

REALISATION DU SCHEMA TERRITORIAL POUR L'ECONOMIE ET LA GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU SUR LA BASSIN VERSANT DES USSES

RAPPORT DE PHASE 3

Compléments sur l'évolution possible des débits des USSes
et de leurs affluents aux horizons 2050 et 2100



VERSION B DU 17 OCTOBRE 2023

Table des matières

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ELABORATION DE COMPLEMENTS SUR L'EVOLUTION POSSIBLE DES DEBITS DES USSES AUX HORIZONS 2050 ET 2100	3
1.1. LA DEMARCHE « SCHEMA TERRITORIAL »	3
1.2. UN POINT D'ATTENTION SUR L'EVOLUTION POSSIBLE DES DEBITS A MOYEN ET LONG TERME DANS LES USSES ET LEURS AFFLUENTS	4
2. RAPPEL SUCCINCT DE L'ANALYSE DU DEBIT DES USSES AU PONT DES DOUATTES (RAPPORT DE PHASE 2)	5
3. EXTENSION DE L'EXERCICE DE RECONSTITUTION DES DEBITS EN 4 POINTS DU BASSIN VERSANT	7
3.1. HYPOTHESES DE CALCUL.....	7
3.2. RESULTATS DES MODELISATIONS.....	8
3.2.1. Evolution des débits du Fornant.....	8
3.2.2. Evolution des débits sur les Petites Usses et à l'amont de la confluence des Usses avec le Rhône	11
4. CONCLUSIONS.....	14

Table des illustrations

FIGURE 1 : EVOLUTION DES DEBITS MENSUELS DES USSES AU PONT DES DOUATTES (EN M ³ /S), A PARTIR D'UNE SIMULATION SUR LA PERIODE 2007-2100 AVEC LES DONNEES METEOROLOGIQUES PROPOSEES PAR LA BASE DRIAS (SCENARIO RCP 8.5) ET AVEC LE LOGICIEL GR2M	6
FIGURE 2 : EVOLUTION THEORIQUE DE L'HYDROGRAMME MOYEN DU FORNANT A L'AMONT DE SA CONFLUENCE AVEC LES USSES AU PAS DE TEMPS MENSUEL A LONG TERME, SELON LES SCENARIOS D'EVOLUTION CLIMATIQUE RCP4.5 ET RCP 8.5 – DEBITS EN M ³ /S. 9	9
FIGURE 3 : LE FORNANT : DEBITS MOYENS MENSUELS (M ³ /S) MODELISES POUR LES PERIODES 2007-2026 ET 2051-2060, ET DEBITS MENSUELS MINIMUM ET MAXIMUM MODELISES SUR LA PERIODE 2051-2060 – SCENARIO RCP 4.5	10
FIGURE 4 : LE FORNANT : DEBITS MOYENS MENSUELS (M ³ /S) MODELISES POUR LES PERIODES 2007-2026 ET 2051-2060, ET DEBITS MENSUELS MINIMUM ET MAXIMUM MODELISES SUR LA PERIODE 2051-2060 – SCENARIO RCP 8.5	10
FIGURE 5 : RIVIERE DES USSES : DEBITS MOYENS MENSUELS (M ³ /S) MODELISES POUR LES PERIODES 2007-2026 ET 2051-2060, ET DEBITS MENSUELS MINIMUM ET MAXIMUM MODELISES SUR LA PERIODE 2051-2060 – SCENARIO RCP 4.5	12

1. Contexte et objectifs de l'élaboration de compléments sur l'évolution possible des débits des Usses aux horizons 2050 et 2100

1.1. La démarche « Schéma territorial »

L'élaboration du « Schéma territorial pour l'économie et la gestion de la ressource en eau sur le bassin versant des Usses » s'inscrit dans une démarche plus globale engagée par le SYR'USSES (alors SMECRU) en 2018, intitulée « Etude globale de gestion intégrée de la ressource en eau du Bassin versant des Usses et du Territoire de la Communauté de Communes Usses & Rhône ».

Cette étude globale comprenait également des « études diagnostic locales des systèmes d'alimentation en eau potable » destinées à aider des collectivités (16 communes et le SIE de la Semine) à optimiser leurs systèmes d'alimentation en eau potable, à améliorer le rendement de leurs réseaux et à identifier les priorités de travaux. Ces études ont été menées au cours des années 2019 à 2022.

