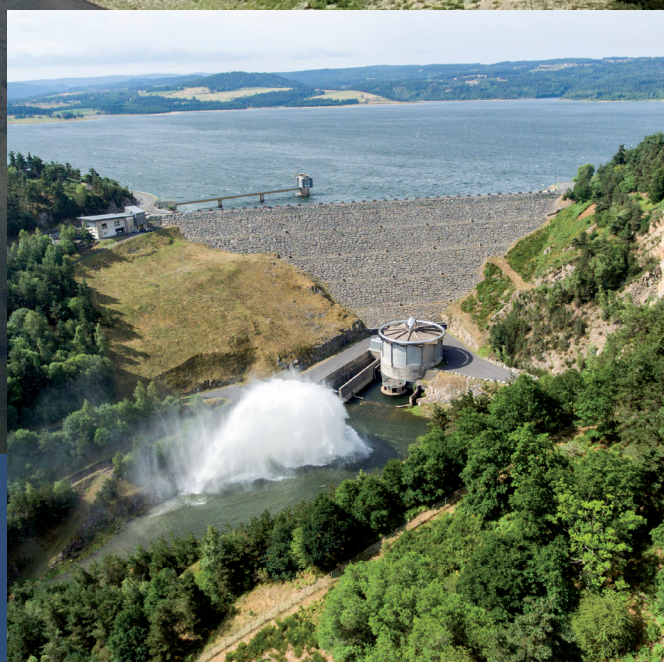


# IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES DU SOUTIEN D'ÉTIAGE DE L'ALLIER ET DE LA LOIRE PAR LES BARRAGES DE NAUSSAC ET DE VILLEREST (Période de référence 2019)

**Rapport final – Décembre 2020**



Etude réalisée par

**Ecodecision**  
 conseil en environnement

**eauea**

avec le soutien financier de

**agence de l'eau  
 Loire-Bretagne**  
 Etablissement public de l'Etat  
 agence.eau-loire-bretagne.fr

## RESUME

# EVALUER LES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES DU SOUTIEN D'ETIAGE EN 2019 : OBJECTIFS ET METHODE

---

Les barrages de Naussac et Villerest, dont l'Etablissement public Loire (EP Loire) est propriétaire et gestionnaire, apportent une contribution essentielle à la réalimentation de l'Allier et de la Loire.

Ils permettent des lâchers d'eau en période d'étiage, de façon à garantir un débit minimal dans l'Allier et la Loire, et ainsi concilier au mieux la satisfaction des usages de l'eau et les besoins des milieux naturels.

A l'issue d'un soutien d'étiage particulièrement important en 2019, l'EP Loire a souhaité évaluer les impacts socio-économiques, pour cette année particulière qui a constitué une nouvelle référence en matière de gestion du soutien d'étiage depuis la mise en service des barrages.

L'expression des usages de l'eau bénéficiant du soutien d'étiage est conditionnée par le débit de l'Allier et de la Loire et les ressources en eau disponibles. Qu'ils soient préleveurs ou considérés comme non préleveurs, ces usages contribuent à la richesse socio-économique du territoire. Néanmoins, lorsque la disponibilité des ressources l'impose, des règles de gestion peuvent être mises en application. Ces règles restreignent l'expression de certains usages, en réduisant les prélèvements et/ou les rejets, parfois au prix d'une réduction de l'activité correspondante. En renforçant les débits, le soutien d'étiage permet donc le maintien d'activités qui autrement seraient réduites, voire remises en cause.

Un travail préliminaire avant la caractérisation des bénéfices du soutien d'étiage est la description de l'impact des prélèvements sur la ressource en eau :

- principalement la consommation nette (différence entre prélèvements et rejets) ;
- et aussi les transferts (volumes échangés entre le périmètre d'étude et l'extérieur, ou entre secteurs de la zone d'étude).

Ces résultats et les modalités de gestion des barrages contribuent à la compréhension du fonctionnement hydrologique de l'Allier et de la Loire. De cette compréhension, deux résultats sont tirés :

- la reconstitution d'un scénario avec soutien d'étiage retraçant la situation vécue en 2019 ;
- la construction d'un scénario sans soutien d'étiage représentatif d'une situation naturelle, c'est-à-dire sans la présence des barrages et du soutien qu'ils assurent.

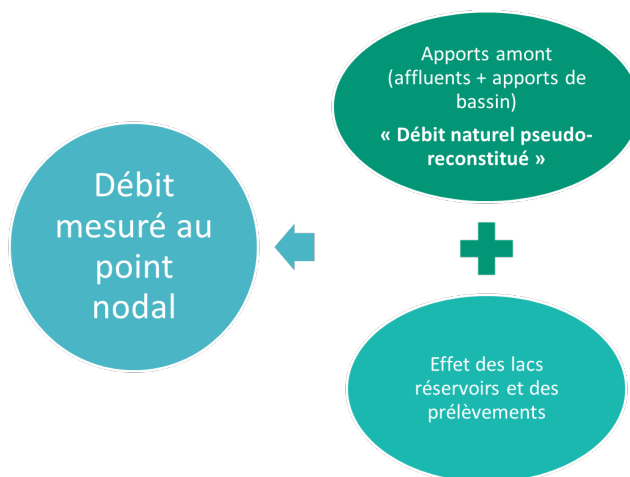
C'est la différence de ces deux scénarios qui permet, au moyen d'indicateurs socio-économiques pertinents et disponibles, d'évaluer les bénéfices du soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et de Villerest.

## ESTIMER LES CONSOMMATIONS ET NATURALISER LES DEBITS

La démarche a été menée à l'échelle des sous-bassins « réalimentés », c'est-à-dire dont le fonctionnement hydrologique est influencé par le soutien d'étiage dans l'Allier et la Loire. Les limites de ces sous-bassins réalimentés ont été définies en cohérence avec les stations de mesure de débits servant de référence pour la gestion des axes réalimentés, et avec les confluences des affluents majeurs de la Loire.

Un travail important de collecte de données et de calculs a permis de reconstituer les consommations d'eau durant l'étiage 2019. Celles des centrales nucléaires ont été communiquées directement par EDF. Pour l'irrigation, un modèle agro-climatique a permis de reconstituer les consommations et leurs variations journalières durant la période étudiée. Pour les autres usages, les volumes prélevés sur la période 2008-2017 ont été utilisés pour construire une estimation des consommations en étiage.

A partir des données de gestion des barrages de Naussac et de Villerest, de la description des usages de l'eau sur les sous-bassins réalimentés et des débits mesurés aux points nodaux, la naturalisation consiste à « reconstituer » un débit naturel désinfluencé des usages anthropiques. Ainsi les apports d'eau comme le soutien d'étiage sont retranchés aux débits mesurés et les prélèvements ajoutés à ces derniers :



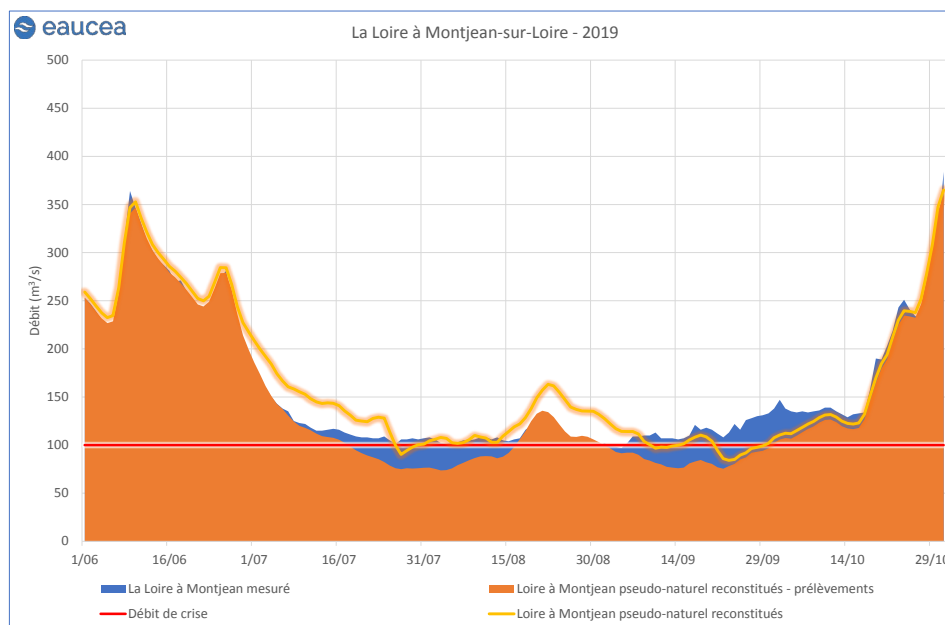
Ces calculs sont effectués en prenant en compte les temps de transit le long des axes Allier et Loire. Les résultats obtenus permettent ainsi d'avoir une vision rapide et synthétique, non seulement des différences entre le débit « naturel reconstitué » et le débit mesuré, mais aussi du poids et de la temporalité des différents usages sur la ressource.

## UN IMPACT SUR LE DEBIT SENSIBLE JUSQU'A L'ESTUAIRE

La naturalisation permet également de quantifier le rôle en 2019, du soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et de Villereest, en différents points, jusqu'à l'estuaire.

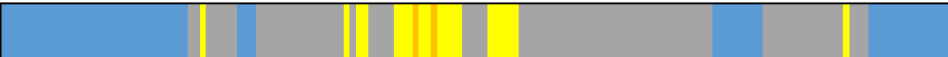
|                                                           | Station                                              | Vic-le-Comte | Cuffy | Nevers | Gien | Montjean-sur-Loire |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------|-------|--------|------|--------------------|
| <b>Avec soutien d'étiage</b>                              | Q min mesuré (m <sup>3</sup> /s)                     | 10,4         | 16,3  | 23,1   | 44   | 97                 |
| <b>Sans soutien d'étiage</b>                              | Q min pseudo-naturel reconstitué (m <sup>3</sup> /s) | 1,6          | 9,7   | 14,8   | 24   | 84                 |
| <b>Apport maximum du soutien d'étiage au débit mesuré</b> | Apport Naussac                                       | 100 %        | 62 %  |        | 24 % | 11 %               |
|                                                           | Apport Villereest                                    |              |       | 78 %   | 47 % | 22 %               |
|                                                           | Apport total                                         | 100 %        | 62 %  | 78 %   | 66 % | 33 %               |

Le graphique suivant illustre à Montjean-sur-Loire (Maine-et-Loire, dernière station de mesure non influencée par les phénomènes de marées) les différences entre le débit naturel reconstitué (tracé orange), le débit naturel reconstitué impacté uniquement des prélèvements et sans effet des lacs réservoirs (fond orange plein) et les apports du soutien d'étiage (en bleu). Il apparaît ainsi que sans soutien d'étiage, les débits à l'aval du bassin et au niveau de l'estuaire auraient atteint des valeurs de près de 75 m<sup>3</sup>/s fin juillet puis de nouveau vers la mi-août. C'est-à-dire que les débits écoulés seraient restés durant plusieurs semaines bien inférieurs au seuil de crise (jusqu'à atteindre près de 25 m<sup>3</sup>/s sous ce seuil).



## DES BENEFICES SOCIO-ECONOMIQUES IMPORTANTS ET CARACTERISES

La comparaison des conséquences des scénarios de débits avec et sans soutien d'étiage, est basée sur le *Canevas des mesures coordonnées susceptibles d'être prescrites sur les bassins de la Loire et de l'Allier par le préfet coordonnateur de bassin*. Ce canevas définit 4 niveaux (vigilance, alerte, alerte renforcée et crise), atteints par le franchissement de seuils de débit à la station de mesure de la Loire à Gien.

| Niveau de limitation (critères canevas 2020) selon le débit de la Loire à Gien |                                                                                    |                      |                   |                             |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|------------------|
| Débit Loire mesuré à Gien                                                      |  |                      |                   |                             |                  |
| Débit Loire pseudo-naturel reconstitué à Gien                                  |  |                      |                   |                             |                  |
| Niveau de limitation :                                                         | Absence de limitation                                                              | Niveau 1 - Vigilance | Niveau 2 - Alerte | Niveau 3 - Alerte renforcée | Niveau 4 - Crise |
| Débit Loire à Gien (m3/s)                                                      | > 60                                                                               | 50 à 60              | 45 à 50           | 43 à 45                     | < 43             |

A chaque niveau de limitation, le canevas décline des mesures différenciées selon les usages. Notamment, l'irrigation est restreinte de 25% dès l'alerte puis restreinte de 50% en alerte renforcée et interdite en crise. Compte tenu des périodes de crise du scénario sans soutien d'étiage, il est clair que ce soutien a permis de sauvegarder l'agriculture irriguée à partir des ressources réalimentées. D'autres usages aussi ont été sécurisés. A tout cela correspondent des bénéfices, qui ont été caractérisés et en partie chiffrés. Le tableau suivant résume les **enjeux** (dimensionnement de l'usage sur la zone réalimentée), l'**impact du soutien d'étiage** (conséquence concrète) et les **bénéfices** monétaires ainsi **apportés** en 2019.

| USAGES                               | ENJEUX                                                                                                  | IMPACT DU SOUTIEN D'ETIAGE                                    | BENEFICES APPORTES                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Irrigation                           | 65 000 ha irrigués, soit environ 4% de la SAU totale                                                    | Récoltes sécurisées sur 65 000 ha irrigués                    | Produit brut sécurisé : autour de 120 millions d'€ |
| CNPE EDF                             | Production 72 TWh/an                                                                                    | Production maintenue 3,3 TWh                                  | Non évalué                                         |
| Eau potable                          | 2,6 millions d'habitants desservis, avec 185 000 établissements de l'industrie et des services          | Distribution sécurisée pendant 64 jours                       | Non évalué                                         |
| Navigation sur les canaux            | 385 km de voies navigables : poids économique 26 millions d'€/an                                        | Activité maintenue sur le canal latéral à la Loire (64 jours) | Activité maintenue : autour de 7 millions d'€      |
| Tourisme et manifestations nautiques | Chiffre d'affaires estimé des paquebots et bateaux à passagers en Loire : 30 000 à 40 000 €/j           | Activités sécurisées                                          | Non évalué                                         |
| Hydroélectricité                     | Production 0,17 TWh/an                                                                                  | Production maintenue 6 GWh                                    | Non évalué                                         |
| Baignade                             | 10 sites de baignade suivis par l'ARS                                                                   | Activité sécurisée                                            | Non évalué                                         |
| Sports nautiques                     | Axes fréquentés pour le canoë-kayak : + de 40 000 pratiquants/an sur la Loire en amont du Bec d'Allier. | Pratique sécurisée et renforcée                               | Non évalué                                         |
| Environnement                        | Eau des axes réalimentés en bon état au sens de la DCE                                                  | Dilution des rejets suffisante pour le bon état des eaux      | Non évalué                                         |

## POUR ALLER PLUS LOIN

---

L'approche menée a permis de montrer des avantages majeurs apportés par le soutien d'étiage en 2019. Une analyse plus fine permettrait d'approfondir et de compléter l'approche dans trois directions :

- **en affinant l'analyse hydrologique** en particulier en modélisant plus finement les modalités de transfert des débits de l'amont vers l'aval (vitesse de propagation et atténuation des fortes variations) et en améliorant l'estimation des consommations ;
- **en affinant la caractérisation socio-économique des enjeux identifiés** : pour l'**agriculture**, il serait intéressant de préciser les assolements irrigués et d'évaluer plus finement le produit brut garanti (actuellement évalué à partir de données relatives au maïs) ; pour l'alimentation en **eau potable**, il faudrait tenir compte plus systématiquement des secours assurés par certains services d'eau au profit de services voisins (fait seulement pour l'Allier et la prise des Roches à Nantes) et il serait intéressant de dénombrer les abonnés prioritaires alimentés par ces services (le fait de sécuriser leur approvisionnement en eau évite de mettre en place des dispositifs de secours) ; pour la **navigation**, un recensement de l'activité et une estimation de son poids économique permettraient de chiffrer plus précisément les gains apportés par le soutien d'étiage ; un recensement plus exhaustif des **activités de loisirs** est nécessaire pour rendre compte correctement de leur dimension, sur l'ensemble des axes réalimentés ; une approche au cas par cas des plus importantes **industries agro-alimentaires** permettrait de caractériser les enjeux spécifiques à ces activités ;
- **en renforçant l'analyse des enjeux environnementaux** : les liens entre débit et état des milieux sont trop complexes pour servir de base à une évaluation fine des impacts ; mais il existe des modèles permettant d'évaluer l'**impact des rejets d'assainissement sur la qualité physico-chimique des cours d'eau**, les faibles débits assurant une dilution moindre qu'en temps normal ; de plus, il semble possible d'approcher l'effet des lâchers sur l'oxygénation des eaux et donc sur la vie aquatique.

Enfin, il est préconisé de suivre l'évolution des enjeux socio-économiques du soutien d'étiage au travers d'indicateurs, déjà disponibles ou mobilisables après les améliorations suggérées ci-dessus.

# SOMMAIRE

|                                                                                                                                      |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>RESUME .....</b>                                                                                                                  | <b>1</b> |
| EVALUER LES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES DU SOUTIEN D'ETIAGE EN 2019 : OBJECTIFS ET METHODE.....                                        | 1        |
| ESTIMER LES CONSOMMATIONS ET NATURALISER LES DEBITS .....                                                                            | 2        |
| UN IMPACT SUR LE DEBIT SENSIBLE JUSQU'A L'ESTUAIRE.....                                                                              | 3        |
| DES BENEFICES SOCIO-ECONOMIQUES IMPORTANTS ET CARACTERISES.....                                                                      | 4        |
| POUR ALLER PLUS LOIN .....                                                                                                           | 5        |
| <b>SOMMAIRE .....</b>                                                                                                                | <b>6</b> |
| <b>LISTE DES FIGURES .....</b>                                                                                                       | <b>7</b> |
| <b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>                                                                                                      | <b>9</b> |
| 1.    CONTEXTE DE L'ETUDE .....                                                                                                      | 10       |
| 1.1. <i>Mieux connaître les bénéfices socio-économiques du soutien d'étiage à partir de l'étude de l'étiage 2019</i> .....           | 10       |
| 1.2. <i>Une méthode pour traiter des enjeux complexes des étiages</i> .....                                                          | 11       |
| 2.    LE TERRITOIRE D'ANALYSE ET SON DECOUPAGE EN SOUS-BASSINS.....                                                                  | 12       |
| 3.    UN DECOUPAGE PLUS FIN LIE A LA GESTION .....                                                                                   | 15       |
| 3.1. <i>Le corridor alluvial stricto sensu</i> .....                                                                                 | 15       |
| 3.2. <i>Les pertes karstiques remarquables</i> .....                                                                                 | 16       |
| 3.3. <i>Les transferts hydrauliques</i> .....                                                                                        | 18       |
| 4.    LE CADRE FIXE PAR LE SDAGE .....                                                                                               | 21       |
| 5.    ANALYSE HYDROLOGIQUE .....                                                                                                     | 25       |
| 5.1. <i>Régime hydrologique 2019</i> .....                                                                                           | 25       |
| 5.2. <i>Indicateurs de description de l'étiage</i> .....                                                                             | 27       |
| 6.    RECENSEMENT DES USAGES.....                                                                                                    | 33       |
| 6.1. <i>Les prélèvements</i> .....                                                                                                   | 33       |
| 6.2. <i>Les usages sans prélèvement</i> .....                                                                                        | 52       |
| 6.3. <i>Les milieux naturels</i> .....                                                                                               | 54       |
| 7.    LES DEBITS PSEUDO-NATURELS RECONSTITUES .....                                                                                  | 55       |
| 7.1. <i>Impact hydrologique des ouvrages de soutien d'étiage</i> .....                                                               | 55       |
| 7.2. <i>Impact hydrologique des prélèvements</i> .....                                                                               | 64       |
| 7.3. <i>Les débits pseudo-naturels reconstitués</i> .....                                                                            | 66       |
| 8.    L'ESTUAIRE DE LA LOIRE .....                                                                                                   | 78       |
| 9.    L'IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE .....                                                                                                | 80       |
| 9.1. <i>Sensibilité des usages aux étiages</i> .....                                                                                 | 80       |
| 9.2. <i>Dimensions socio-économiques</i> .....                                                                                       | 84       |
| 9.3. <i>Bilan socio-économique</i> .....                                                                                             | 97       |
| 10.   CONCLUSIONS ET SUITES A DONNER.....                                                                                            | 100      |
| 10.1. <i>Le soutien d'étiage : d'importants bénéfices en 2019 et un outil précieux pour affronter le changement climatique</i> ..... | 100      |
| 10.2. <i>Améliorer l'approche menée</i> .....                                                                                        | 101      |
| 10.3. <i>Suivre les enjeux socio-économiques</i> .....                                                                               | 104      |

## LISTE DES FIGURES

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Bilan socio-économique des bénéfices du soutien d'étiage .....                                                                                                                                                                                                                                                    | 11 |
| Figure 2 : Carte des sous-ensembles hydrographiques retenus pour l'analyse hydrologique .....                                                                                                                                                                                                                                | 13 |
| Figure 3 : Carte des sous bassins « réalimentés » .....                                                                                                                                                                                                                                                                      | 14 |
| Figure 4 : Corridor alluvial et communes où se situent les prélèvements bénéficiant du soutien d'étiage .....                                                                                                                                                                                                                | 15 |
| Figure 5 : Analyse du débit des pertes de la Loire en 2019 au niveau d'Orléans sur la base des différences de débits entre les stations de Gien et d'Orléans.....                                                                                                                                                            | 17 |
| Figure 6 : Plan de situation des pertes de la Loire (GUTIERREZ, 2010 modifié).....                                                                                                                                                                                                                                           | 17 |
| Figure 7 : Fonctionnement hydraulique de l'Authion en période de basses eaux (source : SAGE Authion) .....                                                                                                                                                                                                                   | 18 |
| Figure 8 : Carte des voies navigables du périmètre de l'EP Loire .....                                                                                                                                                                                                                                                       | 20 |
| Figure 9 : Carte des points nodaux du SDAGE Loire-Bretagne (source AELB-DIREN) .....                                                                                                                                                                                                                                         | 24 |
| Figure 10 : Analyse statistique des débits de la Dore à Dorat en 2019.....                                                                                                                                                                                                                                                   | 25 |
| Figure 11 : Analyse statistique des débits sur différents points de mesure du bassin .....                                                                                                                                                                                                                                   | 26 |
| Figure 12 : Dates d'entrée et de sortie d'étiage en 2019 à Montjean-sur-Loire.....                                                                                                                                                                                                                                           | 28 |
| Figure 13 : Analyse des durées d'étiage à Montjean-sur-Loire.....                                                                                                                                                                                                                                                            | 29 |
| Figure 14 : Analyse des QMNA à Montjean-sur-Loire.....                                                                                                                                                                                                                                                                       | 30 |
| Figure 15 : Ecart à l'objectif à Montjean-sur-Loire en 2019 .....                                                                                                                                                                                                                                                            | 31 |
| Figure 16 : Analyse du déficit résiduel à Montjean-sur-Loire .....                                                                                                                                                                                                                                                           | 31 |
| Figure 17 : Eléments structurant l'étude des prélèvements et usages de l'eau .....                                                                                                                                                                                                                                           | 34 |
| Figure 18 : Principe de calcul du logiciel Irrid (Eaucéa).....                                                                                                                                                                                                                                                               | 37 |
| Figure 19 : Recensement parcellaire graphique sur le territoire d'étude.....                                                                                                                                                                                                                                                 | 38 |
| Figure 20 : Sélection des stations météorologiques d'intérêt .....                                                                                                                                                                                                                                                           | 38 |
| Figure 21 : Carte des réserves utiles des sols sur le périmètre de l'EP Loire .....                                                                                                                                                                                                                                          | 39 |
| Figure 22 : Régime de prélèvement simulé pour un hectare de maïs sur la vallée de l'Allier de Naussac à la confluence avec la Dore .....                                                                                                                                                                                     | 40 |
| Figure 23 : Comparaison des données Agence de l'Eau, avec la simulation des besoins d'irrigation sur la vallée de l'Allier, de Naussac à la confluence avec la Dore .....                                                                                                                                                    | 41 |
| Figure 24 : Comparaison des données Agence de l'Eau, avec la simulation des besoins d'irrigation pour les seuls prélèvements bénéficiant du soutien d'étiage (vallée de l'Allier de Naussac à la confluence avec la Dore) .....                                                                                              | 41 |
| Figure 25 : Localisation des points de prélèvements des centres nucléaires de production d'électricité EDF ....                                                                                                                                                                                                              | 43 |
| Figure 26 : Schéma de principe du circuit de refroidissement dit « fermé » des centres nucléaires de production d'électricité (source : Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire).....                                                                                                                           | 44 |
| Figure 27 : Débits prélevés (prélèvement bruts) et évaporés (prélèvement nets) par le centre nucléaire de production d'électricité EDF de Belleville-sur-Loire à l'étiage 2019 (données EDF) .....                                                                                                                           | 44 |
| Figure 28 : Débits prélevés (prélèvement bruts) et évaporés (prélèvement nets) par le centre nucléaire de production d'électricité EDF de Dampierre-en-Burly à l'étiage 2019 (données EDF).....                                                                                                                              | 45 |
| Figure 29 : Débits prélevés (prélèvement bruts) et évaporés (prélèvement nets) par le centre nucléaire de production d'électricité EDF de Saint-Laurent-des-Eaux à l'étiage 2019 (données EDF) .....                                                                                                                         | 45 |
| Figure 30 : Débits prélevés (prélèvement bruts) et évaporés (prélèvement nets) par le centre nucléaire de production d'électricité EDF de Chinon à l'étiage 2019 (données EDF) .....                                                                                                                                         | 46 |
| Figure 31 : Bilan hydrologique de l'AEP .....                                                                                                                                                                                                                                                                                | 47 |
| Figure 32 : Eléments structurant l'étude des prélèvements liés à la navigation .....                                                                                                                                                                                                                                         | 48 |
| Figure 33 : Schéma de fonctionnement hydraulique du canal latéral à la Loire. En vert sont représentés : les apports du canal du Centre, en violet : le canal latéral à la Loire et ses principales prises d'eau d'alimentation depuis le canal de Roanne à Digoin, en orange : les transferts avec le canal de Briare. .... | 50 |
| Figure 34 : Bilan des consommations en étiage par catégories d'usagers.....                                                                                                                                                                                                                                                  | 52 |
| Figure 35 : Bilan 2019 de Naussac (données EP Loire).....                                                                                                                                                                                                                                                                    | 56 |
| Figure 36 : Bilan 2019 de Villerest (données EP Loire).....                                                                                                                                                                                                                                                                  | 57 |
| Figure 37 : temps de transit entre Naussac, Villerest et Gien (EP Loire) .....                                                                                                                                                                                                                                               | 58 |
| Figure 38 : Matrice provisoire des temps de transferts inter-stations .....                                                                                                                                                                                                                                                  | 59 |
| Figure 39 : Débits d'apport au soutien d'étiage et de stockage à Naussac et Villerest en 2019 à Gien .....                                                                                                                                                                                                                   | 60 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 40 : Débits d'apport au soutien d'étiage et de stockage à Naussac et Villerest en 2019 à Montjean-sur-Loire .....                                                                                                                                                  | 60 |
| Figure 41 : Décomposition des débits en 2019 à la station de Gien .....                                                                                                                                                                                                   | 61 |
| Figure 42 : Part du soutien d'étiage dans le débit à Gien en 2019 .....                                                                                                                                                                                                   | 62 |
| Figure 43 : Décomposition des débits en 2019 à la station de Montjean-sur-Loire .....                                                                                                                                                                                     | 63 |
| Figure 44 : Part du soutien d'étiage dans le débit à Montjean-sur-Loire en 2019.....                                                                                                                                                                                      | 63 |
| Figure 45 : Impacts des prélèvements en eau souterraines sur le débit de la rivière (BRGM, modifié).....                                                                                                                                                                  | 65 |
| Figure 46 : Poids des prélèvements et usages sur la ressource en eau superficielle .....                                                                                                                                                                                  | 65 |
| Figure 47 : Localisation des points de naturalisation des débits.....                                                                                                                                                                                                     | 67 |
| Figure 48 : Où et pourquoi la naturalisation des débits.....                                                                                                                                                                                                              | 68 |
| Figure 49 : La naturalisation des débits et les sous-bassins réalimentés.....                                                                                                                                                                                             | 69 |
| Figure 50 : Principe de décomposition du débit mesuré .....                                                                                                                                                                                                               | 69 |
| Figure 51 : Débits pseudo-naturels reconstitués au niveau de l'Allier à Vic-le-Comte .....                                                                                                                                                                                | 70 |
| Figure 52 : Débits pseudo-naturels reconstitués au niveau de l'Allier à Cuffy .....                                                                                                                                                                                       | 71 |
| Figure 53 : Débits pseudo-naturels reconstitués au niveau de la Loire à Nevers .....                                                                                                                                                                                      | 72 |
| Figure 54 : Débits pseudo-naturels reconstitués au niveau de la Loire à Gien .....                                                                                                                                                                                        | 74 |
| Figure 55 : Effet du soutien d'étiage au niveau de la Loire à Gien .....                                                                                                                                                                                                  | 75 |
| Figure 56 : Débits pseudo-naturels reconstitués au niveau de la Loire à Montjean-sur-Loire .....                                                                                                                                                                          | 76 |
| Figure 57 : Effet du soutien d'étiage peu avant l'estuaire de la Loire.....                                                                                                                                                                                               | 78 |
| Figure 58 : Réseau de suivi SYVEL au niveau de l'estuaire de la Loire (GIP Loire).....                                                                                                                                                                                    | 79 |
| Figure 59 : Franchissements des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de l'Allier à Vic-le-Comte (critères arrêté cadre Puy-de-Dôme – simplifiés) .....                                                                                     | 82 |
| Figure 60 : Franchissements des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de la Loire à Gien (critères canevas 2020).....                                                                                                                       | 83 |
| Figure 61 : Franchissements des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de la Loire à Montjean-sur-Loire (critères arrêté cadre Maine-et-Loire – simplifiés) .....                                                                            | 83 |
| Figure 62 : Contraintes de production des quatre centres nucléaires de production d'électricité en fonction du débit pseudo-naturel reconstitué en Loire estimé au droit de chaque site .....                                                                             | 87 |
| Figure 63 : Contraintes de production des quatre centres nucléaires de production d'électricité en fonction du débit pseudo-naturel reconstitué en Loire influencé des prélèvements, estimé au droit de chaque site .....                                                 | 88 |
| Figure 64 : Evolution du trafic de plaisance sur le canal latéral à la Loire en 2018 (source : VNF. <a href="https://www.vnf.fr/vnf/dossiers-actualites/le-canal-lateral-a-la-loire/">https://www.vnf.fr/vnf/dossiers-actualites/le-canal-lateral-a-la-loire/</a> ) ..... | 92 |

## LISTE DES TABLEAUX

|                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Analyse globale du débit des pertes de la Loire au niveau d'Orléans sur la base des différences de débits entre les stations de Gien et d'Orléans.....                                               | 16 |
| Tableau 2 : Analyse du débit des pertes de la Loire en 2019 au niveau d'Orléans sur la base des différences de débits entre les stations de Gien et d'Orléans.....                                               | 16 |
| Tableau 3 : Modalité de gestion des prises de l'Authion en cas de franchissement des seuils.....                                                                                                                 | 19 |
| Tableau 4 : Mesures de gestion de l'entente Authion par rapport aux références des seuils. ....                                                                                                                  | 19 |
| Tableau 5 : Points nodaux définis par le SDAGE (SDAGE Loire-Bretagne) .....                                                                                                                                      | 22 |
| Tableau 6 : Chiffres globaux des centres nucléaires de production d'électricité étudiés sur l'axe Loire de juin à octobre 2019 (données EDF).....                                                                | 46 |
| Tableau 7 : Description du lien des usages sans prélèvement avec le soutien d'étiage.....                                                                                                                        | 53 |
| Tableau 8 : Volumes lâchés par les lacs réservoirs sur l'année 2019.....                                                                                                                                         | 55 |
| Tableau 9 : Apport du soutien d'étiage au niveau des points de calcul du débit pseudo-naturel reconstitué ....                                                                                                   | 77 |
| Tableau 10 : Débits seuils de référence (en m <sup>3</sup> /s) aux stations de références et points nodaux sur l'Allier (Vic-le-Comte) et la Loire (Gien et Montjean-sur-Loire).....                             | 82 |
| Tableau 11 : Nombre de jours de franchissement des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de l'Allier à Vic-le-Comte (critères arrêté cadre Puy-de-Dôme – simplifiés) .....         | 82 |
| Tableau 12 : Nombre de jours de franchissement des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de la Loire à Gien (critères canevas 2020) .....                                          | 83 |
| Tableau 13 : Nombre de jours de franchissement des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de la Loire à Montjean-sur-Loire (critères arrêté cadre Maine-et-Loire – simplifiés)..... | 83 |
| Tableau 14 : Répartition des surfaces agricoles sur les sous bassins réalimentés de l'Allier et de la Loire (source calculs Ecodecision d'après le RPG 2019) .....                                               | 85 |
| Tableau 15 : Débits seuils en Loire au droit de chaque CNPE limitant les rejets et la production.....                                                                                                            | 86 |
| Tableau 16 : Nombre d'établissements hospitaliers sur les communes riveraines (dont celles disposant de prélèvements en Loire ou en Allier pour l'AEP selon la BNPE) .....                                       | 93 |
| Tableau 17 : Description du lien socio-économique des usages sans prélèvement avec le soutien d'étiage .....                                                                                                     | 96 |
| Tableau 18 : Bilan socio-économique des bénéfices du soutien d'étiage pour les usages de l'eau et l'environnement.....                                                                                           | 99 |

# 1. CONTEXTE DE L'ETUDE

---

## 1.1. Mieux connaître les bénéfices socio-économiques du soutien d'étiage à partir de l'étude de l'étiage 2019

Les barrages de Naussac et Villerest, dont l'Etablissement public Loire (EP Loire) est propriétaire et gestionnaire, apportent une contribution essentielle à la gestion de l'Allier et de la Loire.

Les deux barrages permettent des lâchers d'eau en période d'étiage, de façon à garantir un débit minimal dans l'Allier et dans la Loire, et ainsi concilier au mieux la satisfaction des usages de l'eau et les besoins des milieux naturels, dans une perspective de maintien de leur bon état écologique fixée par le SDAGE Loire-Bretagne. Le barrage de Villerest a également une vocation d'écêtement des crues de la Loire.

A l'issue d'un soutien d'étiage particulièrement important en 2019, qui a constitué une nouvelle référence en matière de gestion du soutien d'étiage depuis la mise en service des barrages de Naussac et de Villerest, l'EP Loire a initié la réalisation en interne d'un retour d'expérience de cet étiage, en particulier pour ce qui concerne les interventions de ses services, et demandé, par voie de prestation, une évaluation approfondie et actualisée des bénéfices socio-économiques du soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire en 2019.

Cette initiative s'inscrit dans un contexte d'anticipation et d'adaptation aux impacts du changement climatique, et avec pour objectif de renforcer l'information et le dialogue avec les acteurs des territoires bénéficiant du soutien d'étiage.

Elle s'inscrit également dans une logique de complémentarité avec les retours d'expérience réalisés par d'autres acteurs concernés suite à l'étiage 2019.

Avec le changement climatique, les étiages sévères risquent de se renforcer et de revenir plus souvent, nécessitant le développement de stratégies nouvelles avec les acteurs de l'eau, développement pour lequel ce travail sur les impacts socio-économiques du soutien d'étiage en 2019 apportera un éclairage déterminant.

## 1.2. Une méthode pour traiter des enjeux complexes des étiages

La démarche proposée consiste à comparer une « richesse socio-économique » entre deux scénarios :

- le scénario avec soutien d'étiage, c'est-à-dire ce qui s'est réellement passé ;
- le scénario sans soutien d'étiage, qui reposera sur une simulation du fonctionnement du système hydrologique et socio-économique.

Pour apporter une estimation crédible des impacts socio-économiques du soutien d'étiage, il faut donc :

- reconstituer le fonctionnement hydrologique qui aurait eu lieu en l'absence du soutien d'étiage ;
- en déduire les ressources effectivement disponibles ;
- déterminer, compte tenu des règles de gestion en vigueur, quels usages et services auraient pu être maintenus et lesquels auraient été réduits voire stoppés ;
- et enfin en proposer un dimensionnement socio-économique.

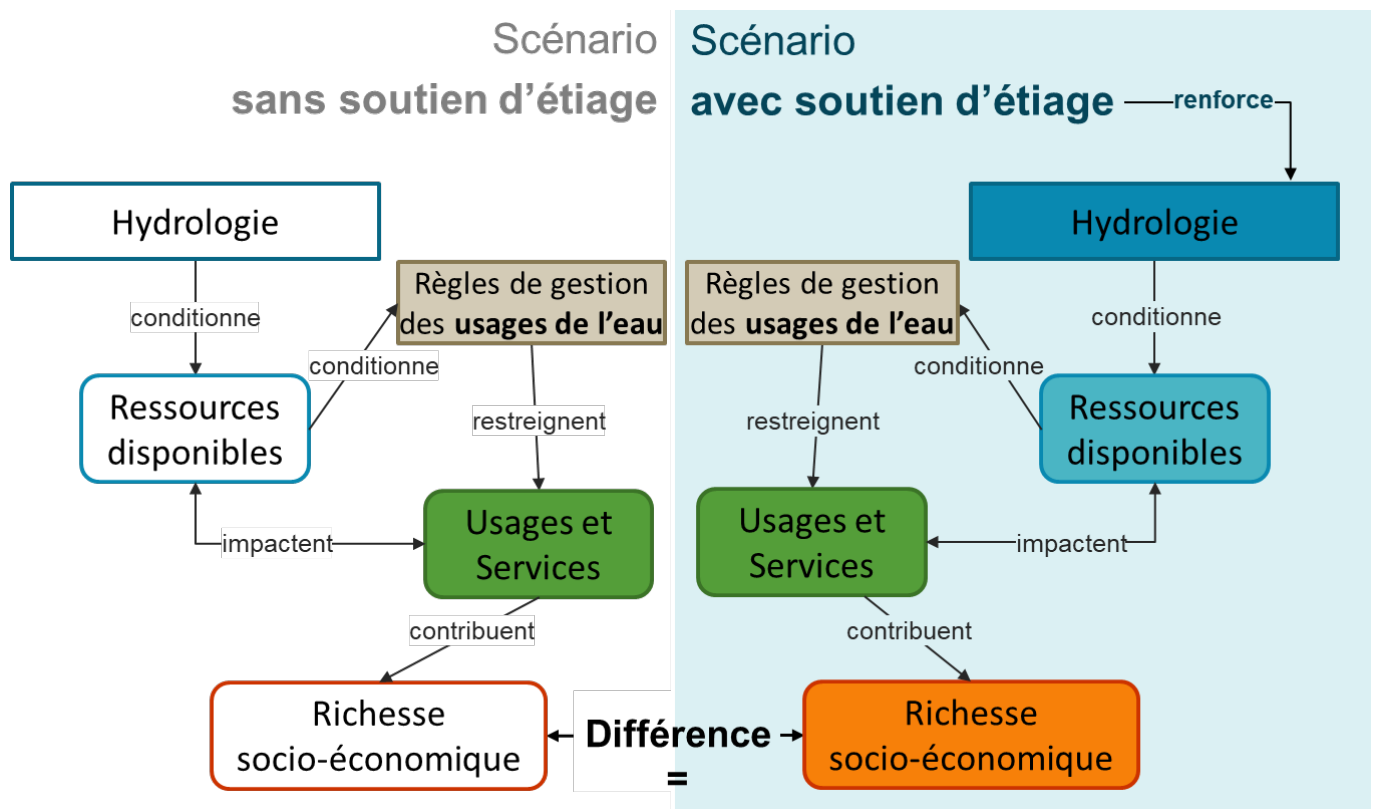


Figure 1 : Bilan socio-économique des bénéfices du soutien d'étiage

## 2. LE TERRITOIRE D'ANALYSE ET SON DECOUPAGE EN SOUS-BASSINS

---

Le bassin versant de la Loire et ses affluents est une entité géographique qui concerne en totalité ou en partie 32 départements et 7 régions administratives : Pays de la Loire, Centre-Val de Loire, Normandie, Nouvelle Aquitaine, Bourgogne-Franche Comté, Auvergne-Rhône-Alpes et Occitanie. Les cours d'eau du bassin hydrographique de la Loire drainent 117 800 km<sup>2</sup>.

Ce périmètre considérable n'est pas entièrement impliqué par le soutien d'étiage de la Loire ou de l'Allier, en revanche l'ensemble de ce périmètre contribue peu ou prou à la production des débits que l'on observe à l'estuaire. Cette production hydrologique est le résultat de la production naturelle liée au régime des pluies, soumise aux influences quantitatives de nombreuses activités : prélèvement, restitution, transfert. Ces influences peuvent impacter les rivières et fleuve directement ou indirectement via l'exploitation des eaux souterraines. Ce système est donc complexe et il ne serait pas raisonnable de vouloir décrire en détail toute son économie naturelle et humaine pendant l'étiage 2019. En revanche, il est possible de simplifier la problématique en distinguant deux types de territoires selon leur dépendance hydrologique au soutien d'étiage de l'EP Loire (cf. Figure 2 et Figure 3) :

- **un premier ensemble territorial dont la ressource en eau n'est pas « sécurisée » par l'action du soutien d'étiage de Naussac et Villerest. Ce sont les sous bassins versants non réalimentés (sous-entendu par Naussac et Villerest).** C'est par exemple le cas du bassin de la Dore ou de celui de la Vienne, mais aussi le cas des bassins versants en amont des ouvrages de régulation (Loire amont). Ces bassins seront donc considérés comme contributeurs des étiages mais sans être concernés par les décisions de gestion du soutien d'étiage. A noter qu'ils peuvent cependant être impactés par des mesures de restriction mises en place à partir des débits des points nodaux des axes Allier et Loire (« canevas de mesures »). Nous ne tiendrons compte pour ces sous-bassins que des débits observés aux exutoires sans chercher à décrire les causes de ces débits. Ainsi, les soutiens d'étiage du Lignon ou de la Vienne par exemple ou les dérivations de la Loire amont vers l'Ardèche, sont implicitement pris en compte mais non connus dans leurs modalités ;
- **un second ensemble territorial dont la ressource en eau est sécurisée en tout ou partie par le soutien d'étiage. Ce sont les sous bassins versants « réalimentés » (sous-entendu par Naussac et Villerest).** Il s'agit du corridor qui encadre l'Allier en aval de Naussac et la Loire en aval de Villerest jusqu'à l'océan. Dans ce corridor, les bilans hydrologiques peuvent être analysés de l'amont vers l'aval en distinguant plusieurs tronçons consécutifs. Ces tronçons sont définis par une station hydrométrique amont et une station aval. Les bilans tiennent compte des apports des principaux affluents.

Par construction, ces sous bassins versants réalimentés incluent le secteur d'implantation des usages bénéficiant du soutien d'étiage (soumis à redevance au sens de l'arrêté interpréfectoral du 10 novembre 2006 et VNF), et incluent des territoires complémentaires,

dans les vallées alluviales de l'Allier et de la Loire (ces vallées peuvent aller au-delà des communes riveraines des axes fluviaux) et dans des petits bassins versants dont les apports ne sont pas suivis par une station de mesure des débits.

La cartographie du domaine d'étude qui en résulte est fondée sur le maillage des zones hydrographiques (ZHY de la BD Carthage), différent du maillage administratif.

