



72 rue Riquet - Bat A
31000 Toulouse
Tél : 05 61 62 50 68
E-mail : eaucea@eaucea.fr
www.eaucea.fr



Le Vexin 1 - 8, place de la Fontaine
95000 CERGY
Tél : 01 30 32 33 30
E-mail : ecodecision@ecodecision.fr
www.ecodecision.fr



Phase 2 :
Caractérisation des usages socio-économiques et des enjeux environnementaux exposés au risque d'étiage

NOVEMBRE 2022

Etude globale sur l'incidence socio-économique et environnementale des étiages sévères sur le bassin amont de la Seine



« Ce projet est cofinancé par le Fonds Européen du Développement Régional »

SOMMAIRE

1	ANALYSE DES DONNEES HISTORIQUES DE PRELEVEMENTS ET DE REJETS.....	7
1.1	LES DONNEES BANCARISEES.....	8
1.2	LES ACTEURS INTERROGES.....	10
1.3	LES PRELEVEMENTS	12
1.3.1	<i>Echelles d'étude.....</i>	12
1.3.2	<i>Bilan des prélèvements.....</i>	13
1.4	BILAN DES REJETS ET DES TRANSFERTS D'EAU PAR USAGE.....	15
1.4.1	<i>La modélisation des besoins agricoles.....</i>	16
1.4.2	<i>L'alimentation en eau potable</i>	38
1.4.3	<i>L'alimentation des canaux de navigation.....</i>	48
1.4.4	<i>Les autres usages économiques (hors CNPE)</i>	54
1.4.5	<i>Le refroidissement industriel (CNPE)</i>	60
1.5	BILAN HYDROLOGIQUE DES USAGES	63
2	VULNERABILITE ET ADAPTATION DES USAGES AUX EPISODES SECS	66
2.1	IDENTIFICATION DES SEUILS AFFECTANT LES USAGES	66
2.1.1	<i>Restrictions par l'Etat</i>	67
2.1.2	<i>Cas de l'alimentation en eau potable.....</i>	68
2.1.3	<i>Cas de l'alimentation des canaux de navigation</i>	68
2.1.4	<i>Cas des autres usages économiques</i>	70
2.1.5	<i>Cas du CNPE de Nogent-sur-Seine</i>	70
2.1.6	<i>Cas de l'assainissement.....</i>	71
2.1.7	<i>Bilan des seuils affectant les usages retenus.....</i>	72
2.2	ADAPTATION DES USAGES EN PERIODE DE SECHERESSE.....	75
2.2.1	<i>Actions d'oxygénation pour constituer des îlots de survie</i>	75
2.2.2	<i>Mesures d'adaptation au changement climatique</i>	76
2.3	INCIDENCE DES EPISODES SECS SUR LES USAGES	78
	ANNEXES.....	81
	REGIME DE PRELEVEMENT SIMULE POUR L'ENSEMBLE DES SOUS BASSINS	81
	COMPARAISON DES DONNEES AGENCE DE L'EAU ET DE LA SIMULATION DES BESOINS D'IRRIGATION POUR L'ENSEMBLE DES SOUS BASSINS.....	93
	SCHEMA D'ALIMENTATION DU CANAL DU NIVERNAIS	104
	SCHEMA D'ALIMENTATION DU CANAL DE BOURGOGNE	105
	SCHEMA DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU CANAL LATERAL A LA MARNE ET DU CANAL DE L' AISNE A LA MARNE	106
	BILAN DES VOLUMES D'EAU CONSOMMES PAR USAGES, PAR SOUS-BASSIN	107

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des points de prélèvement (données AESN 2008-2017).....	7
Figure 2 : Echelles d'études pour l'analyse des données historiques de prélèvements	12
Figure 3 : Evolution des prélèvements actifs sur le bassin amont de la Seine (données AESN 2008-2017)	14
Figure 4 : Evolution et tendance des prélèvements actifs sur le bassin amont de la Seine (données AESN 2008-2017). Sur l'axe des ordonnées de gauche sont associés les volumes (en millions de m ³ /an) pour la navigation, l'alimentation en eau potable et pour les autres usages. Sur l'axe des ordonnées de droite sont associés les volumes (en millions de m ³ /an) pour le refroidissement industriel et l'irrigation.....	14
Figure 5 : Nature de la ressource prélevée pour chaque usage sur le bassin amont de la Seine (volumes moyens – données AESN 2008-2017)	15
Figure 6 : Volumes prélevés pour l'irrigation déclarés à l'Agence de l'Eau Seine Normandie.....	17
Figure 7 : Points de prélèvement pour l'irrigation (source : AESN)	17
Figure 8 : Sous bassins avec des consommations agricoles	18
Figure 9 : Schéma de principe des hypothèses prises en compte dans le logiciel Irrid	20
Figure 10 : Principe de calcul du modèle Irrid	21
Figure 11 : Recensement parcellaire graphique 2017 sur le territoire de l'EPTB Seine	22
Figure 12 : Répartition du RPG 2017 sur le périmètre de l'EPTB Seine.....	23
Figure 13 : Extrait du numéro 149 de l'Agreste sur les surfaces irriguées de Seine Normandie	23
Figure 14 : Extrait du numéro 149 de l'Agreste sur le taux d'irrigation des cultures dans le bassin Seine-Normandie	24
Figure 15 : Localisation géographique des sous-bassins retenus.....	25
Figure 16 : Volumes consommés pour l'irrigation en 2017.....	26
Figure 17 : Carte des réserves utiles des sols sur le périmètre de l'EPTB Seine	28
Figure 18 : Sélection des stations météorologiques d'intérêt (fond pluviométrique : Lame d'eau Aurelhy).....	29
Figure 19 : Localisation des secteurs météorologiques.....	30
Figure 20 : Pluviométrie annuelle de la station de Dosnon.....	31
Figure 21 : Régime de prélèvement simulé pour un hectare de maïs sur le périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs	32
Figure 22 : Régime de prélèvement simulé pour un hectare de betterave sur le périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs.....	33
Figure 23 : Régime de prélèvement simulé pour un hectare de pomme de terre sur le périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs	33
Figure 24 : Régime de prélèvement simulé pour un hectare d'orge (culture de printemps) sur le périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs.....	34
Figure 25 : Régime de prélèvement simulé sur le sous bassin H1501010 (Aube à Arcis-sur-Aube)	34
Figure 26 : Régime de prélèvement simulé sur le périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs.....	35
Figure 27: Comparaison des données Agence de l'Eau et de la simulation des besoins d'irrigation sur le sous bassin H1501010.....	35
Figure 28 : Comparaison des données Agence de l'Eau et de la simulation des besoins d'irrigation sur le périmètre de l'EPTB.....	36
Figure 29 : Volumes simulés en fonction de la pluviométrie estivale.....	37
Figure 30 : Intensité des prélèvements simulée sur le périmètre de l'EPTB Seine en 2019	37
Figure 31 : Bilan hydrologique de l'AEP.....	38
Figure 32 : Schéma d'alimentation en eau de la ville de Paris (modifié, d'après Eau de Paris)	40
Figure 33 : Nature de la ressource des prélèvements d'Eau de Paris sur le bassin amont de la Seine (données moyennes AESN 2008-2017)	41
Figure 34 : Consommation quotidienne d'eau potable à Paris, de 2007 à 2010 inclus (J. Souriau, 2011)	43
Figure 35 : Variabilité reconstituée des prélèvements pour l'alimentation en eau potable de Paris	43
Figure 36 : Origine de l'eau des communes desservies par le SEDIF	44
Figure 37 : Evolution des prélèvements du SEDIF à l'usine de Choisy-le-Roi (données SEDIF 2008-2019)	45
Figure 38 : Evolution des prélèvements du SEDIF à l'usine de Neuilly-sur-Marne (données SEDIF 2008-2019)....	45
Figure 39 : Evolution des prélèvements du SEDIF à l'usine de Méry-sur-Oise (données SEDIF 2008-2019)	46
Figure 40 : Carte du réseau SIAAP (SIAAP)	47
Figure 41 : Cartographie des voies navigables et des prises d'eau	49

Figure 42 : Réseau fluvial de la Ville de Paris (source : Ville de Paris)	52
Figure 43 : Volume pompé en Marne à l'usine de Trilbardou pour l'alimentation du canal de l'Ourcq (source : Ville de Paris).....	53
Figure 44 : Schéma de principe de fonctionnement de la centrale de Canada (source : www.climespace.fr)	55
Figure 45 : Schéma de principe du circuit de refroidissement dit « fermé » des CNPE (Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire).....	61
Figure 46 : Scénario d'évaporation journalière moyenne au niveau du CNPE de Nogent-sur-Seine.....	61
Figure 47 : Relation évaporation-température moyenne au sol pour un fonctionnement maximaliste du CNPE de Nogent-sur-Seine.....	62
Figure 48 : Estimation des prélèvements des usages sur tout le bassin d'étude.....	63
Figure 49 : Estimation des consommations des usages sur tout le bassin d'étude.....	64
Figure 50 : Localisation des stations hydrologiques de référence sur les axes réalimentés pour lesquelles il a été possible d'affecter des seuils de référence issus des arrêtés cadres sécheresse	73
Figure 51 : Carte de localisation des îlots de survie (source : www.siaap.fr)	75

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition de l'assolement irrigué par sous bassins pour le modèle agricole.....	26
Tableau 2 : Pratique agronomique sur le périmètre de l'EPTB Seine	27
Tableau 3 : Répartition des secteurs météo sur le territoire	30
Tableau 4 : Caractéristiques des usines de dépollution du SIAAP (source : SIAAP)	47
Tableau 5 : Volumes mensuels et bilan pour l'année 2019 à Condé-sur-Marne (source : VNF).....	50
Tableau 6 : Activités redevables pour soutien d'étiage regroupées par branche d'activité et triées selon l'assise de la redevance (source : EPTB Seine Grands Lacs).....	54
Tableau 7 : Estimation des consommations d'eau par usage sur tout le bassin d'étude.....	64
Tableau 8 : Limites réglementaires de fonctionnement du CNPE de Nogent-sur-Seine liées au débit en Seine à Pont sur Seine (source : EDF)	71
Tableau 9 : Liste des stations hydrologiques de référence situées sur les axes réalimentés pour lesquelles il a été possible d'affecter des seuils de référence issus des arrêtés cadres sécheresse	73
Tableau 10 : Nature du ou des seuil(s) affectant chaque usage en période d'étiage retenu(s) pour l'évaluation des incidences socio-économiques des scénarios d'étiage	74
Tableau 11 : Indicateurs d'évaluation de la vulnérabilité des usages aux épisodes secs et de l'incidence de ces derniers sur les usages	79

1 ANALYSE DES DONNEES HISTORIQUES DE PRELEVEMENTS ET DE REJETS

Afin de retracer le fonctionnement hydrologique du territoire et par sous-bassin, il est nécessaire de distinguer 4 types de volumes liés aux usages de l'eau :

- Les prélèvements (cf. figure 1) ;
- Les rejets ;
- Les transferts (si le rejet se fait dans un sous-bassin différent du prélèvement) ;
- Les consommations nettes (bilan des prélèvements, rejets et transferts).

Localisation des points de prélèvement

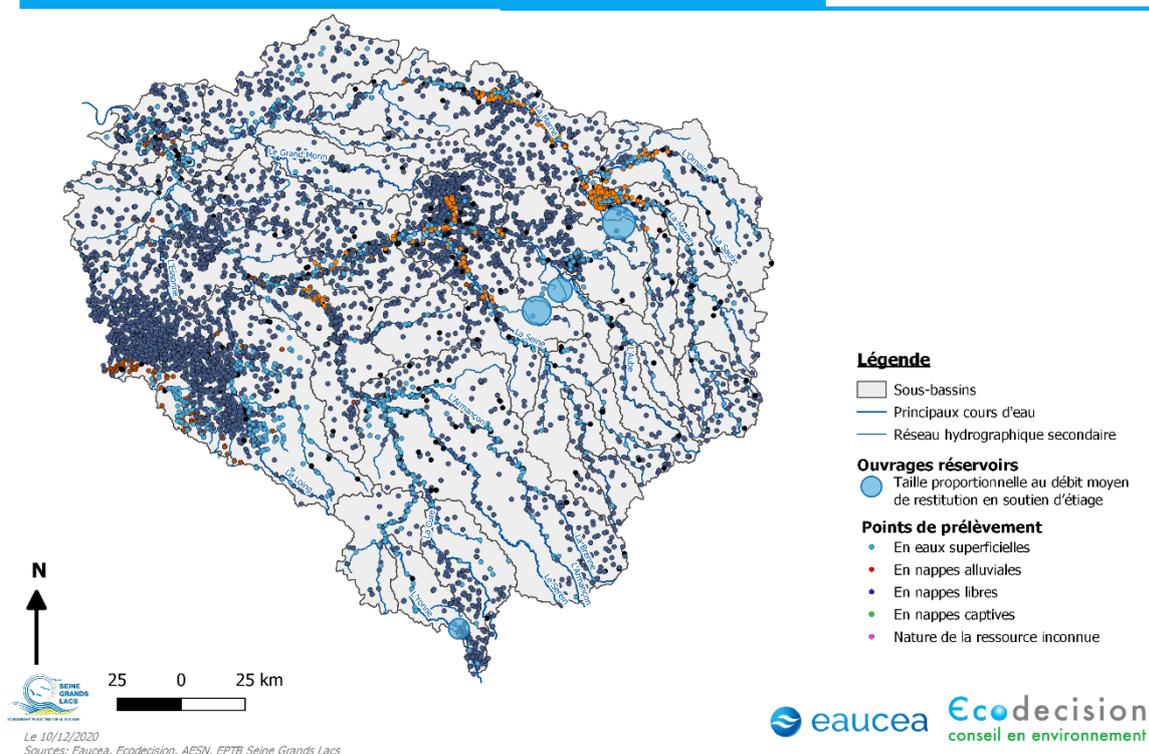


Figure 1 : Localisation des points de prélèvement (données AESN 2008-2017)

Dans la suite, c'est la consommation nette d'eau qui exprimera l'impact anthropique quantitatif sur la ressource en eau de chaque usage. Les variations saisonnières (saisonnalité) des besoins en eau de chaque usage seront également prises en compte.

1.1 Les données bancarisées

Les **données liées aux prélèvements** qui ont pu être recueillies et exploitées, comportent :

- les assiettes de redevances de l'AESN sur la période 2008-2017, donnant des volumes annuels par point de prélèvement avec l'indication de la commune d'implantation du prélèvement, du type d'usage (alimentation en eau potable, activités industrielles (refroidissement et autres activités), irrigation, hydroélectricité et alimentation des canaux) et du type de ressource (surface ou souterrain) ;
- les prélèvements sur la ressource en eau de la BNPE sur la période 2008-2017, issus aujourd'hui de la gestion des redevances pour prélèvement d'eau par les agences et offices de l'eau, donnant les volumes annuels prélevés sur la ressource en eau par point de prélèvement avec l'indication de la commune d'implantation du prélèvement, de la nature de la ressource (eau de surface ou eau souterraine) et de la catégorie d'usage de l'eau ;
- les assiettes de redevances de l'EPTB sur la période 2013-2018, donnant des volumes d'étiage (15 juin – 15 décembre) pour une quarantaine de préleveurs.

Les données issues de l'AESN et de la BNPE sont complémentaires dans la mesure où :

- Les redevances de l'AESN précisent le nom de la masse d'eau tandis que la BNPE ne fournit que l'indication « eau souterraine » ou « eau de surface » ; la BNPE ne permet pas de distinguer les prélèvements qui concernent les seules nappes d'accompagnement ;
- La BNPE apporte plus de précisions sur le nom de l'ouvrage et donc le maître d'ouvrage ; utile pour identifier les secteurs d'activité/acteurs préleveurs.

Elles offrent sur une période de 10 ans la possibilité d'apprécier l'évolution globale des pressions et des usages. Toutefois, les deux sources présentent une limite majeure : les codes qui identifient les points de prélèvements de l'AESN et de la BNPE (respectivement le code de l'ouvrage et le code BSS) ne peuvent pas être rapprochés et ne permettent donc pas la fusion de ces deux bases de données.

Le traitement préliminaire des données a également montré une hétérogénéité du remplissage des données de la BNPE dans le temps, pour un même point de prélèvement, ainsi que l'absence de volume lié à la production d'hydroélectricité avant 2011 dans les assiettes de redevances de l'AESN ou la BNPE.

Les données de l'AESN ont été privilégiées pour la caractérisation des usages car l'indication de la masse d'eau permet de distinguer les prélèvements (superficiels et souterrains) en masses d'eau réalimentées et de mieux retracer le fonctionnement hydrologique du territoire. La caractérisation des usages a été conduite sur la base d'une situation moyenne sur 10 années, à l'échelle du périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs et des sous-bassins. Les données de la BNPE, en compléments des redevances de l'EPTB, ont été utiles pour la caractérisation des dimensions socio-économiques.

Concernant la **dimension socio-économique**, l'analyse s'est appuyée sur le dispositif de Connaissance locale de l'appareil productif (CLAP) de l'INSEE donnant le nombre d'établissements et de postes salariés par secteur d'activité, par tranche d'effectifs salariés, par commune, sur l'année 2015. Sont exclus du dispositif :

- les établissements appartenant aux entreprises de catégorie juridique "7150" (Défense) ;
- les activités des ménages en tant qu'employeurs de personnels domestiques ou les activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de biens et services pour usage propre (section T NAF rév.2).

Les salariés agricoles entrent dans le champ de CLAP depuis l'inclusion du fichier MSA (Mutualité Sociale Agricole) de 2007 parmi les sources CLAP. Toutefois, les données sur le secteur agricole ne sont pas encore parfaites (SIRET mal renseignés dans les déclarations MSA). Du fait de l'approche « établissement », un salarié peut être compté deux fois (s'il travaille dans deux établissements). Des ressources bibliographiques (memento de la statistique agricole 2019, GRAPH'AGRI 2019) sur le secteur agricole ont néanmoins pu apporter quelques éléments d'informations supplémentaires. Une précaution reste à avoir quant aux données concernant le secteur agricole.

Les données accessibles sur la base publique SISPEA (Système d'Information des Services Publics d'Eau et d'Assainissement) ont également été consultées pour l'identification des services d'eau bénéficiant du soutien d'étiage, dans la mesure où les ressources qu'ils exploitent sont réalimentées par le soutien d'étiage, ainsi que leur périmètre de desserte.

Ces informations permettent de donner une idée du poids d'une activité mais pas d'un établissement. De ce fait, des contacts pourront être nécessaires pour caractériser les enjeux de quelques gros consommateurs d'eau. Une attention est également à avoir sur le fait que ces données ne tiennent pas compte des effectifs non-salariés.

1.2 Les acteurs interrogés

Pour bien cerner les usages économiques de l'eau et retracer le fonctionnement hydrologique du territoire, il a été utile d'enquêter auprès d'acteurs préalablement identifiés sur la base de deux critères :

- les volumes mobilisés ;
- et la sensibilité aux épisodes secs.

L'objectif de ces échanges a été d'abord de recueillir des informations et/ou d'en préciser certaines concernant les prélèvements, les restitutions, les consommations, la saisonnalité et la sensibilité de ces acteurs aux épisodes secs.

Les éléments clefs obtenus suite à ces échanges sont les suivants pour :

- **Eau de Paris :**
 - précisions apportées aux données de prélèvements de l'AESN et de la BNPE sur les volumes d'eau prélevés (historique des prélèvements en 2019 sur la Voulzie et de 2010 et 2019 sur le Loing), les pertes sur le réseau et les consommations locales (Agence du Loing, de la Voulzie et de la Vanne) ;
 - consommations en eau estimée des années 2018 et 2019 pour certains usages dits « sensibles » : écoles et universités, crèches, secours incendie et établissements hospitaliers (Agences Usine) ;
 - modalités de coordination des usines de traitement d'Eau de Paris et gestion de la production par le Plan d'exploitation (Service de Coordination Opérationnel de la Ressource en Eau).
- Le **Syndicat des Eaux d'Ile-de-France (SEDIF)** : données fournies des prélèvements journaliers en eau brute de 2008 à 2019 au niveau de ces trois principales usines à Méry-sur-Oise, Neuilly-sur-Marne et Choisy-le-Roi.
- **SUEZ** : chroniques des prélèvements mensuels en Seine des usines de production d'eau potable de Viry, Vigneux et Morsang (agglomérées).
- Le **Syndicat Interdépartemental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne (SIAAP)** :
 - liste des communes raccordées aux six usines de traitement du SIAAP et la chronique des volumes traités/restitués au milieu naturel 2016-2019 ;
 - précisions apportées sur les enjeux liés à la dilution des rejets des STEP selon les débits d'étiage (respect des valeurs seuils et des objectifs de la DERU – Directive Eaux Résiduaires Urbaines) mais aussi quantitatif (contribution des rejets des STEP au débit en Seine).

- **Voie Navigable de France** (VNF – Direction Territoriale Centre Bourgogne, Grand Est et Bassin de la Seine) :
 - informations générales apportées sur les modalités de fonctionnement hydraulique (alimentation, restitutions, transferts vers le bassin de l’Aisne) des rivières canalisées et des canaux artificiels et sur les conséquences en cas de sécheresse affectant la navigation (trafic ralenti voire interrompu si le maintien des débits minimums biologiques ne peut être garanti) ;
 - informations apportées sur l’influence des manœuvres de surverse sur la concentration d’oxygène dissous entre l’amont et l’aval des barrages de navigation ;
 - données et documents sur la fréquentation et le type d’activité sur les voies navigables ;
 - Chronique des volumes mensuels prélevés en Marne à Condé-sur-Marne en 2019 pour l’alimentation du bief de partage entre le canal latéral à la Marne et le canal de l’Aisne à la Marne.

- **Ville de Paris** (Service des Canaux) :
 - informations apportées sur la gestion hydraulique du canal de l’Ourcq (alimentation, restitutions, transferts), le cadre juridique et les principaux services rendus par la gestion du canal : protection contre les risques d’inondation, alimentation du réseau d’eau non potable de Paris, transport, usages récréatifs, continuité écologique et réservoir de biodiversité ;
 - documents sur la fréquentation et le type d’activité sur les canaux ;

- **CLIMESPACE** : précisions apportées sur les prélèvements et restitutions à la Seine des centrales de production de froid de CANADA, BERCY et TOKYO, les valeurs seuils critiques de fonctionnement et sur les enjeux (économiques, sanitaire, patrimoniaux) liés au maintien de la distribution du froid.

- **Le Centre Nucléaire de Production d’Electricité** (CNPE) de Nogent-sur-Seine :
 - précisions apportées aux données de prélèvements de l’AESN et de la BNPE sur les volumes d’eau prélevés en 2017 et 2018 en m³, à un pas de temps mensuel ;
 - co-construction d’un outil de calcul des volumes mensuels et journaliers évaporés en fonction des paramètres climatiques (température de l’eau, de l’air et hygrométrie) de 2017 à 2019 ;
 - précisions sur la sensibilité du CNPE face aux épisodes secs, liée aux risques de réductions de puissance du fait de la température de l’eau (plus grosse contrainte de baisse de charge), du débit en Seine ou du taux de dilution des effluents de la centrale.

1.3 Les prélèvements

1.3.1 Echelles d'étude

Les prélèvements et les usages de l'eau associés ont été appréhendés à deux échelles (cf. **figure 2**), selon la caractérisation qui en a été faite :

- Découpage en sous-bassin du bassin amont de la Seine, pour l'étude globale et la caractérisation des usages de l'eau ;
- Les masses d'eau réalimentées, pour la reconstitution de la saisonnalité des consommations pour les scénarios hydrologiques et la caractérisation de la vulnérabilité des usages face aux étiages et des incidences socio-économiques des scénarios. La liste des masses d'eau réalimentées correspond aux masses d'eau concernées par la redevance, en application du dossier d'enquête publique de juillet 2011, à savoir les 4 axes régulés et leurs nappes d'accompagnement de l'aval des ouvrages jusqu'à la confluence Seine-Oise.

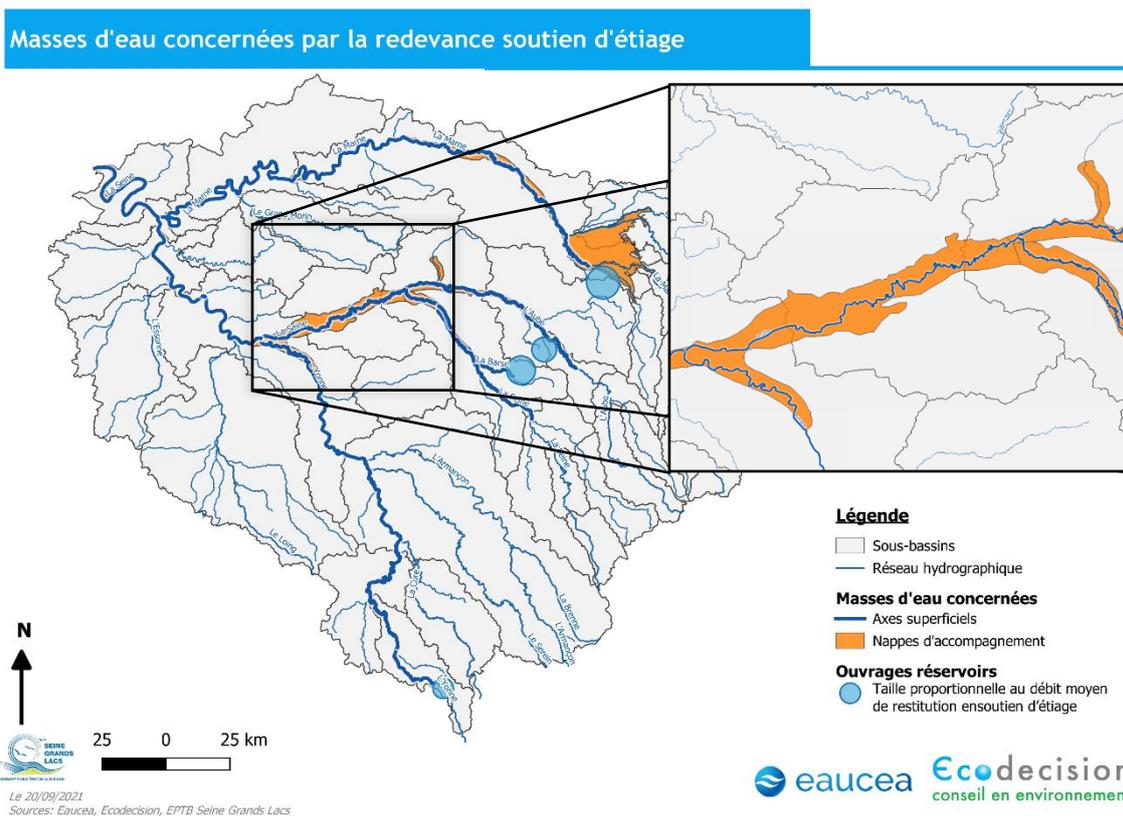


Figure 2 : Echelles d'études pour l'analyse des données historiques de prélèvements

1.3.2 Bilan des prélèvements

Les prélèvements étudiés couvrent le spectre des usages de l'eau selon les catégories suivantes :

- Irrigation ;
- Alimentation en eau potable (AEP) ;
- Alimentation d'un canal (navigation) ;
- Autres usages économiques ;
- Refroidissement industriel (CNPE) ;
- Production d'hydroélectricité.

L'hydro-électricité présente la particularité de se positionner au fil de l'eau et de restituer l'intégralité du prélèvement, c'est-à-dire le volume qui transite dans les turbines, sans transfert. Dans la suite du rapport, les prélèvements (ou les volumes qui transitent dans les turbines) associés à cet usage ne seront pas pris en compte dans le bilan hydrologique des usages, car ils sont sans conséquence sur ce dernier.

A partir des données de l'AESN, il est possible de dresser le bilan volumique des prélèvements existants et leur évolution sur la période 2008-2017 à l'échelle du bassin amont de la Seine et pour chaque usage.

Globalement, les prélèvements totaux sur le bassin amont de la Seine totaux sont constants sur la période 2008-2017 (cf. **figure 3**) mais des hétérogénéités s'observent selon l'usage (cf. **figure 4**).

Depuis 2008, les prélèvements pour le refroidissement industriel et la navigation ont faiblement augmenté (en moyenne, de moins de 2 %/an) et ceux pour l'alimentation en eau potable ont faiblement diminué (en moyenne, de moins de -1 %/an). Toutefois, depuis 2008 les variations sont les plus marquées pour les autres usages économiques qui tendent à la baisse (baisse moyenne de -3 %/an) et pour les prélèvements pour l'irrigation qui tendent à la hausse (hausse moyenne de 5 %/an).

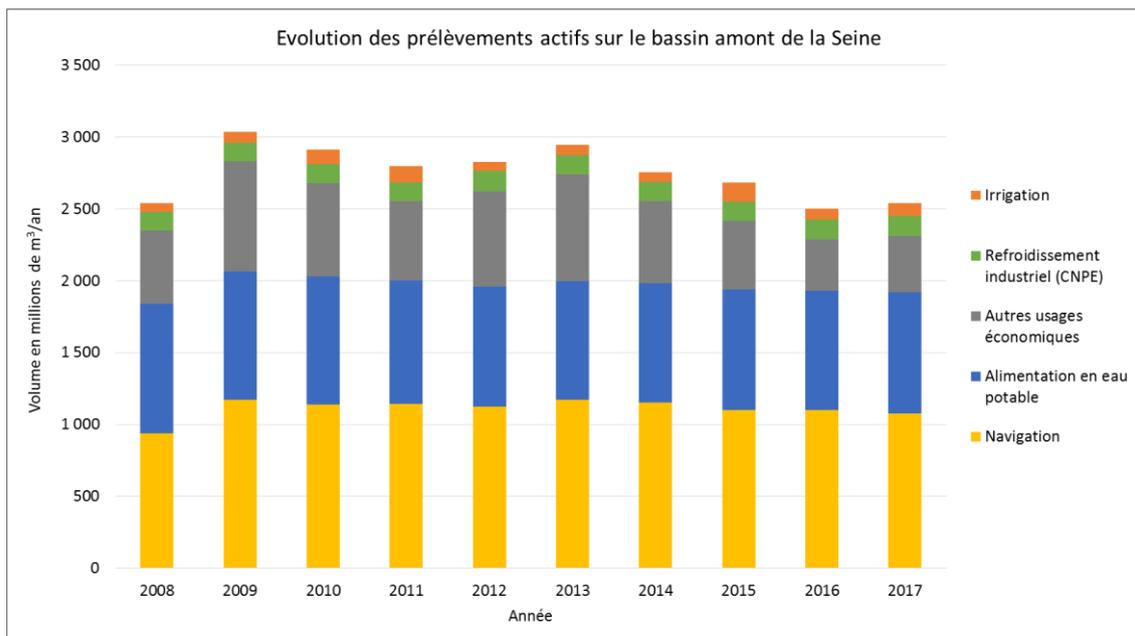


Figure 3 : Evolution des prélèvements actifs sur le bassin amont de la Seine (données AESN 2008-2017)

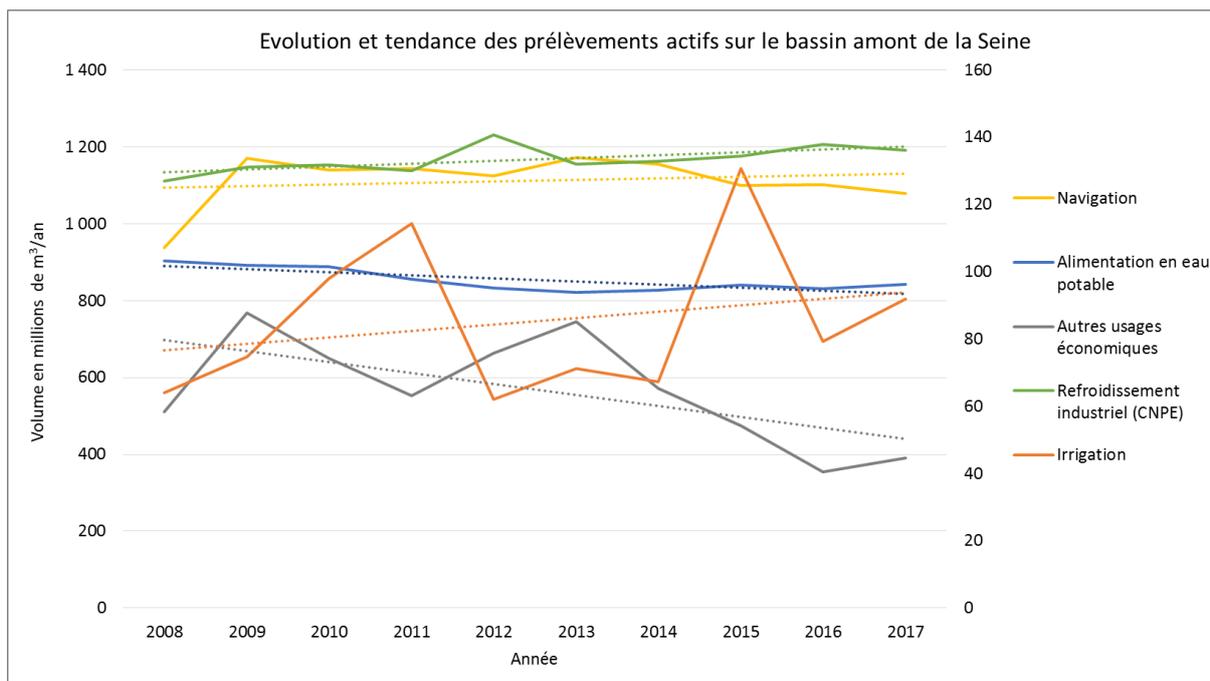


Figure 4 : Evolution et tendance des prélèvements actifs sur le bassin amont de la Seine (données AESN 2008-2017). Sur l'axe des ordonnées de gauche sont associés les volumes (en millions de m³/an) pour la navigation, l'alimentation en eau potable et pour les autres usages. Sur l'axe des ordonnées de droite sont associés les volumes (en millions de m³/an) pour le refroidissement industriel et l'irrigation.

L'analyse des données permet également d'identifier la nature des ressources sollicitées (cf. figure 5) pour chaque usage sur le bassin amont de la Seine. Pour certains points de prélèvement, la nature de la ressource sollicitée n'a pas pu être identifiée à partir des données AESN. Toutefois, les volumes associés à ces points de prélèvement ne représentent que 0,1 % des prélèvements totaux.

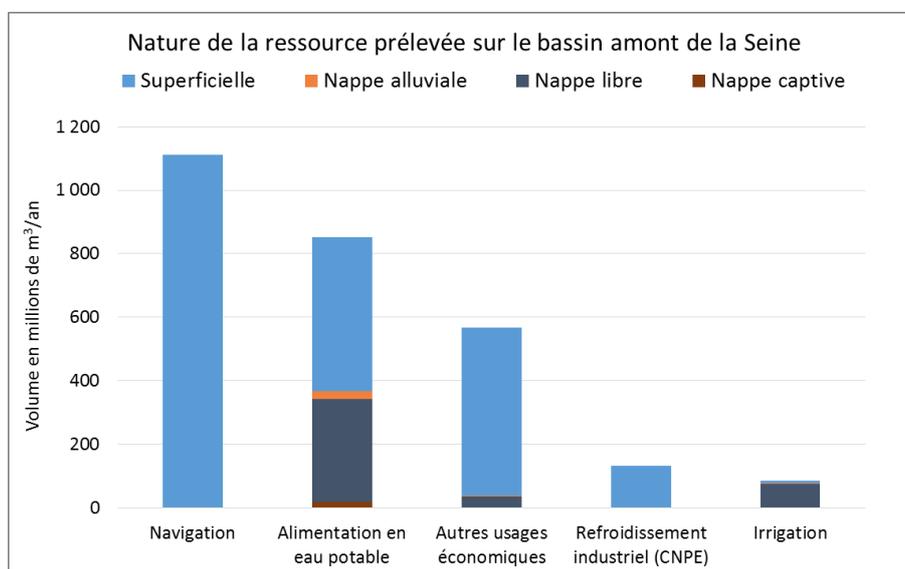


Figure 5 : Nature de la ressource prélevée pour chaque usage sur le bassin amont de la Seine (volumes moyens – données AESN 2008-2017)

Cette première analyse sur le bassin amont de la Seine montre une dépendance des usages forte aux cours d'eau et plus faible vis-à-vis des ressources alluviales et captives, due à leur répartition géographique et à l'origine des ressources sollicitées selon les usages.

1.4 Bilan des rejets et des transferts d'eau par usage

L'objectif de ce bilan est de caractériser l'impact anthropique quantitatif sur la ressource en eau du territoire, c'est-à-dire la consommation nette (différence entre les prélèvements et les rejets, pertes incluses).

A l'échelle de l'EPTB Seine Grands Lacs comme à l'échelle des sous-bassins, ce travail impose de prendre en compte les éventuels transferts d'eau vers ou depuis l'extérieur du territoire et entre sous-bassins. Par l'importance des volumes mis en jeu par certains acteurs, la compréhension des modalités de fonctionnement de leurs prélèvements et rejets est indispensable pour bien retracer le fonctionnement hydrologique du territoire. Pour ces acteurs, seul un travail d'enquête a permis de fournir des informations suffisamment précises. Pour les autres usages, à défaut de données réelles, certaines hypothèses ont été appliquées.

Concernant l'irrigation, une modélisation des besoins a permis une meilleure description de la saisonnalité et de l'intensité du régime de prélèvement.

1.4.1 La modélisation des besoins agricoles

1.4.1.1 Données disponibles et objectifs de la modélisation

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 de Gestion Collective (OUGC), celui-ci collecte les données à l'automne et les livre à l'Etat au travers du projet des Plans Annuels de Répartition (PAR). Ainsi les données 2019 sur les secteurs couverts par une Autorisation Unique de Prélèvement pourraient être connues avant l'été 2020. Le territoire de l'EPTB Seine Grands Lacs est couvert partiellement par différents OUGC (Nappe de Champigny, Beauce centrale, Beauce Fusain et Beauce Montargois). En effet la mise en place d'un organisme de gestion et de répartition des volumes prélevés à usage agricole est principalement recommandée sur les Zones de Répartition de Eau (ZRE) ;
- les préleveurs redevables auprès de l'Agence de l'eau transmettent leur déclaration (compteur ou forfait) qui les inscrit dans la Banque des données sur l'Eau environ 2 ans après. Nous disposons actuellement des données 2017 et antérieures.

Ainsi les données prélevées annuellement sont relativement bien connues. Cependant les prélèvements d'irrigation s'expriment sur une durée réduite au cours de l'année, sur environ 4 mois en période d'étiage. Ces derniers ont donc un poids potentiel important sur les écoulements souterrains et superficiels en période de tension potentielle du système. Il est donc important au cours d'une année de connaître avec précision non seulement leur intensité mais aussi leur régime.

Un modèle agricole, le modèle Irrid, développé par Eaucea a été mobilisé. Ce modèle permet de reconstituer un régime de prélèvement pour l'irrigation et d'appréhender en détail l'intensité et le régime des prélèvements des différents sous-bassins.

1.4.1.2 Les volumes prélevés

1.4.1.2.1 Les données Agence de l'Eau Seine Normandie

L'analyse des données de l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) montre qu les volumes prélevés pour l'irrigation (eaux souterraines et eaux de surface) sur le bassin versant de l'EPTB Seine Grands Lacs varient entre 62 et 131 Mm³ selon les années et les conditions climatiques, pour une moyenne annuelle de l'ordre de 85 Mm³.

La répartition des ressources associées aux données AESN met en évidence une majorité de volumes prélevés en eaux souterraines sur le bassin, en moyenne 92 % (cf. figures 6 et 7).

