	0.27 (1.2)	0.30 (1.6)	-11.9	1 880 647	2.7%
UG3 – Axe Creuse amont	11.42 (9.2)	11.47 (9.3)	-0.47	0.78 (0.6)	0.97 (0.8)	-19.83	0.70 (0.6)	0.88 (0.7)	-20.36	1.54 (1.2)	1.58 (1.3)	-2.87	1 635 721	0.5%
UG4 – Creuse à Argenton	26.67 (8.3)	26.80 (8.3)	-0.49	3.38 (1.1)	3.71 (1.2)	-9.05	3.21 (1.0)	3.48 (1.1)	-7.98	4.85 (1.5)	5.11 (1.6)	-4.94	7 883 304	1%
UG5 – Sédelle	2.60 (10.3)	2.62 (10.3)	-0.65	0.13 (0.5)	0.24 (0.9)	-44.51	0.13 (0.5)	0.22 (0.9)	-40.70	0.23 (0.9)	0.32 (1.3)	-27.72	833 674	1.0%
UG6 – Bouzanne	3.55 (6.7)	3.62 (6.9)	-1.84	0.11 (0.2)	0.23 (0.4)	-51.69	0.09 (0.2)	0.20 (0.4)	-54.65	0.18 (0.3)	0.32 (0.6)	-43.26	3 053 863	2.7%
UG7 – Petite Creuse	6.86 (8.0)	6.91 (8.0)	-0.82	0.44 (0.5)	0.57 (0.7)	-22.07	0.41 (0.5)	0.52 (0.6)	-21.80	0.68 (0.8)	0.75 (0.9)	-9.60	1 940 258	0.9%
UG8 – Gartempe amont	4.27 (11.4)	4.29 (11.4)	-0.45	0.40 (1.1)	0.43 (1.1)	-6.48	0.32 (0.9)	0.41 (1.1)	-21.56	0.74 (2.0)	0.77 (2.1)	-3.83	1 007 094	0.7%
UG9 – Ardour	2.21 (11.4)	2.23 (11.5)	-0.62	0.22 (1.1)	0.24 (1.2)	-7.87	0.19 (1.0)	0.22 (1.1)	-14.03	0.39 (2.0)	0.41 (2.1)	-4.79	507 648	0.7%
UG10 – Couze	2.78 (23.4)	3.07 (25.9)	-9.26	0.37 (3.1)	0.73 (6.1)	-50.19	0.35 (2.9)	0.69 (5.8)	-50.13	0.52 (4.4)	0.96 (8.1)	-46.10	7 824 457	8.1%
UG11 – Vincou	3.30 (11.4)	3.36 (11.6)	-1.70	0.18 (0.6)	0.24 (0.8)	-26.11	0.16 (0.6)	0.21 (0.7)	-23.16	0.26 (0.9)	0.33 (1.1)	-22.53	1 793 291	1.7%
UG12 – Semme	1.79 (9.8)	1.81 (9.9)	-1.43	0.11 (0.6)	0.14 (0.8)	-19.63	0.09 (0.5)	0.13 (0.7)	-24.48	0.15 (0.8)	0.19 (1.0)	-21.04	671 199	1.2%
UG13 – Brame	2.46 (9.0)	2.47 (9.0)	-0.29	0.13 (0.5)	0.14 (0.5)	-6.68	0.10 (0.4)	0.12 (0.4)	-16.40	0.17 (0.6)	0.19 (0.7)	-9.67	155 521	0.2%
UG14 – Gartempe médiane	19.51 (11.3)	19.96 (11.6)	-2.26	2.57 (1.5)	3.19 (1.8)	-19.30	2.17 (1.3)	2.78 (1.6)	-21.87	3.68 (2.1)	4.24 (2.5)	-13.15	14 023 327	2.2%
UG15 – Benaize	5.02 (8.6)	5.08 (8.7)	-1.08	0.36 (0.6)	0.44 (0.8)	-19.09	0.33 (0.6)	0.40 (0.7)	-19.05	0.45 (0.8)	0.53 (0.9)	-14.21	1 875 344	1.2%
UG16 – Anglin amont	3.62 (7.2)	3.67 (7.3)	-1.21	0.17 (0.3)	0.24 (0.5)	-28.28	0.15 (0.3)	0.21 (0.4)	-27.95	0.24 (0.5)	0.31 (0.6)	-24.25	1 648 372	1.4%
UG17 – Claise amont	3.14 (4.3)	3.63 (4.9)	-13.55	0.29 (0.4)	0.81 (1.1)	-64.53	0.25 (0.3)	0.78 (1.1)	-67.45	0.34 (0.5)	0.98 (1.3)	-64.90	20 430 246	17.9%
UG18 – Creuse Ciron	31.73 (8.8)	32.06 (8.9)	-1.02	3.91 (1.1)	4.64 (1.3)	-15.81	3.77 (1.1)	4.45 (1.2)	-15.25	5.76 (1.6)	6.44 (1.8)	-10.51	11 928 834	1.2%
UG19 – Creuse Tournon	32.69 (8.4)	33.16 (8.6)	-1.40	4.10 (1.1)	5.15 (1.3)	-20.23	3.97 (1.0)	4.94 (1.3)	-19.52	6.15 (1.6)	7.11 (1.8)	-13.48	16 051 151	1.6%
UG20 - Salleron	1.41 (6.5)	1.45 (6.6)	-2.35	0.10 (0.5)	0.16 (0.7)	-38.91	0.09 (0.4)	0.15 (0.7)	-38.87	0.15 (0.7)	0.21 (1.0)	-29.11	1 113 281	2.5%
UG21 - Anglin aval	9.90 (6.2)	10.04 (6.3)	-1.44	0.96 (0.6)	1.21 (0.8)	-20.76	0.90 (0.6)	1.16 (0.7)	-21.94	1.41 (0.9)	1.67 (1.0)	-15.61	4 897 988	1.6%
UG22 - Gartempe Montmorillon	21.07 (10.6)	21.61 (10.9)	-2.47	2.93 (1.5)	3.46 (1.7)	-15.18	2.71 (1.4)	3.23 (1.6)	-16.06	3.98 (2.0)	4.51 (2.3)	-11.80	16 587 780	2.5%
UG23 - Gartempe aval	33.58 (8.6)	34.34 (8.8)	-2.22	4.48 (1.1)	5.38 (1.4)	-16.77	4.17 (1.1)	5.07 (1.3)	-17.64	6.18 (1.6)	7.10 (1.8)	-12.99	24 232 817	2.3%
UG24 - Aigronne	0.67 (4.4)	0.69 (4.5)	-1.92	0.16 (1.1)	0.18 (1.2)	-11.43	0.15 (1.0)	0.17 (1.1)	-11.05	0.21 (1.4)	0.23 (1.5)	-8.31	420 427	2.0%
UG25 - Brignon	0.47 (4.0)	0.48 (4.1)	-2.33	0.10 (0.9)	0.13 (1.1)	-17.57	0.10 (0.9)	0.12 (1.0)	-17.02	0.14 (1.2)	0.16 (1.4)	-12.31	368 443	2.5%
UG26 - Claise aval	5.20 (4.3)	5.73 (4.8)	-9.18	0.59 (0.5)	1.18 (1.0)	-50.16	0.56 (0.5)	1.14 (0.9)	-51.01	0.85 (0.7)	1.43 (1.2)	-40.47	21 886 434	13.3%
UG27 - Esves	0.95 (4.0)	0.95 (4.0)	-0.56	0.33 (1.4)	0.34 (1.4)	-3.94	0.32 (1.3)	0.33 (1.4)	-2.73	0.44 (1.8)	0.45 (1.9)	-2.06	154 265	0.5%
UG28 - Creuse aval	73.47 (7.7)	75.33 (7.9)	-2.46	9.9 (1.0)	12.9 (1.3)	-23.04	9.49 (1.0)	12.31 (1.3)	-22.92	14.27 (1.5)	17.1 (1.8)	-16.32	65 226 480	2.8%

Tableau 2 : Comparaison de l'effet des prélèvements nets sur l'hydrologie des différentes unités de gestion du bassin de la Creuse

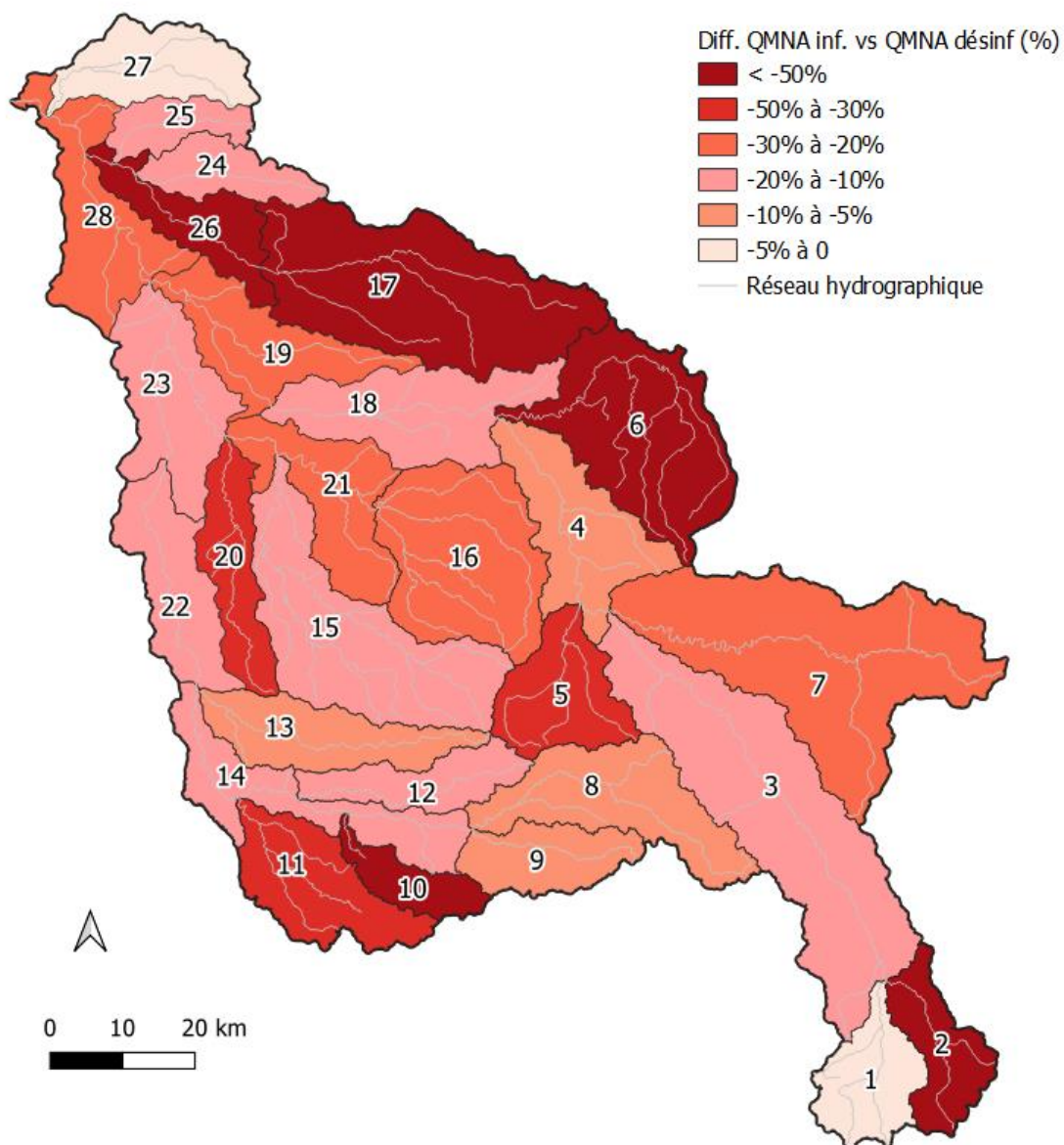


Figure 19 : Comparaison du QMNA5 influencé au QMNA5 désinfluencé sur les unités de gestion du bassin versant de la Creuse

5 Volet « Milieux »

5.1 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) des unités de gestion du bassin versant ;
- Définir les débits biologiques permettant la réalisation du cycle de vie des espèces-cibles identifiées.