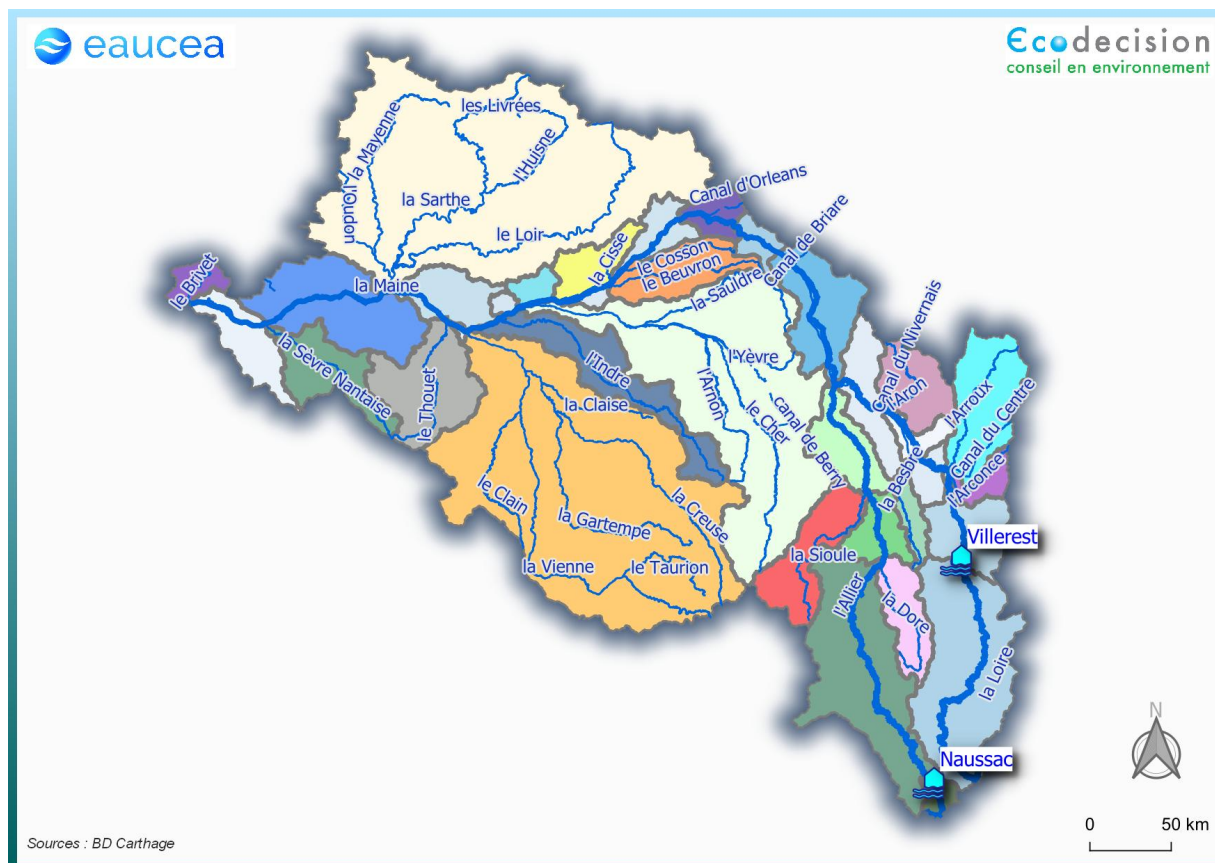


Figure 2 : Carte des sous-ensembles hydrographiques retenus pour l'analyse hydrologique

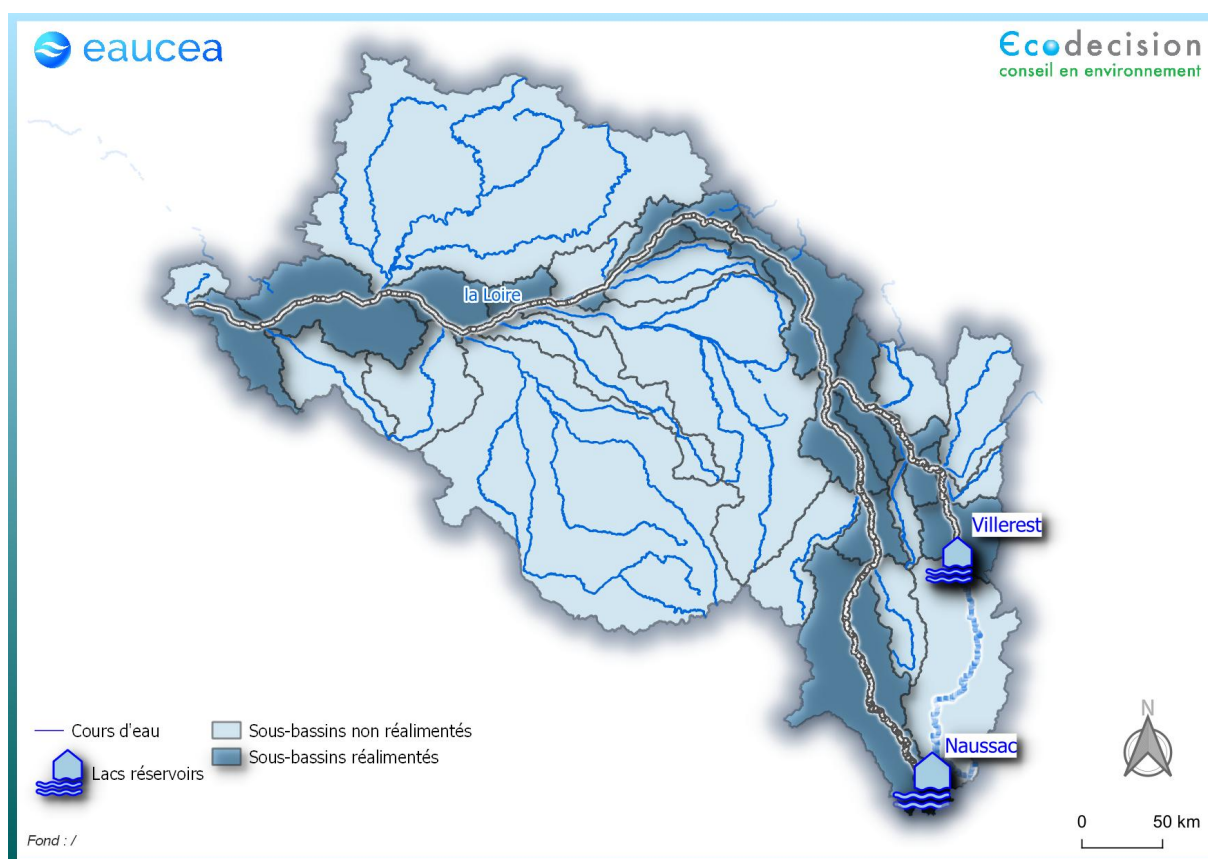


Figure 3 : Carte des sous bassins « réalimentés »

### 3. UN DECOUPAGE PLUS FIN LIE A LA GESTION

Certaines particularités hydrologiques peuvent être identifiées au sein de ce corridor global et permettent de décrire les bilans hydrologiques entre deux points de suivi de l'Allier ou de la Loire.

#### 3.1. Le corridor alluvial stricto sensu

A l'intérieur de ces sous-bassins réalimentés, une analyse plus fine permet de mettre en évidence le corridor alluvial au sens strict (cf. figure 4). Il correspond à la masse d'eau des alluvions de l'Allier et de la Loire, en relation avec les cours d'eau et donc bénéficiant des effets du soutien d'étiage. Les communes riveraines où se situent les prélèvements bénéficiant du soutien d'étiage (AEP, industries et irrigation – au sens de l'arrêté interpréfectoral du 10 novembre 2006) sont ainsi situées tout au long de ce corridor.

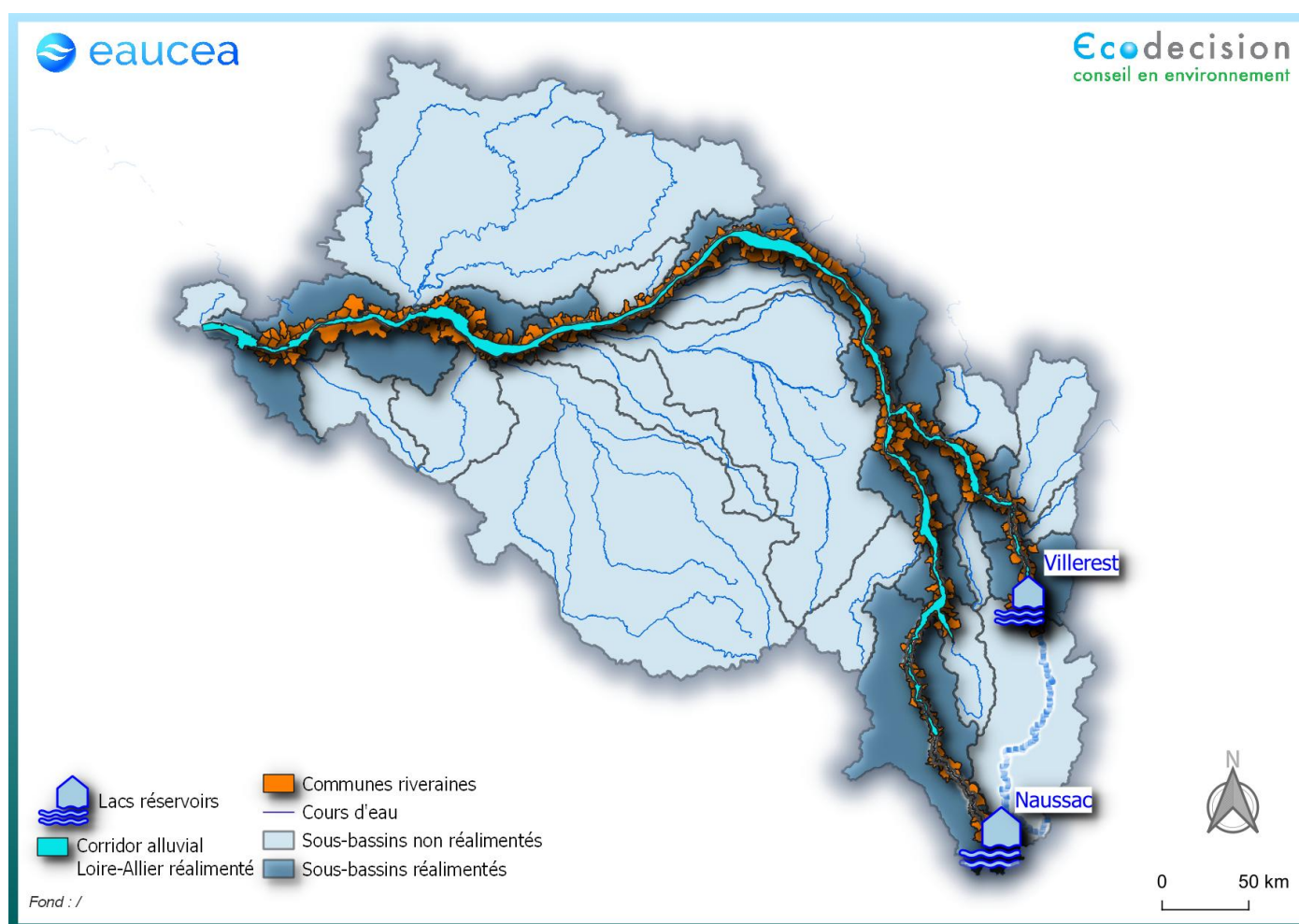


Figure 4 : Corridor alluvial et communes où se situent les prélèvements bénéficiant du soutien d'étiage

### 3.2. Les pertes karstiques remarquables

Le long de ce corridor alluvial, des particularités hydrogéologiques peuvent être présentes. La plus emblématique d'entre elles correspond aux pertes de la Loire en amont d'Orléans. Peu après Châteauneuf-sur-Loire, au niveau du passage de la Loire sur les formations affleurantes du Crétacé supérieur (craie), une succession de pertes karstiques est observée à proximité et dans le lit mineur de la Loire.

L'analyse hydrologique réalisée par Eaucea des données de débits depuis 1984 entre les points de mesure de la Loire à Gien et à Orléans (après écrêtement des débits de hautes eaux) (cf. tableau 1) montre que des débits significatifs (de l'ordre de 12 m<sup>3</sup>/s) sont ainsi perdus dans le système karstique du Loiret.

| Mois           | Débit de perte estimé (1984-2019) (m <sup>3</sup> /s) | Pourcentage du débit à Gien |                                         |
|----------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
| janv           | -3.0                                                  | -2.5                        | < 5 % - Dans l'incertitude de la mesure |
| févr           | 2.1                                                   | 0.7                         |                                         |
| mars           | 5.7                                                   | 1.0                         |                                         |
| avr            | -0.6                                                  | -1.9                        |                                         |
| mai            | -6.3                                                  | -4.4                        |                                         |
| juin           | -6.5                                                  | -5.3                        | Significatif                            |
| juil           | -9.3                                                  | -9.0                        |                                         |
| août           | -12.3                                                 | -14.7                       |                                         |
| sept           | -12.8                                                 | -12.2                       |                                         |
| oct            | -11.4                                                 | -11.2                       |                                         |
| nov            | -12.3                                                 | -8.6                        |                                         |
| déc            | -10.8                                                 | -6.3                        |                                         |
| <b>Moyenne</b> | <b>-7.0</b>                                           | <b>-6.9</b>                 |                                         |

Tableau 1 : Analyse globale du débit des pertes de la Loire au niveau d'Orléans sur la base des différences de débits entre les stations de Gien et d'Orléans

Ces débits représenteraient en 2019 (cf. tableau 2 et figure 5) près de 15 à 16 m<sup>3</sup>/s en étiage.

| Étiquettes de lignes | Débit de perte estimé (2019) (m <sup>3</sup> /s) | Pourcentage du débit à Gien |                                      |
|----------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| janv                 | -20.0                                            | -11.7                       | Débits élevés - forte incertitude    |
| févr                 | -8.7                                             | -2.4                        |                                      |
| mars                 | -0.4                                             | -0.3                        |                                      |
| avr                  | -6.0                                             | -5.2                        |                                      |
| mai                  | -9.5                                             | -6.9                        |                                      |
| juin                 | -9.8                                             | -11.3                       | Débits faibles - incertitude réduite |
| juil                 | -16.3                                            | -30.4                       |                                      |
| août                 | -15.1                                            | -30.2                       |                                      |
| sept                 | -12.5                                            | -21.3                       |                                      |
| oct                  | -11.2                                            | -18.1                       |                                      |
| nov                  | -18.9                                            | -8.8                        |                                      |
| déc                  | -6.3                                             | -3.6                        |                                      |
| <b>Total général</b> | <b>-11.4</b>                                     | <b>-13.8</b>                |                                      |

Tableau 2 : Analyse du débit des pertes de la Loire en 2019 au niveau d'Orléans sur la base des différences de débits entre les stations de Gien et d'Orléans

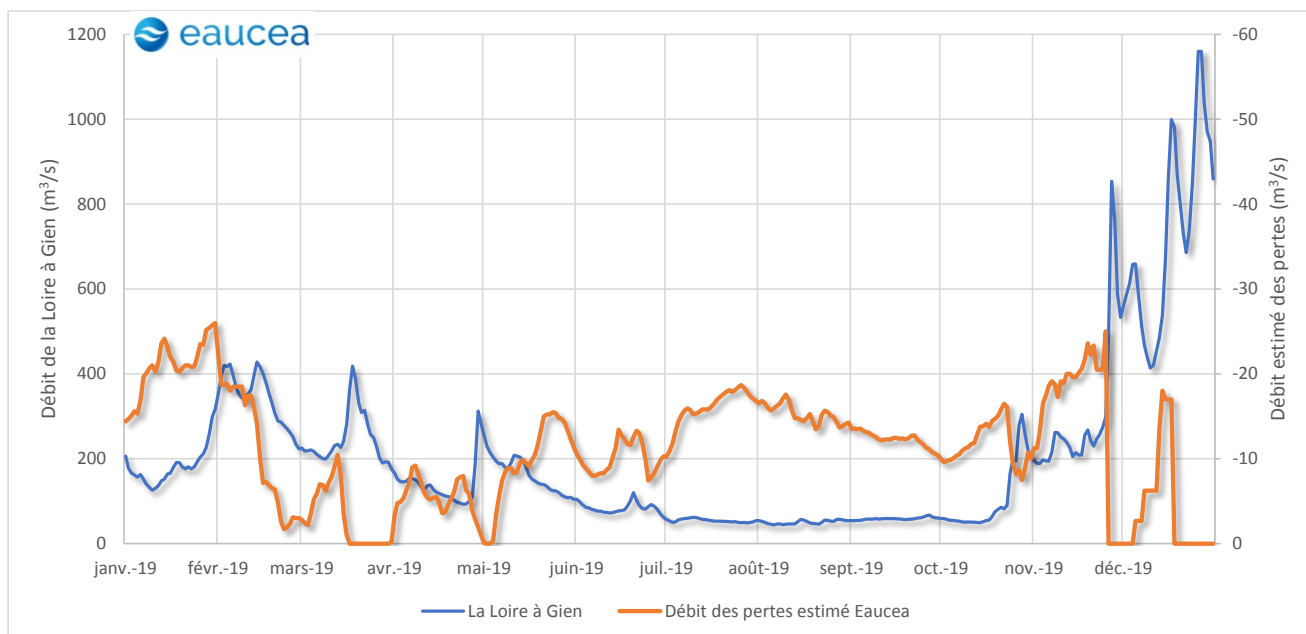


Figure 5 : Analyse du débit des pertes de la Loire en 2019 au niveau d'Orléans sur la base des différences de débits entre les stations de Gien et d'Orléans

Ces pertes alimentent en eau la source du Loiret (de 30 à 60 % du débit des pertes), qui se jette dans la Loire peu après Orléans. Le reste de l'eau perdue circule à l'intérieur du système karstique pour rejoindre la Loire à la faveur de résurgences situées à proximité de la confluence du Loiret avec la Loire.

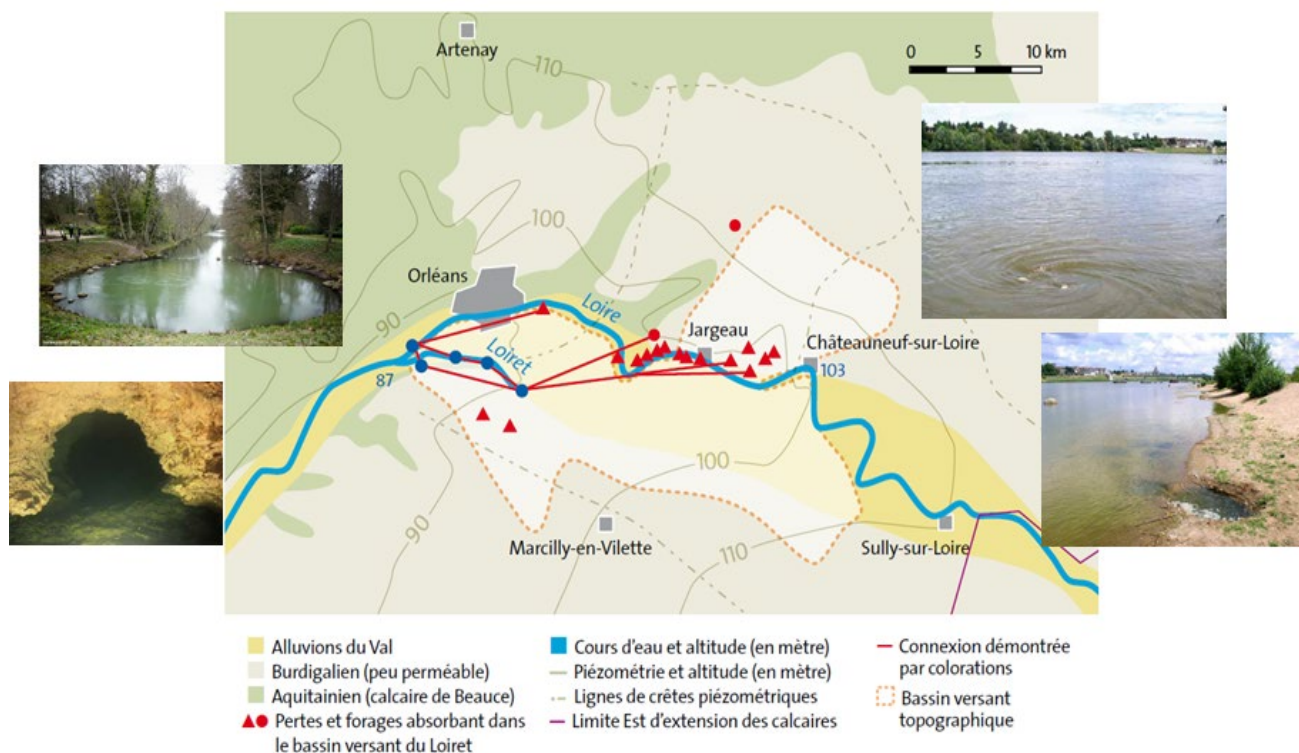


Figure 6 : Plan de situation des pertes de la Loire (GUTIERREZ, 2010 modifié)

A noter cependant que l'ensemble du système karstique du Loiret se situe à l'intérieur d'un même sous-bassin réalimenté d'où un bilan entrée/sortie considéré comme nul.

### 3.3. Les transferts hydrauliques

#### 3.3.1. Réalimentation estivale du bassin de l'Authion

Des transferts hydrauliques ont aussi lieu à partir des axes Allier et Loire, comme celui du bassin de l'Authion.

En période estivale, le barrage des Mousseaux (5 millions de m<sup>3</sup>) permet un soutien d'été du Lathan (cf. figure 7).

Le Lane, l'Authion et tout un réseau de canaux sont réalimentés en eau par 3 stations de pompage en Loire selon les besoins en eau pour les usages d'irrigation et la disponibilité de la ressource.

En période estivale

#### LE FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU BASSIN EN PERIODE DE BASSES EAUX



Figure 7 : Fonctionnement hydraulique de l'Authion en période de basses eaux (source : SAGE Authion)

Les différents seuils des débits des stations de pompage applicables en fonction notamment des débits de la Loire à Montjean, ainsi que les mesures de gestion applicables sont présentés dans les tableaux suivants (Dossier définitif soumis à enquête publique de janvier 2020).

| Q moyen journalier des stations de pompage (en m <sup>3</sup> /s) en cas de franchissement des seuils sur 1 ou les 2 stations de référence |       |       |       |        |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Stations                                                                                                                                   | Q>DOE | Q<DOE | Q<DSA | Q<DSAR | Q<DCR |
| Saint-Patrice (Langeais)                                                                                                                   | 0,5   | 0,45  | 0,25  | 0,15   | 0     |
| Varennes-sur-Loire (Montjean)                                                                                                              | 2,8   | 2,55  | 1,9   | 0,25   | 0     |
| Saint-Martin (Montjean)                                                                                                                    |       |       |       | 0,5    | 0     |
| Total                                                                                                                                      | 3,3   | 3     | 2,15  | 1      | 0     |

Tableau 3 : Modalité de gestion des prises de l'Authion en cas de franchissement des seuils

| Référence<br>Seuils arrêtés<br>cadre | Débit de la<br>Loire à<br>Montjean en<br>m <sup>3</sup> /s | Débit de la<br>Loire à Saumur<br>en m <sup>3</sup> /s | Débit de la Loire<br>à Langeais en<br>m <sup>3</sup> /s | Mesure de gestion proposées par l'Entente Authion                                                                                                                     |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Q<DOE <sup>(1)</sup>                 | 150                                                        | 140                                                   | 83                                                      | Vigilance, réduction du débit de 10% à 3 m <sup>3</sup> /s                                                                                                            |
| Q<DSA <sup>(2)</sup>                 | 127                                                        | 115                                                   | 57                                                      | Prélèvements autorisés sous restrictions, débit à 2,15 m <sup>3</sup> /s                                                                                              |
| Q<DSAR <sup>(3)</sup>                | 110                                                        | 105                                                   | /                                                       | Soutien du milieu et pour les usages d'irrigation à techniques économes et les cultures sensibles définis par les arrêtés cadre étiage, débit à 1,0 m <sup>3</sup> /s |
| Q<DCR <sup>(4)</sup>                 | 100                                                        | 90                                                    | 54                                                      | Interdiction totale des prélèvements, débit fixé à 0 m <sup>3</sup> /s                                                                                                |

(1) Débit objectif d'étiage

(2) Débit Seuils d'Alerte

(3) Débit Seuil d'Alerte Renforcée

(4) Débits de Crise

Tableau 4 : Mesures de gestion de l'entente Authion par rapport aux références des seuils.

### 3.3.2. Autres transferts

D'autres transferts sont liés à l'exploitation des canaux de navigation ou d'irrigation. Ceux qui retiendront notre attention sont de trois types (cf. figure 8) :

- des transferts internes à la zone réalimentée, le prélèvement et le rejet étant dans des sous bassins différents ;
- des transferts vers la zone réalimentée depuis d'autres zones, qui constituent un apport artificiel au profit de la zone réalimentée ;
- des transferts depuis la zone réalimentée vers d'autres zones, qui constituent une consommation prise dans la zone réalimentée.

Ces différents transferts seront décrits dans la partie 6.1 relative aux prélèvements.

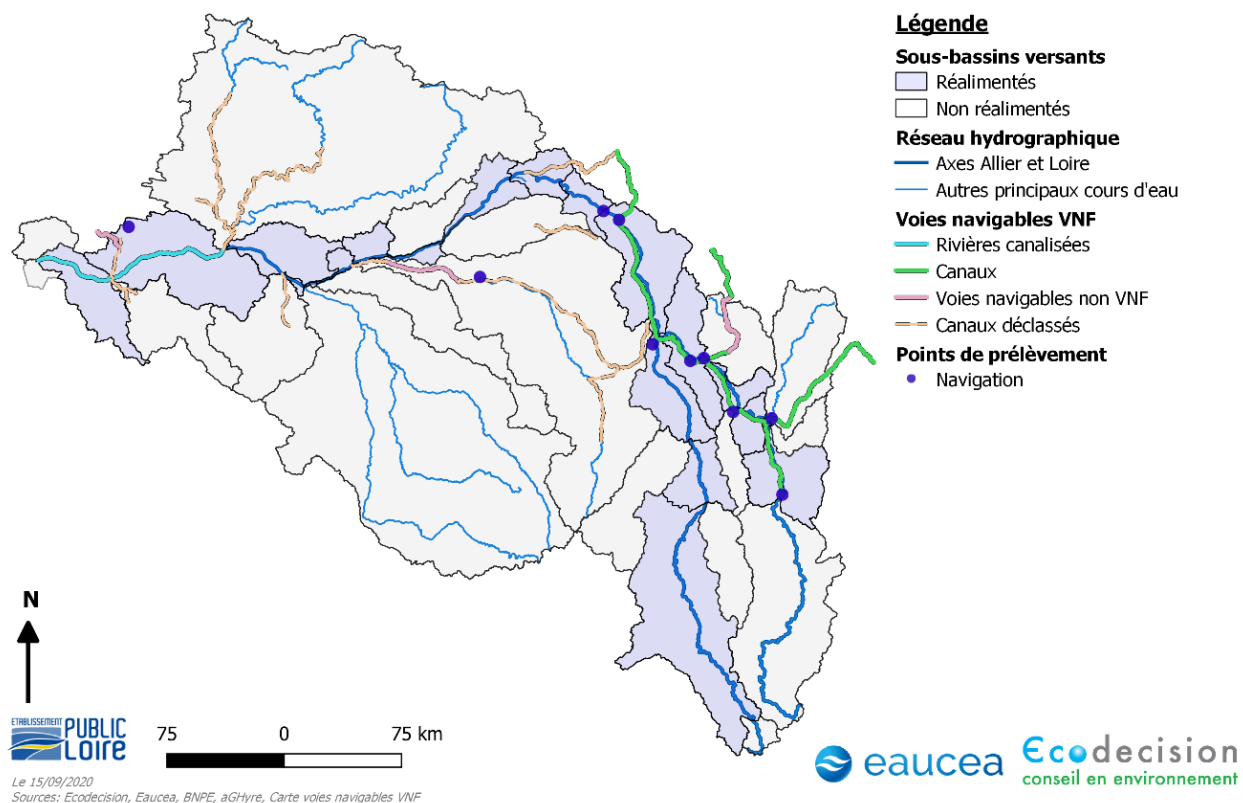


Figure 8 : Carte des voies navigables du périmètre de l'EP Loire

## 4. LE CADRE FIXE PAR LE SDAGE

---

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire-Bretagne en vigueur fixe plusieurs dispositions qui permettent de cerner les principaux enjeux de la gestion des étiages sur les axes réalimentés et le vocabulaire à prendre en compte :

### « 7A-1 Objectifs aux points nodaux »

*Les objectifs aux points nodaux et aux zones nodales fixés par le Sdage et, lorsque c'est possible, par les Sage sont exprimés, suivant les situations, en débit ou en hauteur (piézométrie ou limnimétrie), et portent :*

- *d'une part sur l'équilibre entre la ressource et les besoins (débit objectif d'étiage DOE\*, piézométrie objectif d'étiage POE\*, niveau objectif d'étiage NOE\*) ;*
- *d'autre part sur la gestion des crises (seuils d'alerte DSA\*, PSA\* et NSA\* ; et seuils de crise, DCR\*, PCR\* et NCR\*).*

*Leur détermination repose principalement sur l'observation des équilibres ou déséquilibres actuels et sur l'expérience des situations de crise antérieures.*

*Défini par référence au débit moyen mensuel minimal de fréquence quinquennale sèche (QMNA5\*), le DOE\* est la valeur à respecter en moyenne huit années sur dix ; le respect de ce débit conçu sur une base mensuelle s'apprécie sur cette même base temporelle. C'est un débit moyen mensuel d'étiage au-dessus duquel il est considéré que, dans la zone d'influence du point nodal, l'ensemble des usages est possible en équilibre avec le bon fonctionnement du milieu aquatique.*

*Le même type de principe est utilisé pour la gestion des nappes d'eau souterraines en définissant des piézométries objectives d'étiage (POE\*). Il peut être utilisé pour la gestion des niveaux d'eau des grands marais littoraux (voir l'orientation 8C) en définissant des niveaux objectifs d'étiage (NOE\*).*

*Dans la mesure où les points nodaux ne sont pas toujours positionnés en un emplacement optimal tel qu'un point clé hydrographique ou hydrogéologique, mais plutôt en des points où des mesures sont possibles, chaque point comporte la mention explicite de sa zone d'influence.*

*Les valeurs des objectifs à respecter en chacun des points nodaux du bassin, ainsi que la zone d'influence sur laquelle chaque valeur sert de référence, figurent dans le tableau en annexe 5. »*

Le SDAGE identifie ainsi 11 points nodaux (cf. tableau 5) sur les axes réalimentés Allier (Al1 à Al6) et Loire (Lre1 à Lre5), avec une station de suivi hydrologique fonctionnelle en 2019 au niveau de chaque point nodal.

| Cours d'eau                                | Code point | Localisation du point                        | Equilibre ressource / besoin |                |                   |                             | Gérer la crise |      | Zone d'influence                                        | Commentaire                                                                                                               |
|--------------------------------------------|------------|----------------------------------------------|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|----------------|------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            |            |                                              | DOE m³/s                     | QMNAS réf m³/s | Période de calcul | Valeur d'application 7B2 mm | DSA            | DCR  |                                                         |                                                                                                                           |
| Commission territoriale Allier-Loire amont |            |                                              |                              |                |                   |                             |                |      |                                                         |                                                                                                                           |
| Alagnon                                    | Alg        | station hydrométrique de Lempdes             | 1,4                          | 1,4            | 1976-2012         | 0,35                        | 1,0            | 0,8  | Bassin Alagnon en totalité                              | le Sage pourra fixer des critères complémentaires sur des durées différentes, sur la base des études menées sur ce bassin |
| Allier                                     | Al1        | station hydrométrique de Cuffy               | 29                           | 29             | 1984-2012         | 0,35                        | 17             | 15,5 | Bassin Allier en aval du point Al3, hors Sioule et Dore | Axe réalimenté par la retenue de Naussac ; objectif de soutien d'étiage 14 à 10 m³/s à Vic le Comte                       |
| Allier                                     | Al3        | station hydrométrique de Limons              | 16                           | 16             | 1984-2012         | 0,35                        | 10             | 9    | Bassin Allier entre les points Al3 et Al4               | Axe réalimenté par la retenue de Naussac ; objectif de soutien d'étiage 14 à 10 m³/s à Vic le Comte                       |
| Allier                                     | Al4        | station hydrométrique de Vic-le-Comte        | 14                           | 14             | 1984-2012         | 0,30                        | 10             | 8    | Bassin Allier entre les points Al4 et Al5, hors Alagnon | Axe réalimenté par la retenue de Naussac ; objectif de soutien d'étiage 14 à 10 m³/s à Vic le Comte                       |
| Allier                                     | Al5        | station hydrométrique de Vieille-Brioude     | 7,6                          | 7,6            | 1984-2012         | 0,30                        | 6,0            | 5,5  | Bassin Allier entre les points Al5 et Al6               | Axe réalimenté par la retenue de Naussac ; objectif de soutien d'étiage 6 m³/s à Vieille Brioude                          |
| Allier                                     | Al6        | station hydrométrique de Prades              | 6,5                          | 6,5            | 1984-2012         | 0,35                        | 5,5            | 3,0  | Bassin Allier entre les points Al6 et Al7               | Axe réalimenté par la retenue de Naussac ; objectif de soutien d'étiage 5,5 m³/s à Poutès-Monistrol                       |
| Allier                                     | Al7        | station hydrométrique de Langogne            | 0,8                          | 0,8            | 1987-2012         | 0,45                        | 0,7            | 0,6  | Bassin Allier en amont du point Al7                     |                                                                                                                           |
| Arroux                                     | Arx        | station hydrométrique de Rigny               | 1,4                          | 1,4            | 1976-2012         | 0,15                        | 1,4            | 1,0  | Bassin Arroux, hors Bourbince                           |                                                                                                                           |
| Bourbince                                  | Brb        | station hydrométrique de Vitry-en-Charollais | 1,0                          | 1,0            | 1976-2012         | 0,30                        | 1,0            | 0,75 | Bassin Bourbince en totalité                            |                                                                                                                           |
| Dore                                       | Dre        | station hydrométrique de Dorat               | 2,6                          | 2,6            | 1976-2012         | 0,40                        | 2,2            | 2,0  | Bassin Dore en totalité                                 |                                                                                                                           |
| Loire                                      | Lre6       | station hydrométrique de Villerest           | 12                           | 12             | 1984-2012         | 0,25                        | 12             | 7,5  | Bassin Loire entre les Lre6 et Lre7                     |                                                                                                                           |
| Loire                                      | Lre7       | station hydrométrique de Bas-en-Basset       | 5,7                          | 5,7            | 1976-2012         | 0,40                        | 5,0            | 4,5  | Bassin Loire entre les points Lre7 et Lre8              |                                                                                                                           |
| Loire                                      | Lre8       | station hydrométrique de Chadrac             | 3,1                          | 3,1            | 1976-2012         | 0,55                        | 2,5            | 1,8  | Bassin Loire en amont de Lre8                           |                                                                                                                           |
| Sioule                                     | Sl         | station hydrométrique de Saint-Pourçain      | 3,3                          | 3,3            | 1976-2012         | 0,30                        | 2,9            | 2,7  | Bassin Sioule en totalité                               |                                                                                                                           |

| Cours d'eau                           | Code point | Localisation du point             | Equilibre ressource / besoin |                |                   |                             | Gérer la crise |     | Zone d'influence                                                          | Commentaire                                                                                           |
|---------------------------------------|------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|----------------|-----|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       |            |                                   | DOE m³/s                     | QMNAS réf m³/s | Période de calcul | Valeur d'application 7B2 mm | DSA            | DCR |                                                                           |                                                                                                       |
| Commission territoriale Loire moyenne |            |                                   |                              |                |                   |                             |                |     |                                                                           |                                                                                                       |
| Loire                                 | Lre2       | station hydrométrique de Langeais | 83                           | 83             | 1984-2012         | 0,30                        | 57             | 54  | Bassin Loire entre points Lre2 et Lre3, hors Cher et zone d'influence Cis | Axe réalimenté par les retenues de Naussac et Villerest ; objectif de soutien d'étiage 60 m³/s à Gien |
| Loire                                 | Lre3       | station hydrométrique d'Onzain    | 73                           | 73             | 1984-2012         | 0,30                        | 51             | 47  | Bassin Loire entre points Lre3 et Lre4, hors Mauves et Loiret             | Axe réalimenté par les retenues de Naussac et Villerest ; objectif de soutien d'étiage 60 m³/s à Gien |
| Loire                                 | Lre4       | station hydrométrique de Gien     | 65                           | 65             | 1984-2012         | 0,30                        | 50             | 43  | Bassin Loire entre le point Lre4 et le Bec d'Allier                       | Axe réalimenté par les retenues de Naussac et Villerest ; objectif de soutien d'étiage 60 m³/s à Gien |
| Loire                                 | Lre5       | station hydrométrique de Nevers   | 26                           | 26             | 1984-2012         | 0,35                        | 23             | 19  | Bassin Loire entre le Bec d'Allier et le point Lre6, hors Arroux          | Axe réalimenté par la retenue de Villerest ; objectif de soutien d'étiage 12 m³/s en pied de barrage  |

| Cours d'eau                                            | Code point | Localisation du point             | Equilibre ressource / besoin |                |                   |                             | Gérer la crise |     | Zone d'influence                                                                                                | Commentaire                                                                                           |
|--------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|----------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                        |            |                                   | DOE m³/s                     | QMNAS réf m³/s | Période de calcul | Valeur d'application 7B2 mm | DSA            | DCR |                                                                                                                 |                                                                                                       |
| Commission territoriale Loire aval et cotiers vendéens |            |                                   |                              |                |                   |                             |                |     |                                                                                                                 |                                                                                                       |
| Loire                                                  | Lre1       | station hydrométrique de Montjean | 148                          | 148            | 1984-2012         | 0,10                        | 127            | 100 | Bassin Loire en aval du point Lre2, hors Sèvre Nantaise, Erdre, Layon, affluents Maine, Thouet, Vienne et Indre | Axe réalimenté par les retenues de Naussac et Villerest ; objectif de soutien d'étiage 60 m³/s à Gien |

Tableau 5 : Points nodaux définis par le SDAGE (SDAGE Loire-Bretagne)

## « 7B-1 Période d'étiage »

L'étiage est la période de l'année pendant laquelle le débit des cours d'eau atteint ses valeurs les plus faibles. En Loire-Bretagne, la période de référence conjuguant sensibilité pour les milieux aquatiques et impact accru des prélèvements s'étend du 1<sup>er</sup> avril au 31 octobre. Cette période est prise en compte par le préfet pour délivrer les autorisations de prélèvement en étiage et pour mettre en place des mesures de gestion de crise (disposition 7E).

La commission locale de l'eau peut, en fonction des caractéristiques hydrologiques sur son territoire, proposer au préfet de retenir une période de référence différente.

## **7B-5** Axes réalimentés par soutien d'étiage

Sur les axes suivants : **(dont ceux du bassin de la Loire)**

- ***l'Allier à l'aval de la confluence du Donozau,***
- ***la Loire de l'aval du barrage de Villerest jusqu'à Ancenis,***
- *la Vienne à l'aval de la confluence de la Maulde,*
- *l'Aulne à l'aval de la confluence de l'Ellez et l'Ellez à l'aval du lac de St Michel,*
- *le Blavet à l'aval du barrage de Guerlédan,*
- *l'Elorn à l'aval du barrage du Drennec,*
- *la Vilaine à l'aval du barrage de la Chapelle-Erbrée,*

*la réalimentation, assurée par un ouvrage à vocation multiple ou unique, a permis de sortir du déséquilibre, ou de l'éviter. Une augmentation des prélèvements à l'étiage, autres que ceux destinés à l'alimentation en eau potable ou à la sécurité civile, n'est envisageable que si les études ou simulations relatives à la connaissance du fonctionnement (soutien et remplissage) des ouvrages montrent le maintien de la possibilité pour ceux-ci de respecter au moins 9 années sur 10 les objectifs qui leur sont assignés.*

*Il est fortement recommandé que le maître d'ouvrage assurant ce soutien d'étiage soit préalablement consulté, notamment sur la compatibilité de cette modification avec les modalités de gestion de l'ouvrage, avec ses autres usages, et avec le cadre économique régissant son fonctionnement.*

*En cas de possibilité d'augmentation des prélèvements, celle-ci est répartie à part égale sur douze ans, cette possibilité étant vérifiée et revue lors de la révision du Sdage. Elle s'applique de façon homogène sur l'ensemble de l'axe, sauf si une répartition différente est décidée par le Sage, sur les cours d'eau ci-dessus dont le bassin versant est couvert par un seul et unique Sage.*

*La mise en place d'une gestion coordonnée des prélèvements est recommandée pour contribuer à une utilisation plus rationnelle de l'eau et au développement éventuel d'usages nouveaux sans augmentation du prélèvement global.*

**Beaucoup des points de fermeture des sous bassins versants sont aussi des points nodaux du SDAGE Loire Bretagne.** La carte ci-dessous identifie l'ensemble des points nodaux du bassin ainsi que les stations complémentaires d'intérêt pour l'étude de l'année 2019.

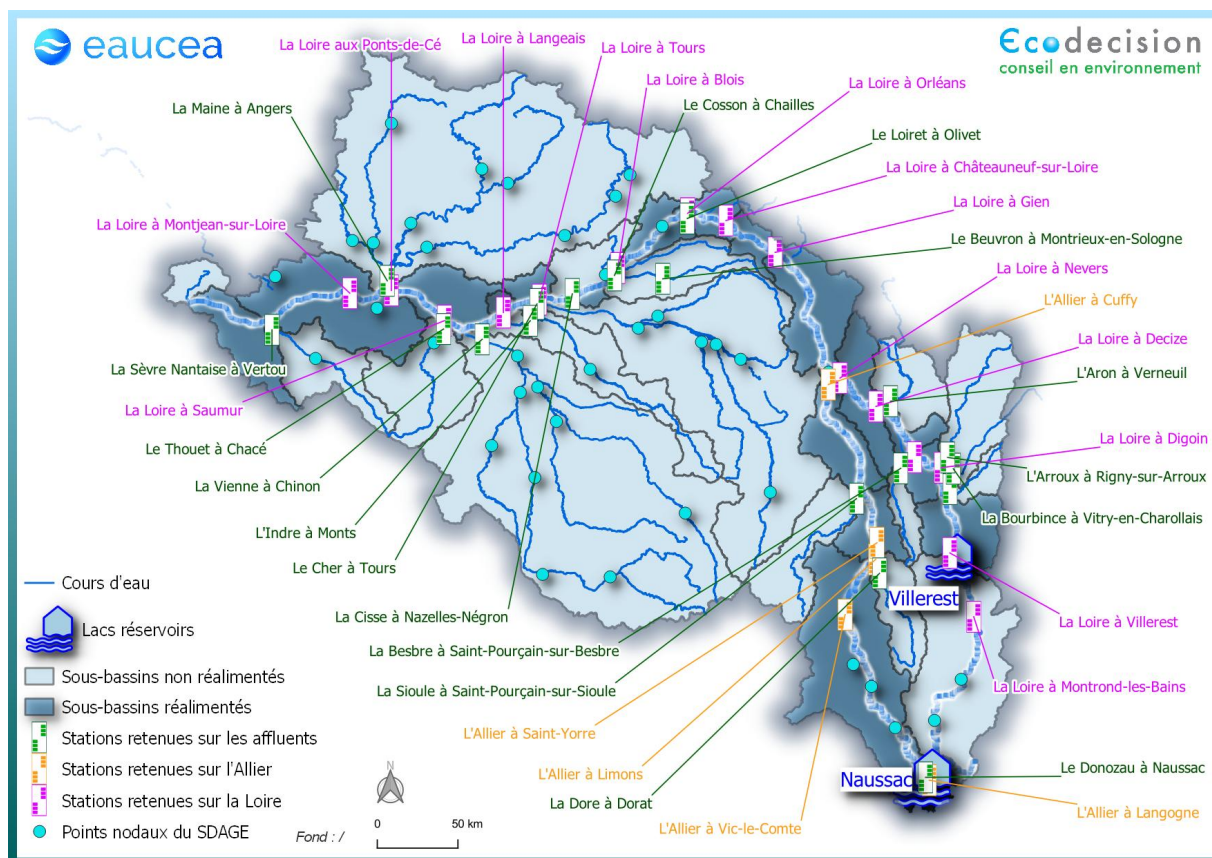


Figure 9 : Carte des points nodaux du SDAGE Loire-Bretagne (source AELB-DIREN)

## 5. ANALYSE HYDROLOGIQUE

### 5.1. Régime hydrologique 2019

Les hydrogrammes 2019 illustrent sur beaucoup de stations la sévérité de l'étiage observé sur le bassin de la Loire comparé aux valeurs statistiques attendues. Pour représenter simplement cette situation nous avons superposé les hydrogrammes aux quantiles caractéristiques calculés sur toutes les années disponibles.

La première station analysée est celle de Dorat sur la Dore, car inscrite dans la partie médiane du bassin en amont de Gien, non soumise à un effet de réalimentation d'un lac réservoir et donc globalement « naturelle » et avec des enregistrements disponibles depuis 100 ans. Cette station constitue un témoin intéressant pour l'analyse hydrologique.

L'étiage 2019 est en fait « préparé » par un hiver très sec puis un printemps plutôt sec, avec des valeurs quinquennales sèches. En été, les valeurs sont très sèches avec quelques records de débit franchis en juillet et septembre 2019. Un léger répit s'observe à la mi-août mais la sortie de l'étiage ne s'observe vraiment qu'à la mi-octobre. Ce cycle est semble-t-il assez représentatif de la situation « naturelle » générale du bassin.