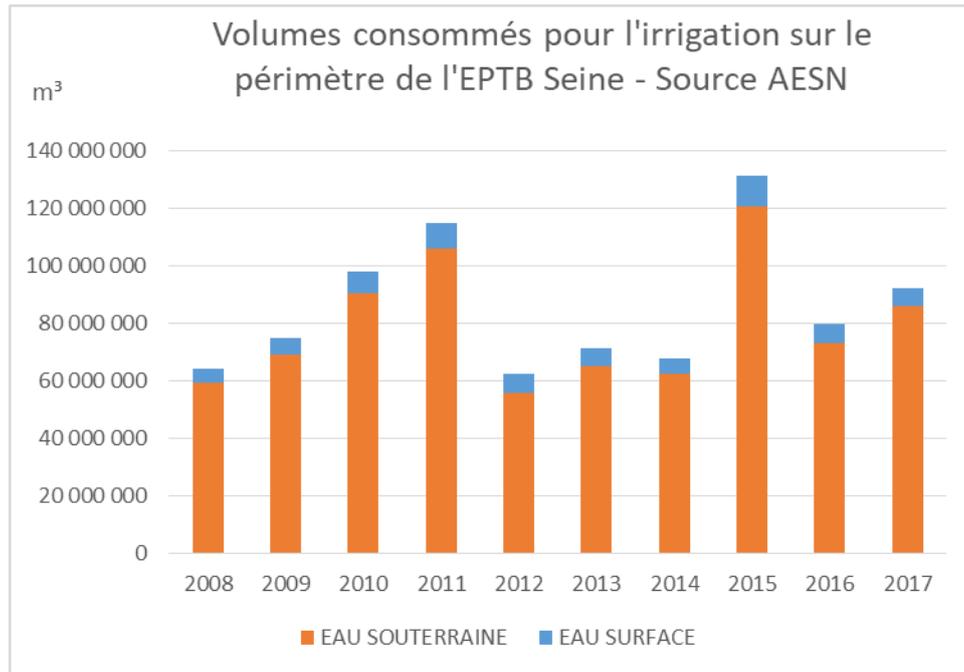


Figure 6 : Volumes prélevés pour l'irrigation déclarés à l'Agence de l'Eau Seine Normandie

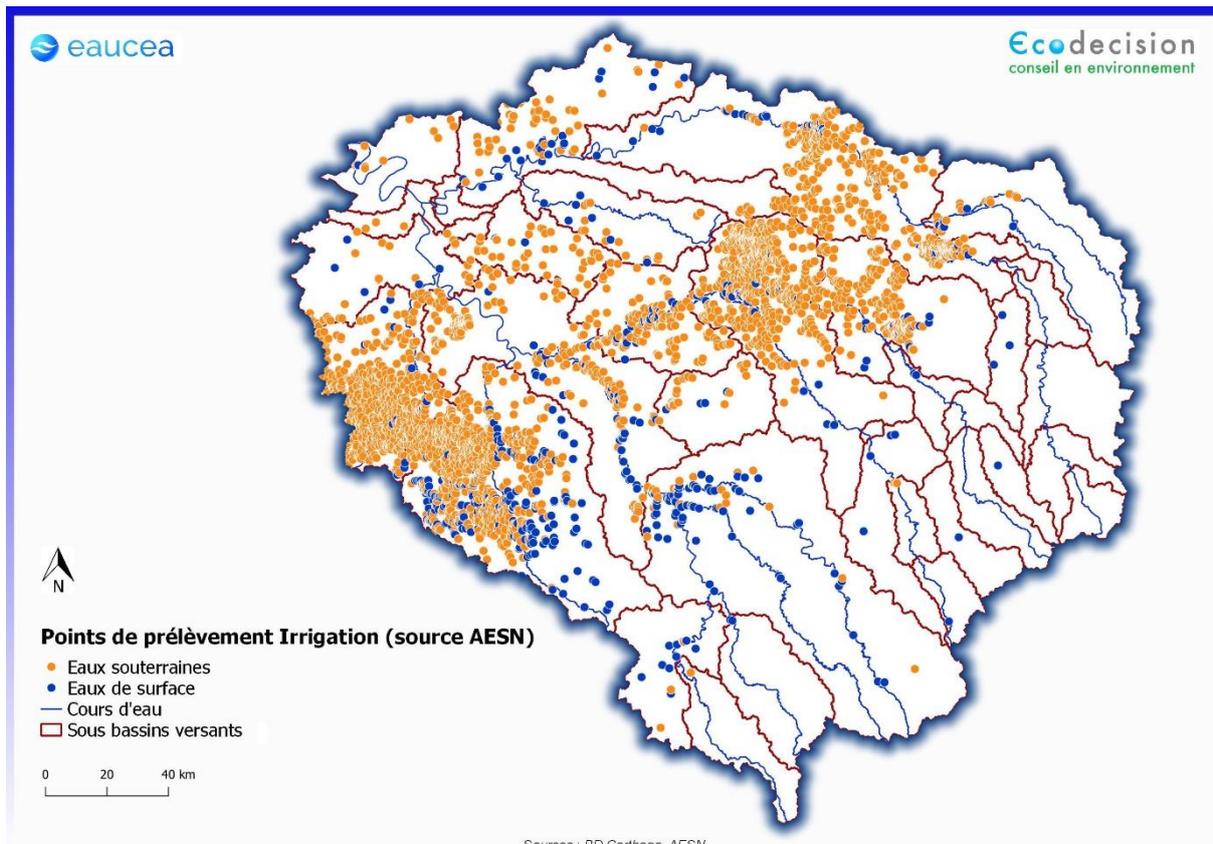


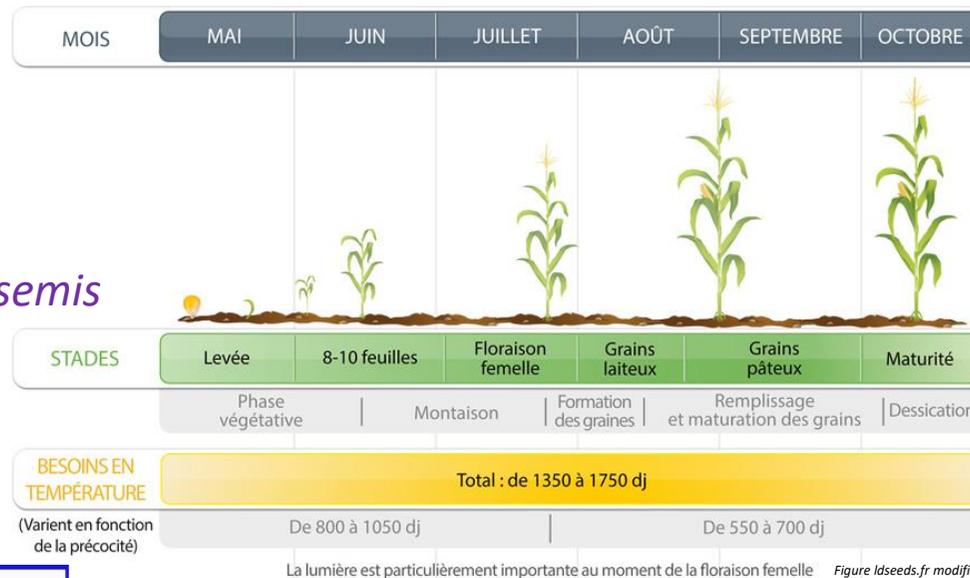
Figure 7 : Points de prélèvement pour l'irrigation (source : AESN)

1.4.1.3 Principe du modèle Irrid

Les hypothèses d'entrée du modèle Irrid (cf. **figure 9**) permettent de prendre en compte au mieux les connaissances disponibles qui sont les suivantes :

- **l'assolement irrigué.** Il est déterminé à partir des données d'assolement du Registre Parcellaire Graphique (RPG) disponible et des connaissances des assolements potentiellement irrigués du territoire. A noter qu'il s'agit de la principale incertitude du modèle. Les données et la technicité disponible aujourd'hui (banque de données, analyse d'images satellites...), ne permettent pas non plus d'apprécier la possible rotation des cultures ;
- **les dates de semis.** Ces dernières sont connues à partir des analyses bibliographiques, des échanges avec le monde agricole local (OUGC, chambre d'agriculture, associations d'irrigants);
- **les coefficients culturaux** (stades phénologiques des plantes). Ils sont déterminés de la même façon que les dates de semis. La croissance en fonction des degrés jours (besoins en température des plantes) est calculée à partir des données de température des stations météorologiques situées à proximité ;
- **la réserve utile des sols.** Cette dernière est estimée à partir des données pédologiques disponibles à l'échelle nationale, des échanges avec les acteurs locaux ;
- **les données météorologiques** (précipitations, évapotranspiration, températures). Ces données sont issues des stations de suivi Météo-France

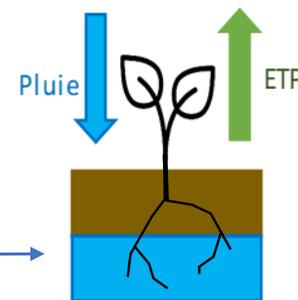
Date de semis



La lumière est particulièrement importante au moment de la floraison femelle Figure Idseeds.fr modifiée

Stades de croissance (Kc) et degrés jours

Réserve utile



Besoins en eau

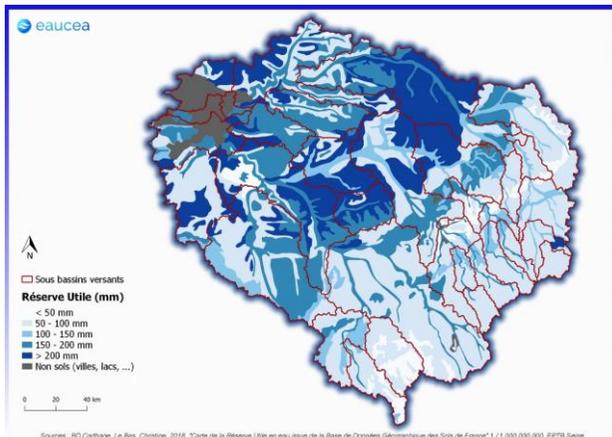


Figure 9 : Schéma de principe des hypothèses prises en compte dans le logiciel Irrid

Sur la base de ces paramètres d'entrée, les besoins en eau d'irrigation dépendent d'un équilibre journalier entre la disponibilité naturelle en eau du système et les besoins théoriques des plantes (cf. figure 10). Si la disponibilité en eau dans la réserve utile est suffisante pour répondre aux besoins de la plante (après une pluie par exemple), il n'est pas simulé d'irrigation. A l'inverse, en cas de déficit naturel du système, les manques sont alors comblés par un apport d'irrigation

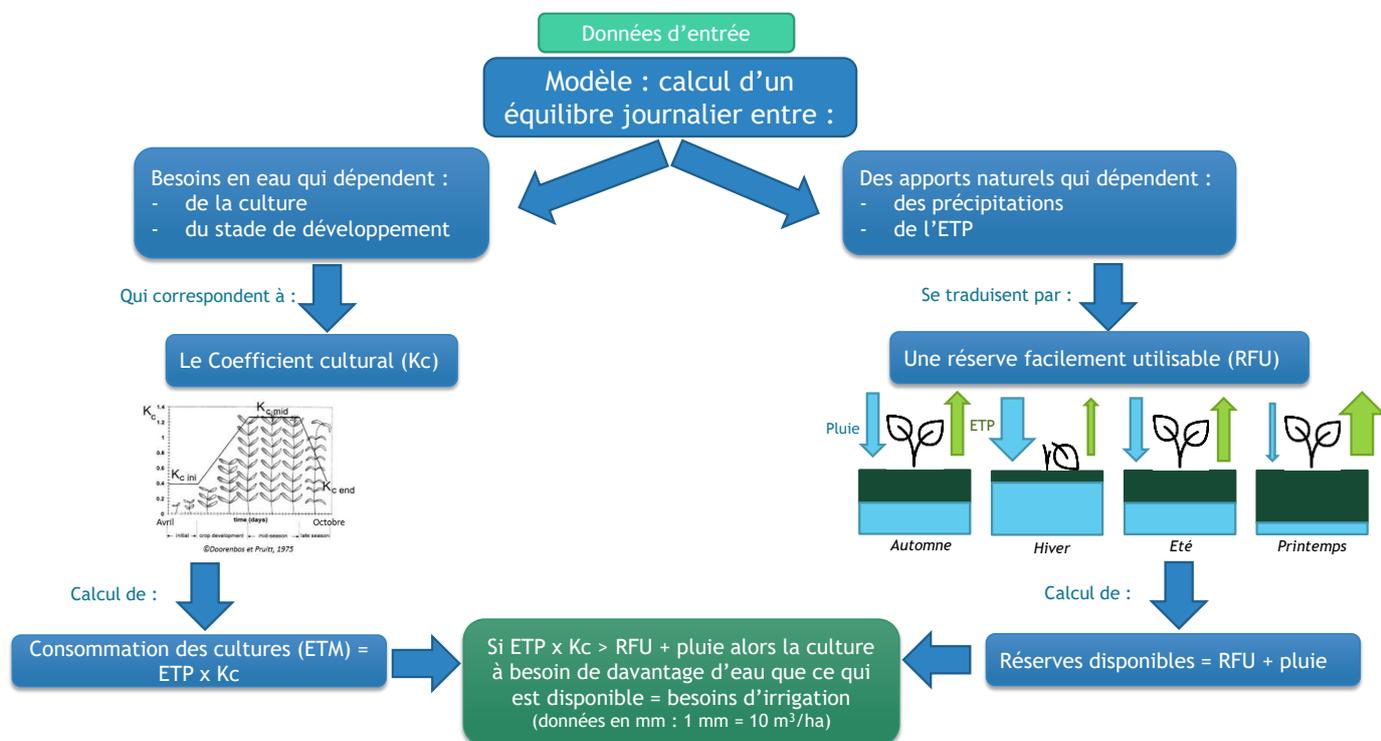


Figure 10 : Principe de calcul du modèle Irrid

1.4.1.4 Les hypothèses d'entrée

Les hypothèses d'entrée prises en compte dans la modélisation sont les suivantes :

- une répartition de **l'assolement irrigué** majoritaire déterminé à partir des données d'assolement du Registre Parcellaire Graphique 2017 (RPG) (cf. figures 11 et 12) et des connaissances des assolements potentiellement irrigués du territoire. Le recoupement de ces deux informations donne une estimation de la répartition des surfaces irrigables par sous bassins.

La carte réalisée montre que le territoire est découpé en plusieurs secteurs :

- un secteur amont avec principalement des estives, des prairies temporaires et permanentes ;
- un secteur de grandes cultures sur la partie intermédiaire : blé tendre, orge, colza (jaune clair)
- des cultures industrielles qui peuvent être apparentées majoritairement à de la betterave (vert foncé) ;

- du maïs présent dans une moindre mesure sur le secteur Est ;
- la catégorie des légumes et fleurs ne ressort pas à cette échelle d'analyse (rose), mais peut être prise en compte dans le calcul ;
- de manière plus anecdotique, plusieurs parcelles de vigne (violet) sont regroupées au sud-ouest du territoire.

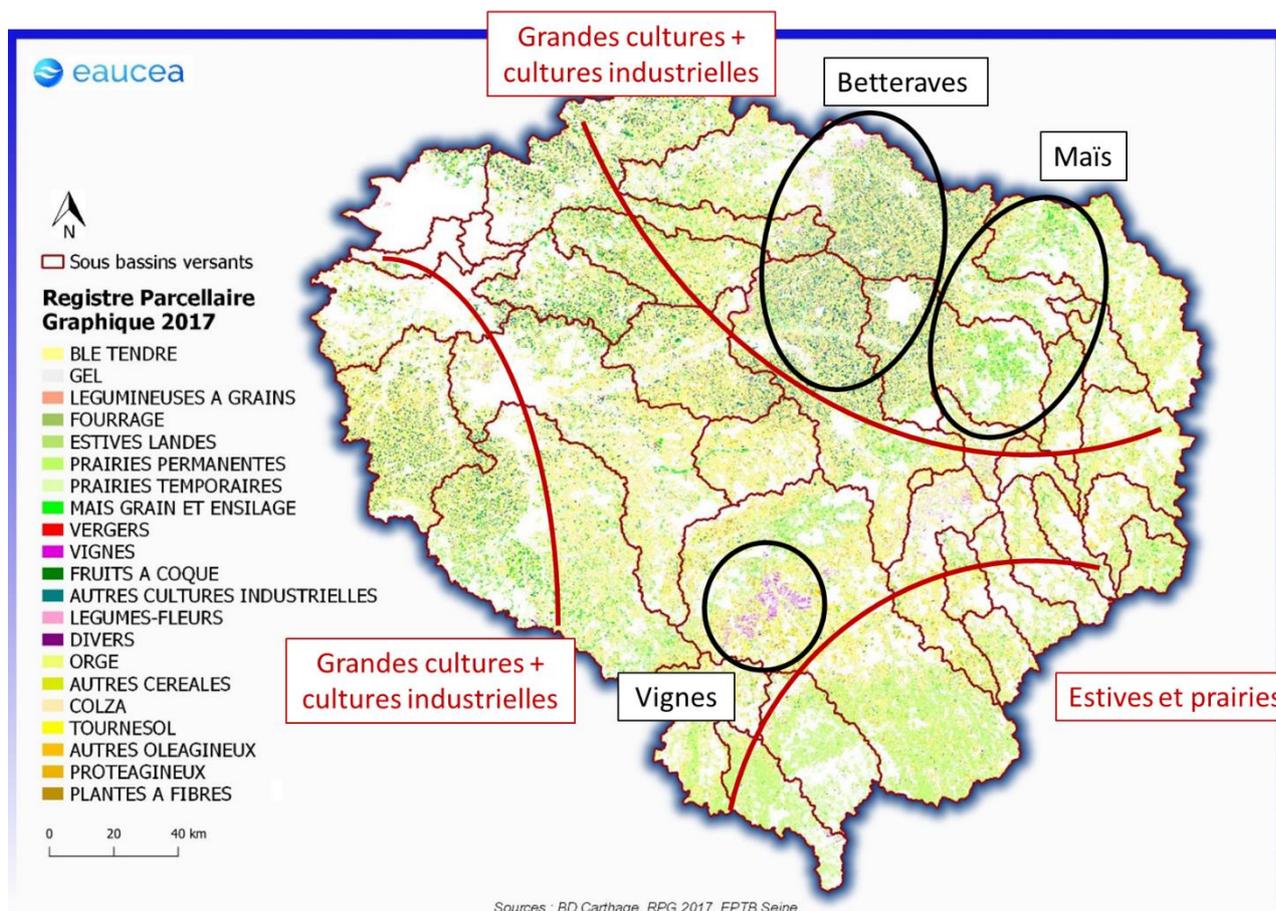


Figure 11 : Recensement parcellaire graphique 2017 sur le territoire de l'EPTB Seine

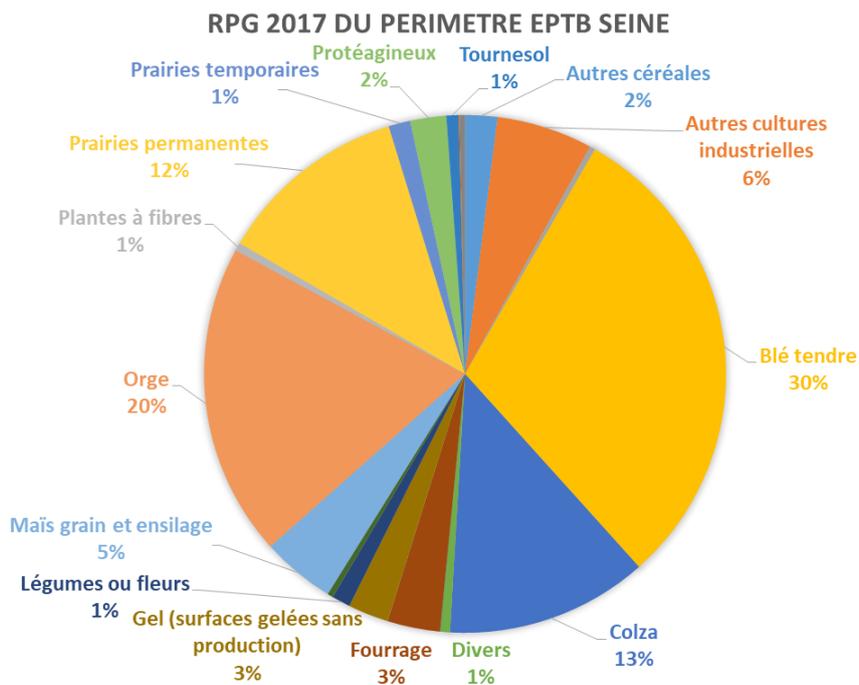
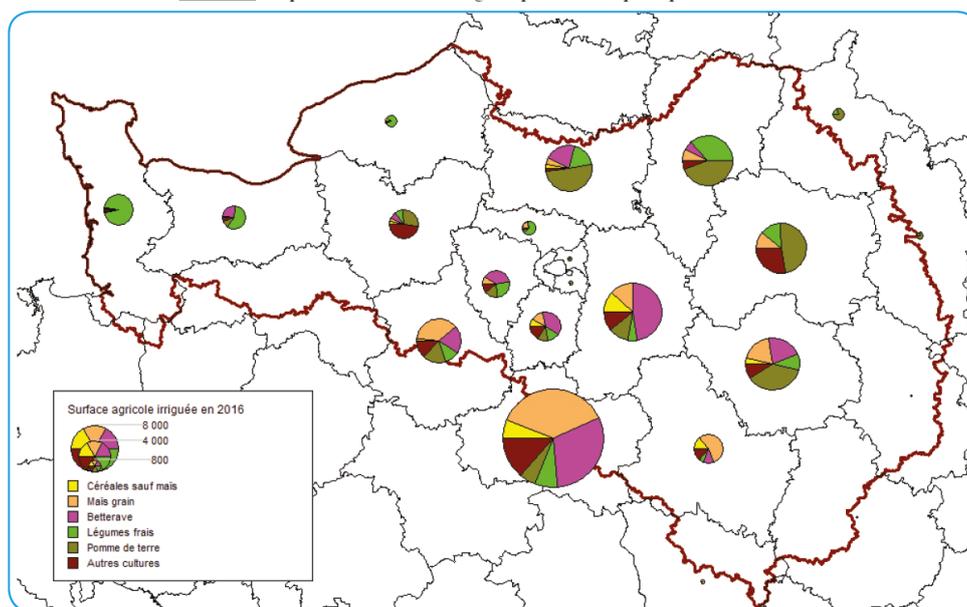


Figure 12 : Répartition du RPG 2017 sur le périmètre de l'EPTB Seine

Les parcelles du RPG 2017 constituent des surfaces cultivées parmi lesquelles une analyse est réalisée pour conserver les surfaces potentiellement irriguées.

D'après une enquête parue dans le numéro 149 de l'Agreste Ile de France sur « l'irrigation : une pratique mesurée à l'échelle du bassin Seine-Normandie en septembre 2019 », les cultures majoritairement irriguées en Seine Normandie sont la pomme de terre, la betterave, le maïs et l'orge (cf. figures 13 et 14).

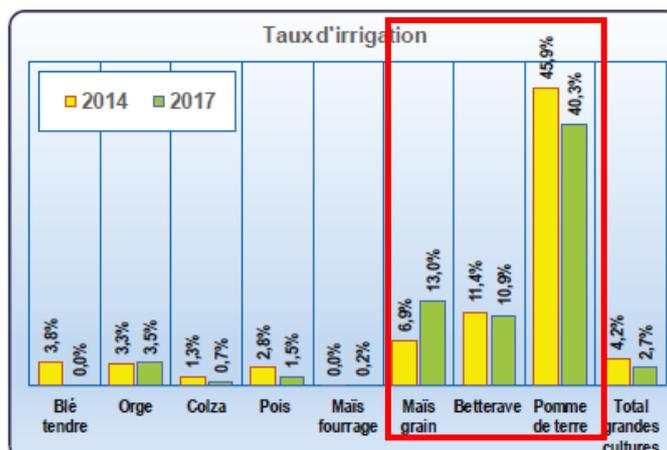
Carte n° 1 : Répartition des surfaces irriguées par culture et par département en 2016



Source : Agreste - Enquête structure des exploitations agricoles 2016

Figure 13 : Extrait du numéro 149 de l'Agreste sur les surfaces irriguées de Seine Normandie

Graphique n°2 : Évaluation des taux d'irrigation par culture en 2014 et 2017 dans le bassin Seine-Normandie



Sources : Enquêtes pratiques culturales en grandes cultures 2014 et 2017

Figure 14 : Extrait du numéro 149 de l'Agreste sur le taux d'irrigation des cultures dans le bassin Seine-Normandie

Ainsi le recouplement de ces quatre assolements donne la répartition par sous bassins (**cf. tableau 1**). Les sous-bassins correspondent au découpage hydrologique sur la base des stations retenues pour l'analyse de la phase 1 (modèle AQUI-FR). A chaque sous-bassin correspond un code, celui de la station hydrologique située en aval de ce sous-bassin. Le découpage géographique et les correspondances entre code hydrologique et libellé de la station sont présentés sur la **figure 15**.

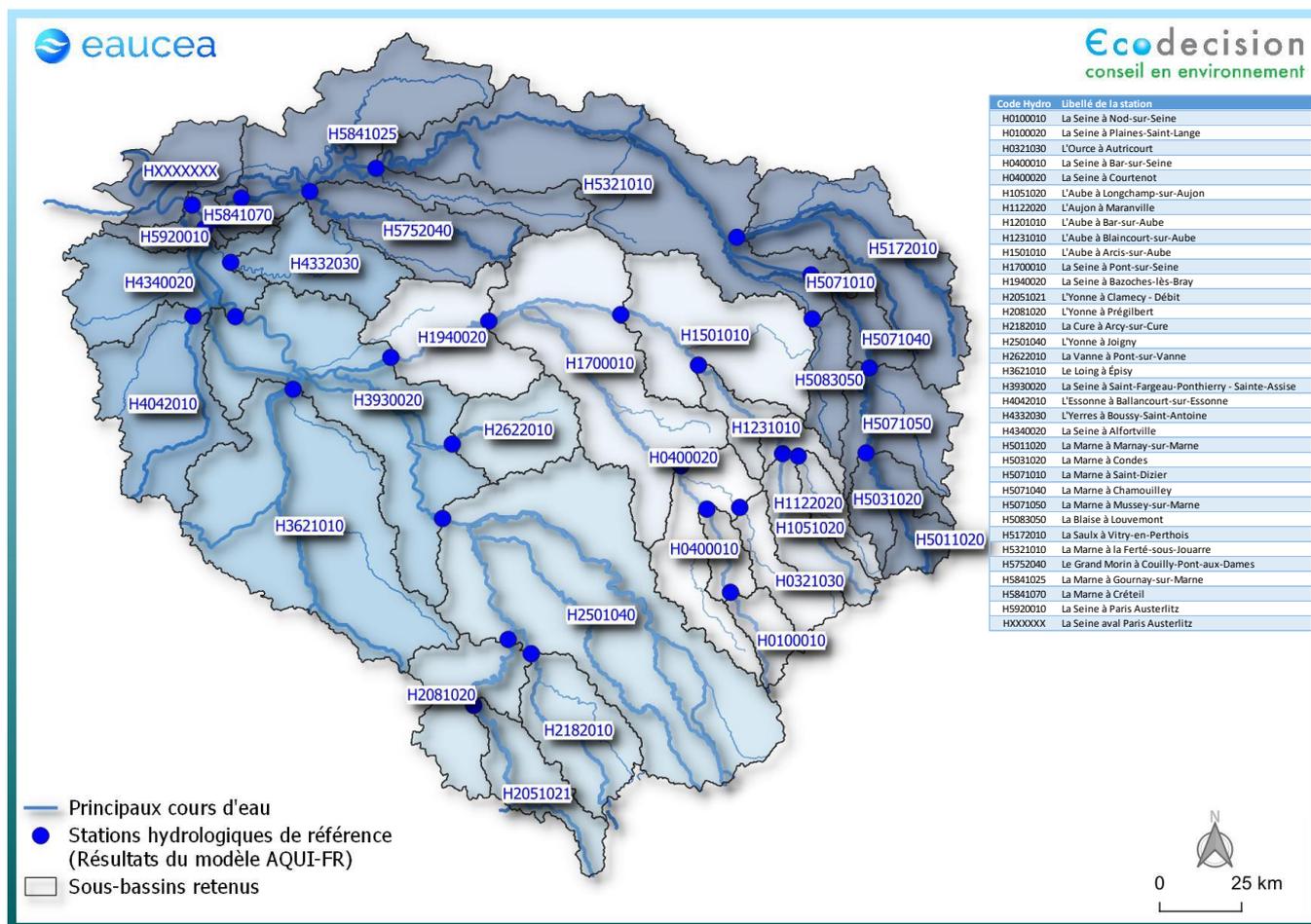


Figure 15 : Localisation géographique des sous-bassins retenus

Ce découpage peut être mis en regard de la carte suivante représentant les volumes consommés pour l'irrigation en 2017.

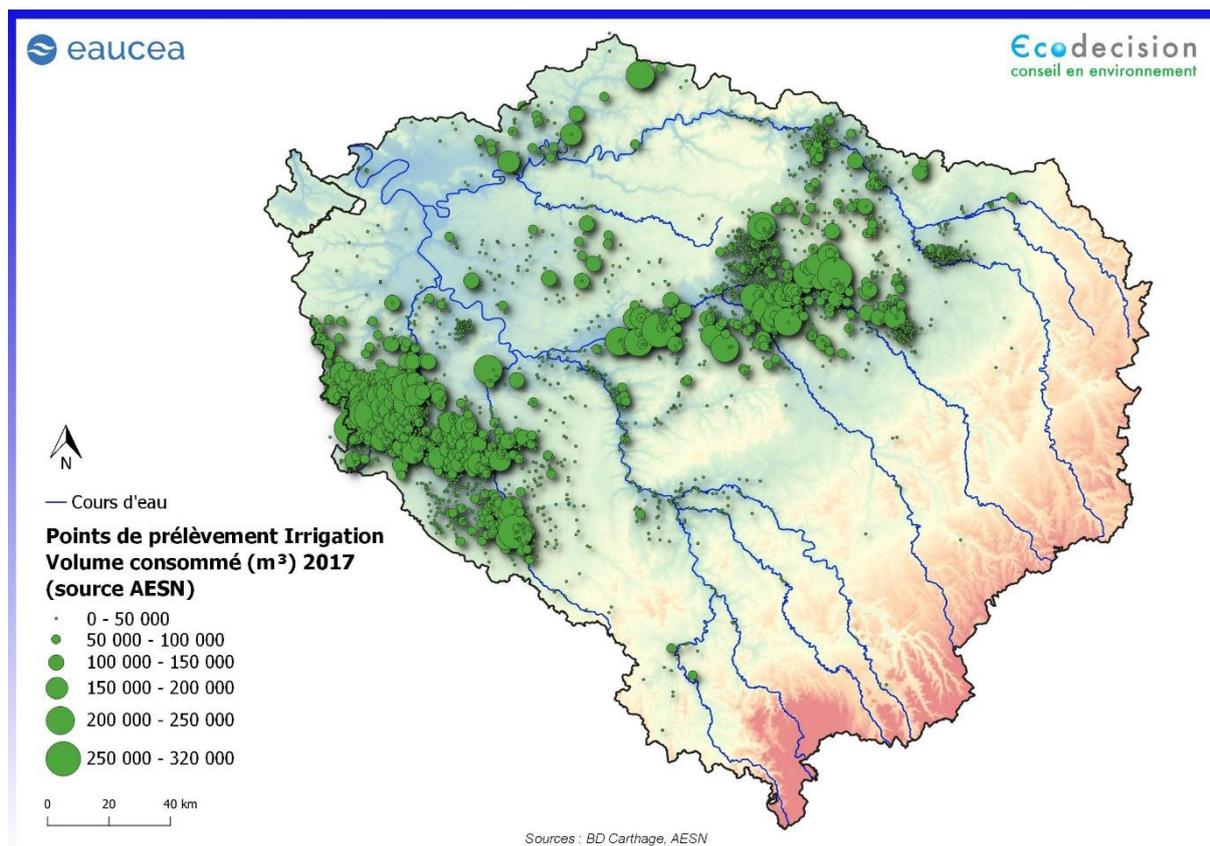


Figure 16 : Volumes consommés pour l'irrigation en 2017

Assolement potentiellement irrigué	Betteraves	Maïs grain et ensilage	Orge	Pomme de Terre
H1501010	28%	23%	21%	27%
H1700010	36%	7%	22%	35%
H1940020	34%	13%	25%	28%
H2051021	0%	44%	50%	5%
H2081020	2%	25%	73%	1%
H2182010	5%	51%	41%	3%
H2501040	5%	34%	58%	3%
H2622010	14%	18%	55%	13%
H3621010	22%	41%	30%	8%
H3930020	28%	26%	34%	11%
H4042010	39%	7%	29%	25%
H4332030	38%	35%	12%	15%
H4340020	34%	30%	19%	17%
H5083050	1%	50%	49%	0%
H5172010	4%	53%	37%	6%
H5321010	36%	16%	21%	27%
H5752040	20%	50%	15%	15%
H5841025	41%	21%	13%	25%
H5920010	7%	47%	9%	36%
HXXXXXXX	34%	38%	3%	25%

Tableau 1 : Répartition de l'assolement irrigué par sous bassins pour le modèle agricole

- une **date de semis** théorique pour le maïs au 1^e mai (maïs doux) ;
- des **coefficients culturaux** (Kc) variables c'est-à-dire évoluant avec les températures mesurées aux stations météorologiques pour le maïs avec une date de semis le 1 mai et fixes (en fonction des dates) pour la betterave, la pomme de terre, l'orge et le blé tendre.

Les principales cultures irriguées sont décrites ci-dessous (expertise locale) avec des indications sur les périodes d'irrigation :

Cultures irriguées	Quotas	Date de semis	Période d'irrigation	Date de récolte
Pomme de terre	2 500 m ³ /ha	Fin mars – Début avril	Juin - Juillet	A partir du 15 août
Oignons	2 800 m ³ /ha	1/10 Mars	Juin - Juillet	A partir du 15 août
Betteraves	750 m ³ /ha	15 Mars	Fin juin – 15 août	15 septembre – 15 décembre (en fonction de la disponibilité des machines)
Multiplication blé hybride	300 m ³ /ha	Mars	Fin Avril (pendant le traitement spécifique)	Juillet
Orges de brasserie de printemps	600 m ³ /ha	15 Février – 15 Mars	Mai	A partir du 15 Juillet
Maïs	1 000 m ³ /ha	Mai	1 Juillet – 15 Août	Début septembre

Tableau 2 : Pratique agronomique sur le périmètre de l'EPTB Seine

- une **réserve facilement utilisable des sols** (RFU) correspondant à un croisement entre les périmètres et la carte des Réserves Utiles (RU) des Sols réalisée par l'INRAE pour chaque sous bassins et une expertise locale (la RFU représentant 2/3 de la RU). La carte ci-dessous (cf. **figure 17**) 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.

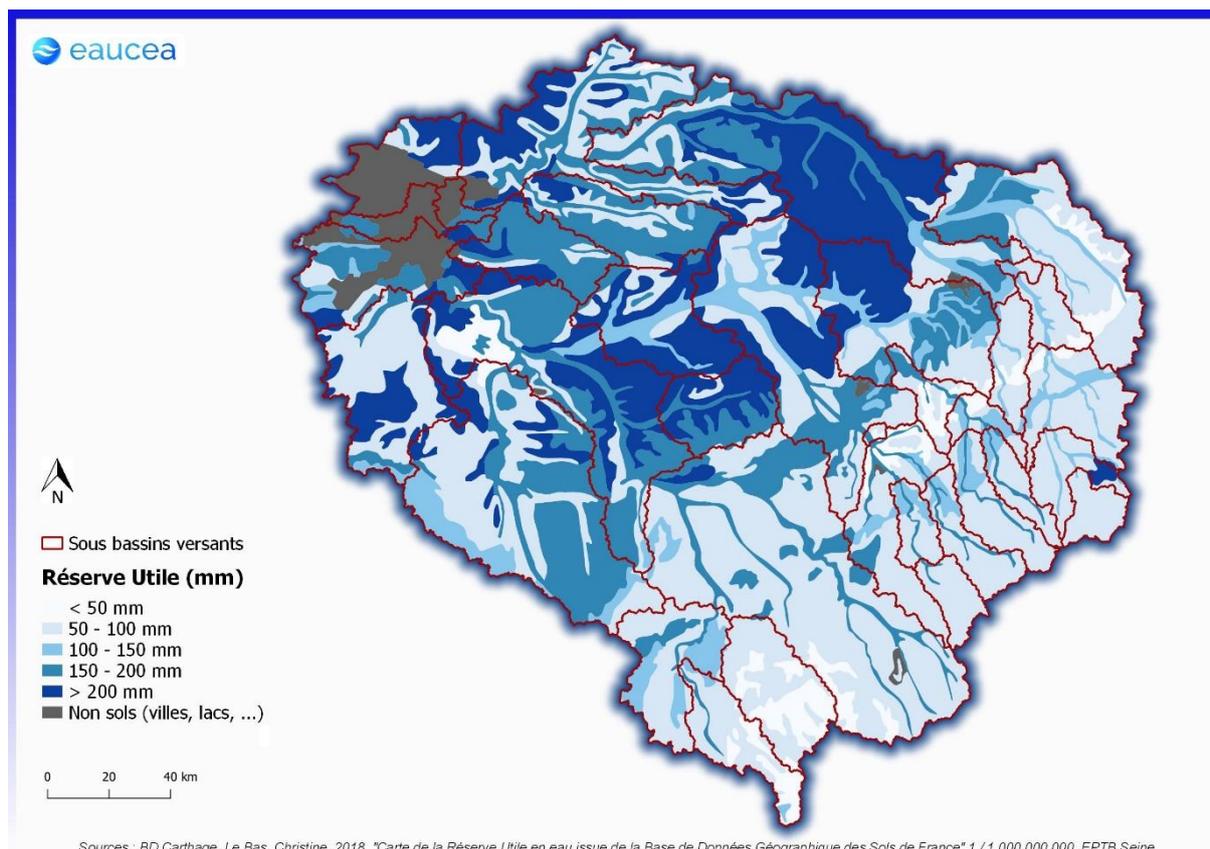


Figure 17 : Carte des réserves utiles des sols sur le périmètre de l'EPTB Seine

Cette expertise macro est peu précise pour l'échelle des sous bassins modélisés c'est pourquoi des acteurs locaux nous ont communiqué une analyse locale des types de sol et RFU du territoire :

- 30 à 60 mm : terre sableuse en vallée de Seine ;
- 50 – 60 mm : au niveau des affluents ;
- Jusqu'à 80 mm : terre argilo-calcaire avec limons.

La RFU prise en compte pour l'ensemble des sous bassins est donc choisie à 60 mm. Cette valeur est correcte au regard des échanges avec les acteurs locaux et au manque de précision de la carte de Réserve Utile qui n'est pas assez fine et dont l'utilisation n'est pas pertinente pour une modélisation à l'échelle de sous bassins.

- des **données météorologiques** : une sélection de 11 stations météo a été réalisée en collaboration avec l'EPTB Seine Grands Lacs sur le territoire (cf. figure 18) : car elles enregistrent les 3 paramètres, disposent d'une chronique suffisamment longue et sont situés à proximité des principaux secteurs de prélèvement.

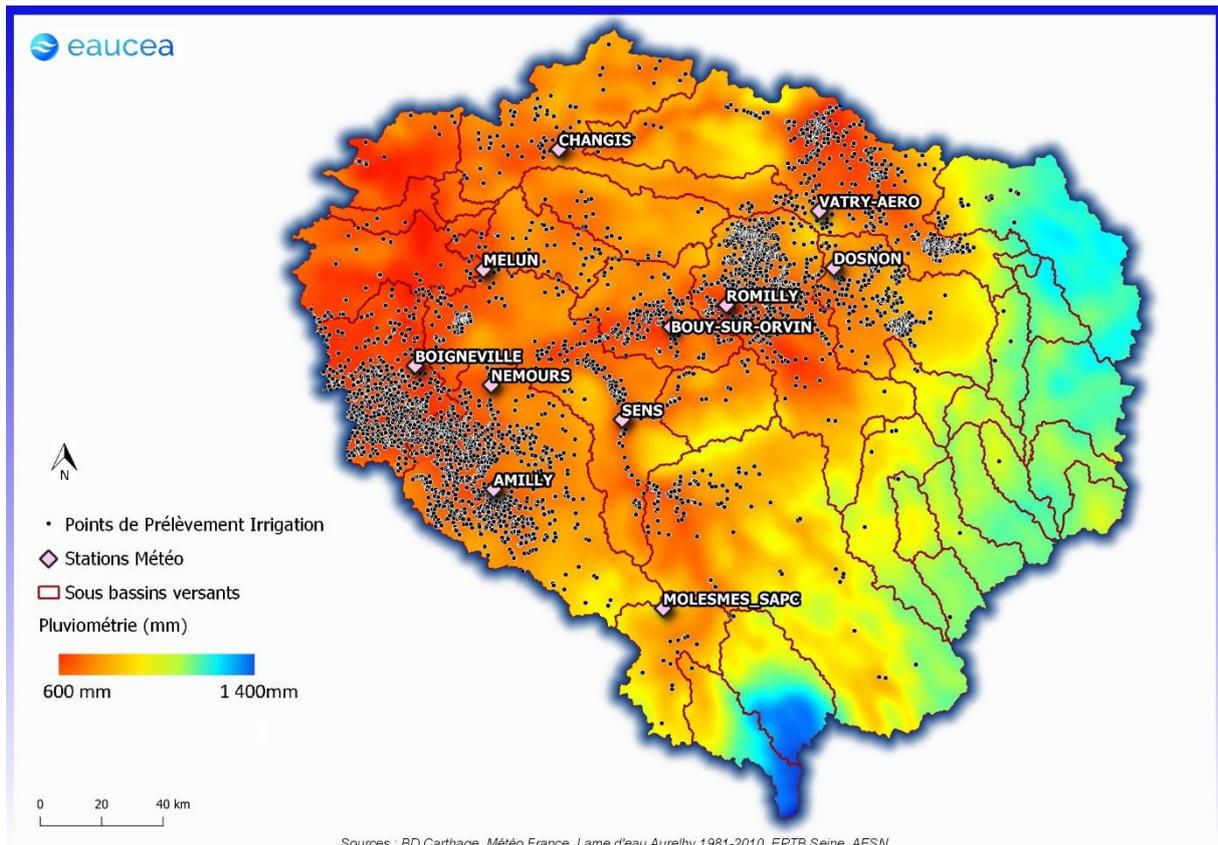


Figure 18 : Sélection des stations météorologiques d'intérêt (fond pluviométrique : Lame d'eau Aurelhy)

Ainsi chacune de ces stations participera à hauteur d'un certain pourcentage de représentativité du territoire sur la simulation de la croissance des plantes (cf. figure 19). La station de Dosnon affecte 43% du périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs et Molesmes_SAPC 18 %, à elles deux elles recouvrent plus de la moitié du territoire.

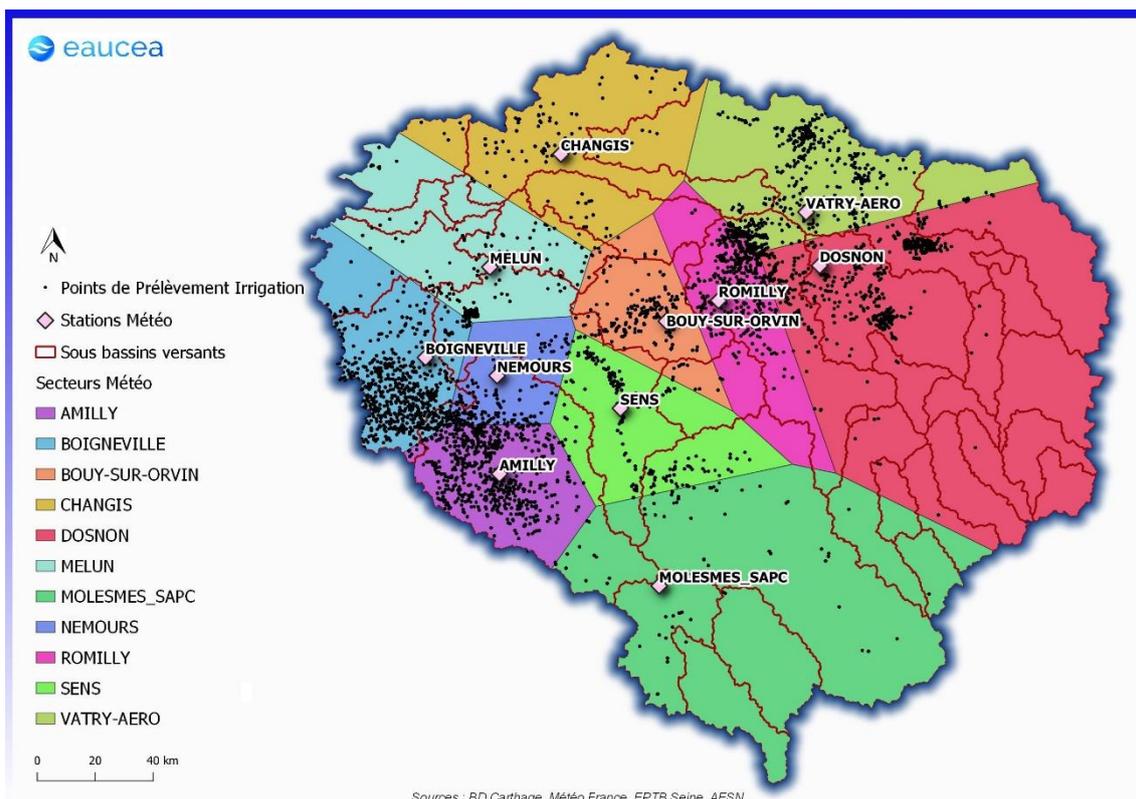


Figure 19 : Localisation des secteurs météorologiques

Chaque station météo est prise en compte suivant sa représentativité sur les sous bassins (cf. tableau 3).