Le bassin versant des Usses a été identifié comme territoire potentiellement en déficit quantitatif dans le SDAGE Rhône Méditerranée Corse (2010-2015). Cette hypothèse a été validée par la réalisation d'une Etude Volume Prélevable (EVP) en 2013. Par arrêté préfectoral n°201334.5 - 010 du 11 décembre 2013, le bassin versant du bassin versant des Usses a été classé en Zone de Répartition des Eaux (ZRE) pour les eaux superficielles et pour les eaux souterraines associées et a dû se doter d'un Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE). Ce dernier a été validé en mars 2017.

L'objectif du schéma territorial est de proposer un scénario de développement et d'utilisation de la ressource en eau permettant de préserver le milieu aquatique tout en assurant la couverture des besoins globaux en eau à moyen et long terme sur le bassin versant, en maintenant un niveau de prélèvement sur tout le bassin versant des Usses compatible avec la limite fixée à l'étiage par le Plan de Gestion de la Ressource en Eau (PGRE).

1.2. Un point d'attention sur l'évolution possible des débits à moyen et long terme dans les Usses et leurs affluents

Les échanges menés avec un panel représentatif des acteurs du territoire, à l'occasion de 2 ateliers organisés en 2022, ainsi que la réflexion portée par le bureau du SYR'USSES au vu des bilans quantitatifs et de l'évolution probable du territoire (éléments détaillés dans le rapport de phase 2) ont amené à identifier trois axes de réflexion utiles à creuser en vue de préparer la diversification de la ressource en eau sur le territoire :

- ✓ le recours à la réalisation de retenues collinaires, a priori essentiellement destinées aux besoins du monde agricole mais aussi à des usages plus diversifiés qui restent à définir,
- ✓ le recours à une ressource a priori abondante et extérieure au bassin versant : le Rhône et sa nappe d'accompagnement,
- ✓ la faisabilité d'une valorisation des eaux traitées issues des stations d'épuration.

Ces réflexions ont fait l'objet de 3 notes spécifiques remises par SEPIA Conseils au SYRUSSES.

Il est également apparu intéressant de compléter l'analyse de l'évolution possible des débits des Usses et de leurs affluents en plusieurs points du territoire, afin de se « rendre compte » de l'évolution globale de la ressource à moyen (2050) et long (2100) termes.

2. Rappel succinct de l'analyse du débit des Usses au Pont des Douattes (rapport de Phase 2)

Le rapport de phase 2 proposait une analyse des étiages des Usses au Pont des Douattes sur la période 1905 - 2020, une synthèse des informations essentielles sur l'évolution climatique prévisible dans les Alpes du Nord, ainsi qu'une première estimation de l'évolution possible des débits des Usses aux horizons 2050 et 2100.

L'analyse des étiages des Usses au Pont des Douattes amenait aux conclusions suivantes :

- ✓ le mois d'étiage survient généralement entre août et septembre,
- ✓ on ne constate pas de tendance claire sur le mois d'occurrence de l'étiage sur toute la période analysée,
- ✓ on ne constate pas de tendance marquée sur la valeur de ces étiages, la médiane du débit mensuel d'étiage restant autour de 450 l/s,
- ✓ en revanche, une analyse ciblée sur la période 1995 - 2020 montre depuis 2007 une tendance au décalage des jours d'étiages cumulés, ceux-ci étant moins fréquents en juillet et plus fréquents en octobre ; on note même des étiages en novembre ;
- ✓ on ne constate pas, sur la même période, de tendance pour le débit d'étiage moyen sur trois jours consécutifs (VCN3) ou dix jours consécutifs (VCN10), ceux-ci étant de l'ordre de 300 l/s ;
- ✓ en revanche, on note une baisse forte et régulière de ce débit depuis 2013, celui-ci passant de 600 l/s en 2013 à 200 l/s ces dernières années.

La modélisation des débits sur la période 2007-2100 a été menée pour le scénario RCP 8.5 (scénario établi par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC))

Le modèle GR2M utilisé est un code de calcul simplifié établi par l'INRAE, qui propose une reconstitution du débit d'un cours d'eau sur la base d'une transformation « pluie-débit » au pas de temps mensuel.

