



Syndicat du bassin
de l'Oudon



Détermination des débits caractéristiques sur le bassin de l'Oudon



Rapport n°A134381/version C – Mars 2025

Projet suivi par : Thibault Péan – thibault.pean@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Détermination des débits caractéristiques sur le bassin de l'Oudon

CLIENT	SITE
Syndicat du bassin de l'Oudon	
6 rue de la Roierie 49500 Segré en Anjou Bleu	Bassin versant de l'Oudon
Mme COMMERE Gestion quantitative de l'eau : prévention des inondations et gestion de la ressource en eau 02.41.92.52.84 geraldine.commere@bvoudon.fr	
RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Julien Berthelot
Interlocuteur commercial	Julien BERTHELOT
	Implantation de Nantes
Implantation chargée du suivi du projet	02.28.01.32.32 secretariat.nantes@anteagroup.fr
Rapport n°	A134381
Version n°	C
Projet n°	PDLP240364

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Thibault PÉAN	Ingénieur d'études	Janvier 2025	
Approbation et relecture qualité	Julien BERTHELOT	Responsable Aménagements Hydrauliques	Janvier 2025	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	24/01/2025	28	1	Emission originale
B	12/02/2025	28	1	Corrections
C	19/03/2025	28	1	Mise à jour

Sommaire

1.	Contexte et objectifs	6
1.1.	Contexte de l'étude.....	6
1.2.	Objectifs de l'étude	6
1.3.	Contenu de ce document	7
2.	Description du bassin versant de l'Oudon.....	8
2.1.	Structure hydrographique.....	8
2.2.	Stations hydrométriques.....	10
3.	Hydrologie désinfluencée	13
3.1.	Modèle GR6J.....	13
3.2.	Construction du modèle.....	13
3.3.	Définition des débits caractéristiques.....	14
3.4.	Résultats du modèle.....	15
4.	Transposition des résultats.....	18
4.1.	Sites de mesures.....	18
4.2.	Transposition des débits désinfluencés aux stations de mesures de débits biologiques	19
4.2.1.	Méthodologie générale.....	19
4.2.2.	Application à chaque site	20
4.3.	Incertitude des méthodes de transposition	24
5.	Évaluation des débits en période de hautes eaux.....	25
6.	Conclusion	27

Table des figures

Figure 1 : Délimitation du bassin versant de l'Oudon (Source : Bassin de l'Oudon, 2020)	8
Figure 2 : Découpage du bassin de l'Oudon en unités hydrologiques	10
Figure 3 : Localisation des stations hydrométriques.....	11
Figure 4 : Localisation des stations de mesure de débits biologiques	18
Figure 4 : Débits classés issus de l'étude HMUC 2024	19
Figure 4 : Ajustement des QMNA5 et des débits dépassés 5 % du temps sur les 17 stations.....	19
Figure 4 : Ajustement des QMNA5 et des débits dépassés 5 % du temps sur les 13 stations avec le plus faible bassin versant.	20

Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des stations hydrométriques (Source : CACG, 2024)	10
Tableau 2 : Station hydrométrique de référence pour chaque UH (Source : CACG)	14
Tableau 3 : Synthèse des débits caractéristiques aux exutoires des unités hydrologiques et aux stations de mesure	16
Tableau 4 : Synthèse des nœuds de calculs sélectionnés pour procéder aux transpositions des résultats sur les stations de mesure des débits biologiques.....	21
Tableau 5 : Synthèse des débits caractéristiques transposés aux stations de mesure des débits biologiques	23
Tableau 6 : Débits de pointe instantané d'une crue biennale aux stations de mesure des débits biologiques	26

1. Contexte et objectifs

1.1. Contexte de l'étude

Le Syndicat du Bassin de l'Oudon (SBO) porte le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Oudon et a commandé diverses études pour améliorer la gestion quantitative de l'eau sur son territoire.

Une première étude appelée EVP 2015 visait à définir des volumes d'eau prélevables par usage et à proposer un programme d'actions pour la gestion de la ressource, notamment en période de sécheresse. Bien que validées par la Commission Locale de l'Eau (CLE), ses propositions n'ont pas été intégrées au SAGE, car la méthodologie d'évaluation des volumes prélevables a évolué pour mieux intégrer les impacts du changement climatique.

En 2023, il a été lancé une mise à jour de l'étude EVP 2015, réalisée selon les prescriptions du guide méthodologique HMUC de 2022 de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB). Le rapport intermédiaire présentant l'état d'avancement des analyses des quatre volets HMUC a été remis au SBO le 22 septembre 2023. Après analyse, le comité de suivi a décidé, le 7 novembre 2023, de réviser les modalités prévues dans le CCTP initial pour le volet Milieu, afin de mieux refléter les évolutions méthodologiques récentes et les exigences de précision des résultats.

Initialement, la mise à jour des débits biologiques des 11 unités hydrologiques (UH) du bassin de l'Oudon reposait sur deux approches :

- **Pour les 5 UHs équipées de stations ESTIMHAB**, l'actualisation des débits biologiques devait se baser sur de nouvelles données de débits désinfluencés, conformément au guide méthodologique HMUC 2023 ;
- **Pour les 6 UHs sans stations ESTIMHAB**, la méthode d'extrapolation de l'étude EVP 2015 devait être poursuivie.

Les résultats pour les 5 UHs équipées d'ESTIMHAB, présentés dans le rapport intermédiaire, ont été jugés conformes par les services de l'État pour une analyse HMUC actualisée en 2024. Cependant, pour les 6 UHs restantes, il a été décidé d'abandonner l'approche d'extrapolation au profit de méthodes basées sur des mesures de terrain.

1.2. Objectifs de l'étude

La présente étude vise à mettre à jour le volet Milieux de l'étude HMUC du bassin versant de l'Oudon, et ainsi de définir les débits biologiques sur chaque unité de gestion.

1.3. Contenu de ce document

Ce document vise à définir les débits caractéristiques désinfluencés au droit de chaque station d'estimation des débits biologique.

Le rapport est composé en trois parties

Analyse du territoire et collecte des données hydrologiques :

Cela consiste à collecter et analyser les données hydrologiques disponibles pour le bassin versant. Cette analyse vise à comprendre le contexte hydrologique en s'appuyant sur divers documents tels que :

- Les rapports de diagnostic hydrologique pour permettre de comprendre le contexte hydrologique du bassin versant de l'Oudon ;
- Les modèles hydrologiques existants issu de l'étude HMUC de 2024 ;
- Les rapports sur la construction des modèles pour prendre connaissance des modalités de construction et des hypothèses de calage ;
- Les résultats et leurs mises en forme.

Transposition des résultats du modèle aux sites de mesure des débits biologiques :

Afin de définir les débits biologiques, il est nécessaire de transposer l'hydrologie désinfluencée au droit des stations d'estimation de débits biologiques. Cette reconstruction inclut :

- La production des débits caractéristiques nécessaires pour chaque station, en exploitant ou en adaptant les points de calcul du modèle hydraulique ;
- La réalisation de calculs pour les débits moyens (mensuels, module), les débits extrêmes (QMNA5, QMNA2), et les quantiles journaliers (Q5%, Q10%), au pas de temps journalier ;

Évaluation des conditions de prélèvement en période de hautes eaux :

La dernière étape vise à évaluer les prélèvements en période de hautes eaux pour plusieurs unités hydrologiques. Dans la continuité des travaux précédents, cette étape inclut :

- Le calcul des débits caractéristiques, notamment pour les périodes de hautes eaux et les crues.

2. Description du bassin versant de l'Oudon

2.1. Structure hydrographique

L'Oudon est un affluent de la Mayenne, qui coule dans les départements de la Mayenne et du Maine-et-Loire. Cette rivière prend sa source dans l'étang de La Gravelle (53) à 192 m d'altitude. Long de 103,3 km, il possède un bassin versant global de 1490 km².