Sous bassins	AMILLY	BOIGNEVILLE	BOUY-SUR-ORVIN	CHANGIS	DOSNON	MELUN	MOLESMES_SAPC	NEMOURS	ROMILLY	SENS	VATRY-AERO
H1501010	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
H1700010	0%	0%	0%	0%	40%	0%	2%	0%	49%	0%	9%
H1940020	0%	0%	84%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	0%	0%
H2051021	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
H2081020	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
H2182010	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%
H2501040	0%	0%	0%	0%	0%	0%	81%	0%	5%	14%	0%
H2622010	0%	0%	24%	0%	0%	0%	0%	0%	38%	38%	0%
H3621010	54%	2%	0%	0%	0%	0%	16%	19%	0%	9%	0%
H3930020	0%	7%	5%	0%	0%	22%	5%	18%	0%	43%	0%
H4042010	2%	95%	0%	0%	0%	1%	0%	2%	0%	0%	0%
H4332030	0%	0%	10%	17%	0%	74%	0%	0%	0%	0%	0%
H4340020	0%	43%	0%	0%	0%	57%	0%	0%	0%	0%	0%
H5083050	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
H5172010	0%	0%	0%	0%	77%	0%	0%	0%	0%	0%	23%
H5321010	0%	0%	0%	17%	18%	0%	0%	0%	0%	0%	65%
H5752040	0%	0%	18%	57%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%
H5841025	0%	0%	0%	83%	0%	3%	0%	0%	2%	0%	12%
H5920010	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%
HXXXXXX	0%	0%	0%	33%	0%	67%	0%	0%	0%	0%	0%

Tableau 3 : Répartition des secteurs météo sur le territoire

Le diagramme ci-dessous illustre la variabilité saisonnière annuelle des précipitations sur le secteur de Dosnon (cf. figure 19) :

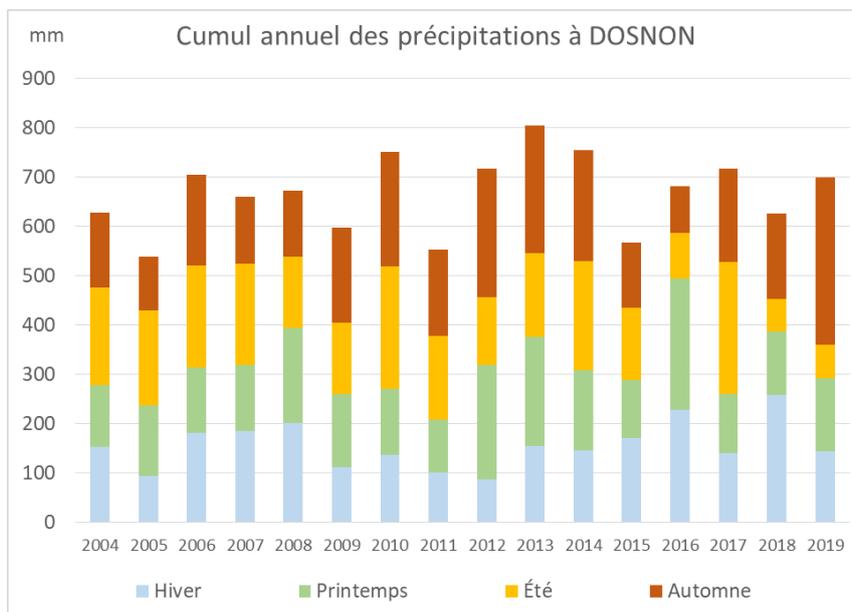


Figure 20 : Pluviométrie annuelle de la station de Dosnon

1.4.1.5 La modélisation des besoins d'irrigation

1.4.1.5.1 Résultat des prélèvements unitaire de chaque culture irriguée sur le territoire

Le bilan agronomique se présente sous la forme d'un prélèvement théorique journalier pour un hectare équivalent de maïs, de betterave, de pomme de terre et culture de printemps (orge).

La demande agronomique du maïs (cf. **figure 21**) débute aux alentours de début juillet avec un « pic » d'intensité mi-juillet puis la demande diminue progressivement jusqu'à octobre.

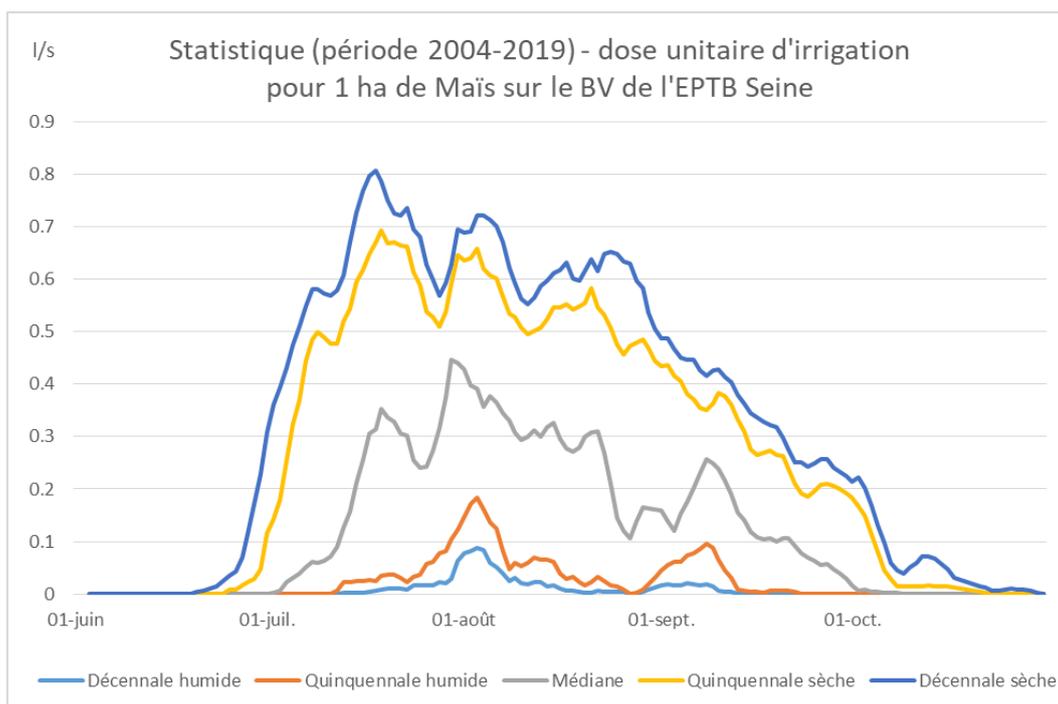


Figure 21 : Régime de prélèvement simulé pour un hectare de maïs sur le périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs

La période d'irrigation de la betterave (cf. **figure 22**) est plus courte, elle débute à partir de mi-juin jusqu'à fin août avec un optimum mi-juillet.

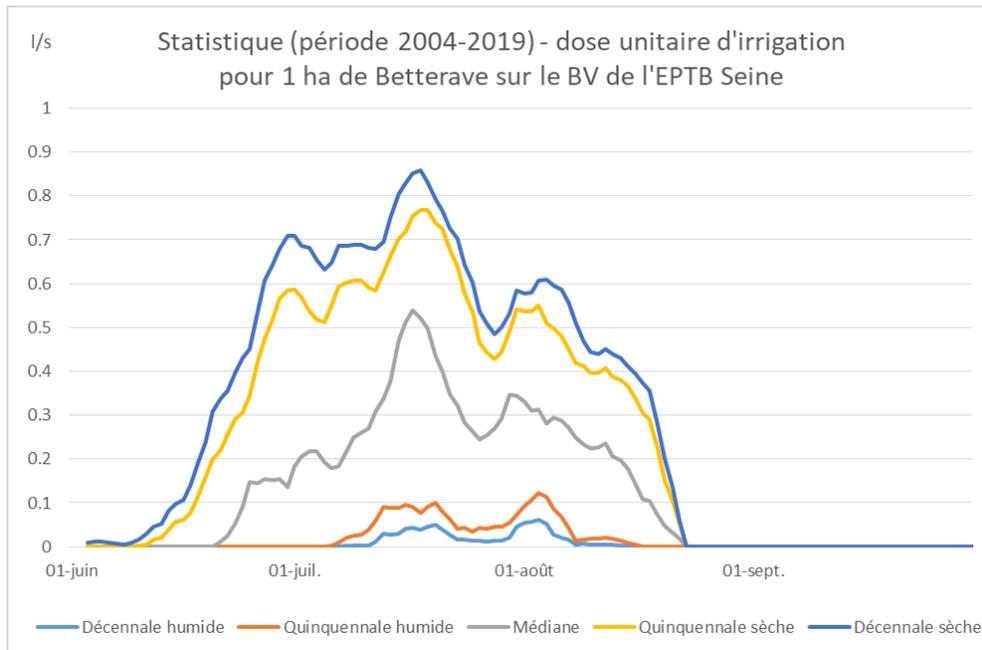


Figure 22 : Régime de prélèvement simulé pour un hectare de betterave sur le périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs

La demande agronomique de la pomme terre (cf. figure 23) s'étend de début juin à mi-août avec une demande plutôt constante au cours de la campagne.

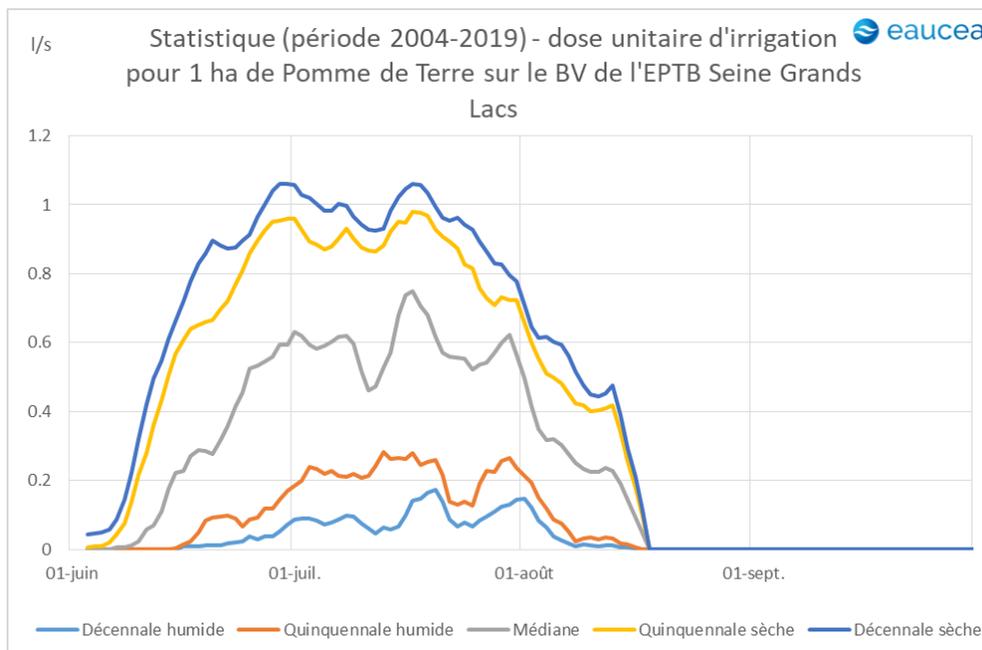


Figure 23 : Régime de prélèvement simulé pour un hectare de pomme de terre sur le périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs

La demande agronomique d'une culture de printemps (cf. figure 24) s'étend de début avril à début juin avec un « pic » fin avril.

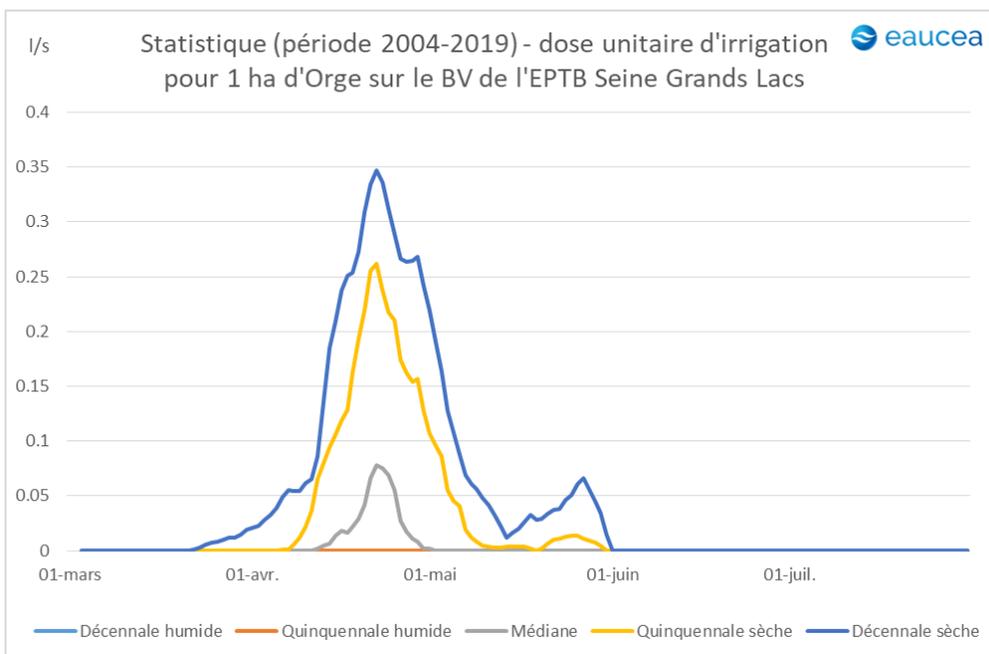


Figure 24 : Régime de prélèvement simulé pour un hectare d'orge (culture de printemps) sur le périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs

Ainsi suivant les cultures, la demande agronomique diffère avec des périodes d'irrigation plus ou moins importante et une intensité qui varie au cours de la campagne.

Pour chaque sous bassins sur lequel une consommation agricole est déclarée (avec une déclaration durant au moins 5 années consécutives), une consommation d'irrigation globale (toutes ressources confondues) est simulée chaque année et produit les résultats statistiques suivants illustrés pour certains sous bassins (cf. figures 25 et 26) :

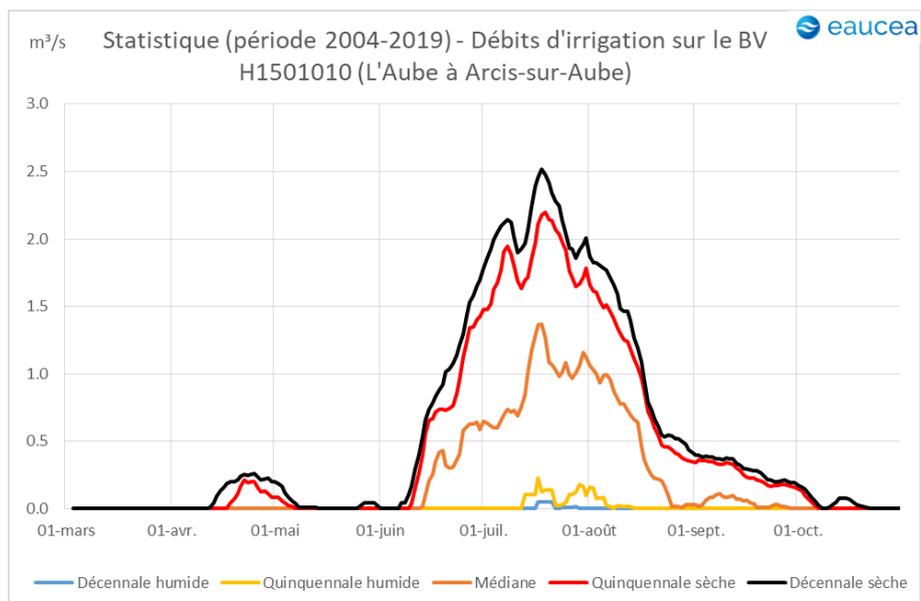


Figure 25 : Régime de prélèvement simulé sur le sous bassin H1501010 (Aube à Arcis-sur-Aube)

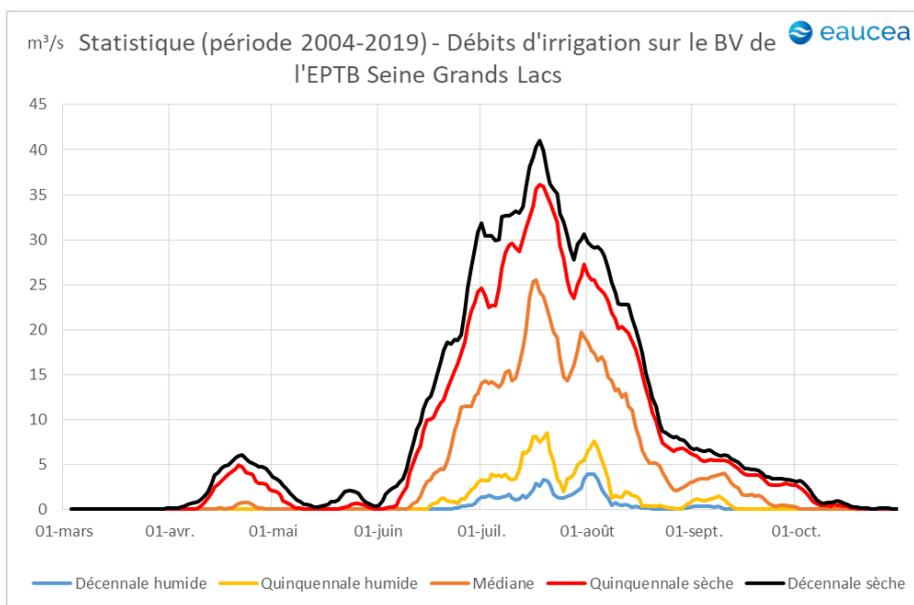


Figure 26 : Régime de prélèvement simulé sur le périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs

1.4.1.5.2 Résultats du modèle sur les sous bassins

Les résultats journaliers sont ensuite cumulés annuellement et comparés aux données déclarées auprès de l'Agence de l'Eau Seine Normandie afin de vérifier la cohérence de l'intensité simulée par sous bassins versants. Les graphiques suivants (cf. figures 27 et 28) illustrent les résultats de certains sous bassins :

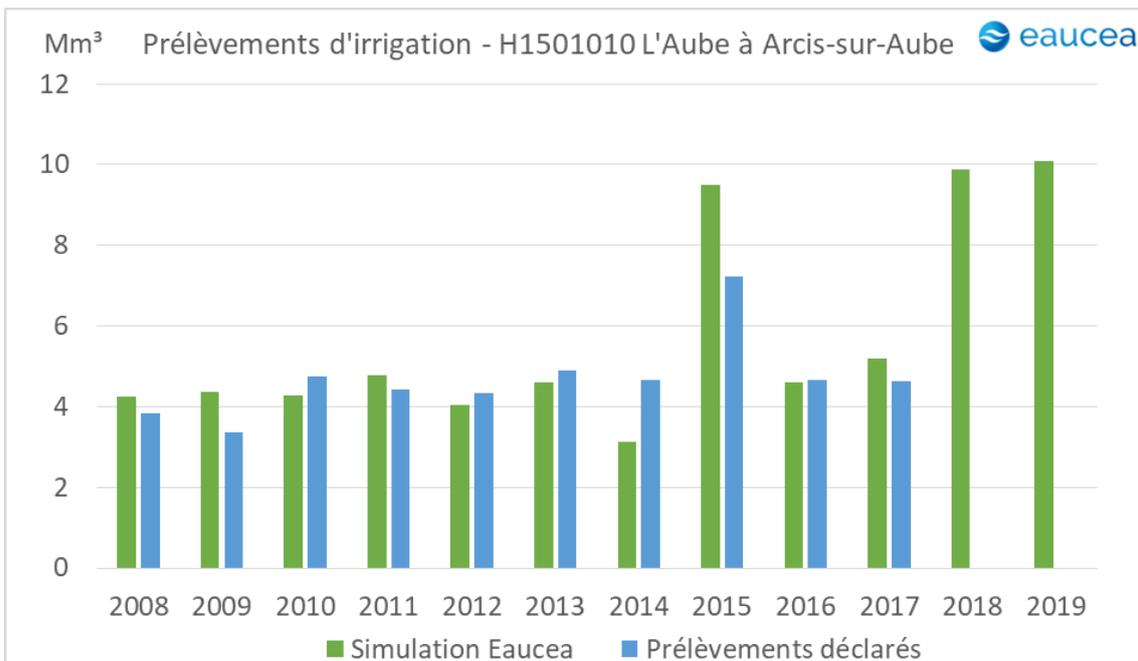


Figure 27: Comparaison des données Agence de l'Eau et de la simulation des besoins d'irrigation sur le sous bassin H1501010

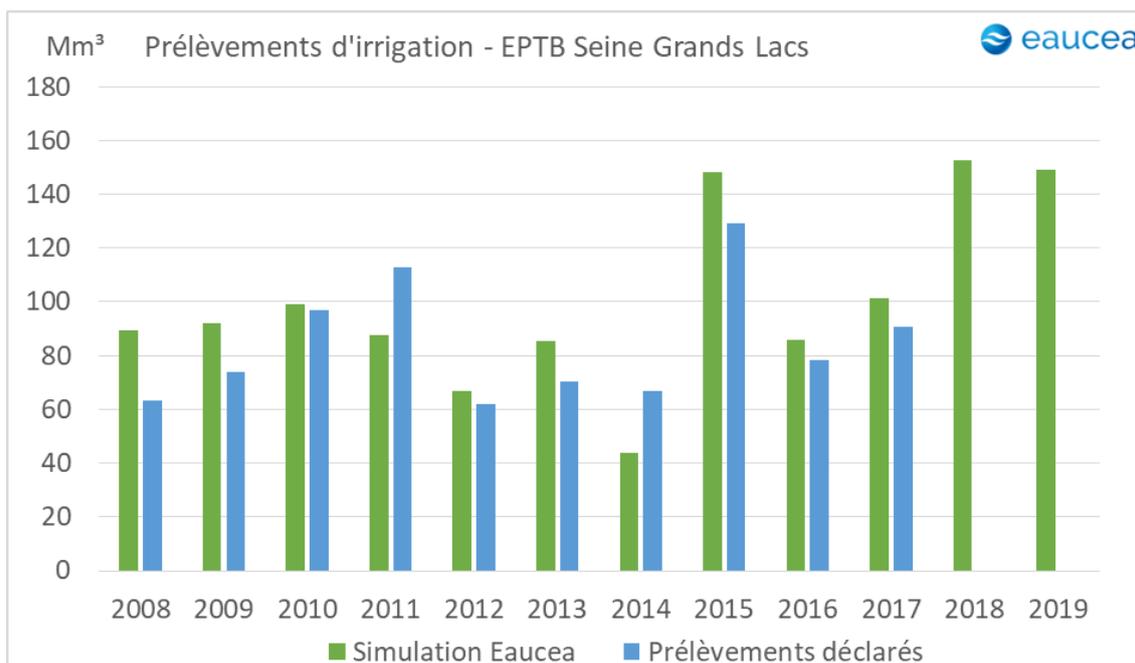


Figure 28 : Comparaison des données Agence de l’Eau et de la simulation des besoins d’irrigation sur le périmètre de l’EPTB

Remarque : Les simulations sont réalisées avec un assolement constant dans le temps.

Les résultats obtenus montrent des volumes simulés tout à fait cohérents avec les données déclarées. Globalement le modèle décrit bien les années sur la période 2008-2017.

Ce bon résultat nous autorisera donc avec une bonne fiabilité à exploiter le modèle pour décrire les régimes de prélèvement spécifiques de chaque année.

1.4.1.5.3 Extrapolation des régimes de consommations agricoles

Dix années de recouvrement ont été testées (2008-2017). Elles permettent d’extrapoler une consommation 2018 et 2019 qui sera dans le même ordre de grandeur que l’année 2015 (du fait de la pluviométrie estivale cumulée ces années-là) (cf. figure 29).

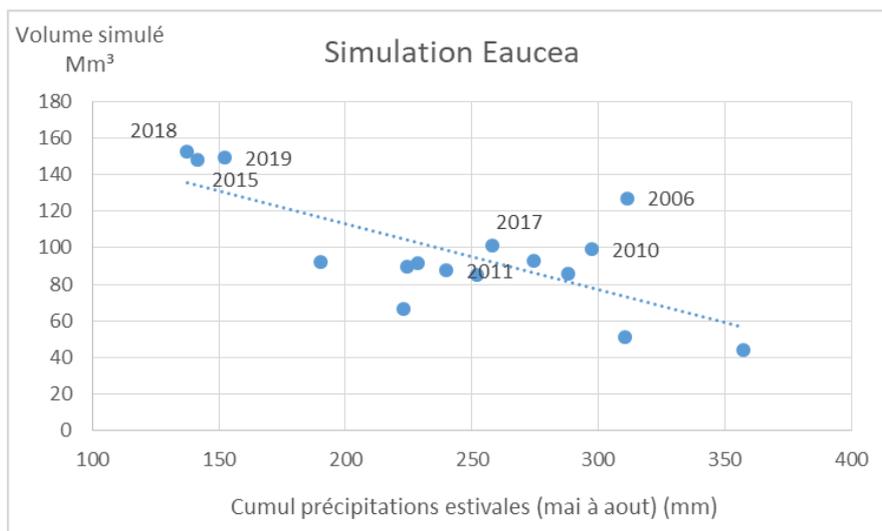


Figure 29 : Volumes simulés en fonction de la pluviométrie estivale

Les résultats obtenus permettent, de manière journalière, et pour chaque année la modélisation du régime et de l'intensité des prélèvements pour chacun des bassins (cf. figure 30).

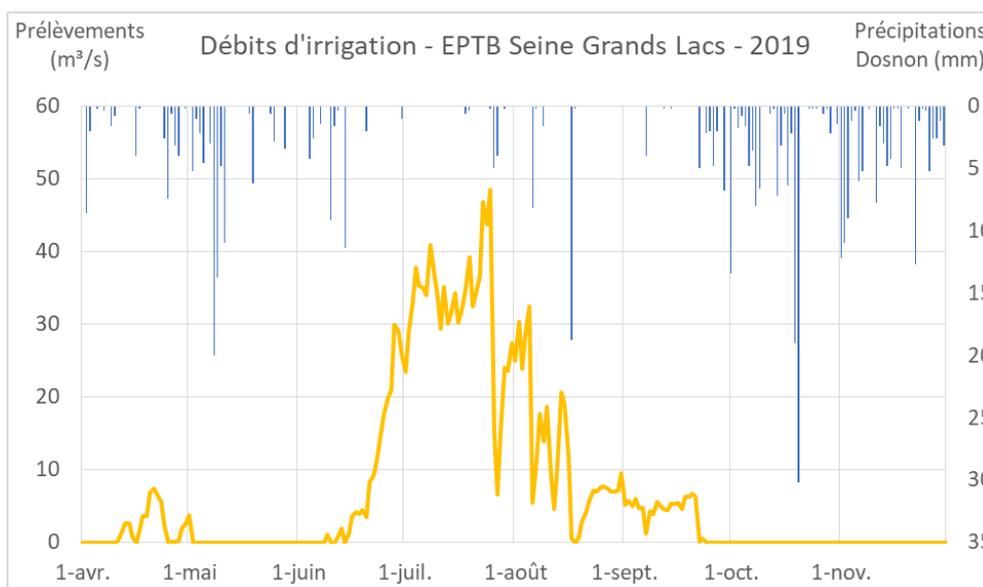


Figure 30 : Intensité des prélèvements simulée sur le périmètre de l'EPTB Seine en 2019

1.4.1.6 Conclusion

Cette méthode permet donc d'estimer :

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

Ces deux 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.

1.4.2 L'alimentation en eau potable

Sur le bassin amont de la Seine, le volume moyen prélevé pour l'AEP est de 854 Mm³/an (donnée moyenne AESN 2008-2017). Rappelons que l'objectif de ce bilan est de caractériser l'impact anthropique sur le système hydrographique en déterminant les consommations nettes et aussi les transferts. En l'état des connaissances et des interlocuteurs contactés, deux situations ont été distinguées :

- L'approche générale de l'AEP des communes du territoire du bassin amont de la Seine ;
- L'alimentation en eau potable de Paris et de sa petite couronne, où deux principaux opérateurs interviennent :
 - Eau de Paris, qui prélève, transporte, traite et distribue au total en moyenne 483 000 m³ d'eau potable chaque jour à 3 millions d'utilisateurs (données Eau de Paris 2019), dont environ 87% du volume total annuel prélevé provient de ressources situées sur l'EPTB (données Eau de Paris 2011-2018) ;
 - et le SEDIF, qui distribue par jour en moyenne 770 000 m³ d'eau potable sur 151 communes et 4,6 millions d'utilisateurs (*brochure SEDIF, édition 2020*), dont environ 77% du volume total annuel prélevé provient de ressources situées sur l'EPTB (données SEDIF 2008-2019).

1.4.2.1 Approche globale

En toute rigueur, la caractérisation de l'impact anthropique de l'AEP des communes du territoire sur le système hydrographique impose de prendre en compte l'ensemble des échanges des réseaux d'alimentation en eau potable.

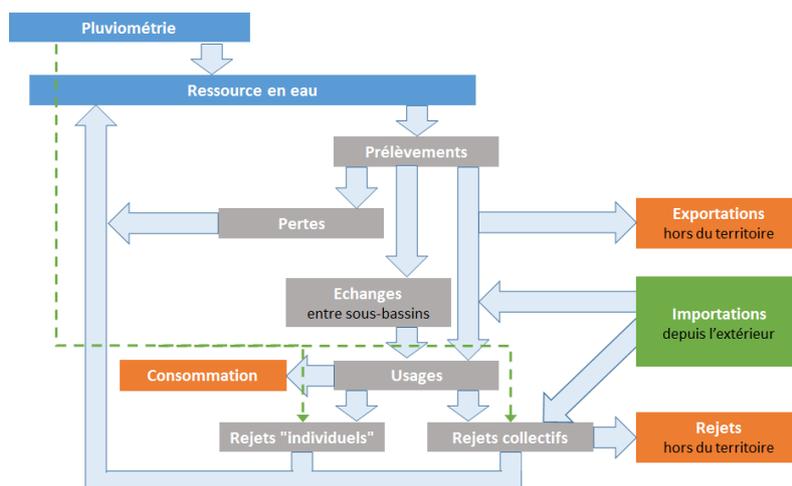


Figure 31 : Bilan hydrologique de l'AEP

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 consistant à admettre que les volumes prélevés pour l'AEP dans un sous-bassin correspondent aux rejets d'assainissement plus une part fixe de volumes consommés.

Selon les retours d'expérience sur la question des volumes consommés pour l'AEP dans le Sud-Ouest de la France, cette part fixe est prise égale à 20 % des prélèvements, soit un volume moyen d'eau consommé pour l'eau potable (hors Paris et communes desservies par le SEDIF) de 109 Mm³/an (donnée moyenne AESN 2008-2017). Pour les mêmes raisons, nous n'avons pas cherché à caractériser les variations saisonnières des prélèvements et des transferts, et considéré que ceux-ci restaient constants dans l'année.

1.4.2.2 Cas de Paris et de sa petite couronne

L'objectif est d'examiner d'abord les prélèvements d'Eau de Paris et du SEDIF puis les rejets au niveau des usines de traitement du SIAAP pour déterminer les transferts.

1.4.2.2.1 Paris

Généralités

Afin de gérer l'alimentation en eau de la ville de Paris, Eau de Paris établit un Plan d'EXploitation (PEX) à mi-année de l'année N pour prévoir la production de l'année N+1. Ce PEX répartit les besoins de production sur ses cinq usines de traitement (**cf. figure 32**).

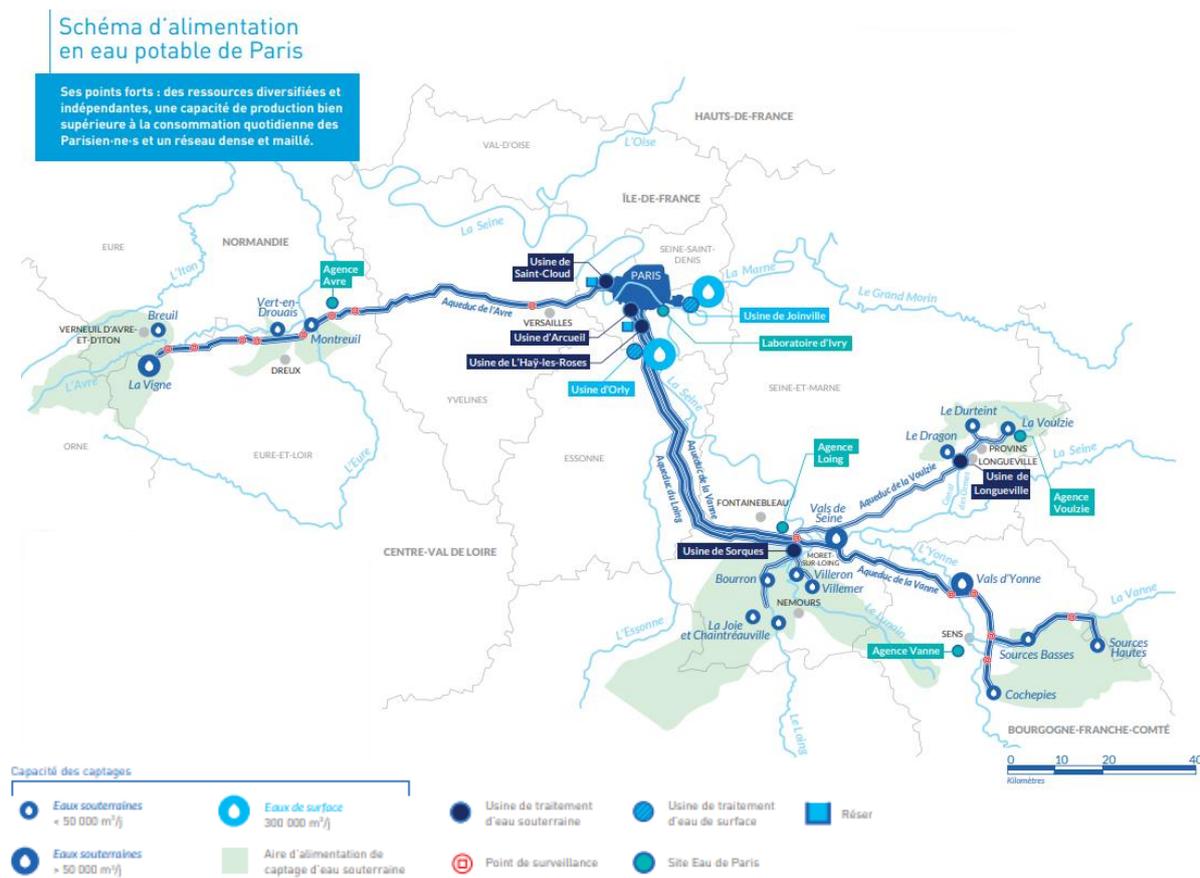


Figure 32 : Schéma d'alimentation en eau de la ville de Paris (modifié, d'après Eau de Paris)

Le PEX est réajusté chaque mois et si nécessaire chaque semaine afin de tenir compte de l'ensemble des évènements pouvant affecter la production (épisodes de canicule, pollutions, évènements inédits comme la crise sanitaire liée au Covid-19, casses d'équipement ou incidents de production).

Eau de Paris tend à maintenir une répartition égale de l'origine de ses prélèvements entre les ressources superficielles et souterraines. La part des prélèvements d'origine souterraine peut varier de 60 % en période humide à 46 % en période sèche.

La répartition des besoins de production entre les usines de traitement se fait donc selon les disponibilités/indisponibilités quantitatives de la ressource mais surtout qualitatives sur l'ensemble du réseau de pompage d'Eau de Paris. Cet état de gestion met en exergue les difficultés d'approcher une saisonnalité des prélèvements d'Eau de Paris à l'échelle d'une usine de production.

Les prélèvements

D'après les données AESN, les prélèvements annuels moyens d'Eau de Paris, de l'ordre de 180 Mm³/an sur le bassin amont de la Seine, sont répartis comme suit :

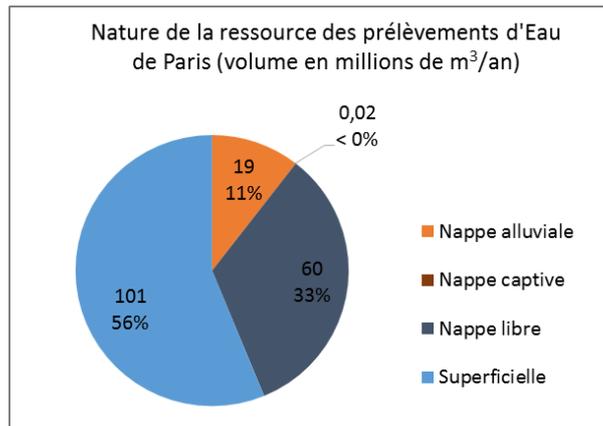


Figure 33 : Nature de la ressource des prélèvements d'Eau de Paris sur le bassin amont de la Seine (données moyennes AESN 2008-2017)

Ces résultats sont conformes aux chiffres d'Eau de Paris sur la répartition égale de l'origine de ses prélèvements entre ressources superficielles et souterraines. Selon les données AESN, 56 % des prélèvements sont d'origine superficielle, le reste provenant de ressources souterraines.

Les transferts

Les consommations locales connues sont minimales (de l'ordre de 90 000 m³/an), se limitant aux droits de prélèvement des communes de Léchelle, Mortery et Saint-Loup-De-Naud sur les prélèvements de la Voulzie, du Durteint et du Dragon.

En ce qui concerne les pertes sur le réseau souterrain de distribution, elles sont mal connues. Par ailleurs, le réseau d'Eau de Paris bénéficie d'un rendement d'un peu plus de 90 %. Précisons également que la position du réseau souterrain (proximité avec la surface) ne permet pas de garantir la restitution totale des pertes d'eau par fuite au milieu, sous l'effet d'interactions avec la surface et les sols.

Dans le cadre de l'objectif de bilan, l'utilisation et les rejets se faisant loin des prélèvements, les consommations locales étant minimales et les pertes sur le réseau mal connues, **l'intégralité des volumes prélevés par Eau de Paris (soit 180 Mm³/an, dont 120 Mm³/an en masses d'eau réalimentées – données moyennes AESN 2008-2017) sera considérée comme transférée vers Paris, avec ensuite une redistribution entre les usines de traitement du SIAAP et une restitution au milieu.**

La saisonnalité

En l'état des connaissances et des informations recueillies auprès d'Eau de Paris, **aucune saisonnalité avérée des prélèvements n'a pu être avancée**. Rappelons que la répartition des besoins de production entre les usines de traitement se fait selon les disponibilités/indisponibilités quantitatives des sources mais surtout qualitative.

Néanmoins, une revue de la littérature (J. Souriau, 2011. Les principaux déterminants de la consommation d'eau à Paris : un état des lieux) a permis d'identifier les deux principaux facteurs déterminants des variations des besoins en eau potable pour la commune de Paris :

- Facteur climatique : corrélation directe entre la hausse des consommations, d'une part, et la température et l'indice Humidex, d'autre part ;
- Facteur sociologique : corrélation entre la baisse des consommations, d'une part, et les vacances (scolaires et professionnelles), les fins de semaines et les jours fériés (plus ponctuellement), d'autre part.

Il a également été possible de connaître l'évolution des consommations quotidiennes d'eau potable entre 2007 et 2010 à Paris (cf. **figure 34**).