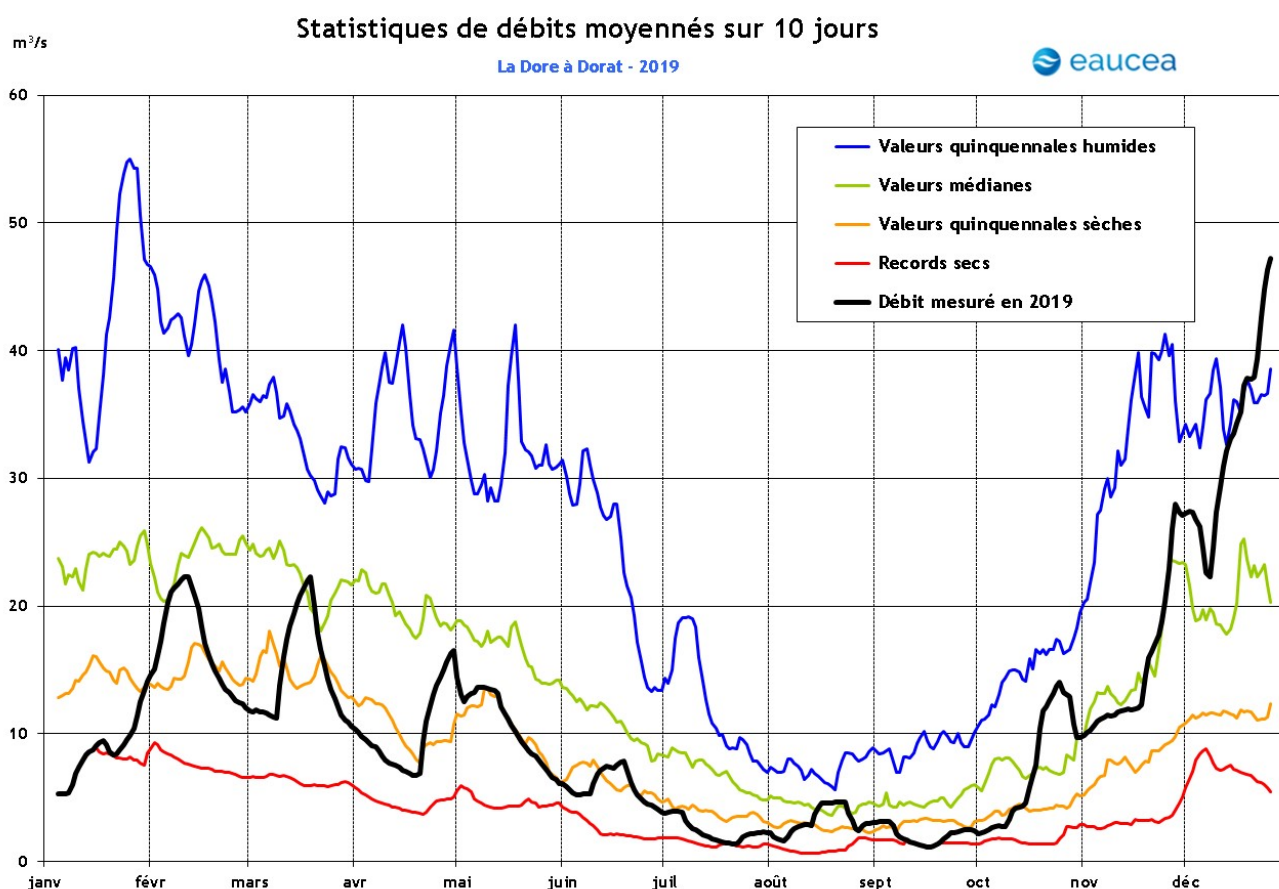


Figure 10 : Analyse statistique des débits de la Dore à Dorat en 2019

Le même exercice répété sur plusieurs points clés du bassin conforte ce diagnostic. Même si les chroniques historiques ne sont pas équivalentes, elles sont assez longues pour confirmer le caractère « homogène » de cette année 2019 sur un bassin versant pourtant très vaste. **L'étiage peut ainsi vraiment être qualifié de bassin.**

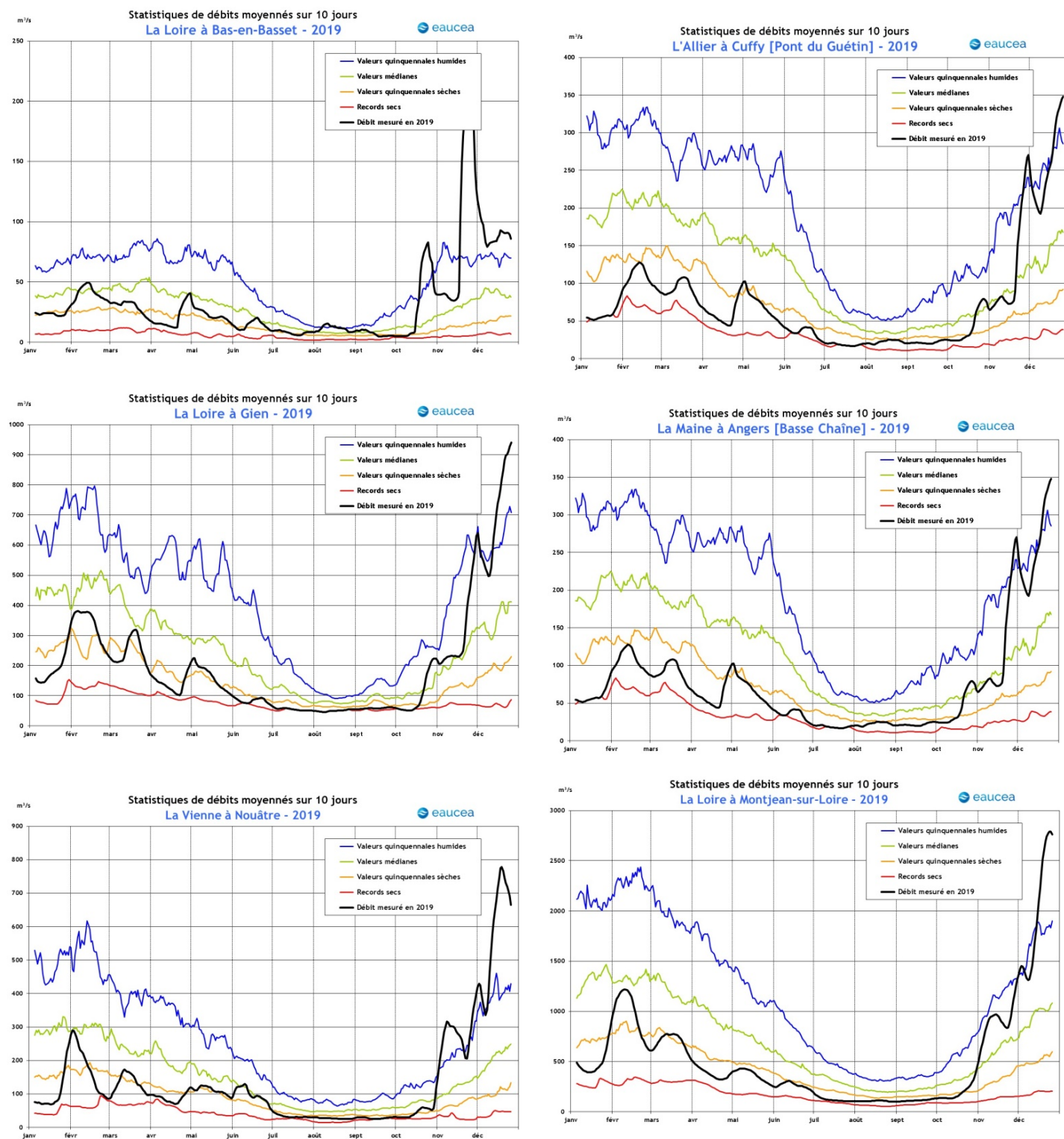


Figure 11 : Analyse statistique des débits sur différents points de mesure du bassin

## 5.2. Indicateurs de description de l'étiage

Il s'agit dans ce chapitre de caractériser l'étiage 2019 par différents indicateurs. Les graphiques précédents illustrent une situation exceptionnelle, mais ne permettent pas de quantifier l'intensité de cet étiage en regard des enjeux du soutien d'étiage. Les valeurs hydrologiques classiques telles que le QMNA permettent une première comparaison interannuelle. De plus, Eaucéa a développé des calculs de plusieurs indicateurs qui décrivent la durée de l'étiage, sa position calendaire ou encore son intensité volumétrique.

Cette approche se base sur l'analyse des débits durant la période d'étiage, soit de juin à octobre. La période d'étiage diffère de la *période de soutien d'étiage*, qui varie d'une année à l'autre en fonction de la climatologie et du remplissage des réservoirs.

**Cependant, pour ces calculs, il est nécessaire de disposer d'un débit de référence qui permette de considérer sans ambiguïté la situation ou non en période d'étiage.**

### 5.2.1. Valeurs seuils de référence

La notion même d'étiage recouvre parfois des sens différents selon les acteurs. Le glossaire de l'eau et des milieux aquatiques propose 2 définitions de l'étiage

- **« Sens commun :** Période de plus basses eaux des cours d'eau et des nappes souterraines (généralement l'été pour les régimes pluviaux). » Source Ministère chargé de l'environnement et l'Agence Française de la Biodiversité (AFB) ;
- **« Sens technique :** Débit exceptionnellement faible d'un cours d'eau, ou exacerbation de ses basses eaux (parfois assimilé aux basses eaux saisonnières). L'étiage est ainsi considéré comme une période limitée dans l'année où les débits passent en dessous d'une valeur seuil, propre à chaque cours d'eau et calculée statistiquement. » Source AFB

La valeur seuil statistique utilisée dans le SDAGE est le QMNA5 fixé par le SDAGE pour construire les Débits Objectifs d'Etiage (DOE). Dans le glossaire du SDAGE concernant le DOE, les précisions suivantes sont apportées :

*« Défini par référence au débit moyen mensuel minimal de fréquence quinquennale sèche (QMNA5), il permet de fixer un objectif stratégique, qui est de respecter cette valeur en moyenne huit années sur dix ; le respect de ce débit conçu sur une base mensuelle s'apprécie sur cette même base temporelle.*

*« le DOE n'a pas vocation à être suivi au quotidien. Aussi ne doit-il pas être confondu, sur **les rivières faisant l'objet de soutien d'étiage, avec le débit objectif de soutien d'étiage** (appliqué et suivi au pas de temps quotidien, celui-ci conduira dans la plupart des cas à une valeur de QMNA5 sensiblement supérieure, comme le montrent les exemples de différents points nœuds du bassin). »*

C'est en particulier le cas pour l'**objectif de soutien d'étiage** de :

- Confluence Allier-Chapeauroux fixé à 5,5 m<sup>3</sup>/s pour un DOE = QMNA5 de 6,5 m<sup>3</sup>/s à Prades (Allier) ;
- Vieille Brioude (Allier) fixé à 6 m<sup>3</sup>/s pour un DOE = QMNA5 de 7,6 m<sup>3</sup>/s ;
- Vic-le-Comte (Allier) fixé entre 14 et 10 m<sup>3</sup>/s pour un DOE = QMNA5 à 14 m<sup>3</sup>/s ;
- Gien (Loire) fixé à 60 m<sup>3</sup>/s pour un DOE = QMNA5 à 65 m<sup>3</sup>/s.

**Pour toutes les autres stations du bassin, il y a équivalence entre DOE et QMNA5. En conséquence, pour favoriser des comparaisons inter-stations et pour qualifier l'étiage 2019 par rapport aux références historiques, nous retenons le DOE/QMNA5 comme indicateur de référence de l'étiage au sens hydrologique.**

### 5.2.2. Indicateurs retenus

Chaque station « point nodal » peut être analysée au travers de 4 indicateurs. Ils sont illustrés pour le cas de la station de Montjean-sur-Loire située à l'exutoire du bassin (dernière station de mesure non influencée par les phénomènes de marées), **afin de présenter dans sa globalité l'étiage 2019**. Ces indicateurs peuvent bien entendu être déclinés pour chacune des stations du bassin. L'objectif de ce paragraphe n'est cependant pas de décrire précisément l'hydrologie de chaque tronçon (qui sera détaillée dans les chapitres suivants de ce rapport) mais d'avoir **une vision globale du comportement du bassin en 2019**. A noter qu'il s'agit d'indicateurs spécifiques au régime d'étiage (de juin à octobre).

- **la durée de l'étiage** (cf. figure 12) qui est calculée en considérant que l'étiage débute dès le franchissement de la valeur de référence. L'étiage s'achève le jour où le débit est durablement supérieur à cette valeur de référence. La durée d'un étiage ainsi calculée, ne sera pas réduite à l'occasion d'un épisode temporaire de dépassement (orage estival par exemple).

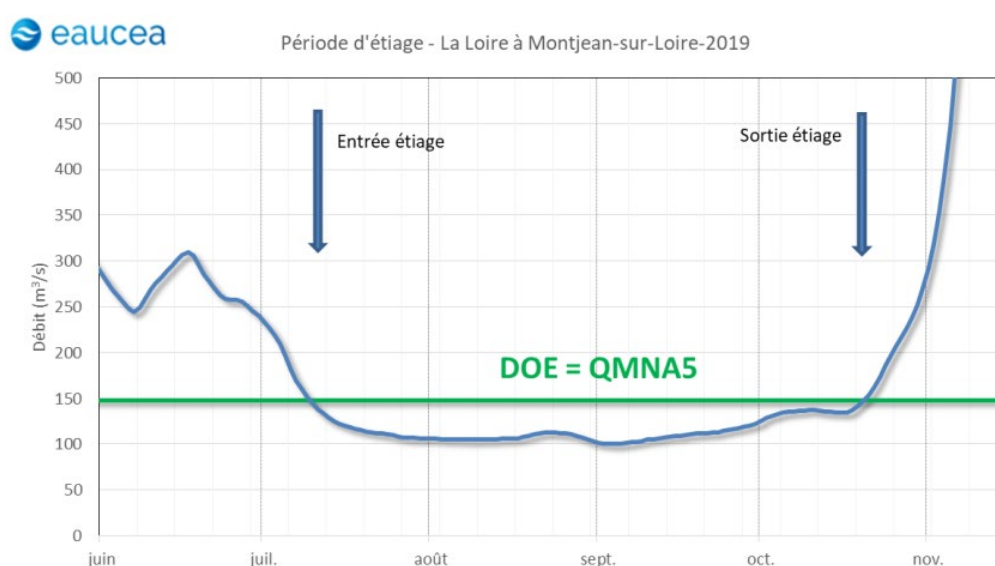


Figure 12 : Dates d'entrée et de sortie d'étiage en 2019 à Montjean-sur-Loire



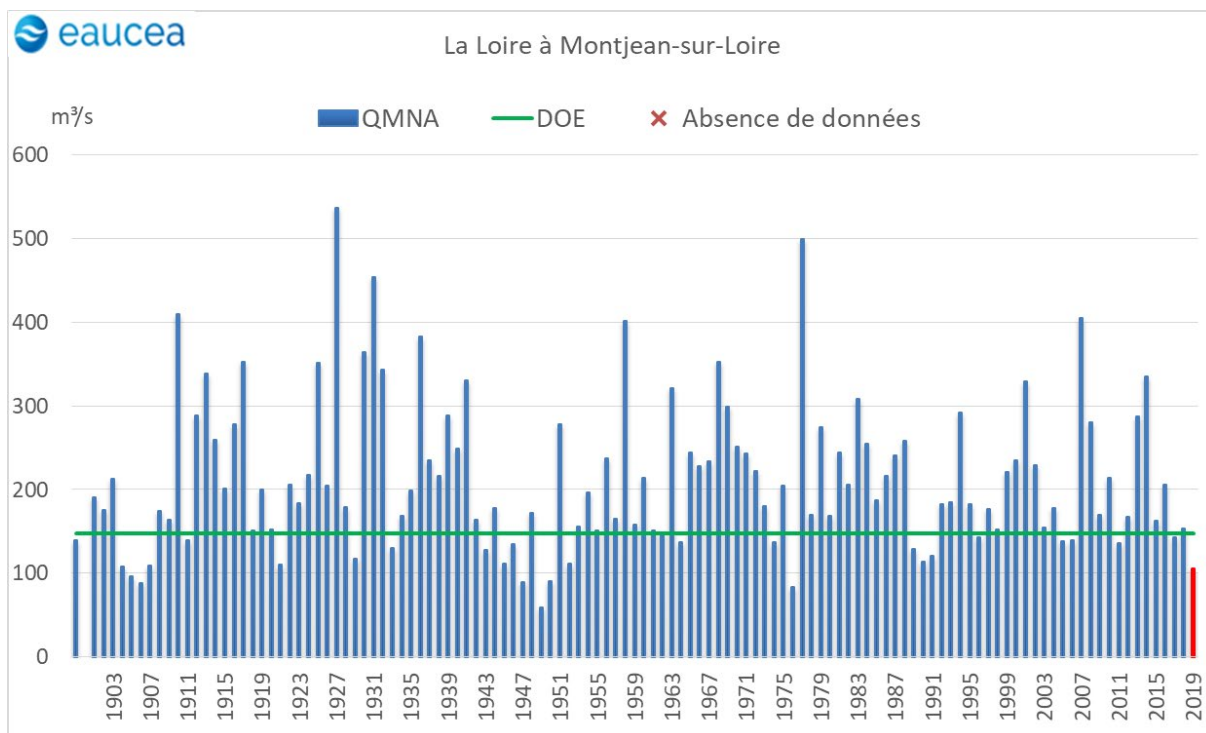


Figure 14 : Analyse des QMNA à Montjean-sur-Loire

- **l'écart en volume entre le débit observé et la valeur de référence.** Cet indicateur calculé tous les jours et cumulé sur la saison, intègre donc la durée et l'intensité de l'étiage. Il s'exprime en volume et mesure un « déficit » ou un écart par rapport à l'objectif journalier. Il est le plus utile pour la gestion volumétrique des réserves.

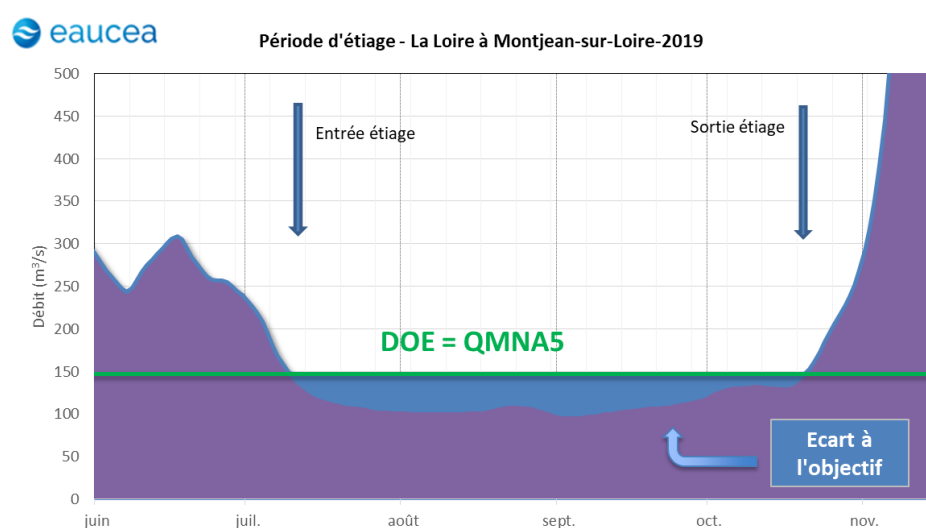


Figure 15 : Ecarts à l'objectif à Montjean-sur-Loire en 2019

En 2019, le déficit résiduel après soutien d'étiage était encore de 299 hm<sup>3</sup>. Sans le soutien d'étiage nous pouvons estimer ce déficit à près de 500 hm<sup>3</sup> **ce qui positionnerait 2019 comme le deuxième étiage le plus sévère depuis 120 ans (après 1949 mais devant 1906 et 1976).**

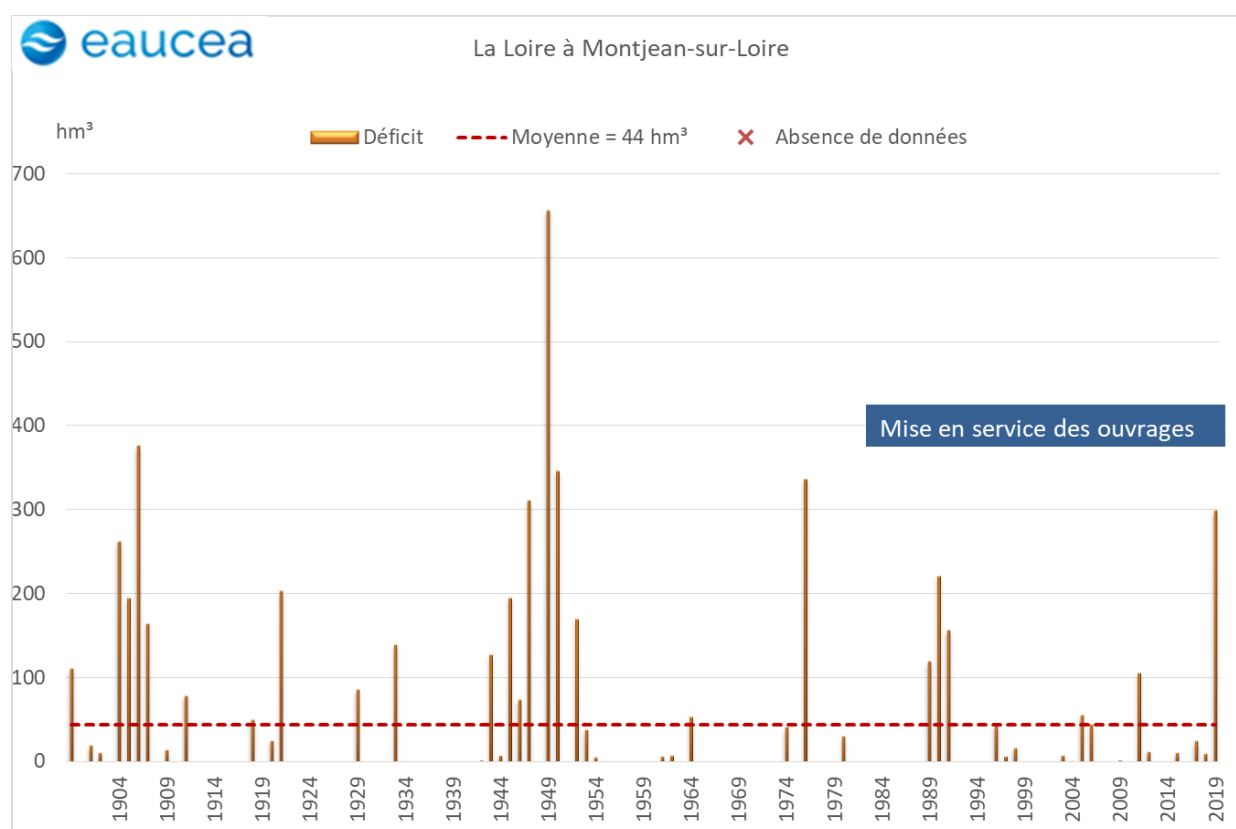


Figure 16 : Analyse du déficit résiduel à Montjean-sur-Loire

Ainsi, ces indicateurs montrent pour 2019 et depuis 1900, un étiage de la Loire très sévère et remarquable. Il s'agit en effet d'un étiage :

- précoce (3ème rang après 1976 et 2011) et long (2ème rang derrière 2011) ;
- intense, présentant un QMNA le 7ème plus bas depuis 1900 et le plus bas depuis la création des lacs réservoirs ;
- un déficit par rapport au DOE de près de 300 Mm<sup>3</sup> avec soutien d'étiage et qui se placerait sans ce dernier au deuxième rang après 1949.

## 6. RECENSEMENT DES USAGES

---

La deuxième étape consiste à organiser les données « usages » sur la base de la cartographie par sous-bassin et plus particulièrement au sein des sous-bassins réalimentés. Ils correspondent aux sous-bassins parcourus par le corridor alluvial. Cette approche dite semi-distribuée permet de poser les grands enjeux quantitatifs et d'usage en évitant l'écueil d'une trop grande précision sur le positionnement géographique des prélèvements, des rejets, etc... Une précision communale peut très bien servir à renseigner ces bases de données.

**Les usages étudiés** couvrent le spectre des usages de l'eau selon les catégories suivantes, présentées par ordre décroissant des consommations en période d'étiage :

- Agriculture (Irrigation) ;
- Production d'électricité (refroidissement des centrales nucléaires) ;
- Alimentation en eau potable (AEP) ;
- Navigation ;
- Autres usages économiques.

L'objectif est de mettre en évidence les principales valeurs de consommation nettes d'eau liées à ces usages, en proposant une caractérisation peu discutable, quitte à la minorer parfois.

Outre ces usages, dont la spécificité est de correspondre à des prélèvements (et aux rejets qui suivent), d'autres usages de l'eau peuvent ne pas nécessiter de prélèvements comme les usages récréatifs et l'environnement. L'hydro-électricité présente quant à elle la particularité d'exercer un prélèvement mais de restituer l'intégralité du volume prélevé sans transfert.

L'intégration de ces particularités étudiées a été primordiale pour bien caractériser l'importance de la ressource en eau pour chacun des usages de l'eau.

### 6.1. Les prélèvements

La description des usages liés aux prélèvements vise d'abord à déterminer leur impact sur le système hydrographique, via :

- principalement la **consommation nette** (différence entre prélèvements et rejets) ;
- et aussi les **transferts** (volumes échangés entre le périmètre d'étude et l'extérieur, ou entre secteurs de la zone d'étude).

Ce préliminaire permet de préparer le bilan socio-économique des bénéfices du soutien d'étiage, en constituant une première appréciation de l'importance de la ressource en eau pour les usages.

### 6.1.1. Recensement des prélèvements

Le travail d'identification et de description des usages s'est basé en grande partie sur les données BNPE 2008-2017. Celles-ci ne permettent toutefois pas de répondre directement aux besoins de l'étude car :

- les données de 2019 ne sont pas encore disponibles ;
- ce sont des données annuelles ;
- ce sont des données de prélèvement, et non des données de consommation en étiage ;
- en l'état, elles ne permettent pas de distinguer parmi les points de prélèvements souterrains, ceux situés en nappes profondes et ceux en nappes alluviales.

Cela limite la description des usages liés aux prélèvements à l'échelle des sous-bassins « réalimentés ». Une démarche par usage a ensuite permis de compléter les informations contenues dans la BNPE et de définir la saisonnalité des prélèvements et les consommations nettes, sur la base de ratios ou de données plus précises selon les usages.

#### Eléments structurant l'étude des prélèvements et usages de l'eau

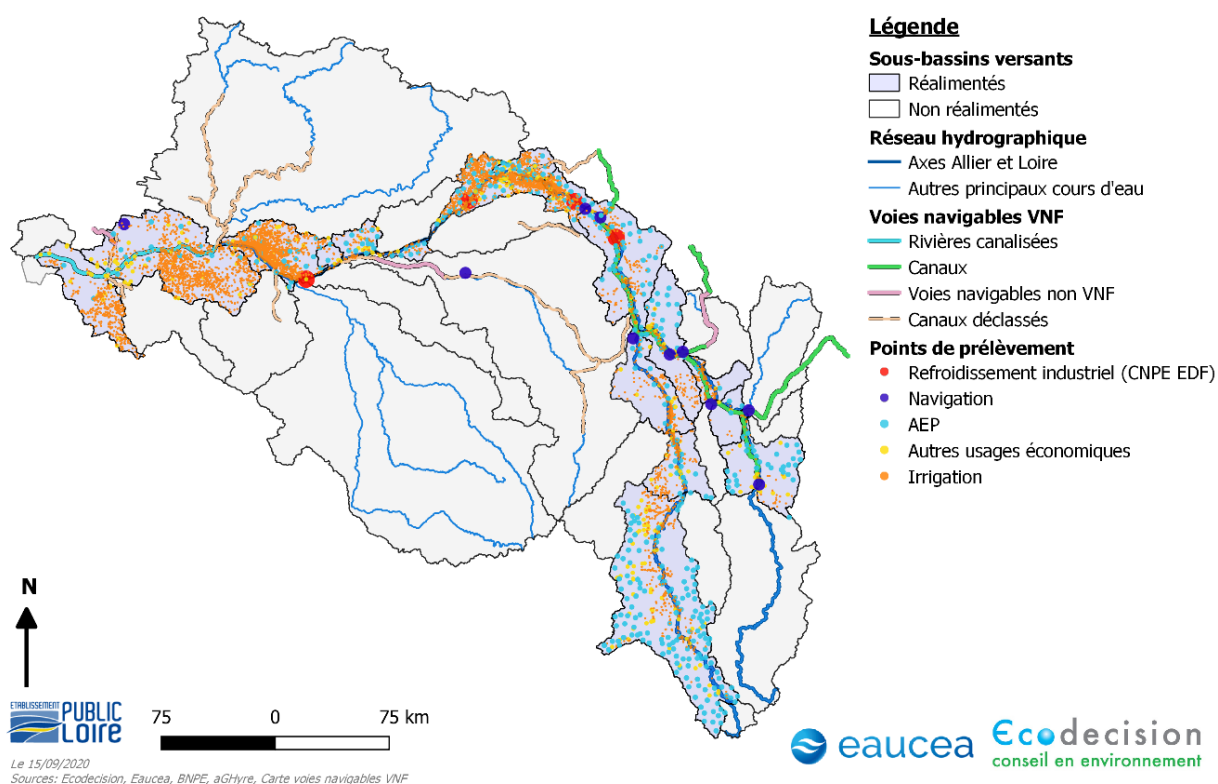


Figure 17 : Eléments structurant l'étude des prélèvements et usages de l'eau

Les volumes totaux prélevés par chaque usage sur les sous-bassins réalimentés sont globalement constants sur la période 2008-2017. Toutefois, une augmentation des prélèvements a été observée à partir de 2015 qui se maintient jusqu'en 2017.

Un certain nombre d'acteurs du territoire ont également été consultés afin qu'ils apportent leurs retours d'expérience, pour compléter les données sur les usages voire valider les interprétations qui ont pu en être faites. Les acteurs qui ont pu être consultés sont pour :

- l'agriculture (irrigation) : Chambre d'Agriculture de l'Allier ;
- la production d'électricité (refroidissement des centrales nucléaires) : EDF ;
- l'AEP : Agence de l'Eau Loire-Bretagne, Vichy Communauté, Nantes Métropole et Tours Métropole Val de Loire, et ARS ;
- la navigation : VNF ;
- les autres enjeux : Fédération Française de Canoë-Kayak, ARS et OFB (représentants de bassin), Agence de l'eau Loire-Bretagne.

La DREAL Centre Val de Loire et le SAGE Allier Aval ont également été sollicités pour un retour d'ensemble sur l'étiage 2019.

**Sur la période 2007-2018, les prélèvements annuels dans les sous-bassins « réalimentés » sont relativement stables, de l'ordre de 1 200 millions de m<sup>3</sup>. Les prélèvements EDF en représentent environ la moitié. Mais cela ne correspond pas à l'impact sur les étiages car il faut tenir compte des volumes restitués au milieu et de la saisonnalité des usages. L'approche des consommations en étiage a été menée en sollicitant de nombreux acteurs.**

## 6.1.2. Les prélèvements pour l'irrigation

### 6.1.2.1. *Données disponibles*

Les prélèvements pour l'irrigation sont très fluctuants d'une année à l'autre en raison de leur dépendance aux conditions climatiques. Les données de prélèvements sont issues de déclarations annuelles des irrigants mais leurs collectes et leurs traitements suivent des calendriers et des procédures différentes :

- lorsqu'il existe un Organisme Unique de Gestion Collective (OUGC), celui-ci collecte les données à l'automne et les livre à l'Etat au travers du projet de Plan Annuel de Répartition (PAR). Ainsi les données 2019 sur les secteurs couverts par une Autorisation Unique de Prélèvement (AUP) pourraient être connues avant l'été 2020 ;
- l'information sur les prélèvements bénéficiant du soutien d'étiage est transmise à l'EP Loire par l'Agence de l'eau. Nous disposons pour cette étude des données 2018 et antécédentes ;
- les préleveurs redevables auprès de l'Agence de l'eau lui transmettent leur déclaration (compteur ou forfait). Celle-ci les inscrit dans la Banque des données sur l'Eau (BNPE) environ 2 ans après. Nous disposons actuellement des données 2017 et antécédentes.

Concrètement, en avril 2020, il n'existe pas de donnée disponible pour l'étiage 2019 et il faudrait sans doute attendre 2 ans pour disposer d'une vision de bassin que seule peut offrir la donnée de l'Agence de l'Eau Loire Bretagne. Par ailleurs, le niveau de précision et de fiabilité des déclarations est sans doute assez hétérogène sur le bassin. De plus les prélèvements d'irrigation s'expriment sur une durée réduite au cours de l'année.

### 6.1.2.2. *L'approche agronomique proposée*

Pour pallier aux manques de données 2019 nous avons appliqué le modèle de consommation agronomiques d'Eaucéa « Irrid » en renseignant les paramètres du modèle au mieux des connaissances disponibles. Ce modèle permet l'estimation journalière des débits prélevés pour l'irrigation dans le milieu naturel en prenant en compte, sur une base d'un maïs irrigué, des données agronomiques (date de semi théorique, coefficients cultureux de croissance des plantes), pédologiques (réserve utile des sols) et météorologiques (précipitations, températures, évapotranspiration).

En cas de disponibilité naturelle en eau du système suffisante pour répondre aux besoins de la plante (après une pluie par exemple), il n'est pas simulé d'irrigation. En cas de déficit naturel du système, les besoins manquants sont comblés par un apport d'irrigation. Ce modèle peut globalement être décrit par le schéma conceptuel suivant :

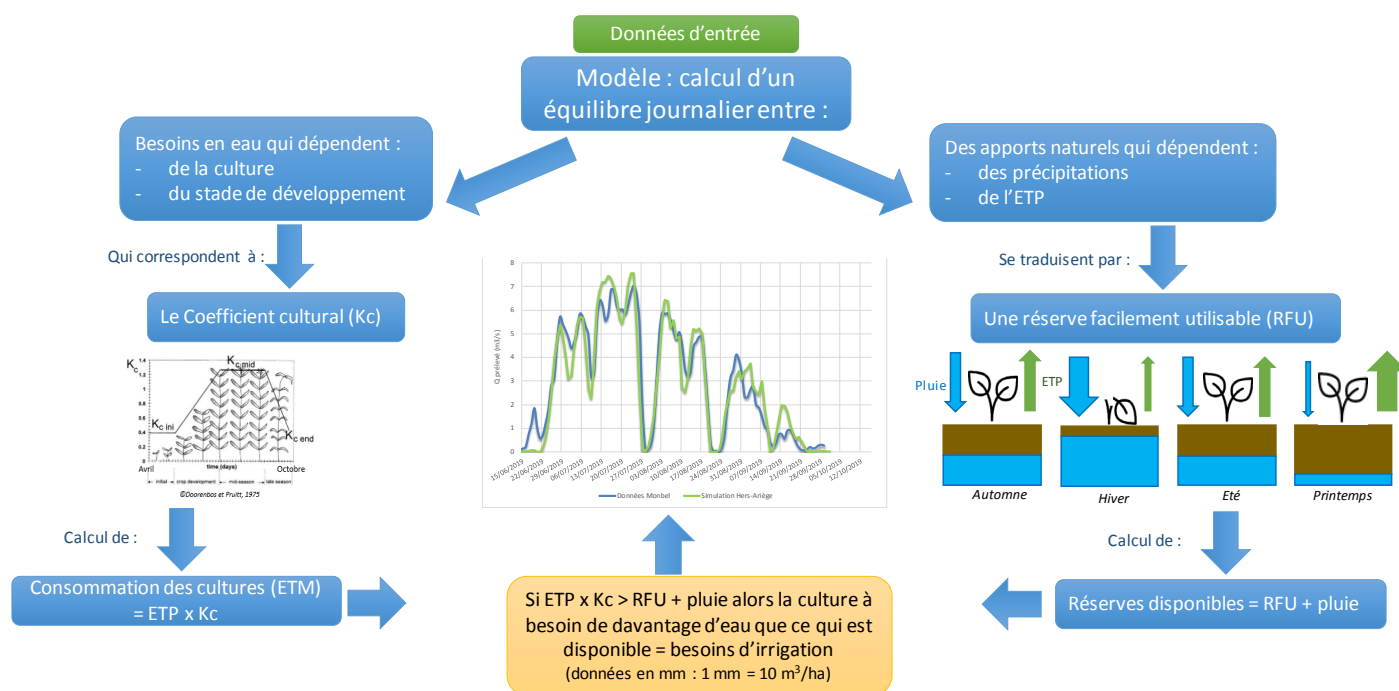


Figure 18 : Principe de calcul du logiciel Irrid (Eaucéa)

Parmi les paramètres à renseigner le premier paramètre correspondant à l'assolement irrigué (surface par culture) est le plus délicat à établir notamment vis à vis des cultures non pérennes. Un premier diagnostic peut être proposé en exploitant le Registre Parcellaire Graphique (RPG) 2018 sur les zones réalimentées (cf. figure 19). La carte réalisée montre bien la spécialisation des territoires avec de l'élevage (prairie/vert) en amont, des zones de grande culture (orange) (Allier, zone médiane de la Loire) et enfin des zones mixtes (aval Loire). Les grands vergers ne ressortent pas à ces échelles d'analyse.

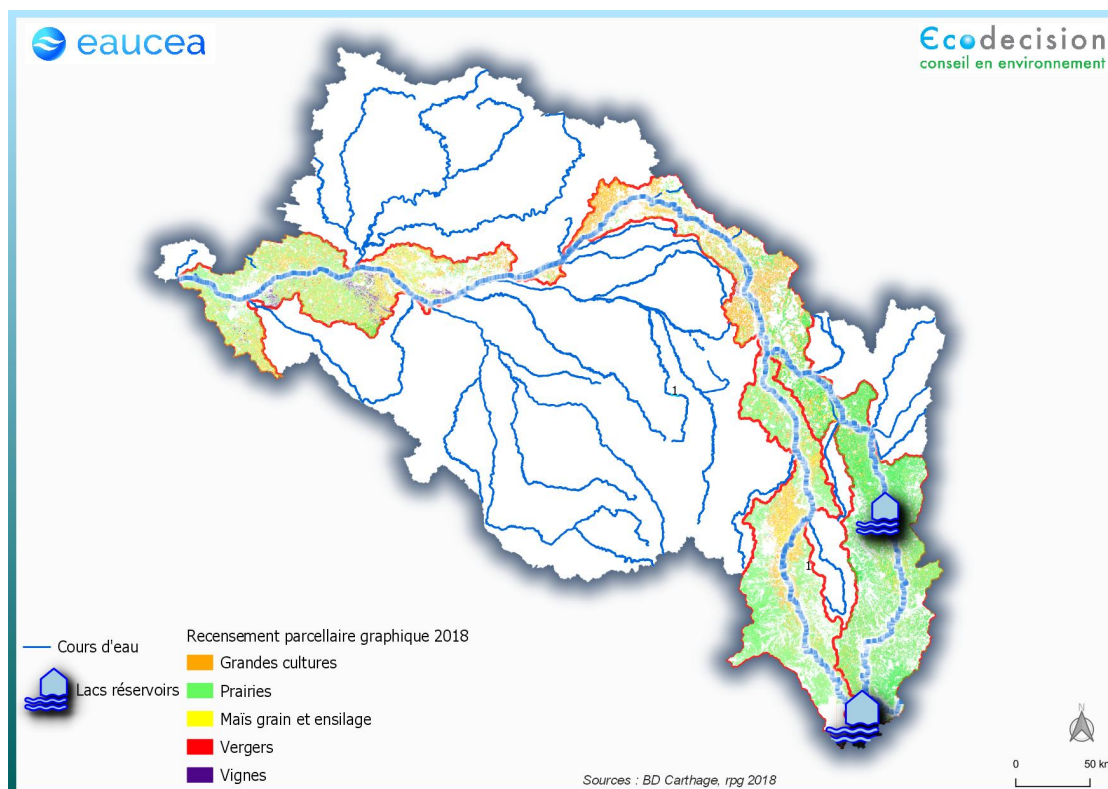


Figure 19 : Recensement parcellaire graphique sur le territoire d'étude

La figure 20 suivante illustre la localisation des stations météorologiques prises en compte pour l'acquisition des données de précipitation, température et évapotranspiration (ETP). Cette sélection de stations a été réalisée avec l'appui de l'EP Loire sur les zones d'intérêt.

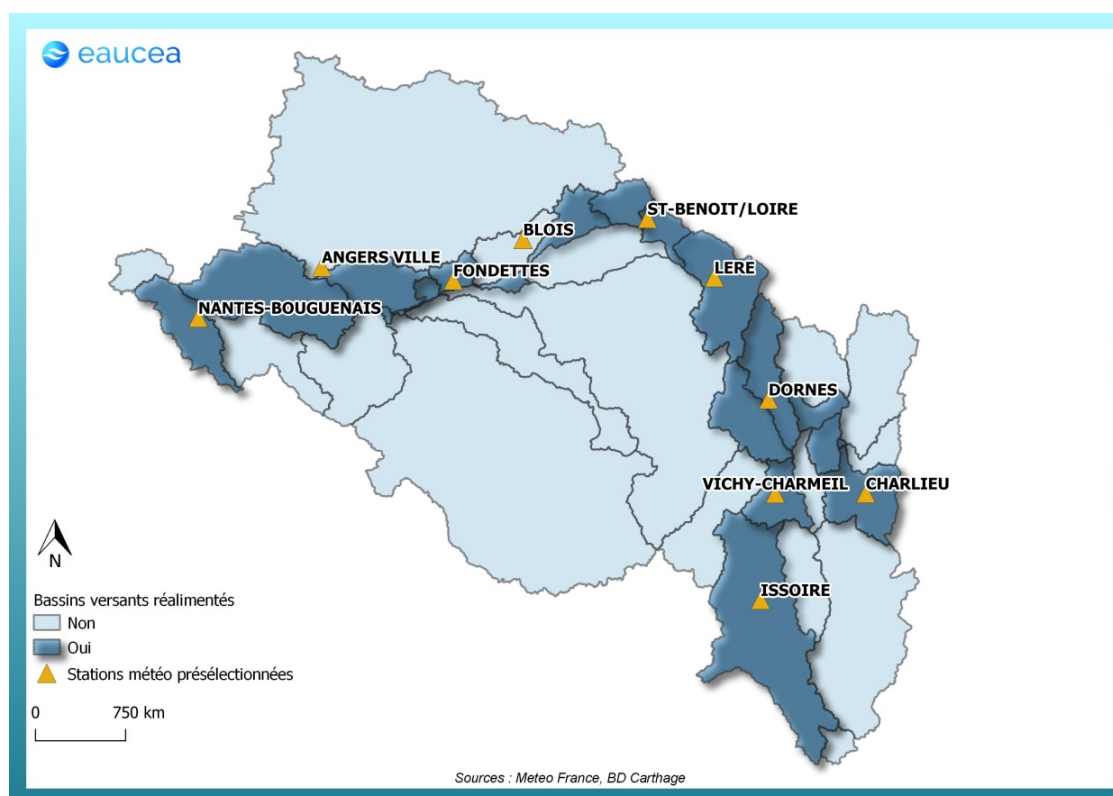


Figure 20 : Sélection des stations météorologiques d'intérêt

Le troisième paramètre concerne la pédologie et en particulier la réserve utile des sols (RU). La carte ci-après expose la diversité des sols rencontrés sur le périmètre d'étude même si elle ne rend pas bien compte de toutes les nuances locales voire parcellaires.