5.2 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 ;
 - L'état écologique et l'état chimique ;
 - L'hydromorphologie ;
 - Les patrimoines naturels remarquables ;
 - Les plans d'eau ;
 - 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. Une synthèse de cette analyse est réalisée à l'échelle de chaque unité de gestion étudiée, ce qui permet de mettre en évidence dans quelle mesure une unité de gestion présente un contexte favorable ou défavorable d'un point de vue quantitatif et qualitatif de la ressource ;
- Dans un second temps, la problématique des débits biologiques est abordée :
 - ▶ La méthodologie de détermination des débits biologiques en période de basses eaux s'appuie sur le protocole ESTIMHAB² ou EVHA³, 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 équivalente 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

² 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 ».**

³ Le protocole EVHA poursuit le même objectif que le protocole ESTIMHAB, mais à l'aide d'une démarche plus approfondie. Les protocoles ESTIMHAB en est d'ailleurs une version simplifiée.

des stations au niveau desquelles a été mis en œuvre le protocole est reprécisée en annexe 4 (§ 9.4). **Une présentation plus détaillée de la démarche d'identification de ces stations est donnée dans la note technique de proposition de points de définition des débits biologiques.**

- 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, pour chaque unité de gestion, 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.

5.3 Résultats obtenus

5.3.1 Analyse du contexte environnemental

Le tableau suivant synthétise les principales données concernant le contexte environnemental du territoire d'étude.

La majorité des cours d'eau sont dans un état piscicole dégradé qui peut être rapproché de leur état écologique. Le bassin de la Creuse est en effet particulièrement concerné par les risques d'altérations hydrologiques, de pressions sur la morphologie des cours d'eau ou encore sur la continuité écologique par la présence de nombreux ouvrages. Ces problématiques concernent aussi bien les grands axes hydrographiques que des petits affluents et constituent une cause de non atteinte des objectifs de bon état. Il est à noter le manque d'information sur la thermie des cours d'eau sur beaucoup d'unités de gestion.

Le bassin versant de la Creuse est composé d'une grande diversité d'espaces naturels qui abritent un patrimoine faunistique et floristique remarquable. Le territoire est composé d'une mosaïque d'habitats formant un patrimoine naturel remarquable, riche et diversifié. Certains espaces naturels font l'objet d'une protection réglementaire (Natura 2000, APB, RNN).

Nom de l'unité de gestion	N° UG	Contexte piscicole	Etat piscicole	Liste	Thermie	Etat écologique (2019)	Etat chimique (avec ubiquistes)	Altérations recensées	Milieux remarquables
Creuse amont	1	Salmonicole (TRF)	Conforme	Liste 1 et 2	Très adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Bon		Pression Morphologie/Continuité (aval du barrage des Combes) et Pression Pollution diffuse (barrage des Combes)	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, Parcs Naturels régionaux, ZNIEFF type 1 & 2, Gioune, labellisée Rivière Sauvage
Rozeille	2	Salmonicole (TRF)	Conforme	Liste 1 et 2	Très adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Moyen		Pression Morphologie/Continuité (Barrage de Beissat)	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, Parcs Naturels régionaux, ZNIEFF type 1 & 2
Axe Creuse amont	3	Intermédiaire (BRO et TRF) et cyprinidés d'eaux vives	Dégradé	Liste 1 et 2	Moyennement adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Moyen sur l'axe de la Creuse - Bon à Médiocre sur les affluents de la Creuse		Pression Morphologie/Continuité (Présence de plusieurs grands barrages sur l'axe Creuse) / Pollution diffuse et ponctuelle à l'aval de Champsanglard et hydrologique sur une grande partie des affluents	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, Parcs Naturels régionaux, ZNIEFF type 1 & 2
Creuse à Argenton	4	Intermédiaire (BRO et TRF) et cyprinidés d'eaux vives	Dégradé	Liste 1 et 2	Moyennement adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Moyen sur la Creuse - Bon à Moyen sur les affluents		Pression Morphologie/Continuité (Présence de plusieurs grands barrages sur l'axe Creuse avec le complexe d'Eguzon) / Pression hydrologique sur le Bouzantin et la Creuse / Pression pollution diffuse et ponctuelle dans la retenue d'Eguzon	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, Zone humide d'importance internationale, ZNIEFF type 1 & 2

Nom de l'unité de gestion	N° UG	Contexte piscicole	Etat piscicole	Liste	Thermie	Etat écologique (2019)	Etat chimique (avec ubiquistes)	Altérations recensées	Milieux remarquables
Sédelle	5	Sédelle : Intermédiaire (BRO et TRF) et cyprinidés d'eaux vives Brézentine : Salmonicole (TRF)	Dégradé	Liste 2	Information lacunaire	Moyen sur la Sédelle et la Brézentine		Pression Morphologie/Continuité (Présence de grands étangs comme la Cazine) / Pression pollution diffuse dans l'Etang de la Cazine	Natura 2000, ZNIEFF type 1 & 2
Bouzanne	6	Intermédiaire (BRO et TRF) et cyprinidés d'eaux vives	Dégradé	Liste 2	Moyennement adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Bon sur la Bouzanne aval - Moyen (Gourdon et Creuzançais) - Mediocre (Bouzanne amont et Auzon)		Pression Morphologie/Continuité / Hydrologie et Pollution diffuse (Creuzançais)	Natura 2000, ZNIEFF type 1 & 2
Petite Creuse	7	Amont et Verreaux : Salmonicole (TRF) Aval : Intermédiaire (BRO et TRF) et cyprinidés d'eaux vives	Dégradé	Liste 1 et 2	Plutôt adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Bon à Moyen sur la Petite Creuse et ses affluents		Pression Morphologie/Continuité (Petite Creuse amont et aval) / Pression hydrologie (Petite Creuse amont et Verreaux) / Pression pollution diffuse (Petite Creuse amont et Prebourgnon)	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, ZNIEFF type 1 & 2
Gartempe amont	8	Intermédiaire (BRO et TRF) et cyprinidés d'eaux vives	Conforme	Liste 1 et 2	Information lacunaire	Moyen		Pression Morphologie/Continuité	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, ZNIEFF type 1 & 2
Ardour	9	Salmonicole (TRF)	Conforme	Liste 1 et 2	Information lacunaire	Bon		Pression Morphologie/Continuité	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, ZNIEFF type 1

Phase 1 – Synthèse

Etude « Hydrologie Milieux Usages Climat » (H.M.U.C.) pour le SAGE Creuse

Nom de l'unité de gestion	N° UG	Contexte piscicole	Etat piscicole	Liste	Thermie	Etat écologique (2019)	Etat chimique (avec ubiquistes)	Altérations recensées	Milieux remarquables
Couze	10	Amont : Salmonicole (TRF) Aval : Intermédiaire (BRO et TRF) et cyprinidés d'eaux vives	Dégradé	Liste 2	Information lacunaire	Bon		Pression Morphologie/Continuité (Présence de plusieurs barrages : Saint Pardoux, Gouillet, Mazeaud) / Pression hydrologique (Couze aval) et Pression pollution diffuse (Saint Pardoux)	Natura 2000, ZNIEFF type 1 & 2, Arrêté de protection biotope, Réserves naturelles nationales
Vincou	11	Amont : Salmonicole (TRF) Aval : Intermédiaire (BRO et TRF) et cyprinidés d'eaux vives	Dégradé	-	Information lacunaire	Médiocre		Pression Morphologie/Continuité (Présence de plusieurs étangs et retenues : Crouzille) / Pression hydrologique	Natura 2000, ZNIEFF type 1 & 2
Semme	12	Salmonicole (TRF)	Peu perturbé	Liste 2	Plutôt adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Bon		Pression hydrologique	Réservoir de biodiversité, ZNIEFF type 1
Brame	13	Salmonicole (TRF)	Peu perturbé	Liste 1	Plutôt adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Moyen		Pression hydrologique	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, ZNIEFF type 1
Gartempe médiane	14	Gartempe : Intermédiaire (BRO et TRF)	Conforme	Liste 2	Moyennement adéquate pour le domaine d'espèces	Bon sur l'amont et Moyen sur l'aval de la Gartempe		Pression Morphologie/Continuité sur toutes les masses d'eau / Pression hydrologique (aval Gartempe et	Réservoir de biodiversité, Axe migratoire pour l'anguille, la grande alose

Nom de l'unité de gestion	N° UG	Contexte piscicole	Etat piscicole	Liste	Thermie	Etat écologique (2019)	Etat chimique (avec ubiquistes)	Altérations recensées	Milieux remarquables
		Affluents : Salmonicole (TRF)			Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	- Moyen à Mauvais sur les affluents		affluents) / Pression pollution diffuse (aval) / Pression pollution ponctuelle (amont)	et la lamproie marine, Natura 2000, ZNIEFF type 1 & 2
Benaize	15	Amont : Salmonicole (TRF) Aval : cyprinidés rhéophiles.	Dégradé	Liste 1 et 2	Plutôt adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Moyen sur la Benaize aval, le Narablon et le Corcheron Médiocre sur la Benaize amont et l'Asse		Pression Morphologie/Continuité sur toutes les masses d'eau / Pression hydrologique (Benaize amont et affluents) / Pression pollution diffuse (Benaize aval et Narablon) Dégradations morphologiques (Recalibrage), présence de nombreux plans), présence de nombreux plans d'eau, seuils et moulins	Réservoir de biodiversité, Axe migratoire pour l'anguille, la grande alose et la lamproie marine, Natura 2000, ZNIEFF type 1 & 2, Réserves naturelles nationales
Anglin amont	16	Salmonicole (TRF)	Peu perturbé	Liste 1 et 2	Information lacunaire	Moyen sur l'Anglin et Bon sur l'Abloux		Pression Morphologie/Continuité et Pression hydrologique sur l'Anglin Obstacles, seuils présents	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, ZNIEFF type 1 & 2
Claise amont	17	Cyprinicole (BRO)	Très perturbé	Liste 2	Information lacunaire	Amont : Moyen Aval du rau des cinq bondes : médiocre Rau des cinq bondes : Mauvais		Dégradations morphologiques, curage, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau, de sa profondeur et largeur ; forte altération de la continuité, eutrophisation, présence de nombreux plans d'eau sur cours d'eau	Natura 2000, Parcs Naturels régionaux, Zone humide d'importance internationale, ZNIEFF type 1 & 2, Réserves naturelles nationales
Creuse Ciron	18	Intermédiaire (BRO et TRF)	Conforme	Liste 1 et 2	Moyennement adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Moyen	Mauvais	Pression sur la profondeur et la largeur des cours d'eau, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau ; Problématiques d'assainissements, barrages infranchissables	Réservoir de biodiversité ; Natura 2000; Parcs Naturels régionaux, Zone humide d'importance internationale, ZNIEFF type 1 & 2