Les données climatiques utilisées, et décrivant l'évolution du climat jusqu'en 2100, sont issues du portail « DRIAS les futurs du climat » développé par METEO-FRANCE, en collaboration avec les chercheurs des laboratoires français (CERFACS, CNRM-GAME, IPSL).

Le modèle a mis en évidence deux tendances, sur la base des débits mensuels moyens modélisés sur les trois périodes 2007-2027, 2051-2060 et 2091-2100 pour le scénario RCP 8.5 :

- ✓ une augmentation globale des débits, et donc des volumes annuels ruisselés, à long terme (horizon 2100) de 15 %,
- ✓ une réduction sur le long terme des débits mensuels moyens de mai à août, avec une légère hausse modélisée à moyen terme au mois d'août.

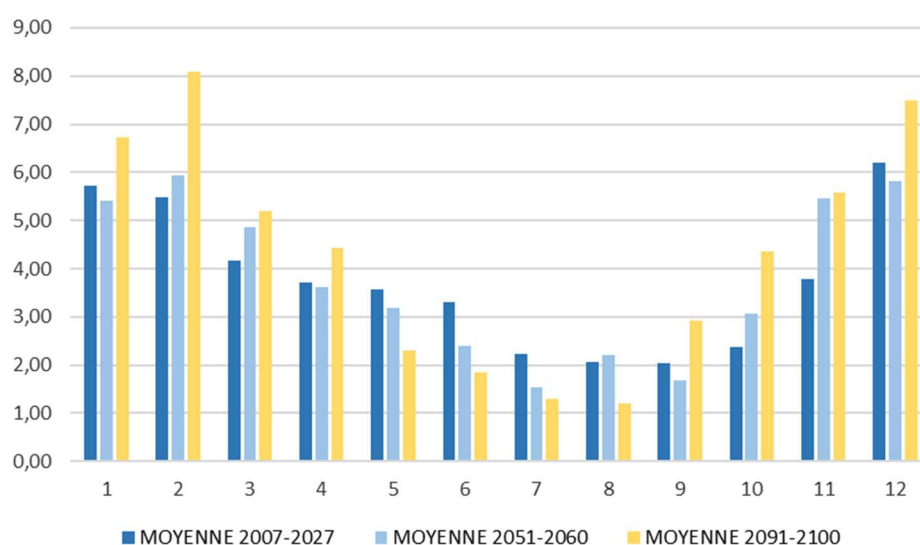


Figure 1 : Evolution des débits mensuels des Usses au Pont des Douattes (en m³/s), à partir d'une simulation sur la période 2007-2100 avec les données météorologiques proposées par la base DRIAS (scénario RCP 8.5) et avec le logiciel GR2M

	Débit mensuel moyen actuel (2007-2027)	Evolution à moyen terme (2050) par rapport à 2007-2027	Evolution à long terme (2100) par rapport à 2007-2027
janvier	5,7	-5%	18%
février	5,5	8%	47%
mars	4,2	16%	24%
avril	3,7	-2%	19%
mai	3,6	-11%	-36%
juin	3,3	-28%	-44%
juillet	2,2	-31%	-42%
août	2,1	7%	-41%
septembre	2,0	-18%	44%
octobre	2,4	29%	83%
novembre	3,8	44%	47%
décembre	6,2	-6%	21%
année	3,7	1%	15%