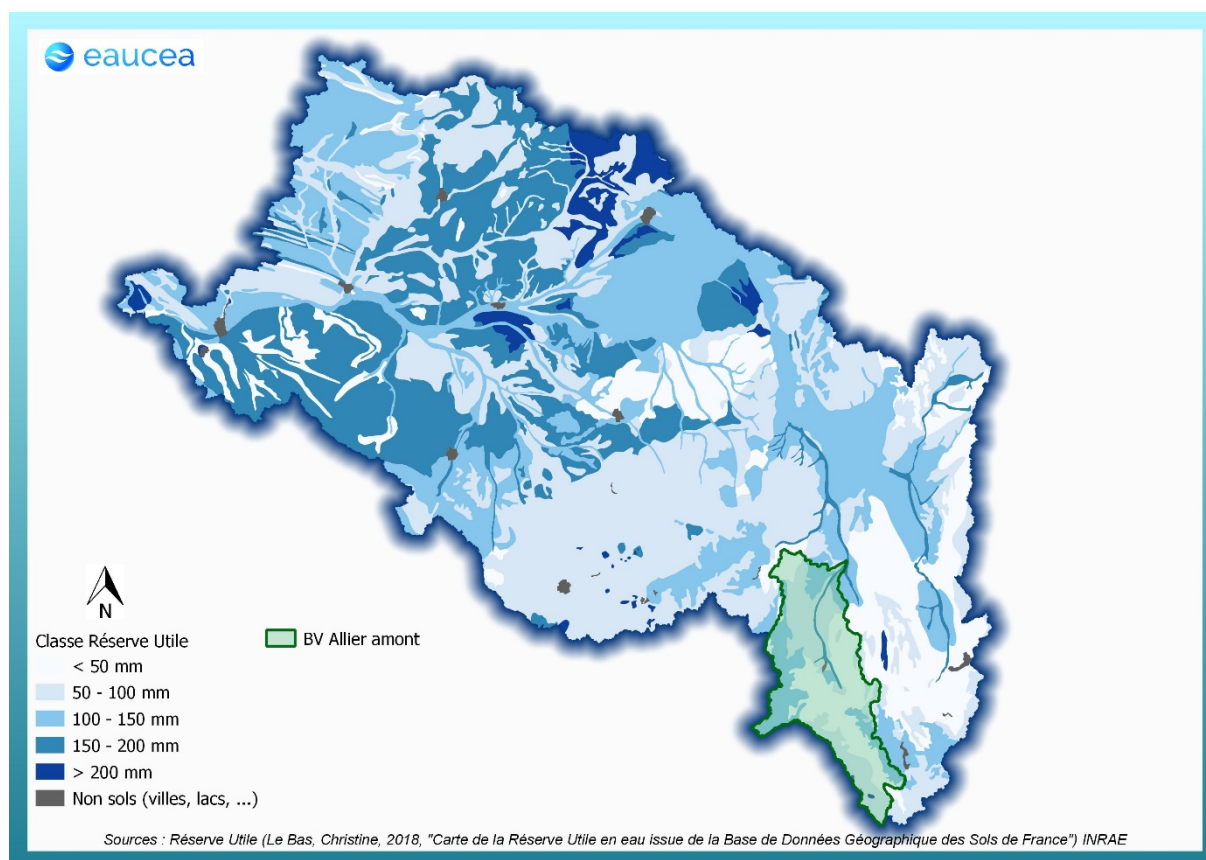


Figure 21 : Carte des réserves utiles des sols sur le périmètre de l'EP Loire

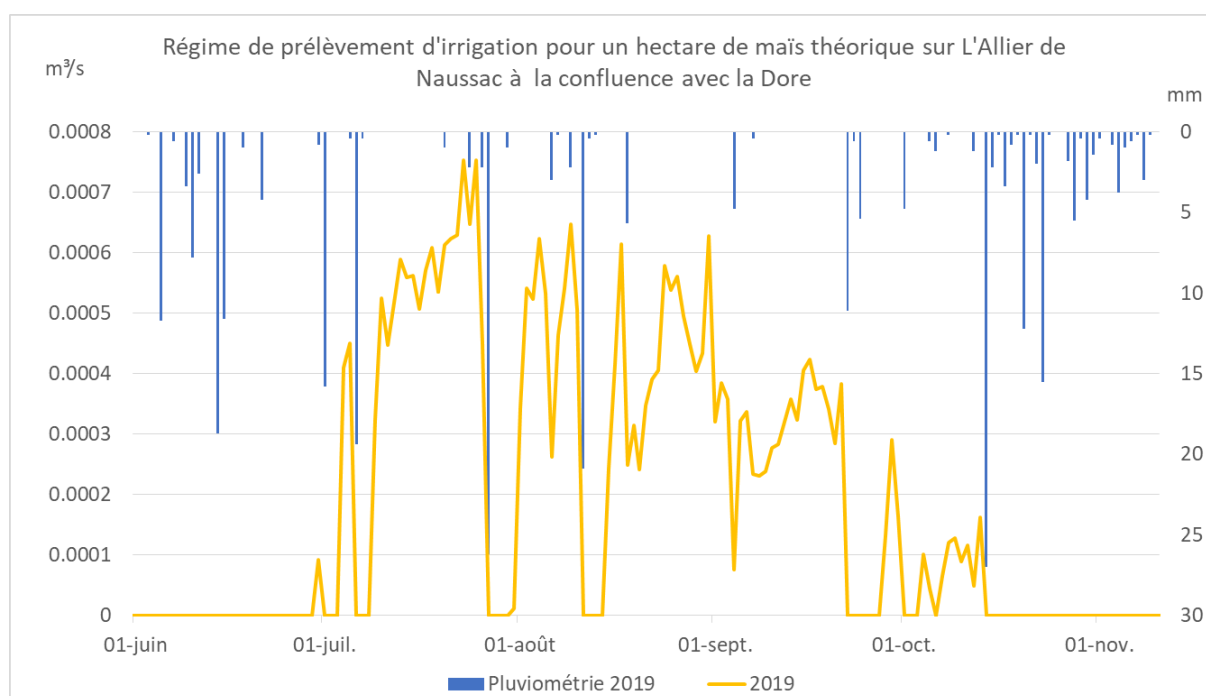
Le quatrième paramètre est celui des pratiques agronomiques (date de semis, variété, etc.). Ces paramètres ont été appréciés à partir de données bibliographiques, mais aussi d'échanges avec les correspondants des différentes chambres d'agriculture (CA de l'Allier notamment).

Cette méthode déployée à l'échelle de l'ensemble des sous-bassins réalimentée est illustrée ici sur une zone de culture irriguée importante : **la vallée de l'Allier de Naussac à la confluence avec la Dore**, dont le périmètre est surligné dans la carte pédologique précédente.

Les critères de modélisation retenus sont les suivants :

- **un sol** : Réserve facilement utilisable (RFU) comprise entre 50 et 100 mm soit une RFU égale au 2/3 de la réserve utilise (RU), c'est-à-dire comprise entre 33 et 66 mm. La valeur retenue est donc de 50 mm ;
- **une culture représentative** : Ici un maïs avec une date de semis autour du 15 mai ;
- **un climat** : représenté par la station météorologique d'Issoire.

Le bilan agronomique se présente sous la forme d'un prélèvement théorique pour un hectare équivalent de maïs réparti sur la saison 2019 (cf. figure 22).



*Figure 22 : Régime de prélèvement simulé pour un hectare de maïs sur la vallée de l'Allier de Naussac à la confluence avec la Dore*

Cette simulation produit ainsi un volume unitaire théorique pour l'année 2019. Elle est répétée sur plusieurs années ce qui permet de produire des volumes unitaires variables chaque année en fonction de la seule météo.

En considérant l'absence de pertes entre ces prélèvements théoriques et l'utilisation par la plante, et l'absence d'irrigation significativement supérieure aux besoins des plantes, les consommations peuvent être assimilées aux prélèvements (théoriques). Un rapprochement avec les volumes déclarés permet alors de caler un modèle de consommation territoriale. Dans l'exemple ci-dessous, ce calage a été effectué à partir du volume déclaré à l'AELB sur l'ensemble du sous bassin versant.

Seules deux années de recouvrement ont été testées et correspondent à 2016 et 2017. Elles permettent d'extrapoler une consommation 2019 de 27,7 Mm<sup>3</sup> qui devrait être proche de celle de 2015 (cf. Figure 23).

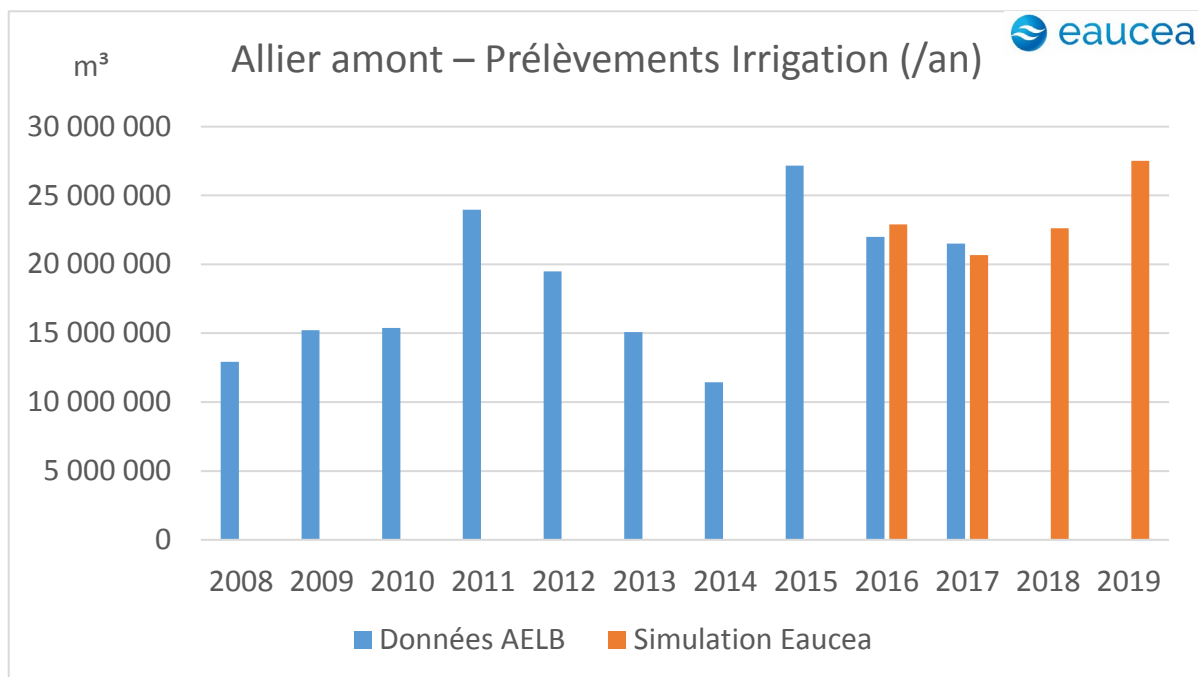


Figure 23 : Comparaison des données Agence de l'Eau, avec la simulation des besoins d'irrigation sur la vallée de l'Allier, de Naussac à la confluence avec la Dore

Une comparaison similaire a été réalisée avec les volumes déclarés pour les communes riveraines où se situent les prélèvements bénéficiant du soutien d'étiage et soumis à redevance auprès de l'EP Loire. Trois années de recouvrement ont été testées 2016, 2017 et 2018. Elles permettent d'extrapoler une consommation 2019 de 14,4 Mm³ qui devrait à nouveau être proche de celle de 2015.

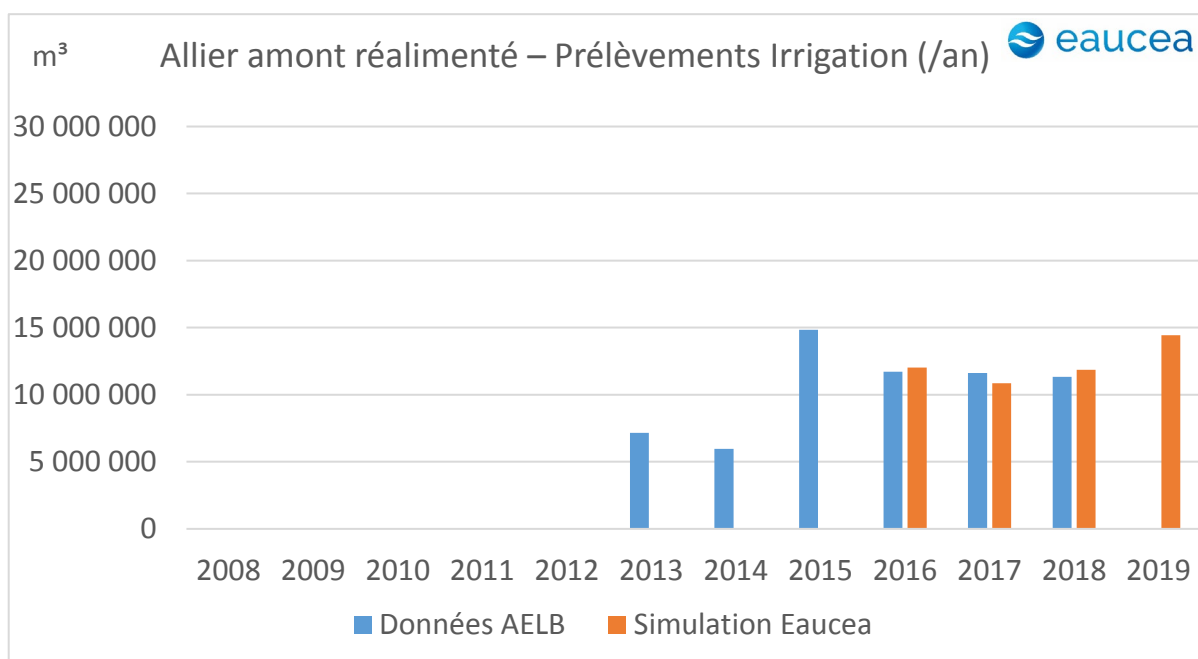


Figure 24 : Comparaison des données Agence de l'Eau, avec la simulation des besoins d'irrigation pour les seuls prélèvements bénéficiant du soutien d'étiage (vallée de l'Allier de Naussac à la confluence avec la Dore)

L'extension de cette méthode à l'ensemble du périmètre d'étude a ainsi permis d'estimer avec précision :

- la pression de consommation théorique ;
- le régime saisonnier de cette pression de prélèvement

**Sur la base de cette approche, il est estimé une surface théorique d'environ 65 000 ha de cultures irriguées sur l'ensemble des sous-bassins « réalimentés » de l'Allier et de la Loire.**

Cette estimation peut être considérée comme minorante, les consommations d'eau pour l'irrigation du maïs étant plus élevées que celles de la plupart des autres cultures.

**Ces informations permettent donc d'estimer l'impact de l'irrigation sur les débits observés et de façon symétrique l'intérêt du soutien d'étiage pour sécuriser ces prélèvements et donc cette activité.**

### 6.1.3. Les prélèvements pour la production d'électricité des CNPE (Centres Nucléaires de Production d'Electricité)

Les principaux prélèvements en volume annuel sont ceux d'EDF liés au refroidissement des centrales nucléaires de production d'électricité (CNPE).

#### Localisation des points de prélèvements des CNPE EDF

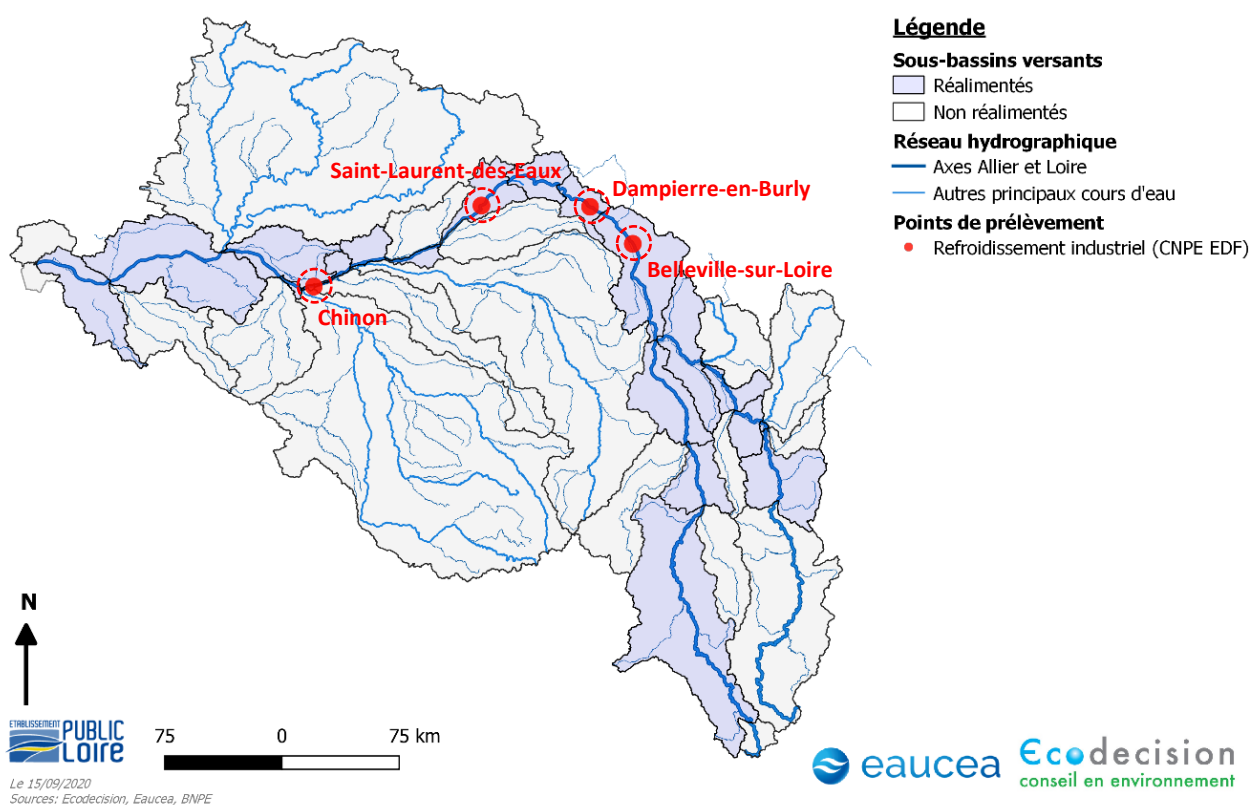


Figure 25 : Localisation des points de prélèvements des centres nucléaires de production d'électricité EDF

Il existe quatre CNPE sur la Loire :

- Belleville-sur-Loire, avec 2 réacteurs de 1 300 MW ;
- Dampierre-en-Burly, avec 4 réacteurs de 900 MW ;
- Saint-Laurent-des-Eaux, avec 2 réacteurs de 900 MW ;
- Chinon, avec 4 tranches de 900 MW.

Sur la Loire, les quatre CNPE mettent en œuvre un circuit de refroidissement dit « fermé ». Seuls 30 % de l'eau prélevée en Loire sont utilisés pour compenser les pertes liées à la vapeur d'eau dégagée par les aéro-réfrigérants, les 70 % restant étant restitués à la Loire.

L'augmentation de la température du fleuve entre l'amont et l'aval de chaque site est soumise à une stricte réglementation. Par conception des ouvrages, elle est comprise entre 0,1 et 0,3 °C.

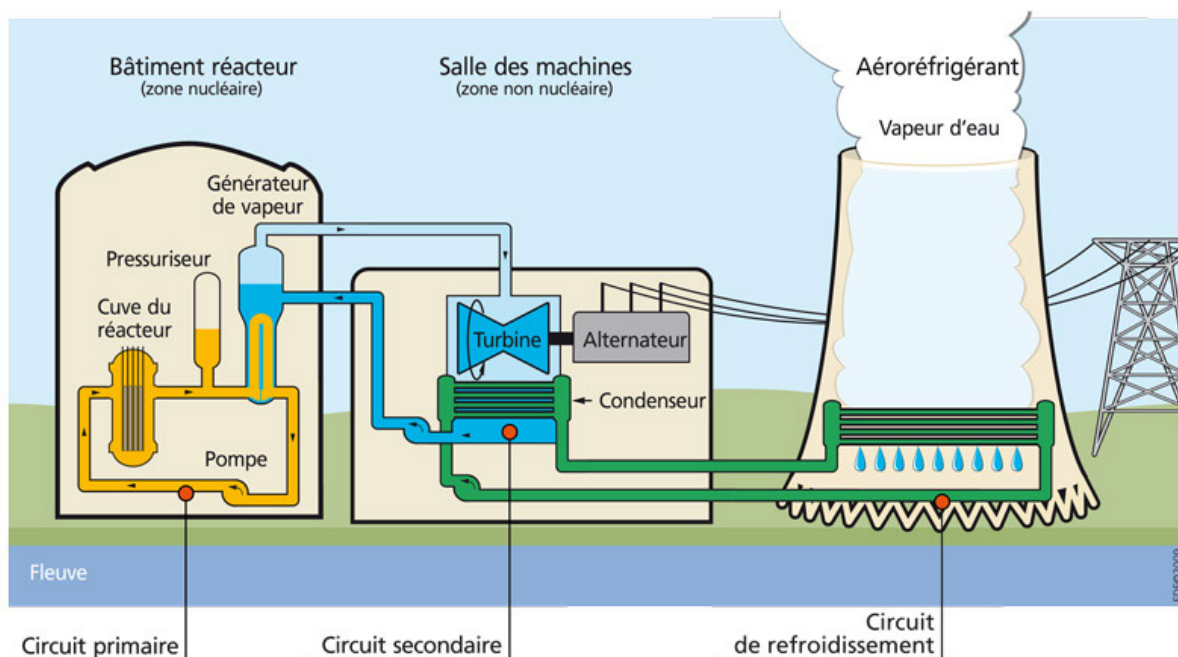


Figure 26 : Schéma de principe du circuit de refroidissement dit « fermé » des centres nucléaires de production d'électricité (source : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire)

Les prélèvements bruts de ces centrales représentent 647 Mm<sup>3</sup>/an (moyenne 2008-2017). 70 % de ces prélèvements (soient 453 Mm<sup>3</sup>) sont restitués au fleuve au plus près du point de prélèvement. La consommation nette (volume prélevé - volume restitué) des CNPE est essentiellement liée à l'évaporation dans les aéro-réfrigérants et représente 30 % des prélèvements. Celle-ci dépend à la fois du niveau de production (nombre de réacteurs en fonctionnement) et des conditions hydro-climatiques (températures de l'eau et de l'air).

Les débits prélevés (prélèvements bruts) et évaporés (prélèvements nets) pour chacun des quatre CNPE sont présentés ci-dessous :

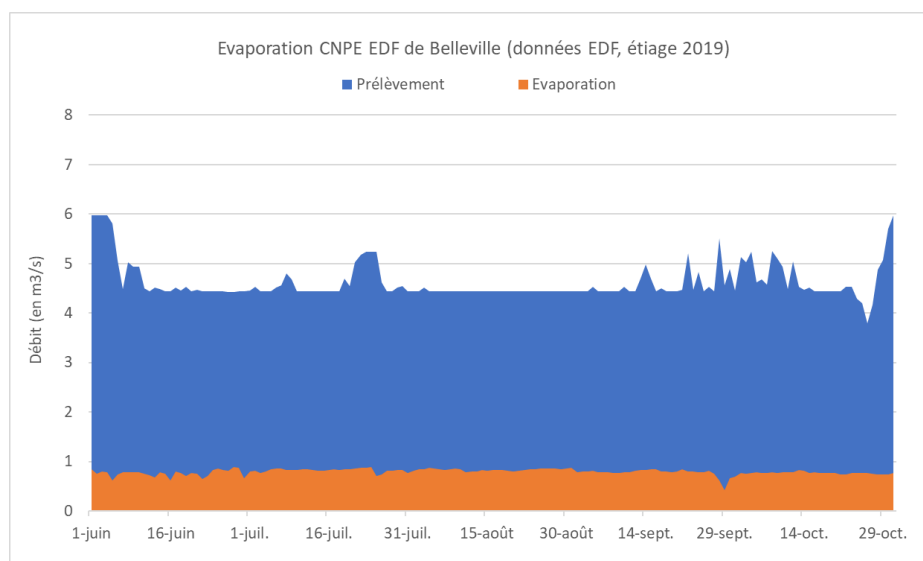


Figure 27 : Débits prélevés (prélèvement bruts) et évaporés (prélèvement nets) par le centre nucléaire de production d'électricité EDF de Belleville-sur-Loire à l'été 2019 (données EDF)

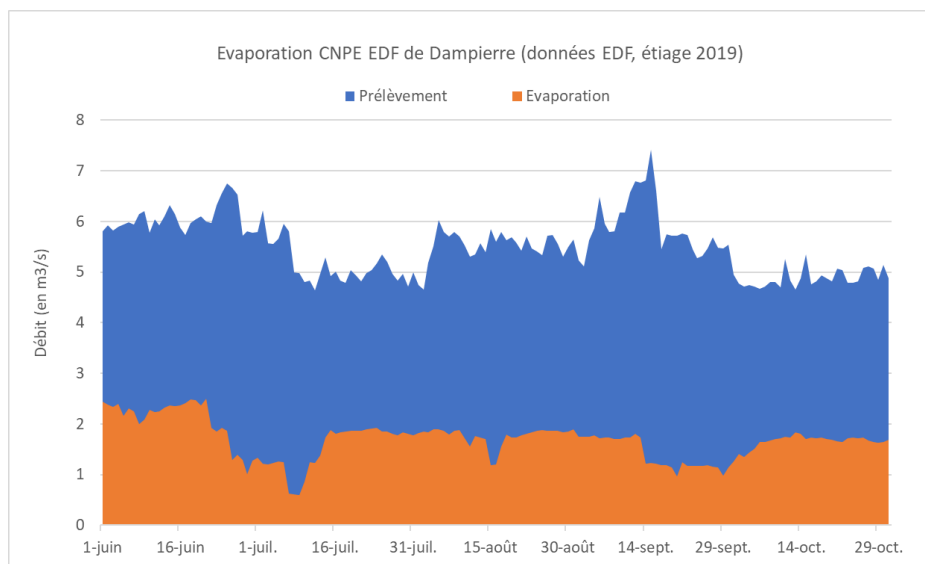


Figure 28 : Débits prélevés (prélèvement bruts) et évaporés (prélèvement nets) par le centre nucléaire de production d'électricité EDF de Dampierre-en-Burly à l'été 2019 (données EDF)

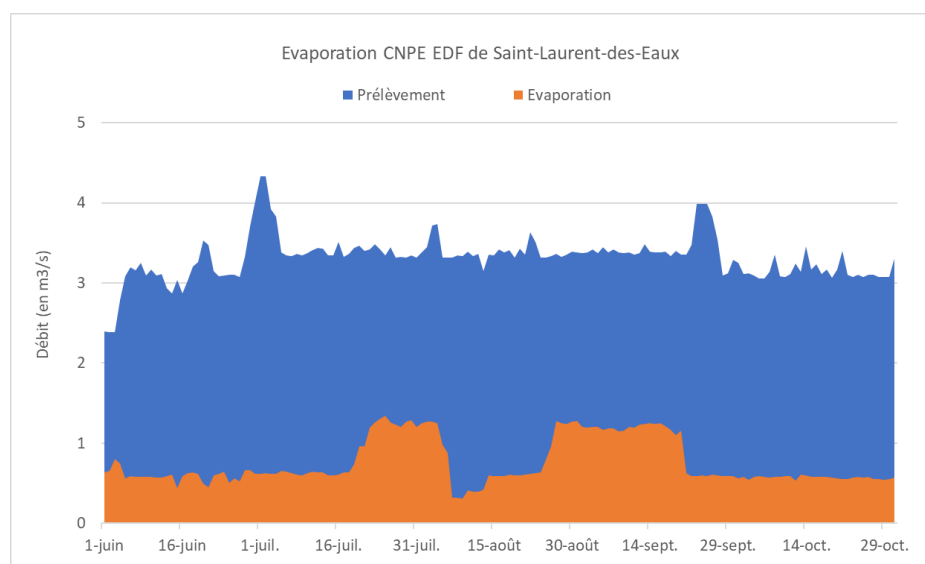


Figure 29 : Débits prélevés (prélèvement bruts) et évaporés (prélèvement nets) par le centre nucléaire de production d'électricité EDF de Saint-Laurent-des-Eaux à l'été 2019 (données EDF)

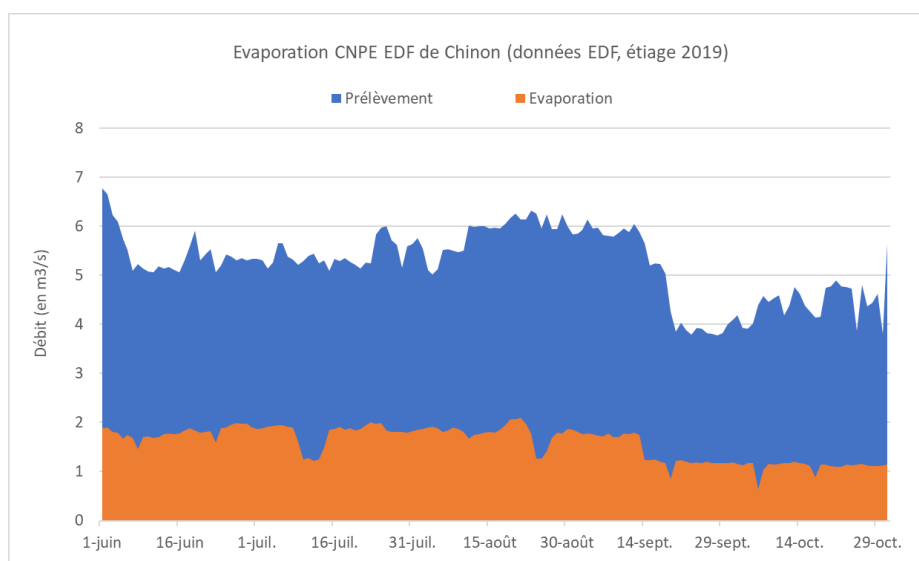


Figure 30 : Débits prélevés (prélèvement bruts) et évaporés (prélèvement nets par le centre nucléaire de production d'électricité EDF de Chinon à l'été 2019 (données EDF)

Les besoins en électricité en France varient du simple au double entre l'été et l'hiver. La maintenance des réacteurs nucléaires est donc planifiée chaque année entre le printemps et l'automne lors des périodes de plus faible consommation. Le nombre de réacteurs à l'arrêt est en moyenne de 4 au cours de cette période. Durant l'été 2019, le fonctionnement global des 4 CNPE a ainsi été le suivant :

| Chiffres globaux juin - octobre 2019       | Belleville-sur-Loire | Dampierre-en-Burly                                                            | Saint-Laurent-des-Eaux                | Chinon                                 |
|--------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| Nombre de réacteurs                        | 2 x 1300 MW          | 4 X 900 MW                                                                    | 2 X 900 MW                            | 4 x 900 MW                             |
| Réacteurs à pleine puissance : en jour (j) | 1 réacteur : 153j    | 1 réacteur: 3j<br>2 réacteurs : 44j<br>3 réacteurs : 85j<br>4 réacteurs : 21j | 1 réacteur: 100j<br>2 réacteurs : 53j | 2 réacteurs : 60j<br>3 réacteurs : 93j |
| Prélèvements moyens (en m³/s)              | 4,62                 | 5,49                                                                          | 3,31                                  | 5,23                                   |
| Evaporation moyenne (en m³/s)              | 0,79                 | 1,69                                                                          | 0,76                                  | 1,59                                   |

Tableau 6 : Chiffres globaux des centres nucléaires de production d'électricité étudiés sur l'axe Loire de juin à octobre 2019 (données EDF)

**Les données fournies par EDF ont permis d'établir les consommations en étiage des CNPE, essentiellement liées au fonctionnement des tours aéroréfrigérantes, et d'en connaître finement la répartition saisonnière.**

#### 6.1.4. Les prélèvements pour l'alimentation en eau potable

Sur l'ensemble des sous-bassins réalimentés, le volume prélevé moyen pour l'AEP est de 268 Mm<sup>3</sup>/an (données BNPE). Rappelons qu'ici l'objectif de description des usages est de caractériser l'impact anthropique sur le système hydrographique en déterminant les consommations nettes et aussi les transferts. En toute rigueur, cette description impose de prendre en compte l'ensemble des échanges des réseaux d'alimentation en eau potable.

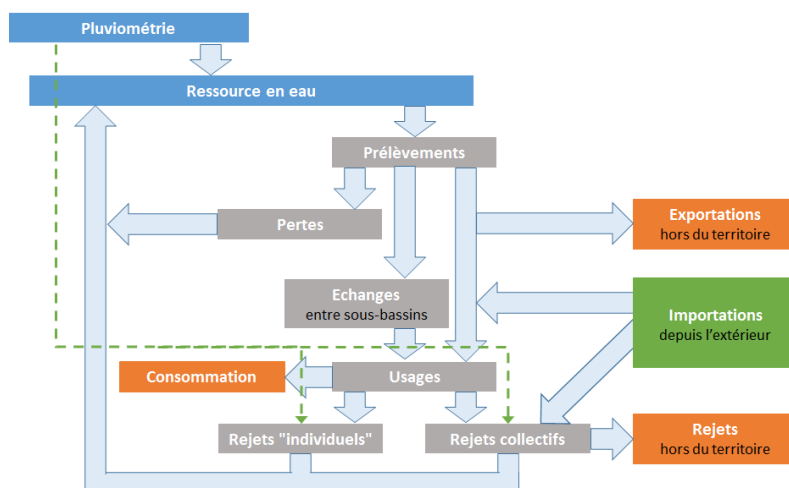


Figure 31 : Bilan hydrologique de l'AEP

Ce travail nécessiterait de contacter un grand nombre d'interlocuteurs (services d'AEP et d'assainissement) sur le territoire afin de préciser, par service, les volumes facturés en AEP et en assainissement sur lesquels seraient appliqués des estimations et des calculs complexes. Ce travail ne semble pas justifié au vu du poids de l'AEP par rapport aux autres usages et des enjeux sur la modélisation hydrologique.

Il faudrait aussi prendre en considération la part des eaux pluviales et des eaux parasites dans les rejets d'assainissement. En effet, les eaux pluviales peuvent augmenter sensiblement les rejets par rapport aux volumes prélevés correspondants, en interceptant des volumes de ruissellement, voire des écoulements de nappes phréatiques. Mais ce travail très lourd ne semble pas non plus justifié au vu des enjeux sur la modélisation hydrologique, notamment en étiage.

Nous en resterons donc à l'approximation suivante : les volumes prélevés pour l'AEP sont intégralement restitués moins une part fixe exportée (transferts d'eau liés au solde extérieur par rapport à la production). Cette part fixe a été prise égale à 8 % des volumes prélevés, sur chaque sous-bassin, sur la base de l'expérience des bureaux d'études. Pour les mêmes raisons, nous n'avons pas cherché à caractériser les variations saisonnières des prélèvements et des transferts, et considérés que ceux-ci restaient constants dans l'année.

Certains services d'AEP du territoire ont fait l'objet d'une enquête visant à recueillir leur retour sur l'étiage 2019 et à caractériser leur sensibilité vis-à-vis de la ressource. La compréhension des informations échangées et la synthèse qui a pu en être faite sera traitée en fin de partie et dans le bilan socio-économique.

Les consommations liées à l'alimentation en eau potable sont relativement faibles par rapport aux prélèvements correspondants. Un ratio de 8% a été retenu, il a été considéré que la consommation était constante dans l'année.

### 6.1.5. Les prélèvements pour les canaux de navigation

Le réseau navigable est constitué d'un ensemble de canaux artificiels alimentés en eau par prélèvement sur la ressource et de rivières canalisées.

#### Éléments structurant l'étude des prélèvements liés à la navigation

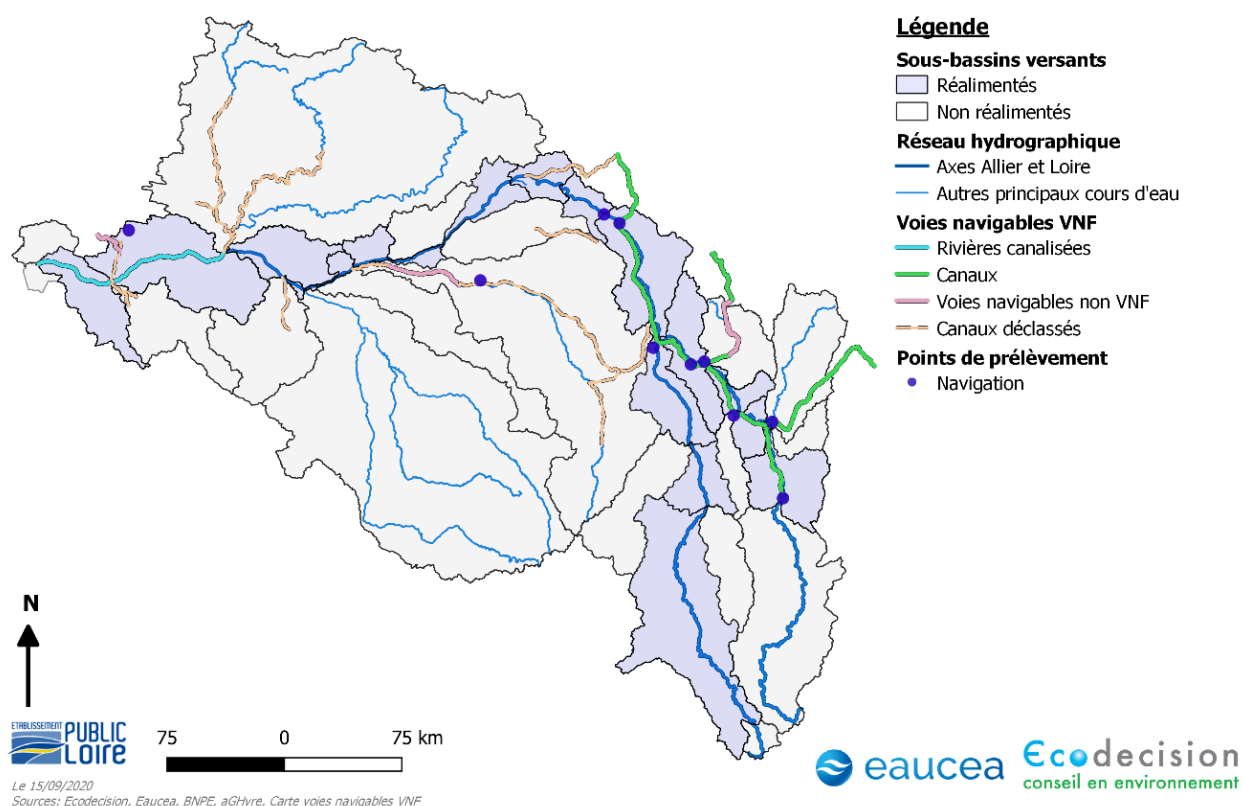


Figure 32 : Éléments structurant l'étude des prélèvements liés à la navigation

Au sens de l'étude, l'impact de la navigation sur le système hydrographique est lié au système alimentaire des canaux artificiels gérés par VNF, occasionnant des transferts :

- internes à la zone réalimentée, le prélèvement et le rejet étant dans des sous bassins différents ;
- vers la zone réalimentée depuis d'autres zones, qui constituent un apport artificiel au profit de la zone réalimentée ;
- depuis la zone réalimentée vers d'autres zones, qui constituent une consommation prise dans la zone réalimentée.

Le bilan de ces transferts par sous bassin permet de déterminer les consommations nettes d'eau par sous bassin.

La synthèse des éléments recueillis sur le réseau navigable, des prélèvements associés (données BNPE) ainsi que les échanges avec VNF ont permis de préciser les transferts existants liés au système alimentaire du canal de Roanne à Digoin et du canal latéral à la Loire, reliant Digoin à Briare.

Ce système alimentaire est constitué d'une multitude de prises d'eau dont les trois principales sont :

- la prise d'eau en Loire à Roanne (70 Mm<sup>3</sup>/an prélevés – données BNPE) pour le canal de Roanne à Digoin puis le canal latéral à la Loire ;
- la rigole, autrefois navigable, d'Arroux et le canal du Centre (98 Mm<sup>3</sup>/an prélevés – données BNPE) ;
- la prise d'eau et rigole autrefois navigable des Lorrains (40 Mm<sup>3</sup>/an prélevés – données BNPE).

Ces 3 prélèvements sont à l'origine d'un transfert jusqu'à l'aval du canal latéral, à proximité de Briare.

Le dernier bief profite également en partie du système complexe d'alimentation du canal de Briare. Selon les données transmises par VNF, ce dernier a procédé à un prélèvement en Loire de l'ordre de 6 Mm<sup>3</sup> en 2019. Le prélèvement se fait en amont du pont canal de Briare pour l'alimentation du bief de partage du canal de Briare, auquel s'ajoutent les apports depuis un réseau de barrages et la Trézée. Seul un faible volume est ensuite transféré vers le bassin Seine via le canal de Briare (environ 680 000 m<sup>3</sup> en 2019). 3 Mm<sup>3</sup>/an sont restitués à la Loire via le canal latéral à la Loire. Le reste est soit consommé par évaporation ou pour l'irrigation, ou restitué au sous-bassin par fuites.

De même que sur le canal de Briare, un certain nombre de prélèvements pour l'irrigation sont présents sur le canal latéral à la Loire (857 000 m<sup>3</sup> prélevés au total pour l'irrigation en 2019 – donnée VNF). Ils entrent en compte dans le bilan des transferts.

Concernant les pertes par fuites et l'évaporation sur l'ensemble du canal latéral à la Loire, les données transmises par VNF ont permis d'estimer l'évaporation à 66 m<sup>3</sup>/an/ml et les pertes par fuites à 44 m<sup>3</sup>/an/ml, soit 28,9 Mm<sup>3</sup>/an sur l'ensemble des canaux artificiels. Elles correspondent aux pertes sur le canal de Roanne à Digoin, le canal latéral à la Loire et la portion du canal de Briare dans le bassin de la Loire, soit 250 km de canaux.

Le schéma page suivante synthétise les principaux éléments afférant au fonctionnement du canal latéral à la Loire (apports, transferts, principales prises d'eau) identifié.

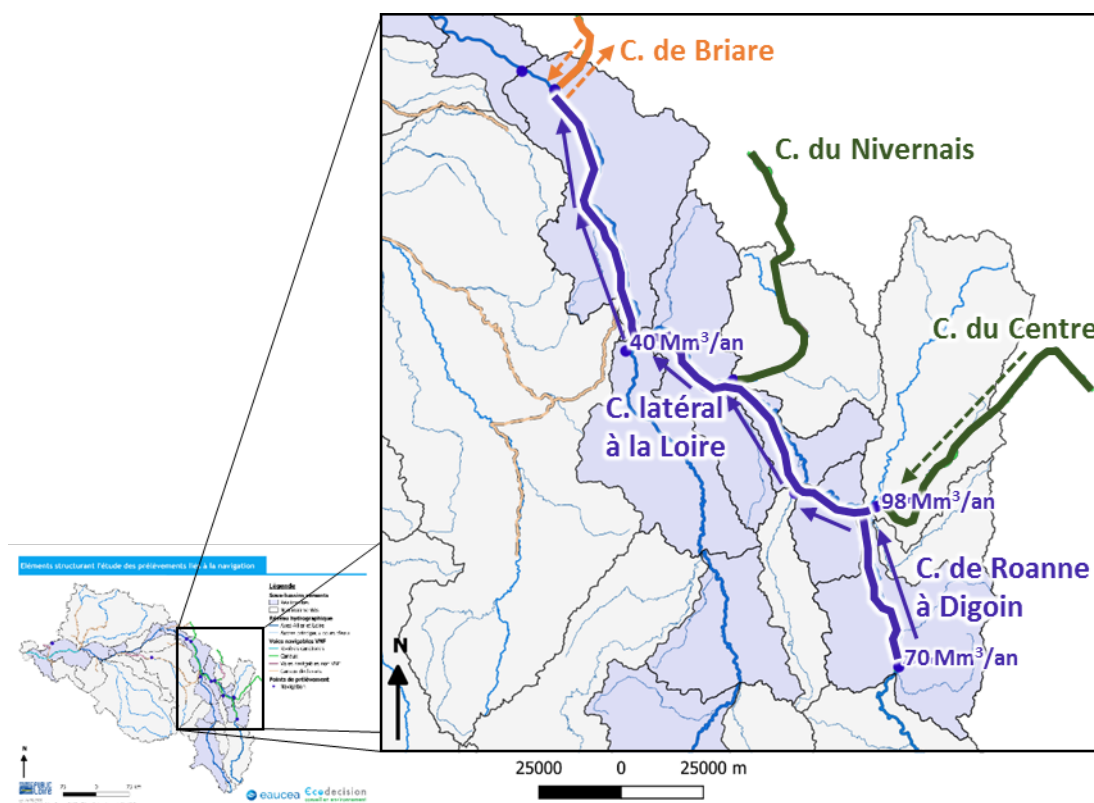


Figure 33 : Schéma de fonctionnement hydraulique du canal latéral à la Loire. En vert sont représentés : les apports du canal du Centre, en violet : le canal latéral à la Loire et ses principales prises d'eau d'alimentation depuis le canal de Roanne à Digoïn, en orange : les transferts avec le canal de Briare.

Une estimation de VNF de l'eau transitant du canal du Centre vers le canal latéral à la Loire en comptant le nombre d'éclusées réalisées à l'écluse de Digoïn totalise un apport d'environ 2 Mm<sup>3</sup> /an. L'apport du canal du Centre dans le fonctionnement actuel est donc mineur. Concernant le canal du Nivernais, son extrémité est en lien avec un bief de Loire, il n'y a donc pas d'apport du canal du Nivernais vers le canal latéral à la Loire.

Ces informations complémentaires sur les apports depuis l'extérieur du bassin via les canaux du Centre et du Nivernais n'ont pas pu être intégrées dans le bilan des transferts compte tenu de leur date de réception et des délais de l'étude à respecter.

Concernant les deux autres canaux artificiels (canal du Berry et de l'estuaire aval), aucun n'occasionne de transfert entre sous-bassins réalimentés.

**Les consommations liées à la navigation sont en grande partie connues, même si quelques transferts restent à préciser. Ces consommations sont effectuées pour l'essentiel en période d'été.**

### 6.1.6. Les autres prélèvements

Parmi les autres prélèvements, citons ceux liés à l'hydroélectricité/force motrice et ceux liés aux autres usages économiques.

De façon systématique, l'hydroélectricité/force motrice ne consomme pas l'eau prélevée et la rejette intégralement dans le sous-bassin du prélèvement, donc sans transfert.

Pour les autres usages économiques, dont le volume prélevé moyen s'élève à 39 Mm<sup>3</sup>/an (données BNPE), deux axes ont été travaillés :

- Recensement des potentiels gros consommateurs et approche des consommations nettes par ratio à partir des données annuelles des années antérieures. Ce ratio égal à 10%, a été estimé à partir de la littérature et est cohérent avec les observations d'études récentes. Autrement dit, 10% des volumes prélevés pour les autres usages sont consommés ;
- Recensement des usages sensibles sur le plan sanitaire alimentés par les services d'AEP, afin de préparer le bilan socio-économique.

Concernant ce dernier axe, seules les structures sanitaires et médico-sociales ont pu être recensées dans le cadre de la présente étude.