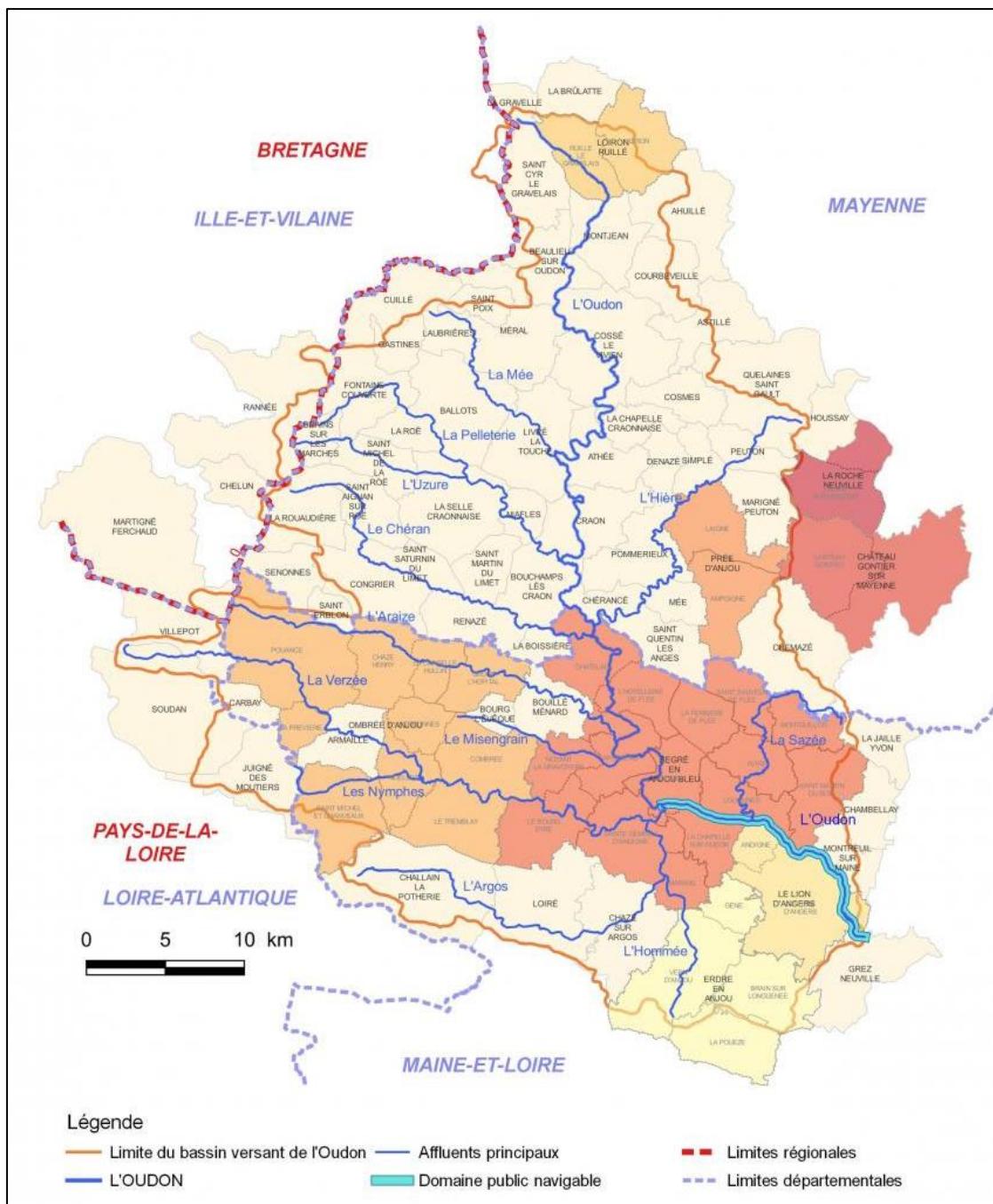


Figure 1 : Délimitation du bassin versant de l'Oudon (Source : Bassin de l'Oudon, 2020)

L'Oudon compte trente-sept affluents référencés, dont les principaux sont :

- **La Méée (53)** : il s'agit de l'affluent principal de l'Oudon, situé en amont de Craon. Il traverse cinq communes et a sept affluents. Le cours d'eau a une longueur de 16 km, une pente moyenne de 3,25 m/km et un bassin versant associé de 67 km². Son tracé a été rectifié durant les années 70 ;
- **L'Uzore (53)** : Ce cours d'eau se situe en amont de la confluence avec la Pelleterie. Il traverse huit communes et a huit affluents. Il a une longueur de 25 km, une pente moyenne de 3,12 m/km et un bassin versant associé de 144 km². Son tracé a été recalibré et rectifié dans les années 70 ;
- **L'Hière (53)** : Il s'agit de l'unique affluent principal de l'Oudon en rive gauche sur la partie Mayennaise. Il traverse dix communes et a douze affluents. Il a une longueur de 29 km, une pente moyenne de 2,43 m/km et un bassin versant associé de 158 km² ;
- **Le Chéran (53)** : Il traverse neuf communes et a six affluents. Il a une longueur de 28 km, une pente moyenne de 2,86 m/km et un bassin versant associé de 28 km². Sur sa partie amont, le Chéran a subi de nombreuses modifications hydrauliques, tandis que sa partie aval est plus sinuuse et située dans un fond de vallée plus vallonné ;
- **L'Araize (49)** : Il traverse huit communes et a six affluents. Il a une longueur de 32 km, une pente moyenne de 1,8 m/km et un bassin versant associé de 92 km². Le cours d'eau a été recalibré dans les années 70 ;
- **La Verzée (49)** : Il s'agit de l'affluent le plus important de l'Oudon. Il traverse treize communes et a dix-huit affluents. Il a une longueur de 52 km, une pente moyenne de 1,3 m/km et un bassin versant associé de 410 km². Dix-sept barrages, essentiellement des moulins, sont positionnés sur le cours de la Verzée ;
- **L'Argos (49)** : Il traverse six communes et a trois affluents. Il a une longueur de 30 km, une pente moyenne de 1,3 m/km, une largeur moyenne de 4 m et un bassin versant associé de 164 km². Le cours d'eau a été fortement recalibré dans les années 70 et une vingtaine de barrage ont été installés sur son cours ;
- **La Sazée (49)** : Il traverse six communes et a cinq affluents. Il a une longueur de 20 km, une pente moyenne de 2,75 m/km, une largeur moyenne de 3 m et un bassin versant associé de 71 km².

L'étude EVP a aussi découpé le bassin de l'Oudon en 11 unités hydrographiques (UH), localisées sur la figure ci-dessous :

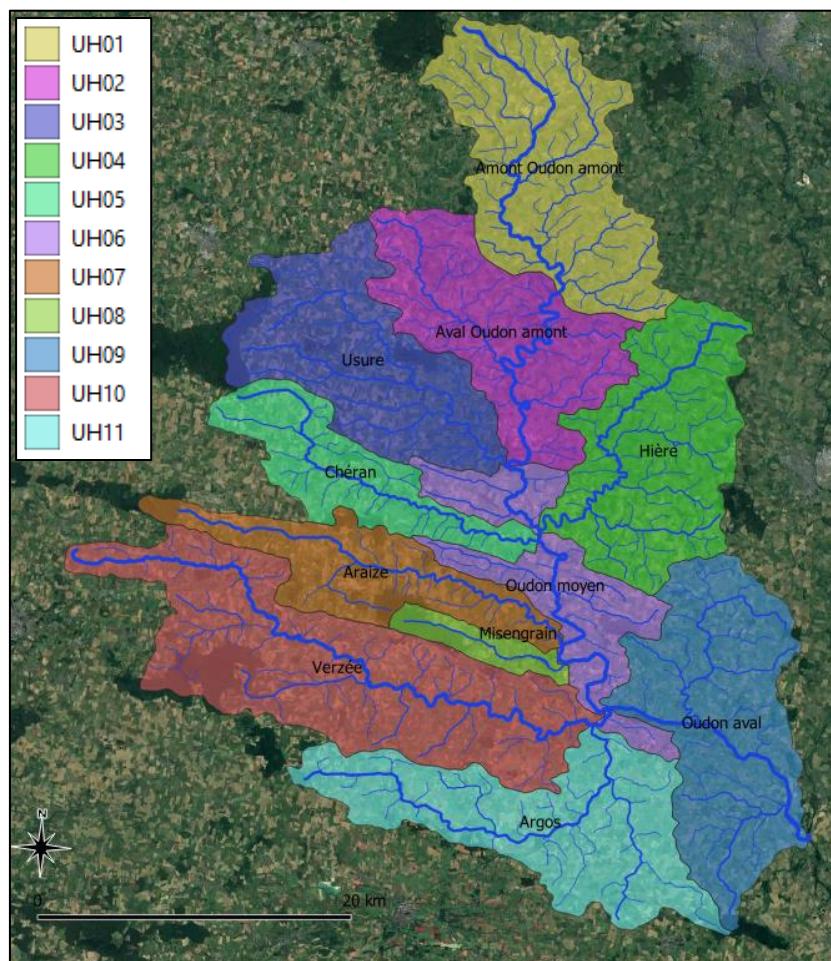


Figure 2 : Découpage du bassin de l'Oudon en unités hydrologiques

2.2. Stations hydrométriques

Le bassin versant d'Oudon comporte 6 stations hydrométriques en service depuis au moins 30 ans et 1 station hors service.