Nom de l'unité de gestion	N° UG	Contexte piscicole	Etat piscicole	Liste	Thermie	Etat écologique (2019)	Etat chimique (avec ubiquistes)	Altérations recensées	Milieux remarquables
Creuse Tournon	19	Intermédiaire (BRO et TRF)	Conforme	Liste 2	Moyennement adéquate pour le domaine d'espèces Salmonicole (plus sensible aux hausses de température)	Moyen	Cours d'eau principal : Mauvais Affluents : Bon	Pression sur la profondeur et la largeur des cours d'eau, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau; Problématiques d'assainissements, barrages infranchissables	Réservoir de biodiversité; Natura 2000; Parcs Naturels régionaux, Zone humide d'importance internationale, ZNIEFF type 1 & 2
Salleron	20	Aval Cyprinicole (BRO)	Dégradé	Liste 1	Information lacunaire	Moyen	NC	Dégradations morphologiques (piétinement bovins), forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau; Assec, problématique d'ensablement, présence de plans d'eau	Réservoirs de biodiversité, Natura 2000, ZNIEFF type 1 & 2
Anglin Médian	21	Cyprinicole (BRO)	Peu perturbé	Liste 1 et 2	Très adéquate	Moyen	Cours d'eau principal : Bon Affluents : NC	Dégradations morphologiques, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau, forte pression exercée par les nombreux obstacles transversaux, pollution diffuse	Natura 2000, Parcs naturels régionaux, Zone humide d'importance internationale
Gartempe Montmorillon	22	Cours d'eau principal : Intermédiaire (BRO et TRF) - Affluents : Salmonicole (TRF)	Très perturbé	Liste 1 et 2	Très adéquate	Amont : Moyen - Aval : Bon	Mauvais	Dégradations morphologiques, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau, de sa profondeur et sa largeur; altération forte de la continuité en amont de l'unité de gestion, fort étiage sur affluents, présence de plans d'eau en tête de bassin	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, APB, ZNIEFF type 1 & 2
Gartempe Aval	23	Intermédiaire (BRO et TRF)	Très perturbé	Liste 2	Information lacunaire	Bon	Mauvais	Dégradations morphologiques, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau ; altération continuité, développement irrigation, fort étiage, présence de plans d'eau, rejets STEP	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, Parcs naturels régionaux, ZNIEFF type 1 & 2

Nom de l'unité de gestion	N° UG	Contexte piscicole	Etat piscicole	Liste	Thermie	Etat écologique (2019)	Etat chimique (avec ubiquistes)	Altérations recensées	Milieux remarquables
Aigronne	24	Salmonicole (TRF)	Dégradé	Liste 1	Information lacunaire	Bon	NC	Continuité altérée, faible diversité d'écoulements, pollution diffuse, faible débit d'étiage, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau, de sa profondeur et largeur	Réservoirs de biodiversité, Parc naturel, Zone humide d'importance internationale, ZNIEFF type 1 & 2
Brignon	25	Salmonicole (TRF)	Dégradé	Liste 1	Information lacunaire	Moyen	NC	Forte pression sur la continuité longitudinale, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau, de sa profondeur et de sa largeur ; obstacles infranchissables, présence de plans d'eau	ZNIEFF type 2
Claise	26	Cyprinicole (BRO)	Dégradé	Liste 1 et 2	Information lacunaire	Médiocre	NC	Dégradations morphologiques, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau, de sa profondeur et largeur; forte altération de la continuité, eutrophisation	Réservoir de biodiversité, Natura 2000, Parc naturel, Zone humide d'importance internationale, ZNIEFF type 1 & 2
Esves	27	Amont : Salmonicole (TRF)	Dégradé	Liste 1	Très adéquate	Moyen	Cours d'eau principal : Bon Affluents : Mauvais	Dégradations morphologiques, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau; pression modérée sur la rive des cours d'eau; altération continuité longitudinale, dégradations liées aux travaux hydrauliques, rejets non conformes	-
		Aval : Intermédiaire (BRO et TRF)							
Creuse Aval	28	Cyprinicole (BRO)	Perturbé	Liste 2	Information lacunaire	Moyen	Bon	Dégradations morphologiques, forte altération de la structure et du substrat du lit de cours d'eau, altération fonctionnement des frayères, rejets non conformes	Réservoir de biodiversité, ZNIEFF type 2

Tableau 3 : Synthèse du contexte environnemental

5.3.2 Détermination des débits biologiques

5.3.2.1 Débits biologiques en période de basses eaux

Pour chaque unité de gestion, les débits biologiques 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).

UG	Unité de gestion	Gamme de débits proposées (L/s)
UG 1	Creuse amont	450 – 700
UG 2	Rozeille	180 – 370
UG 2	Rozeille à Beissat	80 – 110
UG 3	Creuse à Glénic	1 300 – 2 000
UG 3	Creuse à Fresselines	2 300 – 3 800
UG 4	Creuse à Argenton	3 800 – 5 500
UG 5	Sédelle	260 – 450
UG 6	Bouzanne	300 – 550
UG 7	Petite Creuse	590 – 1 000
UG 7	Petite Creuse amont	130 – 260
UG 7	Verreaux	130 – 250
UG 8	Gartempe amont	550 – 900
UG 9	Ardour	300 – 550
UG 10	Couze	280 – 500
UG 11	Vincou	300 – 600
UG 12	Semme	200 – 400
UG 13	Brame	180 – 420
UG 14	Gartempe médiane	3 800 – 5 000
UG 15	Benaize	550 – 660
UG 15	Narablon	60 – 90
UG 15	Asse	125 – 210
UG 16	Anglin amont	125 – 250
UG 16	Abloux	150 – 300
UG 17	Claise amont	350 – 600
UG 18	Creuse Ciron	5 000 – 7 000
UG 19	Creuse Tournon	5 500 – 7 500
UG 20	Salleron	120 – 250
UG 21	Anglin médian	800 – 1600
UG 22	Gartempe Montmorillon	3 900 – 5 200
UG 23	Gartempe aval	5 600 – 7 500
UG 23	Allochon	35 – 50
UG 24	Aigronne	150 – 240
UG 25	Brignon	85 – 150
UG 26	Claise aval	650 – 1200
UG 27	Esves	300 – 450
UG 28	Creuse aval	12 000 – 17 000

Tableau 4 : Gammes de débits proposées pour les débits estivaux

6 Volet « Climat »

6.1 Objectifs visés

- Appréhender les évolutions prévisibles du climat et de la ressource en eau à horizon proche (2050) ;
- Caractériser l'impact cumulé du changement climatique et du scénario tendanciel d'évolution de l'usage de la ressource en eau, à ce même horizon.

6.2 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 associées en annexe 5), à l'échelle du périmètre d'étude ;
- 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 ;
- Analyser l'évolution de la ressource en eau et des effets sur cette dernière du changement climatique et de l'évolution des usages à l'horizon 2050, à l'aide du modèle construit et exploité dans le cadre du volet Hydrologie ;
- Réunir ces pôles d'analyses afin de conclure sur le risque de déficit hydrologique et l'évolution à venir des tensions quantitatives sur le territoire d'étude.

6.3 Résultats obtenus

6.3.1 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 (scénario valorisé dans la suite des analyses), les résultats convergent vers des **tendances d'évolution similaires 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°C) entre 1961-1990 et 2045-2065 selon Explore 2070 ;
 - ▶ +2°C à l'année, +3°C en août entre 1971-2000 et l'horizon 2050 selon l'étude ICC Hydroqual ;
 - ▶ Hausse globale des températures, marquée en juillet et août (+3°C) selon l'étude d'Antea entre la période 1960-1990 et l'horizon 2050 ;
- **Augmentation de l'évapotranspiration totale annuelle, particulièrement notable en période estivale et automnale :**
 - ▶ +23% d'ETP à l'année avec une augmentation particulièrement marquée en automne (+45%) entre 1961-1990 et 2045-2065 selon Explore 2070 ;
 - ▶ +10% d'ETP estival entre la période 1960-1990 et l'horizon 2050 selon l'étude du bureau d'étude Antea ;

- **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 de mai à septembre (-20%) entre 1961-1990 et 2045-2065 selon Explore 2070 ;
 - ▶ Diminution de l'ordre de -20% en fin de printemps et début d'automne 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 -20% des débits moyens à l'année, diminution de -5 à -45% du QMNA5 selon Explore 2070 (diminutions les plus marquées sur la moitié amont du bassin) entre 1961-1990 et 2045-2065 ;
 - ▶ 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 de Gildas Dayon entre la période 1960-1990 et l'horizon 2050.
 - ▶ Diminution jusqu'à -50% des QMNA moyens selon l'étude du bureau d'étude Antea, et prolongement de la période d'étiage entre la période 1960-1990 et l'horizon 2050
- **Diminution des niveaux et de la recharge des nappes**
 - ▶ De -20 à -30% 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 entre 1961-1990 et 2045-2065 selon l'étude Explore 2070
 - ▶ Plus localement jusqu'à +2°C sur le bassin de la Creuse selon l'étude de l'université de Tours, et ce pour l'ensemble des cours d'eau du territoire entre l'horizon 1994-2011 et l'horizon 2082-2099.

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

Le tableau suivant synthétise les analyses réalisées à l'aide des données DRIAS, à l'horizon 2050. Les évolutions à l'horizon 2030 ne sont pas mentionnées ici car elles sont majoritairement dépendantes de la variabilité interne du climat, et ne reflètent pas les effets du changement climatique.

Les tendances mises en lumière ici avec les résultats de ces analyses réalisées à l'aide des données DRIAS concordent avec les résultats de l'analyse bibliographique. La température et l'ETP analysées avec les données DRIAS-2020, évoluent dans une moindre mesure comparée aux résultats de l'analyse bibliographique, mais il convient de mentionner que les horizons comparés sont plus rapprochés dans l'analyse des données DRIAS-2020. Les résultats 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 période estivale marquée. Les déficits d'apport en eau, à l'horizon 2050, avec l'analyse des précipitations nettes théoriques font écho aux résultats de l'analyse bibliographique montrant une réduction des débits moyens, du QMNA5 et de la recharge de nappes.

		Horizon 2050
Températures	Moyenne annuelle	+0,9°C par rapport à la moyenne 2000-2019
	Moyenne mensuelle	Augmentation généralisée, +1,5°C en début d'été, novembre et janvier
ETP	Cumul annuel	+8% par rapport à la moyenne 2000-2019
	Cumul mensuel	Augmentations concentrées en début d'été, en automne et en janvier
Pluviométrie	Cumul annuel	Tendance peu marquée et non significative – maintien des cumuls annuels
	Nombre de jours de pluie	Tendance peu marquée et non significative en moyenne annuelle – maintien des moyennes annuels
	Saisonnalité des précipitations	Intensification en janvier et juillet - pluies plus rares et moins intense au mois de juin et septembre
Précipitations nettes théoriques	Cumul annuel	Accentuation du déficit en moyenne sur une années
	Saisonnalité	Aggravation du bilan hydrique en période estivale, spécialement en septembre
Sécheresses	Tendance d'évolution	Augmentation de l'intensité très marquée sur toute l'année

Tableau 5 : Synthèse sur l'évolution du climat (Sources : DRIAS, SUEZ Consulting)

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 projections sont à mettre en relation avec les évolutions projetées des usages de l'eau (présentées dans le rapport dédié au volet usages) afin de se faire une idée claire de l'évolution de la disponibilité en eau, en période d'étiage notamment. C'est ce qui fait l'objet du chapitre suivant.