En ce qui concerne la saisonnalité des besoins en eau pour ces usages, les connaissances montrent qu'elle peut être prise constante sur l'année.

**Il a été considéré que l'hydroélectricité, assurée sur la zone d'étude par des centrales au fil de l'eau, n'y occasionnait ni consommation ni transfert. Les consommations liées aux autres usages économiques ont été estimées à 10% des prélèvements, et il a été considéré que la consommation était constante dans l'année.**

### 6.1.7. Estimation des consommations

Selon l'usage, la part consommée dans les prélèvements est plus ou moins importante et est estimée de la manière suivante :

- pour l'irrigation, la consommation est quasiment égale au prélèvement et correspond à l'évapotranspiration des plantes irriguées ;
- pour les CNPE, la consommation nette correspond à l'évaporation dans les systèmes de refroidissement ; elle est variable dans le temps en fonction des conditions climatiques et du régime de fonctionnement de chacun des réacteurs des centrales ; elle est de l'ordre de 30 % des prélèvements ;
- les consommations pour l'AEP sont estimées à hauteur de 8% des prélèvements ;
- pour la navigation, le bilan des transferts par sous bassin (pertes incluses) liés au système alimentaire des canaux artificiels a permis de déterminer les consommations nettes d'eau par sous bassin ;
- pour les autres usages, la consommation nette est égale à 10 % des prélèvements.

Selon ces considérations, et considérant la saisonnalité des consommations identique à celle des prélèvements correspondants, il a été possible de chiffrer les consommations en étiage, et d'en proposer une répartition dans le temps à l'échelle de l'ensemble des sous bassins « réalimentés ». En l'état des connaissances et dans la mesure où l'impact de la navigation est lié aux transferts, la consommation pour cet usage est représentée par les pertes par évaporation sur l'ensemble des canaux artificiels à cette échelle.

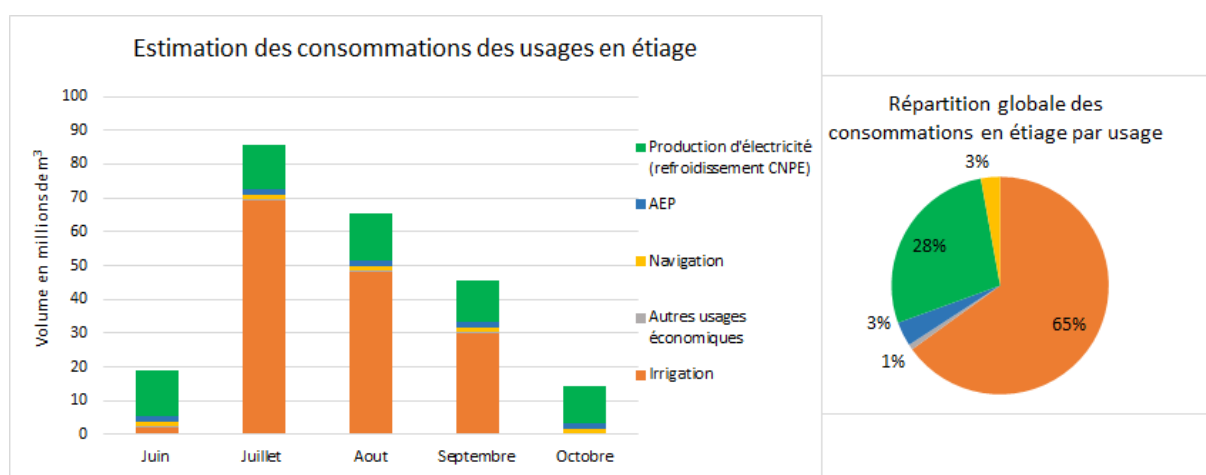


Figure 34 : Bilan des consommations en étiage par catégories d'usagers

## 6.2. Les usages sans prélèvement

Outre les usages liés aux prélèvements, d'autres activités qui ne font pas l'objet de prélèvement bénéficient pourtant du soutien d'étiage. Ce soutien est pour ces activités la garantie de leur maintien et bon fonctionnement.

Ainsi, sur consultation des partenaires et connaissance du territoire, les activités prises en considération sont les suivantes :

- Tourisme et manifestations nautiques sur la Loire,
- Hydro-électricité,
- Baignade,
- Sports nautiques,
- Itinéraire cyclo-touristique.

Chacun de ces usages a un lien plus ou moins net avec le soutien d'étiage. A défaut d'être associé à un volume prélevé, ce lien a été qualifié sur la base de descripteurs adaptés à ces usages, quand il a été possible d'en identifier. Il reflète l'importance de la ressource en eau pour ces usages, qui seront décrits plus en détail en partie 9.2.6 ci-après.

Le tableau ci-dessous synthétise la caractérisation du lien entre les usages sans prélèvement et le soutien d'étiage :

| Activités et milieux naturels                     | Descripteurs                                        | Bénéfices du soutien d'étiage 2019                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tourisme et manifestations nautiques sur la Loire | Fréquentation, retombées économiques                | Navigation et manœuvres de démonstration possibles                                                                                                                                                          |
| Hydro-électricité                                 | Production électrique                               | Maintien de la production                                                                                                                                                                                   |
| Baignade                                          | Sites de baignade suivis par l'ARS                  | Baignade possible mais pas de connaissance sur la fréquentation ni d'information sur les sites de baignade spontanée                                                                                        |
| Sports nautiques                                  | Linéaires de parcours en canoë-kayak, fréquentation | Pratique possible mais pas de connaissance sur la fréquentation organisée (clubs et prestataires) ou spontanée                                                                                              |
| Itinéraire cyclo-touristique                      | Linéaires et fréquentation                          | <i>Activité probablement favorisée par le soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et de Villerest mais impacts et bénéfices de ce soutien difficilement caractérisables</i> |

*Tableau 7 : Description du lien des usages sans prélèvement avec le soutien d'étiage*

**Le soutien d'étiage favorise aussi des activités qui ne consomment pas d'eau : production hydroélectrique, activités récréatives et manifestations nautiques.**

### 6.3. Les milieux naturels

Les milieux naturels présentent la particularité que leur bon fonctionnement est apprécié sur une base pluriannuelle. Il est donc difficile de caractériser l'impact d'un événement ponctuel sur le fonctionnement des milieux. Il n'a donc pas été possible de développer l'approche sur les milieux naturels (ZNIEFF) et sur les populations piscicoles, dans l'état actuel des connaissances.

Toutefois, un échange avec l'OFB a mis en évidence un lien entre le soutien d'étiage du barrage de Naussac et la présence du saumon sur l'axe Allier. Deux périodes se distinguent selon l'OFB :

- En automne, le soutien d'étiage du barrage de Naussac est important pour maintenir des débits favorables à la montaison.
- A l'approche d'une année sèche comme 2019, si la retenue de Naussac n'était pas suffisamment remplie en hiver, obligeant à maintenir les pompages sur l'Allier en avril pour son alimentation, la libre circulation des poissons migrateurs pourrait être affectée.

De manière générale sur l'Allier et la Loire, un lien peut également être établi entre le soutien d'étiage et la qualité des eaux. Plus les débits sont faibles, plus le risque de dégradation de la qualité des eaux augmente, du fait notamment d'une moindre dilution des rejets, qu'ils proviennent des stations d'épuration des collectivités ou des industriels, centrales nucléaires comprises. Le soutien d'étiage, permet de réduire ce risque.

**L'impact du soutien d'étiage sur les milieux naturels est difficile à caractériser dans son ensemble. L'approche possible identifiée consiste à analyser le lien entre la dilution des rejets et la qualité de l'eau.**

## 7. LES DEBITS PSEUDO-NATURELS RECONSTITUES

### 7.1. Impact hydrologique des ouvrages de soutien d'étiage

#### 7.1.1. Bilan hydrique des retenues sur la période : 208 hm<sup>3</sup> de déstockage

L'impact hydrologique des ouvrages implantés sur le cours d'eau se mesure au travers du différentiel constaté entre le débit entrant et le débit sortant. En pratique, cette information est calculée via l'évolution des stocks. Ceux-ci sont suivis en permanence par des capteurs de niveau associés à des abaques (hauteur/volume) :

- en période de stockage, le débit à l'aval de l'ouvrage est plus faible que le débit entrant. L'impact en aval est donc une réduction du débit ;
- en période de déstockage le débit à l'aval de l'ouvrage est plus fort que le débit entrant. L'impact en aval est donc une augmentation du débit ;
- en période de volume constant dans les ouvrages, le débit entrant est égal au débit sortant. L'impact hydrologique est nul.

Remarque : En réalité ces bilans globaux ne tiennent pas compte de l'évaporation et des pluies sur les plans d'eau. Avec une surface « retenue pleine » d'environ 770 ha pour Villerest et 1050 ha pour Naussac, l'incidence en débit au cœur de l'été peut très grossièrement être évaluée à environ -1 m<sup>3</sup>/s, point qui serait à approfondir par l'EP Loire.

Une autre alternative serait de s'appuyer sur les bilans mesurés en sortie (sans doute assez fiable) et en entrée mais cela est plus complexe pour Villerest dont la retenue fait 36 km de long.

**Recommandation : améliorer la prise en compte du bilan hydrique des retenues en fonction de la cote et de la météo.**

Sur la base des données de l'EP Loire, les volumes déstockés en 2019 sont les suivants :

| Volume lâché 2019 (hm <sup>3</sup> ) |     |
|--------------------------------------|-----|
| Naussac                              | 92  |
| Villerest                            | 117 |
| Total                                | 208 |

Tableau 8 : Volumes lâchés par les lacs réservoirs sur l'année 2019

En 2019, le déstockage de la retenue de Naussac a commencé de manière importante à partir de fin juin pour monter progressivement à un débit lâché compris entre 10 et 12 m<sup>3</sup>/s. Ce débit a été globalement maintenu constant (à l'exception de deux baisses ponctuelles courant août) tout au long de l'été pour diminuer progressivement en intensité à partir de début septembre.

Le volume de la retenue est resté bien au-dessus des volumes de vigilance et plancher.

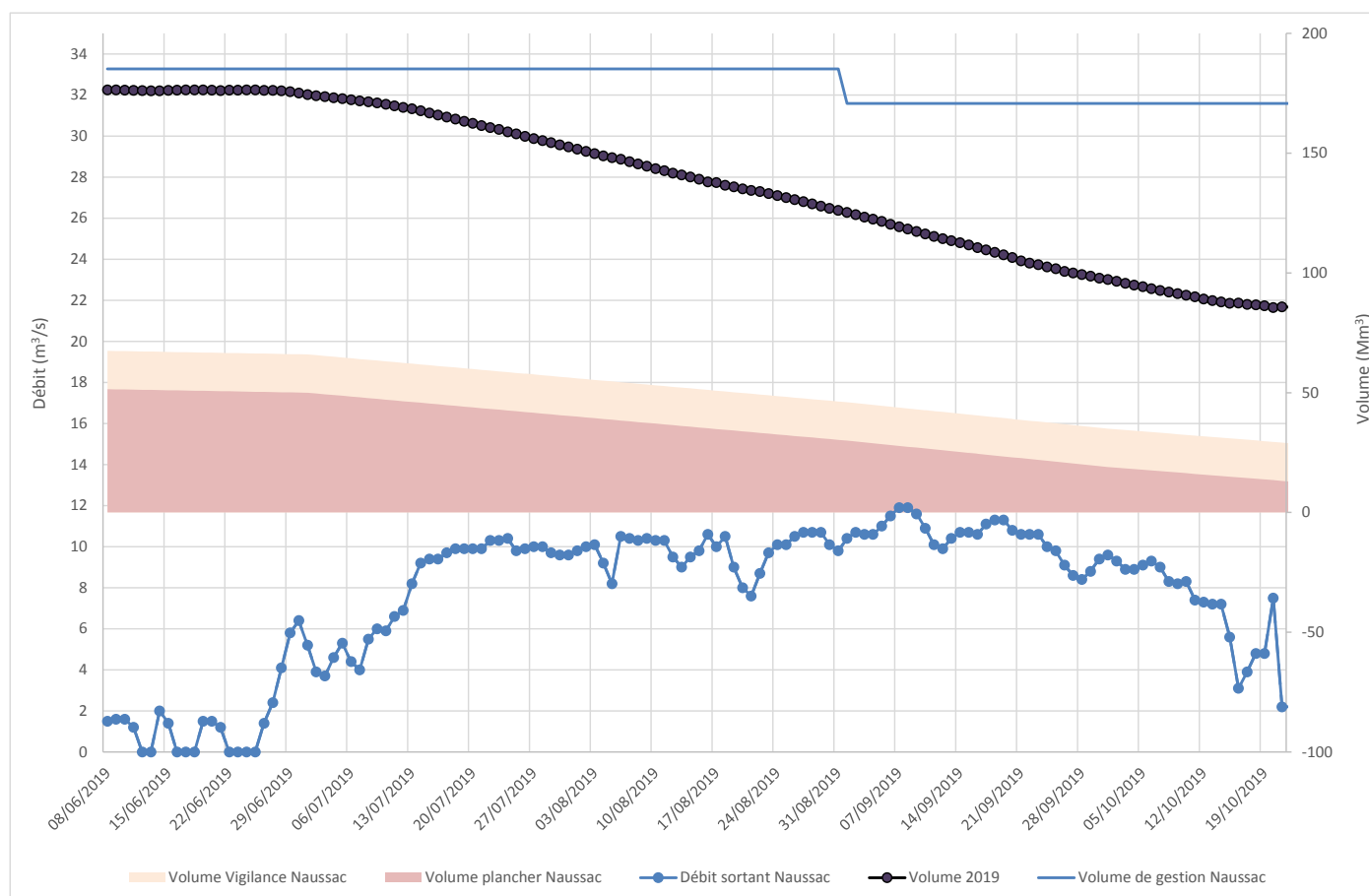


Figure 35 : Bilan 2019 de Naussac (données EP Loire)

Concernant la gestion du barrage de Villerest, les débits sortants ont été variables au cours de l'été 2019. A partir du début du soutien d'été le 29 juin 2019, ces derniers sont restés compris entre 20 et 30 m<sup>3</sup>/s de début juillet jusqu'à la 3<sup>ème</sup> semaine d'août puis ont augmenté entre 35 et 40 m<sup>3</sup>/s jusqu'à la troisième semaine de septembre pour descendre ensuite progressivement.

Plusieurs phases importantes de stockage ont aussi eu lieu la dernière quinzaine d'août et fin septembre.

Les volumes de la retenue sont globalement restés assez élevés et ont atteint entre fin juillet et la mi-août le volume plancher + 30 Mm<sup>3</sup>.

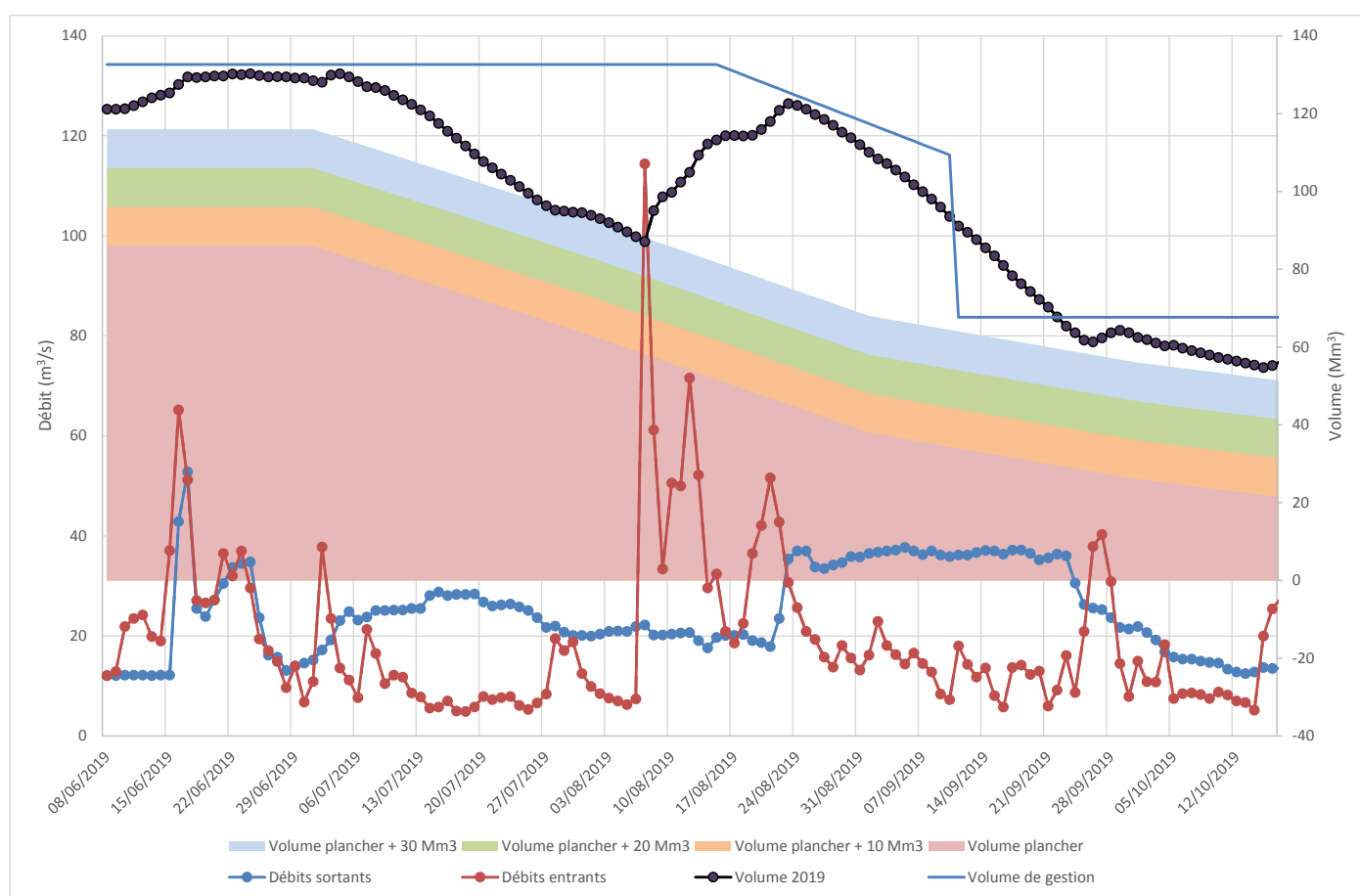


Figure 36 : Bilan 2019 de Villerest (données EP Loire)

### 7.1.2. Propagation des effets hydrologiques

Le temps nécessaire pour que le signal hydrologique se transmette depuis les barrages jusqu'aux stations hydrométriques d'observation correspond à un temps de propagation. Ce temps augmente avec la distance. En général cette connaissance est appuyée sur des observations historiques et l'expertise des gestionnaires. De Gien à Montjean-sur-Loire (amont estuaire) un délai supplémentaire évalué à 4 jours doit être rajouté.

En période d'étiage, cela reste cependant difficile à évaluer car le signal hydrologique ne se propage pas à la même vitesse en fonction du débit et peut s'amortir. Néanmoins dans la mesure où les variations de consigne de lâchers sont peu fréquentes, le régime hydrologique s'installe en quelques heures ou quelques jours à son débit nominal.

## LE SOUTIEN D'ÉTIAGE DE LA LOIRE ET DE L'ALLIER

### UNE CONSIGNE APPLIQUÉE AU QUOTIDIEN

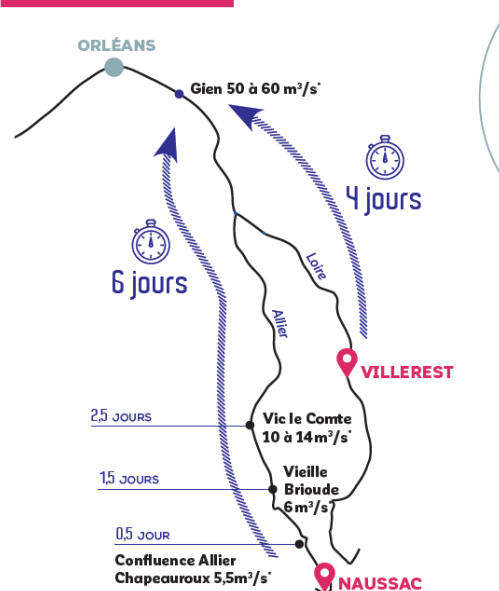


Figure 37 : temps de transit entre Naussac, Villerest et Gien (EP Loire)

Sur la base des différentes variations observées en 2019 et des temps de transit déjà connus, une matrice des temps de transfert estimatifs entre les différentes stations a été réalisée par Eaucea. Ces derniers sont importants pour comprendre la dynamique des effets du soutien d'étiage et l'impact des différentes phases de stockage sur les débits mesurés aux stations aval. Ces temps pourront ainsi être précisés et étendus dans le cadre de l'exploitation du logiciel Lolla de l'EP Loire.

**Recommandation : actualiser et étendre la matrice des temps de transfert exploitée dans le logiciel Lolla.**

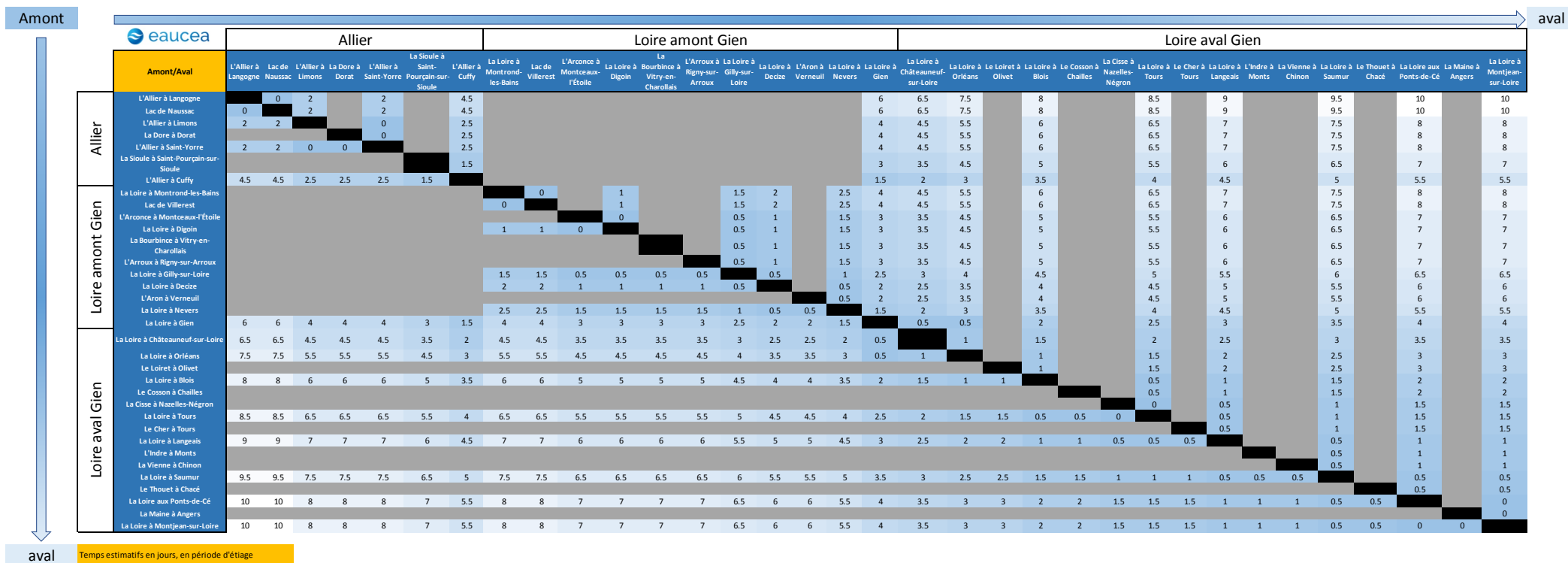


Figure 38 : Matrice provisoire des temps de transferts inter-stations

### 7.1.3. Impact hydrologique « net » des ouvrages

Les fluctuations en positif ou en négatif des ouvrages se traduisent donc selon les stations par les effets de chacun des deux ouvrages. Jusqu'à la confluence Loire-Allier, l'impact diffère uniquement par la prise en compte du temps de propagation et le lissage du signal. A partir de ce point et jusqu'à l'estuaire, la combinaison des lâchers des deux ouvrages se rajoute à ces effets. C'est pourquoi, l'impact des ouvrages est toujours relatif à une station de mesure (et donc à son périmètre d'influence au sens du SDAGE).

Les graphiques ci-dessous présentent l'impact en débit cumulé vu des stations de Gien et Montjean-sur-Loire pour l'année 2019. Les valeurs négatives correspondent à l'effet du stockage dans la retenue de Villerest. La plus remarquable est celle de la mi-août. A noter que pendant cette période où Villerest stocke, Naussac continue de déstocker.

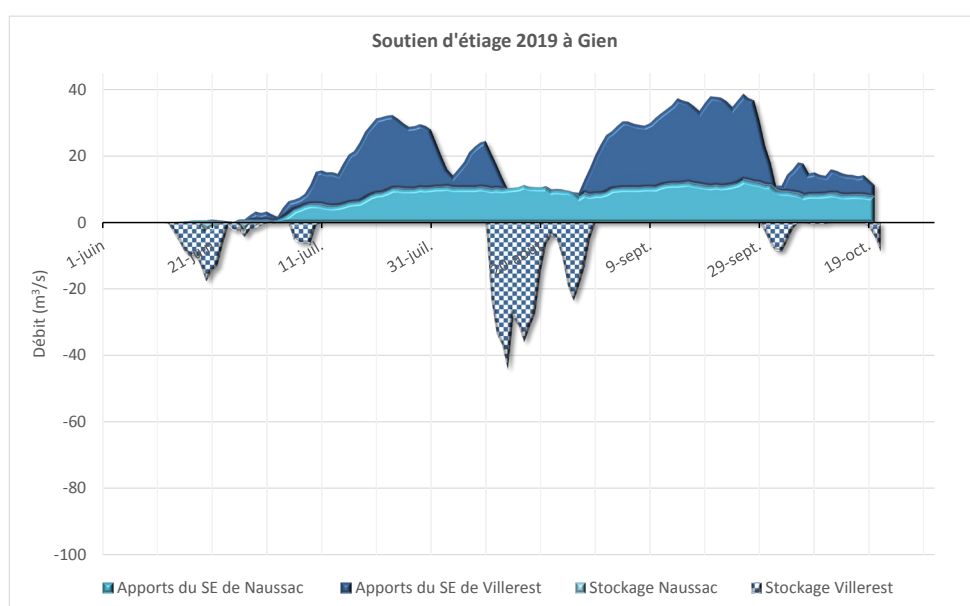


Figure 39 : Débits d'apport au soutien d'étiage et de stockage à Naussac et Villerest en 2019 à Gien

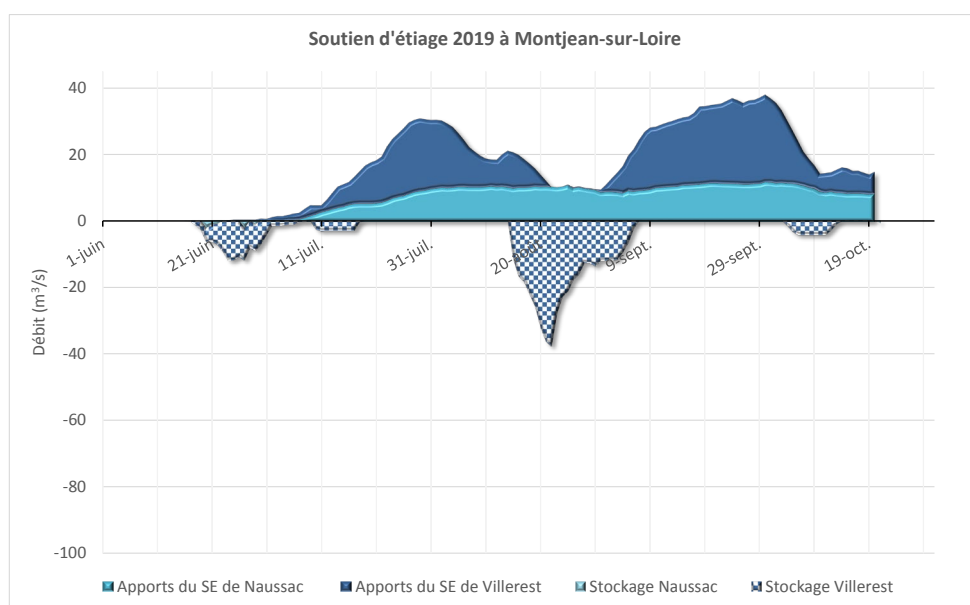


Figure 40 : Débits d'apport au soutien d'étiage et de stockage à Naussac et Villerest en 2019 à Montjean-sur-Loire

#### 7.1.4. Analyse des contributions hydrologiques des ouvrages et des autres apports aux débits mesurés

Les débits mesurés sur les axes réalimentés sont donc influencés par la gestion des ouvrages mais aussi par les apports des affluents bien identifiés par des stations hydrométriques, ainsi que les apports nets du bassin intermédiaire « non jaugés » mais constatés par différence. Ces apports intermédiaires sont constitués des apports des différents aquifères présents et des apports des petits bassins versants souvent non jaugés. Il est ainsi possible de décomposer le débit et de quantifier, non seulement la part des apports du soutien d'étiage dans le débit mesuré, mais aussi celle des différents affluents.

Ainsi à Gien (cf. figures 41 et 42), le soutien d'étiage participe à certaines périodes pour près de 70 % du débit mesuré. Les autres apports principaux correspondant par ordre d'importance :

- aux apports du bassin intermédiaires de la Loire et de l'Allier ;
- aux apports de la Loire amont ;
- aux apports des affluents ;
- aux apports de l'Allier en amont de Naussac.

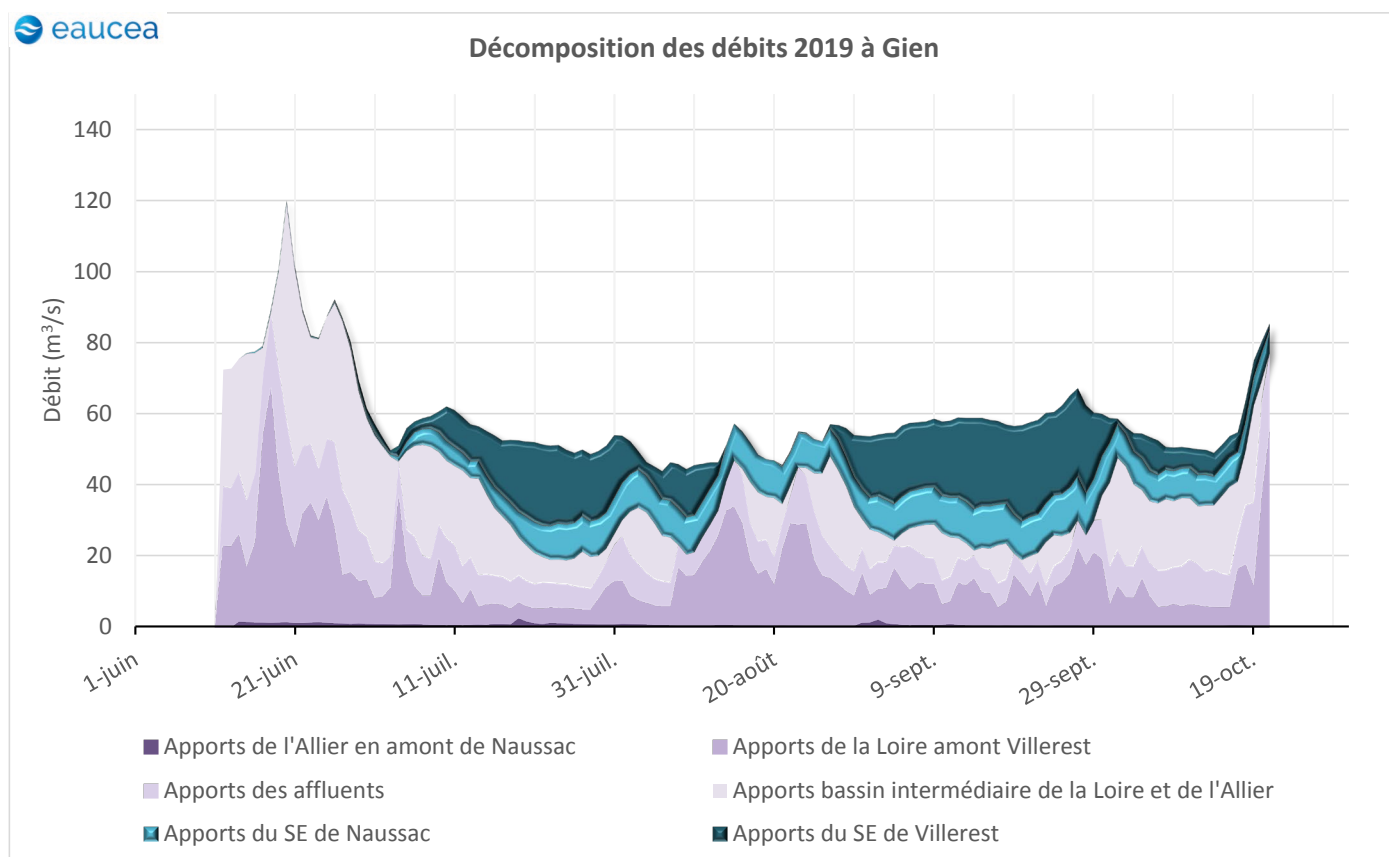
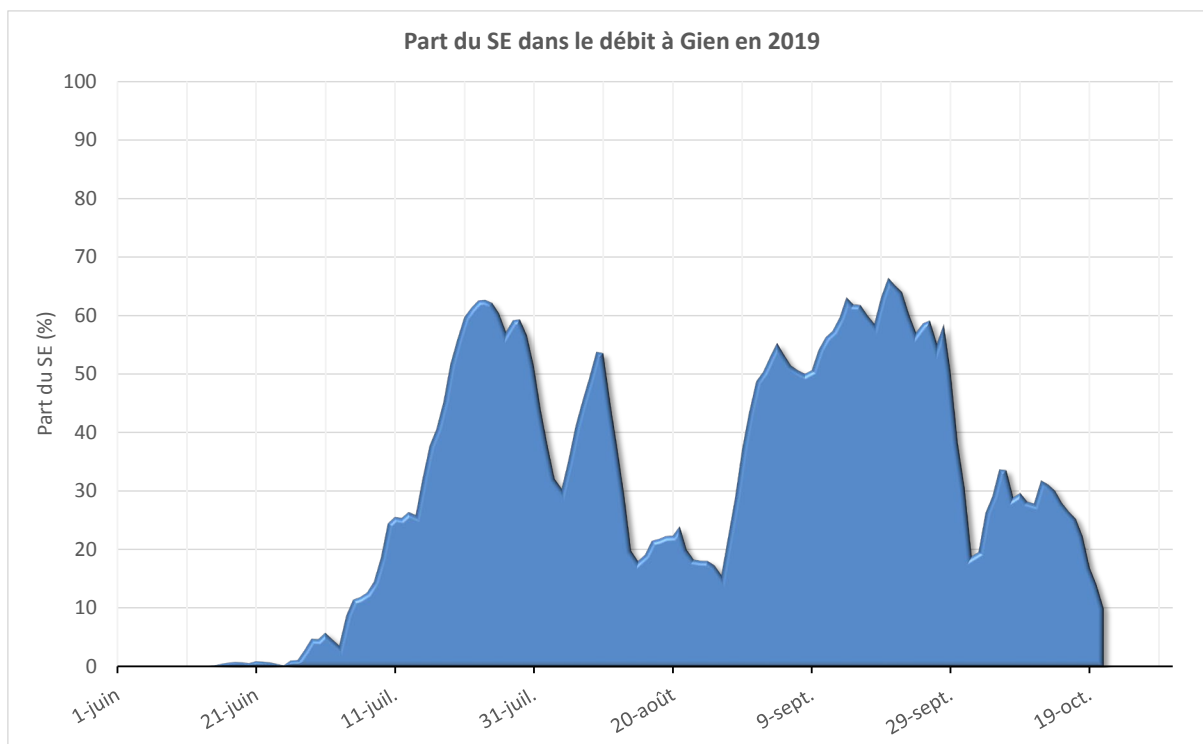


Figure 41 : Décomposition des débits en 2019 à la station de Gien



*Figure 42 : Part du soutien d'étiage dans le débit à Gien en 2019*

A Montjean-sur-Loire (cf. figures 43 et 44), le soutien d'étiage participe au maximum à un peu plus de 30 % du débit mesuré, les autres principaux apports correspondant par ordre d'importance :

- aux apports de la Vienne ;
- aux apports de la Maine ;
- aux apports du bassin intermédiaires de la Loire et de l'Allier en amont de Gien ;
- aux apports de la Loire amont.

### Décomposition des débits 2019 à Montjean-sur-Loire

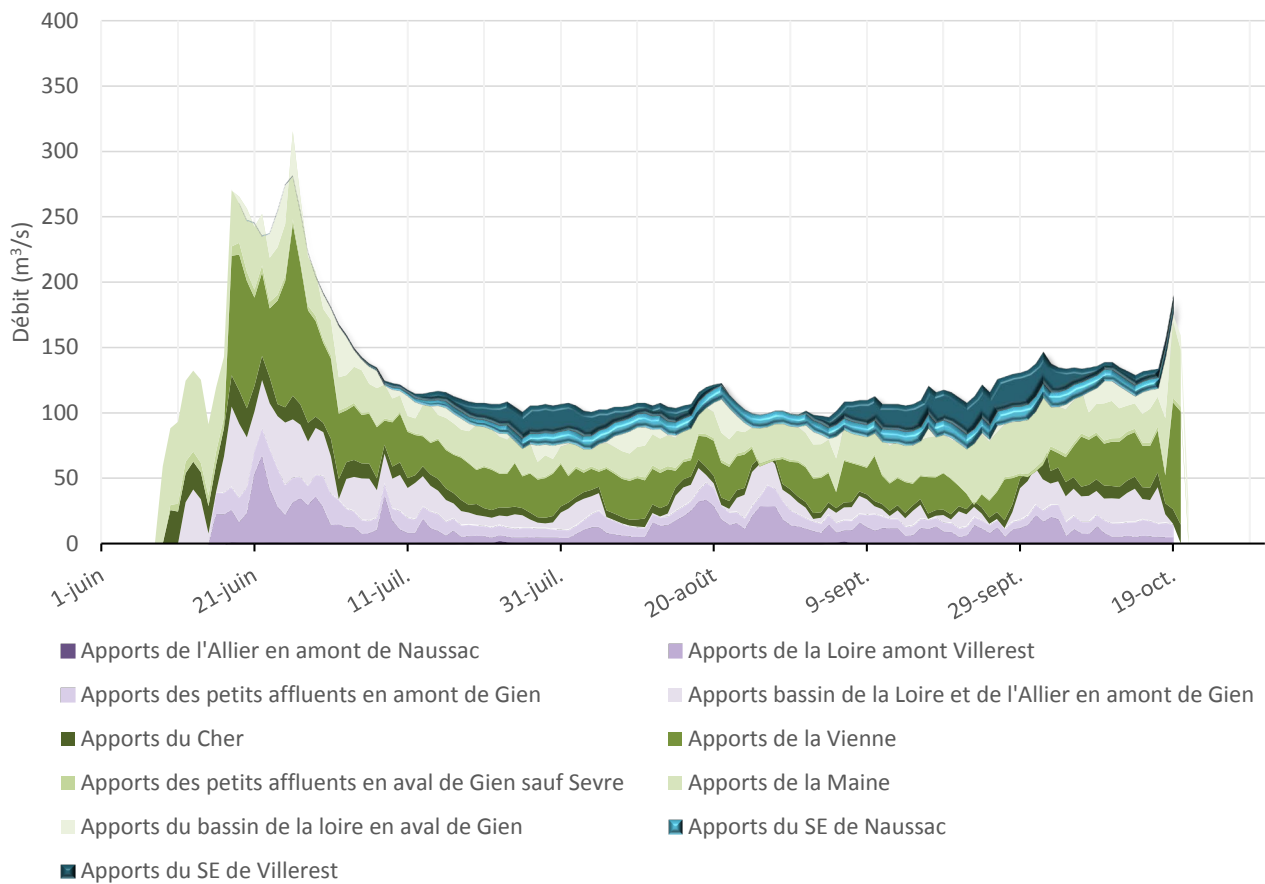


Figure 43 : Décomposition des débits en 2019 à la station de Montjean-sur-Loire

### Part du SE dans le débit à Montjean-sur-Loire en 2019

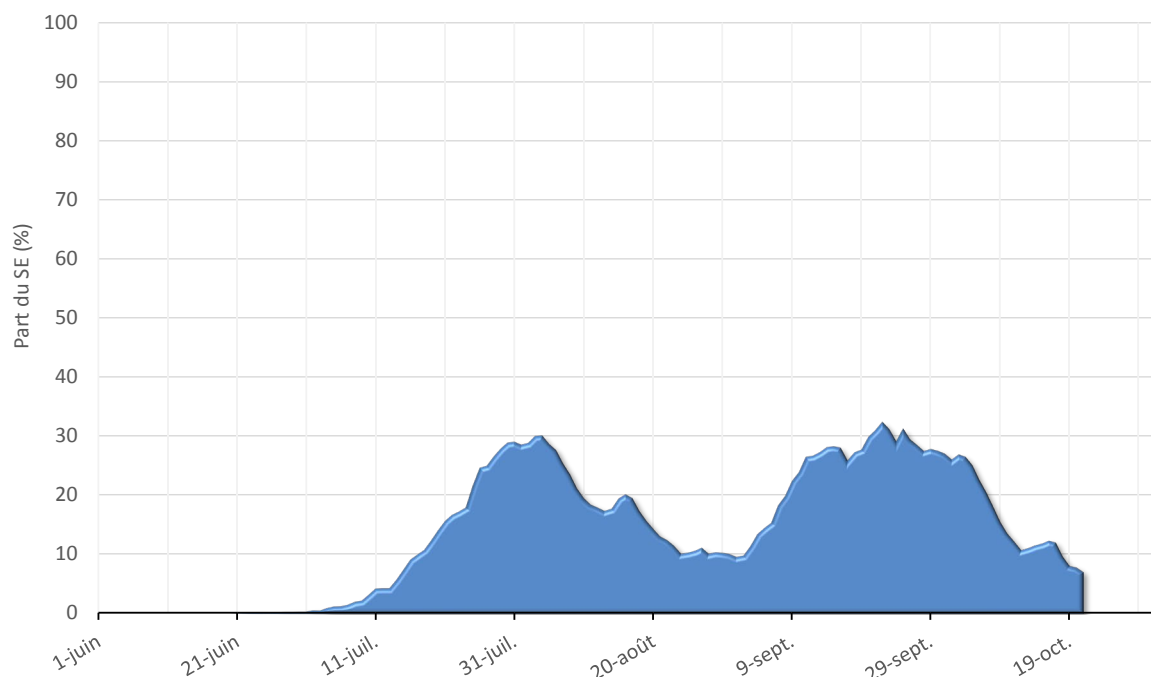
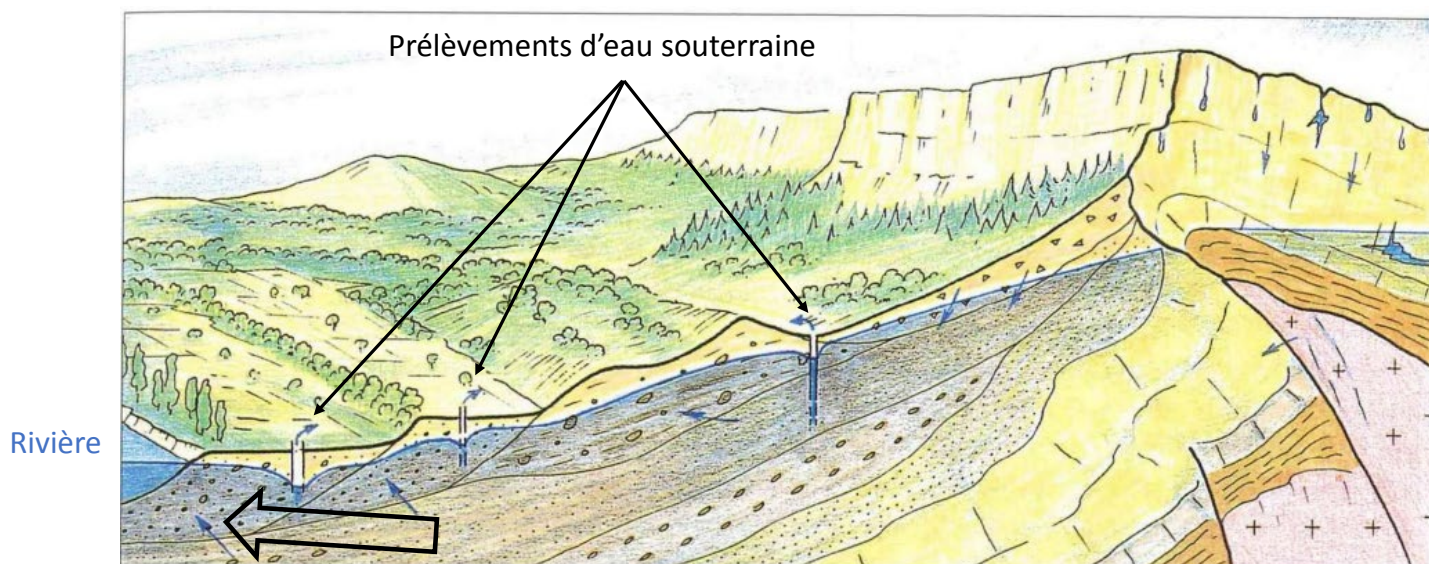


Figure 44 : Part du soutien d'étiage dans le débit à Montjean-sur-Loire en 2019

## 7.2. Impact hydrologique des prélèvements

Pour chacun des usages, il est important de différencier les prélèvements de la consommation nette (cf. paragraphe 6.1), mais aussi la ressource sollicitée. Il est ainsi possible de distinguer 2 niveaux d'effets :

- l'impact quantitatif d'un prélèvement va être tamponné par le rejet lié à ce même usage quand ce dernier existe. Par exemple un prélèvement pour de l'irrigation va servir à la production de biomasse qui sera ensuite récoltée et va donc sortir en totalité de l'hydrosystème. On parlera donc d'une consommation nette de 100 %. A l'inverse, pour un prélèvement d'eau potable, la plupart de l'eau consommée est ensuite restituée au milieu naturel par le biais des stations d'épuration. La consommation nette est alors estimée à environ 8 %. De même l'eau prélevée pour un usage industriel va être en majeure partie restituée au milieu naturel après traitement, à l'issue de son utilisation sanitaire ou de process. La consommation est alors estimée à environ 10 % du prélèvement (cf. paragraphe 6.1.7) ;
- une consommation nette issue d'un prélèvement en eau superficielle va avoir un impact total et direct sur le débit du cours d'eau. C'est-à-dire que 1 m<sup>3</sup>/s consommé à partir d'un prélèvement en eau superficielle va avoir un impact instantané sur le débit du cours d'eau de 1 m<sup>3</sup>/s (100 % du débit consommé). A l'inverse un prélèvement dans un niveau aquifère (nappe) va entraîner une baisse locale de niveau (niveau « piézométrique ») qui sera compensée par les apports du stock en eau souterraine. Ce déficit de stock limitera en période d'étiage les apports de la nappe au cours d'eau de façon indirecte et déphasée dans le temps (cf. figure 45). L'impact d'un prélèvement en eau souterraine au débit du cours d'eau sera donc « directement » moindre que pour un prélèvement en eau superficielle. Il est cependant important de garder à l'esprit qu'à terme les deux ensembles étant intimement liés tout déficit dans l'un des compartiments entraînera un effet plus ou moins conséquent sur le second. A l'échelle du bassin de la Loire, les données permettant l'identification et la localisation de chaque point de prélèvement en fonction de son usage, de sa ressource ainsi que la caractérisation détaillée de cette ressource (paramètres hydrodynamiques de nappe) ne sont pas disponibles. Leur détermination nécessitant un travail colossal, une estimation à dire d'expert d'un effet amorti de 50 % de l'impact d'un prélèvement en nappe (tout aquifère confondu) par rapport à un prélèvement en rivière a été prise en compte. La nécessité de ce coefficient s'explique par la présence de prélèvements dans les sous-bassins réalimentés, hors système alluvial et parfois sur des ressources peu connectées à ce dernier. Il s'agit de plus d'une estimation approximative, mais prudente, de possibles impacts à court terme de ces prélèvements.