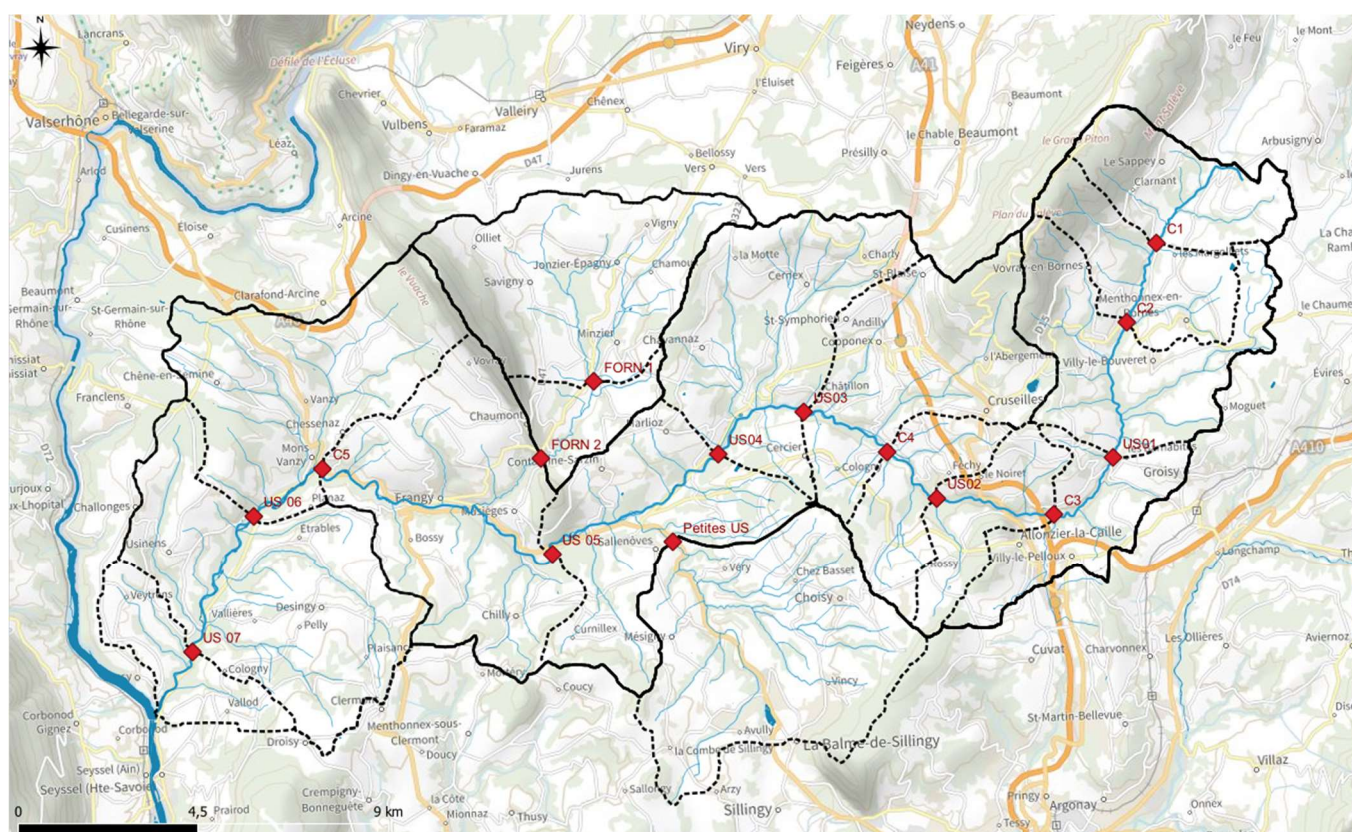
3. Extension de l'exercice de reconstitution des débits en 4 points du bassin versant

3.1. Hypothèses de calcul

Les calculs ont été menés à partir des mêmes données météorologiques et avec le même modèle que pour la reconstitution proposée au niveau du pont des Douattes, dans le rapport de phase 2.

Les reconstitutions complémentaires ont été calculées aux points suivants :

- ✓ Le Fornant à l'amont de la confluence (FORN_2) ;
- ✓ Les Petites Ussets à l'amont de la confluence (Petites_US) ;
- ✓ Les Ussets à l'amont de la confluence avec le Rhône (US_07).



Les hydrogrammes recalculés en phase 1 à chacun de ces points ont été utilisés pour un calage du modèle sur la période 01/2007 à 12/2017.

Les données météo DRIAS des scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 ont ensuite été injectées dans les modèles et les résultats des deux scénarios ont été synthétisés en hydrogrammes moyens au pas de temps mensuel, sur les périodes 2007-2027, 2051-2060 et 2091-2100.

Comme évoqué dans le rapport précédent, nous rappelons la nature très théorique de l'exercice, notamment pour les estimations à long terme (horizon 2100), les résultats étant basés sur une modélisation fictive des pluies proposée par le CNRM, pour 2 scénarios d'évolution climatique donnée (RCP 4.5 et RCP 8.5) et sur une modélisation de transformation dites « pluie - débit » calée sur la période 2007-2017.

Il ne s'agit donc pas de faire une analyse détaillée, mois par mois, de l'évolution possible des débits mais plutôt de considérer les tendances et les ordres de grandeur des phénomènes.