6.3.3 Modélisation de l'évolution de la ressource en eau à l'horizon 2050

D'après le Tableau 8, on observe que **toutes les unités de gestion sont concernées par une baisse des débits statistiques d'étiage estivaux (QMNA5) en régime désinfluencé à l'horizon 2050, avec une diminution allant de 5% pour la Benaize à 31% pour l'Ardour**. Les baisses des QMNA5 désinfluencés les plus importantes (QMNA5 diminué de plus de 20%) sont observées sur la Creuse amont et la Gartempe amont ainsi que sur les affluents de la Gartempe (Ardour, Vincou, Semme, Brame ; Figure 20)

Lorsqu'on tient compte de l'effet des usages en addition à celui du changement climatique, on note que **l'écart entre le régime influencé et désinfluencé devrait s'accroître pour toutes les unités de gestion à l'horizon 2050**. Les plus impactées d'entre elles sont la Sédelle, la Bouzanne, le Salleron, le Vincou et la Claise, dont les débits sont déjà fortement altérés à l'heure actuelle (Figure 20). A contrario, l'Esves ne devrait connaître que de faibles altérations de son débit, les usages y étant peu marqués et le soutien de nappe plus importants.

Dans l'ensemble, **l'écart entre le régime désinfluencé actuel et le régime influencé devrait doubler à tripler entre la situation actuelle 2000-2019 et l'horizon 2050**. Cet écart entre QMNA5 influencé et QMNA5 désinfluencé devrait être supérieur à 40% sur la Claise, la Bouzanne, le Salleron, le Vincou, l'Anglin amont, la Rozeille et la Sédelle (Figure 21).

Les **niveaux piézométriques étudiés sur les différentes UG montrent des tendances à l'horizon 2050 qui sont contrastées** que ce soit dans les aquifères de socle, du Cénomaniens ou du Jurassique. En effet certaines UG voient leurs niveaux piézométriques à la hausse (UG4, UG15, UG20), d'autres restent stables (UG3, UG5, UG10, UG11, UG12, UG13, UG16, UG17, UG22, UG26) et d'autres sont à la baisse (UG1, UG2, UG6, UG7, UG8, UG9, UG14, UG18, UG19, UG21, UG23, UG24, UG25, UG27, UG28). Il est à noter que le modèle EROS simule l'évolution de la recharge de la nappe et ne prend pas en compte les échanges des eaux superficielles qui peuvent impacter le niveau de la nappe. Etant donné que la recharge de ces nappes a principalement lieu durant la période hivernale et que la pluviométrie varie peu (voire est en augmentation), d'après le modèle la nappe se recharge correctement et il n'y a pas de décrochage des piézomètres. Il est à retenir que si la nappe continue de se recharger correctement, elle peut néanmoins être impactée par la baisse des débits en surface qui vont accentuer le drainage de la nappe, point dont la modélisation ne rend pas compte. Cela concerne en particulier la zone de socle, où les petites nappes sont très liées au bassin hydrographique dont elles épousent souvent les contours.

	Période actuelle 2000-2019			Horizon 2050		
	Désinflué	Influé	Différence de infl. par rapport au désinfl. en %	Désinflué futur (différence en % par rapport au désinfl. actuel)	Influé futur (différence en % par rapport à infl. actuel)	Différence en % par rapport au désinfl. futur
	QMNA5 (m3/s)					
Creuse amont	0.51	0.50	-2%	0.40(-21%)	0.39(-22%)	-3%
Rozeille	0.20	0.19	-8%	0.17(-15%)	0.13(-33%)	-27%
Axe Creuse amont	1.14	1.04	-9%	0.91(-15%)	0.75(-30%)	-18%
Creuse à Argenton	4.27	4.04	-5%	3.72(-13%)	3.33(-18%)	-11%
Sédelle	0.23	0.16	-33%	0.20(-13%)	0.03(-80%)	-85%
Bouzanne	0.21	0.13	-40%	0.18(-15%)	0.02(-84%)	-88%
Petite Creuse	0.62	0.53	-14%	0.52(-16%)	0.41(-24%)	-22%
Gartempe amont	0.44	0.40	-9%	0.32(-27%)	0.25(-36%)	-21%
Ardour	0.25	0.22	-8%	0.17(-31%)	0.15(-34%)	-12%
Couze	0.37	0.28	-22%	0.34(-7%)	0.21(-25%)	-37%
Vincou	0.19	0.13	-32%	0.14(-27%)	0.064(-52%)	-54%
Semme	0.13	0.10	-23%	0.10(-21%)	0.075(-25%)	-27%
Brame	0.13	0.12	-14%	0.11(-21%)	0.088(-24%)	-18%
Gartempe médiane	3.11	2.68	-14%	2.61(-16%)	2.106(-21%)	-19%
Benaize	0.43	0.34	-21%	0.41(-5%)	0.298(-12%)	-27%
Anglin amont	0.21	0.15	-29%	0.18(-14%)	0.109(-28%)	-41%
Claise amont	0.58	0.26	-55%	0.51(-12%)	0.17(-34%)	-66%
Creuse Ciron	5.26	4.82	-8%	4.6 (-13%)	3.9 (-20%)	-16%
Creuse Tournon	5.81	5.15	-11%	5.1 (-12%)	4.1 (-21%)	-20%
Salleron	0.18	0.12	-33%	0.17 (-9%)	0.08 (-33%)	-51%
Anglin médian	1.22	1.02	-16%	1.1 (-9%)	0.85 (-17%)	-23%
Gartempe Montmorillon	3.33	2.80	-16%	2.8 (-15%)	2.2 (-20%)	-21%
Gartempe aval	5.34	4.50	-16%	4.6 (-13%)	3.7 (-17%)	-20%
Aigronne	0.18	0.16	-8%	0.17 (-6%)	0.14 (-15%)	-17%
Brignon	0.13	0.11	-15%	0.12 (-8%)	0.09 (-21%)	-26%
Claise	1.08	0.70	-35%	0.97 (-10%)	0.53 (-24%)	-45%
Esves	0.36	0.35	-4%	0.32 (-10%)	0.31 (-9%)	-4%
Creuse aval	13.83	11.54	-17%	12.1 (-13%)	9.6 (-17%)	-21%

Tableau 6 : Synthèse des évolutions des débits statistiques d'étiage estivaux (QMNA5) liées au changement climatique et aux usages à l'horizon 2050

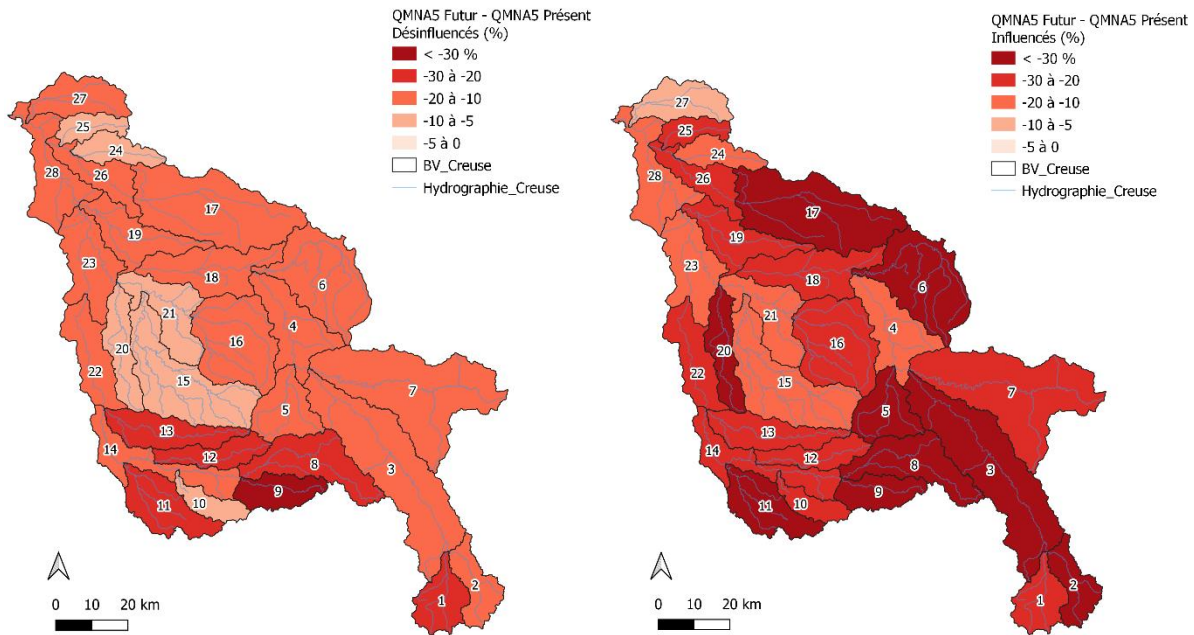


Figure 20 : Comparaison du QMNA5 Futur (Horizon 2050) au QMNA5 Présent (2000-2019) désinfluencés (à gauche) et influencés (à droite) sur les unités de gestion du bassin versant de la Creuse

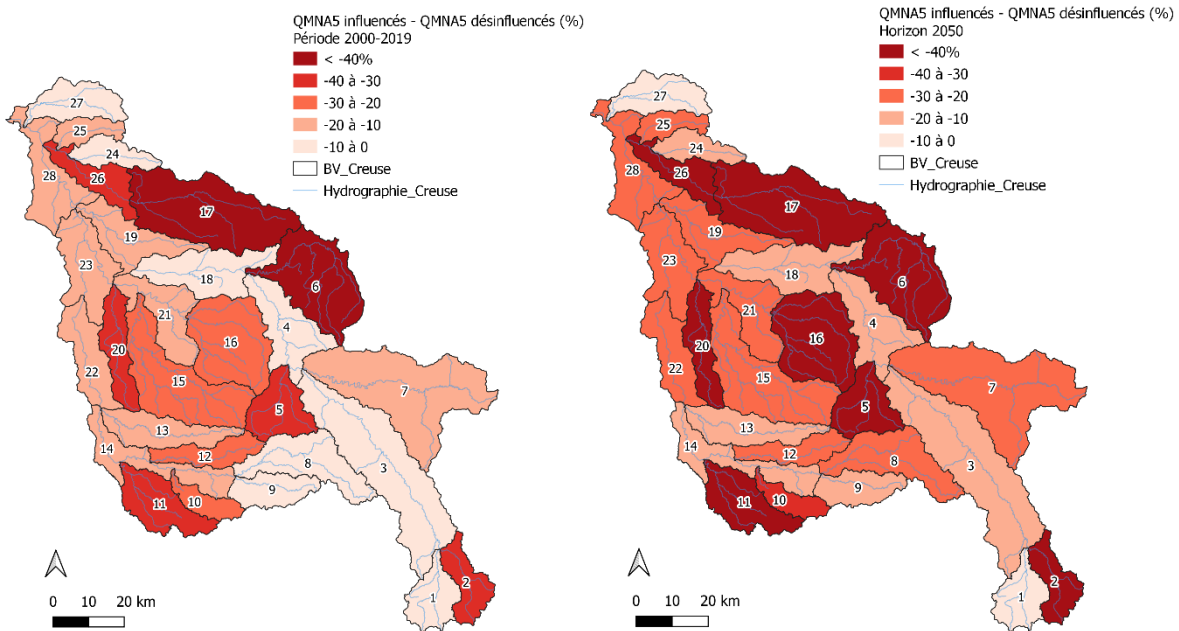


Figure 21 : Comparaison du QMNA5 influencés au QMNA5 désinfluencés sur la période 2000-2019 (à gauche) et à l'horizon 2050 (à droite) sur les unités de gestion du bassin versant de la Creuse

7 Conclusions et perspectives pour la suite de l'étude

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

- De sectoriser le territoire d'étude en unités de gestion cohérentes, à l'échelle desquelles l'ensemble des analyses réalisées sont menées ;
- 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).