Impacts des prélèvements sur la rivière  
atténués et différés dans le temps

Figure 45 : Impacts des prélèvements en eau souterraines sur le débit de la rivière (BRGM, modifié)

Ainsi lors du travail de naturalisation des débits, les effets des différents usages préleveurs sont les suivants :

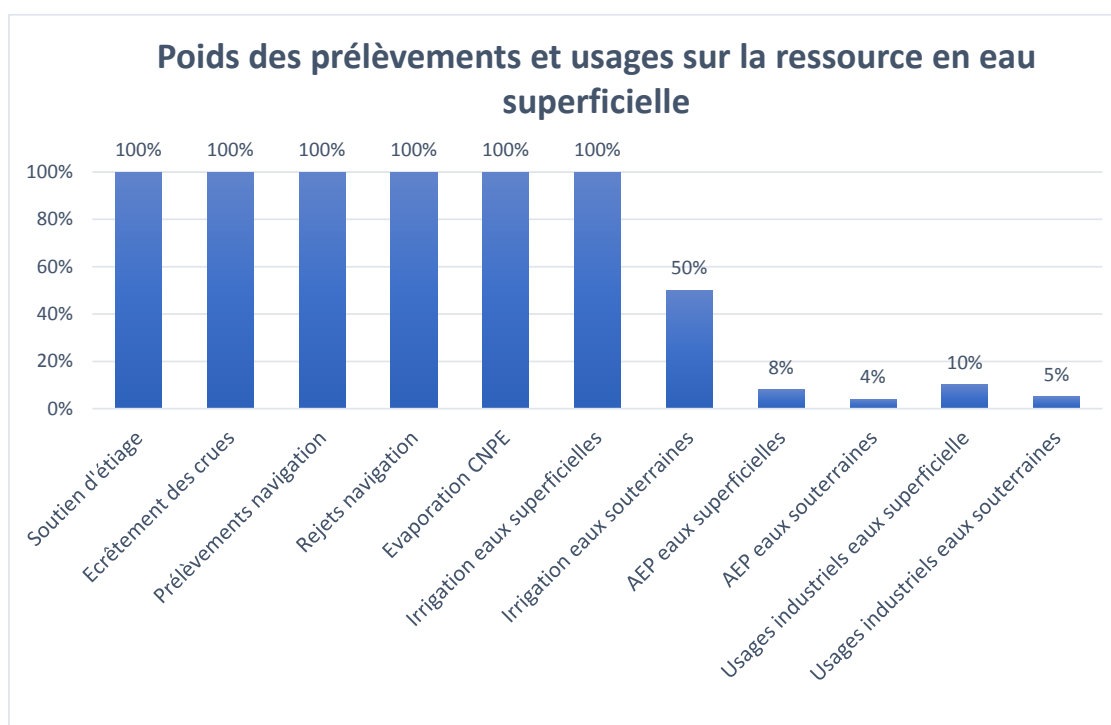


Figure 46 : Poids des prélèvements et usages sur la ressource en eau superficielle

## 7.3. Les débits pseudo-naturels reconstitués

### 7.3.1. Le principe

La naturalisation des débits a été réalisée sur certains points préalablement déterminés (cf. figure 47). Il s'agit généralement de points nodaux, c'est-à-dire de points de mesure disposant de nombreuses données de débit, présentant pour certains un objectif de soutien d'étiage et servant de référence pour la gestion quantitative (conformément aux arrêtés cadres préfectoraux notamment). Il s'agit des stations de mesure de :

- l'Allier à Vic-le-Comte point nodal servant de référence pour l'arrêté cadre du Puy-de-Dôme du 22 juillet 2013 ;
- l'Allier à Cuffy, point nodal situé juste avant la confluence avec la Loire et donc représentatif de l'ensemble de la branche Allier ;
- la Loire à Nevers, point de mesure qui n'est pas un point nodal mais situé juste avant la confluence avec l'Allier et donc représentatif de la branche Loire ;
- la Loire à Gien, point nodal situé au centre du bassin et servant de référence à la fois pour l'arrêté cadre du Loiret du 27 mai 2020, et pour le canevas des mesures susceptibles d'être prescrites sur les bassins de la Loire et de l'Allier modifié le 9 juillet 2020 ;
- la Loire à Montjean-sur-Loire, point nodal et point de mesure le plus en aval du bassin non influencé par les phénomènes de marée et servant de référence pour les arrêtés cadres de Loire-Atlantique du 29 mai 2020 et du Maine-et-Loire du 16 juillet 2020.

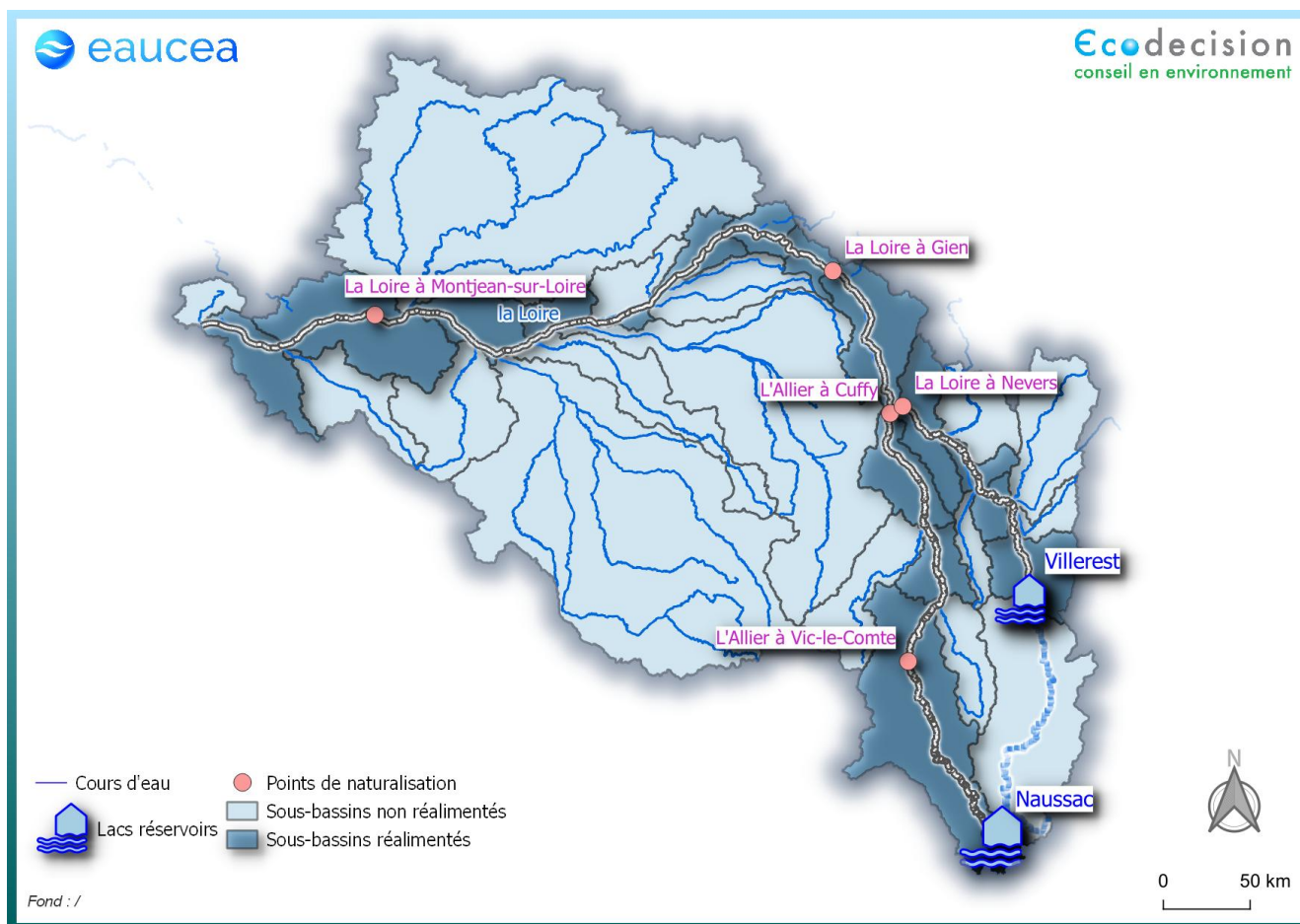
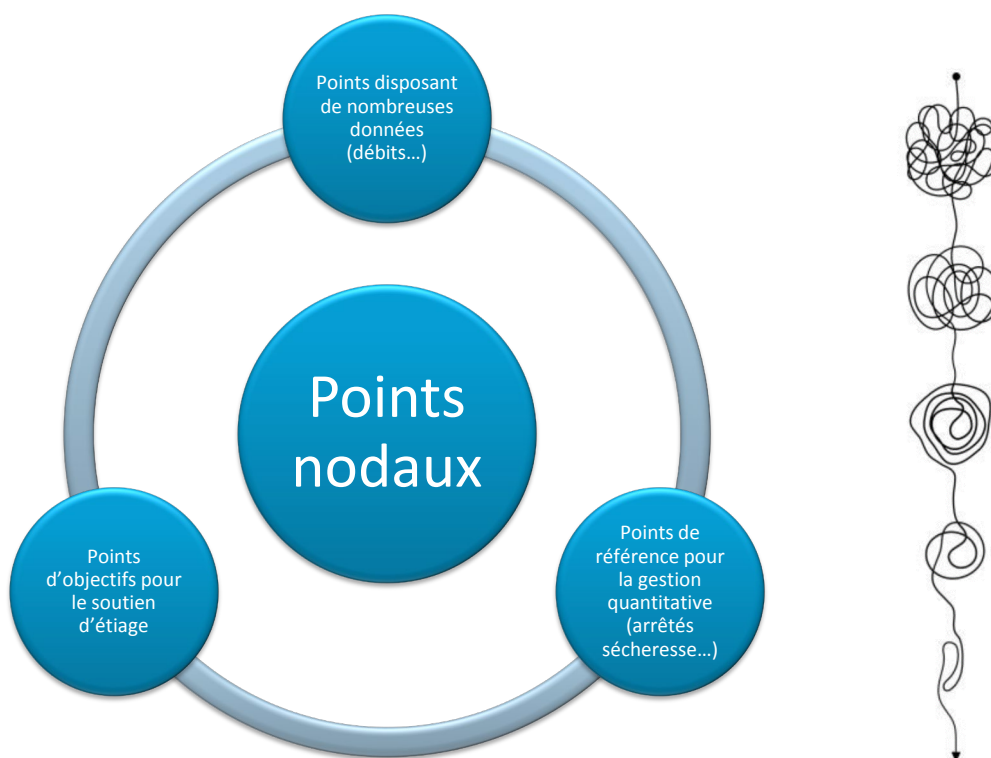


Figure 47 : Localisation des points de naturalisation des débits

L'objectif de la naturalisation est de « détricoter » (cf. figure 48) le débit mesuré en le désinfluençant des impacts des usages préalablement identifiés et quantifiés dans les paragraphes précédents. Ce travail permet notamment :

- une compréhension fine du fonctionnement de l'hydrosystème en un point donné ;
- l'évaluation de l'impact de chacun des usages sur la ressource en eau superficielle ainsi que leurs poids relatifs et de leur temporalité ;
- une vision théorique du débit naturel du cours d'eau appelé « débit pseudo-naturel reconstitué » ;



*Figure 48 : Où et pourquoi la naturalisation des débits*

Les débits « pseudo-naturels reconstitués » sont déterminés à partir des débits mesurés auxquels sont, pour l'ensemble des sous-bassins réalimentés situés à l'amont de ce point de mesure (cf. figures 49 et 50) :

- soustraits les apports anthropiques (soutien d'étiage, apports de canaux) ;
- ajoutés les différents prélèvements (consommations agricoles, pour l'alimentation en eau potable, industrielle, prélèvements de canaux).

# Naturalisation des débits

Comment ?

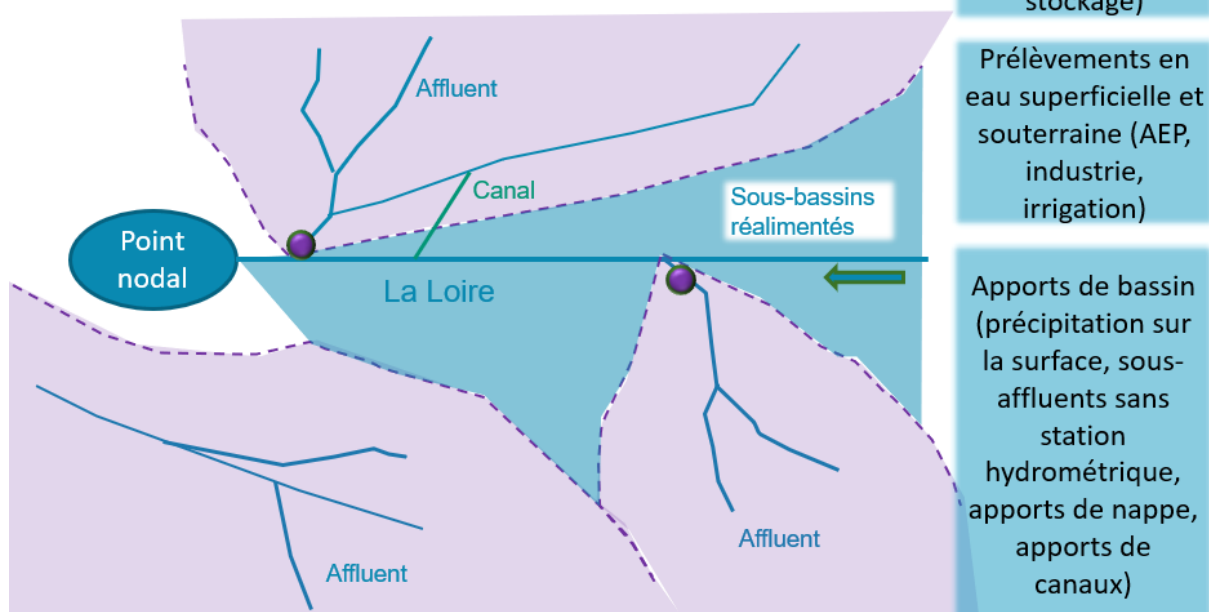


Figure 49 : La naturalisation des débits et les sous-bassins réalimentés

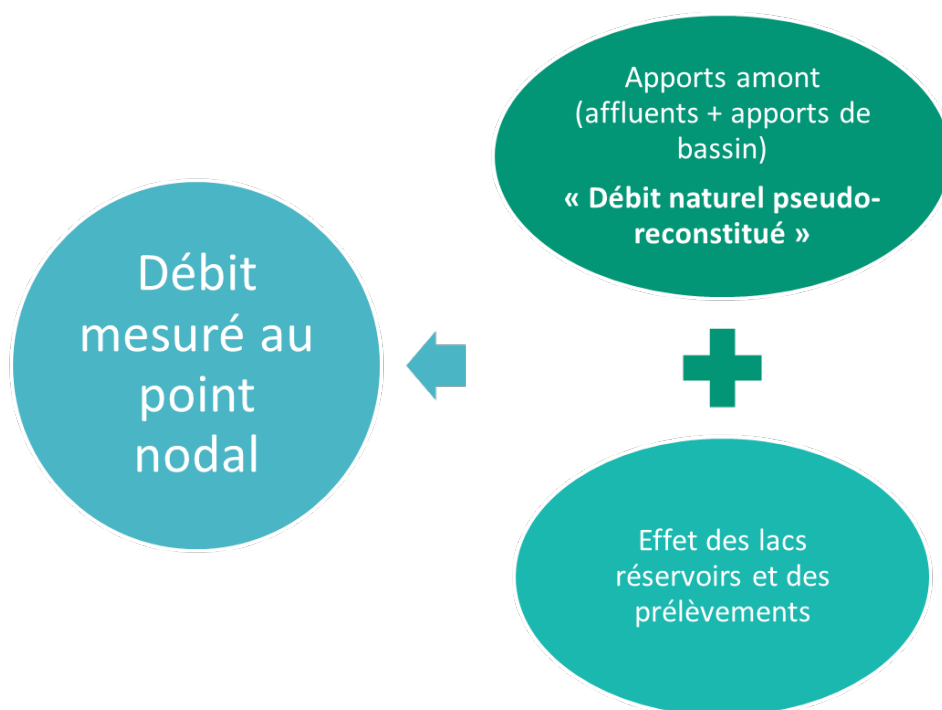


Figure 50 : Principe de décomposition du débit mesuré

### 7.3.2. Les résultats

Les graphiques des figures suivantes présentent les résultats de naturalisation des débits. Les débits mesurés sont représentés en bleu et les débits pseudo-naturels reconstitués en orange. Les apports et les prélèvements correspondent aux histogrammes et sont affichés positivement pour les apports et négativement pour les prélèvements, sur le même axe des ordonnées afin d'en apprécier facilement les poids relatifs sur les débits.

Pour le point nodal de **Vic-le-Comte sur l'Allier** (cf. figure 51) ce type d'analyse montre :

- une pression d'irrigation (histogramme vert) relativement importante par rapport aux débits pseudo-naturels reconstitués du cours d'eau (courbe orange) et s'exprimant dès début juillet ;
- une très faible pression liée aux autres usages ;
- des débits naturels reconstitués très faibles durant toute la période estivale pour atteindre une valeur proche de 0 autour du 21 septembre ;
- un poids importants des lâchers de soutien d'été du réservoir de Naussac (bleu foncé) dans le débit mesuré du cours d'eau (jusqu'à 100 % du débit mesuré) qui compense l'ensemble des usages et vient se « surimposer » au débit naturel permettant ainsi la tenue des objectifs.

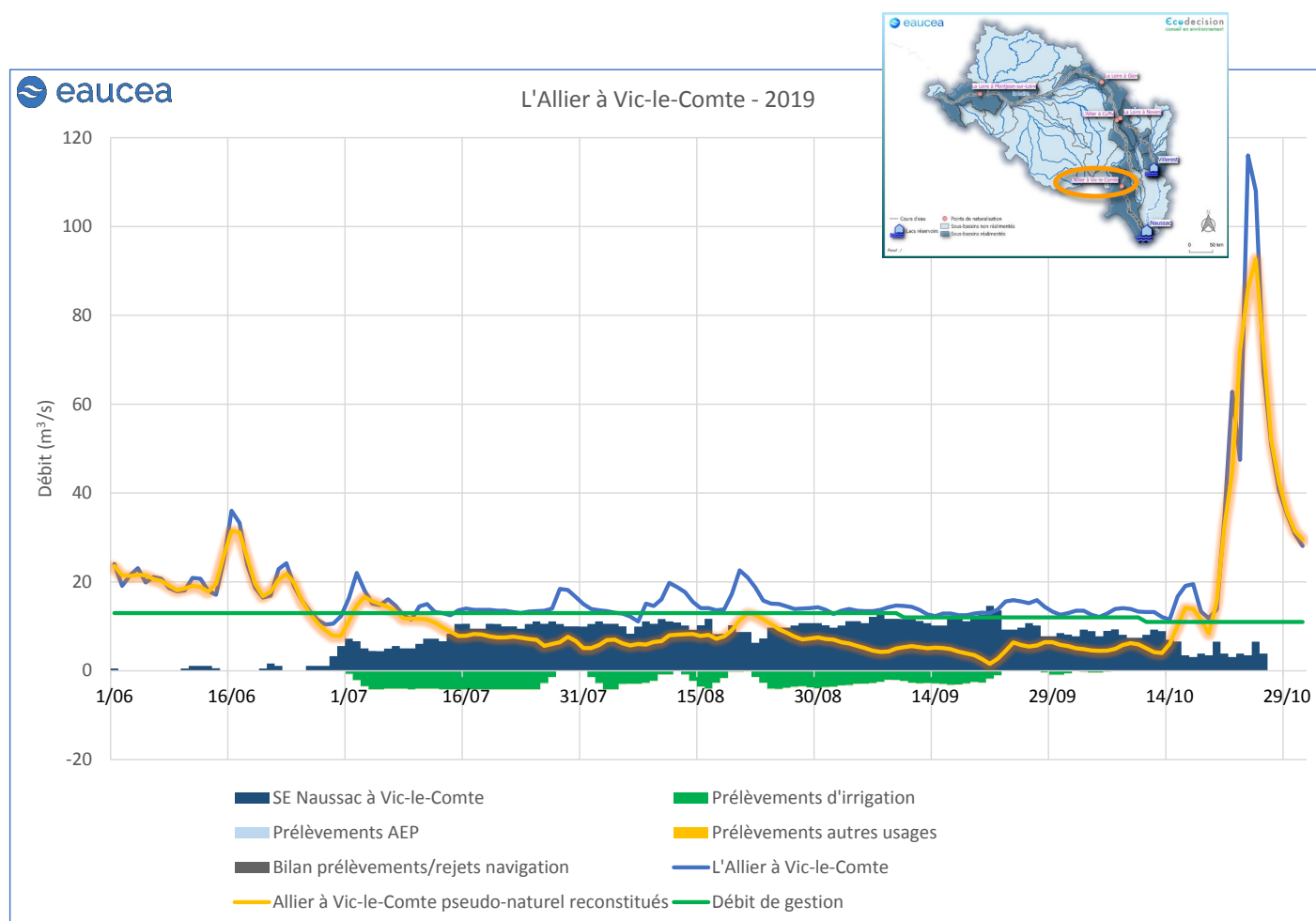


Figure 51 : Débits pseudo-naturels reconstitués au niveau de l'Allier à Vic-le-Comte

Plus en aval au niveau **sur l'axe Allier, au niveau de la station de Cuffy** (cf. figure 52) située juste avant la confluence avec la Loire :

- la différence entre les débits mesurés et les débits pseudo-naturels reconstitués est plus faible. Les apports des différents affluents et la productivité du bassin intermédiaire viennent s'ajouter aux débits naturels de Vic-le-Comte ;
- pour ce point et donc sur l'ensemble de l'axe Allier, les lâchers de soutien d'étiage viennent compenser la pression de prélèvement majoritairement due à l'irrigation et se surimposer aux débits naturels, permettant ainsi des débits mesurés plus élevés que les débits pseudo-naturels reconstitués ;
- une pression liée à des prélèvements de canaux (alimentation du canal de la Loire) vient aussi s'ajouter à la pression d'irrigation pour ce point de mesure ;

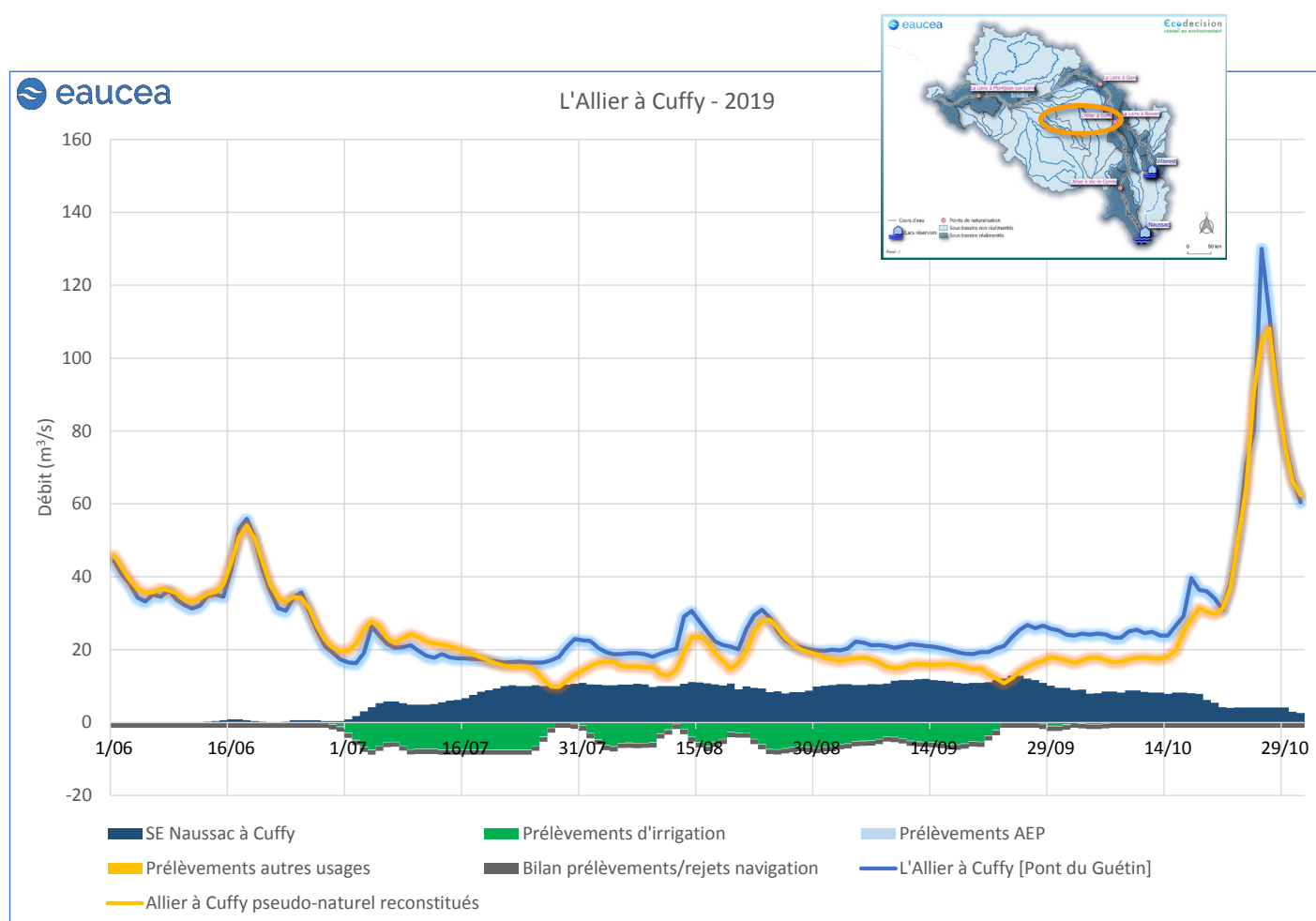


Figure 52 : Débits pseudo-naturels reconstitués au niveau de l'Allier à Cuffy

Coté **axe Loire**, au **niveau de point de mesure de Nevers** (cf. figure 53), situé juste avant la confluence avec l'Allier et donc représentatif de la branche Loire amont, le graphique permet d'observer :

- de faibles impacts de l'irrigation ;
- des impacts importants des prélèvements de canaux (alimentation du canal de la Loire) ;
- une hydrométrie fortement dépendante de la gestion du barrage de Villereest. Jusqu'à début juillet les débits naturels sont du même ordre de grandeur que les débits mesurés. Les apports du soutien d'étiage viennent ensuite s'ajouter aux débits naturels et compenser les prélèvements jusqu'à fin juillet ;
- le stockage des apports importants du bassin amont durant les trois premières semaines d'août entraînent un maintien des débits mesurés à des niveaux stables et bien inférieurs aux débits naturels mais a aussi permis la recharge du stock disponible pour le soutien d'étiage de la fin de saison (cf. figure 36) ;
- de la troisième semaine d'août et jusqu'à la mi-octobre les lâchers de soutien d'étiage viennent de nouveau d'ajouter aux débits naturels et compenser les usages jusqu'à la remontée naturelle des débits mi-octobre.

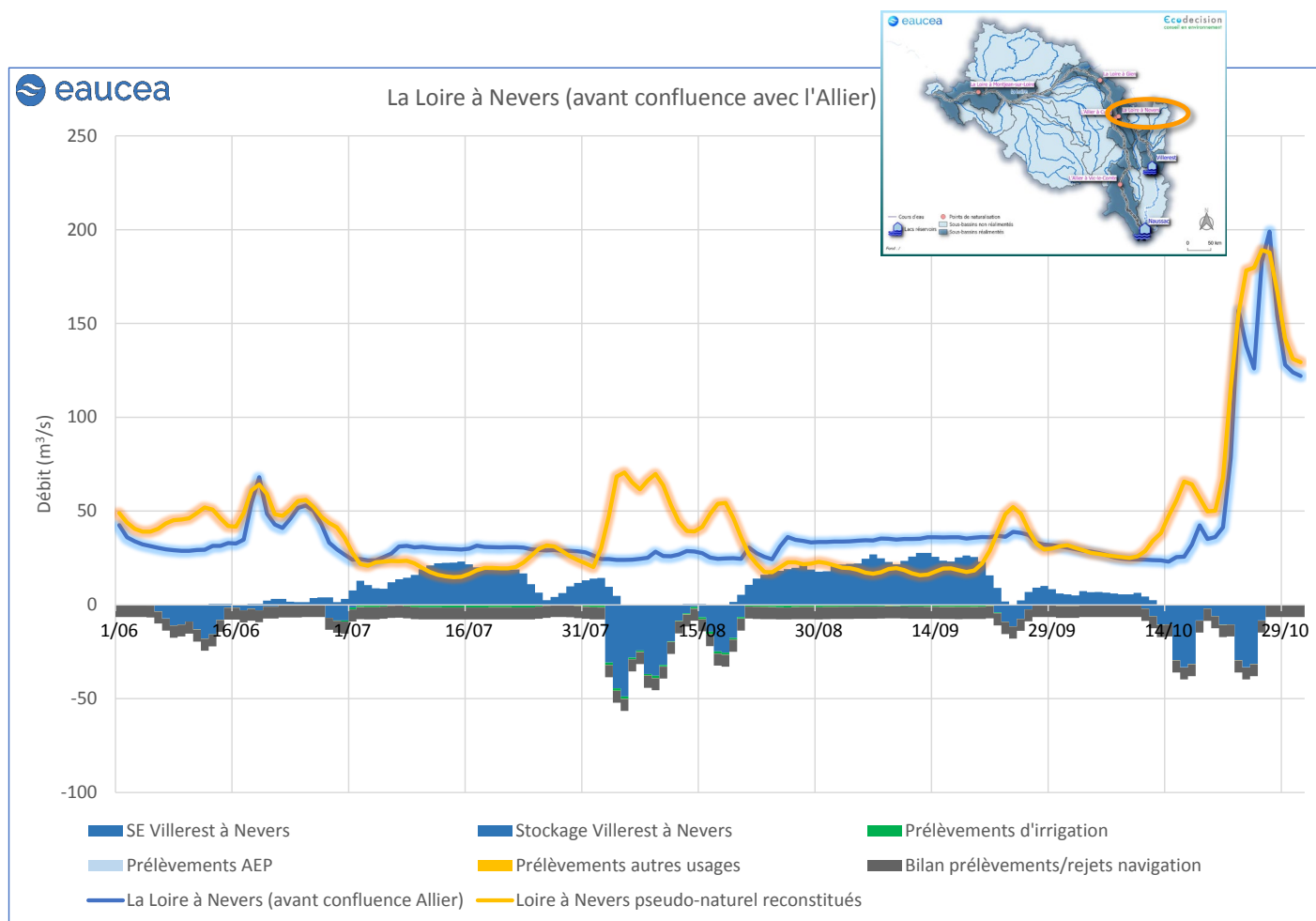


Figure 53 : Débits pseudo-naturels reconstitués au niveau de la Loire à Nevers

Pour le point nodal de **Gien** (cf. figure 54) situé en partie centrale du bassin, cette analyse permet de mettre en évidence :

- des débits naturels reconstitués bien plus faibles que les débits mesurés de mi-juillet à début août et de début septembre à début octobre. Durant ces périodes les lâchers en provenance des lacs-réservoirs sont plus importants que la pression des prélèvements sur la ressource, d'où une « surimposition » du soutien d'étiage aux débits naturels ;
- des débits naturels reconstitués plus élevés que les débits mesurés de début août à début septembre. Le stockage en cas de crue réalisé sur le lac réservoir de Villerest atténue les débits mesurés par rapport aux débits naturels. Un déphasage temporel et une atténuation du signal du fait de la distance avec le lac-réservoir de Villerest est aussi prise en compte ;
- un impact de la gestion des lacs réservoirs important comparativement aux autres usages ;
- une pression des prélèvements pour l'irrigation issue du cumul de la pression des axes Allier, Loire amont et du bassin intermédiaire, élevée relativement aux autres usages durant sa période d'expression, de début juillet à mi-septembre ;
- par rapport aux stations de Nevers et Cuffy, un équilibre quantitatif des prélèvements/rejets des canaux pour une pression nulle au niveau de ce point de mesure, car les volumes prélevés en amont sont restitués en aval du canal latéral aux environs de Briare.

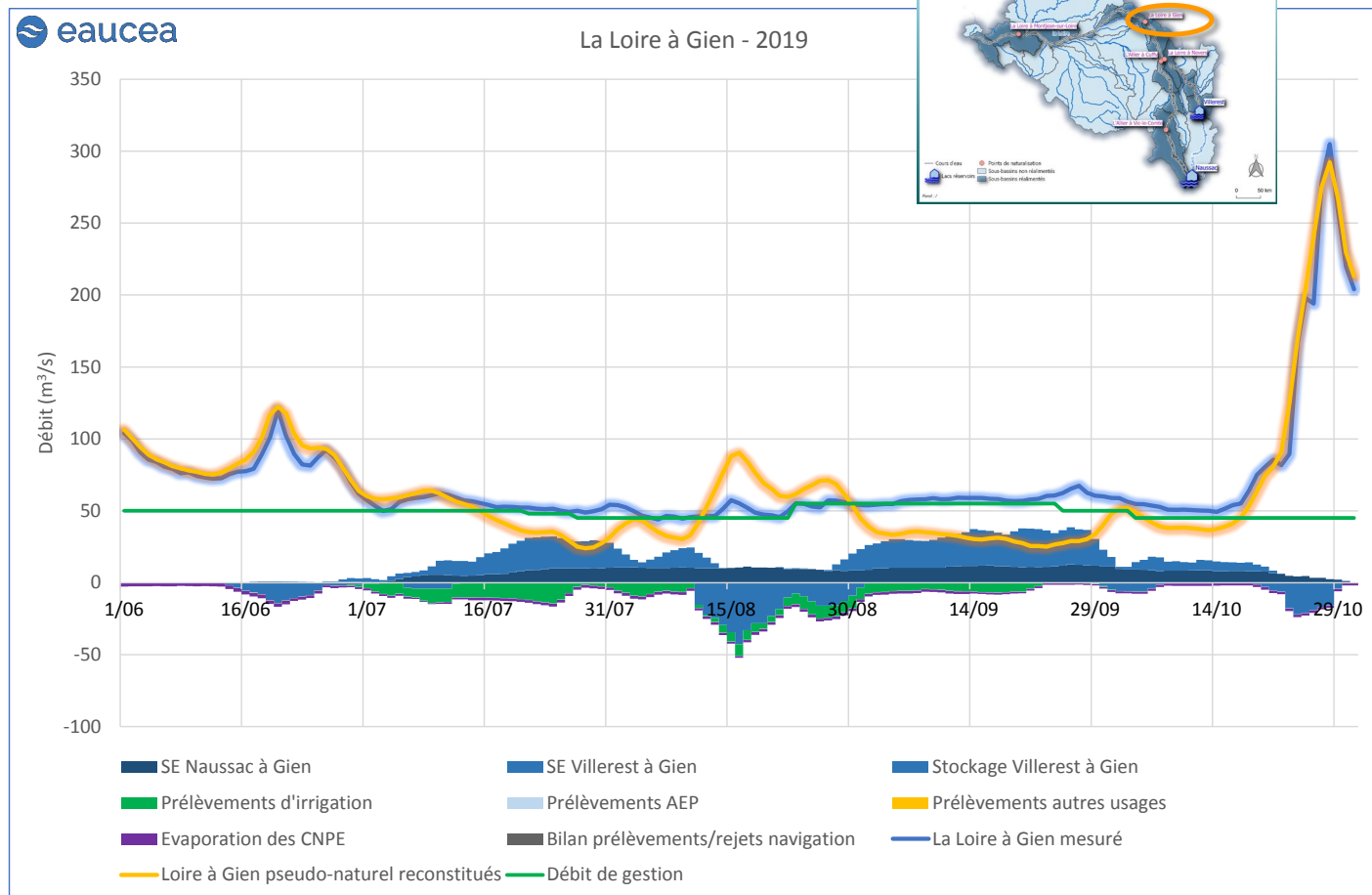


Figure 54 : Débits pseudo-naturels reconstitués au niveau de la Loire à Gien

La station de Gien présentant une importance majeure pour la gestion de l'axe Loire, le diagnostic est complété par le graphique suivant (cf. Figure 55), qui illustre les différences entre le débit naturel reconstitué (tracé orange), le débit naturel reconstitué impacté uniquement des prélèvements sans effet des lacs réservoirs (fond orange plein) et les apports du soutien d'étiage (en bleu). Il apparaît ainsi que, sans lâchers de soutien d'étiage et avec expression de la totalité des usages, les débits à Gien auraient atteint un peu moins de 20 m<sup>3</sup>/s autour de mi-juillet et de la 3<sup>ème</sup> semaine de septembre. C'est-à-dire que les débits écoulés seraient restés durant plusieurs semaines bien inférieurs au débit de crise (jusqu'à atteindre plus de 20 m<sup>3</sup>/s sous ce seuil).

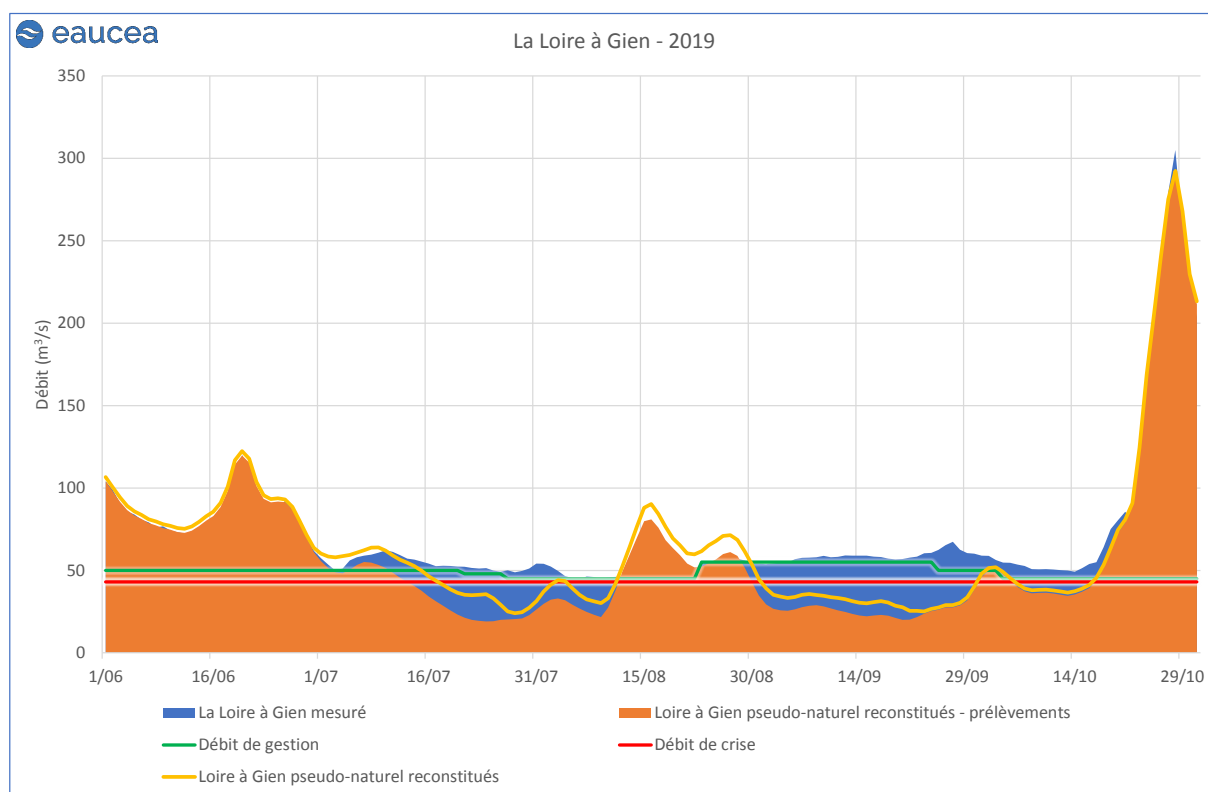
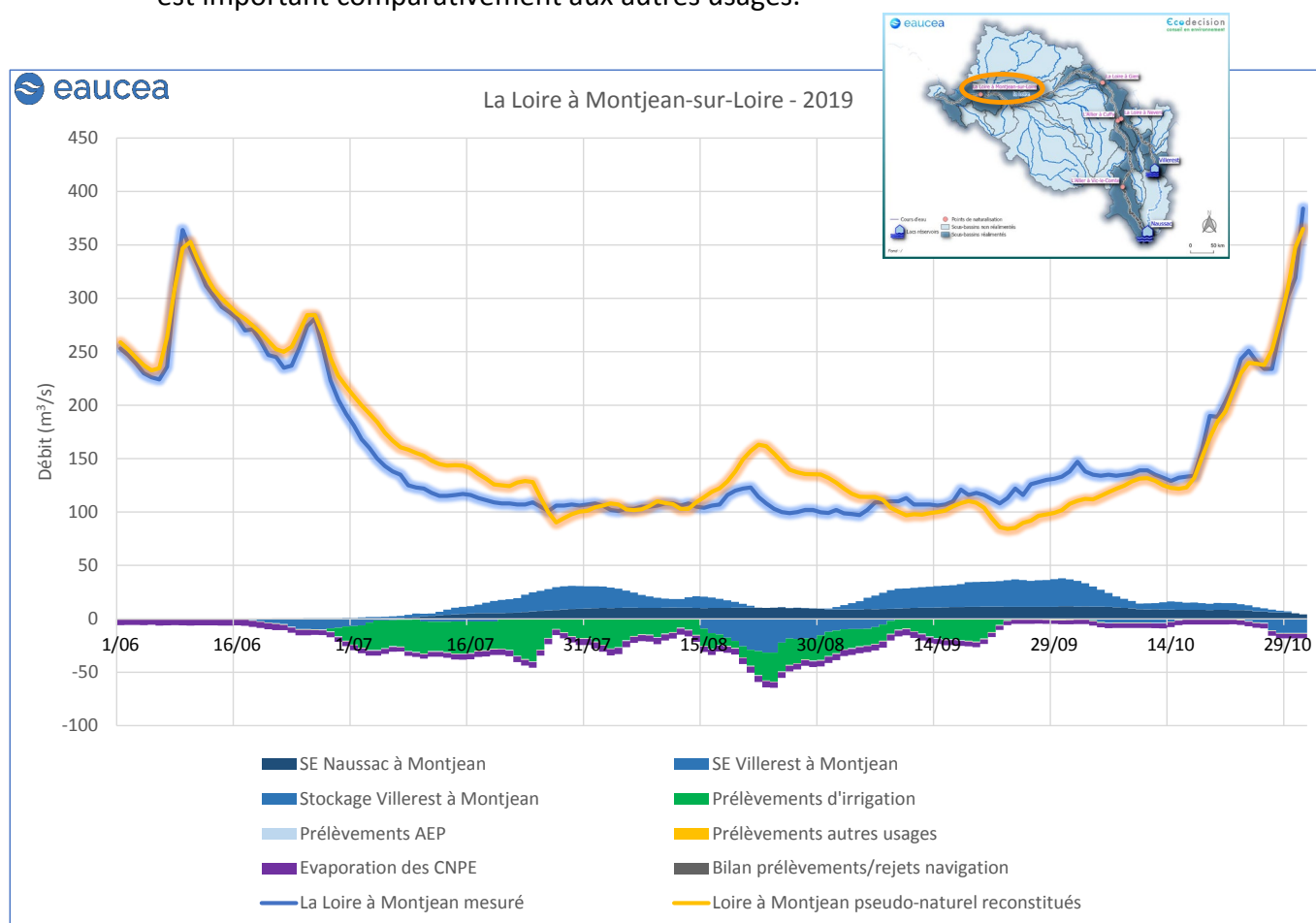


Figure 55 : Effet du soutien d'étiage au niveau de la Loire à Gien

La station de mesure de **Montjean-sur-Loire** (cf. figure 56). Au niveau de ce point nodal il est possible d'observer :

- des débits mesurés plus faibles que les débits naturalisés durant les 3 premières semaines de juillet. Les besoins pour l'irrigation sont importants dès début juillet. Cependant les débits élevés en amont, au niveau des points de gestion, n'ont nécessité un soutien d'étiage important (Villerest notamment) qu'à partir de la mi-juillet auquel s'ajoutent respectivement 6 et 10 jours de temps de transfert entre Montjean-sur-Loire et les lacs réservoirs de Naussac et de Villerest ;
- de la dernière semaine de juillet à la mi-août, les débits mesurés sont équivalents aux débits naturels reconstitués, le soutien d'étiage compense les usages sur l'ensemble du bassin amont ;
- de mi-août à mi-septembre, le stockage de Villerest impacte les débits mesurés qui sont inférieurs aux débits naturels reconstitués ;
- de mi-septembre à mi-octobre, les débits naturels reconstitués sont inférieurs aux débits mesurés, les effets du soutien d'étiage se faisant sentir avec un décalage temporel et un effet de lissage par rapport à l'amont du bassin ;
- l'impact des prélèvements est du même ordre de grandeur que les débits de soutien d'étiage d'où un certain équilibre entre les débits mesurés et les débits naturels reconstitués à l'aval du bassin ;
- l'impact des prélèvements d'irrigation sur l'ensemble du bassin, en période d'étiage est important comparativement aux autres usages.