3.2. Résultats des modélisations

Les figures et les tableaux ci-dessous permettent d'estimer l'évolution possible des débits moyens mensuels en chacun des points de calcul, pour les deux scénarios considérés respectivement comme optimiste et pessimiste.

3.2.1. Evolution des débits du Fornant

Les débits moyens mensuels calculés avec la méthode détaillée plus haut sont les suivants :

Evolution des débits mensuels moyens selon le scénario RCP 4.5

	Débit mensuel moyen (2007-2026)	Evolution à moyen terme (2050)	Evolution à moyen terme (2100)
janvier	0,9	29%	25%
février	0,9	-8%	35%
mars	0,7	36%	17%
avril	0,7	6%	6%
mai	0,7	-10%	-25%
juin	0,5	-39%	-5%
juillet	0,6	-60%	-50%
août	0,4	-32%	-29%
septembre	0,6	2%	6%
octobre	0,6	54%	80%
novembre	1,0	13%	47%
décembre	1,1	47%	39%
année	0,7	9%	18%

Evolution des débits mensuels moyens selon le scénario RCP 8.5

	Débit mensuel moyen (2007-2026)	Evolution à moyen terme (2050)	Evolution à moyen terme (2100)
janvier	1,0	-7%	16%
février	0,9	14%	55%
mars	0,7	19%	27%
avril	0,7	-4%	17%
mai	0,6	-12%	-36%
juin	0,6	-32%	-48%
juillet	0,4	-36%	-46%
août	0,3	29%	-30%
septembre	0,3	-8%	62%
octobre	0,4	39%	97%
novembre	0,6	53%	57%
décembre	1,1	-4%	24%
année	0,7	3%	17%

On constate donc, comme on peut le faire à partir des calculs menés sur les Usses au niveau de la station du Pont des Douattes, que les débits sont susceptibles de baisser fortement à l'étiage, la plus forte baisse étant prévisible en juillet (de l'ordre de -50 %), et d'augmenter également à l'automne et en hiver.

Les évolutions modélisées semblent montrer également une hausse théorique du débit annuel moyen de l'ordre de quelques % à moyen terme, et proche de 20 % à long terme

Certaines singularités sont toutefois à noter, et sont de nature à relativiser la précision des informations données ici :

- ✓ on note que les hydrogrammes moyens utilisés pour la période de référence (2007-2026) présentent des différences notables en automne, ce qui est lié à la génération aléatoire de la pluviométrie proposée par le DRIAS,
- ✓ la hausse du débit moyen en août de 29 % à moyen terme, dans le scénario RCP 8.5, ou la baisse de 8 % en février à moyen terme dans le scénario RCP 4.5, doivent être considérées comme des aberrations.

La figure ci-dessous permet de visualiser l'incertitude qui pèse sur l'estimation de cette évolution, du fait au choix du ou des scénarios climatiques utilisés :

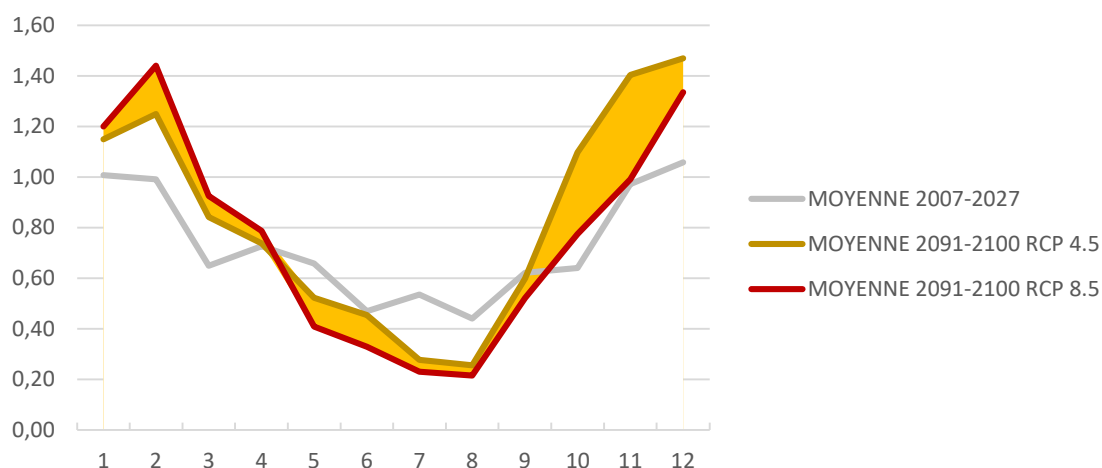


Figure 2 : Evolution théorique de l'hydrogramme moyen du Fornant à l'amont de sa confluence avec les Usses au pas de temps mensuel à long terme, selon les scénarios d'évolution climatique RCP4.5 et RCP 8.5 – débits en m³/s

On constate là encore que les projections proposées en automne présentent une incertitude relativement forte.