8 Glossaire et acronymes

8.1 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** : sont les formations géologiques qui sont considérés tellement peu perméables qu'elles ne peuvent constituer un intérêt hydrogéologique ;
- **Assec** : Assèchement temporaire d'un cours d'eau ou 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 m³/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/km². 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 connus 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 de 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 ;
- **Unité de gestion** : Dans le cadre de cette étude, une unité de gestion désigne une zone géographique dont les délimitations sont hydrologiquement cohérentes, au sein de laquelle des

caractéristiques spécifiques ont été identifiées, du point de vue de l'hydrologie, des milieux, des usages et du climat.

8.2 Acronymes

- AELB : Agence de l'Eau Loire-Bretagne
- AEP : Alimentation en Eau Potable
- ANC : Assainissement non collectif
- BD ERU : Base de Données des Eaux RésiduaireS UrbaineS
- BRO : Brochet
- BV : Bassin Versant
- CA : Chambre d'Agriculture
- CLE : Commission Locale de l'Eau
- DCR : Débit de Crise
- DDT : Direction Départementale des Territoires
- DOE : Débit Objectif d'Étiage
- DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
- DSA : Débit Seuil d'Alerte
- EDL : Etat Des Lieux
- ENS : Espace Naturel Sensible
- ETP : EvapoTranspiration Potentielle
- HMUC : Hydrologie, Milieux, Usages, Climat
- INSEE : Institut national de la statistique et des études économiques
- IPR : Indice Poisson Rivière
- ONDE : Observatoire National Des Etiages
- RCP : Representative Concentration Pathway
- REH : Réseau d'Evaluation des Habitats
- SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
- SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
- SISPEA : Système d'Informations sur les Services Publics d'Eau et d'Assainissement
- STEU : Station de Traitement des Eaux Usées
- TRF : Truite Fario
- UG : Unité de Gestion
- ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique
- ZRE : Zone de Répartition des Eaux

9 Annexe

9.1 Annexe 1 : données valorisées et hypothèses formulées dans le cadre du bilan des usages

9.1.1 Population

La connaissance de la démographie et de son évolution au sein du territoire d'étude est nécessaire pour l'estimation des volumes et de leur répartition temporelle pour certains usages (AEP, assainissement).

9.1.1.1 Données valorisées

Les données sources sont :

- La **population INSEE** par commune pour les années **1999** et de **2006 à 2017** ;
- **L'évolution INSEE** de la population **de 2013 à 2050 à l'échelle départementale**, selon les projections du **scénario central**, scénario qui retient les hypothèses centrales sur les trois composantes de l'évolution du nombre d'habitants : fécondité, mortalité et migrations.

9.1.1.2 Hypothèses de calcul

- Pour la **période 2000-2018**, la donnée INSEE de chaque commune des années 1999 et de 2006 à 2017 a été utilisée. Pour les années 2000-2005 et 2018-2019, la population a été estimée par régression linéaire.
- A partir de l'année **2020 jusqu'à 2050**, l'évolution départementale INSEE a permis de définir un taux de croissance annuel moyen par département donné par le modèle OMPHALE 2017.

9.1.2 Alimentation en eau potable (AEP)

9.1.2.1 Données valorisées

Les données sources sont :

- Les volumes annuels prélevés par point de captage et la description de ces points (ressource prélevée superficielle ou souterraine, masse d'eau concernée), sur la période 2000-2019, acquis auprès de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne ;
- Les volumes mensuels prélevés sur la quasi-totalité des captages, acquis auprès du Syndicat des eaux de Vienne et de l'ARS Indre ;
- Une clé de répartition mensuelle des prélèvements AEP construite par le BRGM.

9.1.2.2 Hypothèses de calcul

- Les prélèvements sur source sont considérés comme étant des prélèvements superficiels, étant entendu qu'en l'absence de prélèvement, l'eau provenant des sources rejoindrait le compartiment superficiel ;
- Concernant les points de captage dont la répartition mensuelle des volumes prélevés n'est pas connue, la clé de répartition du BRGM est appliquée.

9.1.3 Irrigation

9.1.3.1 Données valorisées

Les données sources sont :

- Les volumes annuels prélevés par point de captage et la description de ces points (ressource prélevée superficielle ou souterraine, masse d'eau concernée), sur la période 2000-2019, acquis auprès de l'AELB ;
- Une clé de répartition mensuelle des prélèvements d'irrigation construite par le BRGM, applicable à la période 2000-2011 ;
- Les volumes mensuels prélevés par point de captage, acquis auprès de la DDT 86-37 (donnée partielle, ne couvrant pas l'intégralité des points de captages ni l'intégralité de la période d'étude) ;
- Les surfaces irriguées par type de culture, reconstituées à l'aide des données du Registre parcellaire Graphique (RPG) et du Recensement Général Agricole (RGA) ;

9.1.3.2 Hypothèses de calcul

- Les prélèvements sur source, en nappe alluviale et en nappe profonde sont considérés comme étant :
 - ▶ Superficiels dès lors que le captage se trouve à moins de 6 mètres de profondeur et à proximité du cours d'eau ;
 - ▶ Souterrains dès lors que le captage se trouve à plus de 6 mètres de profondeur et/ou éloigné du cours d'eau ;
- Pour les points de captages et les années auxquels la répartition mensuelle des volumes prélevés n'est pas connue (à l'exception des retenues déconnectées du réseau hydrographique) :
 - ▶ Pour la période estivale (avril-octobre) :
 - Application de la clé de répartition du BRGM ;
 - Ventilation selon le besoin en eau théorique des plantes (voir paragraphe 5.2.4.2 du rapport du volet « usages » pour plus de détails).
 - ▶ Pour la période hivernale (novembre-mars) :
 - Répartition uniforme des prélèvements.
- Pour les prélèvements en retenues déconnectées du réseau hydrographique, la répartition infra-annuelle des prélèvements se fait selon les mêmes hypothèses que celles énoncées pour la surévaporation des plans d'eau (voir paragraphe 9.1.6.2).

9.1.4 Abreuvement du bétail

9.1.4.1 Données valorisées

- Nombre de têtes par type de bétail en 2000 et 2010, à partir du Recensement Général ;
- Nombre de têtes par type de bétail en 2020, acquis auprès de la DRAAF NA et CVL ;
- Evolution départementale des cheptels, acquise auprès de la DRAAF NA ;
- Tableau de consommation journalière du cheptel, validé par l'EPTB Vienne ;

9.1.4.2 Hypothèses de calcul

- Régression linéaire des cheptels entre les années 2000, 2010 et 2020 ;

- Consommation journalière par type de bétail donnée au tableau suivant ;
- Eau d'abreuvement provenant :
 - ▶ A 1/3 des réseaux AEP, donc non comptabilisée car prise en compte par l'usage AEP ;
 - ▶ A 2/3 du milieu naturel, dont la totalité est considéré comme étant d'origine superficielle.
- Répartition des prélèvements uniforme sur l'année.

Type de bétail	Consommation journalière automne-hiver-printemps (L/j)	Consommation journalière été (L/j)
Bovins total	60	80
Vaches laitières	120	120
Vaches allaitantes	60	100
Vaches à viande	60	100
Bovins >2 ans	50	80
Bovins >1 ans et <2ans	50	80
Bovins >=1an	50	80
Bovins <1an	25	40
Chèvres	7	12
Brebis total	10	20
Brebis nourrices	15	25
Brebis laitières	15	25
Truies reproductrices >=50kg	22	30
Autres porcins	8	15
Poulets	0.2	0.5

Tableau 7 : Hypothèses de consommation unitaire du bétail (Sources : Entretiens et ateliers réalisés dans le cadre d'autres études similaires, CA 86, SUEZ Consulting 2019)

9.1.5 Prélèvements industriels

9.1.5.1 Données valorisées

- Les volumes annuels prélevés par point de captage et la description de ces points (ressource prélevée superficielle ou souterraine, masse d'eau concernée), sur la période 2000-2019, acquis auprès de l'AELB ;

9.1.5.2 Hypothèses de calcul

- Les prélèvements sur source, en nappe alluviale et en nappe profonde sont considérés comme étant :
 - ▶ Superficiels dès lors que le captage se trouve à moins de 6 mètres de profondeur et à proximité du cours d'eau ;
 - ▶ Souterrains dès lors que le captage se trouve à plus de 6 mètres de profondeur et/ou éloigné du cours d'eau ;
- Répartition uniforme infra-annuelle des prélèvements.

9.1.6 Cas particulier des plans d'eau

9.1.6.1 Données valorisées

- Inventaires des plans d'eau de l'EPTB Vienne, des DDT 86, 37 et 36.
- Données météorologique SAFRAN couvrant l'intégralité du secteur d'étude.

9.1.6.2 Hypothèses de calcul

- Le calcul du volume d'eau prélevé au milieu naturel en lien avec la présence de plans d'eau s'effectue en établissant la différence (appelée surévaporation) entre le volume évaporé par les plans d'eau et le volume qui serait évapotranspiré par des prairies de surface équivalente. Ce calcul s'appuie sur le principe du bilan hydrique ;
- Concernant la répartition infra-annuelle de l'effet de cette surévaporation, une distinction est faite entre les plans d'eau considérés connectés au réseau hydrographique et ceux considérés déconnectés de ce dernier :
 - ▶ Pour les plans d'eau connectés, la surévaporation se traduit instantanément par un prélèvement au milieu ;
 - ▶ Pour les plans d'eau déconnectés, le prélèvement au milieu naturel intervient lors du remplissage de ces derniers, qui peut avoir lieu de manière décalée par rapport à la surévaporation. Le remplissage de ces plans d'eau se faisant par ruissellement, on s'appuie donc sur la part ruisselée des hydrogrammes pour calculer la répartition infra-annuelle du prélèvement associé.
- Les plans d'eau sont considérés connectés si au moins l'une des conditions suivantes est remplie :
 - ▶ Ils sont situés en nappe alluviale ;
 - ▶ Ils sont compris dans une bande tampon encadrant les cours d'eau, dont la dimension est associée au rang de Strahler de ces derniers (voir tableau suivant).

Tableau 8 : Largeur de la bande tampon en fonction du rang de Strahler du cours d'eau (Source : EPTB Vienne, 2018)

Rang de Strahler	1	2	3	4	5	6	7
Largeur de la bande tampon	12m	18m	30m	45m	90m	165m	360m

9.1.7 Pertes dans les réseaux de distribution d'eau potable

9.1.7.1 Données valorisées

- Rendements des réseaux de distribution AEP par gestionnaire sur les années 2009-2017, à partir de la base de données SISPEA et de la DDT 36.

9.1.7.2 Hypothèses de calcul

- Les rendements des années 2000-2008 sont considérés égaux à ceux de l'année 2009 ;
- Les pertes AEP alimentent les eaux souterraines, puisque les réseaux sont enterrés ;
- Les volumes restitués selon la même ventilation que les prélèvements pour l'AEP ;
- Les volumes restitués sont répartis spatialement au prorata de la population communale ;
- Le taux de retour des pertes AEP est considéré comme étant de 50% entre mai et septembre, afin de tenir compte des pertes captées par la végétation et les pertes évaporées.