Le tableau ci-dessous rend compte du rôle qu'ont exercé les apports des barrages de Naussac et de Villerest pour l'étiage 2019. Ainsi la part maximale du soutien d'étiage depuis Naussac sur les débits mesurés aux différentes stations est comprise entre 11 % à Montjean-sur-Loire et jusqu'à 100 % du débit du cours d'eau au niveau de Vic-le-Comte. C'est-à-dire par exemple que le 21 septembre, l'impact calculé des lâchers de Naussac à Vic-le-Comte était de 14,6 m<sup>3</sup>/s pour un débit mesuré de 13 m<sup>3</sup>/s. Ainsi les lâchers compensaient la pression de prélèvement calculée à 1,6 m<sup>3</sup>/s et participaient au débit mesuré du cours d'eau à hauteur de 100 %.

|                                                           | Station                                              | Vic-le-Comte | Cuffy | Nevers | Gien | Montjean-sur-Loire |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------|-------|--------|------|--------------------|
| <b>Avec soutien d'étiage</b>                              | Q min mesuré (m <sup>3</sup> /s)                     | 10,4         | 16,3  | 23,1   | 44   | 97                 |
| <b>Sans soutien d'étiage</b>                              | Q min pseudo-naturel reconstitué (m <sup>3</sup> /s) | 1,6          | 9,7   | 14,8   | 24   | 84                 |
| <b>Apport maximum du soutien d'étiage au débit mesuré</b> | Apport Naussac                                       | 100 %        | 62 %  |        | 24 % | 11 %               |
|                                                           | Apport Villerest                                     |              |       | 78 %   | 47 % | 22 %               |
|                                                           | Apport total                                         | 100 %        | 62 %  | 78 %   | 66 % | 33 %               |

*Tableau 9 : Apport du soutien d'étiage au niveau des points de calcul du débit pseudo-naturel reconstitué*

## 8. L'ESTUAIRE DE LA LOIRE

La naturalisation permet également de quantifier le rôle du soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et de Villereest jusqu'à l'estuaire. Le graphique suivant, similaire à celui déjà présenté pour le point de Gien, illustre à Montjean-sur-Loire les différences entre le débit naturel reconstitué (tracé orange), le débit naturel reconstitué impacté uniquement des prélèvements sans effet des lacs réservoirs (fond orange plein) et les apports du soutien d'étiage (en bleu). Il apparaît ainsi que sans lâchers de soutien d'étiage et avec expression de la totalité des usages, les débits à l'aval du bassin et au niveau de l'estuaire auraient atteint des valeurs de près de 75 m<sup>3</sup>/s fin juillet puis de nouveau vers la mi-août. C'est-à-dire que les débits écoulés seraient restés durant plusieurs semaines bien inférieurs au seuil d'alerte (jusqu'à atteindre près de 25 m<sup>3</sup>/s sous ce seuil).

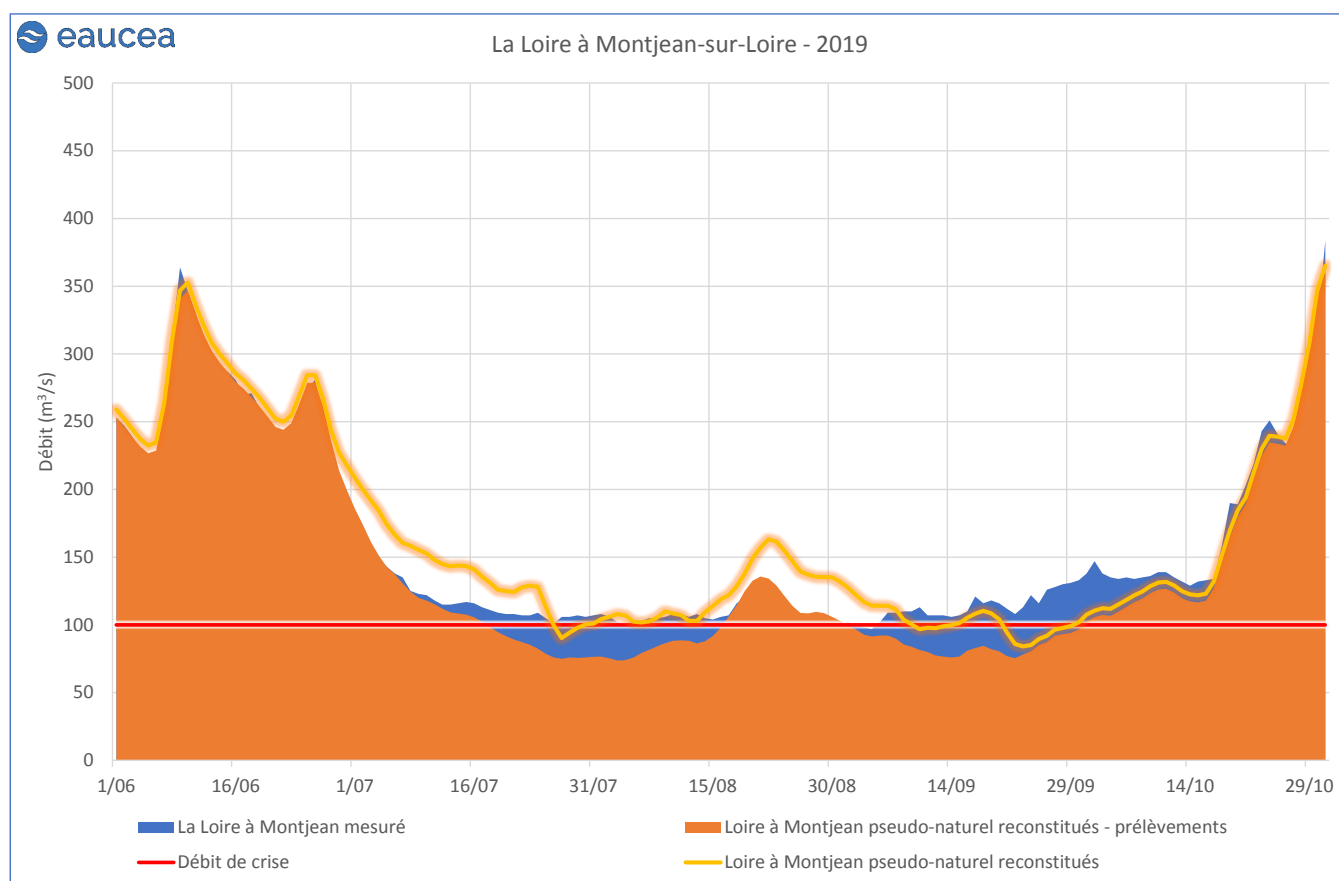


Figure 57 : Effet du soutien d'étiage peu avant l'estuaire de la Loire

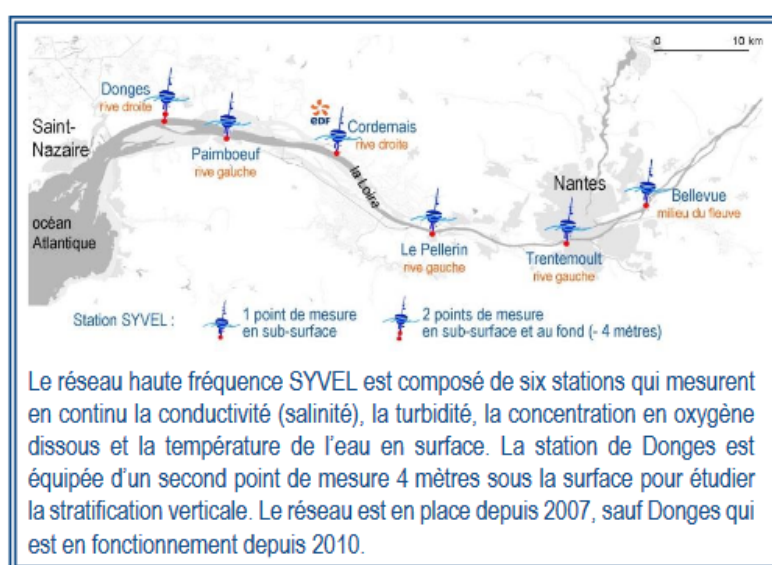
Le positionnement actuel du bouchon vaseux est le résultat d'un équilibre dynamique complexe fortement dépendant de la gestion des barrages, que ce soit par le stockage lors de crue ou par les lâchers de soutien d'étiage.

Une charge en eau douce très faible pendant de longues périodes est susceptible de favoriser la remontée du bouchon vaseux pouvant entraîner d'importants problèmes d'usages de l'eau à proximité de l'estuaire.

En 2019, Nantes Métropole a été contrainte d'interrompre la prise d'eau de Mauves-sur-Loire, alimentant l'usine de production d'eau potable de la Roche, par intermittence (pendant quelques heures – 4/5 h) pour cause de trop forte turbidité liée à la présence du bouchon vaseux. Toutefois, les stockages ont permis de maintenir la distribution depuis l'usine de la Roche. Cela interpelle sur la sécurisation de l'alimentation en eau potable du département de Loire-Atlantique, dont 50 % provient de la prise d'eau de Mauves-sur-Loire, pour des durées plus longues d'interruption en cas de remontée et persistance du bouchon vaseux.

A noter qu'à l'inverse, en cas de crue, le stockage du lac réservoir de Villerest limite les débits à l'aval et ainsi l'effet de chasse du bouchon vaseux.

Les données de turbidité au niveau de l'estuaire pour cet étiage remarquable sont en cours de traitement et d'analyse par le GIP Loire.



Les coefficients de marée utilisés dans les analyses sont fournis par le SHOM, à Saint-Nazaire. Les débits de la Loire sont fournis par la DREAL des Pays de la Loire, à la station fluviale de référence de Montjean-sur-Loire à 117 km de Saint-Nazaire.

Trois phénomènes sont suivis :

- **le bouchon vaseux** : zone où la concentration en matières en suspension (MES) dépasse 1 g/l ;
- **la zone d'hypoxie** : zone où la concentration en oxygène dissous descend en deçà de 5 mg/l ;
- **le front de salinité** : limite de la salure des eaux à 1 g/l.

Le réseau SYVEL est en cours d'évolution (vétusté du matériel, évolution technologique). Les stations MAREL (Trentemoult, Le Pellerin, Paimboeuf, Donges) sont remplacées par des sondes multi-paramètres SAMBAT entre 2018 et 2020. Les analyses présentées ci-dessous prennent en compte uniquement les données des stations MAREL.

Figure 58 : Réseau de suivi SYVEL au niveau de l'estuaire de la Loire (GIP Loire)

## 9. L'IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE

---

### 9.1. Sensibilité des usages aux étiages

Chaque usage a sa propre sensibilité aux étiages. Tout d'abord, il existe des mesures de restriction des prélèvements et parfois des rejets (respect des taux de dilution des rejets d'effluents par exemple) en fonction des conditions hydrologiques. Mais d'autres critères de vulnérabilité peuvent intervenir comme le niveau d'eau pour la navigation, ou la qualité de l'eau pour la baignade.

Ensuite, les conséquences des restrictions peuvent être variables en fonction du niveau de la contrainte : restriction d'usages « secondaires » ou baisse de production, voire arrêt de certaines activités.

Ces particularités ont été recensées, de façon à évaluer la sensibilité des usages aux étiages, c'est à dire, de qualifier comment les variations hydrologiques sont susceptibles d'impacter chaque usage, qu'il dispose d'un prélèvement ou non, afin de préparer le bilan socio-économique.

#### 9.1.1. Conséquences des restrictions par l'Etat

Chaque département dispose d'un arrêté cadre fixant les mesures de préservation des ressources en eau en période d'étiage.

Cet arrêté définit le champ d'application des mesures, c'est-à-dire les usages concernés, la ou les zone(s) hydrographique(s) concernée(s) ainsi que les mesures de limitation voire de suspension des usages. Pour chaque zone, il définit également une ou plusieurs station(s) de référence(s) associée(s) à des seuils de références.

Dès lors que le franchissement des seuils de références est constaté, et selon les seuils franchis, quatre niveaux de contrainte et mesures associées peuvent s'appliquer :

- Vigilance ;
- Alerte ;
- Alerte renforcée ;
- Crise.

Le constat de franchissement des seuils, déclenchant ou levant les mesures spécifiques à chaque zone concernée, est annoncé par arrêté préfectoral.

Pour les ICPE et IOTA, les mesures et plans de gestion des prélèvements, rejets dans le milieu, de la navigation, etc., prévus et fixés dans les arrêtés d'autorisation, sont déclenchés en conformité aux arrêtés préfectoraux.

Dans la pratique, ce système n'est pas systématique. Des mesures exceptionnelles différant du cadre général pourront être prises. En particulier, pour les CNPE EDF, les mesures de

limitation voire de suspension de l'activité seront le résultat d'un examen au cas par cas et d'une décision conjointe entre l'ASN et le préfet, pour garantir la sécurité et l'équilibre du réseau électrique.

Un certain nombre de mesures de limitation voire de suspension des usages ont ainsi pu être identifiées. Toutefois, la diversité des modalités de déclenchement et de levée des mesures (diversités des stations de références et seuils de références associées) et des échelles d'application (zones hydrographiques), contraint à définir pour cette étude une approche plus globale de façon à qualifier comment les variations hydrologiques sont susceptibles d'impacter chaque usage.

### 9.1.2. Le canevas des mesures

L'approche globale utilisée se base sur l'étude du canevas des mesures coordonnées susceptibles d'être prescrites sur les bassins de la Loire et de l'Allier par le préfet coordonnateur de bassin, dans sa version modifiée le 9 juin 2020 par le Comité de gestion des réservoirs de Naussac et Villerest et des étiages sévères du bassin Loire-Bretagne, dont la stratégie repose sur le suivi en continu des réserves.

Dès que la situation des réserves conduit à une forte probabilité que les objectifs de gestion en vigueur ne puissent pas être tenus, une nouvelle stratégie de gestion est définie. Cette stratégie de gestion du canevas consiste en une adaptation des objectifs de soutien d'étiage en particulier celui de Gien (commun aux deux retenues), combinée, dès que le débit moyen journalier de la Loire mesuré à Gien est inférieur à 50 m<sup>3</sup>/s (DSA), avec une réduction des prélèvements (source : Canevas des mesures – modifié le 9 juin 2020).

La station située sur la commune de Gien constitue donc la station de référence où sont constatés les franchissements des seuils associés, déclenchant ou levant les mesures spécifiques sur les bassins de la Loire et de l'Allier. Selon le débit moyen journalier de la Loire mesuré à Gien, quatre niveaux de contrainte peuvent s'appliquer :

- Vigilance, dès que le débit mesuré devient inférieur à 60 m<sup>3</sup>/s ;
- Alerte, dès que le débit mesuré est inférieur à 50 m<sup>3</sup>/s (DSA) ;
- Alerte renforcée, dès que le débit mesuré est inférieur ou égal à 45 m<sup>3</sup>/s ;
- Crise, dès que le débit mesuré est inférieur ou égal à 43 m<sup>3</sup>/s (DCR).

Pour chaque niveau de contrainte, le canevas précise des objectifs et résultats attendus et définit des mesures de limitation voire de suspension des usages pour atteindre ces objectifs.

Il a ainsi été choisi de qualifier la sensibilité des usages aux étiages sur la base du canevas des mesures. Le 9 juin 2020, les modalités de déclenchement et de levée des mesures du canevas ont été modifiées : les débits de références, autrefois débits d'objectif, ont été redéfinis en débits seuils avec la définition d'un débit seuil déclenchant/levant le niveau d'alerte renforcée. C'est la version actuellement applicable du canevas qui a servi à notre travail, car elle est plus automatique et représentative de la gestion.

A noter que ce choix ne tient pas compte des finesses locales liées aux arrêtés cadres et aux mesures exceptionnelles mais permet de refléter une vision globale des mesures susceptibles d'être prescrites homogène à l'échelle du bassin. Cependant, pour étudier certains enjeux spécifiques à l'axe Allier, une approche a été conduite à partir des débits réservés.

### 9.1.3. Sensibilité des usages en application des scénarios

Afin de déterminer la durée et les niveaux de contraintes subies pour chaque scénario, une approche a été effectuée sur trois points nodaux (Vic-le-Comte, Gien et Montjean-sur-Loire) consistant à leur attribuer : soit les seuils de références du canevas des mesures (pour le point situé à Gien), soit ceux des arrêtés cadres concernés, et de constater les franchissements de seuil.

Pour chaque point nodal en question, les seuils de référence (en m<sup>3</sup>/s) sont les suivants :

| Point nodal        | Vigilance | Alerte | Alerte renforcée | Crise |
|--------------------|-----------|--------|------------------|-------|
| Vic-le-Comte       | -         | 10*    | -                | 8**   |
| Gien               | 60        | 50*    | 45               | 43**  |
| Montjean-sur-Loire | 150       | 127*   | 110              | 100** |

\* DSA du SDAGE Loire-Bretagne

\*\* DCR du SDAGE Loire-Bretagne

Tableau 10 : Débits seuils de référence (en m<sup>3</sup>/s) aux stations de références et points nodaux sur l'Allier (Vic-le-Comte) et la Loire (Gien et Montjean-sur-Loire)

Le résultat de cette approche fournit deux informations pour chaque scénario : la durée des niveaux de contraintes subies et leurs répartitions durant l'étiage, l'impact n'étant pas le même selon la période, à :

- Vic-le-Comte :

|                                         | Absence de limitation | Vigilance | Alerte | Alerte renforcée | Crise |
|-----------------------------------------|-----------------------|-----------|--------|------------------|-------|
| Suivi 2019                              | 0                     | 34        | 21     | 98               | 0     |
| Débit Allier mesuré                     | 153                   | 0         | 0      | 0                | 0     |
| Débit Allier pseudo-naturel reconstitué | 60                    | 0         | 13     | 0                | 80    |

Tableau 11 : Nombre de jours de franchissement des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de l'Allier à Vic-le-Comte (critères arrêté cadre Puy-de-Dôme – simplifiés)

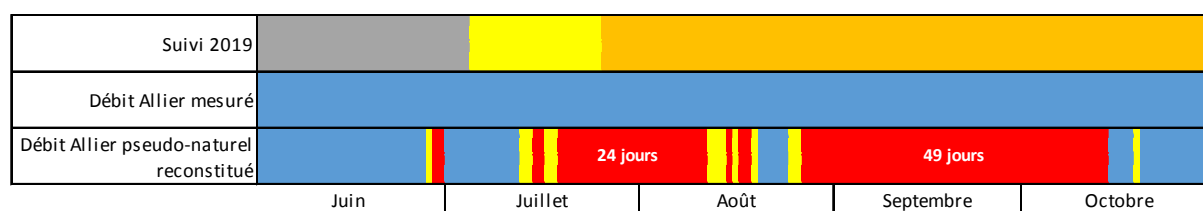


Figure 59 : Franchissements des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de l'Allier à Vic-le-Comte (critères arrêté cadre Puy-de-Dôme – simplifiés)

- Gien :

|                                        | Absence de limitation | Vigilance | Alerte | Alerte renforcée | Crise |
|----------------------------------------|-----------------------|-----------|--------|------------------|-------|
| Suivi 2019                             | 61                    | 50        | 42     | 0                | 0     |
| Débit Loire mesuré                     | 55                    | 77        | 19     | 2                | 0     |
| Débit Loire pseudo-naturel reconstitué | 65                    | 14        | 6      | 4                | 64    |

Tableau 12 : Nombre de jours de franchissement des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de la Loire à Gien (critères canevas 2020)

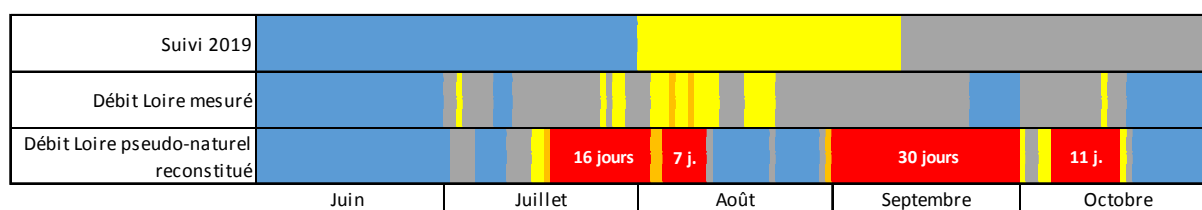


Figure 60 : Franchissements des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de la Loire à Gien (critères canevas 2020)

- Montjean-sur-Loire :

|                                        | Absence de limitation | Vigilance | Alerte | Alerte renforcée | Crise |
|----------------------------------------|-----------------------|-----------|--------|------------------|-------|
| Suivi 2019                             | 42                    | 16        | 73     | 22               | 0     |
| Débit Loire mesuré                     | 48                    | 24        | 29     | 46               | 6     |
| Débit Loire pseudo-naturel reconstitué | 58                    | 27        | 25     | 26               | 17    |

Tableau 13 : Nombre de jours de franchissement des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de la Loire à Montjean-sur-Loire (critères arrêté cadre Maine-et-Loire – simplifiés)

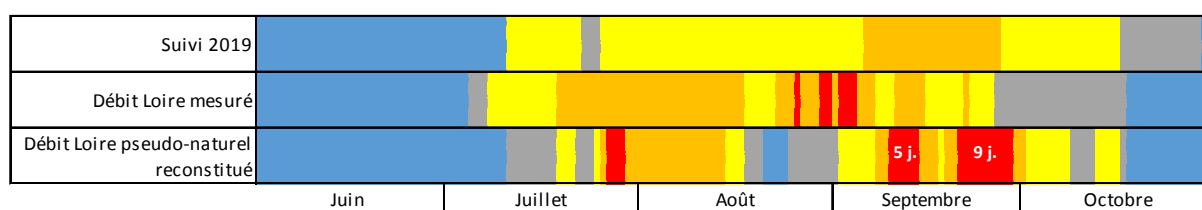


Figure 61 : Franchissements des seuils constatés et niveaux de contraintes appliqués selon le débit de la Loire à Montjean-sur-Loire (critères arrêté cadre Maine-et-Loire – simplifiés)

A Montjean, on observe en débit réel des franchissements de seuils plus importants sur la période fin août – début septembre qu’avec le débit pseudo-naturel reconstitué. Ce résultat surprenant semble être la conséquence des épisodes de stockage et déstockage des barrages réservoirs cumulée avec la faiblesse des apports de certains affluents, les effets de seuil faisant qu’on voit un impact à Montjean mais pas aux stations plus en amont.

Pour le bilan socio-économique, ce sont principalement les résultats à Gien qui serviront de base pour comparer les conséquences des scénarios de débits (avec et sans soutien d’étéage). Une caractérisation plus fine sera faite pour les usages dont certaines spécificités ont déjà été identifiées et pour lesquels les connaissances permettront de préciser cette caractérisation.

En ce qui concerne Vic-le-Comte et Montjean-sur-Loire, les résultats donnent une vision complémentaire, notamment sur l'Allier, qui fera l'objet d'une analyse spécifique. Néanmoins, cette approche ne tient pas compte des décisions prises en tenant compte d'autres critères (de concertation locale, météorologiques), impossibles à traduire en l'état des connaissances. Ce qui se traduit par des écarts entre le suivi réalisé au cours de l'année 2019 et les résultats pour le scénario avec soutien.

De manière générale et sur la base de cette approche, la comparaison des résultats entre les deux scénarios (avec et sans soutien) montre une hausse du nombre de franchissements des seuils de crise et de la durée en situation de crise sans soutien d'étiage, aux trois points nodaux.

## 9.2. Dimensions socio-économiques

L'expression des usages de l'eau bénéficiant du soutien d'étiage est conditionnée par le débit de la Loire et de l'Allier et les ressources en eau disponibles.

Le recensement des usages a permis d'effectuer une première appréciation, toujours à l'échelle des sous-bassins réalimentés, de l'importance de la ressource en eau pour les usages, associés ou non à un prélèvement.

Cette première appréciation a été complétée par recherche bibliographique et échange avec un certain nombre d'interlocuteurs dont des usagers afin de caractériser l'importance de la ressource en eau au travers de dimensions socio-économiques et de mettre en avant les seuils affectant ces dimensions.

### 9.2.1. Le secteur agricole

Sur les sous-bassins réalimentés de l'Allier et de la Loire, on totalise près de 1,7 millions d'ha de surface agricole en 2019 d'après le Registre Parcellaire Graphique (RPG, outil de bancarisation des déclarations PAC des agriculteurs).

| Occupation du sol               | Surface                |      |
|---------------------------------|------------------------|------|
|                                 | en milliers d'hectares | %    |
| Prairies, estives et landes     | 856                    | 51%  |
| Fourrage                        | 59                     | 4%   |
| Blé tendre                      | 252                    | 15%  |
| Maïs grain et ensilage          | 170                    | 10%  |
| Autres céréales                 | 162                    | 10%  |
| Protéagineux/Oléagineux         | 85                     | 5%   |
| Vignes et vergers               | 26                     | 2%   |
| Légumes ou fleurs               | 13                     | 1%   |
| Surfaces gelées sans production | 25                     | 1%   |
| Divers                          | 28                     | 2%   |
| Total général                   | 1 676                  | 100% |

Tableau 14 : Répartition des surfaces agricoles sur les sous bassins réalimentés de l'Allier et de la Loire (source calculs Ecodecision d'après le RPG 2019)

Le Tableau 14 montre que les prairies occupent environ la moitié de cette surface, et les grandes cultures (céréales, oléagineux et protéagineux) en représentent 40%.

Le RPG ne permettant pas de connaître la part des parcelles agricoles irriguée, nous en resterons à l'approximation faite précédemment des 65 000 ha de cultures théoriques qui seraient irriguées, soit 4 % de la surface agricole sur les sous-bassins réalimentés.

En ce qui concerne l'économie du secteur agricole, des estimations à l'échelle communale ont permis de calculer la production brute standardisée (PBS) (potentiel de production des exploitations) en 2018. Sur l'ensemble des sous-bassins réalimentés, la PBS a été estimée à 7,6 milliards d'euros. Précisons que cette valeur est valable pour l'ensemble des exploitations agricoles. En l'état des connaissances, la PBS liée aux cultures irriguées n'a pu être estimée qu'en attribuant à la superficie irriguée la production brute standard de la culture de maïs grain irrigué, soit 1 914 €/ha (d'après CA53, Marges brutes des cultures de vente, récoltes 2017 et 2018 : prix à la récolte 165 €/t en 2018 ; d'après FranceAgriMer, Chiffres-clés 2017/18, Centre-Val de Loire, céréales : rendement moyen observé de 116 q/ha = 11,6 t/ha en 2018), pour une PBS globale théorique approchée de 120 millions d'€.

**Les surfaces agricoles sur la zone impactée par le soutien d'étiage représentent près de 1,7 millions d'hectares. Le soutien d'étiage a permis d'éviter les situations de crise et de maintenir l'irrigation sur 65 000 hectares de cultures générant une production brute qui pourrait être de l'ordre de 120 millions d'€.**

### 9.2.2. Les CNPE

L'**empreinte socio-économique** de l'activité du nucléaire en Centre Val de Loire est présentée dans ce document à partir des données fournies par EDF. Elle porte sur les emplois générés, sur les commandes passées aux entreprises locales et sur la fiscalité locale.

En 2019, l'activité du nucléaire en Centre Val de Loire a généré 12 000 emplois, fixé 32 000 personnes dans la région, généré 350 millions d'€ de commandes auprès des entreprises locales et 250 millions d'€ de fiscalité locale (source INSEE 2020).

En 2019, la production a été pour le CNPE de :

- Dampierre-en-Burly : 24,02 TWh produits ;
- Chinon : 23,17 TWh produits ;
- Saint-Laurent-des-Eaux : 10,6 TWh produits ;
- Belleville-sur-Loire : 14,5 TWh produits.

Outre les enjeux locaux liés à l'alimentation en électricité du Bassin de la Loire, ces quatre CNPE se situent à proximité de l'agglomération parisienne. Leur production totale de 72 TWh représente 15 % de la production d'électricité d'origine nucléaire française en 2019. Les trois quarts de cette production sont dirigés vers l'Ile-de-France et le Grand Ouest. 45% des besoins en électricité de l'Ile-de-France sont assurés par les 4 CNPE ligériens.

La **sensibilité du fonctionnement des CNPE aux enjeux des étiages** peut s'analyser au travers des limites réglementaires de fonctionnement des CNPE qui peuvent contraindre la production d'électricité :

- Lorsque la Loire atteint le Débit de CRise (DCR) au point nodal de Gien soit 43 m<sup>3</sup>/s (point de référence pour les CNPE de Belleville-sur-Loire et de Dampierre-en-Burly) ou de Blois (point de référence pour le CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux), toute mesure de soutien d'étiage en amont ayant été épuisée, le préfet coordinateur de bassin peut demander la baisse de production allant jusqu'à l'arrêt pour limiter les prélèvements d'eau.
- Par ailleurs, chaque CNPE dispose d'une limite réglementaire pour réaliser ses rejets d'effluents d'exploitation en conditions normales (valeurs de débit prédéfinies).
- Pour assurer la production d'électricité, un débit minimum de la Loire est fixé pour chaque site à l'entrée de sa prise d'eau.

| Débts (en m <sup>3</sup> /s) | Belleville-sur-Loire        | Dampierre-en-Burly          | Saint-Laurent-des-Eaux      | Chinon                      |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 25                           | Débit minimum de production | Débit minimum de production |                             |                             |
| 26                           |                             |                             |                             | Débit minimum de production |
| 30                           | Limite de rejet             | Limite de rejet             |                             |                             |
| 35                           |                             |                             | Débit minimum de production |                             |
| 42                           |                             |                             |                             |                             |
| 46                           |                             |                             | Limite de rejet             |                             |
| 54                           |                             |                             |                             | Limite de rejet             |

Tableau 15 : Débits seuils en Loire au droit de chaque CNPE limitant les rejets et la production

Dans le cadre de l'étude, les impacts sociaux économiques seront définis à partir du débit minimum de production au droit de chaque CNPE.

**Nota :** la sûreté des installations à l'arrêt est garantie jusqu'à des débits sensiblement plus bas.

Durant l'étiage 2019, du fait des apports des barrages de Naussac et Villerest, les débits réels observés en Loire sont restés supérieurs ou égaux aux débits seuils et n'ont donc pas généré de baisse de production. Seul le site de Chinon a dû arrêter ses rejets d'exploitation à 9 reprises sans impact ni sur la sûreté des installations ni sur la production d'électricité.

Sur la base des débits pseudo-naturels reconstitués en Loire, les résultats de cette approche permettent par contre de distinguer deux périodes où la production des CNPE serait contrainte, avec les hypothèses prises en compte : fin juillet/début août et en septembre.

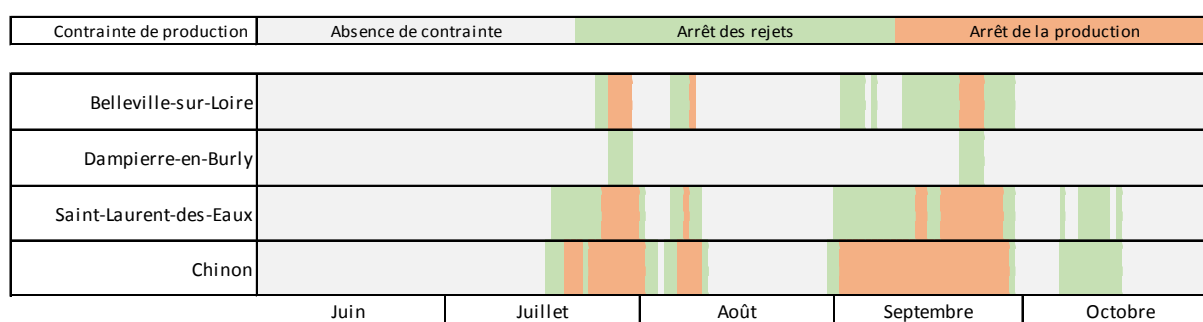


Figure 62 : Contraintes de production des quatre centres nucléaires de production d'électricité en fonction du débit pseudo-naturel reconstitué en Loire estimé au droit de chaque site

Pour chaque CNPE, plusieurs jours d'arrêt des rejets auraient lieu (en vert sur la figure ci-dessus), durant lesquelles le débit en Loire est inférieur aux seuils d'arrêt des rejets des CNPE mais supérieur aux débits minimums de production. Cette approche montre également, qu'à l'exception du CNPE de Dampierre-en-Burly, les CNPE subiraient des périodes d'arrêt de la production (en orange sur la figure ci-dessus) liées au franchissement des débits minimums de production, pouvant aller jusqu'à 27 jours consécutifs pour le CNPE de Chinon.

Des spécificités liées au contexte hydrogéologique et à la recharge de la Loire par sa nappe d'accompagnement pourraient expliquer pourquoi le CNPE de Dampierre-en-Burly serait moins affecté en comparaison du CNPE de Belleville-sur-Loire. Cette hypothèse est cohérente avec les données fournies par EDF pour chaque CNPE qui montrent des débits mesurés en Loire à Dampierre-en-Burly significativement supérieurs à ceux mesurés à Belleville-sur-Loire (en moyenne 22 % plus élevés en étiage).

Le même exercice a été fait avec les débits pseudo-naturels reconstitués en Loire auxquels sont soustraits les différents prélèvements réels estimés de l'été 2019. Ce scénario est pessimiste pour la période actuelle car, en l'absence de soutien d'été, de nombreuses limitations interviendraient sur les usages en amont des CNPE durant une grande partie de la période analysée. Avec ce scénario, on observe également deux périodes où la production des CNPE aurait été contrainte : de la mi-juillet à début août et en septembre.

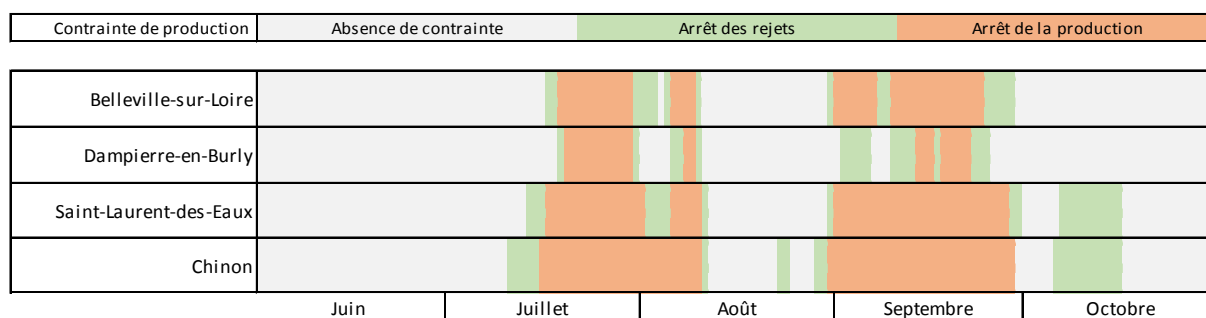


Figure 63 : Contraintes de production des quatre centres nucléaires de production d'électricité en fonction du débit pseudo-naturel reconstitué en Loire influencé des prélèvements, estimé au droit de chaque site

Les résultats montrent là encore plusieurs jours possibles d'arrêt des rejets mais cette fois, les périodes d'arrêt de la production (en orange sur la figure ci-dessus) liées au franchissement des débits minimums de production. Ces périodes seraient également plus longues, jusqu'à 28 jours consécutifs pour le CNPE de Saint-Laurent-des-Eaux et 30 jours pour le CNPE de Chinon.

Il est à noter que les hypothèses prises en compte maximisent les durées d'arrêt de production et ne reflètent en aucun cas les décisions que serait amené à prendre le Préfet Coordonnateur de bassin dans un tel contexte.

**L'activité du nucléaire en Centre Val de Loire contribue significativement à l'économie de la région (12 000 emplois et 32 000 personnes fixées dans la région, 350 M€ de commandes auprès des entreprises locales et près de 250 M€ de fiscalité locale. (Source INSEE 2020).**

**La région Centre Val de Loire est la 2ème région productrice d'électricité et assure 15 % de la production d'électricité d'origine nucléaire française en 2019 dont 45 % des besoins en électricité de l'Île de France. Lors de l'été 2019, les conditions hydrologiques n'ont contraint EDF ni à des baisses de production ni à des arrêts de réacteurs. Les simulations effectuées montrent qu'en l'absence de soutien d'été, des arrêts auraient eu lieu en juillet et septembre.**

### 9.2.3. L'alimentation en eau potable

#### 9.2.3.1. *Population desservie*

La population des communes riveraines de la Loire et de l'Allier sur leurs parties réalimentées s'élève à près de 2,2 millions d'habitants (données INSEE 2017). Les communes où sont effectués les prélèvements pour l'eau potable dans la Loire et l'Allier, à raison de plus de 1 Mm<sup>3</sup>/an (données BNPE 2008-2017), totalisent un peu moins de 900 000 habitants. Mais la population desservie par les services d'eau potable effectuant ces prélèvements est estimée à environ 2,6 millions d'habitants. La différence entre ces valeurs découle de l'étendue de la zone de desserte des services d'alimentation en eau potable au-delà des communes riveraines des deux axes réalimentés. Ces services peuvent mobiliser d'autres ressources, mais de façon relativement marginale.

Par ailleurs, les services d'eau potable effectuant des prélèvements dans les axes réalimentés sont souvent interconnectés aux services voisins et leur vendent de l'eau. La population desservie correspondante n'a pas pu être chiffrée de façon exhaustive dans le cadre de cette étude, mais elle est importante, surtout en étiage. Ainsi, d'après un bilan de l'ARS pour l'étiage 2019, la population alimentée en eau potable à partir de l'axe Allier a été de 671 000 habitants, dont 16 800 habitants du bassin du Cher.

#### 9.2.3.2. *Les difficultés rencontrées en étiage*

Lors d'un étiage de bassin comme celui de 2019, les ressources exploitées hors des axes réalimentés ont souvent été moins productives (voir l'exemple de Vichy Communauté ci-après). Dans les cours d'eau, la baisse des niveaux d'eau augmente le taux de MES, le risque de dénoyage des crépines, l'augmentation de la température de l'eau et de la quantité de cyanobactéries. La recharge naturelle des nappes est perturbée occasionnant des transferts de polluants contre lesquels les usines de traitement ne sont pas adaptées.

Pour illustrer et compléter ces éléments, trois services d'AEP ont été identifiés par l'importance des volumes mobilisés et leur positionnement sur le territoire, pour recueillir leur retour d'expérience de l'étiage 2019 :

- Vichy Communauté,
- Tours Métropole,
- et Nantes Métropole.

D'une manière générale, il ressort qu'en étiage, des incertitudes existent quant aux capacités de production à répondre aux besoins.

#### 9.2.3.3. *Vichy Communauté*

Pour Vichy Communauté, l'été 2019 a été marqué par des niveaux en nappes les plus bas jamais enregistrés en Montagne bourbonnaise. En conséquence, neufs communes de l'Ex SIVOM de la Vallée du Sichon (Abrest, Le Vernet, Molles, Busset, La Chapelle, Arronnes, Nizerolles, Le Mayet-de-Montagne, et Ferrières-sur-Sichon) ont acheté cinq fois plus d'eau à la commune de Vichy qu'en situation « normale » passant de 20 - 30 000 € d'achat d'eau

(budget prévisionnel) à 100 000 € en 2019, pour un secours de l'ordre de 2 000 m<sup>3</sup>/j pour alimenter les 10 000 habitants des neuf communes.

Avec l'accroissement de la dépendance des communes voisines aux prélèvements sur l'Allier, la situation de 2019 met en exergue la pression existante sur cette ressource en eau potable, l'importance des interconnexions et du soutien apporté par le barrage de Naussac. Une pression d'autant plus forte que la commune de Vichy par exemple ne dispose pas de ressource de substitution et que les stockages dont elle dispose ne lui offrent que 24/48h d'autonomie.

En cas de difficultés prolongées, des achats auprès de services voisins seraient donc nécessaires, la production en nappe seule ne suffisant pas à répondre à la demande.

#### 9.2.3.4. *Tours Métropole*

Selon les chiffres 2019 du RPQS de l'eau et de l'assainissement de la Métropole, 4 ressources sont sollicitées :

- Eau issue des alluvions de Loire (4 usines) pour un volume total de 13 091 850 m<sup>3</sup> (62,50 % du total de la production de la métropole) ;
- Eau issue de la nappe du Cénomanién (19 sites de prélèvement) pour un volume total prélevé de 6 034 366 m<sup>3</sup> (28,81 %) ;
- Eau issue du Cher (3 sites comprenant eau de surface et nappe alluviale) pour un volume total de 1 435 957 m<sup>3</sup> (6,85 %) ;
- Eau issue de la nappe du Turonien pour un volume total de 386 257 m<sup>3</sup> (1,84 %).

Cette diversité de ressources permet par le biais d'interconnexion de sécuriser l'alimentation en eau potable de la population (de l'ordre de 55 000 m<sup>3</sup>/j pour une capacité de production de 100 000 m<sup>3</sup>/j), même en cas de défaillance ou de pollution accidentelle.

En 2019, 267 909 m<sup>3</sup> ont été vendus à des communes extérieures à la métropole, alimentant 17 000 habitants. Si l'essentiel de la vente était auparavant réalisé par la commune de Saint-Avertin à destination de la commune de Larçay, l'ouverture de nouvelles interconnexions en dehors de la Métropole en raison de la sécheresse (Vouvray et Cinq Mars La Pile) et le maintien d'une collaboration avec des communes ayant des besoins en augmentation (St Roch) expliquent une nette augmentation des volumes vendus aux communes extérieures. Par rapport à 2018, ces volumes ont doublé (+ de 101 %).