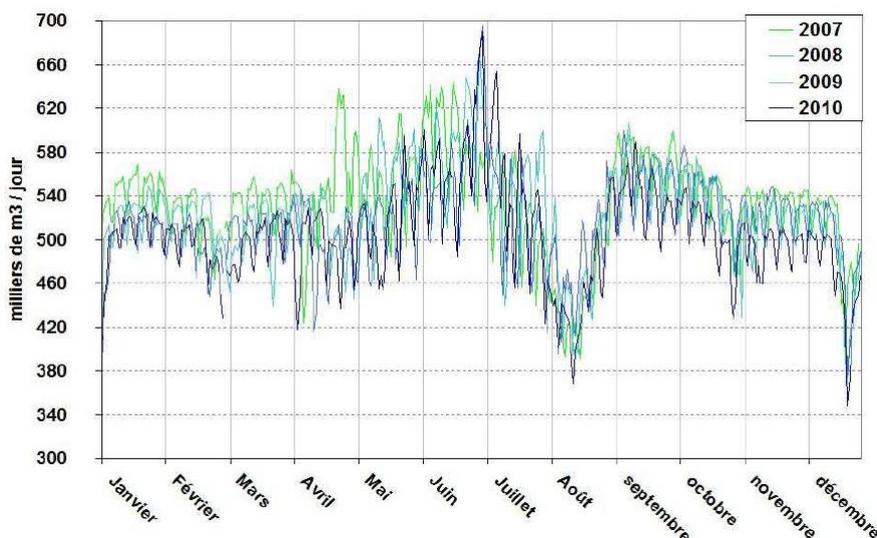


Figure 34 : Consommation quotidienne d'eau potable à Paris, de 2007 à 2010 inclus (J. Souriau, 2011)

En considérant que la saisonnalité des prélèvements est identique à celle des consommations, il a été possible, en suivant l'allure moyenne des consommations ci-dessus, de reconstituer une variabilité journalière (lissée au mois) des prélèvements d'Eau de Paris :

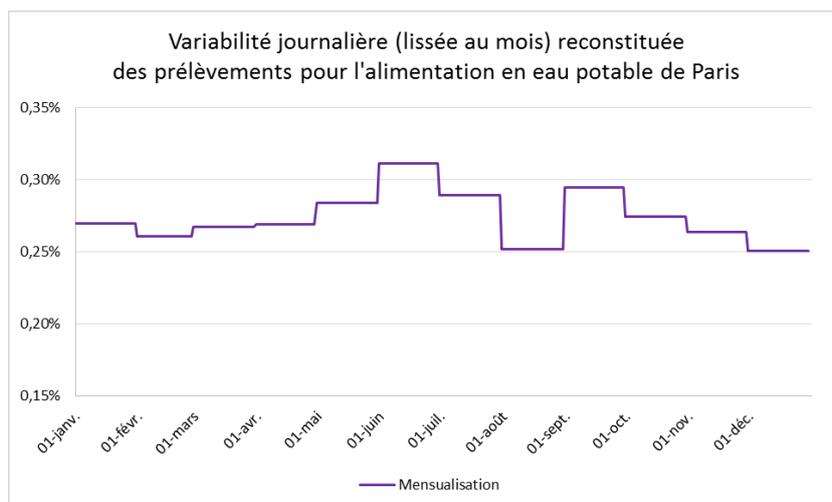


Figure 35 : Variabilité reconstituée des prélèvements pour l'alimentation en eau potable de Paris

En appliquant cette variabilité, il a ainsi été possible de « saisonnaliser » les données annuelles des prélèvements d'Eau de Paris issues de l'AESN en données journalières pour les intégrer dans le bilan hydrologique des usages.

1.4.2.2 Petite couronne

Les prélèvements

Sur 7 départements d'Île-de-France, hors Paris, le SEDIF assure la desserte d'eau potable sur 151 communes autour de Paris (cf. **figure 36**) et pour 4,6 millions d'usagers (*brochure SEDIF, édition 2020*).

Approvisionnement des communes du SEDIF en 2019

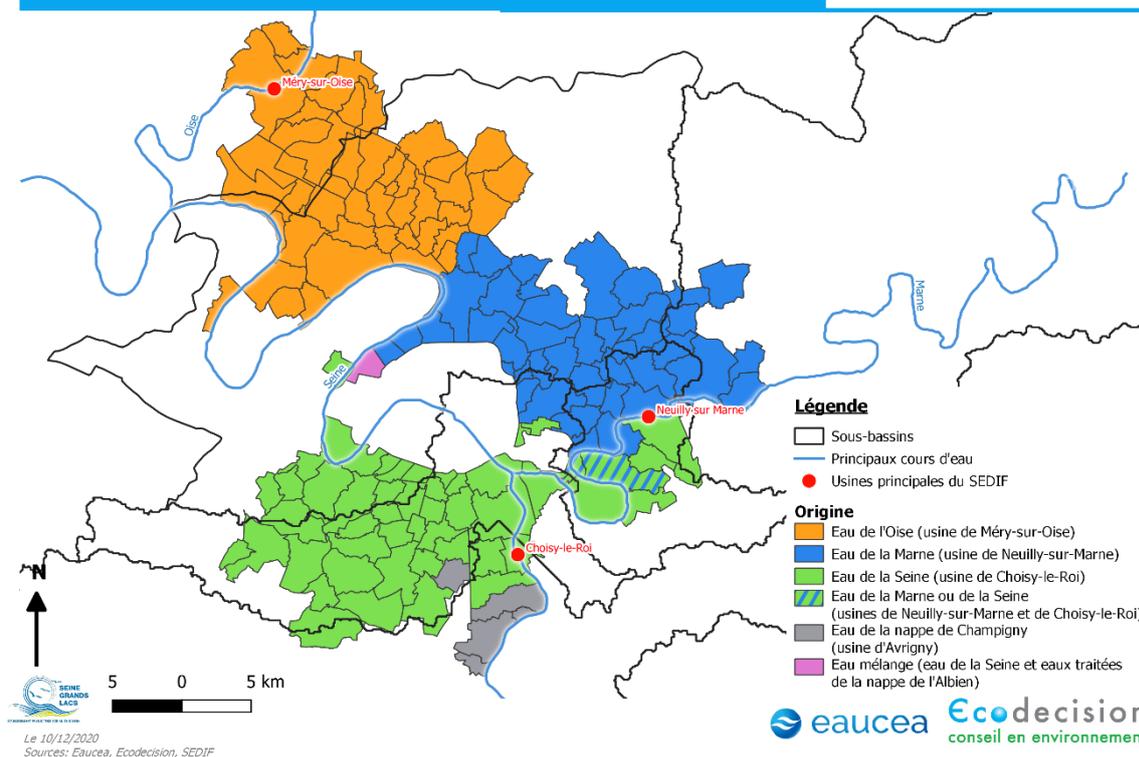


Figure 36 : Origine de l'eau des communes desservies par le SEDIF

L'eau produite provient principalement des trois usines (*brochure SEDIF, édition 2020*) :

- Choisy-le-Roi, dont les prélèvements se font en Seine en amont de Paris, avec une production moyenne journalière de 315 000 m³/jour ;
- Neuilly-sur-Marne/Noisy-le-Grand, dont les prélèvements se font en Marne avec une production moyenne journalière : 298 000 m³/jour ;
- Méry-sur-Oise (hors bassin amont de la Seine), dont les prélèvements se font en Oise avec une production moyenne journalière : 154 000 m³/jour.

Quatre autres usines prélevant en nappes sont également présentes :

- Arvigny (calcaire du Champigny) ;
- Neuilly-sur-Seine (Albien) ;
- Aulnay-sous-Bois et Pantin (Albien et Yprésien).

Il s'agit d'usine de prélèvements de secours, à l'exception de l'usine d'Avrigny qui alimente en temps normal quelques communes du sud du SEDIF (environ 80 000 habitants) à son débit minimum.

97 % de l'eau potable produite provient de ressources superficielles.

La saisonnalité

Les prélèvements journaliers et les moyennes mensuelles pour les trois principales usines sont présentés ci-dessous :

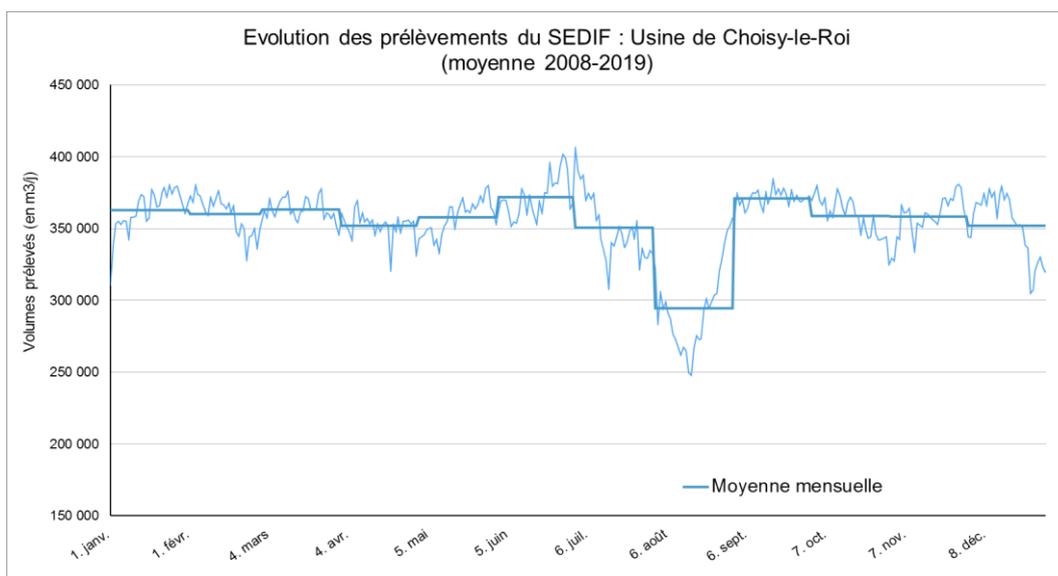


Figure 37 : Evolution des prélèvements du SEDIF à l'usine de Choisy-le-Roi (données SEDIF 2008-2019)

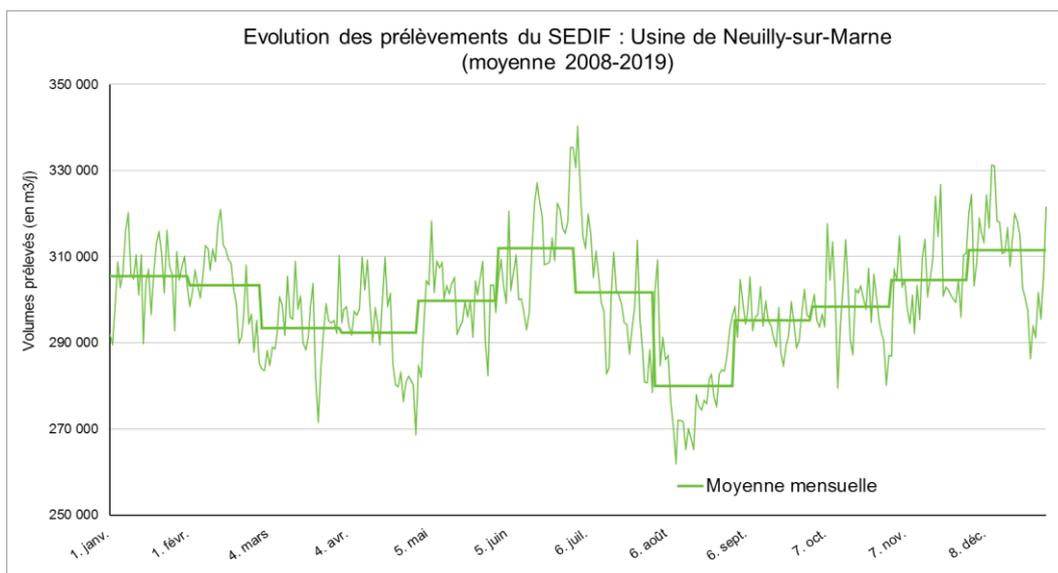


Figure 38 : Evolution des prélèvements du SEDIF à l'usine de Neuilly-sur-Marne (données SEDIF 2008-2019)

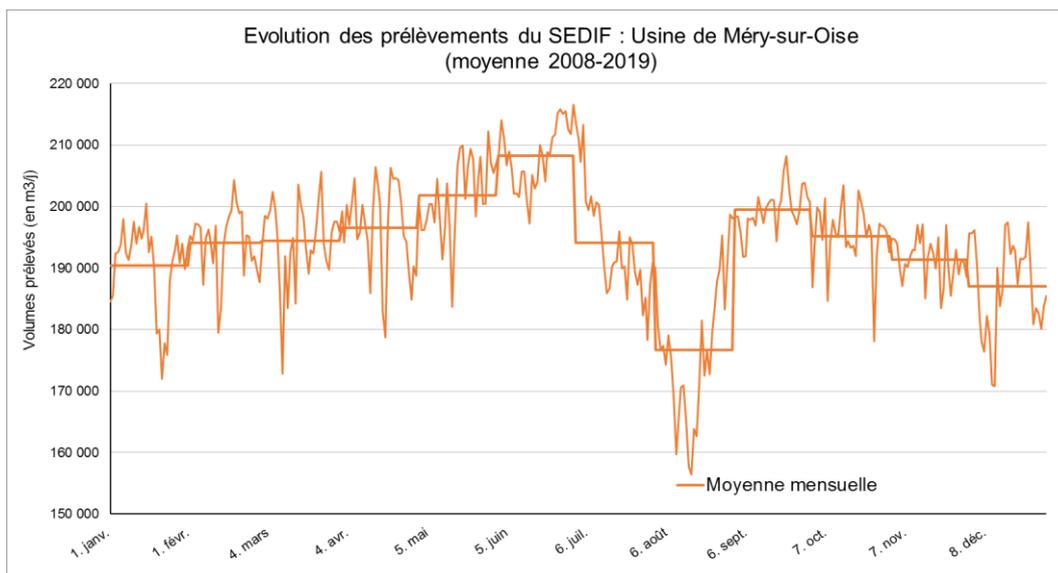


Figure 39 : Evolution des prélèvements du SEDIF à l'usine de Méry-sur-Oise (données SEDIF 2008-2019)

Des similitudes sont observables entre les profils mensuels moyens des trois usines (cf. figures 37 à 39) et avec la saisonnalité reconstituée des prélèvements d'Eau de Paris (cf. figure 35). Les prélèvements tendent à la hausse à partir de janvier pour atteindre une maximale début juillet. Les prélèvements baissent ensuite brutalement au mois d'août, avant d'augmenter à nouveau en septembre et baisser progressivement jusqu'à la fin de l'année.

Pour la modélisation hydrologique, ce sont les moyennes des prélèvements journaliers du SEDIF sur chacune des trois principales usines de 2008 à 2019 qui seront prises en compte.

1.4.2.2.3 Epuration des eaux usées

L'épuration des eaux usées de la ville de Paris et des communes desservies par le SEDIF est assurée par le SIAAP (cf. figure 40).

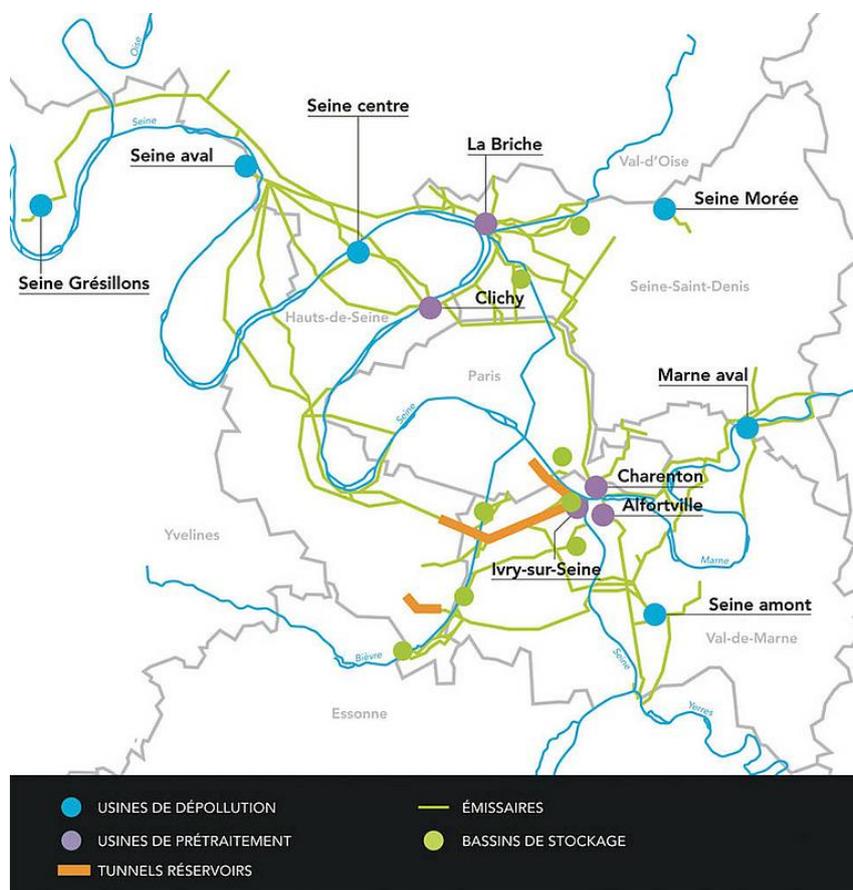


Figure 40 : Carte du réseau SIAAP (SIAAP)

Le traitement des eaux usées est assuré par les six usines de dépollution :

Usines de dépollution	Capacité de traitement (en m ³ /j)	Localisation
Seine aval	1 500 000	Achères, Maisons-Laffitte et Saint-Germain-en-Laye (Yvelines)
Seine amont	600 000	Valenton (Val-de-Marne)
Seine Grésillons (hors bassin amont de la Seine)	300 000	Triel-sur-Seine (Yvelines)
Seine Centre	240 000	Colombes (Hauts-de-Seine)
Marne aval	75 000	Noisy-le-Grand (Seine-Saint-Denis)
Seine Morée	50 000	Le Blanc-Mesnil (Seine-Saint-Denis)

Tableau 4 : Caractéristiques des usines de dépollution du SIAAP (source : SIAAP)

Les eaux collectées à Paris sont traitées par les usines : Seine Centre, Seine Aval et Grésillons (*Rapport sur le Prix et la Qualité des Services publics d'eau potable et d'assainissement. Mairie de Paris, 2017*). Ces trois usines et leurs rejets se situent en aval de la station d'observation la plus en aval de la Seine à Paris.

De ce fait, les eaux prélevées par Eau de Paris font l'objet de deux transferts :

- vers Paris, où se font les consommations nettes, prises égales à 20 % des prélèvements soit 36 Mm³/an pour Eau de Paris (donnée moyenne AESN 2008-2017) ;
- en aval de la dernière station d'observation prise en compte dans la présente étude, pour les rejets en Seine soit 144 Mm³/an au total (donnée moyenne AESN 2008-2017).

En ce qui concerne les eaux collectées sur les communes du SEDIF, leur traitement est assuré par les six usines de dépollution du SIAAP. La répartition entre les six usines des volumes collectés sur les communes desservies par le SIAAP a pu être estimée à partir de la répartition des communes entre les zones de collecte des usines et des populations communales :

- 57 % des volumes collectés par l'usine Seine aval ;
- 31 % des volumes collectés par l'usine Seine amont ;
- 4 % des volumes collectés par l'usine Seine Grésillons ;
- 3 % des volumes collectés par l'usine Seine Morée ;
- 3 % des volumes collectés par l'usine Marne aval
- 2 % des volumes collectés par l'usine Seine Centre.

Comme pour Eau de Paris, l'intégralité des volumes prélevés par le SEDIF en Seine et en Marne moins la part fixe correspondant aux consommations (62 Mm³/an au total – donnée moyenne AESN 2008-2017) sont ainsi rejetés au niveau des usines de traitement (248 Mm³/an au total – donnée moyenne AESN 2008-2017). Toutefois, certains de ces rejets se font dans le même sous-bassin et dans la même ressource que les prélèvements.

Dans le bilan hydrologique des usages, l'impact anthropique du SEDIF se quantifiera donc sur chaque sous-bassin par la différence entre les volumes prélevés et rejetés (consommation nette par sous-bassin), et celui d'Eau de Paris par un transfert depuis les lieux de prélèvement vers l'aval de la dernière station d'observation en Seine pris en compte dans la présente étude.

1.4.3 L'alimentation des canaux de navigation

Les prélèvements pour la navigation s'élèvent à 1 110 millions de m³/an (donnée moyenne AESN 2008-2017). Outre ces prélèvements, l'impact anthropique quantitatif sur la ressource en eau de la navigation est surtout lié aux transferts d'eau qu'elle occasionne via les canaux.

Sur le bassin amont de la Seine, les voies navigables gérées par VNF (Voies Navigables de France) et le service des canaux de la Ville de Paris ont été cartographiées permettant d'identifier préalablement les canaux susceptibles d'occasionner des transferts et pour lesquels un bilan du fonctionnement hydrologique a été effectué (cf. **figure 41**).

Cartographie des voies navigables et des prises d'eau

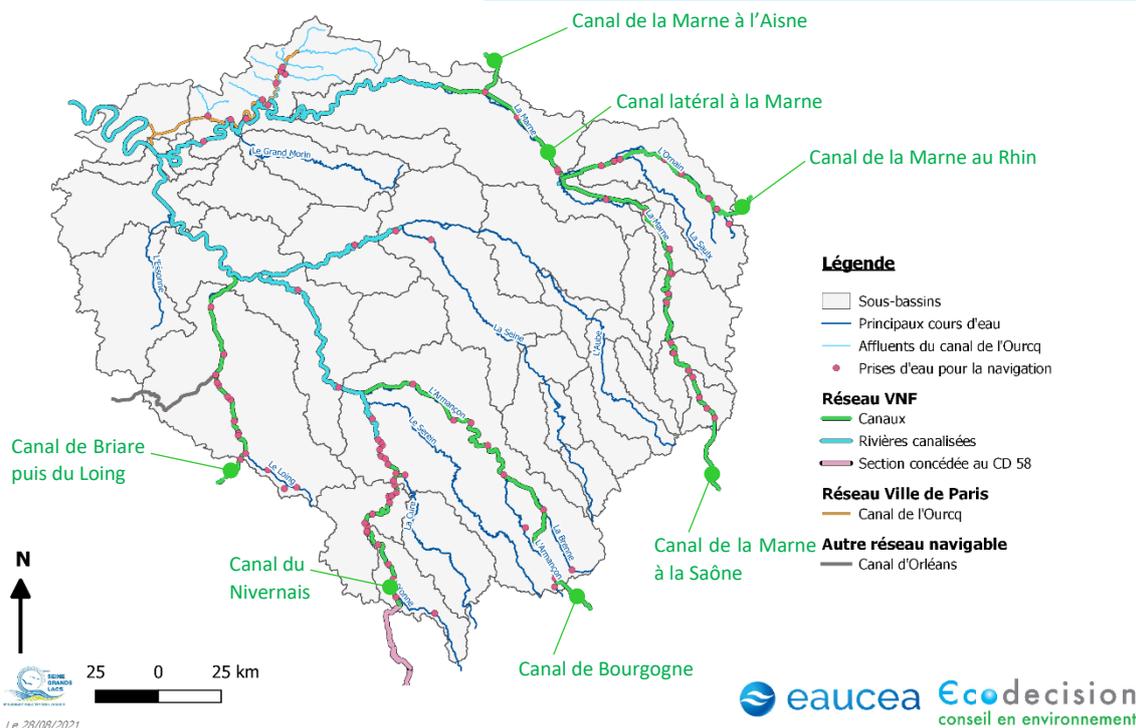


Figure 41 : Cartographie des voies navigables et des prises d'eau

1.4.3.1 Les Voies Navigables de France (VNF)

Parmi le réseau navigable VNF, la collecte d'informations s'est effectuée sur :

- le Canal de Bourgogne, entièrement artificialisé ;
- le Canal du Nivernais, artificialisé jusqu'à Auxerre et rivière canalisée au-delà ;
- le Canal de la Marne, entièrement artificialisé.

Le canal du Nivernais est géré pour partie par VNF. Sa section centrale est concédée au Conseil Départemental de la Nièvre (CD 58), qui assure sa gestion. L'alimentation en amont est assurée par des étangs réservoirs (étangs de Vaux et de Baye) et le lac de Pannecière.

Concernant le canal de Bourgogne, l'alimentation est assurée selon les besoins par les lacs réservoirs du Grosbois, de Cercey, de Panthier, Pont-et-Massène et à moindre effet par le lac de Chazilly et du Tillot. Le canal est également alimenté par des prises d'eau gravitaires sur l'Armançon, qui est un affluent de l'Yonne et est longé par le canal de Bourgogne.

Les schémas d'alimentation du canal du Nivernais et de Bourgogne sont disponibles en annexe.

Dans les deux cas (canal du Nivernais et de Bourgogne), une partie des réserves d'eau alimente les canaux des bassins versants situés au sein du territoire de l'EPTB Seine Grands Lacs et une autre partie est transférée aux canaux des bassins versants voisins :

- soit de la Loire (pour le canal du Nivernais) ;
- soit de la Saône (pour le canal de Bourgogne).

En l'absence de connaissance à l'heure actuelle sur les flux entre le bassin amont de la Seine et les bassins de la Loire et de la Saône, ceux-ci sont considérés comme nuls. En ce qui concerne les transferts entre sous-bassins, ils ont été identifiés et quantifiés dans le bilan des rejets et transferts des canaux de navigation.

Le transfert le plus important évoqué et quantifié vers l'extérieur du bassin amont de la Seine concerne le canal de la Marne à l'Aisne dont les besoins sont assurés par pompage dans le canal latéral de la Marne. Le canal de la Marne est quant à lui alimenté par des prises d'eau sur la Marne et bénéficie également des systèmes alimentaires du canal de la Marne à la Saône et de la Marne au Rhin.

C'est la station de pompage localisée à Condé-sur-Marne qui assure le maintien en eau du canal de l'Aisne à la Marne : il capte l'eau de la Marne de façon à garantir le mouillage au sein de ce canal.

Le schéma du fonctionnement hydraulique du canal latéral à la Marne et du canal de l'Aisne à la Marne est disponible en annexe.

Sur le volume total prélevé, il a été estimé que 50 % est réinjecté à la Marne avec un léger temps de décalage, et que les 50 % restants sont transférés vers le bassin de l'Aisne. D'autres prises d'eau alimentent le canal de l'Aisne à la Marne (prise d'eau sur la rivière Vesle) mais ces dernières sont plus aléatoires notamment l'été, dans leur capacité à assurer de la ressource en eau. En hiver, les prises d'eau sur la Vesle sont de nature à suffire, d'où parfois des arrêts de pompage à Condé, en avril 2019 par exemple (cf. **tableau 5**).

Mois	Volume prélevé en m ³
Janvier	2 075 489
Février	846 556
Mars	108 857
Avril	0
Mai	18 645
Juin	1 039 816
Juillet	2 956 807
Août	2 891 203
Septembre	2 542 358
Octobre	2 367 767
Novembre	2 073 399
Décembre	1 973 177
Année 2019	18 894 073

Tableau 5 : Volumes mensuels et bilan pour l'année 2019 à Condé-sur-Marne (source : VNF)

Pour l'année 2019, ce sont donc près de 19 millions de m³ d'eau qui ont été prélevés en Marne à Condé-sur-Marne et 9,45 millions de m³ restitués en Marne dans le même sous-bassin. Les 50 % restants, transférés au bassin de l'Aisne, constituent une consommation nette de l'ordre de 0,6 m³/s.

Les autres canaux de liaison sont situés hors zone réalimentée et leur fonctionnement ne sont pas à prendre en compte dans la présente étude.

Naturellement, des pertes par fuite et évaporation s'observent sur les canaux. Celles-ci ont été évaluées sur le canal du Centre à 300 L/jour/ml (*source : VNF*).

Pour la suite de l'étude, l'impact hydrologique des voies navigables gérées par VNF sera caractérisé par les pertes par évaporation sur les canaux artificiels et par la part du prélèvement en Marne qui alimente le canal de l'Aisne à la Marne.

1.4.3.2 Le canal de l'Ourcq

Le canal de l'Ourcq est géré par le Service des Canaux de la Ville de Paris. Le canal et ses affluents représentent un réseau de 130 km qui se compose de plusieurs voies navigables :

- La rivière d'Ourcq canalisée sur 11 km est navigable depuis « Port aux Perches » sur la commune de Silly-la-Poterie (02) jusqu'à Mareuil-sur-Ourcq (60) ;
- Le canal de l'Ourcq qui s'écoule sur 97 km depuis Mareuil-sur-Ourcq (60) jusqu'au bassin de la Villette à Paris (XIXe arrondissement). On peut distinguer 2 sections différentes, le petit gabarit sur la majeure partie du canal avec une navigation limitée et le grand gabarit sur les 11 derniers kilomètres ;
- Le canal du Clignon qui s'étend sur 2 km et permet de détourner les eaux de la rivière du Clignon à Montigny-l'Allier (02) vers le canal de l'Ourcq ;
- Le canal Saint-Denis d'une longueur de 6,6 km qui relie le canal de l'Ourcq depuis le bassin de la Villette à Paris (XIXe arrondissement) à la Seine sur la commune de Saint-Denis (93) ;
- Le canal Saint-Martin entièrement situé dans Paris (XIXe, Xe, XIe, IVe et XIIe arrondissements), il s'étend sur 4,5 km depuis le bassin de la Villette jusqu'au port de l'Arsenal qui communique avec la Seine. Il constitue, avec le canal Saint-Denis une voie de déviation pour la navigation afin d'éviter le centre de Paris.



Figure 42 : Réseau fluvial de la Ville de Paris (source : Ville de Paris)

Le canal de l'Ourcq proprement dit prend son origine à la confluence de la Savières et de la rivière canalisée de l'Ourcq.

Le fonctionnement hydraulique du canal de l'Ourcq est conditionné par l'existence de :

- 6 écluses modernisées sur le canal, accolées chacune à un barrage à niveau constant pour assurer le transfert d'eau d'amont en aval avec contrôle du niveau amont ;
- 9 apports en provenance de cours d'eau affluents (Ourcq, Savières, ruisseau d'Authueil, ru d'Allan, Grivette, Clignon, Gergogne, Théroutanne et Beuvronne). Les cinq derniers sont équipés de vannages de délestage vers le cours aval "naturel" de ces affluents ;
- 7 ouvrages de délestage (seuil + vannage) dont 4 vers la rivière d'Ourcq et 3 vers la Marne ;
- 2 usines d'alimentation du canal par pompage depuis la Marne à Trilbardou et anciennement Villers-les-Rigault pour compléter l'alimentation du canal lorsque les affluents n'apportent pas assez d'eau au tronçon à grand gabarit et au bassin de la Villette.

Les 9 apports et les 2 usines d'alimentation constituent le système alimentaire du canal. Les ouvrages de gestion permettent la répartition des ressources entre la partie aval des affluents et le canal pour assurer le maintien des débits minimums biologiques (DMB).

Lorsque les débits des affluents sont insuffisants, le pompage de l'usine de Trilbardou effectué dans la Marne est sollicité pour maintenir des volumes/niveaux d'eau dans le canal. Les volumes prélevés en Marne sont ajustés en fonction des besoins et sont généralement nécessaires de fin avril à novembre (cf. figure 43).

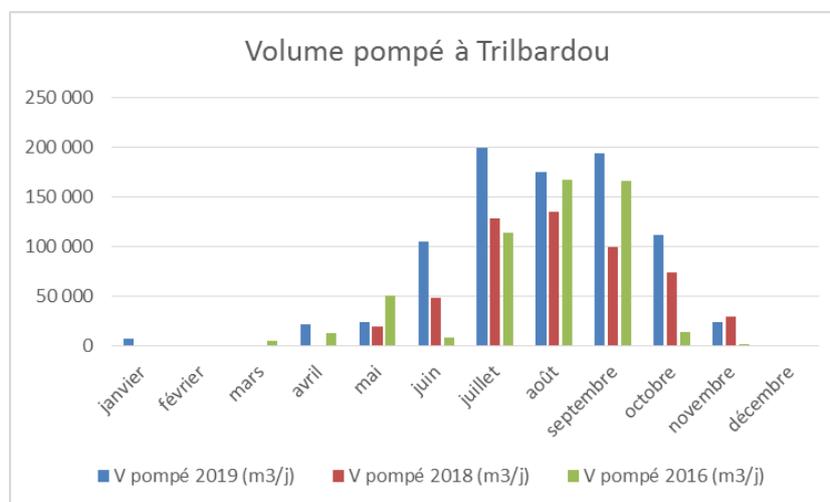


Figure 43 : Volume pompé en Marne à l'usine de Trilbardou pour l'alimentation du canal de l'Ourcq (source : Ville de Paris)

Depuis la révision de la convention avec VNF en 2015, le pompage en Marne est limité à 2,5 m³/s. La révision de la convention a également marqué l'abandon de l'usine de pompage de Villers-les-Rigault. Les observations montrent qu'en période d'étiage l'alimentation du canal est de façon quasi exclusive assurée par le pompage en Marne, les affluents ne contribuant que peu ou pas car à sec.

Au niveau de l'écluse de Sevrans, à l'extrémité aval du canal, le débit moyen du canal est de 3,5 m³/s, dont 2,5 m³/s proviennent des pompages de Trilbardou en période d'étiage.

Au niveau du bassin de la Villette, les eaux sont partagées selon la période de l'année et les différentes activités dans des proportions approximatives suivantes :

- 1/3 de l'eau est destinée à l'alimentation des canaux navigables de Saint-Martin et Saint-Denis ce dernier étant privilégié pour la navigation et le transport des matériaux des entreprises implantées sur les ports industriels ou pour les matériaux d'excavation des chantiers du Grand Paris Express ;
- 2/3 pour rejoindre le réseau des eaux non potables de la ville de Paris destinées au nettoyage des voiries, réservoirs de chasse du réseau d'assainissement, recharge de plans d'eau, etc. Il a pu être estimé qu'entre 50 et 70 % de la production d'eau non potable de la ville de Paris provient du canal de l'Ourcq, la partie restante provenant de la Seine (source : Schéma directeur des usages et du réseau d'eau non potable de Paris 2015-2020).

Dans l'ensemble, les eaux qui alimentent le canal sont transférées d'un seul sous-bassin vers l'aval de la zone d'étude où elles sont partagées selon les usages pour rejoindre le réseau d'eau non potable de Paris ou la Seine via les canaux navigables de Saint-Martin et Saint-Denis.

Selon les données fournies à l'EPTB Seine Grands Lacs pour la déclaration en vue du calcul de la redevance pour soutien d'étiage de l'année 2019 des prélèvements en Seine (index de début d'étiage : 15/06/2019 - index de fin d'étiage : 15/12/2019), l'alimentation de la Seine issue des rejets du canal de l'Ourcq représente 10,5 millions de m³.

Le canal de l'Ourcq opère un transfert depuis les points d'entrée vers l'aval de la zone d'étude pour la totalité des volumes prélevés à l'exception des pertes par évaporation.

1.4.4 Les autres usages économiques (hors CNPE)

La liste des usagers redevables auprès de l'EPTB Seine Grands Lacs a été obtenue à partir des données des redevances 2016-2018 pour service rendu par le soutien d'étiage, assises sur les prélèvements des principaux bénéficiaires. La synthèse qui en a été faite a permis d'identifier les branches d'activités de chacun de ces usagers. De cette manière il est possible de hiérarchiser les branches selon les volumes prélevés et d'identifier les potentiels gros consommateurs parmi ces usagers (cf. tableau 6).

Activité	Assises redevances (moyennes 2016-2018 en milliers de m ³ /an)	Part de l'assise par rapport au total des assises
Captage, traitement et distribution d'eau	272 156	54%
Production et Distribution d'électricité	69 968	14%
Production et distribution de vapeur et d'air conditionné	63 117	13%
Traitement et élimination des déchets non dangereux	50 175	10%
Commerce de combustibles gazeux par conduites	41 095	8%
Fabric. d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a.	1 838	0,4%
Fabrication de produits pharmaceutiques de base	1 152	0,2%
Activités des organisations patronales et consulaires	881	0,2%
Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a.	734	0,1%
Sidérurgie	697	0,1%
Autres industries manufacturières, extractives et autres	1 547	0,3%
Autres activités de services	526	0,1%
Culture de céréales (sf riz) légumineuses, graines oléagineuses	395	0,078%
Entreposage et stockage non frigorifique	136	0,027%
Autre mise à disposition de ressources humaines	53	0,011%

Usages de l'eau déjà caractérisés

AEP

Refroidissement industriel (CNPE)

Tableau 6 : Activités redevables pour soutien d'étiage regroupées par branche d'activité et triées selon l'assise de la redevance (source : EPTB Seine Grands Lacs)

Un intérêt particulier sera donc porté aux branches d'activités suivantes (hors usages de l'eau déjà caractérisés) :

- Production et distribution de vapeur et d'air conditionné ;
- Traitement et élimination des déchets non dangereux ;
- Commerce de combustibles gazeux par conduites ;
- Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a. (non classé ailleurs) ;
- Fabrication de produits pharmaceutiques de base ;
- Activités des organisations patronales et consulaires ;
- Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a. (non classé ailleurs) ;
- Sidérurgie.

L'objectif est d'approfondir la caractérisation des besoins en eau pour les autres usages économiques (bilan des prélèvements, rejets, consommations), en se basant sur l'étude de cas d'usagers pertinents parmi les branches d'activité retenues ci-dessus. Les résultats serviront pour évaluer leur vulnérabilité vis-à-vis de la ressource (impacts des mesures de gestion de l'eau).

1.4.4.1 Production et distribution de vapeur et d'air conditionné

Parmi les activités productrices et distributrices de vapeur et d'air conditionné figurant dans la liste des redevables, la société CLIMESPACE totalise 78 % (valeur moyenne 2016-2018) de l'assise totale sur les prélèvements de ces activités.

Par convention du 28 janvier 1991, la Ville de Paris a confié à CLIMESPACE la production, le stockage, le transport et la distribution d'énergie frigorifique par réseau d'eau glacée sur le territoire parisien. Le périmètre actuel couvert par le réseau de distribution représente 43 % du territoire parisien, desservant plus de 600 clients raccordés (bureaux, centres commerciaux, musées, salles de spectacle, palaces, bâtiments officiels) (sources : *Délégations de Service Public. Exercice 2018. Evolutions 2019-2020 et www.climespace.fr*).

Sur ses 10 sites de production, seules les centrales de Canada, Bercy et Palais de Tokyo dites « à eau de Seine » (source : *www.climespace.fr*) utilisent l'eau de la Seine pour le refroidissement de ses groupes frigorifiques, bénéficiant de sa proximité et n'utilisant donc pas de tour de refroidissement.

En fonctionnant ainsi, l'eau pompée est rejetée instantanément, sans transformation ni consommation (cf. **figure 44**).

En 2017 ces trois centrales ont fourni 74 % de la production d'énergie frigorifique (source : *Plan Climat Energie 2004-2020, CLIMESPACE*), pour un volume en 2018 de 485 GWh d'énergie frigorifique livrée et 431 MW de puissances souscrites par l'ensemble des 10 sites (sources : *Délégations de Service Public. Exercice 2018. Evolutions 2019-2020*).

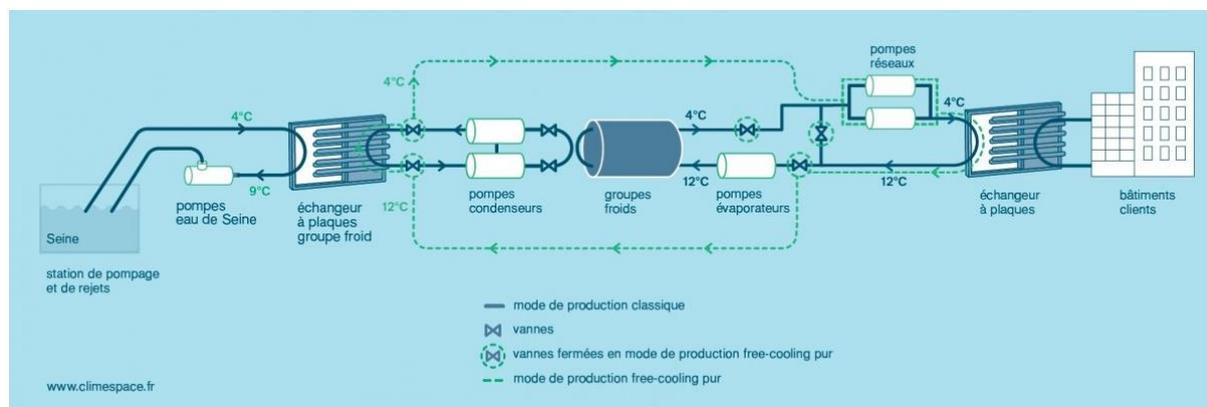


Figure 44 : Schéma de principe de fonctionnement de la centrale de Canada (source : *www.climespace.fr*)

Les autres sites de production à tours aéroréfrigérantes fonctionnent en circuit fermé, sans prélèvement.

Sur le même principe, la Société Urbaine de Climatisation (SUC), assure la production et la distribution de froid sur les communes de Courbevoie et de Puteaux sur le front de Seine de la Défense pour plus de 40 abonnés (*source : www.suc-energie.fr*).

L'installation de production d'eau glacée comprend un circuit refroidi par un circuit ouvert « Eau de Seine » constituant le système de refroidissement de la Centrale SUC.

La station de pompage des eaux de la Seine, sert donc au refroidissement fluvial de la centrale, sans nécessité de tours aéroréfrigérantes, avec restitution totale à la Seine.

Dans la suite de l'étude, nous pouvons donc considérer que les consommations liées à la production et distribution de vapeur et d'air conditionné de la société CLIMESPACE sont nulles.

1.4.4.2 Traitement et élimination des déchets non dangereux

Parmi les activités de traitement et élimination des déchets non dangereux figurant dans la liste des redevables, le centre multifilière Isséane à Issy-les-Moulineaux totalise 99 % (valeur moyenne 2016-2018) de l'assise totale sur les prélèvements de ces activités.

Le centre comprend un centre de tri de collecte sélective et une unité d'incinération avec valorisation énergétique d'ordures ménagères de 22 communes du territoire du Sycdom (*source : www.syctom-paris.fr*). La chaleur générée par la combustion des déchets permet de produire de la vapeur pour alimenter le réseau de chaleur de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU), permettant le chauffage de 80 000 logements, et de l'électricité, utilisée pour le fonctionnement du centre et dont le surplus est vendu à EDF.

Dans le fonctionnement de l'unité d'incinération et de valorisation, la chaleur dégagée produit de la vapeur en traversant une chaudière. La vapeur passe dans un turboalternateur et produit de l'électricité. Elle peut ensuite alimenter le réseau de chauffage urbain.

En 2019, le volume d'eau prélevé en Seine est utilisé (*source : Dossier d'Information du Public ISSEANE, Bilan 2019*) :

- pour le circuit de refroidissement du GTA (Groupe Turbo Alternateur), le condenseur auxiliaire et circuit de refroidissement est de 79 141 914 m³. Cette eau est intégralement rejetée en Seine.
- pour le réseau d'eau brute de l'usine est de 302 907 m³. Cette eau est consommée par le process et pour partie rejetée dans le réseau d'assainissement du SIAAP. En 2019, le volume des effluents rejetés vers le réseau d'assainissement s'élève à 69 273 m³.

La consommation en eau du centre multifilière Isséane à Issy-les-Moulineaux est donc négligeable (moins de 1 % de l'eau prélevée).

Il convient ici de préciser qu'un ratio des consommations d'eau pour les Usines d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM) a été estimé à 31,6 % (source : BIPE (2005), *Elaboration de scénarios d'évolution des besoins en eau à comparer à la disponibilité en eaux superficielles du bassin Seine-Normandie. Rapport de phase 1*). Toutefois, ce ratio ne fait pas de distinction entre les usines avec valorisation énergétique ou non, ou de distinction selon le mode de traitements des gaz et fumées issues de la combustion, pouvant jouer sur les besoins en eau et ce ratio.