9.1.8 Rejets d'assainissement collectif

9.1.8.1 Données valorisées

- Fichier des STEU avec type de traitement, coordonnées points de rejets, type du milieu de rejet et débit entrant (m³/j), de 2009 à 2019, à partir de la BD ERU ;

9.1.8.2 Hypothèses de calcul

- Le débit de sortie est considéré égal au débit d'entrée des STEU ;
- Sur la période 2000-2008, il est considéré pour chaque STEU un débit de sortie égal à la moyenne des valeurs de 2009-2019 ;
- Le compartiment réceptionnant les rejets de STEP est :
 - ▶ Superficiel si le type de traitement est : Boues activées / Filtre à sable / Biodisques / Autres procédés ;
 - ▶ Souterrain si le type de traitement est : Lagunes / filtres plantés de roseaux / Lit bactérien.
- La répartition infra-annuelle des rejets diffère selon le type de traitement. Elle est donnée pour chacun d'entre eux au tableau suivant.

Mois	Boues activées	Lagunes	Filtres plantés	Disques biologiques
Janvier	8.6%	11.4%	9.3%	8.6%
Février	8.6%	11.4%	9.3%	8.6%
Mars	8.6%	11.4%	9.3%	8.6%
Avril	8.6%	11.4%	9.3%	8.6%
Mai	8.0%	4.0%	7.0%	8.0%
Juin	8.0%	4.0%	7.0%	8.0%
Juillet	8.0%	4.0%	7.0%	8.0%
Août	8.0%	4.0%	7.0%	8.0%
Septembre	8.0%	4.0%	7.0%	8.0%
Octobre	8.6%	11.4%	9.3%	8.6%
Novembre	8.6%	11.4%	9.3%	8.6%
Décembre	8.6%	11.4%	9.3%	8.6%

Tableau 9 : Volumes restitués par les STEU - Ratios de retour au milieu naturel par type de traitement (Source : EPTB Vienne, SUEZ Consulting 2018)

9.1.9 Rejets d'assainissement non collectif (ANC)

9.1.9.1 Données valorisées

- Nombre d'installations ANC :
 - ▶ Sur le département de l'Indre en 2019, acquis auprès de SAUR ;
 - ▶ Sur les communes du SMGAA en 2019, acquis auprès du SMGAA ;
 - ▶ Sur les communes des CC Gartempe-Saint Pardoux, Monts et Vallées de l'Ouest Creuse, Brame – Benaize, Elan Limousin Avenir Nature et Limoges Métropoles à partir de 2015, acquis auprès de ces dernières ;
- Taux moyen d'occupation des logements, acquis auprès du Département de la Vienne (SDE 86).

9.1.9.2 Hypothèses de calcul

- Pour les années auxquelles le nombre d'installation ANC est inconnu :
 - ▶ Calcul de la part moyenne d'habitants concernés par l'ANC sur l'ensemble des communes dont la population est connue
 - ▶ Ratio obtenu appliqué aux communes pour lesquelles il est inconnu.
- Les installations ANC étant majoritairement enterrées, les volumes associés rejoignent le milieu par infiltration, et atteignent donc le compartiment souterrain ;

- Les volumes restitués par l'ANC sont répartis uniformément sur l'année ;
- Le taux de retour des rejets ANC est considéré comme étant de 80%.
 - 9.1.10 Rejets industriels
 - 9.1.10.1 *Données valorisées*
 - Fichier de volumes estimatifs de rejets mensuel par point et par masse d'eau entre 2015 et 2017 et pour 2019, acquis auprès de la DREAL NA et de la DREAL CVL ;
 - 9.1.10.2 *Hypothèses de calcul*
 - Pour les industries dont le volume restitué au milieu naturel n'est pas connu, nous considérerons qu'ils représentent 94% des volumes prélevés par l'activité ;
 - Les volumes restitués au milieu naturel sont considérés comme de l'eau superficielle ;
 - Les volumes restitués par l'activité industrielle seront répartis uniformément sur les 365 jours de l'année.

9.2 Annexe 2 : Définitions relatives à la compréhension de concepts hydrologiques

- **Evapotranspiration potentielle (ETP)** : Quantité maximale d'eau susceptible d'être évaporée par évapotranspiration sous un climat donné par un couvert végétal continu bien alimenté en eau. Elle comprend donc l'évaporation du sol/substrat et la transpiration de la végétation d'une région donnée pendant le temps considéré. Elle s'exprime en hauteur d'eau.
- **Précipitations nettes théoriques** : Soustraction des précipitations par l'ETP.
- **Débit** : Volume d'eau qui traverse un point donné d'un cours d'eau dans un laps de temps déterminé.
- **Débit spécifique** : Débit divisé par la superficie du bassin versant drainé. Ce type de donnée permet de comparer le comportement hydrologique de cours d'eau de différentes ampleurs.
- **Débit de base** : Part du débit total d'un cours d'eau provenant du compartiment souterrain. L'autre composante du débit total est le débit ruisselé.
- **Module : Débit moyen interannuel**

Le module est la **moyenne des débits moyens annuels** calculés sur une année hydrologique et sur l'ensemble de la période d'observation de la station. Ce débit donne une indication sur le volume annuel moyen écoulé et donc sur la disponibilité globale de la ressource d'un bassin versant. Il doit être calculé sur une période d'observations suffisamment longue pour être représentative des débits mesurés ou reconstitués.

Il a valeur de référence réglementaire, notamment dans le cadre de l'article L214-18 du code de l'environnement et de sa circulaire d'application du 5 juillet 2011 fixant au dixième du module désinfluencé la valeur plancher du débit à laisser en aval d'un ouvrage dans le lit d'un cours d'eau.

- **Débit moyen mensuel (QMM)** : Moyenne, pour un mois donné, des débits moyens journaliers mesurés

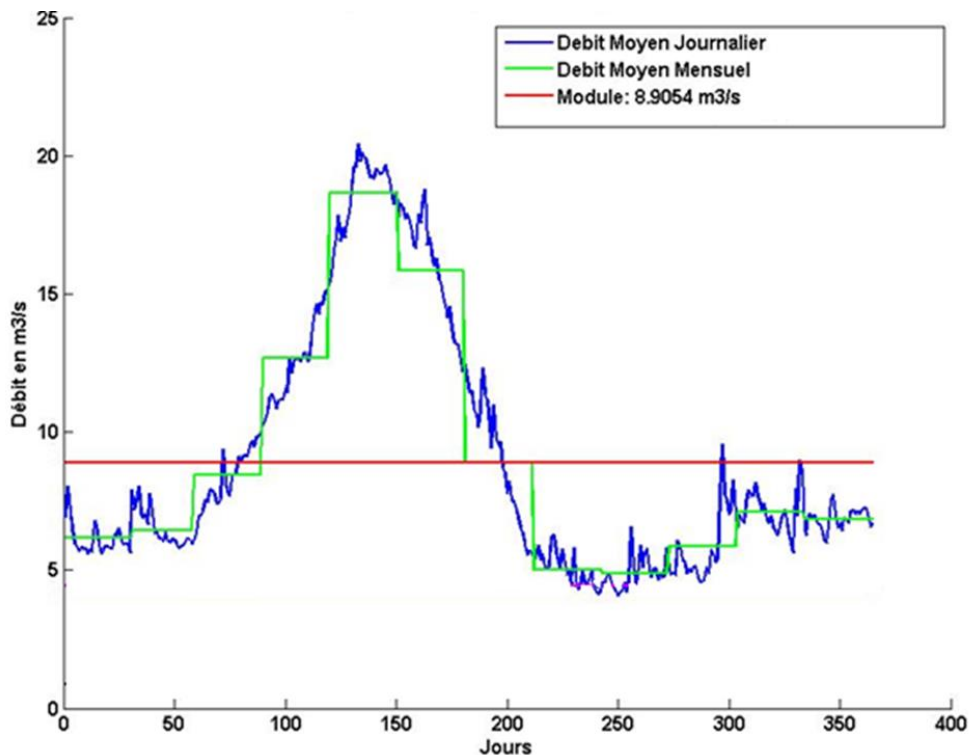


Figure 22 : Exemple de représentation graphique du débit moyen journalier, du débit moyens mensuel et du module d'un cours d'eau sur une année donnée

○ Basses eaux

Écoulement ou niveau d'eau le plus faible de l'année, mesuré par la hauteur d'eau ou le débit. Durant une période de basses eaux ou d'étiage, le cours d'eau n'occupe que son lit mineur. La période des basses eaux correspond à la période où le débit du cours d'eau est inférieur à son module.

○ Etiage

Une certaine ambiguïté subsiste quant à la définition du terme « étiage ». Ces dernières convergent toutefois vers les notions suivantes :

- ▶ Une période durant laquelle le débit du cours d'eau considéré est non seulement inférieur au module, mais, de plus, particulièrement bas. Cette période peut être identifiée comme étant celle durant laquelle le débit est inférieur à une valeur « seuil » calculée statistiquement selon des modalités choisies en fonction de la situation considérée ;
- ▶ Une période durant laquelle le niveau des nappes est également particulièrement bas ;
- ▶ Un événement qui n'est pas nécessairement exceptionnel. Ceci dépend de la sévérité de l'étiage, qui doit être caractérisée au moyen d'indicateurs statistiques appropriés ;
- ▶ Une période durant laquelle seules les nappes, en voie d'épuisement, contribuent au débit du cours d'eau (absence de pluie) ;
- ▶ Un événement qui se décrit non seulement par la valeur de débit non-dépassée, mais également par sa durée.

Quelle que soit la définition considérée, un étiage s'identifie, se caractérise et se délimite à l'aide d'au moins un indicateur nommé « débit caractéristique d'étiage ». Ce dernier peut se définir à partir de débits journaliers, de débits mensuels, ou encore de moyennes mobiles calculées sur plusieurs jours. Il est également possible de caractériser les étiages à partir d'un débit seuil, en comptabilisant le nombre de jours sous ce seuil.

Afin de pouvoir bien appréhender la complexité d'un étiage, il est préférable de s'appuyer sur une série de débits caractéristiques d'étiage différents, et non un seul. La définition des principaux types de débits caractéristiques d'étiage est détaillée ci-après.

- **QMNA : Débit moyen mensuel minimum de l'année**

Il s'agit de la variable usuellement employée par les services gestionnaires pour caractériser les étiages d'un cours d'eau. Il s'agit, pour une année donnée, du débit moyen mensuel (= moyenne des débits journaliers sur un mois) le plus bas de l'année.

- **QMNA5 : Débit d'étiage quinquennal**

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.

Le QMNA5 est également mentionné dans la circulaire du 3 août 2010 du ministère en charge de l'écologie (NOR : DEVO1020916C) : « Le débit de l'année quinquennale sèche correspond, en se référant aux débits des périodes de sécheresse constatés les années précédentes, à la valeur la plus faible qui risque d'être atteinte une année sur cinq. La probabilité d'avoir un débit supérieur à cette valeur est donc de quatre années sur cinq ». Le QMNA5, dont on peut considérer qu'il reflète indirectement un potentiel de dilution et un débit d'étiage typiques d'une année sèche, est utilisé dans le traitement des dossiers de rejet et de prélèvement en eau en fonction de la sensibilité des milieux concernés. Le QMNA5 sert en particulier de référence aux débits objectifs d'étiage (DOE - voir ce terme).

Le QMNA5 est une valeur réglementaire qui présente l'inconvénient d'être soumise à l'échelle calendaire. Les débits d'étiage peuvent en effet être observés durant une période chevauchant deux mois, induisant une surestimation du débit d'étiage par le QMNA. Pour cette raison, même si le QMNA5 reste une valeur réglementaire, l'évaluation des niveaux de débit en période d'étiage s'appuie préférentiellement sur des données journalières.

- **VCNd : Débit minimum de l'année calculé sur d jours consécutifs**

Les VCNd sont des valeurs extraites annuellement en fonction d'une durée fixée « d ».