Tableau 1 : Liste des stations hydrométriques (Source : CACG, 2024)

Stations actives				
Caractéristiques		Taille BV	Période de fonctionnement	
Code Station	Nom Station	en km ²	Début	Fin
M371 1810	L'Oudon à Cossé-le-Vivien	133	1988	
M377 4010	Le Chéran à la Boissière	85	1971	
M377 1810	L'Oudon à Châtelais [Marcillé]	734	1972	
M383 4010	L'Argos à Marans et à Sainte-Gemmes-d'Andigné	153	1982	
M382 3010	La Verzée au Bourg-d'Iré [La Pommeraye]	205	1990	
M385 1810	L'Oudon à Segré [écluse de Maingué]	1310	1994	
M386 1810	L'Oudon à Andigné [Port aux Anglais]	1409	1964	2001

Ces stations sont localisées sur la figure ci-dessous :

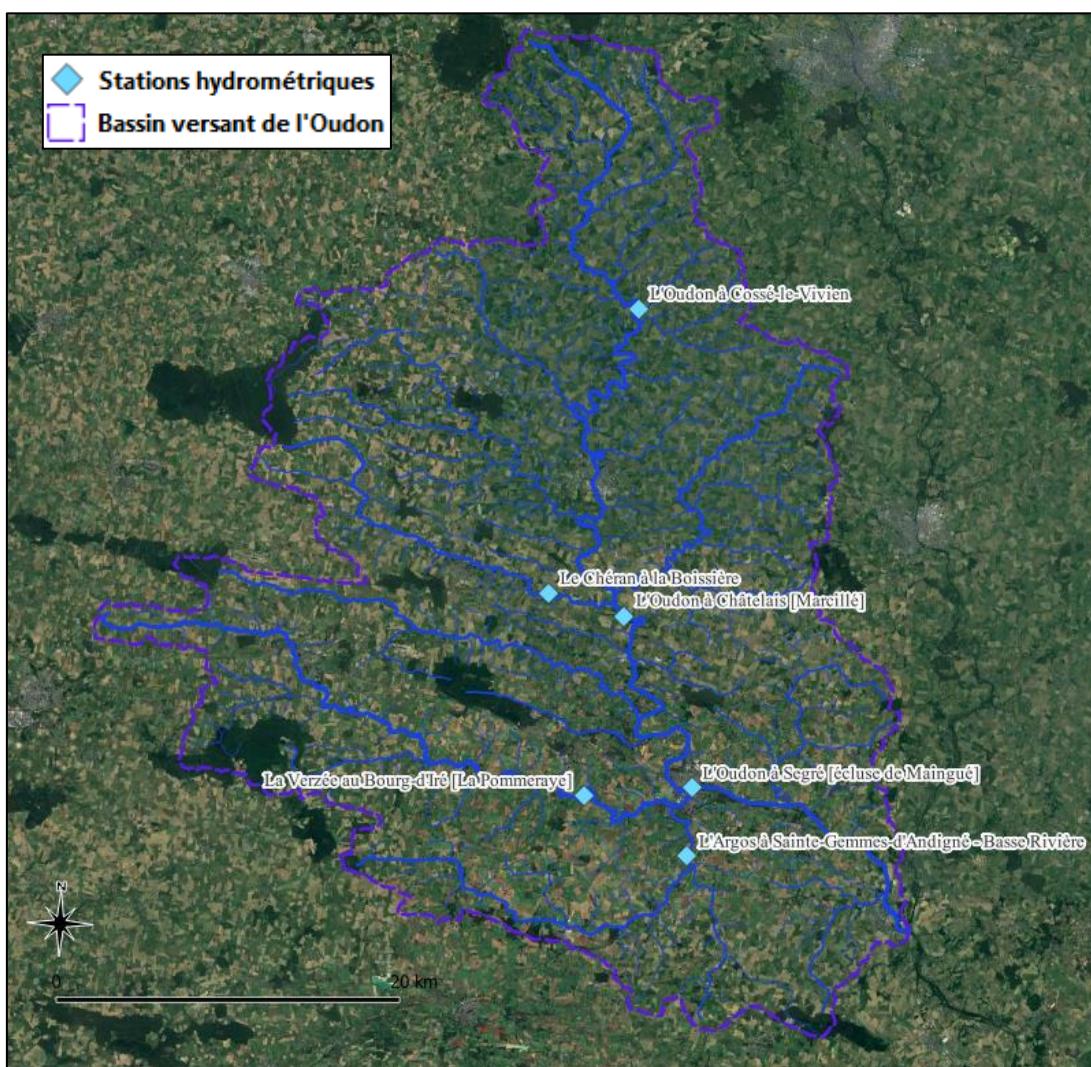


Figure 3 : Localisation des stations hydrométriques

À partir des débits moyens journaliers des 6 stations en service pour les 30 dernières années (1992-2021), les valeurs hydrologiques caractéristiques suivantes ont été calculées :

- Débit moyen mensuel de chaque mois ;
- Débit moyen annuel ;
- Module : débit moyen interannuel ;
- Module quinquennal ; débit moyen annuel dépassé en moyenne 4 années sur 5 ;
- QMNA : débit moyen mensuel minimum ;
- QMNA5 : débit moyen mensuel dépassé en moyenne 4 année sur 5 ;
- Hautes eaux : débit moyen de la période novembre-mars et sa valeur quinquennal ;
- Printemps : débit moyen de la période avril-mai et sa valeur quinquennal.

Pour chaque station, l'étude de CACG en Annexe 1 présente ces débits caractéristiques en régime influencé sous forme de tableaux de synthèses.

L'analyse de cette étude sur les débits mensuels confirme le régime hydrologique pluvial du bassin, caractérisé par des hautes eaux en hiver (décembre à février) et des basses eaux prolongées de juin à octobre, avec un

minimum observé en juillet-août et une reprise progressive des débits en novembre. Les modules interannuels varient significativement selon les cours d'eau, allant de $0,514 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le Chéran à la Boissière (85 km^2) à $8,141 \text{ m}^3/\text{s}$ pour l'Oudon à Segré ($1\,310 \text{ km}^2$).

La variabilité interannuelle des écoulements est marquée, avec des années sèches comme 2005 et 2017, contrastant avec des années humides telles que 1999, 2000, 2001, 2013 et 2014. Pour comparer les cours d'eau, le débit spécifique, calculé en rapportant le débit à la surface du bassin versant, révèle des différences notables entre les stations.

En hiver (décembre à février), les débits de l'Oudon amont et du Chéran se montrent légèrement plus soutenus que ceux des autres cours d'eau. Au printemps et en automne (mars, avril, novembre), l'Oudon présente des débits légèrement supérieurs à ceux de ses affluents. Enfin, même en période d'étiage, l'Oudon affiche des débits un peu plus élevés que les autres cours d'eau de la zone d'étude.

3. Hydrologie désinfluencée

Ce chapitre vise à présenter les données utilisées qui sont issues de l'étude HMUC réalisée par la CACG. Elle sera nommée dans le rapport HMUC 2024

A partir des stations hydrométriques sur le bassin versant de l'Oudon, l'objectif de l'étude de CACG consistait à recréer des chroniques de débits naturels. L'hydrologie naturelle ou désinfluencée correspond à l'hydrologie reconstituée en éliminant les influences anthropiques à partir des débits mesurés et des contraintes connues sur le bassin versant. Plusieurs méthodes permettent de "naturaliser" une chronique de débits mesurés. Dans l'étude HMUC 2024, le choix s'est porté sur un modèle pluie-débit GR6J.

3.1. Modèle GR6J

Le modèle GR6J est un modèle hydrologique conceptuel développé pour simuler les débits des cours d'eau à partir des précipitations et de l'évapotranspiration potentielle sur un pas de temps journalier.

Le GR6J repose sur une structure conceptuelle robuste, utilisant six paramètres calibrés pour représenter les processus hydrologiques d'un bassin versant. Ces processus incluent la production et le transfert d'eau dans le sol, le stockage dans des réservoirs, et le routage des débits dans le réseau hydrographique.

L'une des particularités du GR6J est sa capacité à intégrer deux types de routages distincts : un routage rapide pour simuler les écoulements directs liés aux précipitations, et un routage lent pour modéliser les contributions retardées provenant des eaux souterraines. Ces routages permettent de mieux représenter la diversité des réponses hydrologiques d'un bassin. De plus, il inclut un mécanisme de correction pour les flux amont et aval, ce qui améliore sa performance dans des contextes complexes.

3.2. Construction du modèle

Le modèle GR6J réalisé est calibré à partir de données de débits désinfluencés sur la période 2014-2021.

Cette approche présente plusieurs avantages :

- Elle permet d'étendre les chroniques de débits sur des périodes plus longues, en s'appuyant sur des données de forçage climatique (pluviométrie et évapotranspiration potentielle, ETP), même en l'absence de données de débits mesurés ou lorsque les prélèvements ne sont pas maîtrisés ;
- Elle facilite l'évaluation des débits sur des bassins versants non jaugés, tels que les unités hydrologiques ;

Les pluies spécifiques à chaque bassin ont été reconstituées en utilisant la méthode des polygones de Thiessen, basée sur les données de trois stations pluviométriques situées à Segré, Pouancé et Cossé-le-Vivien. Les données d'évapotranspiration potentielle ont été collectées à Beaucouzé, permettant de produire une chronique journalière de pluie et d'ETP couvrant la période 2003-2022. Les premières années de cette chronique ont servi à initialiser le modèle.

Les débits désinfluencés ont été évalués de manière algébrique pour la période 2014-2021, avec un pas de temps journalier. Ces données ont servi de base pour le calage du modèle pluie-débit sur les six stations Hydrométriques. Pour chaque station, les facteurs influençant les débits ont été identifiés en s'appuyant sur les reconstitutions réalisées dans le volet « Usages » de l'étude HMUC.

Le débit journalier désinfluencé a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Débit désinfluencé} = \text{Débit mesuré} + \sum \text{prélèvements} - \sum \text{rejets}$$

Les prélèvements comprennent l'alimentation en eau potable, l'irrigation, l'évaporation des plans d'eau, l'abreuvement et les usages industriels. Les rejets incluent principalement ceux des stations de traitement des eaux usées.

Ces chroniques de débits désinfluencés, considérées comme proches des conditions naturelles, ont ensuite été utilisées pour calibrer le modèle pluie-débit. Le modèle a ensuite été calibré de façon que le critère de Nash-Sutcliffe soit le plus proche de 1 aux stations de contrôle.