1.4.4.3 Commerce de combustibles gazeux par conduites

Ivry/Paris XIII est le seul usager de commerce de combustibles gazeux par conduites figurant dans la liste des redevables.

Il réceptionne les ordures ménagères résiduelles de 14 communes du territoire du Sycotom pour procéder à leur incinération avec valorisation énergétique (source : www.sycotom-paris.fr). La chaleur générée par la combustion des déchets permet de produire de la vapeur, pour alimenter les réseaux de chaleur de la CPCU, permettant le chauffage de 100 000 logements, et de l'électricité, utilisée pour le fonctionnement du centre et dont le surplus est vendu à EDF.

Les besoins en eau de Seine sont de même nature que pour le centre multifilière Isséane à Issy-les-Moulineaux (source : *Dossier d'Information du Public Ivry/Paris XIII, Bilan 2019*). En 2019, le volume d'eau prélevé en Seine utilisé :

- pour le circuit de refroidissement est de 77 086 101 m³. Cette eau est intégralement rejetée en Seine.
- pour le réseau d'eau brute de l'usine est de 1 057 740 m³. Cette eau est consommée par le process et pour partie rejeté dans le réseau d'assainissement. En 2019, le volume total des effluents liquides rejetés dans le réseau d'assainissement s'élève à 289 083 m³ dont 275 311 m³ sont des eaux de process.

L'intégralité de l'eau prélevée en Seine est donc restituée à la Seine ou transférée au réseau d'assainissement, à l'exception d'une faible fraction (de l'ordre de 1 % de l'eau prélevée) des eaux de process.

1.4.4.4 Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a.

L'usine SOLVAY NOVECARE située à Clamecy (seul usager de cette branche figurant dans la liste des redevables) fabrique environ 150 produits différents ayant de multiples applications dans les domaines de l'agrochimie, des peintures et revêtements, des soins de la personne, de l'extraction pétrolière, des formulations industrielles et enfin de la détergence et du nettoyage industriel.

Compte tenu de la nature de ses activités, nous pouvons avancer qu'elle exprime des besoins en eau divers (process, sécurité, usages domestiques).

Conformément à la bibliographie, un ratio des consommations d'eau de l'ordre de 10 % peut être associé aux activités de chimie (*source : BIPE (2005), Elaboration de scénarios d'évolution des besoins en eau à comparer à la disponibilité en eaux superficielles du bassin Seine-Normandie. Rapport de phase 1*).

1.4.4.5 Fabrication de produits pharmaceutiques de base

Compte tenu des activités de l'usine de SANOFI située à Vitry-sur-Seine (seul usager de cette branche figurant dans la liste des redevables), nous pouvons aisément imaginer que les besoins en eau ont pour objet (exemples non exhaustifs) :

- la fabrication et la formulation de nombreux produits pharmaceutiques,
- la production d'eau pharmaceutique,
- les usages domestiques,
- la climatisation (humidification),
- les douches et lave-œil de sécurité.

L'eau peut être issue d'une source d'eau potable (eau de ville) ou brute. Dans les deux cas, les eaux usées rejoindront après traitement in situ le réseau des eaux usées ou directement le milieu (rejet en Seine).

Comme pour le cas précédent, seule la bibliographie a permis de donner une estimation d'un ratio des consommations d'eau pour la fabrication de produits pharmaceutiques, de l'ordre de 10 % (*source : BIPE (2005), Elaboration de scénarios d'évolution des besoins en eau à comparer à la disponibilité en eaux superficielles du bassin Seine-Normandie. Rapport de phase 1*).

1.4.4.6 Activités des organisations patronales et consulaires

La Chambre de Commerce et d'Industrie de Troyes et de l'Aube (CCI) (seul usager de cette branche figurant dans la liste des redevables) est un établissement public du secteur tertiaire. L'assise des redevances correspond aux volumes alloués aux entreprises desservies en eau par le réseau de la CCI. Compte tenu de la variété des entreprises concernées, il a été choisi pour estimer les consommations d'appliquer à ce prélèvement un ratio forfaitaire de 10 % (*source : BIPE (2005), Elaboration de scénarios d'évolution des besoins en eau à comparer à la disponibilité en eaux superficielles du bassin Seine-Normandie. Rapport de phase 1*).

1.4.4.7 Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a.

Biospringer situé à Maisons-Alfort (seul usager de cette branche figurant dans la liste des redevables) est un producteur d'extraits de levure. Au même titre que les autres industries, l'industrie agroalimentaire exprime des besoins en eau divers (process, sécurité, usages domestiques). Ces eaux feront l'objet de rejets dans le réseau des eaux usées pour la majeure partie.

Un ratio des consommations d'eau de l'ordre de 7 % peut être associé à cette activité (source : BIPE (2005), *Elaboration de scénarios d'évolution des besoins en eau à comparer à la disponibilité en eaux superficielles du bassin Seine-Normandie. Rapport de phase 1*).

1.4.4.8 Sidérurgie

SAM Montereau (seul usager de cette branche figurant dans la liste des redevables) est spécialisée dans la fabrication de ronds à béton. Avec une capacité de production annuelle de 1 050 000 tonnes, l'entreprise transforme la matière première, provenant du broyage d'automobiles en fin de vie, des chutes métalliques de production ou encore de la démolition de bâtiments, en acier sous forme de bobines de fils destinées à l'armature du béton dans les constructions.

Les eaux qui entrent dans les process du site sont rejetées en Seine, du confluent de la Voulzie (exclu) au confluent de l'Yonne (exclu) (source : www.georisques.gouv.fr/dossiers/irep/form-etablissement/details/2483#/). Le rejet mensuel en Seine est de 2 721 m³/j (source : *Suivi environnemental SAM Montereau*) sur l'année 2016 soit environ 992 800 m³ sur l'année pour des prélèvements à hauteur de 1 380 000 m³ en 2016 selon les données Agence de l'Eau.

Sur la base des dernières valeurs mentionnées pour l'année 2016, la consommation peut être estimée à 28 % des prélèvements. Sachant que cette valeur ne tient pas compte des pertes vers la nappe (non quantifiées), il s'agit d'une estimation maximaliste.

1.4.4.9 Bilan des consommations nettes

D'une manière générale, pour les autres usages économiques, dont le volume prélevé moyen s'élève à 568 Mm³/an, deux axes ont été travaillés :

- Un recensement des potentiels gros consommateurs pour lesquelles une estimation de leur consommation a été effectuée ;
- Une approche des consommations nettes par un ratio pour les autres activités à partir de la littérature, les observations d'études récentes et des échanges menés. Ce ratio est estimé égal à 10 % (source : BIPE (2005), *Elaboration de scénarios d'évolution des besoins en eau à comparer à la disponibilité en eaux superficielles du bassin Seine-Normandie. Rapport de phase 1*). Autrement dit, 10 % des volumes prélevés pour ces usages sont consommés.

L'approche par ratio pris égal à 10 % et l'approche plus spécifique pour les usagers identifiés serviront au calcul des consommations d'eau pour les usages industriels (hors CNPE), sur chaque sous-bassin.

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.

1.4.5 Le refroidissement industriel (CNPE)

Après échange sur les modalités de gestion du CNPE de Nogent-sur-Seine et la réflexion sur des scénarios de fonctionnement, les points clefs qui permettront d'intégrer le fonctionnement de la centrale aux analyses hydrologiques ont été identifiés.

En ce qui concerne les prélèvements, le CNPE dispose de :

- une prise d'eau en Seine, via un canal d'une longueur de 50 m alimentant gravitairement un bassin de prise d'eau, servant principalement au fonctionnement des tours aéro-réfrigérantes (prélèvement de l'ordre de 133 millions de m³/an selon les données AESN) ;
- deux forages relativement anciens, permettant de prélever de l'eau souterraine dans l'aquifère de la Craie du Senonais et du pays d'Othe, pour produire de l'eau déminéralisée (prélèvement de l'ordre de 100 000 m³/an selon les données AESN) ;
- deux forages récents dans la nappe alluviale, destinés à fournir les appoints ultimes en eau pour les unités de production en cas de nécessité. A l'heure actuelle, ces puits ne font pas l'objet de prélèvement, hormis pour leur maintenance (prélèvement de l'ordre de 100 000 m³/an).

En ce qui concerne les rejets, le CNPE gère :

- un rejet principal en Seine ;
- un rejet secondaire en Seine servant uniquement pour les eaux de lavage des filtres rotatifs de la station de pompage, les eaux perdues des pompes et de la salle des machines ;
- un rejet vers le bassin de prise d'eau, concernant les eaux pluviales, les eaux brutes usagées provenant de la salle des machines, les eaux de vidange des réservoirs d'eau déminéralisée et les eaux issues des réseaux.
- un rejet, dans le chenal d'évacuation des crues, de l'eau des fossés drainant les voies d'accès au sud du site et autour des tours aéro-réfrigérantes (TAR).

Enfin, un réseau spécifique collecte les eaux vannes et usées pour les envoyer dans le réseau d'assainissement et la station d'épuration de Nogent-sur-Seine.

Globalement, il existe deux systèmes opérationnels de gestion du programme de marche de la centrale :

- Programme journalier correspondant à une baisse de charge de 50 % à 100 % (soit une mise en arrêt) la nuit ou sur une plus longue durée (les week-ends par exemple) en fonction de la demande et de la disponibilité des autres productions d'énergie ;
- Programme hebdomadaire correspondant à un arrêt pour économie de combustible lorsque la demande est faible, en prévision des périodes de forte demande.

La maintenance des réacteurs nucléaires est assurée majoritairement au cours des mois de printemps et automne lors des périodes de plus faible consommation.

Le CNPE met en œuvre un circuit de refroidissement dit « fermé » (cf. figure 45).

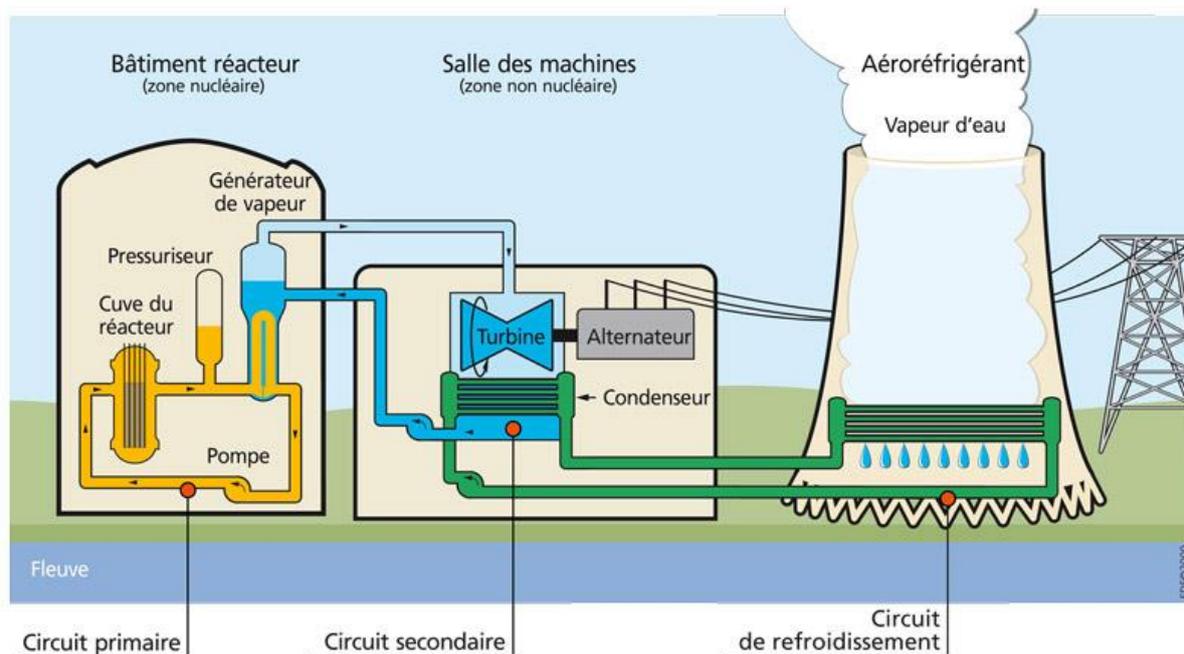


Figure 45 : Schéma de principe du circuit de refroidissement dit « fermé » des CNPE (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire)

Les prélèvements bruts de cette centrale représentent 133 Mm³/an (moyenne 2008-2017). Seul 30 % environ de l'eau prélevée est utilisée pour compenser les pertes liées à la vapeur d'eau dégagées par les aéro-réfrigérants, les 70 % restant (soient 93 millions de m³) sont restitués en Seine, dans le même sous-bassin que les prélèvements

La consommation nette (prélèvement-restitution) de la CNPE est donc essentiellement liée à l'évaporation dans les aéro-réfrigérants. Celle-ci dépend à la fois de la puissance produite et des conditions hydro-climatiques (températures de l'eau et de l'air, hygrométrie de l'air).

A partir des données climatiques sur les 3 dernières années, un calcul des volumes d'eau évaporés pour un fonctionnement sur 2 tranches à 100 % de la puissance nominale PN et sans arrêt a été effectué (cf. figure 46). Un tel scénario est à considérer comme maximaliste.

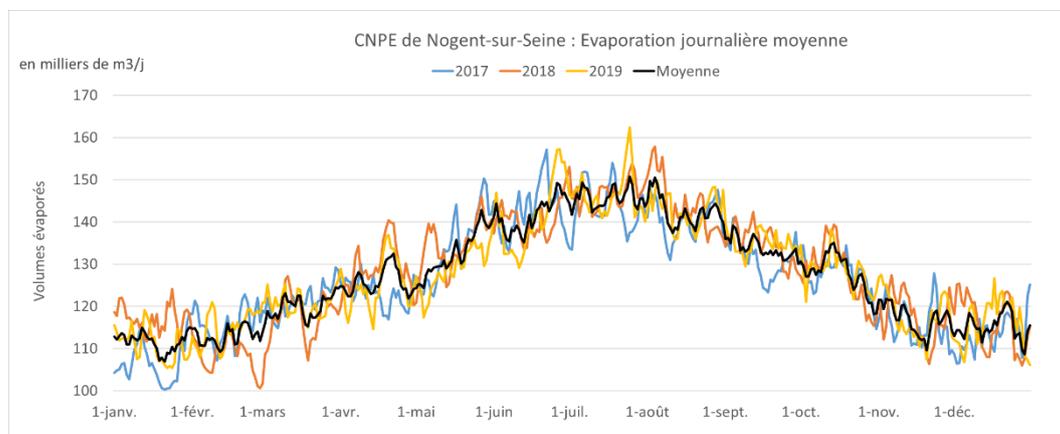


Figure 46 : Scénario d'évaporation journalière moyenne au niveau du CNPE de Nogent-sur-Seine

Un modèle de consommation en fonction de la température, en considérant une production continuellement à pleine puissance, pourra servir de base prudente pour rendre compte des consommations nettes du CNPE présentes mais aussi futures.

En effet, l'évaporation semble largement conditionnée par la température au sol relevée (cf. figure 47).

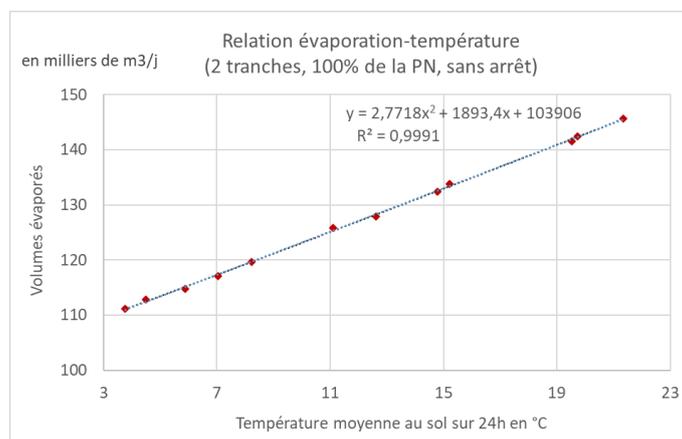


Figure 47 : Relation évaporation-température moyenne au sol pour un fonctionnement maximaliste du CNPE de Nogent-sur-Seine

Cette corrélation est à mettre en parallèle avec le changement climatique. Selon le rapport du GIEC de 2019, le nombre de journées très chaudes devrait augmenter dans la plupart des régions continentales, sous l'effet d'un réchauffement planétaire pouvant atteindre 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels.

1.5 Bilan hydrologique des usages

De l'analyse des données et des modèles de prélèvement des usages et de leur saisonnalité, un premier bilan a pu être dressé, reconstituant une répartition moyenne dans le temps des prélèvements sur le bassin amont de la Seine, selon l'usage :

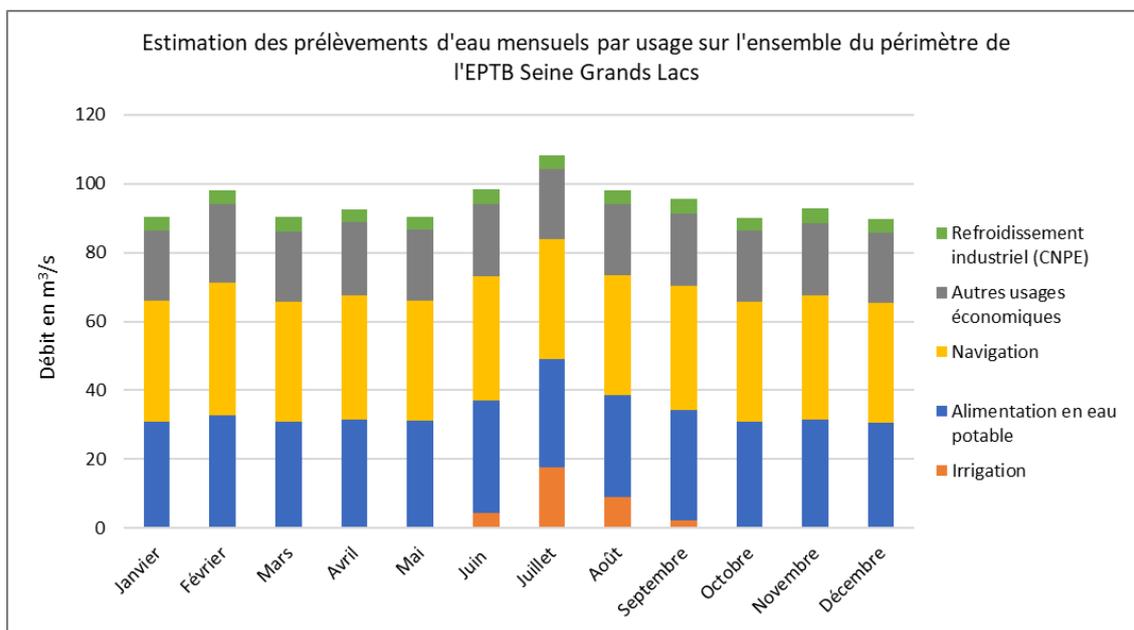


Figure 48 : Estimation des prélèvements des usages sur tout le bassin d'étude

Ce bilan est une agrégation des volumes prélevés sur l'ensemble du bassin amont de la Seine. Une répartition par sous-bassin a été effectuée pour les besoins de la modélisation des scénarios de débits.

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

- pour la navigation, le bilan des transferts par sous bassin (pertes incluses) liés au système alimentaire des canaux artificiels a permis de déterminer les transferts et consommations nettes d'eau par sous bassin ;
- concernant l'AEP, en dehors des principaux transferts d'eau potable pris en compte vers l'Île-de-France, il est considéré que 20 % des volumes prélevés est consommé ;
- pour les autres usages économiques, l'approche par ratio pris égal à 10 % et l'approche plus spécifique pour certains usagers ont permis d'estimer la consommation nette ;
- 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 chacune des tranches des centrales ; elle est de l'ordre de 30 % des prélèvements ;
- pour l'irrigation, la consommation correspond à l'évapotranspiration des plantes irriguées, égale aux valeurs médianes des besoins agricoles modélisés.

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 sur le bassin amont de la Seine (cf. **figure 49**). 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 à cette échelle par les pertes par évaporation sur l'ensemble des canaux artificiels, les eaux du canal de l'Ourcq qui rejoignent le réseau d'eau non potable de Paris et la part du prélèvement en Marne qui alimente le canal de l'Aisne à la Marne.

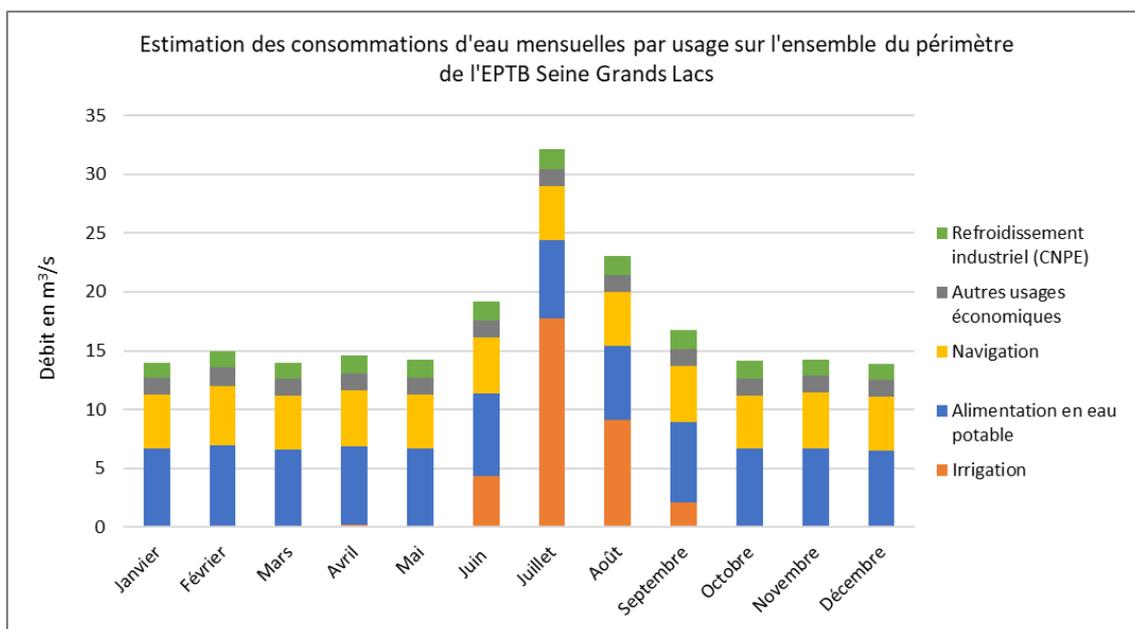


Figure 49 : Estimation des consommations des usages sur tout le bassin d'étude

Les volumes d'eau consommés par chaque usage (cf. **tableau 7**) sont des volumes agrégés à l'ensemble du bassin amont de la Seine. Des hétérogénéités existent selon la répartition des usages sur les territoires.

Par rapport à la répartition dans le temps des prélèvements qui oscillent autour d'une valeur moyenne de 95 m³/s, la répartition des consommations est significativement plus influencée par l'irrigation, car les consommations des autres usages et leur part dans le total fluctuent peu en comparaison.

Usage de l'eau	Estimation des consommations d'eau mensuelle par usage sur l'ensemble du périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs (en m ³ /s)												Part dans le total
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Irrigation	0	0	0	0	0	4,4	17,7	9,1	2,1	0	0	0	16%
Alimentation en eau potable	6,7	7	6,6	6,7	6,7	7	6,7	6,3	6,9	6,6	6,7	6,5	39%
Navigation	4,6	5	4,6	4,7	4,6	4,7	4,6	4,6	4,7	4,6	4,7	4,6	27%
Autres usages économiques	1,4	1,6	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	1,4	1,5	1,4	1,5	1,4	9%
Refroidissement industriel (CNPE)	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	9%

Tableau 7 : Estimation des consommations d'eau par usage sur tout le bassin d'étude

L'exploitation des données collectées permet de rendre compte de l'impact quantitatif des différents usages sur l'hydrologie de chaque sous-bassin, en termes de consommations et de transferts, avec un détail mensuel ou journalier pour les plus gros volumes.

Pour l'évaluation et la prise en compte de l'empreinte des prélèvements et rejets sur les scénarios de débits, les consommations nettes ont été calculées sur chaque sous-bassin.

Le détail des volumes d'eau consommés et leur répartition dans le temps sur chaque sous-bassin est disponible en **annexe**. Les volumes négatifs témoignent de rejets supérieurs aux volumes prélevés sur le sous-bassin concerné.

2 eaucea **VULNERABILITE ET** **ADAPTATION DES USAGES AUX EPISODES** **SECS**

Chaque usage a sa propre vulnérabilité aux épisodes secs lorsque l'état quantitatif de sécheresse hydrologique impose des restrictions sur les prélèvements et/ou sur les rejets. D'autres paramètres liés à la qualité de l'eau et des milieux aquatiques ont également une incidence tant sur les rejets que sur les prélèvements, et ceci pour les différents usages étudiés.

Des valeurs seuils de référence faisant l'objet d'un suivi sont associées à l'ensemble de ces paramètres quantitatifs et qualitatifs. Dès lors que leur franchissement est constaté, les restrictions peuvent affecter les usages jusqu'à limiter voire suspendre momentanément l'activité.

Ces aspects ont été appréhendés pour chaque usage, à l'échelle des territoires concernés par la redevance EPTB pour service rendu soutien d'étiage, à savoir les 4 axes réalimentés et leurs nappes d'accompagnement de l'aval des ouvrages jusqu'à la confluence Seine-Oise.

2.1 Identification des seuils affectant les usages

Il est possible de distinguer deux natures de seuils affectant les usages en période d'étiage :

- Les seuils que nous pouvons qualifier de « techniques », qui correspondent à des contraintes techniques propres au fonctionnement des installations et équipements de chaque usage (ex. niveaux d'eau dans les canaux pour permettre le passage des bateaux, hauteurs d'eau/hauteurs piézométriques pour éviter le dénoyage des pompes) ;
- Les seuils réglementaires, qui correspondent à des valeurs de référence propres à une zone hydrographique (ex. Débit Seuil d'Alerte (DSA), Débit de CRise (DCR)) voire nationale (ex. valeurs seuils de bon état d'une eau au sens de la DCE).

Le recensement de l'ensemble des seuils « techniques » demanderait un travail considérable de recherche bibliographique et d'enquête auprès d'un grand nombre d'utilisateurs. Une approche plus restreinte a donc été menée en identifiant, par catégorie d'usage, les plus gros préleveurs sur les axes réalimentés et en recensant les seuils « techniques » qui s'y appliquent.

La vulnérabilité des usages aux épisodes secs a été d'abord appréhendée à partir des arrêtés préfectoraux définissant des seuils réglementaires, appelés seuils de référence, permettant de qualifier comment les variations hydrologiques sont susceptibles d'impacter chaque usage, qu'il dispose d'un prélèvement ou non. Le contenu des arrêtés préfectoraux constituera le cadre général permettant de caractériser la vulnérabilité des usages aux épisodes secs. Cette analyse a ensuite été affinée pour l'AEP, l'alimentation des canaux de navigation, les autres usages économiques, le CNPE et l'assainissement.

2.1.1 Restrictions par l'Etat

Les départements disposent 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 référence.

L'annexe 2 de l'arrêté N°2015103-0014 précise la méthodologie de détermination des seuils de référence sur le réseau hydrographique du bassin Seine-Normandie. Cette méthodologie se base sur le VCN3 (débit moyen minimum sur 3 jours consécutifs pour une période donnée).

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 installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et les installations, ouvrages, travaux et activités (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.

Ce cadre général est complété selon les grandes catégories d'usages. Les paragraphes suivants présentent les mesures, différant du cadre général, qui pourront être prises et les seuils de déclenchement de ces mesures.

2.1.2 Cas de l'alimentation en eau potable

Sur les axes réalimentés, les plus gros prélèvements destinés à l'AEP (notamment les prélèvements des usines du SEDIF de Choisy-le-Roi et de Neuilly-sur-Marne/Noisy-le-Grand, les prélèvements des usines d'Eau de Paris de Joinville-le-Pont et d'Orly, et les prélèvements des usines de Vigneux-sur-Seine, Morsang-sur-Seine, le Pecq et d'Annet-sur-Marne) se font par prise d'eau sur les parties canalisées navigables. Or, la succession des barrages écluses qui permet de garantir une hauteur d'eau suffisante dans les rivières pour la navigation, y compris en période d'étiage, prévient également le risque de dénoyage des pompes des usines de prélèvement. Les hauteurs d'eau seuils propres à chaque prise d'eau en dessous desquelles un dénoyage des pompes se produirait ne sont donc pas considérées ici comme des seuils limitants à retenir.

Par ailleurs, conformément à la réglementation, un débit réservé (débit à garantir au droit ou à l'aval immédiat d'un ouvrage) peut être également défini sur certaines prises d'eau, pouvant être réajusté en fonction de l'évolution de l'hydrologie. C'est le cas notamment sur la prise d'eau d'Orly pour laquelle un débit réservé a été fixé à 23 m³/s mesuré à Alfortville (*source : arrêté interpréfectoral N°2008/88 du 8 janvier 2008*), et sur la prise d'eau de Joinville-le-Pont pour laquelle un débit réservé a été fixé à 11 m³/s (*source : arrêté préfectoral N°2017/076 du 4 janvier 2017*). Ces derniers sont inférieurs au débit seuil de crise de la section du cours d'eau à l'aval de la prise d'eau d'Orly et de la station de référence la plus proche de la prise d'eau de Joinville-le-Pont. L'AEP depuis ces prises d'eau sera donc d'abord contrainte par les mesures prises par arrêté préfectoral en cas d'étiage prononcé.

Outre cette spécificité pour les prises d'eau, des seuils de qualité des eaux destinées à l'AEP sont définis dans l'arrêté du 11 janvier 2007 du JORF n°31 du 6 février 2007. Néanmoins, l'effet du soutien d'étiage au niveau de chaque prise d'eau sur ces paramètres n'étant pas mesuré dans cette étude, ces seuils ne peuvent être retenus et utilisés pour l'évaluation des incidences socio-économiques des scénarios d'étiage.

2.1.3 Cas de l'alimentation des canaux de navigation

2.1.3.1 Les Voies Navigables de France (VNF)

Conformément aux règles de gestion, VNF assure un suivi du débit en cours d'eau au niveau de certains de ces points de prélèvement pour l'alimentation des canaux. Tant que le débit à l'amont de l'ouvrage de prélèvement est supérieur ou égal au débit réservé qui y est défini, le fonctionnement n'est pas affecté. Lorsque le débit seuil (ou débit réservé) est franchi, ce dernier doit être restitué entraînant un regroupe.

Outre cette spécificité de la gestion de l'alimentation des canaux de navigation de VNF, la navigation est également soumise aux décisions préfectorales en cas de sécheresse, conformément aux arrêtés cadres sécheresse. Ceux-ci prévoient une réduction progressive de l'activité voire un arrêt total de la navigation si nécessaire.

Néanmoins, pour les voies navigables en alimentation libre au fil de l'eau avec la rivière (succession de barrages écluses sans prise d'eau), la continuité de service n'est pas impactée d'un point de vue économique en période de sécheresse.

En cas de débits faibles, les problèmes d'étanchéité des barrages sont de nature à être contraignants (limite technique). Toutefois, des ajustements sont possibles, sans impact pour la navigation, tant que la hauteur d'eau est maintenue.

2.1.3.2 Le canal de l'Ourcq

Le pompage de l'usine de Trilbardou est, hormis sa limitation par convention avec VNF sur les 2,5 m³/s, soumis aux décisions préfectorales de Seine-et-Marne en cas de sécheresse (arrêté n°2015/DDT/SEPR/137). Celui-ci prévoit des réductions progressives des prélèvements en Marne aux niveaux d'alerte et alerte renforcée correspondant aux seuils de débits en Marne de 23 et 20 m³/s à Gournay-sur-Marne.

Les conséquences peuvent aller jusqu'à l'interdiction totale, en crise, des prélèvements et à l'arrêt de navigation sur le canal de l'Ourcq à petit gabarit. Même si en pratique un arrêt de navigation motorisée intervient régulièrement au début de chaque été (les niveaux d'eau réduisent le mouillage et avec la présence d'herbes aquatiques le tirant d'eau minimum n'est plus garanti).

2.1.4 Cas des autres usages économiques

Pour les ICPE, des mesures et plans de gestion des prélèvements et rejets dans le milieu, prévus et fixés dans les arrêtés d'autorisation, peuvent être déclenchés en conformité aux arrêtés préfectoraux. A titre d'exemple, l'arrêté préfectoral complémentaire N°2013/2053 du 2 juillet 2013 et l'arrêté préfectoral DRE N°2013-142 du 5 août 2013 décrivent respectivement les conditions auxquelles doivent se conformer l'usine d'incinération d'ordures ménagères exploitée par la société IVRY Paris XIII, située à Ivry-sur-Seine, et le centre multifilière Isséane exploitée par la société TSI, situé à Issy-les-Moulineaux, en fonction de la situation de sécheresse. Ceux-ci imposent notamment un objectif de réduction des prélèvements en Seine d'au moins 10% dès le franchissement du seuil d'alerte et de disposer d'actions de réduction d'activité pouvant permettre d'atteindre une réduction des prélèvements de 20%. Ces objectifs diffèrent de ce qu'impose les arrêtés cadres sécheresse, dans la mesure où ces derniers ne précisent pas d'objectif de réduction des prélèvements à atteindre sous forme de ratio.

Les arrêtés d'autorisation auxquels doivent se conformer les sites d'Ivry-sur-Seine, Grenelle et Vaugirard à Paris 15^{ème}, et Bercy à Paris 12^{ème}, de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain, le site de Rhodia Operations situé à Clamecy, le site de Cristal Union situé à Villette-sur-Aube, ainsi que le site de France Teinture situé à Troyes, ont également été consultés. Ce travail de relecture n'a pas permis d'identifier de seuil spécifique, autre que ceux constitutifs du cadre général, affectant ces établissements en période d'étiage.

Lors des enquêtes auprès des acteurs, la société CLIMESPACE nous avait signalé que, pour un niveau d'eau en Seine inférieur à 25,60 m NGF son prélèvement deviendrait problématique. Néanmoins, cette prise d'eau s'effectue sur la partie canalisée navigable de la Seine où pour rappel, la succession des barrages écluses permet de garantir une hauteur d'eau suffisante. Il en est de même pour la plupart des gros prélèvements sur les axes réalimentés qui se font aussi dans les rivières canalisées.

D'une manière générale, pour les autres usages économiques disposant ou non d'un prélèvement et/ou connectés au réseau d'eau potable, l'utilisation d'eau est soumise aux mesures prises par arrêtés préfectoraux. Ceux-ci prévoient, en fonction du seuil franchi, une limitation des consommations d'eau potable au strict nécessaire, voire l'interdiction totale pour certains usages en période de crise, ainsi qu'une diminution progressive des prélèvements.

Il apparaît donc que les seuils de référence des arrêtés cadres sécheresse soient adaptés à la caractérisation de la vulnérabilité des autres usages économiques. L'hypothèse est donc faite qu'en première approche, ce cadre est valable pour l'ensemble de ces usages.

2.1.5 Cas du CNPE de Nogent-sur-Seine

En période de sécheresse, les mesures qui s'appliquent au CNPE de Nogent-sur-Seine sont d'ordre à contraindre :

- Les capacités de rejet ;
- La fraction évaporée ;
- Le fonctionnement pur du CNPE.

Le tableau ci-dessous synthétise les seuils réglementaires existants et associées à chacun de ces trois niveaux de contrainte :

Paramètre de surveillance	Objet de la contrainte	Limite réglementaire	Conséquence(s)
Débit en Seine à Pont sur Seine (Q en m ³ /s)	Capacités de rejet	Q < 20	Demande d'autorisation auprès de l'ASN pour maintenir les rejets
		Q < 15	Arrêt des rejets et utilisation des réservoirs de stockage des rejets dits de santé
	Fraction évaporée	Q < 15	Baisse de charge possible pour maintenir l'évaporation totale inférieure à 1,7 m ³ /s sur une moyenne glissante
	Fonctionnement pur du CNPE	Q < 8 (débit de sureté)	Incapacité technique de pompage en Seine ; arrêt de la production

Tableau 8 : Limites réglementaires de fonctionnement du CNPE de Nogent-sur-Seine liées au débit en Seine à Pont sur Seine (source : EDF)

Outre le débit en Seine, le fonctionnement du CNPE est également contraint par la température en Seine mesurée à l'aval du rejet du CNPE (après mélange).

A l'aval du rejet la température en Seine ne doit pas dépasser en moyenne 28°C sur 12h glissantes et l'échauffement (différence entre la température amont/aval du rejet) ne doit pas dépasser 3°C sur 12h glissantes. En période d'étiage, c'est la température seuil maximum à ne pas dépasser en Seine qui est particulièrement suivie tandis que l'échauffement est d'avantage sensible en hiver.

2.1.6 Cas de l'assainissement

L'arrêté du 21 juillet 2015 du JORF n°0190 du 19 août 2015 définit le cadre général qui s'applique aux rejets des stations d'épuration des eaux usées. Il précise entre autres les objectifs de rendement minimum ou de concentration maximale à atteindre pour les paramètres DBO5, DCO, MES, azote et phosphore.

Outre ce cadre général, des valeurs limites de rejet dans l'eau spécifiques à chaque station peuvent s'appliquer. Les arrêtés d'autorisation portant réglementation sur l'exploitation des usines de dépollution Seine aval, Seine amont, Seine Centre et Marne aval du SIAAP ont été consultés à ce titre. Cependant, aucune valeur seuil de rejet ou mesure particulière limitante en période d'étiage a été identifiée.

Même si les zones de collecte des stations d'épuration ne sont pas identiques aux zones de desserte des services d'eau potable, les échelles d'étude sont suffisamment grandes pour considérer que les populations impactées en cas de restrictions sur l'activité des stations d'épuration seraient sensiblement les mêmes que les populations impactées en cas de restrictions sur l'AEP. Par ailleurs, en cas de restrictions sur l'AEP, la réduction des volumes d'eau potable distribués et consommés impacterait le fonctionnement des réseaux d'assainissement et des stations d'épuration, le flux entrant étant réduit. La prise en compte de l'assainissement dans le dimensionnement socio-économique des usages pourrait donc engendrer des doubles comptes avec celle de l'AEP.

L'évaluation des incidences socio-économiques des scénarios d'étiages sur l'assainissement ne sera donc pas développée spécifiquement.

2.1.7 Bilan des seuils affectant les usages retenus

Des seuils de déclenchement de mesures de limitation, voire de suspension, des usages associées ont ainsi pu être identifiés. Toutefois, les modalités de déclenchement et de levée des mesures (diversités des stations de références et des seuils de références) et les échelles d'application (zones hydrographiques ou usagers) sont multiples.

Pour permettre de caractériser la vulnérabilité des usages aux épisodes secs, un premier rapprochement a été effectué entre les stations hydrologiques de référence du modèle Aqi-FR et les stations de référence des arrêtés cadres sécheresse.

Sur les 13 stations hydrologiques de référence du modèle Aqi-FR, il a été possible d'affecter des débits seuils de référence à 7 d'entre elles. Sur les autres stations, aucune correspondance avec les stations de référence des arrêtés cadres sécheresse n'a pu être établie, aucun débit seuil de référence issu des arrêtés cadres sécheresse n'a donc pu leur être affectée.

Pour bénéficier d'une meilleure couverture sur les axes réalimentés à la fois en termes de stations et de seuils de référence associés, trois stations supplémentaires de référence dans les arrêtés cadres sécheresse ont été sélectionnées :

- l'Yonne à Gurgy,
- l'Yonne à Pont-sur-Yonne,
- et la Seine à Méry-sur-Seine.

Le tableau ci-dessous liste les 10 stations (hydrologiques de référence du modèle Aqi-FR et supplémentaires sélectionnées) sur les axes réalimentés pour lesquelles il a été possible d'affecter des seuils de référence issus des arrêtés cadres sécheresse :

Libellé station hydrologique de référence	Débits seuils de référence (en m3/s)			
	Vigilance	Alerte	Alerte renforcée	Crise

L'Yonne à Gurgy	14	12,5	11	9,2
L'Yonne à Pont-sur-Yonne	30	23	16	13
L'Aube à Blaincourt-sur-Aube	2	1,6	1,3	0,9
L'Aube à Arcis-sur-Aube	6,3	5	4	3,5
La Seine à Méry-sur-Seine	7,3	5	4	3,5
La Seine à Pont-sur-Seine	25	20	17	16
La Seine à Saint-Fargeau-Ponthierry	58	43	37	32
La Seine à Alfortville	64	48	41	36
La Marne à Gournay-sur-Marne	32	23	20	17
La Seine à Paris - Austerlitz	81	60	51	45

Tableau 9 : Liste des stations hydrologiques de référence situées sur les axes réalimentés pour lesquelles il a été possible d'affecter des seuils de référence issus des arrêtés cadres sécheresse

Il est intéressant de resituer ces stations sur le territoire par rapport à la localisation des points de prélèvement des usages (cf. figure 50).