La baisse estivale semble toutefois inévitable, un fort étiage étant prévisible au mois d'août. L'hypothèse d'une hausse significative des débits moyens en automne et en hiver est également confirmée.

Enfin, cette dernière figure permet de visualiser la variabilité des débits recalculés pour chaque mois, ici dans le cas de la modélisation des débits mensuels sur la période 2051-2060, les débits mensuels minimum et maximum étant présentés pour chaque mois, respectivement pour les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 :

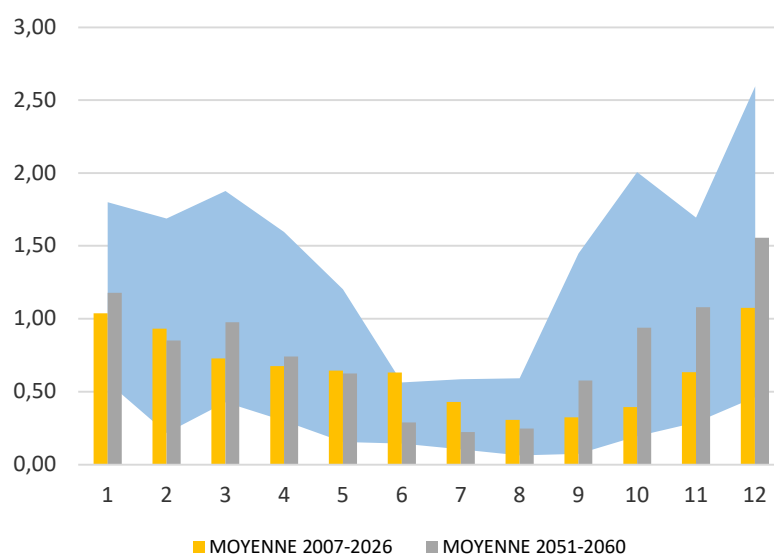


Figure 3 : Le Fornant : débits moyens mensuels (m^3/s) modélisés pour les périodes 2007-2026 et 2051-2060, et débits mensuels minimum et maximum modélisés sur la période 2051-2060 – scénario RCP 4.5

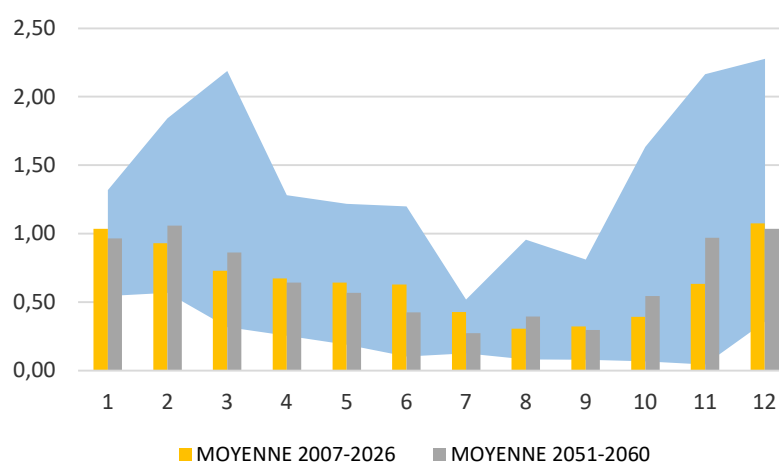


Figure 4 : Le Fornant : débits moyens mensuels (m^3/s) modélisés pour les périodes 2007-2026 et 2051-2060, et débits mensuels minimum et maximum modélisés sur la période 2051-2060 – scénario RCP 8.5

On s'aperçoit de la très forte variabilité des débits mensuels modélisés, cette variabilité étant cohérente avec la variabilité constatée aujourd'hui sur le cours d'eau. On note que cette variabilité est la plus forte en automne (surtout en novembre) et en hiver, ce qui peut suggérer une accentuation des phénomènes constatés aujourd'hui, le débit du cours d'eau pouvant varier très fortement au cours de la saison du fait de sa grande réactivité aux précipitations.