- ▶ Le **VCN3** permet de caractériser une situation d'étiage sévère sur une courte période (3 jours).
- ▶ Les **VCN7** et **VCN10** correspondent à des valeurs réglementaires dans de nombreux pays et sont très utilisés d'une manière générale dans les travaux portant sur les étiages.

Nota : Il est intéressant de comparer le QMNA au VCN30. Le VCN30 correspond à la moyenne mobile la plus faible de l'année calculée sur 30 jours consécutifs, car il se rapproche en termes de durée de l'échelle mensuelle. Ces deux grandeurs devraient être proches, mais dans certains contextes des écarts importants peuvent apparaître, notamment lors d'années pluvieuses et dans le cas de bassins imperméables qui ont une réponse rapide aux impulsions pluviométriques.

- **Débit mensuel interannuel quinquennal sec (QMNA5)**

Le débit mensuel interannuel quinquennal sec correspond pour un mois considéré, au débit mensuel qui a une probabilité de 4/5 d'être dépassé chaque année. Il permet de caractériser un mois calendaire de faible hydraulicité.

- **Débit d'étiage vs débit caractéristique d'étiage**

Un débit d'étiage consiste en une valeur caractérisant l'étiage d'un cours d'eau sur une période délimitée dans le temps. Exemples :

- ▶ Le QMNA de l'année 2010 correspond au débit mensuel (calendaire) le plus bas de l'année 2010 ;
- ▶ Le VCN10 de l'année 2011 correspond au plus bas débit calculé sur 10 jours consécutifs de l'année 2011.

Un débit caractéristique d'étiage consiste en une valeur issue d'une série de débits d'étiage et associée à une probabilité d'occurrence (ou fréquence). Exemples :

- ▶ Le VCN10 de période de retour 5 ans correspond au VCN 10 ayant une probabilité de 1/5 de ne pas être dépassé sur une année donnée ;
- ▶ Le QMNA5 correspond au QMNA ayant une probabilité de 1/5 de ne pas être dépassé sur une année donnée.

Dans le cadre de la présente étude, une gamme de débits caractéristiques d'étiage sera calculée en chaque point de référence :

- ▶ QMNA interannuel, QMNA2, QMNA5,
- ▶ Débits mensuels interannuels quinquennaux secs,
- ▶ VCN10 et VCN3 (annuel, biennal et quinquennal),
- ▶ 1/10ème module, 1/20ème module.

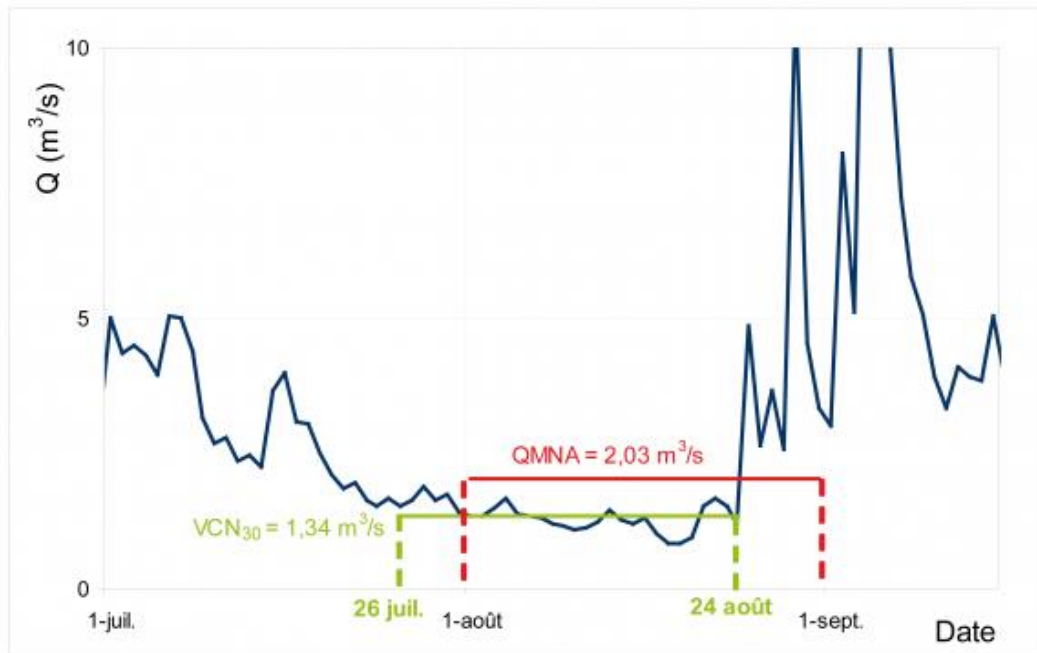


Figure 23 : Exemple de représentation graphique du VCN30 et du QMNA d'un cours d'eau donné sur une année donnée

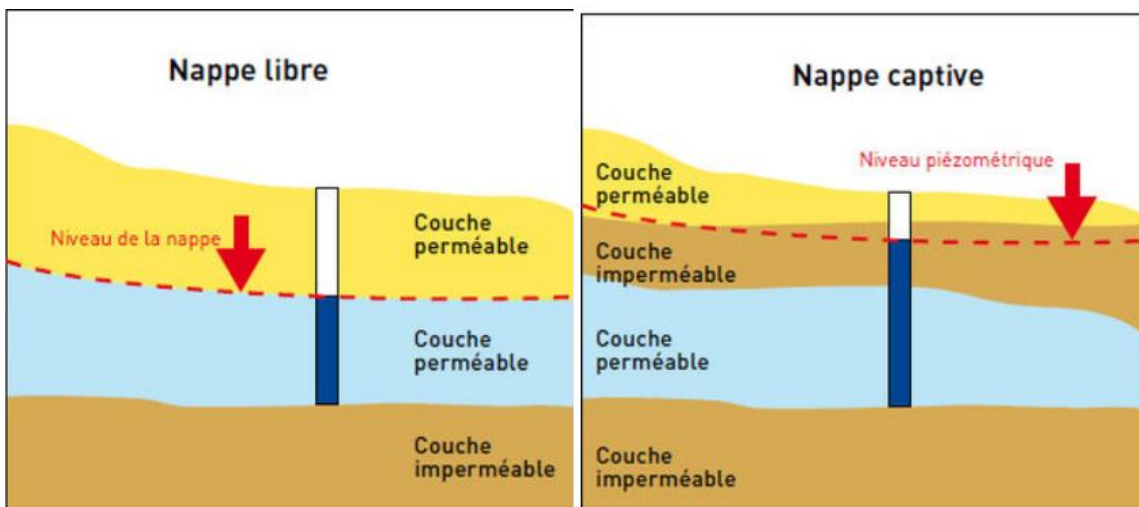


Figure 24 : Représentation schématique du niveau piézométrique dans un contexte de nappe libre (gauche) et de nappe captive (droite)

9.3 Annexe 3 : Identification et caractérisation des incertitudes

Le processus de modélisation hydrologique implique l'utilisation de données et de processus étant chacun **entachés d'une incertitude qui leur est propre**. Ces incertitudes se cumulent de manière complexe lors de la modélisation, ce qui implique que le résultat est lui aussi entaché d'une certaine incertitude.

Les paragraphes suivants ont pour objectif de présenter les différentes sources d'incertitude rencontrées, la manière dont elles s'articulent entre elles et leur effet sur les résultats de modélisation.

9.3.1 Incertitudes et biais sur les données utilisées

9.3.1.1 *Incertainces liées aux mesures réalisées*

Les mesures réalisées par les stations hydrométriques, piézométriques et météorologiques sont entachées d'une incertitude liée à la nature imparfaite des instruments de mesure et de leur mode de fonctionnement. Pour les stations hydrométriques par exemple, la courbe de tarage n'a pas toujours la précision adéquate pour représenter correctement les débits d'étiage. On peut également retrouver parfois des lacunes, voire des valeurs aberrantes, dans les chroniques de mesure.

Les mesures hydrométriques et piézométriques peuvent être affectées par des phénomènes perturbateurs ayant lieu à proximité de la station (modification de la forme du lit du cours d'eau, présence d'un prélèvement en nappe à proximité d'un piézomètre). Lorsque ceci a lieu, la mesure est plus ou moins faussée, selon l'ampleur de l'élément perturbateur.

9.3.1.2 *Incertainces sur l'estimation de données non directement mesurées*

L'évapotranspiration est calculée à partir de la mesure de différents paramètres météorologiques (température, rayonnement...). Elle est donc affectée d'une incertitude provenant à la fois de la mesure de ces différents paramètres, mais également de la méthode de calcul permettant de les transcrire en ETP.

Les chroniques d'usage employées sont entachées d'une certaine incertitude du fait des lacunes de données les concernant et des hypothèses ayant dû être prises en conséquence de cela.

9.3.2 Incertitudes sur la modélisation

9.3.2.1 *Incertainces liées à la simplification des phénomènes représentés*

La modélisation réalisée, qui est globale et conceptuelle, constitue comme toute modélisation une simplification de la réalité, introduisant des incertitudes. En effet, les phénomènes de transfert d'eau représentés sont susceptibles d'avoir lieu de manière sensiblement différente dans la réalité. Ainsi, les résultats obtenus peuvent omettre ou représenter de manière imparfaite certains facteurs influençant les débits, ce qui peut introduire des incertitudes et biais sur ces derniers, qui subsisteraient même en présence d'un calage « parfait ». On peut notamment citer l'absence de prise en compte du temps de transfert du débit.

9.3.2.2 *Incertaince liée à la représentativité des chroniques observées utilisées*

Les chroniques piézométriques sont issues de piézomètres qui peuvent, selon les cas, témoigner d'un comportement plus ou moins généralisé de la nappe sur l'ensemble du bassin versant modélisé. Ainsi, ils constituent en ce sens des indicateurs approximatifs.

9.3.2.3 Incertitudes liées à l'initialisation de la modélisation

Le modèle est initialisé en répliquant les années 2000 à 2004 deux fois. Ceci permet d'obtenir un état initial cohérent sur la période d'analyse, en ajustant les conditions initiales du modèle sur une situation typique du bassin étudié. Comme la triple réplique de l'année 2000 n'est pas strictement équivalente aux phénomènes s'étant effectivement déroulés entre 1990 et 2000, des incertitudes et biais sur les phénomènes modélisés peuvent en découler.

9.3.2.4 Incertitudes liées aux courtes chroniques de mesure

Lorsqu'un modèle est calé sur une chronique courte, sa capacité à bien représenter les phénomènes ayant lieu sur le système représenté en dehors de la période de cette chronique est moins fiable que lorsque la chronique de calage est longue.

9.3.2.5 Incertitudes liées à la nature imparfaite du calage

Le calage réalisé sur le modèle hydrologique permet d'obtenir, au niveau de la station hydrométrique, une chronique de débit s'approchant de celle mesurée. Cependant, en pratique, la correspondance n'est jamais parfaite et quelques différences subsistent.

9.3.2.6 Incertitudes liées à la transcription d'un modèle sans ajustement de calage

Lorsque l'on cherche à représenter le débit d'un bassin versant ne disposant pas de données hydrométriques, on peut avoir recours à l'utilisation d'un calage réalisé sur un autre bassin versant, ce qui est susceptible d'entraîner des incertitudes et biais.

9.3.3 Incertitudes sur les indicateurs statistiques liées à l'échantillonnage

La période de modélisation de la présente étude est de 20 ans (2000-2019). C'est donc sur cette période que l'on dispose de données pour calculer les débits caractéristiques qui répondent aux objectifs de la présente étude.