Localisation des stations hydrologiques avec seuils de référence sur les axes réalimentés

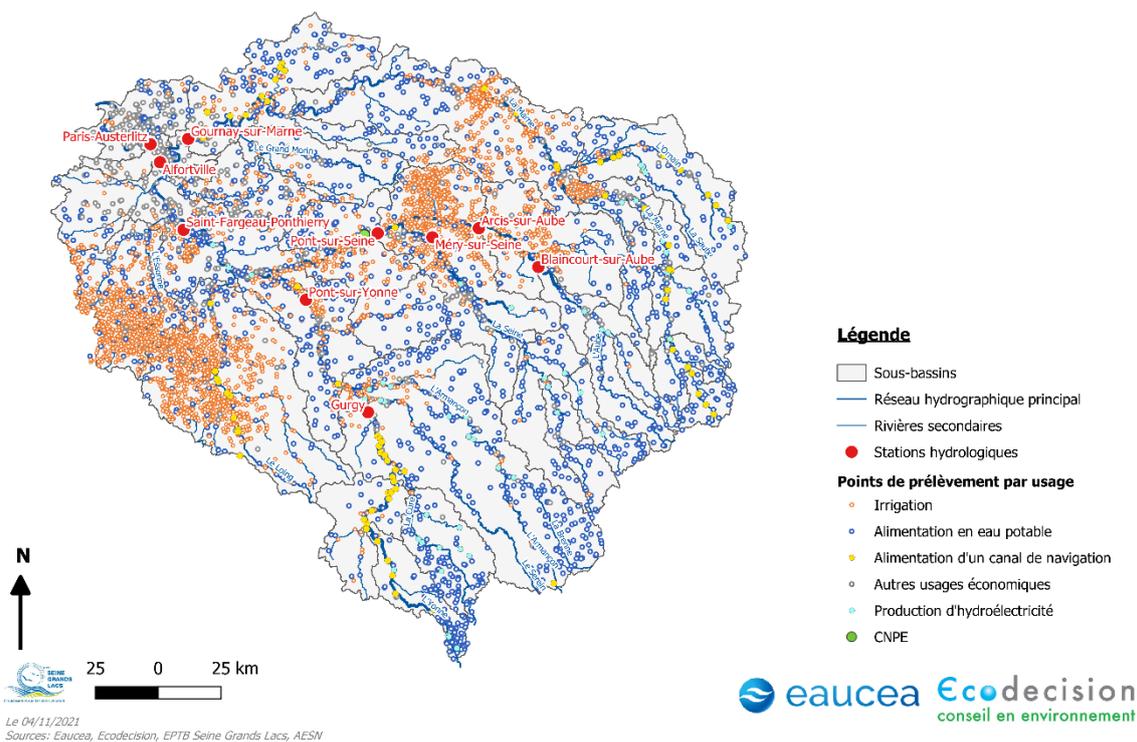


Figure 50 : Localisation des stations hydrologiques de référence sur les axes réalimentés pour lesquelles il a été possible d'affecter des seuils de référence issus des arrêtés cadres sécheresse

En fonction de la situation de sécheresse, et selon les seuils franchis, les mesures de préservation des ressources en eau fixées au sein des arrêtés cadres sécheresse visent à réduire progressivement les prélèvements et/ou les rejets des usages, voire jusqu'à l'interdiction totale de ces derniers en période de crise. Ce cadre fournit le cadre général permettant d'appréhender la vulnérabilité des usages aux épisodes secs.

Or, le rapprochement effectué a permis d'affecter des débits seuils de référence qu'à 7 stations hydrologiques de référence du modèle Aqwi-FR. Et malgré l'ajout de trois stations de référence, ce travail n'offre qu'une vision incomplète du niveau de finesse du cadre général, car le réseau de surveillance des arrêtés cadres sécheresse ne se limite pas qu'aux 10 stations listées (cf. **tableau 9**). Des simplifications devront donc être effectuées pour la suite des travaux, notamment pour l'évaluation des incidences des scénarios d'étiage sur les usages. Ces simplifications seront détaillées en phase 3.

Pour appréhender les incidences des épisodes secs sur les usages, le choix des seuils affectant les usages à retenir s'est fait selon deux critères :

- son caractère limitant en période d'étiage,
- et sa compatibilité avec le format de restitution des scénarios d'étiage.

Le tableau ci-dessous synthétise pour chaque usage la nature du ou des seuil(s) retenu(s) ainsi que les conséquences en cas de franchissement.

Usages	Nature du ou des seuil(s) affectant l'usage retenue	Conséquences
Irrigation	Débits seuils de référence des arrêtés cadres départementaux et du plan sécheresse de l'Yonne	Multiples : réduction des prélèvements, interdiction sur certaines plages horaires, voire interdiction totale
Navigation sur les canaux (tourisme et transport de marchandise)		Réduction progressive de l'activité voire un arrêt total de la navigation si nécessaire
CNPE	Débit de sûreté du CNPE	Arrêt de la production
Autres usages économiques (dont la production d'hydro-électricité)	Débits seuils de référence des arrêtés cadres départementaux et du plan sécheresse de l'Yonne	Limitation des consommations d'eau potable au strict nécessaire, voire interdiction totale de certains usages en période de crise Diminution progressive des prélèvements
AEP		

Tableau 10 : Nature du ou des seuil(s) affectant chaque usage en période d'étiage retenu(s) pour l'évaluation des incidences socio-économiques des scénarios d'étiage

Les seuils affectant les usages sont principalement ceux qui, dans les arrêtés-cadres sécheresse, permettent de définir les périodes de vigilance, alerte et crise, auxquelles sont associées des mesures de restriction. Dans certains cas particuliers, d'autres seuils peuvent intervenir, notamment pour le CNPE de Nogent-sur-Seine. L'identification et la localisation de ces seuils permettent de qualifier comment les variations hydrologiques impactent chaque usage, afin de définir un cadre général pour l'évaluation des incidences socio-économiques des scénarios d'étiage sur les usages.

2.2 Adaptation des usages en période de sécheresse

Au cours des précédentes étapes, notamment dans le cadre d'échanges avec les acteurs, un certain nombre de mesures d'atténuation engagées de façon préventive en période de sécheresse, réduisant la vulnérabilité de ceux qui les mettent en place, ont pu être identifiées. La présente partie fait la synthèse de ces principales adaptations recensées.

2.2.1 Actions d'oxygénation pour constituer des îlots de survie

2.2.1.1 Utilisation de réservoirs d'oxygène

En cas de forte chaleur ou d'orage violent, la prolifération des bactéries consommatrices d'oxygène fait chuter le taux d'oxygène dissous dans l'eau et crée un risque d'asphyxie pour les poissons. Pour les protéger, le SIAAP a installé des « îlots de survie » dans 5 zones sensibles (cf. **figure 51**) : un réservoir d'oxygène, relié à un diffuseur implanté dans le lit du fleuve, se met en marche dès que l'une des sondes mesurant le taux d'oxygène de l'eau dépasse le seuil critique. Il crée alors une zone de survie sur plusieurs kilomètres dans laquelle les poissons viennent respirer.



Figure 51 : Carte de localisation des îlots de survie (source : www.siaap.fr)

Les sites propices pour implanter les îlots de survie se situent logiquement en aval des déversoirs d'orage et en amont des barrages de navigation, là où autrefois les plus sévères déficits en oxygène dissous étaient constatés.

Mis en service en 1996, ces îlots de survie ont beaucoup fonctionné durant les premières années et ont permis d'atténuer les sévères déficits en oxygène dissous à l'aval des déversoirs d'orage de Clichy et la Briche et d'y maintenir en permanence des conditions compatibles avec la survie piscicole.

Grace aux travaux d'amélioration du fonctionnement des ouvrages d'assainissement et à la construction des ouvrages de stockage et de transport entre 2000 et 2015, les RUTP ont fortement diminué et la qualité de la Seine s'est nettement améliorée. Aussi, seules les stations de Saint-Denis, Colombes et Nanterre ont été conservées depuis 2019, pour un coût d'entretien et d'exploitation de l'ordre de 200 000 € annuel.

2.2.1.2 Surverses au droit des barrages de navigation

En cas d'épisode ponctuel pouvant entraîner une baisse du taux d'oxygène dissous (orage en période d'étiage associé à une pollution locale, un dysfonctionnement de STEP, ...), les services de police de l'eau peuvent demander une exploitation adaptée des barrages de navigation visant à privilégier les manœuvres de surverses aux manœuvres de sousverses (*source : VNF*).

A noter qu'en présence d'une centrale hydro-électrique une partie du débit transite par les turbines (noyées par écoulement en sousverse, sans brassage d'air), la police de l'eau peut être conduite à imposer temporairement la fermeture de la production d'hydro-électricité de façon à optimiser, site par site, l'écoulement en surverse.

La surverse au droit des barrages de navigation permet un mélange eau/air de nature à améliorer sensiblement le taux d'oxygène dissous à l'aval des barrages et de nature également à développer des « îlots de survie » de survie au sein des plans d'eau délimités à l'aval de chaque barrage.

A titre d'exemple, trois campagnes de mesures de l'oxygène dissous ont été réalisées entre juin 2011 et juin 2012 sur la Marne en amont et aval du barrage de Créteil. Les résultats ont montré une nette augmentation de la concentration d'oxygène dissous entre l'amont et l'aval du barrage de 1,5 mg/l en moyenne (*source : CETE Ile-de-France (juin 2012), Campagnes de mesures de l'oxygène dissous à l'amont et à l'aval du barrage de Créteil*).

2.2.2 Mesures d'adaptation au changement climatique

Pour faire face au changement climatique, les territoires disposent d'outils mettant en avant les enjeux présents, des objectifs et les actions pour y répondre et tendre vers un territoire plus résilient, à l'instar de la stratégie d'adaptation au changement climatique du bassin Seine-Normandie de 2016 et le programme de mesures du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands 2016-2021. Cette partie du rapport fait une synthèse des actions adoptées pour répondre aux grands objectifs de cette stratégie et les mesures du programme.

Dans la perspective de diminution du débit des rivières et du niveau des nappes, pouvant s'accompagner d'une dégradation de la qualité de l'eau par effet conjugué avec une augmentation de la température de l'eau, des actions ont été ciblées consistant notamment à :

- Améliorer l'efficacité des réseaux d'eau potable et atteindre un rendement de 80 %, engager des politiques incitatives pour limiter les prélèvements, répartir les prélèvements selon la saison et le type de ressource, équiper les bâtiments de dispositifs hydro-économiques, réduire les volumes d'eau utilisés pour le nettoyage et l'arrosage. L'objectif est ici de faire baisser les consommations d'eau et optimiser les prélèvements ;
- Généraliser les schémas directeurs d'alimentation en eau potable pour les collectivités de plus de 10 000 habitants et délimiter les aires d'alimentation de captages destinées à la production d'eau potable en les dotant d'un programme de protection par rapport aux pollutions diffuses. Ces actions visent à sécuriser l'alimentation en eau potable ;
- Réduire les rejets diffus et ponctuels quels que soient leurs sources pour tenir compte de la moindre dilution (collectivités, industries, exploitations agricoles...) ;
- Limiter les prélèvements, initier des économies d'eau, améliorer la qualité des ouvrages de captage, mettre en place des dispositifs de réalimentation de nappe ainsi que des ressources de substitution ou complémentaires ;
- Substituer l'utilisation de l'eau potable dans les process industriels ;
- Rendre l'agriculture plus résiliente et robuste face au changement climatique.

Le cas de l'agriculture peut être traité comme un cas particulier dans la mesure où les prélèvements pour l'irrigation ne sont pas majoritaires mais ils s'effectuent principalement en étiage, lorsque l'irrigation est indispensable pour garantir les récoltes et que les mesures de préservation des ressources sont les plus contraignantes.

Ainsi, des mesures visant à optimiser les besoins en eau pour l'irrigation ont été prises, qui peuvent s'observer en Seine-et-Marne par exemple (*source : entretien avec la Chambre d'Agriculture*), comme :

- la création d'OUGC ; le territoire de l'EPTB Seine Grands Lacs est couvert partiellement par différents OUGC existantes (Beauce centrale, Bassin du Fusin et Montargois) ou en cours de mise en place (Nappe de Champigny),
- l'amélioration des performances des systèmes d'irrigation pour éviter les fuites et l'optimisation de l'irrigation elle-même en mettant en place du matériel de suivi de l'humidité par exemple,
- le changement de type de cultures (vers des variétés plus résistantes) et/ou le changement des dates de semences (en novembre plutôt qu'en février pour l'orge de printemps par exemple ; pour réduire l'impact des épisodes secs des mois de mai et juin).

Outre pour l'irrigation, les besoins en eau pour l'agriculture s'observent également pour l'abreuvement du bétail. Les difficultés en période d'étiage surviennent suite à un manque d'eau dans les noues, rus et marres. Dans cette situation, l'approvisionnement en eau est permis soit par by-pass des adductions d'eau potable soit l'utilisation d'un pompage profond.

Plus localement, par sa stratégie pour faire face au changement climatique et aux épisodes secs, la ville de Paris s'engage également vers plus de résilience de son territoire. Des actions spécifiques ont ainsi été identifiées comme :

- le renforcement de l'accès à l'eau potable sur l'espace public par la création de fontaines et de la présence d'eau dans l'optique de développer des systèmes de rafraîchissement grâce à l'eau (brumisateurs dans les espaces publics fréquentés en période de canicule, fontaines, miroirs d'eau et autres points d'eau),
- la création de « parcours de fraîcheur » reliant des îlots de fraîcheur (parcs et jardins, cours et plans d'eau, trames vertes et bleues),
- le développement des usages de l'eau non potable, en généralisant son utilisation chaque fois que la qualité potable de l'eau n'est pas requise,
- le développement du réseau de froid urbain afin de limiter le recours aux climatisations et groupes froids autonomes,
- la poursuite de la protection de la ressource en eau notamment en accompagnant les agriculteurs dans l'évolution de leurs pratiques.

Au cours des rencontres et des échanges avec les acteurs, l'existence d'actions et de stratégies mises en œuvre avec certains établissements industriels visant à réduire leurs prélèvements en eau a pu être identifiée. Des renseignements et exemples sur cette thématique sont en cours de récupération auprès de la DREAL Grand Est.

Parmi les mesures d'adaptation au changement climatique, ressortent en premier lieu les actions d'économie d'eau (réduction des fuites et pertes, révision des procédés industriels, technologies d'irrigation), de gestion collective (OUGC) et d'évolution des activités (choix des cultures notamment).

2.3 Incidence des épisodes secs sur les usages

De la compréhension du fonctionnement hydrologique du territoire et des usages et de leur vulnérabilité aux épisodes secs, il a été possible de définir une approche permettant de caractériser l'incidence des épisodes secs sur les usages tributaires du soutien d'étiage.

Pour une situation hydrologique prédéfinie, cette approche suit les étapes suivantes :

- Observation des seuils franchis ;

- Définition du niveau de contrainte selon les seuils franchis et selon l'usage ;
- Application des mesures de restriction à chaque usage ;
- Incidence sur les usages.

L'approche intégrera les spécificités de fonctionnement et les dimensions socio-économiques propres à chaque usage.

Pour évaluer l'incidence des épisodes secs sur les usages, deux lots d'indicateurs ont été définis (cf. **tableau 11**) :

- des indicateurs d'enjeux, caractéristique des dimensions socio-économiques de l'usage ;
- et des indicateurs d'impact, quantifiant les conséquences concrètes.

Usages de l'eau	Indicateur d'enjeu	Indicateur d'impact
Irrigation	Nombre d'hectares d'assolement théorique irrigué et marge brute associées	Nombre de jours et période de restriction
Navigation sur les canaux (tourisme et transport de marchandise)	Retombées économiques annuelles	Perte d'activité
CNPE	Vente d'électricité en gros annuelle	Perte d'activité
Autres usages économiques (dont la production d'hydro-électricité)	Nombre d'emplois et VA annuelle des industries préleveuses et/ou desservies en eau potable	Perte d'activité
AEP	Population desservie Activités de service desservies : nombre d'emplois et VA annuelle	Activités de service desservies : perte d'activité journalière

Tableau 11 : Indicateurs d'évaluation de la vulnérabilité des usages aux épisodes secs et de l'incidence de ces derniers sur les usages

Les impacts pour l'**irrigation** sont liés aux pertes partielles voire totales de récolte après restriction des prélèvements lorsque l'état de sécheresse l'impose. Toutefois, quantifier de façon précise ces pertes présente des difficultés, la principale étant liée à l'incapacité de prédire la gestion de l'irrigation des exploitants selon le type de culture en cas de restriction. La caractérisation des impacts des épisodes secs sur l'irrigation se fera donc par l'observation du nombre de jours de restriction et la période.

Pour caractériser l'incidence des épisodes secs sur la **navigation sur les canaux**, les seuils réglementaires existants et réglementant les prélèvements pour l'alimentation des canaux seront étudiés. Selon la situation hydrologique, la navigation pourrait être interrompue et l'activité impactée.

En ce qui concerne le **CNPE** de Nogent-sur-Seine, l'approche se basera sur les seuils spécifiques identifiés et leurs conséquences (systématiques ou étudiées au cas par cas) affectant la vente d'électricité en gros.

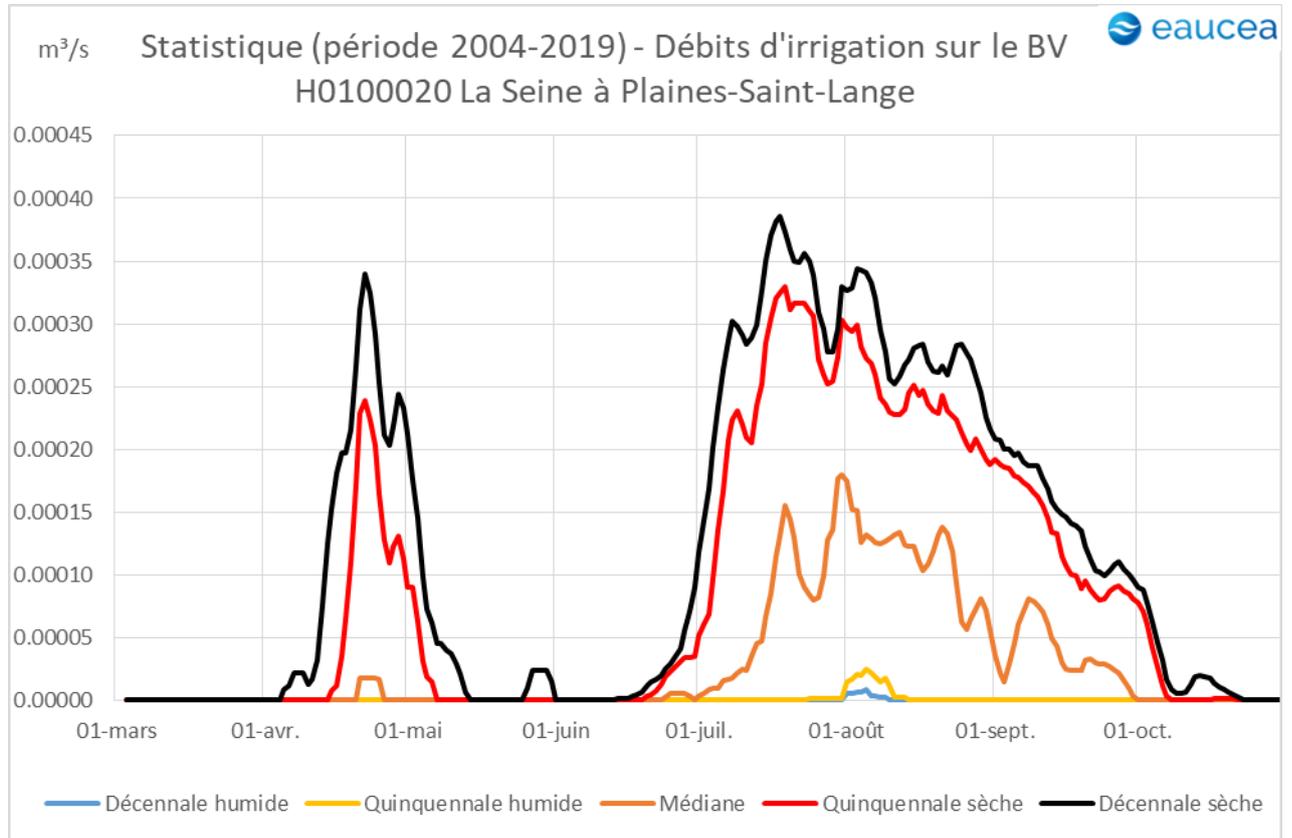
La caractérisation des incidences des épisodes secs sur les **autres usages économiques** (dont la production d'hydro-électricité) est étroitement liée à celle sur l'**AEP**. Cette dernière consistera à quantifier la population et identifier les établissements de service desservis en eau potable par les services d'eau bénéficiant du soutien d'étiage, dans la mesure où les ressources qu'ils exploitent sont réalimentées par le soutien d'étiage.

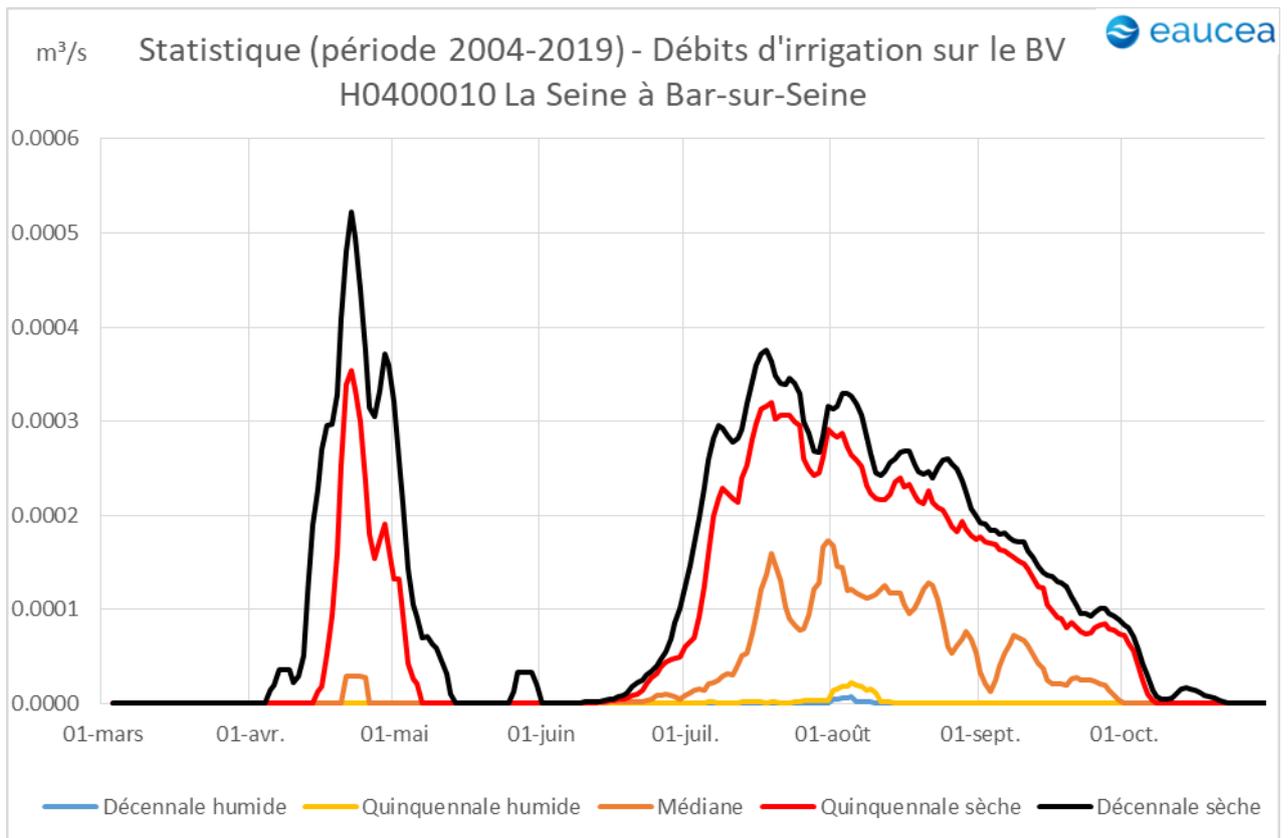
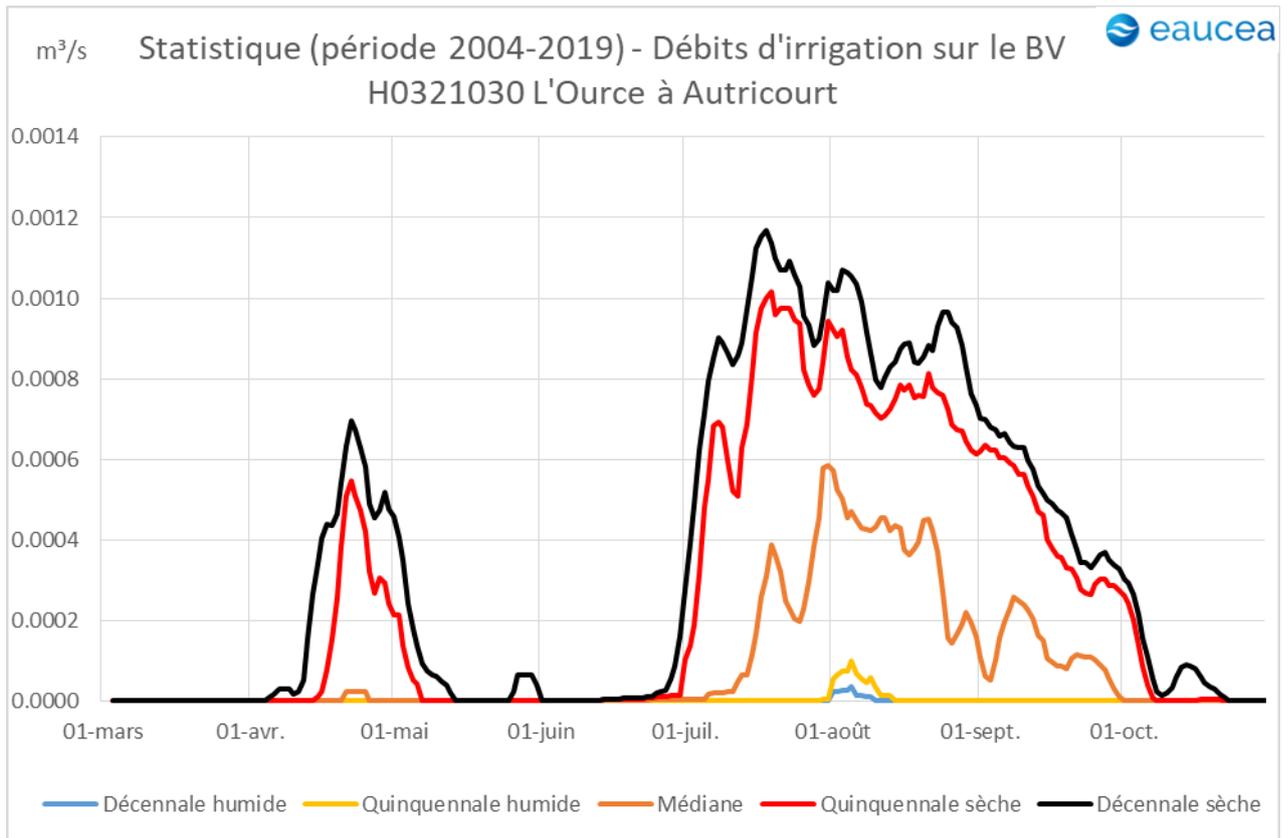
L'identification des autres établissements (dont la production d'hydro-électricité) bénéficiant du soutien d'étiage (ceux disposant d'un prélèvement en masses d'eau réalimentées et/ou desservies en eau potable par les services d'eau bénéficiant du soutien d'étiage) permettra de compléter la caractérisation des incidences des épisodes secs sur les **autres usages économiques**.

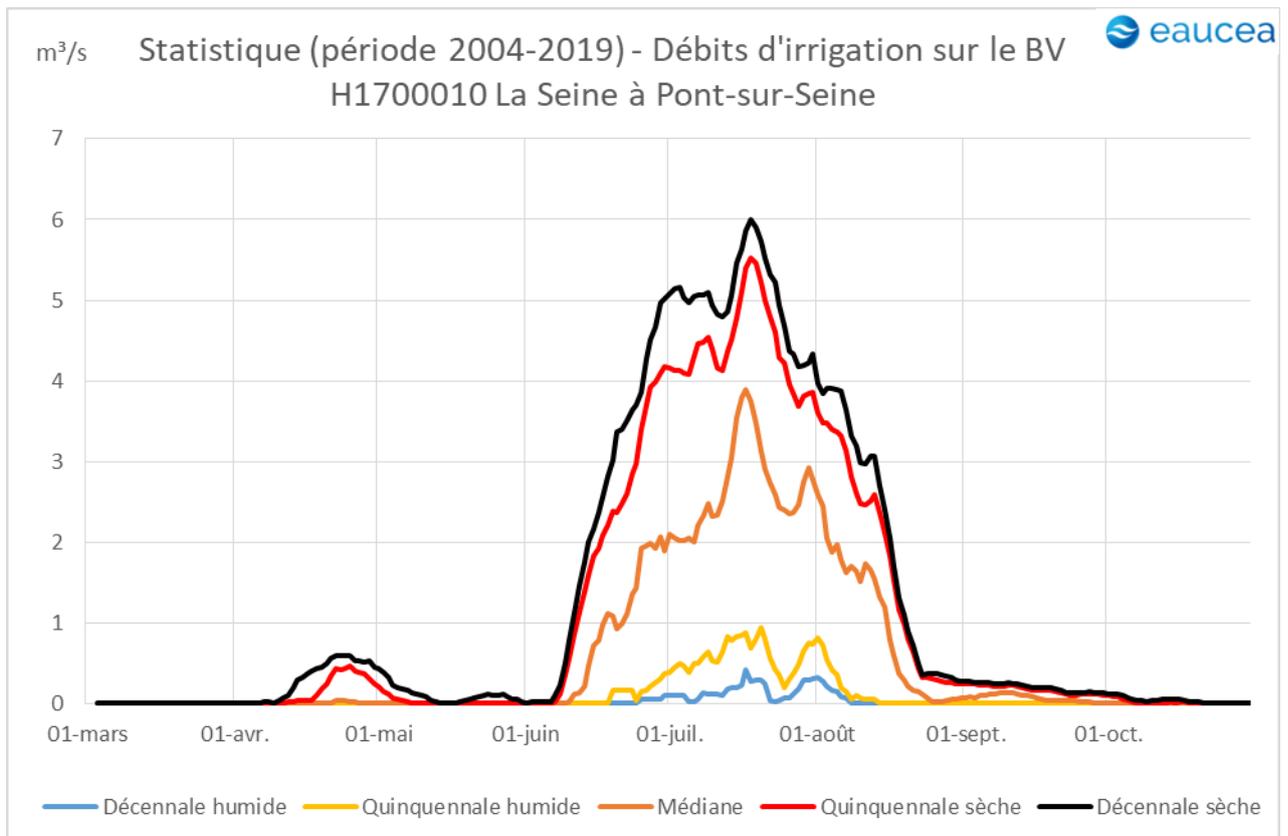
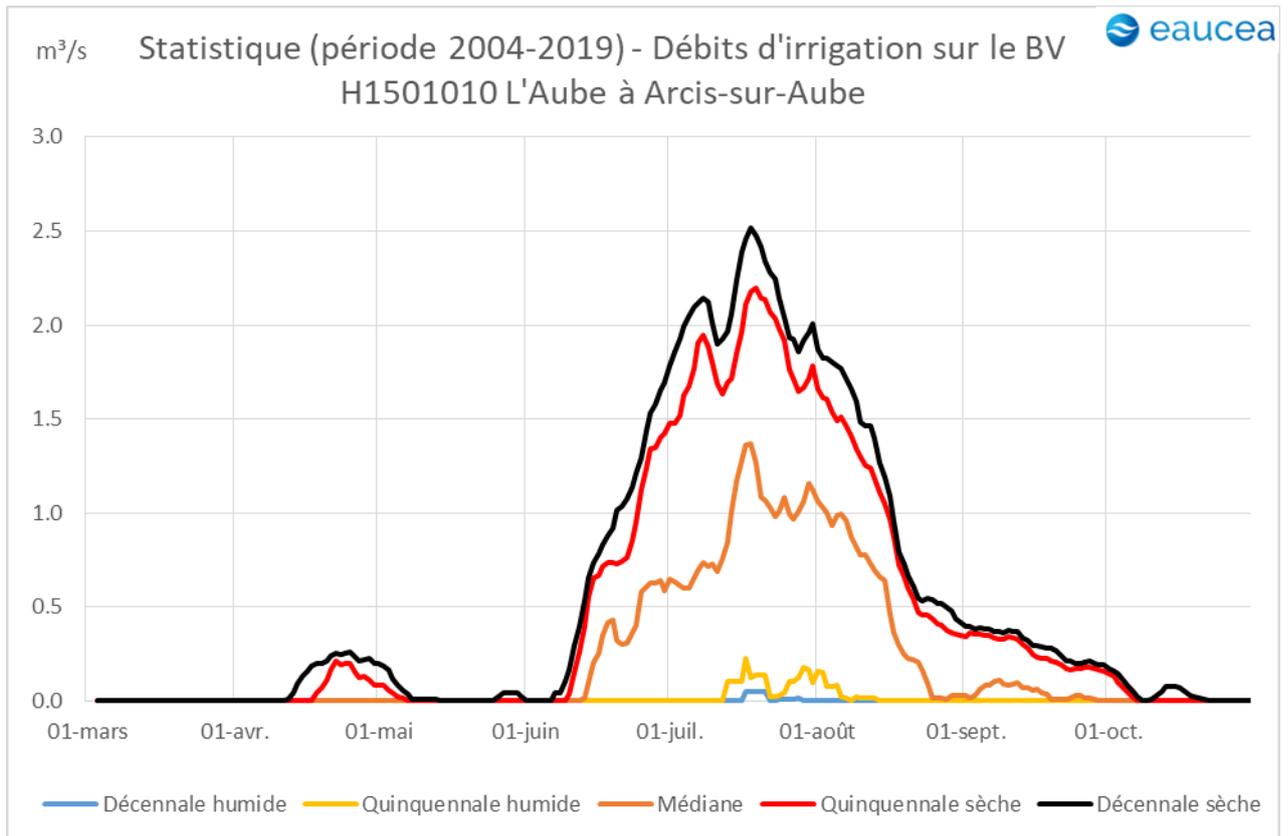
L'ensemble des indicateurs étudiés serviront pour évaluer les incidences socio-économiques des scénarios d'étiage sur les usages.

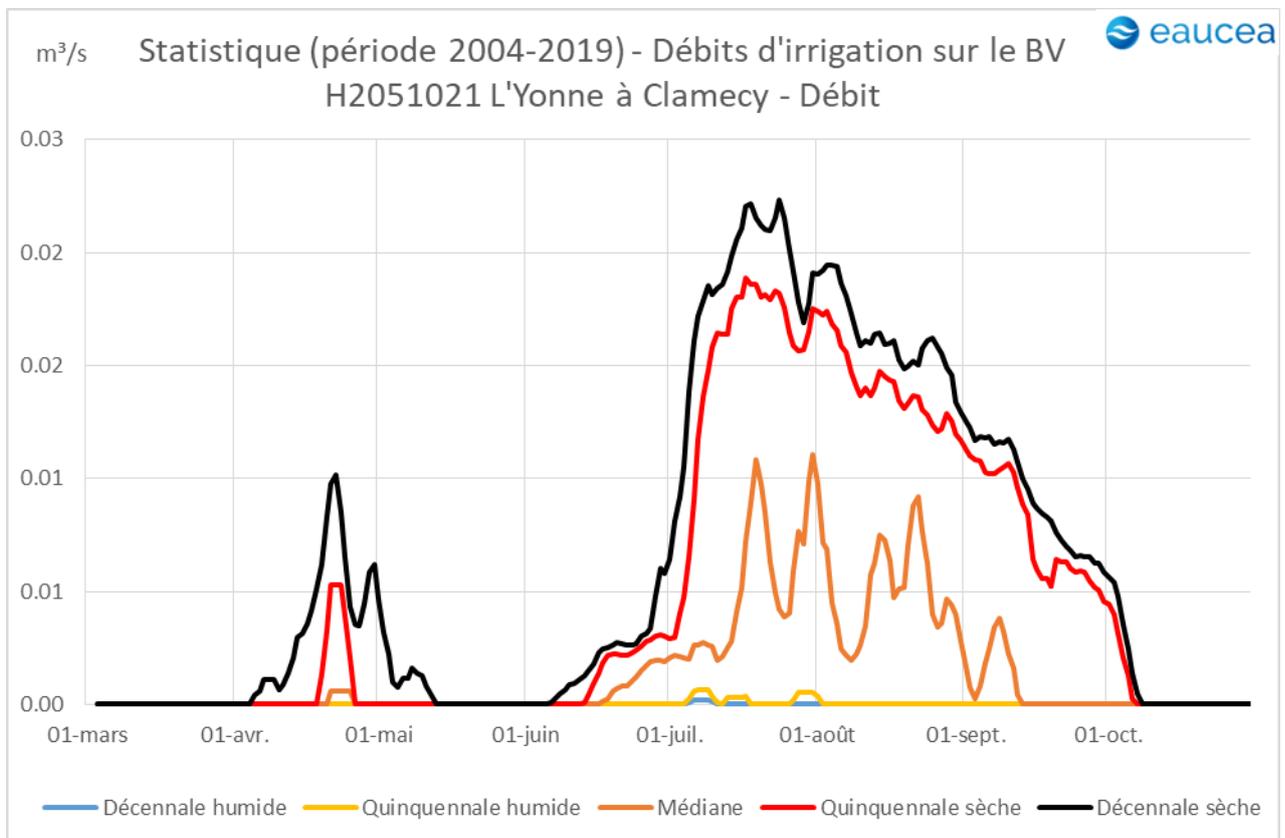
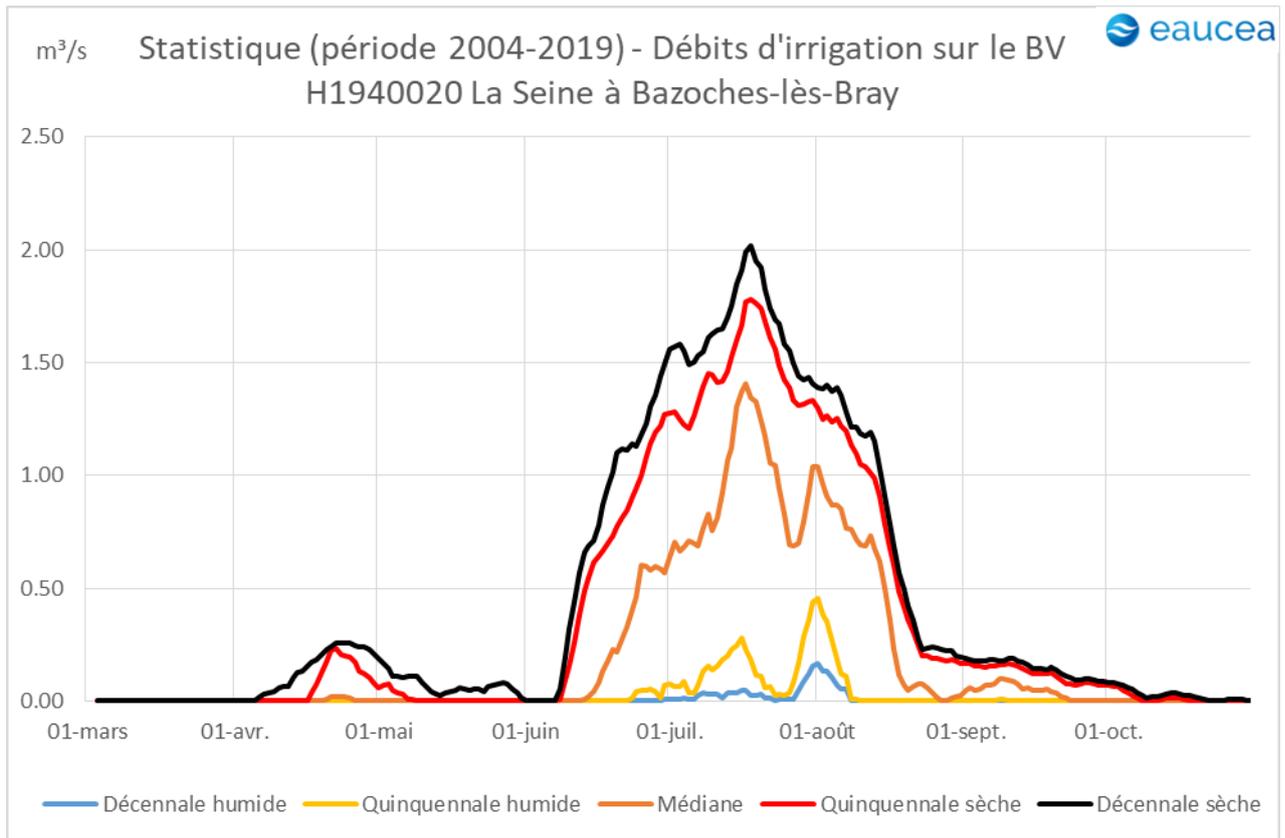
ANNEXES