Les paramètres d'efficience indiquent un bon calage global du modèle, bien que le module annuel simulé soit parfois légèrement sous-estimé par rapport au module mesuré. En revanche, la comparaison des caractéristiques hydrologiques montre que les débits d'étiage ont été correctement modélisés.

Une fois que les six paramètres du modèle GR6J ont été calés, une méthode de transfert est retenue pour appliquer le modèle aux bassins versants non jaugés. Pour cela, seul le paramètre X4 du modèle est modifié. Il s'agit du temps de base de l'hydrogramme unitaire, qui est un paramètre avec une dépendance significative avec la surface du bassin versant considéré. X4 est modifié en fonction du rapport entre la surface du bassin receveur et la surface du bassin donneur selon la formule :

$$X4_{\text{receveur}} = X4_{\text{donneur}} * \left(\frac{S_{\text{receveur}}}{S_{\text{donneur}}} \right)^{0.3}$$

Ainsi, pour chaque UH, une station hydrométrique est utilisée pour transférer le modèle. Les attributions suivantes sont affectées :

Tableau 2 : Station hydrométrique de référence pour chaque UH (Source : CACG)

UH	Stations hydrologiques de référence
UH1	L'Oudon à Cossé le Vivien
UH2	L'Oudon à Cossé le Vivien
UH3	Le Chéran à la Boissière
UH4	L'Oudon à Cossé le Vivien
UH5	Le Chéran à la Boissière
UH6	L'Oudon à Châtelais
UH7	La Verzée au Bourg-d'Iré
UH8	La Verzée au Bourg-d'Iré
UH9	L'Oudon à Segré
UH10	La Verzée au Bourg-d'Iré
UH11	L'Argos à Marans

3.3. Définition des débits caractéristiques

Le modèle permet d'extraire des débits caractéristiques qui sont définis dans ce paragraphe :

- Module : débit moyen interannuel ;
- QmM : débit moyen mensuel ;
- QmMNS : débit moyen mensuel minimum de retour 5 ans ;
- QMNA2, QMNA5 : débit minimum annuel des débits moyens mensuels de période de retour 2 et 5 ans ;
- Q2%, Q5%, Q10%, Q50%, Q70%, Q95% : débit journalier dépassé dans 2%, 5%, 10%, 50%, 70% et 95% des cas ;
- VCN3(5) : minimum des débits moyens sur 3 jours glissants, de période de retour 5 ans ;
- VCN10(5) : minimum des débits moyens sur 10 jours glissants, de période de retour 5 ans ;
- Q2ans : débit de pointe instantané de période de retour 2 ans.
- QJ2ans : débit de pointe journalier de période de retour 2 ans.

3.4. Résultats du modèle

Les chroniques de débits désinfluencés à l'exutoire de chaque UH et aux stations hydrométriques ont été synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Synthèse des débits caractéristiques aux exutoires des unités hydrologiques et aux stations de mesure

Cours d'eau	Oudon								Usure	Hière	Chéran		Araize	Misengrain	Verzée		Argos
Station	Oudon à Cossé-le-Vivien	UH1	UH2	Oudon à Chatelaïs	UH6	Oudon à Segré	UH9	UH3	UH4	Chéran à Bossière	UH5	UH7	UH8	Verzée au Bourg-d'Iré	UH10	UH11	Argos à Marans
Surface (km ²)	135.2	177	318	732.4	916	1319.1	1492	145	154	76.1	84	93	22	202.7	238	164	153.4
QMNA5 (m ³ /s)	0.035	0.045	0.081	0.156	0.212	0.267	0.340	0.035	0.038	0.019	0.021	0.022	0.006	0.048	0.056	0.025	0.023
QMNA2 (m ³ /s)	0.052	0.066	0.118	0.216	0.241	0.362	0.439	0.040	0.046	0.020	0.022	0.028	0.007	0.062	0.072	0.028	0.028
Moyenne Q_Novembre_Mars (m ³ /s)	1.371	1.910	3.437	6.680	6.763	12.867	13.189	1.746	1.372	0.819	0.912	0.980	0.211	2.086	2.460	1.362	1.248
Moyenne Q_Avril_Juin (m ³ /s)	0.590	0.802	1.453	2.609	3.045	4.880	5.759	0.476	0.604	0.219	0.250	0.326	0.077	0.687	0.837	0.473	0.424
Moyenne Q Juillet_Octobre (m ³ /s)	0.179	0.215	0.387	0.632	0.653	1.165	1.375	0.153	0.144	0.064	0.071	0.079	0.019	0.170	0.200	0.102	0.093
QmM Janvier (m ³ /s)	1.803	2.440	4.390	8.666	8.993	16.677	17.389	2.291	1.788	1.053	1.194	1.294	0.282	2.737	3.273	1.858	1.686
QmM Février (m ³ /s)	1.884	2.549	4.598	9.025	9.701	17.111	18.061	2.105	1.920	1.012	1.142	1.289	0.281	2.721	3.256	1.867	1.680
QmM Mars (m ³ /s)	1.391	1.882	3.400	6.494	6.958	12.137	12.950	1.377	1.417	0.624	0.710	0.849	0.190	1.786	2.156	1.235	1.110
QmM Avril (m ³ /s)	0.736	1.004	1.817	3.329	3.734	6.293	6.951	0.632	0.758	0.290	0.331	0.427	0.098	0.899	1.093	0.609	0.545
QmM Mai (m ³ /s)	0.530	0.715	1.300	2.343	2.942	4.545	5.719	0.411	0.557	0.207	0.234	0.308	0.074	0.649	0.785	0.441	0.396
QmM Juin (m ³ /s)	0.508	0.688	1.243	2.156	2.460	3.803	4.607	0.386	0.495	0.161	0.184	0.243	0.060	0.513	0.633	0.370	0.332
QmM Juillet (m ³ /s)	0.197	0.253	0.458	0.742	0.844	1.344	1.649	0.118	0.182	0.062	0.065	0.092	0.022	0.202	0.235	0.118	0.108
QmM Août (m ³ /s)	0.139	0.181	0.327	0.524	0.517	0.886	1.058	0.094	0.122	0.037	0.039	0.052	0.013	0.117	0.134	0.067	0.061
QmM Septembre (m ³ /s)	0.086	0.114	0.205	0.324	0.347	0.570	0.681	0.073	0.077	0.034	0.037	0.041	0.010	0.089	0.102	0.044	0.041
QmM Octobre (m ³ /s)	0.231	0.312	0.557	0.937	0.906	1.859	2.113	0.326	0.194	0.125	0.142	0.131	0.033	0.270	0.328	0.179	0.162
QmM Novembre (m ³ /s)	0.569	0.758	1.357	2.498	2.389	5.419	5.611	0.908	0.487	0.447	0.479	0.441	0.093	0.955	1.089	0.537	0.508
QmM Décembre (m ³ /s)	1.463	1.922	3.438	6.718	5.773	12.993	11.933	2.050	1.247	0.958	1.035	1.029	0.212	2.234	2.525	1.316	1.255
QmMN5 Janvier (m ³ /s)	0.651	0.907	1.612	2.775	3.385	6.209	8.190	1.028	0.620	0.423	0.512	0.508	0.128	1.108	1.259	0.786	0.717
QmMN5 Février (m ³ /s)	0.733	0.984	1.754	2.904	3.363	5.713	7.050	0.931	0.641	0.416	0.491	0.556	0.116	1.024	1.378	0.692	0.478
QmMN5 Mars (m ³ /s)	0.618	0.889	1.625	2.505	2.064	4.341	4.491	0.482	0.556	0.199	0.245	0.344	0.070	0.582	0.880	0.366	0.307
QmMN5 Avril (m ³ /s)	0.300	0.420	0.756	1.179	1.402	2.262	2.745	0.236	0.304	0.099	0.120	0.176	0.037	0.315	0.450	0.201	0.163
QmMN5 Mai (m ³ /s)	0.251	0.335	0.605	0.960	0.826	1.669	1.529	0.162	0.212	0.069	0.072	0.104	0.021	0.230	0.260	0.102	0.095
QmMN5 Juin (m ³ /s)	0.144	0.184	0.332	0.569	0.631	1.001	1.226	0.079	0.128	0.044	0.049	0.071	0.016	0.156	0.176	0.076	0.073
QmMN5 Juillet (m ³ /s)	0.073	0.094	0.171	0.279	0.336	0.518	0.600	0.050	0.073	0.027	0.029	0.041	0.009	0.090	0.103	0.040	0.038
QmMN5 Août (m ³ /s)	0.050	0.063	0.114	0.185	0.222	0.345	0.409	0.037	0.046	0.020	0.022	0.029	0.006	0.064	0.074	0.026	0.024
QmMN5 Septembre (m ³ /s)	0.039	0.050	0.089	0.173	0.222	0.292	0.362	0.037	0.041	0.019	0.021	0.023	0.006	0.050	0.060	0.026	0.024
QmMN5 Octobre (m ³ /s)	0.049	0.063	0.112	0.217	0.241	0.373	0.445	0.056	0.046	0.027	0.029	0.031	0.007	0.069	0.079	0.028	0.026
QmMN5 Novembre (m ³ /s)	0.146	0.183	0.325	0.645	0.460	1.565	1.073	0.222	0.096	0.101	0.095	0.099	0.020	0.226	0.250	0.076	0.073
QmMN5 Décembre (m ³ /s)	0.424	0.532	0.946	1.637	1.627	4.348	4.758	0.682	0.334	0.285	0.298	0.306	0.081	0.669	0.797	0.363	0.353
Module (m ³ /s)	0.789	1.061	1.911	3.619	3.766	6.919	7.338	0.892	0.764	0.415	0.463	0.512	0.113	1.090	1.291	0.714	0.652
Q95% (m ³ /s)	0.041	0.052	0.094	0.175	0.208	0.293	0.349	0.035	0.040	0.019	0.021	0.024	0.006	0.053	0.061	0.024	0.022
Q70% (m ³ /s)	0.147	0.194	0.349	0.575	0.611	1.120	1.255	0.115	0.136	0.056	0.061	0.079	0.018	0.170	0.200	0.087	0.080
Q50% (m ³ /s)	0.313	0.425	0.765	1.241	1.280	2.443	2.652	0.265	0.293	0.121	0.135	0.171	0.039	0.364	0.434	0.200	0.180
Q10% (m ³ /s)	2.041	2.759	4.907	9.227	9.614	17.913	18.462	2.403	2.037	1.023	1.146	1.289	0.283	2.809	3.344	1.858	1.675
Q5% (m ³ /s)	3.253	4.373	7.808	15.118	14.801	29.570	29.366	3.922	3.087	1.756	1.965	2.079	0.439	4.566	5.307	2.923	2.689
Q2% (m ³ /s)	5.053	6.603	12.304	25.294	24.965	47.575	48.655	6.458	4.894	3.017	3.316	3.449	0.720	7.509	8.600	4.954	4.561
Nombre jours consécutifs > Q10%	55	55	55	54	52	54	31	28	55	29	28	30	34	37	40	38	38
Nombre jours consécutifs > Q5%	28	28	28	27	15	27	12	14	28	10	10	15	13	15	13	13	13
Nombre jours consécutifs > Q2%				10	11	7		7	6	10		5	4	6	9	6	
VCN3(5) (m ³ /s)	0.030	0.039	0.070	0.142	0.173	0.222	0.261	0.033	0.032	0.017	0.019	0.019	0.004	0.041	0.047	0.020	0.019
VCN10(5) (m ³ /s)	0.031	0.040	0.072	0.145	0.179	0.231	0.269	0.033	0.033	0.018	0.020	0.019	0.005	0.042	0.049	0.020	0.019