NB : cette variabilité doit toutefois bien être identifiée comme le résultat d'une modélisation de débits à partir de la constitution aléatoire de pluies fictives, proposées par des modèles météorologiques en cohérence avec les évolutions climatiques envisagées. Il convient donc de considérer uniquement leur variabilité et l'ordre de grandeur des débits moyens calculés sur une durée de 10 années consécutives.

On note enfin que le débit mensuel le plus faible est modélisé en août/septembre à moyen terme, puis en octobre/novembre à long terme, ce qui peut suggérer un déplacement progressif des étiages extrêmes vers la fin de l'année, dans la continuité des observations actuelles.

3.2.2. Evolution des débits sur les Petites Usses et à l'amont de la confluence des Usses avec le Rhône

Les résultats des modélisations menées respectivement sur les Petites Usses et les Usses, à l'aval de leurs bassins versants, sont présentées ici de manière synthétique.

Evolution théorique des débits mensuels moyens des petites Usses :

Evolution des débits mensuels moyens selon le scénario RCP 4.5

	Débit mensuel moyen (2007-2026)	Evolution à moyen terme (2050)	Evolution à long terme (2100)
janvier	0,9	19%	15%
février	0,9	-14%	27%
mars	0,6	51%	31%
avril	0,6	3%	3%
mai	0,5	-5%	-20%
juin	0,4	-38%	-3%
juillet	0,4	-60%	-49%
août	0,3	-51%	-47%
septembre	0,5	-15%	-13%
octobre	0,5	45%	71%
novembre	0,8	13%	50%
décembre	0,9	50%	42%
année	0,6	7%	16%

Evolution des débits mensuels moyens selon le scénario RCP 8.5

	Débit mensuel moyen (2007-2026)	Evolution à moyen terme (2050)	Evolution à long terme (2100)
janvier	0,9	-7%	19%
février	0,8	8%	49%
mars	0,6	17%	26%
avril	0,6	-2%	21%
mai	0,5	-10%	-34%
juin	0,5	-27%	-47%
juillet	0,3	-31%	-46%
août	0,3	6%	-46%
septembre	0,3	-19%	43%
octobre	0,3	29%	80%
novembre	0,5	50%	52%
décembre	0,9	-5%	24%
année	0,5	2%	17%

Evolution théorique des débits mensuels moyens des Usses à l'aval du bassin versant :

Evolution des débits mensuels moyens selon le scénario RCP 4.5

	Débit mensuel moyen (2007-2027)	Evolution à moyen terme (2050)	Evolution à long terme (2100)
janvier	7,8	18%	15%
février	7,7	-14%	27%
mars	5,0	52%	31%
avril	5,5	2%	2%
mai	5,0	-5%	-21%
juin	3,5	-40%	-3%
juillet	3,9	-61%	-50%
août	3,2	-48%	-45%
septembre	4,6	-10%	-7%
octobre	4,8	47%	73%
novembre	7,5	12%	48%
décembre	8,2	49%	41%
année	5,6	6%	16%

Evolution des débits mensuels moyens selon le scénario RCP 8.5

	Débit mensuel moyen (2007-2027)	Evolution à moyen terme (2050)	Evolution à long terme (2100)
janvier	7,9	-6%	19%
février	7,6	8%	49%
mars	5,7	17%	26%
avril	5,0	-2%	21%
mai	4,8	-11%	-36%
juin	4,4	-28%	-47%
juillet	2,8	-32%	-45%
août	2,6	7%	-45%
septembre	2,6	-19%	46%
octobre	3,1	30%	85%
novembre	5,1	48%	50%
décembre	8,5	-6%	22%
année	5,0	1%	16%

A titre d'illustration de la variabilité probable des débits mensuels, nous présentons également pour les Usses, à l'amont de la confluence avec le Rhône, les débits mensuels minimum et maximum calculés pour chaque mois, sur la période 2051 à 2060 et pour les scénario RCP 4.5.