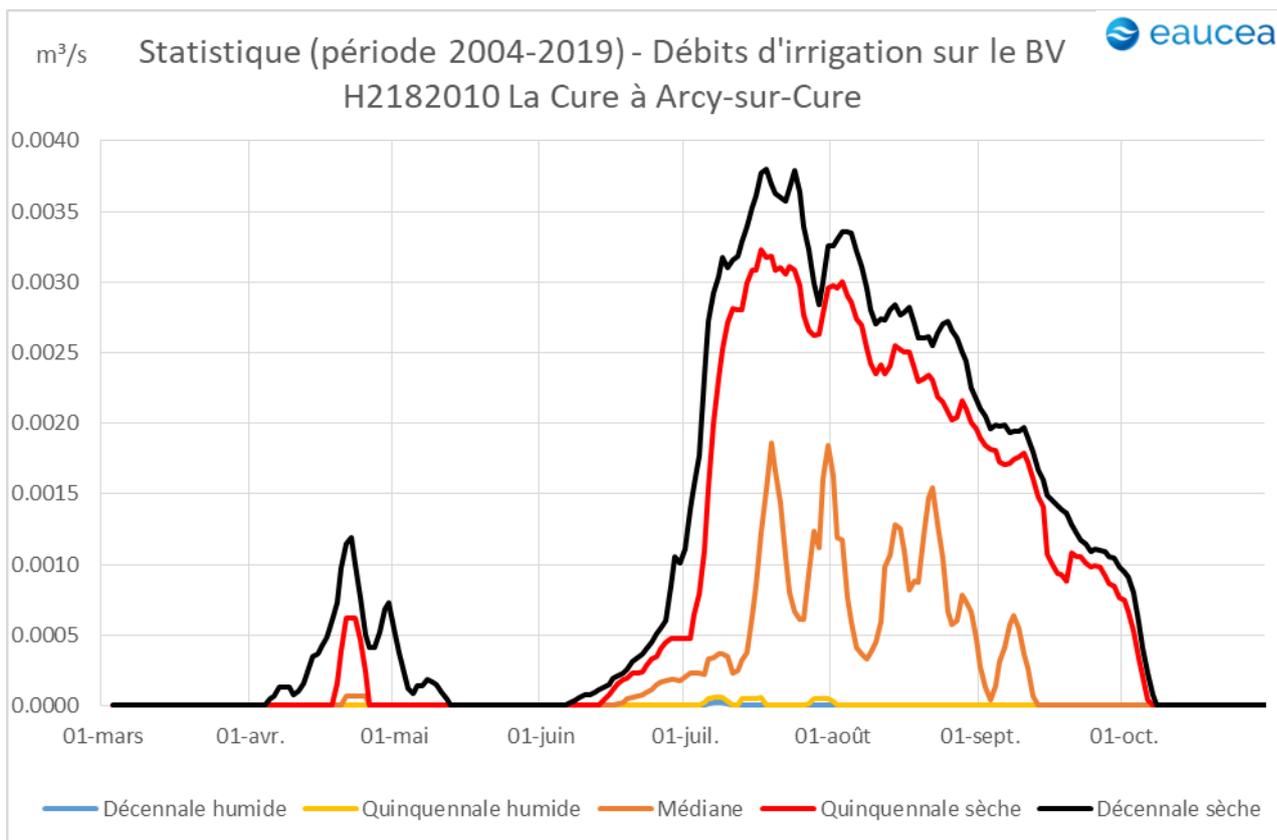
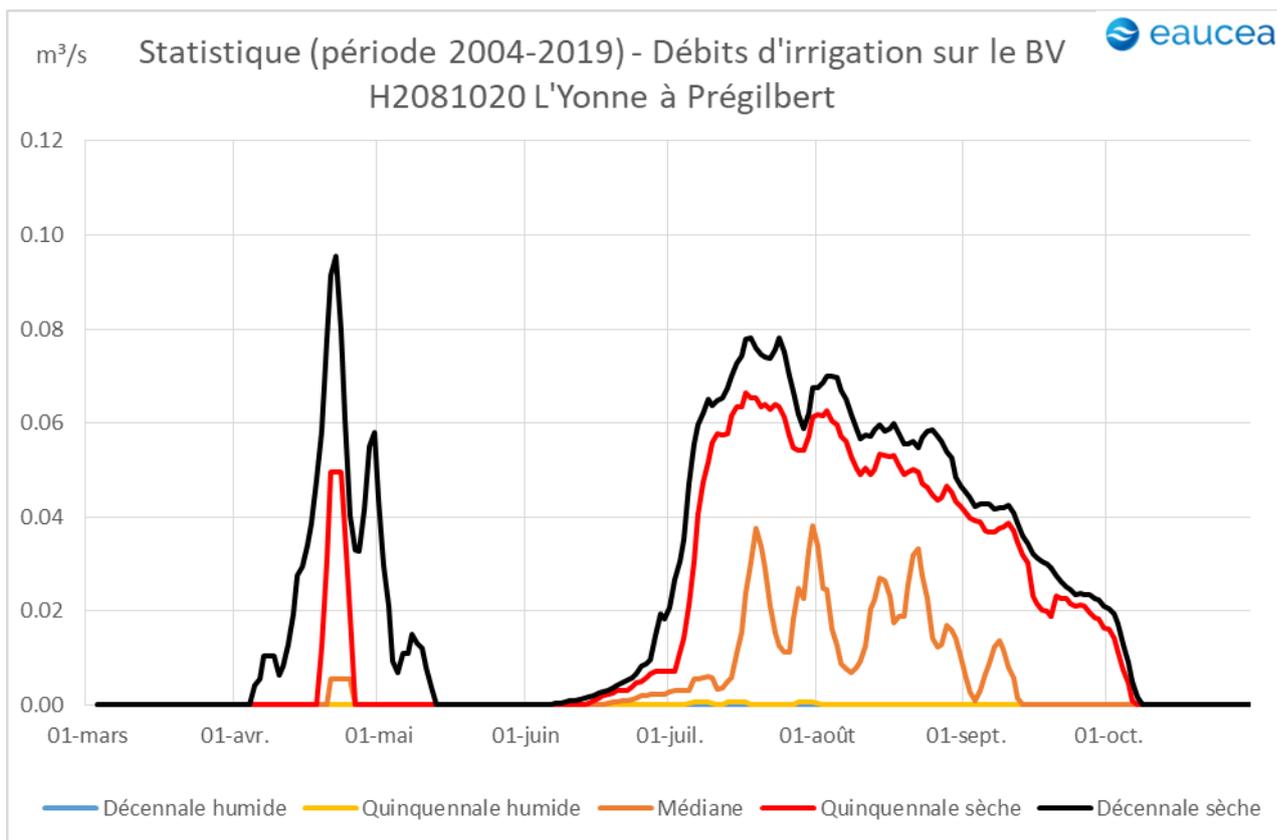
Régime de prélèvement simulé pour l'ensemble des sous bassins

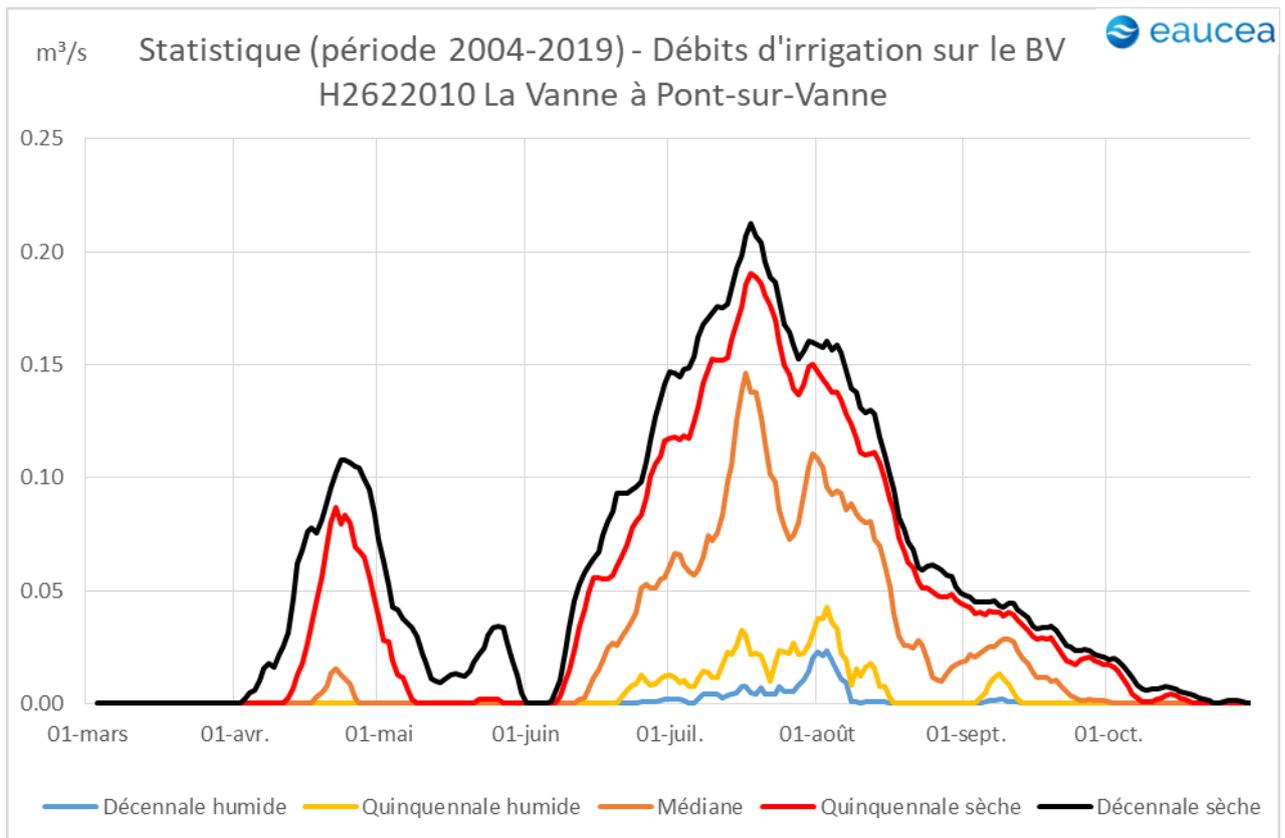
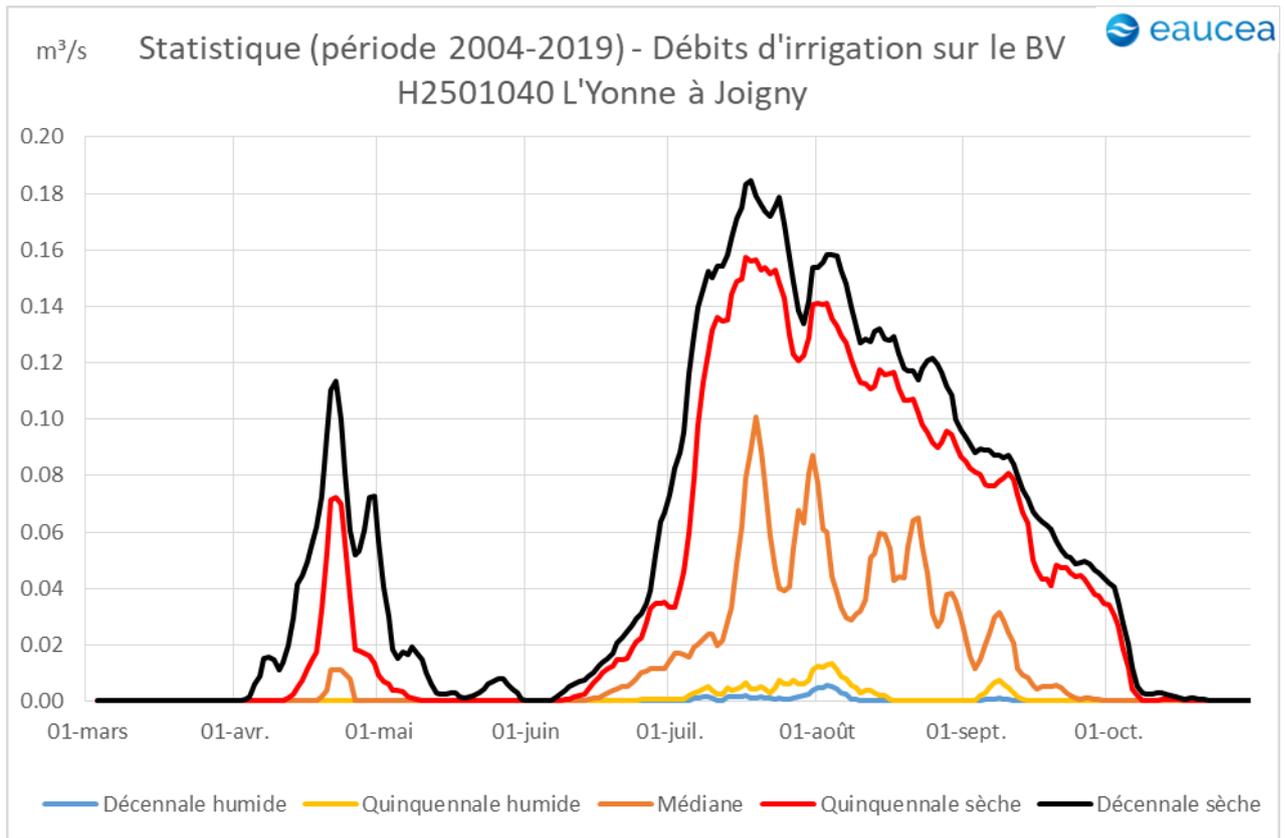


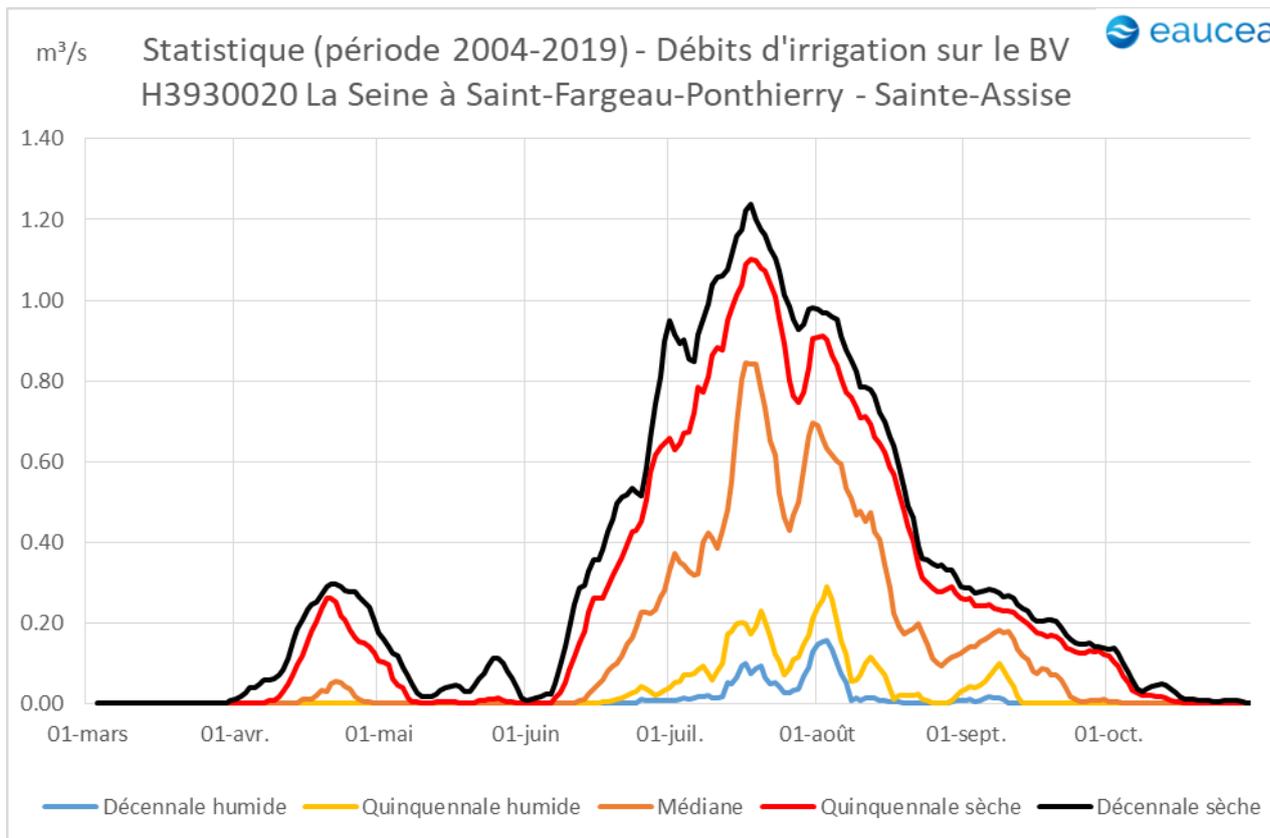
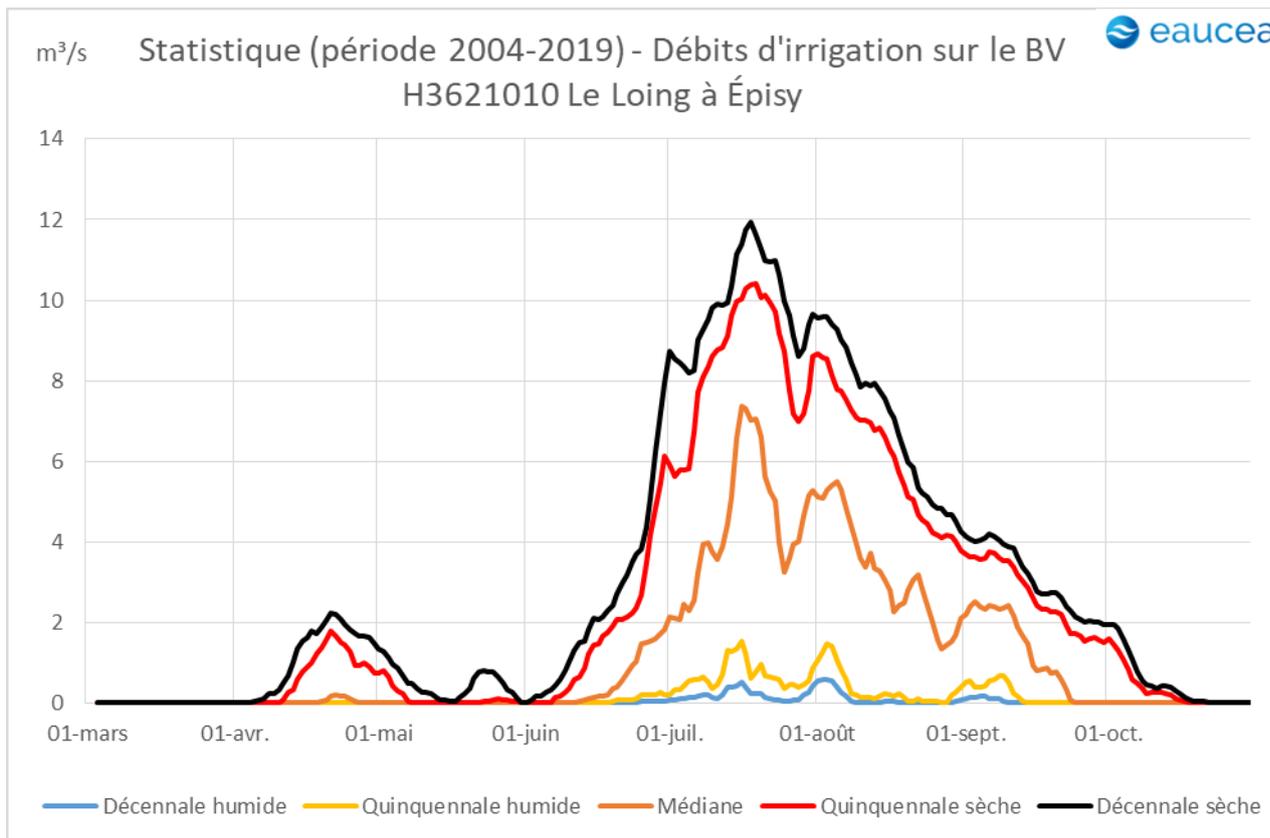


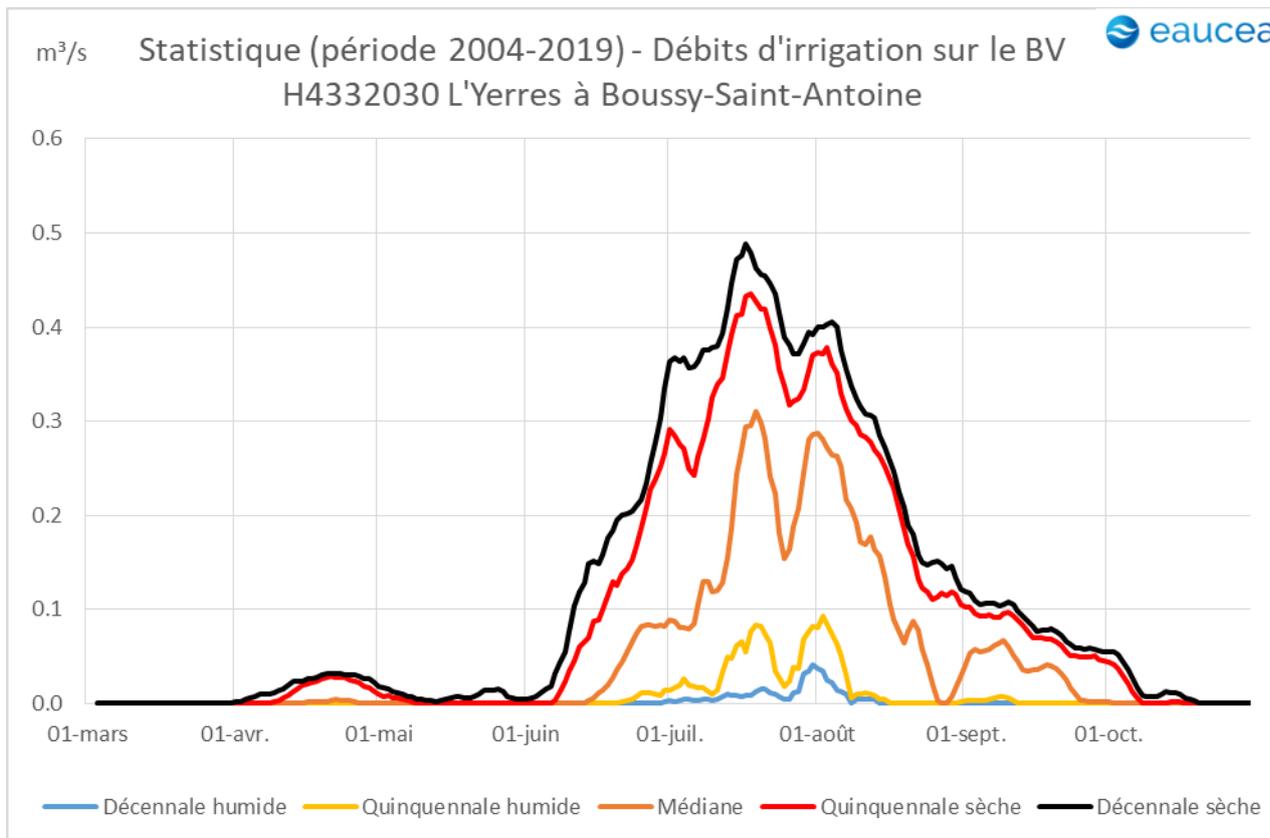
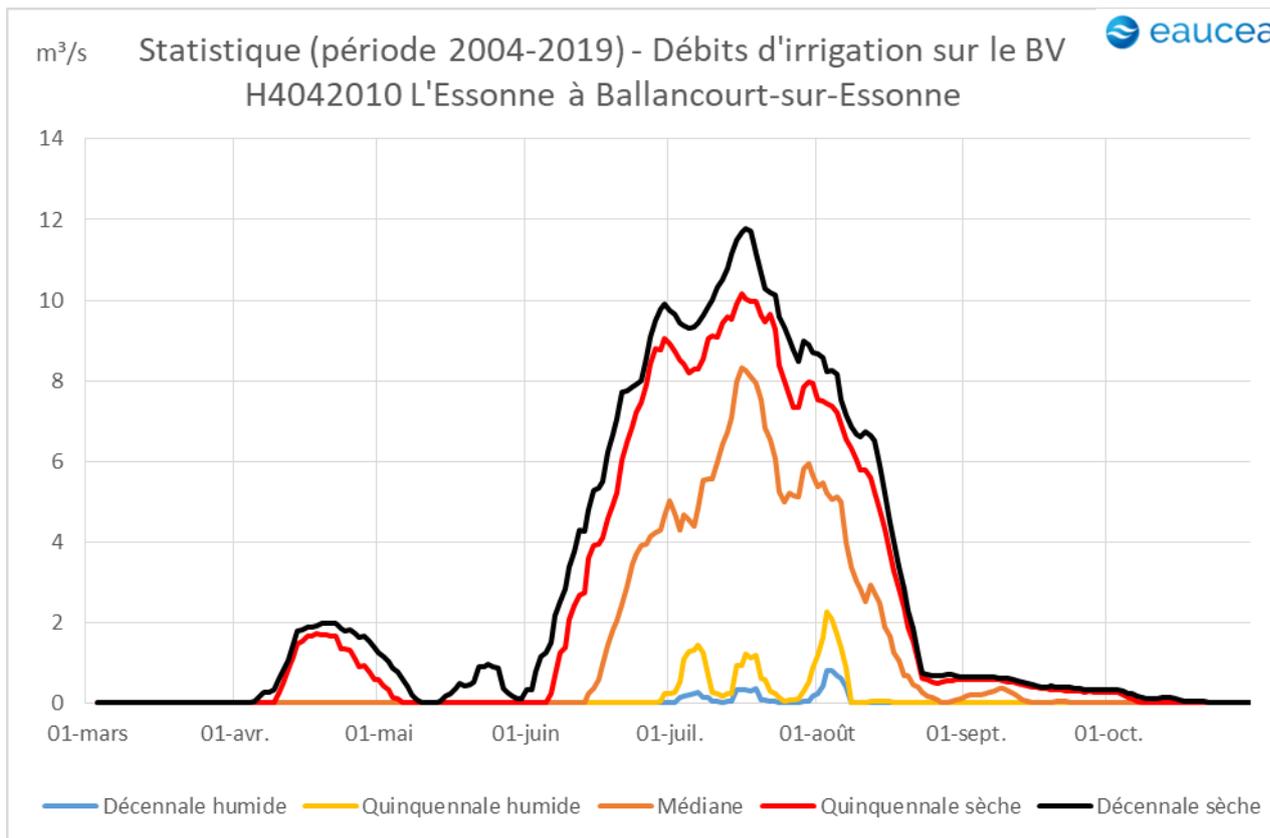


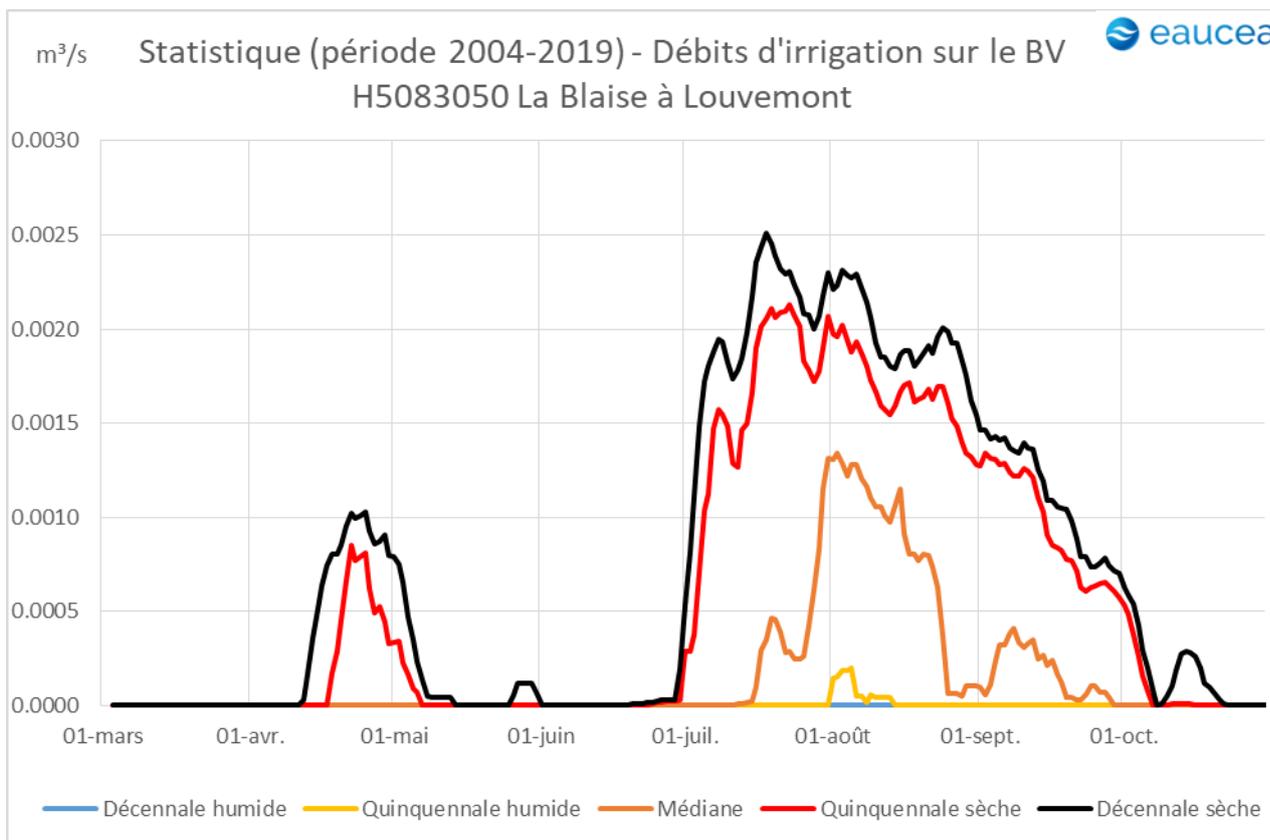
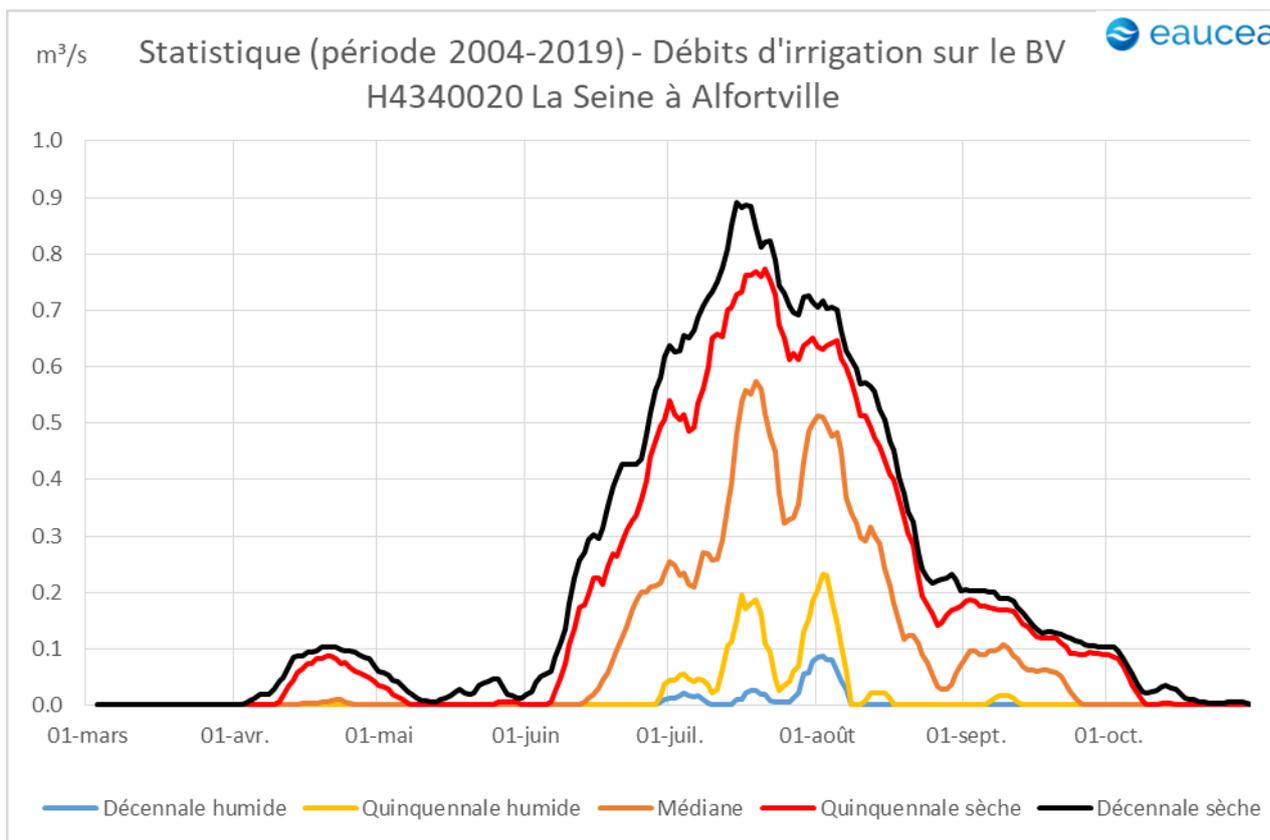


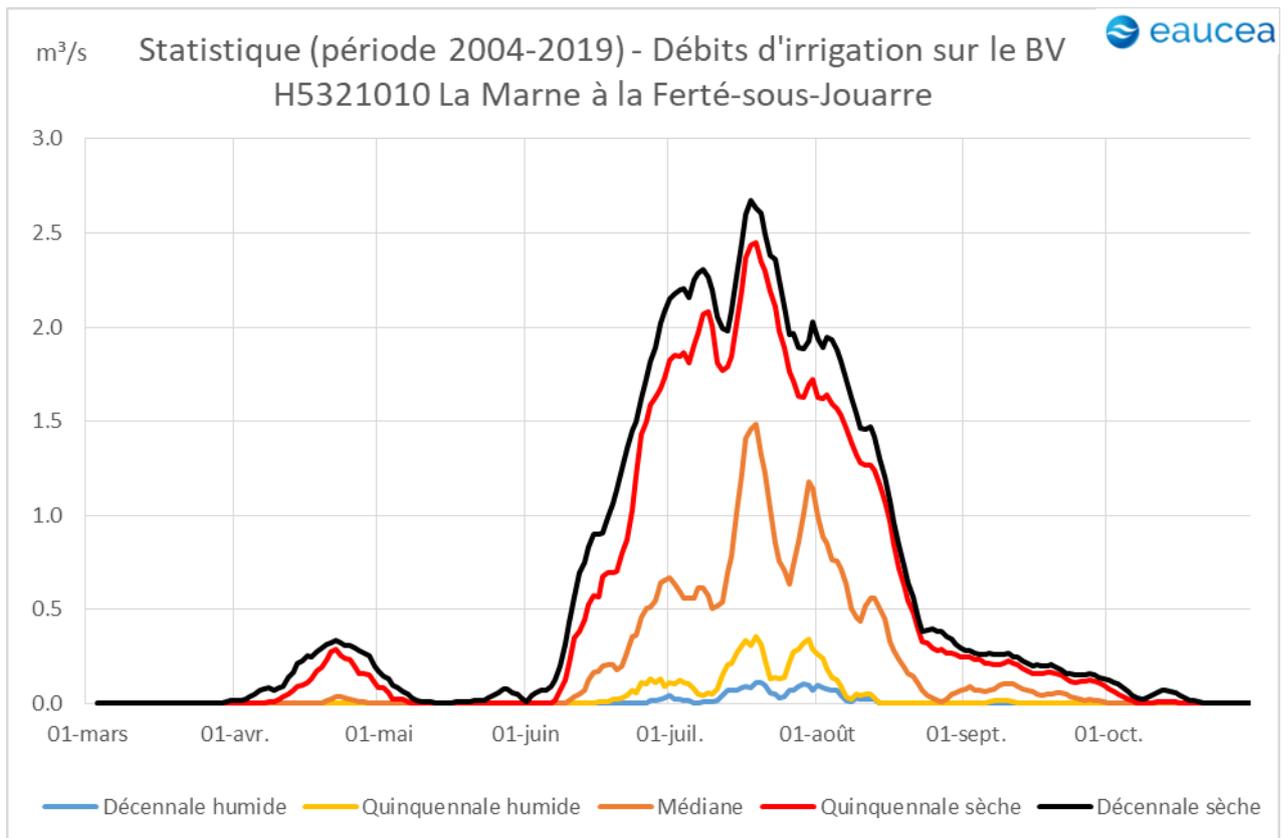
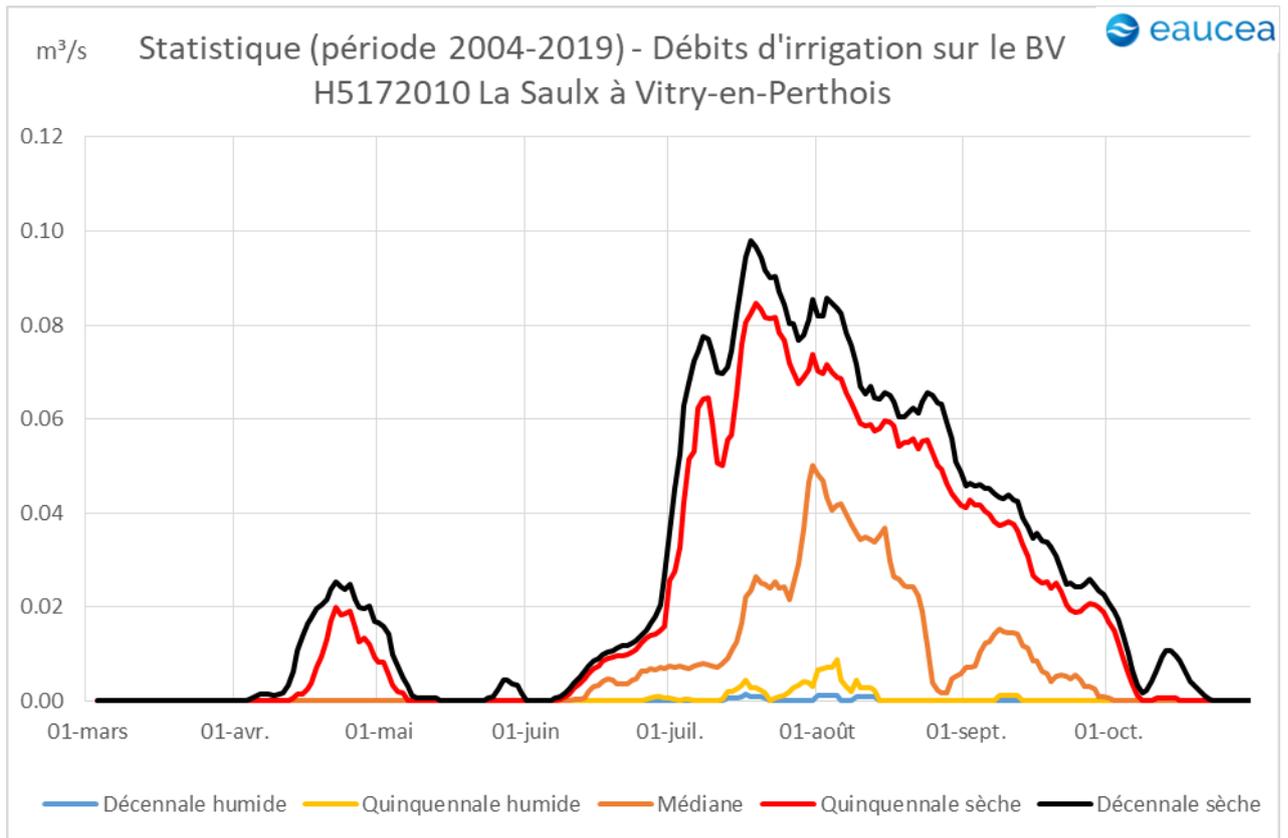


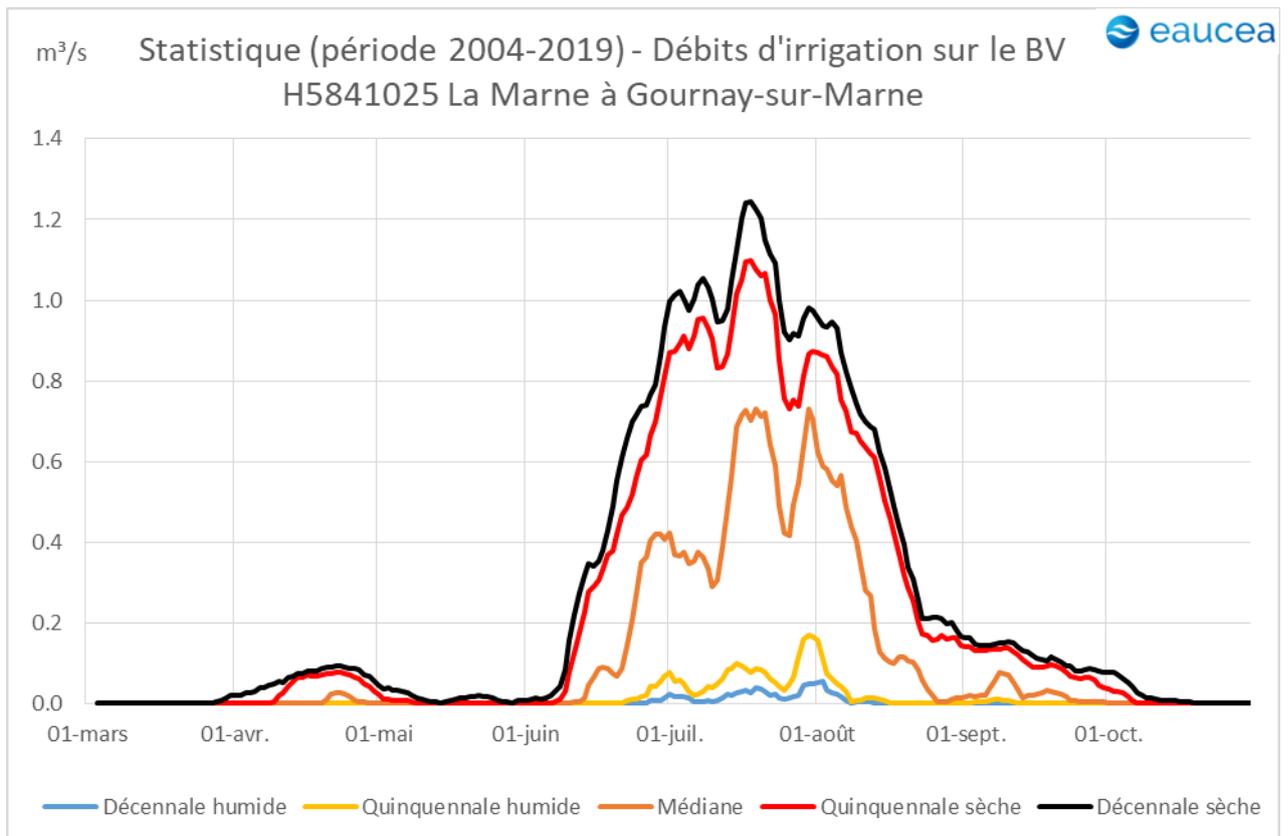
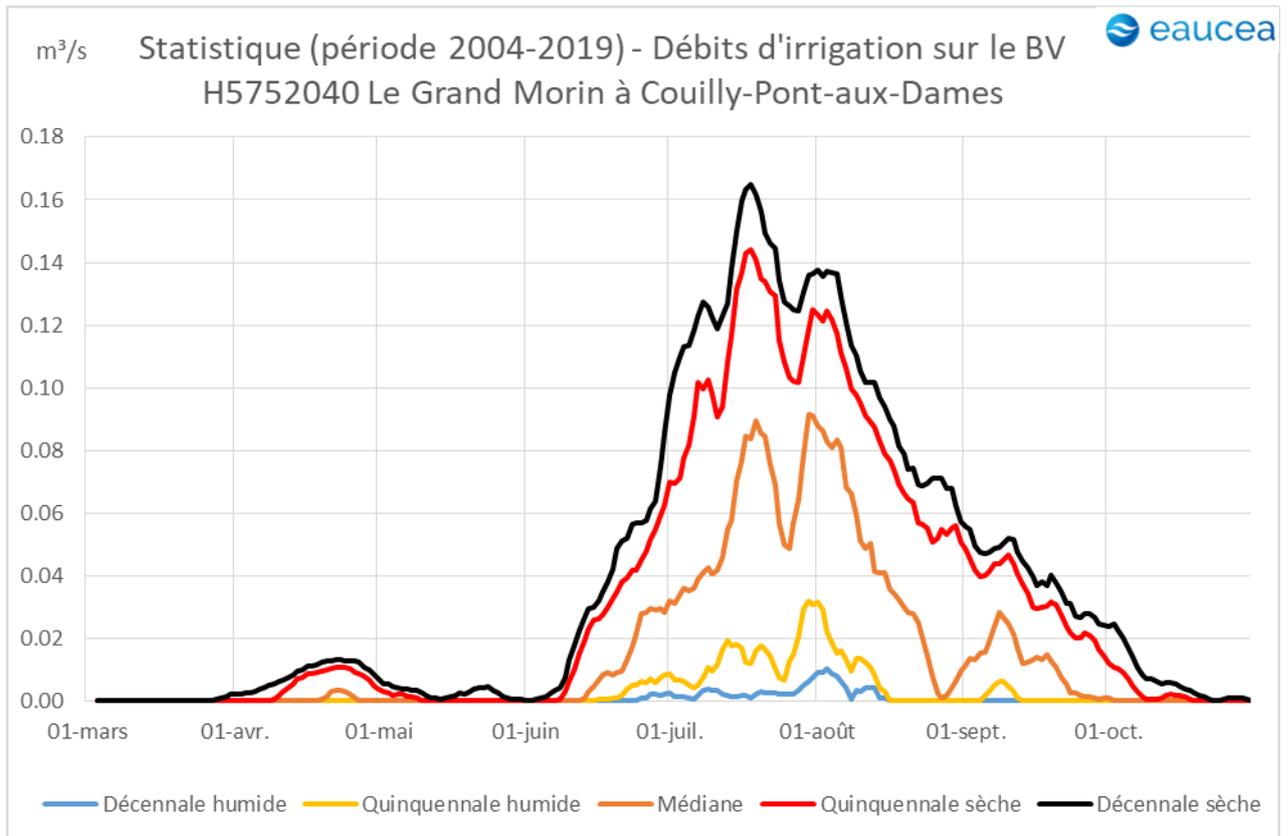