L'étude contient aussi une analyse des influences, c'est-à-dire les écarts entre les débits mesurés et les débits désinfluencés. Entre juillet et octobre, ces influences représentent entre 13 % et 27 % des débits désinfluencés reconstitués selon les stations. Pour les débits de fréquence quinquennale (débit moyen non dépassé une année sur cinq en moyenne), l'impact des influences est plus marqué, atteignant entre 30 % et 50 %.

Par ailleurs, toutes les stations montrent une augmentation de l'écart entre les débits influencés et désinfluencés au cours de la saison d'étiage, cet écart étant plus important entre avril-juin et juillet-octobre. Une exception notable est la station de l'Argos, où l'écart reste similaire pour ces deux périodes.

4. Transposition des résultats

4.1. Sites de mesures

Des stations de mesures ont été installées sur des sites sélectionnés par Hydroconcept dans le but de déterminer les débits biologiques en période de basses et moyennes eaux pour les 6 UH non étudiées dans l'étude HMUC de 2022, et de recueillir les données nécessaires pour l'évaluation des impacts des prélevements pour l'ensemble des 11 UH en période de hautes eaux.

Les caractéristiques des sites retenus influencent directement le choix de la méthode d'estimation des débits biologiques, qui doit être adaptée au domaine d'applicabilité du protocole. Une reconnaissance de terrain a été effectuée entre le 29 et le 31 juillet, en période de basses eaux, avec la participation des techniciens du syndicat. Enfin, pour les cinq UH déjà étudiées par SAFEGER et CACG, une vérification a été menée pour s'assurer que les critères de sélection étaient bien respectés.

A l'issue de la collecte de données et de la prospection sur site menée par Hydroconcept, 13 stations de mesures des débits biologiques ont été définies. Elles sont localisées sur la figure ci-dessous :

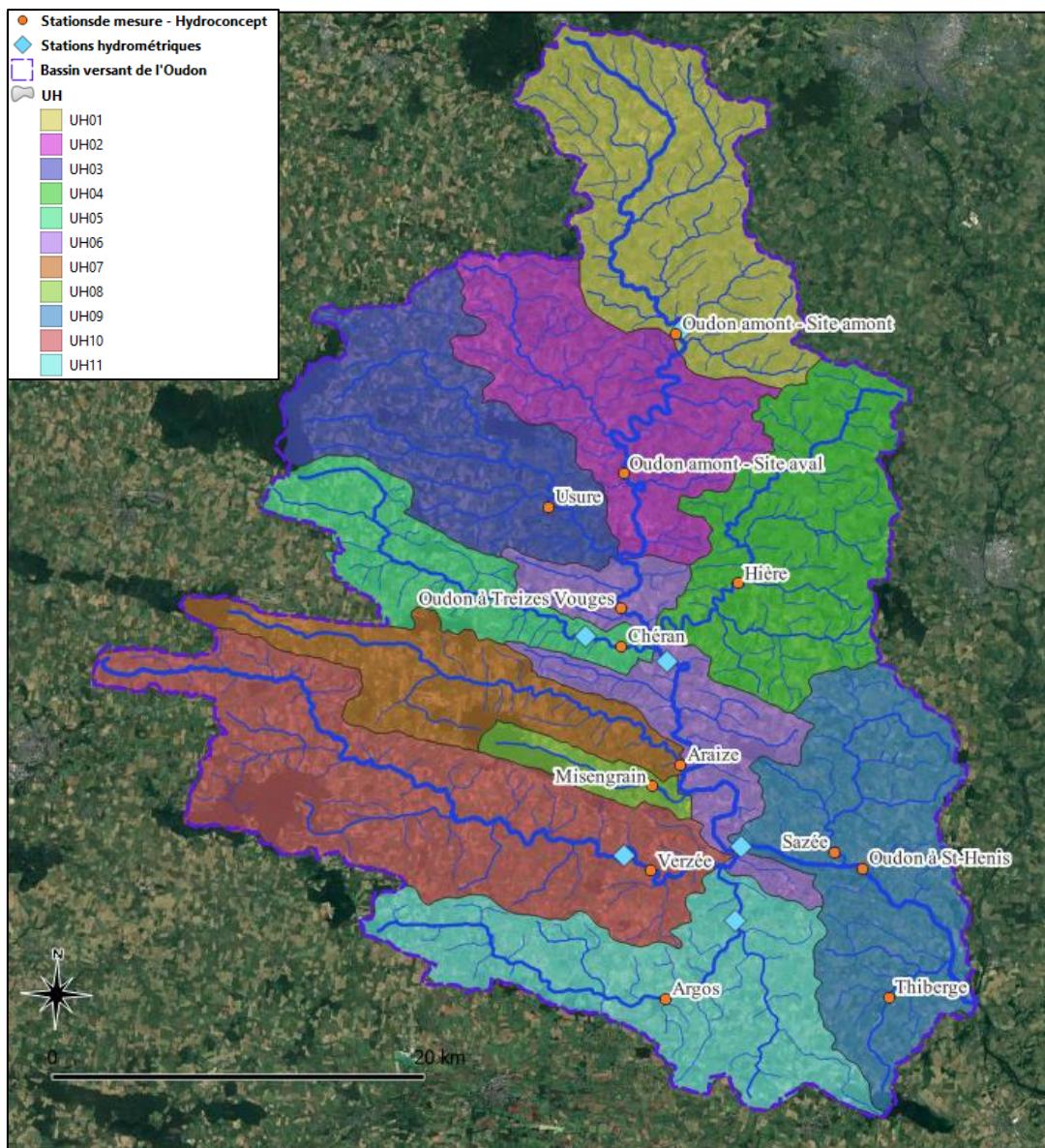


Figure 4 : Localisation des stations de mesure de débits biologiques

4.2. Transposition des débits désinfluencés aux stations de mesures de débits biologiques

4.2.1. Méthodologie générale

Pour reconstituer les débits au droit des stations plusieurs méthodes étaient possibles. La première envisagée consistait à transposer des débits journaliers de l'étude HMUC 2024 aux points de mesure des débits biologique puis d'effectuer des calculs des débits statistique depuis ces nouvelles chroniques. Cette méthode ne donnait pas des résultats satisfaisants, car l'évolution du débit en fonction de la surface de bassin versant évolue en fonction du régime hydrologique. Ce qui demande d'adapter la règle de transposition à chaque plage de débit.