Pour obtenir des valeurs plus robustes, il serait préférable de se baser sur une chronique de débits plus longue (d'au moins 25 ans). Une solution alternative pour fiabiliser les QMNA5 consisterait à appliquer, à partir de chroniques météorologiques longues, un calcul permettant d'en corriger la valeur (Source : ONEMA 2015).

9.3.4 Prise en compte et quantification des incertitudes

A l'exception des données d'usages de l'eau (chroniques de prélèvements et rejets), toutes les incertitudes liées aux données d'entrée (données météorologiques) et à la modélisation ont un impact sur le calage du modèle sur les données de calage (par exemple les chroniques débitométriques). Elles se retrouvent donc en quelque sorte « intégrées » à l'incertitude de calage des phénomènes représentés sur les valeurs mesurées.

Il subsiste l'incertitude sur les données d'usages et sur les données de calage.

Concernant les données d'usage, leur incertitude a été appréhendée au cours de l'élaboration du rapport de bilan des usages par la définition de marges de confiance. Cette incertitude se répercute sur les valeurs obtenues lors de la reconstitution de l'hydrologie influencée et désinfluencée, à partir des modèles calés.

Concernant les données de calage (chroniques hydrométriques, piézométriques...), les incertitudes associées peuvent être relativement complexes à interpréter et à quantifier. Cependant, un travail de fiabilisation est réalisé par les organismes producteurs, et si des données demeurent trop incertaines pour

être raisonnablement utilisées, cela est déclaré (données qualifiées de « validées douteuses »). Dans le cadre de la présente étude, seules les données hydrométriques non invalidées par Hydroportail sont exploitées.

9.4 Annexe 4 : Choix des stations de référence pour l'application du protocole ESTIMHAB

La mise en œuvre du protocole ESTIMHAB passe par plusieurs étapes qui sont décrites ci-après, à savoir :

1. **Identification et caractérisation** du site d'étude ;
2. **Campagnes de terrain** ;
3. **Saisie des données d'entrée** dans le modèle d'habitat.

9.4.1 Principes de localisation des sites

Le choix des tronçons d'étude pour l'application de la méthode ESTIMHAB est particulièrement important et nécessite une bonne connaissance du contexte global du cours d'eau.

Les tronçons de cours d'eau retenus doivent répondre aux **critères suivants** :

- Le **domaine de validité du protocole** doit être respecté ;
- La **morphologie du tronçon étudié** doit être naturelle ou peu modifiée. Les secteurs canalisés, rectifiés, aménagés.... sont à éviter ; Ainsi, une alternance de faciès morphologiques représentative du cours d'eau (radiers, plats, mouilles) est préférable, se traduisant généralement par des vitesses d'écoulement variables le long du tronçon ;
- **L'accès au cours d'eau doit être aisé et sans danger** ;
- La **proximité relative de stations hydrométriques** permettant un suivi des débits dans le cours d'eau est à privilégier ;
- **L'absence d'assecs naturels** sur le cours d'eau investigué. En effet, l'application du protocole n'a de sens que si les conditions naturelles du cours d'eau en période de basses eaux sont susceptibles de permettre le développement piscicole, ce qui n'est pas le cas en cas d'assecs.

L'ensemble de ces conditions ont été respectées lors de l'inspection de terrain. En particulier, les tronçons retenus encadrent bien les secteurs à diversité de faciès accrue. Dans notre cas, la majorité des cours d'eau du territoire présente une morphologie relativement dégradée. Les secteurs les moins altérés (avec une alternance de faciès maximisée) ont été sélectionnés lors d'une campagne de terrain en concertation avec les acteurs locaux.

9.4.2 Localisation des sites prospectés

A partir des informations précédentes, et en analysant la localisation et la hauteur de chute des obstacles à l'écoulement sur le territoire, nous avons identifié **8 tronçons de cours d'eau** susceptibles de se voir appliquer le protocole ESTIMHAB sur le secteur aval du SAGE Creuse, La carte présentée en montre que la majorité de ces segments sont à l'exutoire des sous-bassins versants, afin d'être représentatifs de la superficie drainée des unités de gestion.

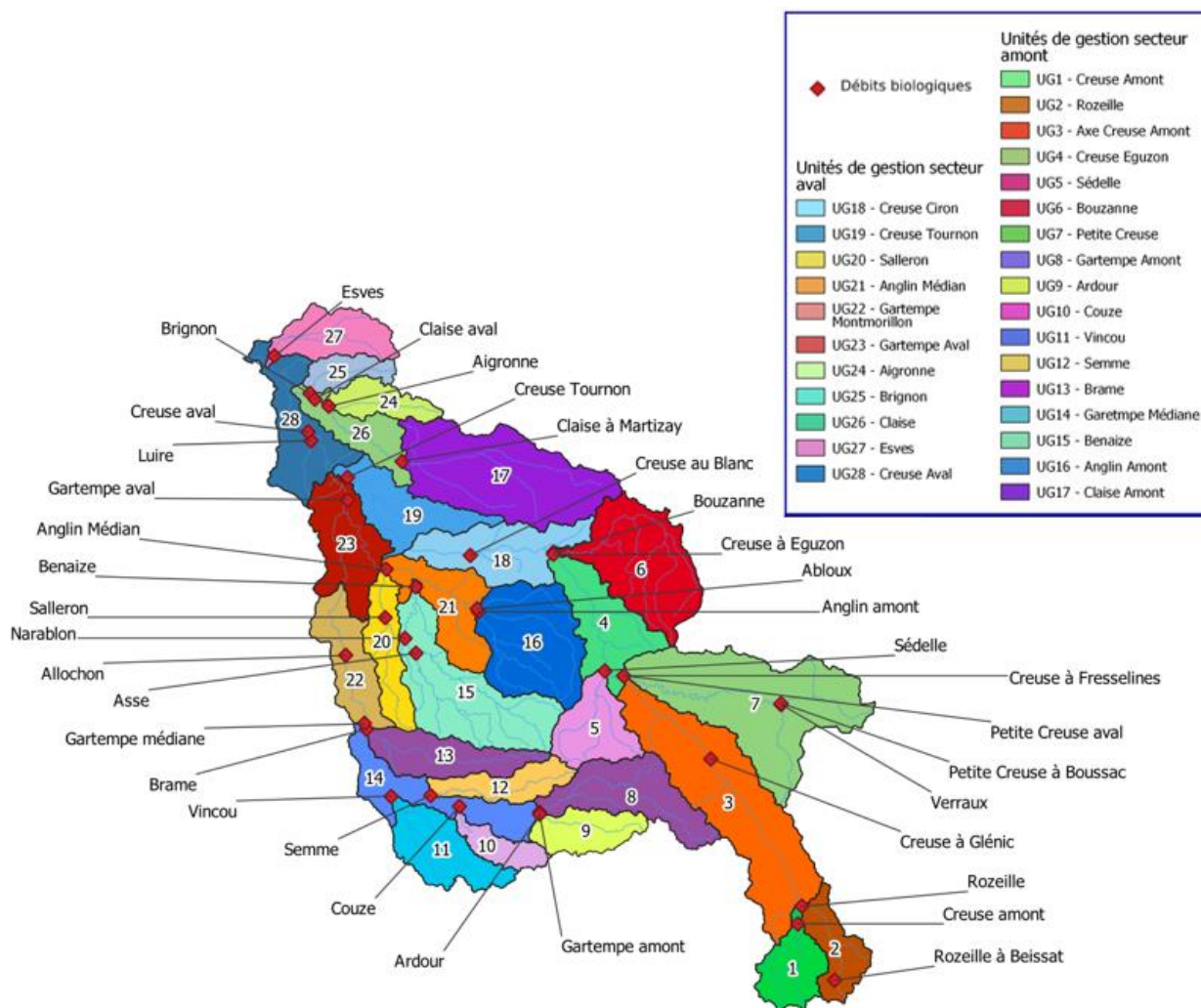


Figure 25 : Localisation des sites où les débits biologiques ont été déterminés

9.4.3 Campagne de terrain et contrôle de validité du modèle

Sur le secteur aval deux campagnes de terrain ont été réalisées deux périodes de l'année. Le 23 août 2021 est la date de campagne de basses eaux (débit Q1). La seconde campagne a été réalisée le 30 novembre 2020 en période de moyennes eaux (débit Q2).

- **Les valeurs hydrologiques (Q50)** sont issues de l'étude de la banque de données HYDRO disponible.
- **Une veille hydrologique** a permis de valider les dates de terrain de manière que $Q2 > 2*Q1$, condition préalable à la mise en place de la modélisation ESTIMHAB.

Le contrôle de validité du modèle est indiqué ci-dessous :

UG	Pente du cours d'eau < 5%	Q2>Q1*2	Q50>Q1/10	5*Q2>Q50	Hauteur d'eau moyenne < 2m	Longueur au moins égale à 15 fois largeur	nb Transects >= 15	Exposant de géométrie hydraulique largeur compris entre 0 et 0.3	Exposant de géométrie hydraulique hauteur compris entre 0.2 et 0.6
Creuse amont	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Rozeille	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Axe Creuse amont	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Creuse Argenton	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Sédelle	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Bouzanne	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Petite Creuse	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Gartempe amont	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Ardour	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Couze	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Vincou	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Semme	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Brame	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Gartempe médiane	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Benaize	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Anglin amont	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Claise amont	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Le Salleron	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
L'Anglin médian	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Pas OK
La Gartempe à Montmorillon	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
La Gartempe aval	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
La Creuse Tournon	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
La Creuse aval	OK	OK	OK	OK	Pas OK	OK	OK	OK	OK
Le Brignon	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
L'Esves	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Tableau 10 : Contrôle de vérification pour les stations étudiées

On note que l'exposant de géométrie hydraulique pour la hauteur n'est pas conforme pour l'UG de l'Anglin médian. Cela signifie que la hauteur moyenne varie peu en fonction du débit. On note également que la hauteur moyenne de la station pour la Creuse aval est supérieur à 2m. Ainsi, sans que cela ne proscrive l'exploitation des résultats du protocole au niveau de ces stations, une vigilance particulière doit être observée lors de leur interprétation.

9.5 Annexe 5 : Références bibliographiques pour l'analyse du changement climatique

Agence de l'eau Loire-Bretagne. 2018. « Plan d'adaptation au changement climatique pour le bassin Loire Bretagne ».

Beaufort, Aurélien, Florentina Moatar, et Florence Curie. 2015. Températures des cours d'eau : analyse des données et modélisation, application au bassin de la Loire. Université François Rabelais de Tours, Laboratoire GÉHCO-GéoHydrosystèmes.

Dayon, Gildas. 2015. « Evolution du cycle hydrologique continental en France au cours des prochaines décennies ». Université Toulouse 3 Paul Sabatier.

Ducharne, Agnès, Dominique Thiéry, Eric Sauquet, Jean-Philippe Vidal, Alexis Bernard, Vincent Bustillo, et Florentina Moatar. 2010. Impact du Changement Climatique sur l'hydrosystème Loire : HYDROlogie, Régime thermique, QUALité des eaux. Université François Rabelais de Tours.

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. 2012a. Explore 2070 - Hydrologie souterraine Poitou Charente. BRGM/RP-61483-FR.

Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. 2012b. Synthèse du projet Explore 2070 - Hydrologie souterraine. BRGM, Mines ParisTech.

Région Nouvelle Aquitaine. 2018. Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine pour agir dans les territoires. 978-2-9564516-0-0.

Stollsteiner, Philippe. 2012. Explore 2070 - Evaluation de l'impact du changement climatique - Rapport final. RP-61483-FR-vol 1. BRGM.