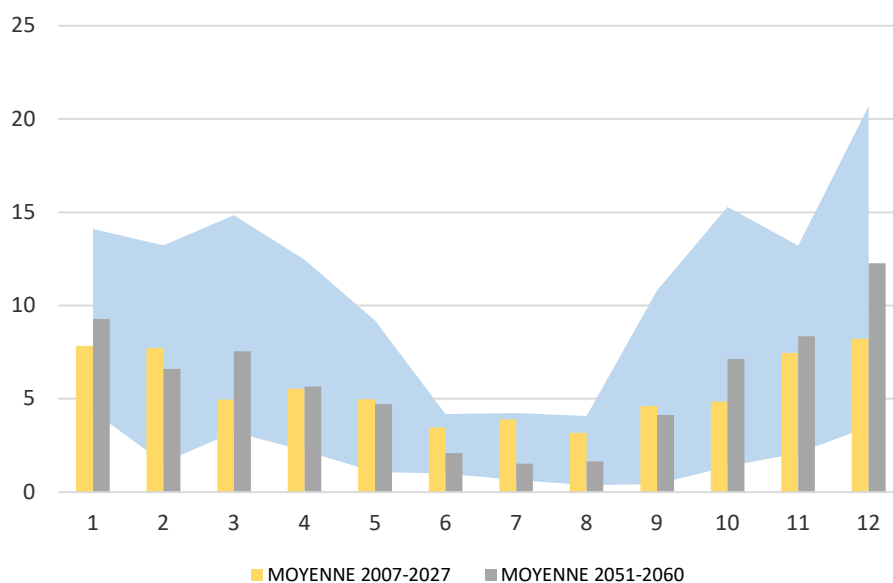


Figure 5 : Rivière des Usses : débits moyens mensuels (m^3/s) modélisés pour les périodes 2007-2026 et 2051-2060, et débits mensuels minimum et maximum modélisés sur la période 2051-2060 – scénario RCP 4.5

On note que les évolutions modélisées sont très proches d'un cours d'eau à l'autre : une hausse des débits en automne et en hiver, une baisse des débit estivaux et un recul probable des étiages dans l'année.

Pour les Usses, on note également que les débits automnaux et hivernaux mensuels pourront varier de l'ordre de 2 à 15 m³/s, autour d'une moyenne de l'ordre de 7 m³/s.

A l'étiage, la quantité d'eau maximale qui s'écoulera pendant un mois dans le cours aval des Usses sera probablement proche de la quantité moyenne mensuelle qui s'écoule actuellement.

4. Conclusions

L'exercice de modélisation du débit des Usses et de leurs affluents aux horizons 2050 et 2100 est assorti d'incertitudes dues autant à l'évolution du climat lui-même qu'à la connaissance du fonctionnement hydrologique des cours d'eau, seule une station hydrométrique étant fonctionnelle aujourd'hui sur l'ensemble du bassin versant.

Les progrès récents sur la connaissance des phénomènes climatiques futurs, et notamment les propositions de données quantifiées par Météo-France pour décliner les différents scénarios possibles d'évolution du climat, permettent toutefois de proposer une quantification robuste de l'évolution probable des débits dans les cours d'eau.

Les observations récentes menées au cours de ces dernières années, et notamment l'effet des épisodes de sécheresse et les hausses de température à répétition subis depuis 2017, apportent des arguments supplémentaires pour affirmer que :

- ✓ la baisse des débits estivaux des Usses et de leurs affluents constatée ces dernières années va s'aggraver à moyen et long termes,
- ✓ une réduction des débits mensuels d'été de l'ordre de 50 % semble inévitable à moyen terme,
- ✓ une augmentation des débits mensuels automnaux et hivernaux de l'ordre de 40 % est également très probable,
- ✓ la forte variabilité des débits constatée pour un même mois, d'une année à l'autre, va se poursuivre et induire des incertitudes accrues sur les quantités d'eau qui transiteront par les cours d'eau, autant en période de hautes que de basses eaux.

Le moteur principal de cette évolution est l'augmentation des températures.

Une hausse limitée de la hauteur annuelle des précipitations est également envisagée sur le long terme.

Si les modélisations menées avec les données météorologiques rattachées aux scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 donnent des résultats différents dans le détail, il convient toutefois de rester prudent sur une précision qui n'est qu'apparente. En effet, ce sont surtout les tendances qu'il convient de noter, les aléas climatiques pouvant induire des phénomènes hydrologiques inattendus.