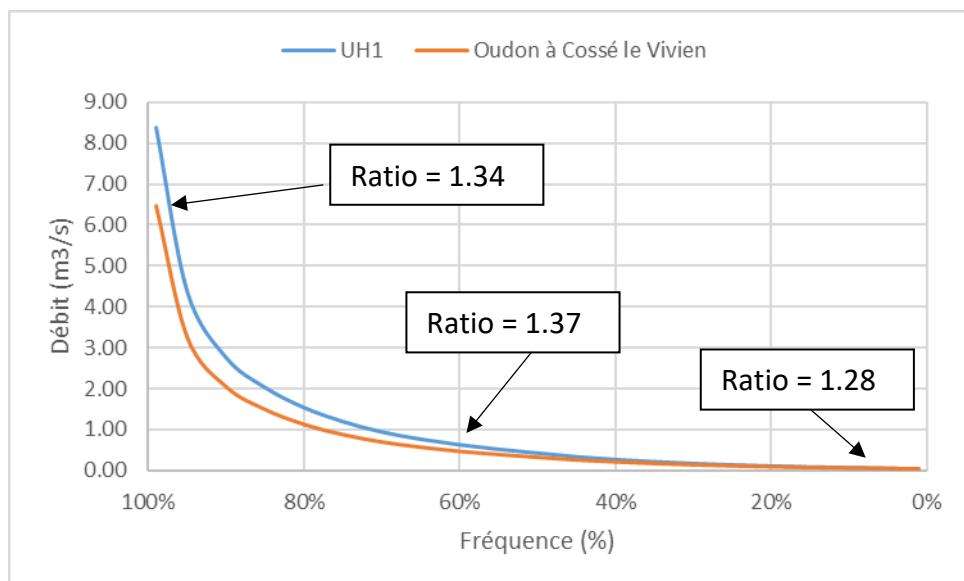


Figure 5 : Débits classés issus de l'étude HMUC 2024

Il a donc été préféré une solution de calcul de débits caractéristiques au droit des 11 UH et 6 stations fournies dans l'étude HMUC 2024 et de transposer ces débits caractéristiques au droit de chaque point d'estimation de débits biologiques.

Le calcul des débits caractéristiques sur les 17 points de calcul permet de constituer les graphiques ci-après.

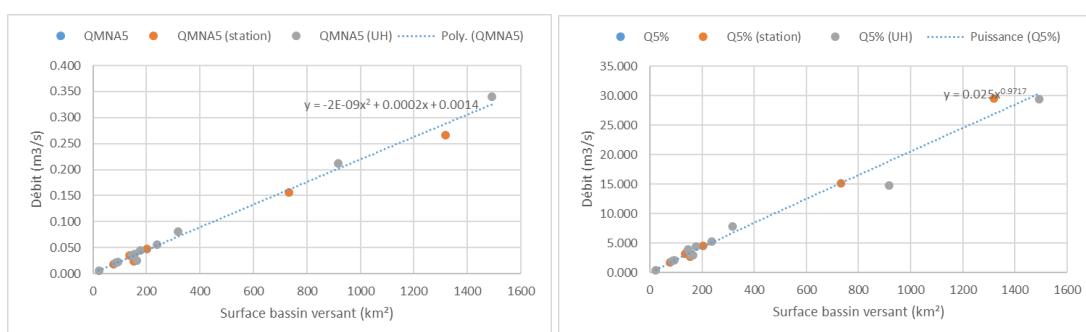


Figure 6 : Ajustement des QMNA5 et des débits dépassés 5 % du temps sur les 17 stations

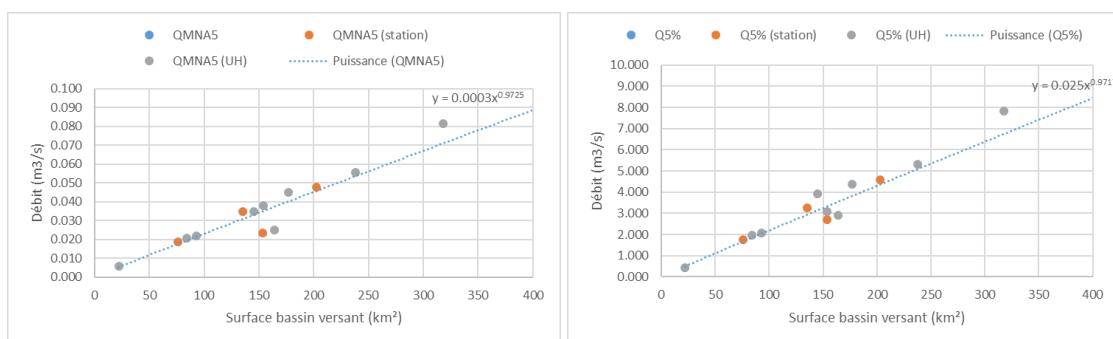


Figure 7 : Ajustement des QMNA5 et des débits dépassés 5 % du temps sur les 13 stations avec le plus faible bassin versant.

Ces graphiques montrent aussi une variabilité dans l'hydrologie désinfluencée avec notamment :

- L'Argos avec des débits plus faibles (BV de 153.4 et 164 km²) ;
- Une évolution sur l'Oudon aval (BV > 300 km²) ;
- Un alignement parfait entre le Misengrain, la Verzée et le Chéran.

Ces analyses montrent qu'il n'est pas possible d'établir des relations hydrologiques simples à l'échelle du bassin versant. Il convient d'adapter les méthodes d'interpolation (ou d'extrapolation) à chaque sous bassin versant.

De plus, il est couramment utilisé pour la transposition de débit sur des bassins versant, des formulations de type : $Q(S) = aS^b$

Avec b :

- Plutôt supérieur à 1 (entre 1 et 1.2) à l'étiage ;
- Autour de 1 pour les débits moyens ;
- Inférieur à 1 pour les débits de crue (entre 0.7 et 0.8).

Or, les ajustements réalisés ici mettent en évidence des valeurs de b plutôt proche de 1 et sans évolutions claires entre l'étiage et les crues. Il a donc été préféré des transpositions de type $Q(S) = aS + b$ adaptée à chaque bassin versant.

4.2.2. Application à chaque site

Les résultats présentés dans le Tableau 3 ont été transposés aux stations de mesures de débits biologiques. Pour chaque site de mesure, il est décrit quels résultats ont été transposés.

- Pour les stations de l'Oudon amont – site amont, de l'Oudon amont – site aval et de l'Oudon à Treizes Vouges : la transposition a été effectuée à partir d'un ajustement des résultats de l'hydrologie désinfluencée sur les stations hydrométriques et exutoires d'UH de l'Oudon à l'amont de Châtelais (incluant cette station). **Seuls ces nœuds de calcul ont été sélectionnés car leur hydrologie est caractéristique du profil amont de l'Oudon.**
- Pour la station de l'Oudon à Saint-Henis : la transposition a été effectuée à partir des stations hydrométriques de l'Oudon à Segré et l'exutoire de UH9. Ce choix apparaît comme logique, car ces deux exutoires encadrent la station de l'Oudon à Saint-Henis sur le linéaire de cours d'eau à l'aval du bassin versant ;
- Pour les stations de l'Usure et de l'Araize : la transposition a été effectuée à partir des stations hydrométriques et exutoire d'UH dont les bassins versants associés sont de superficie inférieure à 200 km². Cela exclut l'Argos qui présente un comportement hydrologique distinct. Cet ajustement permet d'obtenir une relation de transposition pour les plus petits bassins versants au nord ;
- Pour la station de l'Hière : le bassin versant de l'Hière présente une hydrologie distincte des autres grandes unités hydrologiques du nord du bassin versant de l'Oudon. Un ajustement linéaire avec un coefficient de détermination R² viable a pu être obtenu en utilisant les points de calculs aux exutoires

des UH de l'Araize et de l'Hière ;

- Pour la station du Chéran : la transposition a été effectuée à partir des équations des courbes de tendance des résultats de l'hydrologie désinfluencée sur la station hydrométrique du Chéran à Boissière et l'exutoire de UH5. Ce choix apparaît comme logique, car ces deux exutoires encadrent la station du Chéran ;
- Pour la station du Misengrain : la transposition a été effectuée à partir des équations des courbes de tendance des résultats de l'hydrologie désinfluencée sur les stations hydrométriques et exutoire d'UH des bassins versants de l'Araize, du Misengrain et du Chéran. Ce choix a été retenu car ces exutoires sont associés à des bassins versants de superficie inférieure à 100 km² et sont proches géographiquement de la station de mesure des débits biologiques ;
- Pour la station de la Verzée : la transposition a été effectuée à partir des stations hydrométriques de la Verzée au Bourg d'Iré et l'exutoire de UH10. Ce choix apparaît comme logique, car ces deux exutoires encadrent la station de la Verzée ;
- Pour la station de l'Argos : la transposition a été effectuée à partir de la station hydrométrique de l'Argos à Marans et les exutoires d'UH de l'Argos et du Misengrain. **L'Argos a un comportement hydrologique différents des autres unités hydrologiques.** L'utilisation du Misengrain permet d'extrapoler la relation $Q(S)$ pour la superficie du bassin versant intercepté par la station de mesure des débits biologiques qui n'est pas encadrée par les deux points de calculs sur l'Argos. En effet, le point d'estimation du débit biologique est plutôt en amont du bassin versant avec une superficie de 66 km² au lieu de 153 km² à la station hydrométrique ;
- Pour les stations de la Sazée et du Thiberge : la transposition a été effectuée à partir des stations hydrométriques de la Verzée au Bourg d'Iré et aux exutoires de UH8 et UH10. Pour cette station, les points de calculs retenus pour l'ajustement sont caractéristiques de petits bassins versants à l'aval du bassin de l'Oudon. Les bassins versant de surface intermédiaires (Chéran et Araize) n'ont pas été retenus du fait que l'hydrologie est différentes sur l'amont du bassin versant de l'Oudon.