#### 9.2.3.5. *Nantes Métropole*

La prise d'eau en Loire située à Mauves-sur-Loire alimente l'usine de la Roche qui fournit 85% de l'eau potable pour Nantes Métropole et 50 % pour le département via les échanges avec le SAEP Vignoble Grand Lieu et la CARENE.

Durant l'étiage de 2019, la prise d'eau de Mauves-sur-Loire a dû être interrompue par intermittence (pendant quelques heures – 4/5H – au gré des marées) pour cause de trop forte turbidité (facteur de suivi le plus limitant), liée à la présence du bouchon vaseux. Les stockages, conférant une autonomie maximale de 24H, ont permis de maintenir la distribution depuis l'usine de la Roche.

En cas d'impossibilité de pompage en Loire à Mauves-sur-Loire sur plus d'une journée, Nantes Métropole ne dispose d'aucune ressource de substitution suffisante ou d'interconnexion de secours pour assurer l'alimentation en eau potable de ses 217 000 abonnées (640 000 habitants) et maintenir les échanges.

Concernant l'apport pour la CARENE destinée à l'alimentation en eau potable de la région nazairienne et de l'Estuaire (71 000 abonnées, soit 127 000 habitants), son arrêt serait lourd de conséquences. En 2018, près de 20% de l'eau distribuée par la CARENE provenait de l'apport de Nantes Métropole (source : RPQS CARENE, 2018). Durant l'été 2019 (du 15 juin au 30 septembre), Nantes Métropole a vendu 1,8 Mm<sup>3</sup> d'eau à la CARENE (source : Nantes Métropole, 2019).

Par ailleurs, l'alimentation de l'usine de Basse Goulaine, qui se fait depuis la nappe d'accompagnement de la Loire, pourrait être limitée, compromettant l'alimentation en eau potable du Sud de l'Estuaire depuis l'usine. Une situation d'autant plus critique car en été, la population vendéenne augmente significativement.

**La population desservie par les axes réalimentés est chiffrée à 2,6 millions d'habitants, sans compter la population desservie au travers des interconnexions, notamment en période d'étiage. En l'absence de soutien d'étiage, des productions importantes seraient fragilisées voire arrêtées, alors que les solutions de secours peuvent ne pas exister.**

#### 9.2.4. La navigation sur les canaux

Certaines activités sont directement liées aux niveaux d'eau dans les canaux, notamment le tourisme nautique, le transport de marchandises, la plaisance. Alors qu'il a été à l'origine de nombreux aménagements, le transport de marchandise a quasiment disparu des axes réalimentés, pour se cantonner à l'estuaire, entre Nantes et Saint-Nazaire.

Il a été possible de recenser 7 bases de location sur les 240 km de canaux artificiels de Roanne à Briare, pour au total de 9 bases sur les 385 km de voies navigables alimentées en tout ou partie par la Loire et l'Allier.

Plusieurs échanges ont eu lieu avec VNF, mais ils n'ont pas permis de disposer d'éléments socio-économiques sur le fonctionnement du canal latéral à la Loire.

Des estimations ont donc été effectuées pour chiffrer les dépenses ou le poids économiques des filières de navigation. Ces estimations sont à l'échelle des canaux artificiels du bassin Loire (canal Latéral à la Loire depuis Roanne, tronçons des canaux du Centre, du Nivernais et de Briare sur le territoire). Elles se basent sur des données 2018 : le nombre de passages de bateaux aux écluses, le type de bateau, les dépenses/poids économiques associés par jour et par personne, et le nombre moyen de personnes par type de bateau. Un travail a également été effectué pour minimiser les doubles comptes liés aux allers-retours.

Il en résulte, en moyenne sur une année, un poids économique proche de 26 M d'€ :

- 450 000 €, pour les bateaux privés,
- 7,2 M d'€, pour les bateaux de location,
- 2,5 M d'€, pour les bateaux promenades,
- et 15 M d'€, pour les péniches hôtel.

Les avis de situation du réseau navigable en 2019 ont été analysés afin de montrer l'impact de l'étiage sur la navigation. Voici la synthèse qui a pu en être faite :

- Arrêt de la navigation sur le canal de Briare (14 km dans le bassin de la Loire) à compter du 19 août 2019 jusqu'au-delà de la période d'étiage ;
- Arrêt de la navigation durant 44 jours sur le canal latéral à la Loire à partir du 29 septembre sur plus de 60 km entre Nevers et Briare ;
- 37 jours d'arrêt de la navigation à l'écluse de Digoin entre septembre et octobre.

Sans soutien d'étiage, il est évident que ces restrictions auraient été plus importantes et plus précoces. Une approche a été conduite consistant à constater les franchissements du DCR à Gien sur la base des débits pseudo-naturels reconstitués en Loire. Selon ce scénario, le DCR serait franchi au total 64 jours entre la mi-juillet et la mi-octobre, entraînant l'arrêt de la navigation sur les canaux au sens du canevas des mesures. Le trafic sur les canaux tributaires de la Loire et de l'Allier se faisant pour l'essentiel entre avril et octobre (trafic maximal en juillet et août), un arrêt de la navigation aurait un impact certain sur les filières de navigation selon la période.

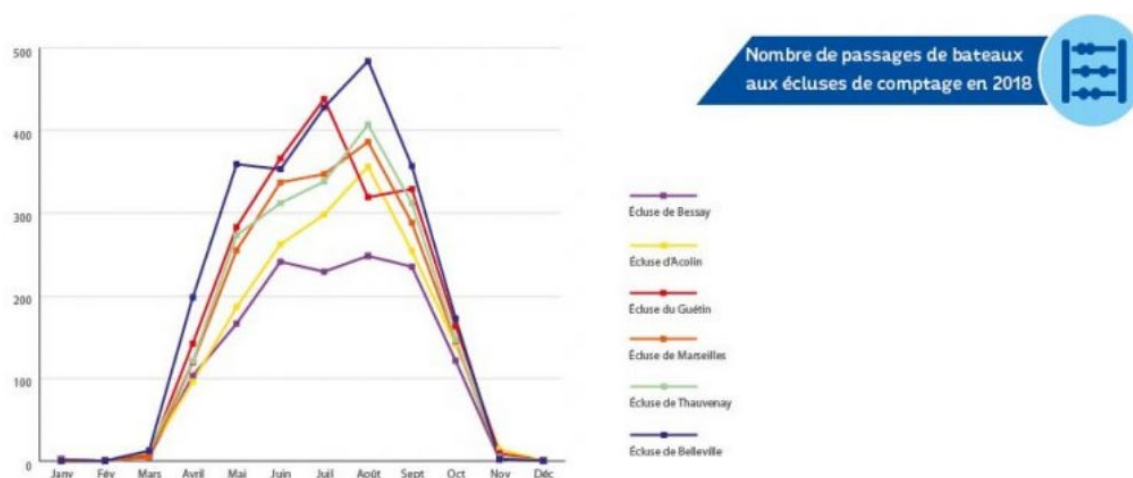


Figure 64 : Evolution du trafic de plaisance sur le canal latéral à la Loire en 2018 (source : VNF.  
<https://www.vnf.fr/vnf/dossiers-actualites/le-canal-lateral-a-la-loire/>)

Si on admet que la saisonnalité de l'activité économique suit celle de la fréquentation, on peut considérer que le soutien d'étiage a permis de gagner environ 30% de l'activité annuelle liée au canal latéral à la Loire, soit de l'ordre de 7 millions d'€.

**Sur les canaux impactés par les soutiens d'étiage, la navigation est essentiellement une navigation de plaisance et pourrait représenter un poids économique d'environ 26 M€/an. La navigation sur les canaux est tributaire des pompages dans la Loire et l'Allier. De ce fait, l'impact du soutien d'étiage est certainement important, estimé proche de 7 M€.**

### 9.2.5. Les autres usages économiques

Les dimensions socio-économiques des autres usages ont été appréciées par le nombre d'établissements et de postes salariés.

La synthèse des données exploitées a permis d'identifier autour de 185 000 établissements et 850 000 postes salariés (données CLAP, 2015) sur les communes riveraines des deux axes réalimentés. Parmi ces établissements, près de 150 disposent d'un prélèvement autonome (dont les quatre CNPE d'EDF). L'essentiel des établissements est donc alimenté en eau via le réseau d'eau potable.

Parmi ces derniers établissements, un intérêt a été porté sur les établissements hospitaliers. Le tableau ci-dessous synthétise le résultat du recensement des établissements hospitaliers effectué sur l'annuaire en ligne de la Fédération Hospitalière de France, sur les communes riveraines des deux axes réalimentés (dont sur celles disposant de prélèvements en Loire ou en Allier pour l'AEP selon la BNPE).

| Etablissement    | Sanitaire      | Psychiatrie  | Médico-social  |
|------------------|----------------|--------------|----------------|
| Loire-Atlantique | 4 (2)          | 1 (0)        | 6 (2)          |
| Maine-et-Loire   | 3 (2)          | 1 (0)        | 7 (5)          |
| Indre-et-Loire   | 3 (3)          | 0 (0)        | 6 (3)          |
| Loir-et-Cher     | 1 (1)          | 0 (0)        | 3 (3)          |
| Loiret           | 4 (4)          | 0 (0)        | 6 (4)          |
| Cher             | 3 (2)          | 0 (0)        | 0 (0)          |
| Nièvre           | 4 (2)          | 1 (1)        | 2 (0)          |
| Allier           | 2 (2)          | 0 (0)        | 2 (2)          |
| Puy-de-Dôme      | 2 (0)          | 0 (0)        | 8 (2)          |
| Loire            | 1 (0)          | 0 (0)        | 3 (0)          |
| Haute-Loire      | 2 (2)          | 0 (0)        | 1 (1)          |
| Saône-et-Loire   | 1 (1)          | 0 (0)        | 2 (1)          |
| <b>TOTAL</b>     | <b>28 (20)</b> | <b>3 (1)</b> | <b>46 (23)</b> |

*Tableau 16 : Nombre d'établissements hospitaliers sur les communes riveraines (dont celles disposant de prélèvements en Loire ou en Allier pour l'AEP selon la BNPE)*

Dans un décompte des usagers sensibles il faudrait ajouter les personnes suivant un traitement médical à domicile (patients sous dialyse notamment).

**Sur la zone impactée par les soutiens d'étiage, les activités économiques non agricoles sont principalement alimentées en eau par les services d'alimentation en eau potable. En effet, seulement 150 établissements ont un prélèvement en propre sur les 185 000 établissements de la zone. Parmi les consommateurs les plus sensibles, figurent les 77 établissements hospitaliers recensés dans les communes riveraines des axes réalimentés, ainsi que les personnes dialysées à domicile. Le soutien d'étiage a permis d'éviter les situations de crise affectant l'approvisionnement en eau de toutes ces activités.**

### 9.2.6. Les usages sans prélèvements

Les usages sans prélèvements n'ont pas d'impact sur le système hydrographique au sens de l'étude. A l'inverse, l'importance de la ressource en eau pour les usages sans prélèvement est réelle, comme évoqué ci-avant dans la partie 6.2 relative aux usages.

Il a été possible de recenser et identifier les principaux usages sans prélèvement et d'en faire une description chiffrée, dans la limite des connaissances disponibles.

Concernant **le tourisme et les manifestations nautiques**, une estimation du chiffre d'affaire journalier a été effectuée pour le paquebot de croisières MS Loire Princesse et pour Loire Odyssée, en se basant sur les tarifs des différentes prestations proposées et leur capacité d'accueil. L'estimation ne tient pas compte des retombées économiques pour les communes escales. Les résultats sont également à nuancer en l'absence de connaissance sur le taux de remplissage des bateaux. En 2019, l'étiage a conduit le MS Loire Princesse à renoncer à certaines escales, tout en maintenant son activité. Il est probable que, sans soutien d'étiage, la navigation ait été plus contrainte, mais les informations récoltées ne permettent pas de proposer une évaluation des bénéfices ainsi procurés.

Quant à l'édition 2019 du Festival de Loire à Orléans, elle a rassemblé 700 000 visiteurs venus admirer 240 bateaux. Sa tenue a bénéficié d'un débit suffisant en Loire pour permettre les manœuvres d'accostage des bateaux stationnés le long des quais de Loire, et d'un pompage en Loire pour remplir un bief du canal d'Orléans. A nouveau, les informations récoltées ne permettent pas de proposer une évaluation des bénéfices procurés par le soutien d'étiage.

Le recensement des **ouvrages hydro-électriques** sur les axes réalimentés permet de chiffrer la production d'électricité liée à cet usage : 176 GWh dont 167 GWh à Villerest et 9 GWh sur 4 autres centrales. La production de Naussac n'a pas été prise en compte car elle est le pendant de pompages nécessaires pour remplir le barrage. Il s'agit donc d'une production liée à la fonction même du soutien d'étiage des ouvrages. Pour ce qui concerne Villerest, la situation est différente car le barrage se remplit par apport de la Loire, donc sans "contrepartie" énergétique. Le fonctionnement du réservoir de Villerest comporte des phases de remplissage quand les débits sont élevés, sans impact sur les productions hydroélectriques (les débits dépassent la capacité de turbinage des usines), et des phases de lâcher quand les débits sont faibles, permettant d'augmenter la production. Les simulations de production effectuées à partir des débits avec et sans soutien d'étiage conduisent à estimer le gain lié à son fonctionnement pour le soutien d'étiage à 6,3 GWh dont 5,7 GWh à Villerest.

Neuf sites de **baignade** font l'objet d'un suivi de la qualité des eaux par l'ARS, deux sur la Loire à Nevers et Ingrandes et 7 sur l'Allier de Prades à Vichy. A noter que ce recensement ne tient pas compte des sites de baignade spontanée, le site du ministère des sports ne recensant que 2 lieux de baignade en plus à Aurec-sur-Loire et Monistrol-d'Allier. Les baignades suivies par l'ARS n'ont pas été impactées par l'étiage de 2019. Par contre, les simulations de débits dans l'Allier en l'absence de soutien d'étiage montrent un risque avéré d'interruption des baignades, avec plusieurs jours à débit nul à Prades et Vielle-Brioude, dont un jour en août et les autres en septembre et octobre.

En ce qui concerne les **sports nautiques**, l'Allier et la Loire réalimentés sont fréquentés sur l'ensemble de leur linéaire, plutôt en rafting dans l'Allier en amont de Prades, et plutôt en canoë-kayak ailleurs. Sur la Loire, ce sont 32 clubs (ou associations) qui ont pu être recensés. Ils regroupent, selon nos estimations et les données transmises par la FFCK (Fédération Française de Canoë-Kayak) sur 14 clubs, un peu plus de 1 000 licenciés sportifs qui pratiquent régulièrement et près de 40 000 pratiquants non licenciés venus pour des prestations de loisir-tourisme. Cela représente environ 460 pratiquants (licenciés et non licenciés) sur la Loire par jour, en étiage. Sur la Loire, des débits minimums utiles ont été estimés au niveau de certains ouvrages pour garantir leur franchissement. En revanche, en dehors de ces ouvrages, la navigation peut s'effectuer avec un débit moindre si le lit de la rivière concentre le flux sur une faible largeur. Il n'a pas été identifié pas de débit minimum en dessous duquel la navigation est compromise, un petit débit limite l'intérêt touristique et écologique. Comme pour la baignade, le soutien d'étiage a permis d'éviter des jours à débit nul sur l'Allier en amont de Vieille-Brioude. Le soutien d'étiage a donc sécurisé une partie des activités de canoë-kayak, et les a aussi renforcées sur l'amont de l'Allier, en leur faisant bénéficier de débits soutenus nettement supérieurs aux débits naturels.

L'importance de l'**itinérance cyclo-touristique** peut être approchée en reprenant les données sur l'impact de la Loire à vélo, itinéraire balisé de Cuffly à l'estuaire. La fréquentation est passée de 935 000 cyclistes en 2015 à 1,2 millions en 2019. Les retombées économiques ont été évaluées à 29,6 M€ en 2015 et on peut estimer qu'elles ont été en 2019 au moins proportionnelles à celles de 2015, soit près de 38 M€. Il est possible que le soutien d'étiage, en permettant le maintien de niveaux d'eau dans la Loire, ait des effets positifs sur l'attrait paysager de l'agrément thermique de l'itinéraire, mais il est difficile de mettre en évidence un lien net entre le soutien d'étiage et la fréquentation et ses retombées économiques.

Le résultat de ce travail est synthétisé dans le tableau ci-dessous :

| Activités et milieux naturels       | Descripteurs                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Bénéfices du soutien d'étiage 2019                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tourisme nautique et manifestations | <p>Chiffre d'affaire estimé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paquebot de croisières MS Loire Princesse : entre 30 et 40 000 € par jour ;</li> <li>- Loire Odyssée : autour de 1 200 € par jour.</li> </ul> <p>700 000 visiteurs et 240 bateaux lors de l'édition 2019 du Festival de Loire à Orléans</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Croisières et gestion des stocks de consommable sur le navire sécurisées</li> <li>- Retombées économiques pour les communes/commerces d'escales</li> <li>- Tenue du Festival de Loire facilitée par le soutien d'étiage</li> </ul> |
| Hydro-électricité                   | <p>Production Villerest : 167 GWh/an</p> <p>Production des autres barrages : 9,1 GWh/an</p>                                                                                                                                                                                                                            | Soutien de la production (gain estimé de 6,3 GWh)                                                                                                                                                                                                                           |

|                              |                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Baignade                     | 9 sites de baignade suivis par l'ARS : 2 dans la Loire, 7 dans l'Allier                                                          | Baignade possible mais pas de connaissance sur la fréquentation ni d'information sur les sites de baignade spontanée                                                                                        |
| Sports nautiques             | Axes réalimentés fréquentés dans leur quasi-totalité pour le canoë-kayak<br>Plus de 40 000 pratiquants chaque année sur la Loire | Pratique sécurisée et soutenue (gain non estimé)                                                                                                                                                            |
| Itinéraire cyclo-touristique | En 2019, 1,2 millions de cyclistes sur la Loire à vélo pour des retombées de près de 38 M€                                       | <i>Activité probablement favorisée par le soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et de Villerest mais impacts et bénéfices de ce soutien difficilement caractérisables</i> |

Tableau 17 : Description du lien socio-économique des usages sans prélèvement avec le soutien d'étiage

**Sur les usages sans prélèvement, l'impact du soutien d'étiage apparaît plus difficile à caractériser. Il est cependant indéniable qu'un impact positif existe pour l'hydroélectricité (gain estimé de production de 6 GWh), la baignade et le canoë-kayak (activités maintenues dans une partie de l'Allier où le débit aurait été nul sans le soutien d'étiage).**

### 9.2.7. Les milieux naturels

De la même manière que pour la description des usages, il est difficile de mesurer l'impact des étiages sur les milieux naturels (ZNIEFF), et sur les populations piscicoles, dans l'état actuel des connaissances.

En ce qui concerne les processus d'eutrophisation sur l'Allier, ils sont encore mal connus car multi-factoriels.

Toutefois, une première approche de l'impact sur l'environnement peut être basée sur la dégradation de la qualité des eaux du fait notamment d'une moindre dilution des rejets des stations d'épuration des collectivités (voir l'exemple ci-après de la station de Vichy), sachant que cela peut concerner aussi les rejets des stations d'épurations des industries.

#### **Dilution des rejets d'assainissement dans l'Allier, exemple avec le cas de Vichy**

Les normes de rejet des stations d'épuration, des collectivités comme des industries, sont établies sur la base du débit mensuel minimal d'une année civile sur cinq (QMNA5), tel qu'il est actuellement observé, donc avec soutien d'étiage. Dans ce cadre, les rejets sont réputés absorbables par le milieu. Par construction, les teneurs ainsi adoptées ne sont donc pas adaptées à une situation sans soutien d'étiage (au moins pour les parties amont), dans les rejets actuels, mêmes moindres que ce qui est autorisé, risquent d'avoir un impact sensible.

Si l'on regarde le cas de Vichy, on dispose de données juste en aval de la Ville (qualité à Hauterive et débit à Saint-Yorre), qui permettent de décrire la situation avec les débits réels :

les teneurs mesurées dans les eaux de l'Allier sont inférieures aux seuils du bon état au sens de la DCE pour les principaux paramètres (azote, phosphore, matières organiques) lors des 5 mesures effectuées sur la période d'étiage (juin à octobre inclus). Qu'en aurait-il été si les débits n'avaient pas bénéficié du soutien d'étiage ? Pour l'azote et les matières organiques, les flux provenant de l'amont de Vichy risqueraient de changer fortement si les débits diminuaient, du fait de processus biochimiques complexes et l'analyse passe par une modélisation, que nous n'avons pas pu mener. Pour le phosphore, on peut considérer que les flux devraient être peu modifiés, et que l'évolution des teneurs devrait être inversement proportionnelle à celle des débits. De ce fait, il peut être considéré que, **sans soutien d'étiage, les teneurs en phosphates** ( $\text{PO}_4$ , principale forme soluble du phosphore présente dans les eaux) **se seraient trouvées au-dessus du seuil du bon état DCE pendant 15 jours de l'étiage 2019.**

En effet, le flux observé de  $\text{PO}_4$  est en moyenne de 3,5 g  $\text{PO}_4$ /s (soit 12,6 kg  $\text{PO}_4$ /h et 302 kg  $\text{PO}_4$ /jour), le seuil du bon état (0,5 mg  $\text{PO}_4$ /l) est donc dépassé dès que le débit est inférieur à 7 m<sup>3</sup>/s, c'est-à-dire pendant 15 jours en 2019 sans soutien d'étiage. On ne pouvait pas observer de tels dépassements avec les débits réels de l'étiage 2019, puisqu'ils ont toujours été au moins égaux à 12,7 m<sup>3</sup>/s.

### 9.3. Bilan socio-économique

Les résultats de la description des usages sont venus étayer la compréhension du fonctionnement hydrologique de l'Allier et de la Loire, tenant compte des modalités de gestion des barrages et des interactions avec les usages préleveurs.

De cette compréhension, deux résultats sont tirés :

- La reconstitution d'un scénario avec soutien d'étiage retraçant la situation vécue en 2019 ;
- La construction d'un scénario sans soutien d'étiage représentatif d'une situation naturelle, c'est-à-dire sans la présence des barrages et du soutien qu'ils assurent.

Outre la compréhension du fonctionnement hydrologique, la description de la sensibilité des usages aux étiages et la description des dimensions socio-économiques des usages est venue montrer l'importance de la ressource en eau pour les usages.

Pour comparer les conséquences des scénarios de débits (avec et sans soutien d'étiage), il a été pris pour base le canevas des mesures susceptibles d'être prescrites sur les bassins de la Loire et de l'Allier, dans sa version modifiée le 9 juin 2020. De cette manière, il a été possible de visualiser les niveaux de contrainte appliqués pour chaque scénario.

A chaque niveau de limitation, le canevas décline des mesures différenciées selon les usages. Notamment, l'irrigation est restreinte de 25% dès l'alerte puis restreinte de 50% en alerte renforcée et interdite en crise. Compte tenu des périodes de crise du scénario sans soutien d'étiage, il est clair que ce soutien a permis de sauvegarder l'agriculture irriguée à partir des

ressources réalimentées. En complément, certains usages peuvent être réduits ou arrêtés pour des raisons techniques.

L'intégration des spécificités et des dimensions socio-économiques propres à chaque usage a permis de préciser cette comparaison des conséquences des scénarios de débits, sur la base de critères plus adaptés que ceux du canevas, pour certains usages comme les CNPE, la navigation dans les canaux et les activités récréatives dans les axes réalimentés comme la baignade et le canoë-kayak.

Les bénéfices du soutien d'étiage de l'Allier et de la Loire par les barrages de Naussac et de Villerest s'évaluent en croisant (1) les mesures ou contraintes qui s'appliquent à chaque type d'usage selon le scénario de débit et (2) le dimensionnement socio-économique des différents types d'usages.

Le tableau ci-après détaille les indicateurs étudiés selon les usages, selon trois catégories d'indicateurs :

- des indicateurs d'enjeu, caractérisant l'usage présent sur la zone réalimentée ;
- des indicateurs d'impact, quantifiant les conséquences concrètes ;
- des indicateurs de bénéfices, correspondant à des impacts monétaires.

| Usages                              | Indicateurs d'enjeu                                                                                                                                                                                                                           | Indicateurs d'impact                                                                                                                                                                           | Indicateurs de bénéfices                                            |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Irrigation                          | Environ 65 000 ha irrigués, soit environ 4% de la SAU des sous-bassins réalimentés                                                                                                                                                            | Récoltes sécurisées sur 65 000 ha irrigués                                                                                                                                                     | Produit brut sécurisé : autour de 120 M€                            |
| CNPE EDF                            | Production 72 TWh/an                                                                                                                                                                                                                          | Production maintenue entre 3,3 et 7,3 TWh                                                                                                                                                      | /                                                                   |
| Eau potable                         | 2,6 millions d'habitants desservis<br>77 établissements hospitaliers<br>185 000 établissements de l'industrie, du commerce et des services                                                                                                    | Distribution sécurisée pendant 64 jours                                                                                                                                                        | /                                                                   |
| Navigation sur les canaux           | 385 km de voies navigables<br>7 bases de location<br>1 paquebot de croisière                                                                                                                                                                  | 64 jours d'activité maintenue sur canaux artificiels tributaires de la Loire et de l'Allier                                                                                                    | Poids économique de l'activité sécurisée sur les canaux : 6,8 M€/an |
| Tourisme nautique et manifestations | Chiffre d'affaire estimé :<br>- Paquebot de croisières MS Loire Princesse : entre 30 et 40 000 € par jour ;<br>- Loire Odyssée : autour de 1 200 € par jour.<br><br>700 000 visiteurs et 240 bateaux lors du Festival de Loire 2019 à Orléans | - Croisières et gestion des stocks de consommable sur le navire sécurisées<br>- Retombées économiques pour les communes d'escales<br><br>- Tenue du Festival de Loire facilitée par le soutien | /                                                                   |
| Hydro-électricité                   | Production Villerest : 167 GWh/an<br>Production des autres centrales : 9,1 GWh/an                                                                                                                                                             | Maintien de la production (gain estimé de 6 GWh)                                                                                                                                               | /                                                                   |
| Baignade                            | 9 sites de baignade suivis par l'ARS : 2 dans la Loire, 7 dans l'Allier                                                                                                                                                                       | Baignade sécurisée                                                                                                                                                                             | /                                                                   |
| Sports nautiques                    | Axes réalimentés fréquentés dans leur quasi-totalité pour le canoë-kayak. Plus de 40 000 pratiquants par an sur la Loire                                                                                                                      | Pratique sécurisée                                                                                                                                                                             | /                                                                   |
| Itinéraire cyclo-touristique        | En 2019, 1,2 millions de cyclistes sur la Loire à vélo pour des retombées de près de 38 M€                                                                                                                                                    | Activité probablement favorisée                                                                                                                                                                | /                                                                   |
| Environnement                       | Eau des axes réalimentés en bon état au sens de la DCE                                                                                                                                                                                        | Dilution des rejets suffisante pour le maintien du bon état des eaux                                                                                                                           | /                                                                   |

*Tableau 18 : Bilan socio-économique des bénéfices du soutien d'été pour les usages de l'eau et l'environnement*

## 10. CONCLUSIONS ET SUITES A DONNER

---

### 10.1. Le soutien d'étiage : d'importants bénéfices en 2019 et un outil précieux pour affronter le changement climatique

**L'étiage 2019 a été particulièrement marqué, non seulement sur les axes Allier et Loire, mais aussi sur l'ensemble du bassin.** Depuis la création des lacs réservoirs de Naussac et Villerest, il s'agit de l'étiage présentant le QMNA (débit moyen mensuel minimal) le plus faible ainsi que **le déficit le plus important.**

Le travail de caractérisation détaillée des usages, des consommations et de leurs impacts sur la ressource en eau superficielle a permis d'aboutir à la naturalisation des débits en plusieurs points d'intérêt. Ce travail a pu mettre en évidence la part importante du soutien d'étiage dans les débits mesurés tout au long des axes Allier et Loire. Cette part a en effet pu être quantifiée pour certaines périodes à des proportions variant de la totalité du débit de l'Allier amont (Vic-le-Comte) à un tiers du débit mesuré à l'aval du bassin à Montjean-sur-Loire.

**Sans ces apports, de nombreux usages auraient dû être interrompus de manière brutale.** Ces apports ont ainsi pu sécuriser les usages, non seulement de façon quantitative (limitation des restrictions de prélèvement basées sur des références quantitatives), mais aussi de manière qualitative. En effet, les prélèvements rendus possibles sont indispensables pour des usages comme l'alimentation en eau potable, l'industrie (avec les CNPE en premier rang), l'irrigation, ainsi que des activités du secteur des loisirs et du tourisme. De plus, de nombreuses interconnexions pour l'eau potable dépendent de captages situés sur les axes soutenus par les lâchers de Naussac et Villerest. En cas de défaillance des captages principaux, si ces interconnexions présentent elles-mêmes des difficultés techniques, l'ensemble de la chaîne de production d'eau potable peut ainsi être fortement mise en difficulté. Enfin, des débits très faibles entraînent des dilutions des rejets moindres et ainsi des déclassements qualitatifs des cours d'eau pouvant impacter de façon forte les usages associés à ces rejets (CNPE, stations d'épuration et industries notamment). Le soutien d'étiage a donc apporté un soutien indispensable au bon fonctionnement socio-économique des vallées de l'Allier et de la Loire.

En cas d'année très sèche comme 2019, **ces apports participent aussi de façon non négligeable** au maintien de la charge d'eau douce en aval du bassin et ainsi **à la limitation de la remontée du bouchon vaseux.** Une remontée importante de ce dernier peut en effet entraîner des problèmes importants de turbidité pouvant non seulement impacter la distribution d'eau potable (effet modéré en 2019 sur la station de Mauves-sur-Loire) mais aussi présenter des impacts importants sur le milieu naturel (exemple du cas de mortalité piscicole massive observée fin septembre 2020 à proximité de Nantes).

L'étiage 2019 s'inscrit ainsi comme un étiage marquant sur de nombreux aspects. Cependant les prospectives actuelles sur le changement climatique prévoient des étiages de plus en plus sévères dans un avenir proche. Il est ainsi probable que ces étiages sévères soient rencontrés de façon de plus en plus fréquente dans les années à venir, comme le démontre le très sec

étiage 2020, tout juste terminé au moment de l'édition de ce rapport sur l'analyse socio-économique de l'impact du soutien d'étiage 2019. **Ces étiages sévères associés à des besoins des plantes accrus et à une augmentation constante de la population du bassin ainsi que de la consommation en eau, rendent d'autant plus indispensables les lâchers de soutien d'étiages des lacs-réservoirs de Naussac et Villerest ainsi que la mise en place d'indicateurs hydrologiques et socio-économiques pertinents pour piloter au mieux les lâchers et la répartition des volumes utilisables.**

## 10.2. Améliorer l'approche menée

Plusieurs points de l'approche développée pourraient utilement être améliorés :

- mieux cerner les données hydrologiques et hydrauliques, afin d'améliorer l'estimation des débits naturels ;
- mieux cerner les enjeux socio-économiques car certaines approches possibles n'ont pas pu être menées ;
- mieux cerner les enjeux environnementaux.

Dans les paragraphes qui suivent, une priorité est indiquée, afin de faire ressortir les améliorations aux effets attendus les plus importants.

### 10.2.1. Les données hydrologiques et hydrauliques

La première amélioration à envisager correspond à une connaissance plus fine des **temps et des modalités de transfert des débits de l'amont vers l'aval** : il serait utile de disposer d'une matrice plus étayée que celle donnée en 7.1.2 et de règles de simulation consolidées de l'étalement des variations de débits lors de leur propagation vers l'aval, en fonction de ces débits. Cette amélioration permettrait d'abord de consolider les hypothèses prises dans la présente étude, et donc d'en fiabiliser les résultats. Elle pourrait permettre aussi de donner au modèle Lolla de l'EP Loire plus de précision pour la gestion des objectifs actuels, et la capacité de suivre les effets de la gestion plus à l'aval sur Montjean-sur-Loire et/ou pour l'estuaire. Une meilleure connaissance des bilans hydriques des réservoirs est possible, mais avec une plus-value a priori moindre.

La deuxième amélioration à envisager porte sur la connaissance des **activités agricoles bénéficiant de l'irrigation** à partir des axes réalimentés, puis de leurs consommations en eau. En effet, l'approche développée ici repose sur le comportement du maïs et il serait utile de tenir compte de la variété des cultures, notamment dans les secteurs comportant une part importante de maraîchage ou d'horticulture, et des calendriers correspondants de besoins en eau. Les données sur les assolements irrigués ne sont disponibles que de façon très espacée (recensement agricoles tous les 10 ans) ou hétérogène (études localisées). L'évolution des analyses des données satellites permet d'espérer que seront prochainement disponibles des approches homogènes et régulièrement renouvelables de la répartition des surfaces irriguées en fonction des cultures concernées, nécessaires à l'estimation des consommations d'eau. En

effet, le calendrier des besoins des différentes cultures est connu à l'échelle nationale voire régionale, et peut être adaptée aux secteurs d'étude en s'appuyant sur les experts locaux. Une plateforme collaborative peut faciliter une connaissance précise des réalités locales, tout en aidant les irrigants à établir leurs déclarations (voir Plateforme HYDRIM développée pour l'EPTB Charente). Les données collectées par les OUGC peuvent également contribuer à la connaissance des prélèvements.

Deux points complémentaires, a priori sans impact sensible actuellement à l'échelle du bassin mais susceptibles d'éclairer les enjeux locaux, concernent l'eau potable et les canaux :

- Si on connaît bien les prélèvements pour les **services d'alimentation en eau potable** (AEP), on ne sait pas bien distinguer ceux qui concernent des ressources non impactées par le régime des axes réalimentés (exemple : forages dans le Cénomanien) et l'évaluation des consommations nettes repose sur un ratio qui mériterait d'être conforté. Un travail de croisement de différentes bases de données (BNPE et AELB notamment) devrait permettre de différencier les prélèvements en fonction de leur dépendance ou indépendance vis-à-vis des axes réalimentés. Par ailleurs, une analyse fine du fonctionnement des services d'AEP (échanges entre services, gros consommateurs), devrait permettre de préciser et de mieux justifier le taux de consommation, pris dans cette étude à 8%.
- Par ailleurs, on a vu plus haut que la connaissance sur les **apports via les canaux** du Centre et du Nivernais exploités par VNF n'avait pas pu être pleinement intégrée. La prise en compte de ces flux et de leur répartition dans l'année est possible à partir des données fournies par VNF.

### 10.2.2. Les enjeux socio-économiques

Il est possible d'estimer plus finement la **population desservie** à partir des prélèvements effectués dans les axes réalimentés et leurs nappes d'accompagnement, à partir des données du Système d'information des services publics d'eau et d'assainissement (SISPEA, <http://www.services.eaufrance.fr/>). Des retraitements sont à prévoir pour :

- compléter cette base de données si les données de certains services ne sont pas renseignées, soit à partir de données fournies par ces services, soit à partir de données estimatives basées sur les prélèvements de la banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau (BNPE, <https://bnpe.eaufrance.fr/>) ;
- retrancher une partie de la population desservie par les services étudiés, au prorata des volumes provenant de ressources autres que les axes réalimentés et les nappes interconnectées ;
- ajouter la population bénéficiant des volumes exportés par les services étudiés, à partir d'un ratio de volume annuel par habitant (en l'absence de ratio plus adapté, on peut prendre 50 m<sup>3</sup>/an/habitant).

Il serait intéressant aussi d'établir plus finement comment **la navigation sur les canaux** est impactée en cas d'insuffisance des ressources mobilisées, et donc de mieux apprécier les restrictions et interdictions de navigation en fonction des débits naturels estimés. Cela fournirait une base plus solide pour estimer les bénéfices apportés par le soutien d'étiage.

Dans le même esprit, il serait utile de formaliser les raisons concrètes limitant la circulation du **paquebot de croisière**. On sait que, durant l'été 2019, il n'a pas pu desservir toujours toutes ses escales: il serait utile de connaître les seuils qui sont devenus infranchissables pour lui, et les autres seuils potentiellement à problème avec les débits critiques associés.

Le cas de certaines **activités dans l'Allier** (baignade et canoë-kayak au moins) mérite un effort particulier d'analyse. En effet, les débits naturels dans la partie amont de l'Allier peuvent être nuls lors d'années sèches comme 2019, rendant ces activités impossibles. Mais l'impact du soutien d'été sur ces activités peut également résulter d'une augmentation du débit, comme tend à le montrer le souhait exprimé par la filière canoë-kayak de voir rehaussés certains objectifs de débit. L'appréciation du bénéfice ainsi apporté nécessite une approche spécifique, probablement basée sur l'analyse historique des fréquentations en lien avec les débits.

En ce qui concerne **l'industrie** hors centrales nucléaires, les connaissances restent très partielles. Les établissements ayant leur propre prélèvement sont connus, leur dimension socio-économique pourrait être mieux cernée en estimant les emplois correspondants par rapprochement avec les données du Système national d'identification et du répertoire des entreprises et de leurs établissements (SIRENE) de l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE), puis en proposant une estimation de la valeur ajoutée produite à partir de l'analyse des comptes des entreprises concernées. Cette dimension serait à croiser avec leur sensibilité vis-à-vis de la ressource en eau, en quantité et en qualité, pour qualifier plus précisément les enjeux du soutien d'été. Un travail similaire serait nécessaire pour les activités (industrielles ou de service) dépendant des réseaux d'eau potable. Le travail réalisé sur les hôpitaux pourrait être complété par une estimation des personnes dialysées à domicile, en lien avec les ARS.

Enfin, **l'agriculture irriguée** est enjeu socio-économique majeur, du fait tant de cette activité que de ses débouchés agricoles et agro-alimentaires. Une meilleure connaissance de cet enjeu passe d'abord par une meilleure connaissance des surfaces irriguées et des cultures concernées (voir point précédent). Ensuite, un travail est à engager pour caractériser les impacts en cascade de ces activités : d'abord au niveau de l'agriculture (l'irrigation contribue à l'équilibre économique d'exploitations ayant parfois d'autres activités peu rentables ; elle permet aussi la production de fourrages qui manquent à d'autres exploitations du même secteur), mais aussi au niveau des industries agro-alimentaires (production de semences, approvisionnement de conserveries et autres transformations) voire au niveau du marché national (contribution élevée des cultures irriguées du périmètre étudié à la production nationale de certains produits). Ce travail est important, et il semble opportun de commencer par des études de cas (Val d'Authion ? Limagne ?), avant de chercher à construire une vision globale de ces enjeux.

### 10.2.3. Les enjeux environnementaux

Des différentes consultations effectuées dans le cadre de cette étude, les effets environnementaux qui semblent les plus à même d'être caractérisés sont ceux qui résultent de l'impact des débits faibles sur la capacité de **dilution des rejets d'assainissement**. Ces effets sont potentiellement marquants sur l'Allier, du fait de débits naturels très faibles dans les conditions climatiques de 2019. Une première approche peut consister à examiner l'impact au niveau de quelques rejets importants comme cela a été fait pour la station d'épuration de Vichy, mais une vision claire des enjeux nécessite de réaliser une modélisation des effets cumulés des différents rejets, avec un modèle comme PEGASE, celui utilisé par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne. Il est possible qu'une démarche similaire soit pertinente sur la Loire en amont du bec d'Allier.

Un travail d'approfondissement permettrait de mieux cerner les enjeux spécifiques à **l'estuaire**. Celui déjà identifié est lié à la production d'eau potable de l'usine des Roches à Nantes : la remontée du bouchon vaseux au niveau de la prise d'eau entraîne l'arrêt des prélèvements. Les arrêts subis en 2019 duraient seulement quelques heures, et sont restés sans conséquences. Il est important de savoir si des débits non soutenus auraient permis au bouchon vaseux de remonter plus durablement au niveau de la prise d'eau, et auraient généré des pénuries dans l'approvisionnement en eau du secteur de l'estuaire. Il serait intéressant aussi de voir si des conséquences environnementales peuvent être déterminées du fait d'une localisation inhabituelle du bouchon vaseux (mortalités, absence de reproduction pour de nombreuses espèces).

Enfin, pour apporter un éclairage sur les enjeux relatifs à la **vie aquatique**, il est possible de construire une simulation de l'évolution de l'oxygénation de l'eau à partir de l'estimation de la teneur de saturation en oxygène qui est un majorant de la teneur réelle. Cette teneur dépend en premier lieu de la température de l'eau, elle-même très liée à celle de l'air. Mais elle dépend aussi des volumes lâchés par les réservoirs de Naussac et Villereest, qui apportent un masse d'eau contenant un stock d'oxygène important, qui en plus de la dilution permet un rééquilibrage de la saturation (sous réserves de particularités locales comme les karsts).

### 10.3. Suivre les enjeux socio-économiques

Le travail mené a permis d'établir des ordres de grandeur sur les enjeux présents en 2019. Il est important de réaliser un suivi, afin de pouvoir détecter les évolutions de ces enjeux, au moyen d'indicateurs socio-économiques.

Les indicateurs sont à construire à deux échelles : une échelle globale (ensemble des secteurs réalimentés) et une échelle plus fine (secteurs réalimentés ou groupes de secteurs réalimentés correspondant aux points de gestion des axes Allier et Loire). De façon générale, les données à exploiter sont disponibles à une échelle très fine (points de prélèvement, communes) et peuvent facilement être agrégées à ces échelles. Les données peuvent provenir principalement des acteurs (déclarations de volumes prélevés par exemple) ou de base de données statistiques (population, établissements et salariés par exemple). Mais des

compléments intéressants peuvent être trouvés dans différentes études plus locales (dont HMUC et PTGE), surtout quand les territoires concernés correspondent à des secteurs de gestion des axes Allier et Loire.

Une première série d'indicateurs est d'ores et déjà mobilisable :

- La production des **CNPE** et l'emploi associé : ces données annuelles sont publiées par EDF dans des rapports par CNPE, avec un décalage d'un an (données 2019 disponibles en 2020) ;
- La **population desservie** par les services d'eau potable qui prélèvent tout ou partie de leur eau dans les axes réalimentés et leurs nappes d'accompagnement : ce travail est faisable à partir de la base SISPEA ; la base est disponible pour chaque année depuis 2008, mais comporte des lacunes (de moins en moins chaque année) et est renseignée très progressivement (les données d'une année  $n$  ne sont correctement renseignées qu'en fin d'année  $n+1$ ).
- La fréquentation des **canaux** est suivie par VNF et publiée sur son site avec un décalage de deux ans (données 2018 disponibles en 2020). Les données ont trait au nombre de passages enregistrés en certaines écluses, décomposés par type de bateaux, et à la répartition sur l'année de ces passages. Des données socio-économiques nationales, comportant des ratios par type de bateaux, sont diffusées à une fréquence moindre.
- Les **activités économiques** de ces territoires (nombre d'établissements et de salariés par branche d'activité), par exploitation des données communales du dispositif Connaissance locale de l'appareil productif (CLAP) de l'INSEE. Ce sont des données annuelles, donnant la situation au 31 décembre (ce qui exclut les établissements qui ont cessé leur activité en cours d'année et les salariés estivaux). Les données d'une année sont disponibles 4 à 5 ans plus tard (en novembre 2020, le dernier millésime disponible est celui de 2015 diffusé depuis août 2019).
- La fréquentation de l'itinéraire de **la Loire à vélo** fait l'objet de comptages diffusés annuellement. Le suivi des dépenses correspondantes et de l'activité économique qui en découle relève d'études spécifiques, dont la publication est à surveiller.

D'autres indicateurs seraient intéressants à mobiliser en complément :

- La **population desservie** en eau potable, selon l'approche améliorée proposée ci-dessus. La source principale étant SISPEA, on peut disposer de données annuelles, avec un décalage de 2 ans.
- **L'agriculture irriguée** : surfaces selon l'assolement, production et activités qui en dépendent (élevage, IAA), selon l'approche améliorée proposée ci-dessus.
- Les activités **baignade** et de **canoë-kayak** bénéficiaires du soutien d'étiage (fréquentation et dépenses). La connaissance des pratiques de baignade est à organiser, de façon à disposer d'estimations robustes de la fréquentation de sites surveillés mais aussi de pratiques plus spontanées et à construire une évaluation de leur impact sur l'économie des territoires concernés. En ce qui concerne le canoë-kayak, un partenariat avec les clubs et les prestataires permettrait de suivre une partie de l'activité, un complément serait nécessaire pour évaluer la fréquentation hors structures et ses retombées, à partir notamment des indications des professionnels.



Les barrages de Naussac et Villerest, dont l'Etablissement public Loire est propriétaire et gestionnaire, apportent une contribution essentielle à la réalimentation en eau de l'Allier et de la Loire.

A l'issue d'un soutien d'étiage particulièrement important en 2019, l'Etablissement a souhaité en évaluer les impacts socio-économiques, pour cette année particulière qui a constitué une nouvelle référence en matière de gestion du soutien d'étiage depuis la mise en service des deux ouvrages.

2 quai du Fort Alleaume  
CS 55708 • 45057 ORLÉANS CEDEX  
direction@eptb-loire.fr  
www.eptb-loire.fr