Le tableau ci-dessous résume quels nœuds de calculs ont été sélectionnés pour procéder aux transpositions des résultats sur les stations de mesure des débits biologiques :

Tableau 4 : Synthèse des nœuds de calculs sélectionnés pour procéder aux transpositions des résultats sur les stations de mesure des débits biologiques

Stations de mesure des débits biologiques	Nœuds de calcul du modèle GR6																		
	Oudon						Usure			Hière		Chéran		Araize	Misengrain	Verzée		Argos	
	Oudon à Cossé-le-Vivien	UH1	UH2	Oudon à Chatelais	UH6	Oudon à Segré	UH9	UH3	UH4	Chéran à Bossière	UH5	UH7	UH8	Verzée au Bourg-d'Iré	UH10	UH11	Argos à Marans		
Oudon amont - Site amont																			
Oudon amont - Site aval																			
Oudon à Treize Vouges																			
Oudon à Saint-Henri																			
Usure																			
Hière																			
Chéran																			
Araize																			
Misengrain																			
Verzée																			
Argos																			
Sazée																			
Thiberge																			

Il faut noter que les ajustements sont réalisés pour chaque station et pour chaque débit caractéristique.

Ci-après il est représenté sur un graphique, l'ensemble des 17 points simulés. Il est entouré les stations retenues et la flèche rouge indique la surface de bassin versant du point de calcul.

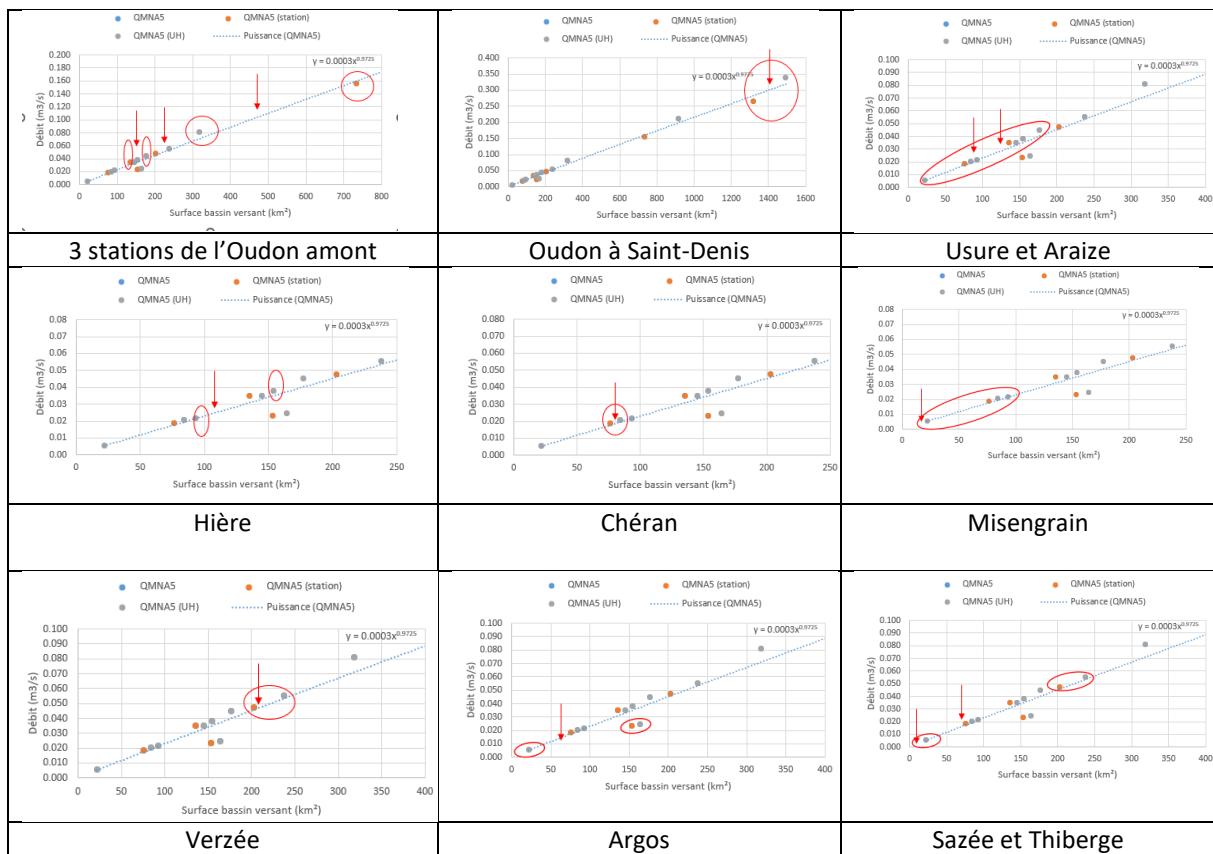


Tableau 5 : Synthèse des débits caractéristiques transposés aux stations de mesure des débits biologiques

Cours d'eau	Oudon				Usure	Hière	Chéran	Araize	Misengrain	Verzée	Argos	Sazée	Thiberge
Station de mesure des débits biologiques	Oudon amont - Site amont	Oudon amont - Site aval	Oudon à Treizes Vouges	Oudon à Saint-Henis	Usure	Hière	Chéran	Araize	Misengrain	Verzée	Argos	Sazée	Thiberge
Surface (km ²)	151	284	479	1402	127	107	79.5	90.7	18.5	208	66	70.6	8.8
QMNA5 (m ³ /s)	0.041	0.068	0.107	0.271	0.038	0.030	0.017	0.027	0.004	0.043	0.009	0.015	0.002
QMNA2 (m ³ /s)	0.066	0.106	0.164	0.336	0.046	0.034	0.021	0.031	0.009	0.069	0.017	0.021	0.003
QmM Janvier (m ³ /s)	2.172	3.675	5.879	16.991	1.738	1.408	1.114	1.248	0.233	2.819	0.759	0.949	0.096
QmM Février (m ³ /s)	2.282	3.851	6.152	17.574	1.749	1.429	1.065	1.237	0.230	2.807	0.763	0.942	0.095
QmM Mars (m ³ /s)	1.698	2.816	4.454	12.529	1.227	0.977	0.658	0.838	0.155	1.845	0.504	0.622	0.066
QmM Avril (m ³ /s)	0.908	1.467	2.286	6.597	0.626	0.500	0.312	0.419	0.079	0.931	0.251	0.313	0.035
QmM Mai (m ³ /s)	0.663	1.062	1.647	5.117	0.442	0.367	0.265	0.296	0.059	0.661	0.182	0.233	0.029
QmM Juin (m ³ /s)	0.641	1.000	1.527	4.258	0.406	0.297	0.173	0.261	0.050	0.536	0.151	0.184	0.023
QmM Juillet (m ³ /s)	0.245	0.365	0.541	1.544	0.143	0.114	0.062	0.092	0.018	0.200	0.053	0.071	0.009
QmM Août (m ³ /s)	0.170	0.250	0.367	0.971	0.106	0.064	0.037	0.066	0.011	0.122	0.032	0.044	0.006
QmM Septembre (m ³ /s)	0.112	0.165	0.243	0.564	0.064	0.049	0.036	0.042	0.008	0.095	0.018	0.029	0.004
QmM Octobre (m ³ /s)	0.284	0.430	0.645	2.026	0.217	0.142	0.131	0.152	0.029	0.271	0.076	0.101	0.015
QmM Novembre (m ³ /s)	0.699	1.124	1.748	5.494	0.593	0.446	0.462	0.448	0.081	0.973	0.229	0.325	0.035
QmM Décembre (m ³ /s)	1.737	2.894	4.590	12.528	1.406	1.083	0.993	1.029	0.177	2.272	0.555	0.750	0.077
QmMN5 Janvier (m ³ /s)	0.825	1.278	1.941	7.222	0.675	0.529	0.459	0.497	0.112	1.131	0.330	0.388	0.061
QmMN5 Février (m ³ /s)	0.921	1.387	2.069	6.309	0.689	0.575	0.448	0.501	0.093	1.070	0.263	0.375	0.029
QmMN5 Mars (m ³ /s)	0.835	1.234	1.819	4.458	0.506	0.396	0.216	0.328	0.054	0.619	0.157	0.226	0.009
QmMN5 Avril (m ³ /s)	0.395	0.581	0.854	2.497	0.252	0.205	0.106	0.165	0.028	0.325	0.086	0.119	0.008
QmMN5 Mai (m ³ /s)	0.313	0.459	0.673	1.613	0.181	0.133	0.067	0.112	0.016	0.241	0.048	0.074	0.006
QmMN5 Juin (m ³ /s)	0.176	0.269	0.405	1.108	0.104	0.080	0.045	0.068	0.013	0.162	0.033	0.057	0.007
QmMN5 Juillet (m ³ /s)	0.085	0.125	0.183	0.595	0.054	0.046	0.030	0.036	0.007	0.100	0.017	0.028	0.003
QmMN5 Août (m ³ /s)	0.058	0.084	0.123	0.420	0.034	0.034	0.025	0.023	0.005	0.070	0.010	0.021	0.002
QmMN5 Septembre (m ³ /s)	0.042	0.069	0.108	0.323	0.036	0.034	0.023	0.025	0.004	0.058	0.009	0.014	0.002
QmMN5 Octobre (m ³ /s)	0.061	0.101	0.159	0.381	0.050	0.030	0.025	0.036	0.005	0.073	0.010	0.021	0.002
QmMN5 Novembre (m ³ /s)	0.162	0.269	0.425	1.394	0.139	0.099	0.100	0.103	0.016	0.230	0.038	0.075	0.007
QmMN5 Décembre (m ³ /s)	0.506	0.772	1.162	4.588	0.413	0.315	0.292	0.307	0.071	0.682	0.169	0.240	0.036
Module (m ³ /s)	0.968	1.593	2.509	7.084	0.721	0.567	0.437	0.507	0.093	1.119	0.298	0.374	0.040
Q95% (m ³ /s)	0.045	0.072	0.111	0.290	0.036	0.031	0.017	0.025	0.006	0.048	0.010	0.021	0.003
Q70% (m ³ /s)	0.185	0.278	0.414	1.211	0.103	0.090	0.058	0.072	0.013	0.180	0.038	0.059	0.007
Q50% (m ³ /s)	0.401	0.600	0.893	2.527	0.226	0.199	0.129	0.157	0.029	0.378	0.087	0.125	0.014
Q10% (m ³ /s)	2.493	4.063	6.364	18.211	1.880	1.466	1.073	1.303	0.233	2.897	0.760	0.965	0.093
Q5% (m ³ /s)	3.934	6.541	10.363	29.443	3.003	2.307	1.848	2.110	0.364	4.679	1.198	1.542	0.145
Q2% (m ³ /s)	5.926	10.408	16.980	48.024	4.795	3.782	3.569	3.445	0.596	7.672	2.020	2.526	0.252
Nombre jours consécutifs > Q10%	55	55	54	54	28	55	29	30	34	38	38	30	34
Nombre jours consécutifs > Q5%	28	28	27	27	14	28	10	15	13	14	13	15	13
Nombre jours consécutifs > Q2%	7	7	7	6	5	7	4	5	4	5	4	5	4
VCN3(5) (m ³ /s)	0.037	0.064	0.103	0.204	0.025	0.023	0.015	0.018	0.004	0.047	0.009	0.014	0.002
VCN10(5) (m ³ /s)	0.038	0.064	0.103	0.225	0.025	0.020	0.015	0.018	0.004	0.047	0.009	0.014	0.002

4.3. Incertitude des méthodes de transposition

Dans ce paragraphe, il est détaillé les incertitudes liées à la transposition des débits à partir des données de l'étude HMUC 2024. Les incertitudes provenant de ces données d'entrée ne sont pas discutées.

Il est retenu de la transposition des bassins versants que :

- Que les débits supérieurs au module présentent une plus grande variabilité
- Que les débits calculés sur le Misengrain, l'Argos, la Sazée et la Thiberge présentent plus d'incertitude que les autres estimations car ces débits sont issus d'extrapolation des données : la surface bassin versant d'estimation du débit biologique est inférieur la surface de bassin versant des données existantes et représentative.

5. Évaluation des débits en période de hautes eaux

L'objectif de cette partie est d'évaluer les débits de plein bords et débits morphogènes. Pour cela, les débits de pointe instantané d'une crue biennale seront déterminés au droit des stations de mesure des débits biologiques. Pour la mise à jour du volet Milieux de l'étude HMUC, il ne sera pas étudié des débits au-delà de la crue biennale. En effet, il est à prendre en compte que :

- La faible fréquence de crues de forte période de retour ne permet pas de se baser sur elles pour évaluer les volumes prélevables ;
- Si le débit de plein bord est largement supérieur à celui de pointe de la crue biennale pour certains sites, il est souvent le reflet d'altérations anthropiques ;
- Les débits associés à des crues de période de retour supérieure à 5 ans sont structurants pour la plaine d'inondation, et sont caractérisés comme des crues majeures peu fréquentes ;
- Les modèles d'habitat (Estimhab ou Habby) utilisés pour mettre à jour le volet Milieux de l'étude HMUC ne sont pas adaptés aux périodes de hautes eaux.

De plus, le débit de pointe instantané de crues biennale en régime désinfluencé ne pourra pas être obtenu à partir des résultats du modèle GR6J aux nœuds de calcul. Il est rappelé que le modèle a été correctement calé pour des débits d'étiage et moyen, qui constituent les problématiques principales d'une étude HMUC. A partir de débits de l'ordre de grandeur du module, celui-ci est généralement sous-estimé. Le modèle ne permettra donc pas d'approcher correctement des débits de pointe de crues

Pour déterminer les débits de pointe d'une crue biennale, les stations de mesure Hydroportail et leur ajustement de Gumbel seront utilisées. Il est justifié d'utiliser les résultats d'ajustement statistique obtenus sur des stations hydrométriques en régime influencé pour plusieurs raisons :

- Les stations Hydroportail en régime influencé disposent de chroniques de mesures plus longues que celles des résultats du modèle (période 2003-2022). Ces séries permettent de caractériser les crues et d'estimer les débits de pointe pour différentes périodes de retour, même si elles incluent des influences anthropiques ;
- Les influences anthropiques comme les rejets et les prélèvements sont jugés négligeables lors d'un évènement de crue. De plus, leur ordre de grandeur sera significativement inférieur à celui du débit biennal
- L'utilisation des résultats d'ajustement statistique des stations Hydroportail garantit une certaine cohérence dans l'évaluation des débits. Ces ajustements, basés sur des distributions statistiques ont été corrigées de manière rigoureuse.

Pour l'ensemble de ces raisons, les débits Q2ans obtenus à partir des ajustements réalisés pour les six stations hydrométriques sur le bassin de l'Oudon ont été transposés aux stations de mesure des débits biologiques. De façon similaire à ce qui a été effectué dans le §5.2, des relations entre les surfaces de bassins versants et les débits de pointe, du type $Q2ans(S) = aS^b$ ont été établis. Pour chaque site de mesure, il est décrit quels résultats ont été transposés.

- Pour les stations de l'Oudon amont – site amont, de l'Oudon amont – site aval, de l'Oudon à Treizes Vouges et de l'Oudon à Saint-Henis : la transposition a été effectuée à partir de l'équation de la courbe de tendance des résultats des trois stations Hydroportail localisées sur le cours de l'Oudon ;
- Pour le reste des stations de mesures des débits biologiques (hors celle située sur l'Argos) : la transposition a été effectuée à partir de l'équations de la courbe de tendance des résultats des stations de l'Oudon à Cossé-le-Vivien, du Chéran à Boissière et de la Verzée au Bourg-d'Iré. Il a été retenu des stations associées à des bassins versants de même ordre de grandeur, et la station de l'Argos a été écartée en raison du comportement hydrologique singulier de ce bassin versant ;
- Pour la station de mesure des débits biologiques située sur l'Argos : un coefficient de Myer de 0,8 est retenu. Ce coefficient est utilisé pour appliquer la relation de Myer au résultat de l'ajustement de Gumbel à la station de l'Argos à Marans.

Ces méthodes permettent d'obtenir les résultats suivants :

Tableau 6 : Débits de pointe instantané et journalier d'une crue biennale aux stations de mesure des débits biologiques

Cours d'eau	Oudon				Usure	Hière
	Oudon amont - Site amont	Oudon amont - Site aval	Oudon à Treizes Vouges	Oudon à Saint-Henis		
Surface (km ²)	151	232	479	1402	127	107
Q2ans (m ³ /s)	14.03	19.99	36.34	88.06	12.19	11.17
QJ2ans (m ³ /s)	11.22	16.46	31.45	82.02	10.28	9.17

Cours d'eau	Chéran	Araize	Misengrain	Verzée	Argos	Sazée	Thiberge
Station de mesure des débits biologiques	Chéran	Araize	Misengrain	Verzée	Argos	Sazée	Thiberge
Surface (km ²)	79.5	90.7	18.5	208	66	70.6	8.8
Q2ans (m ³ /s)	9.59	10.26	4.55	15.69	8.20	9.03	3.11
QJ2ans (m ³ /s)	7.54	8.22	2.87	14.25	5.86	6.97	1.75

6. Conclusion

La prochaine étape de l'actualisation du volet Milieux de l'étude HMUC du bassin de l'Oudon consiste en la détermination des débits biologiques aux de stations de mesures d'Hydroconcept. Connaître les débits caractéristiques en période de basses, moyennes et hautes eaux est essentiel pour plusieurs raisons. En période de basses eaux, les débits d'étiage (comme le QMNA5 ou le Q95) permettent d'évaluer les conditions minimales pour la survie des espèces aquatiques et la qualité des habitats. Les débits moyens renseignent sur les conditions hydrologiques habituelles, offrant une base pour définir des seuils compatibles avec les usages écologiques et humains. Enfin, les débits de hautes eaux sont nécessaires pour comprendre le rôle des crues dans le maintien des habitats dynamiques et le transport des sédiments, éléments cruciaux pour les cycles naturels des écosystèmes.

Annexe I : Rapport de modélisation