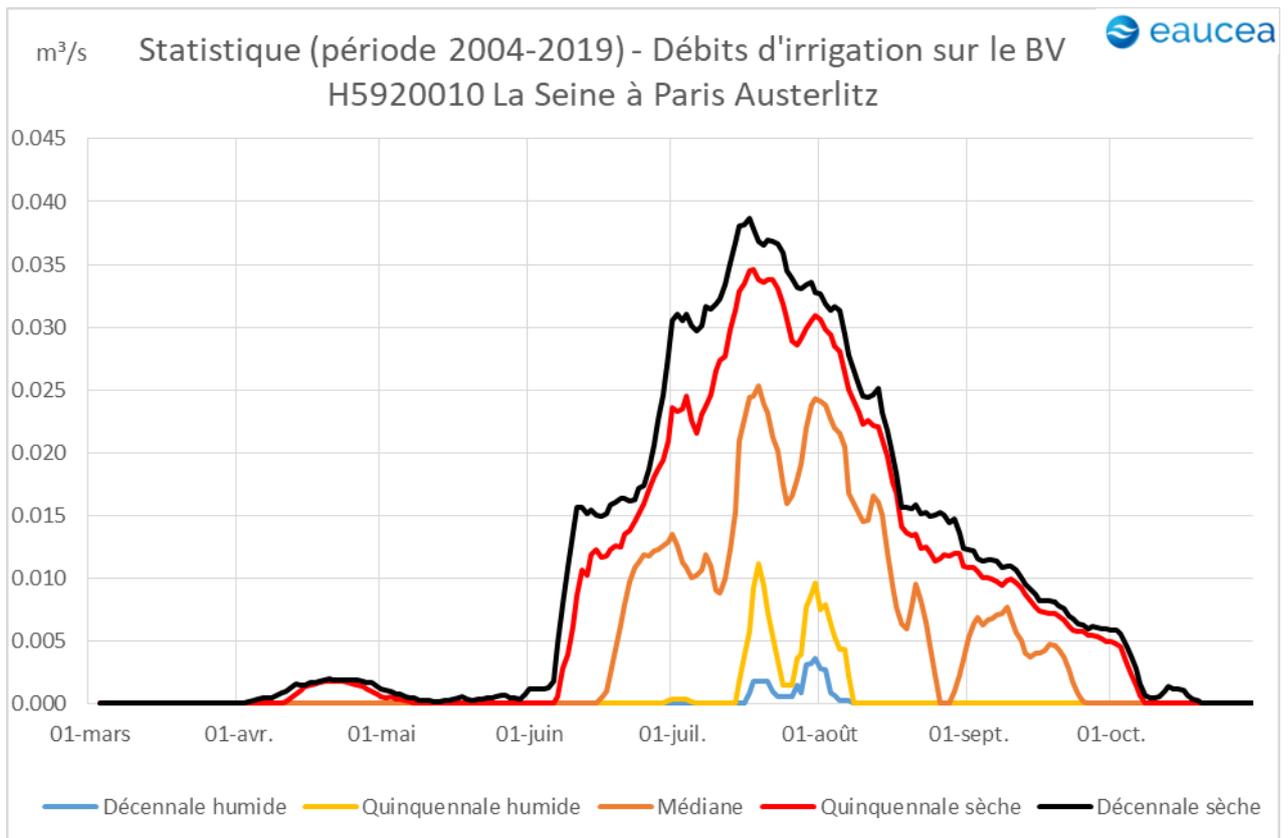
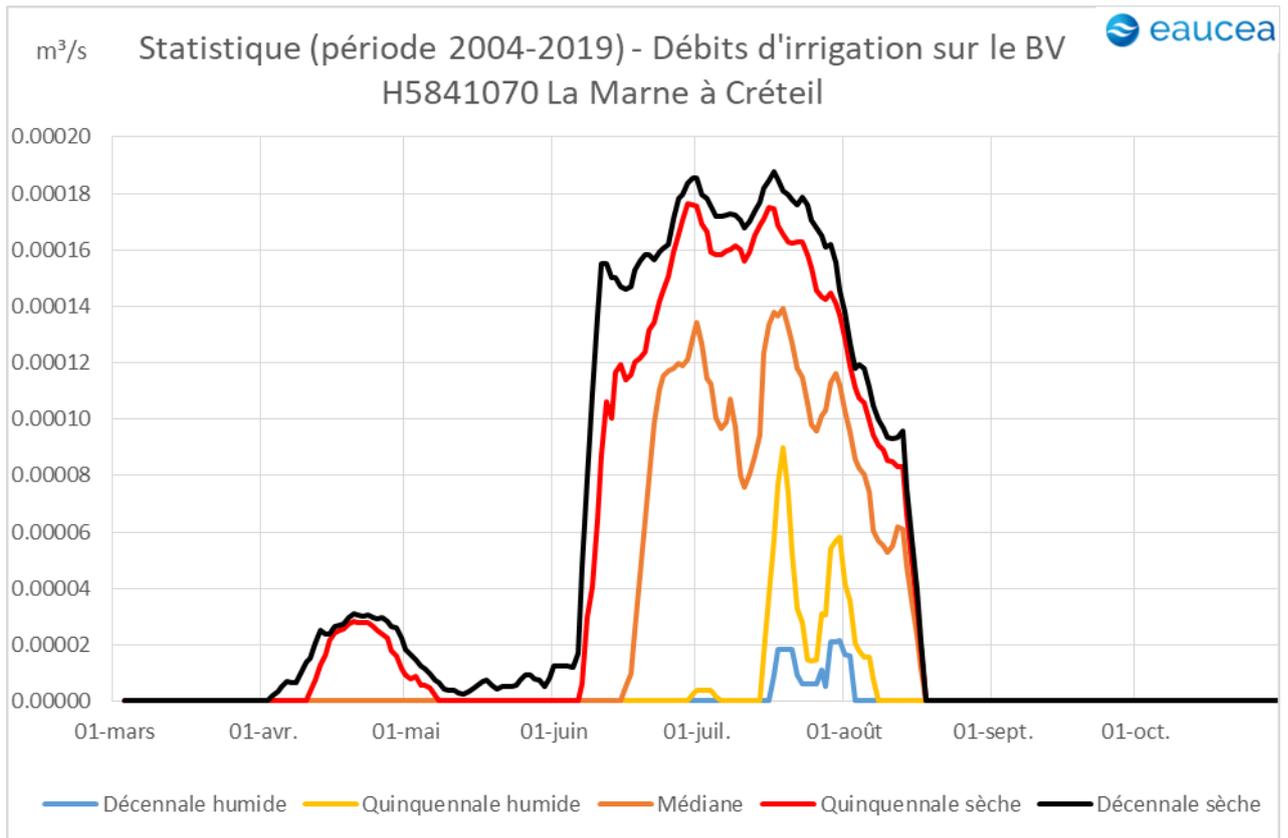




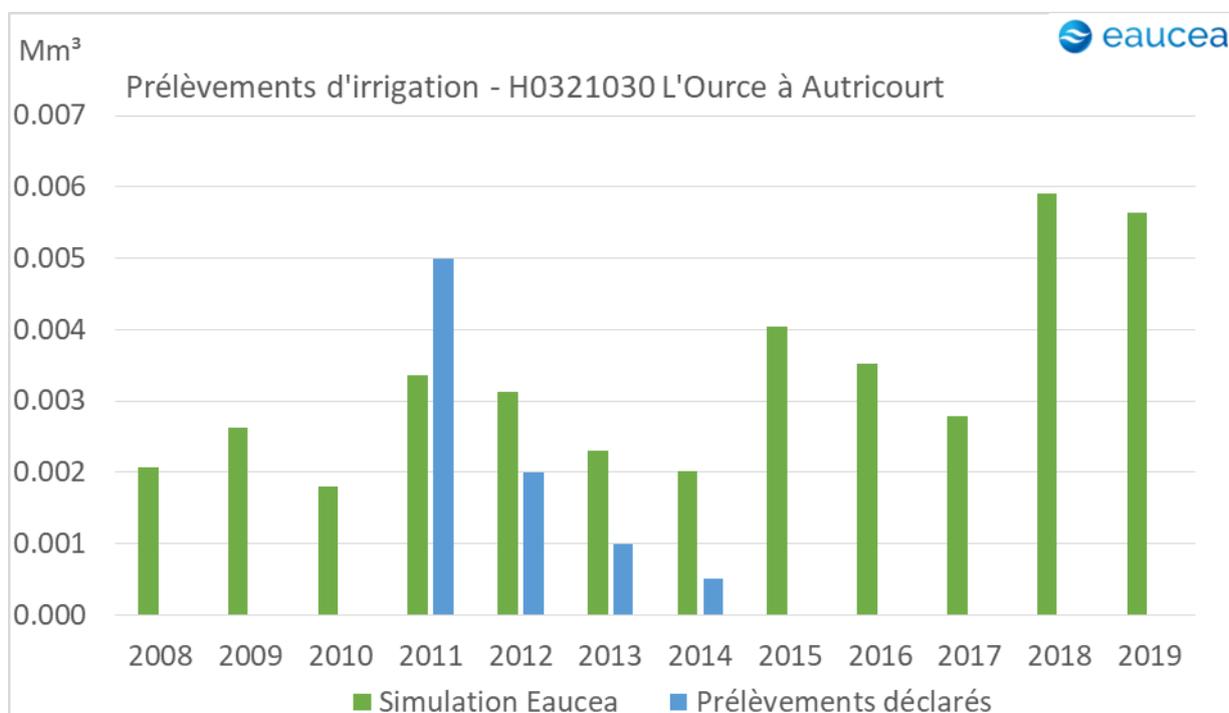
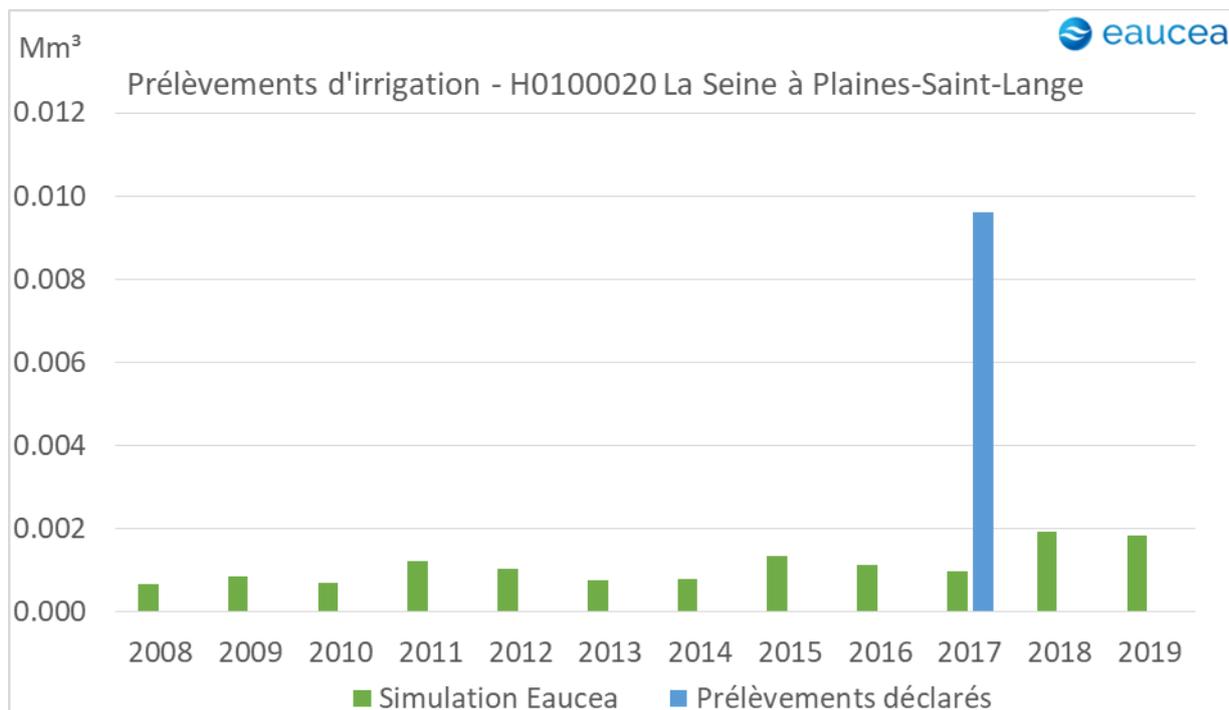


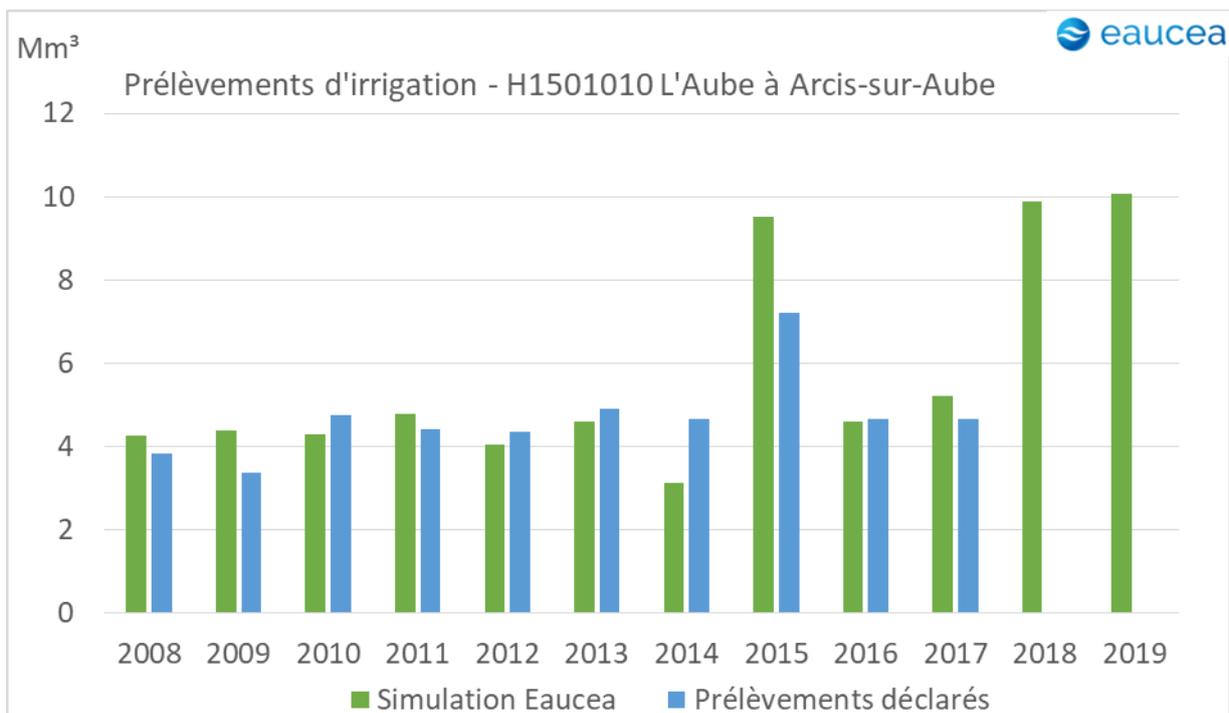
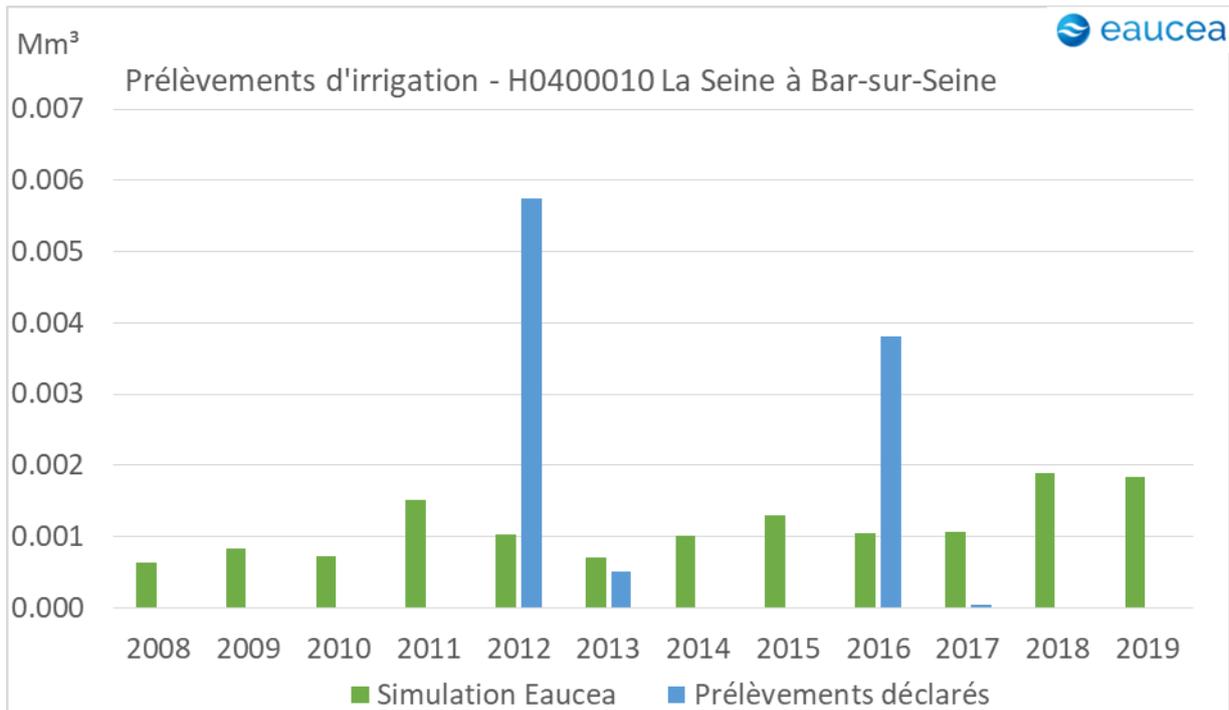


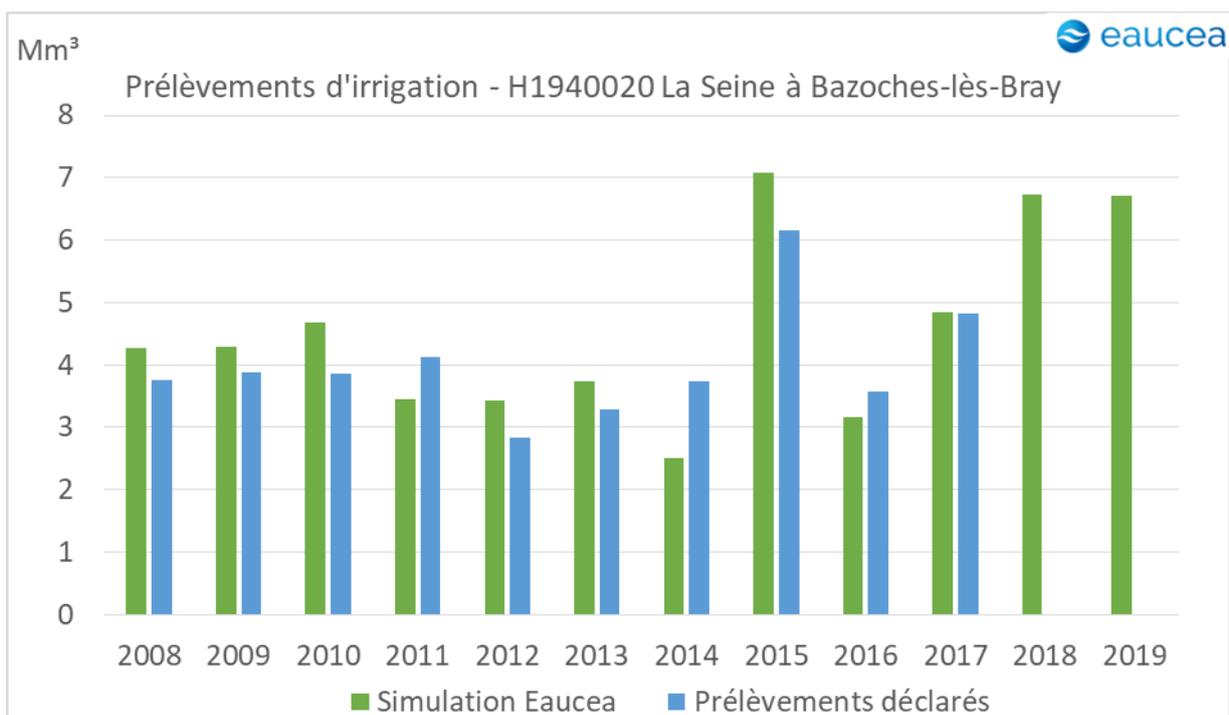
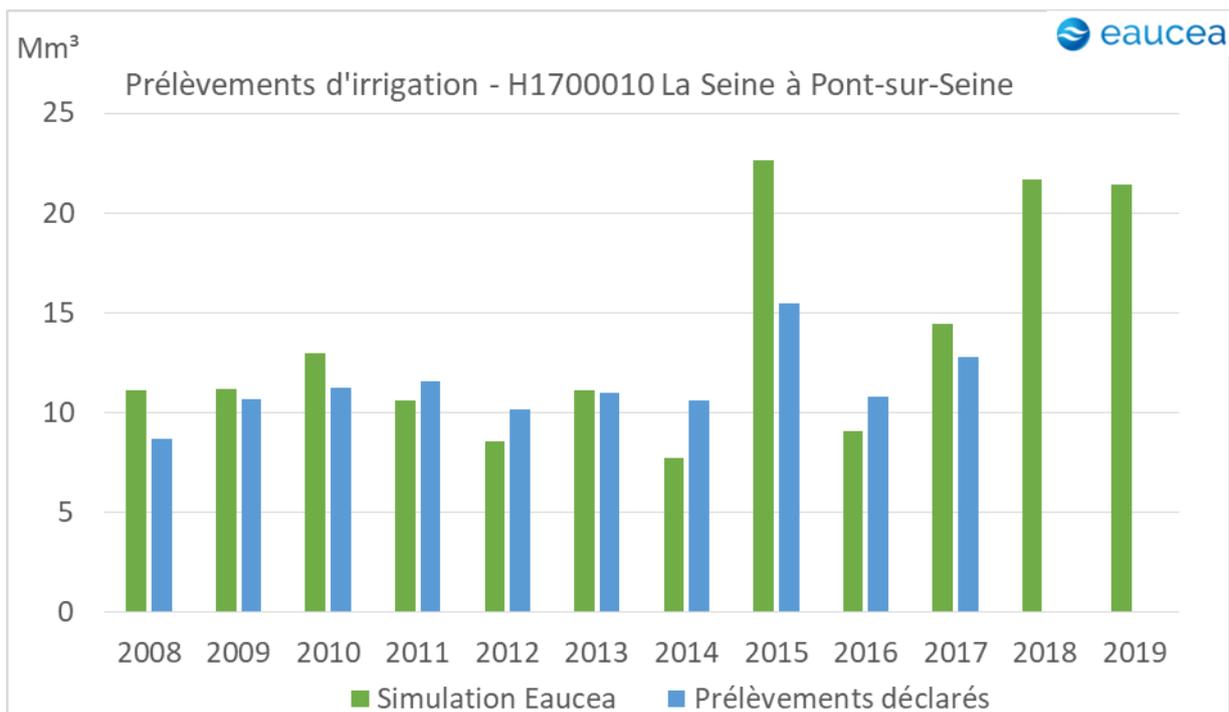


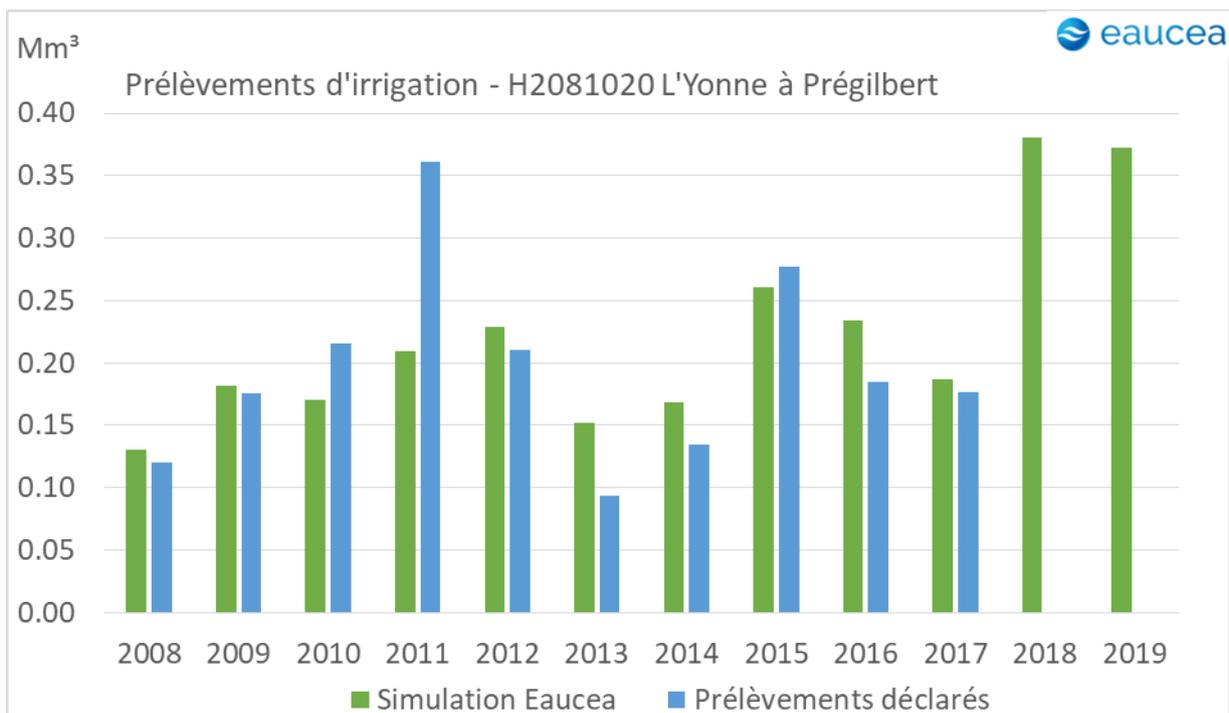
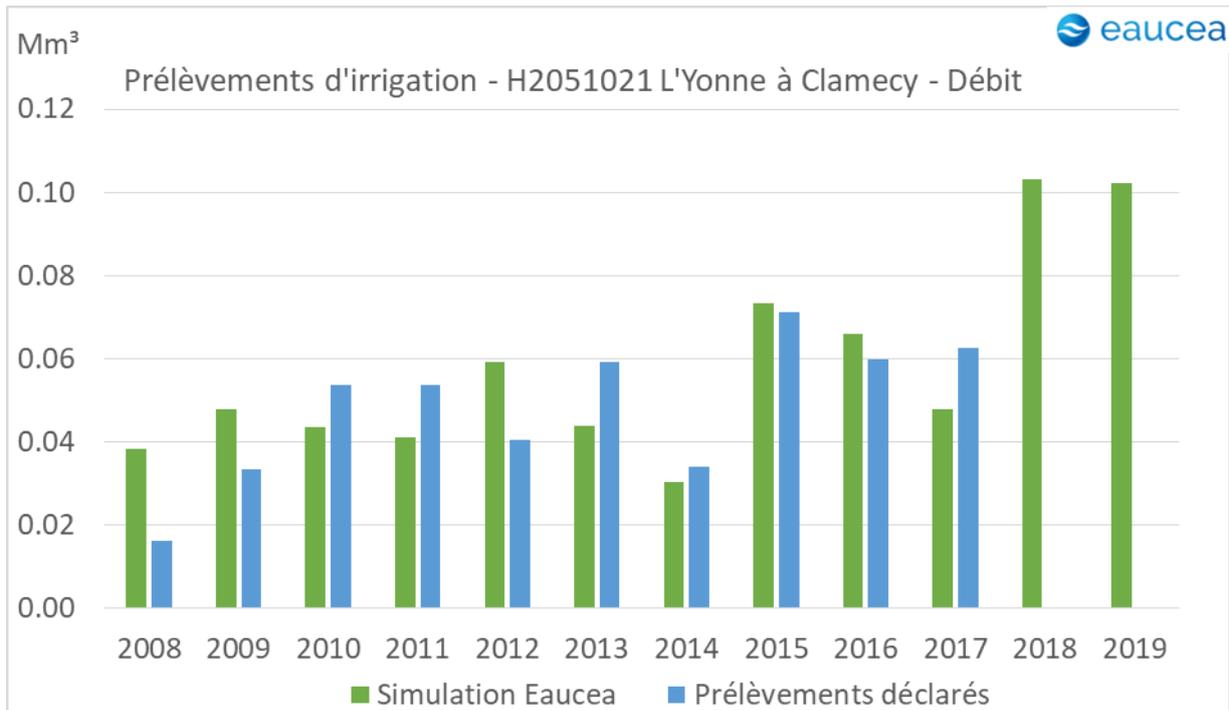


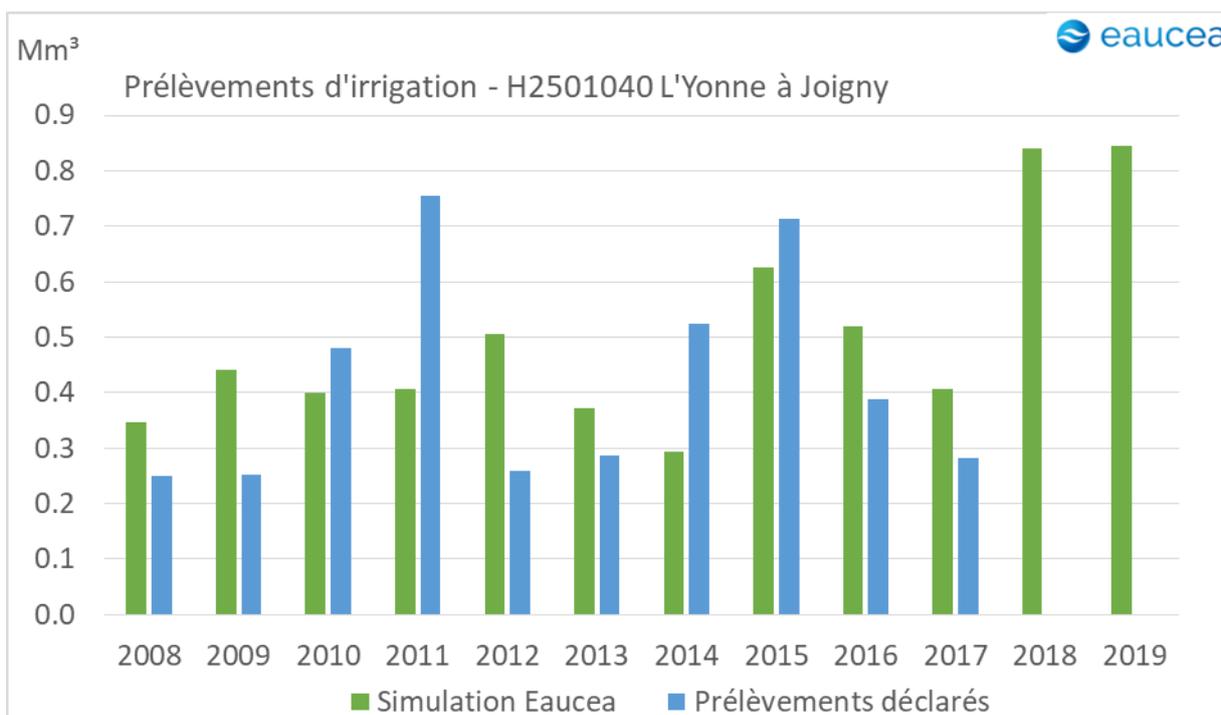
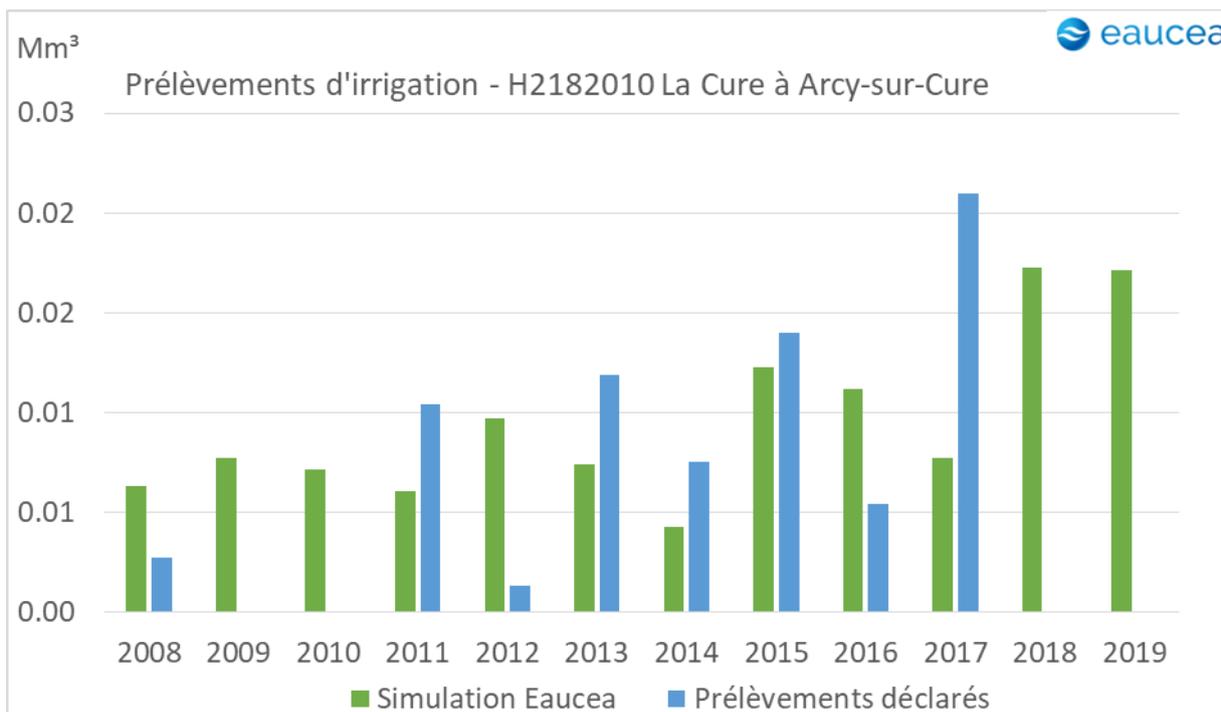
Comparaison des données Agence de l'Eau et de la simulation des besoins d'irrigation pour l'ensemble des sous bassins

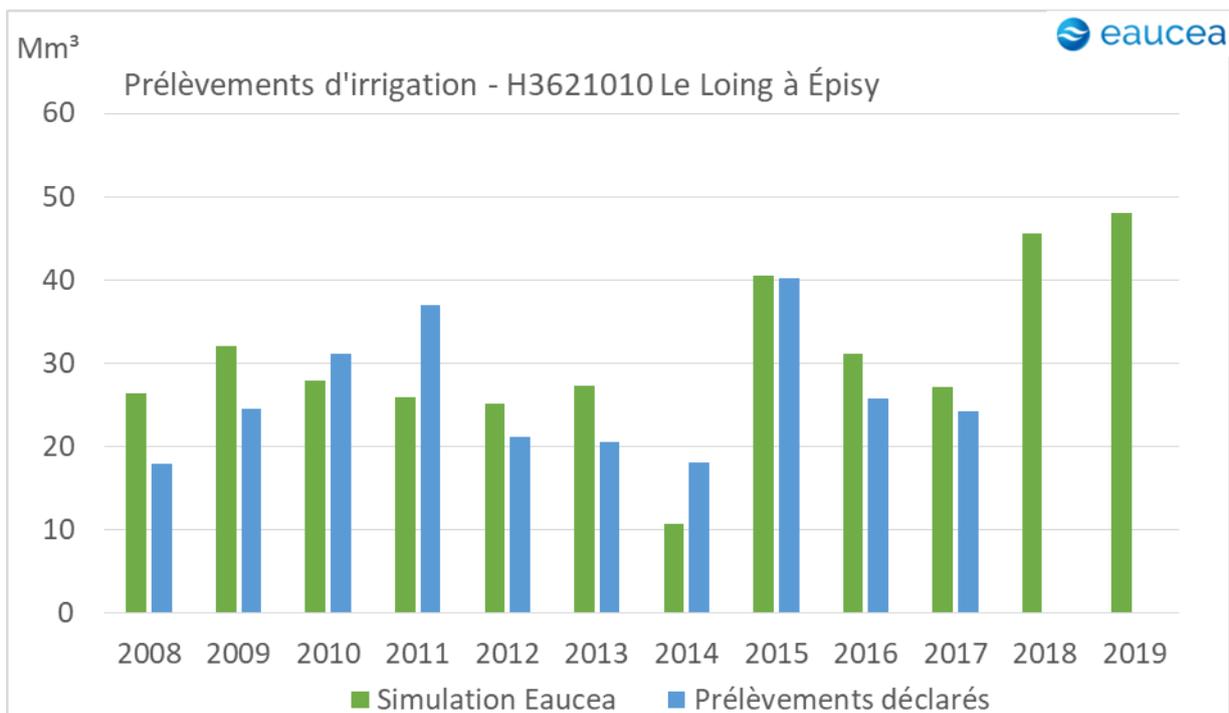
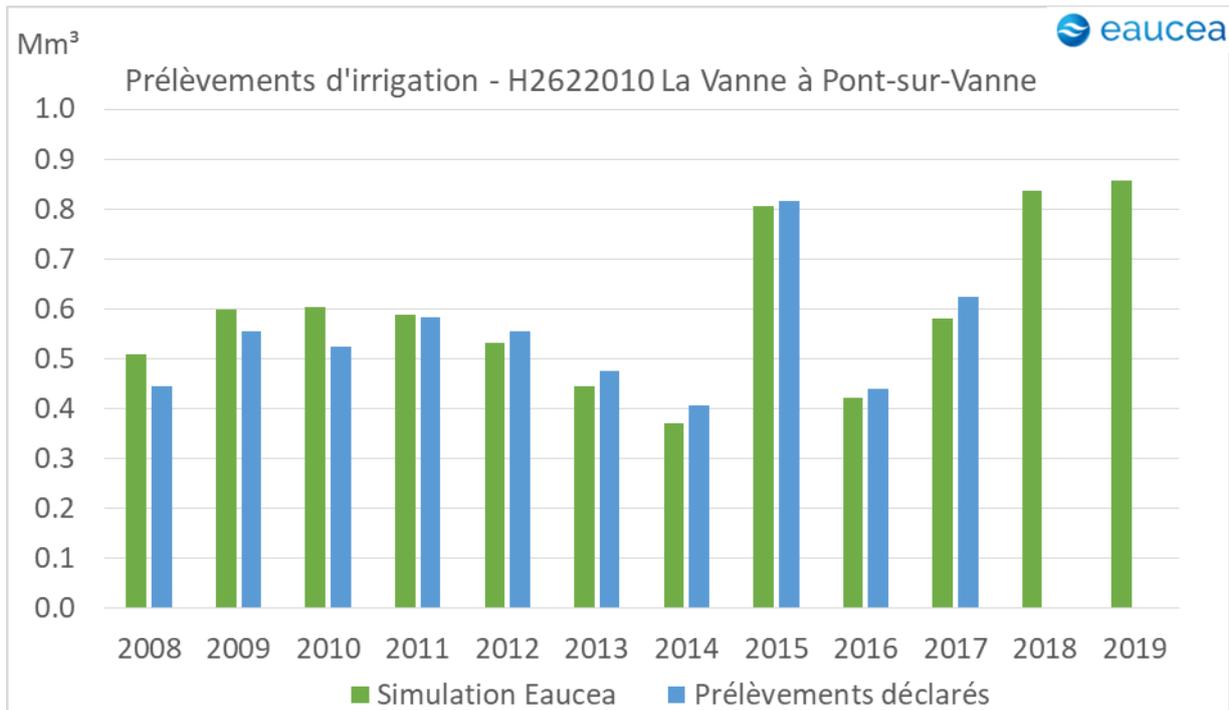


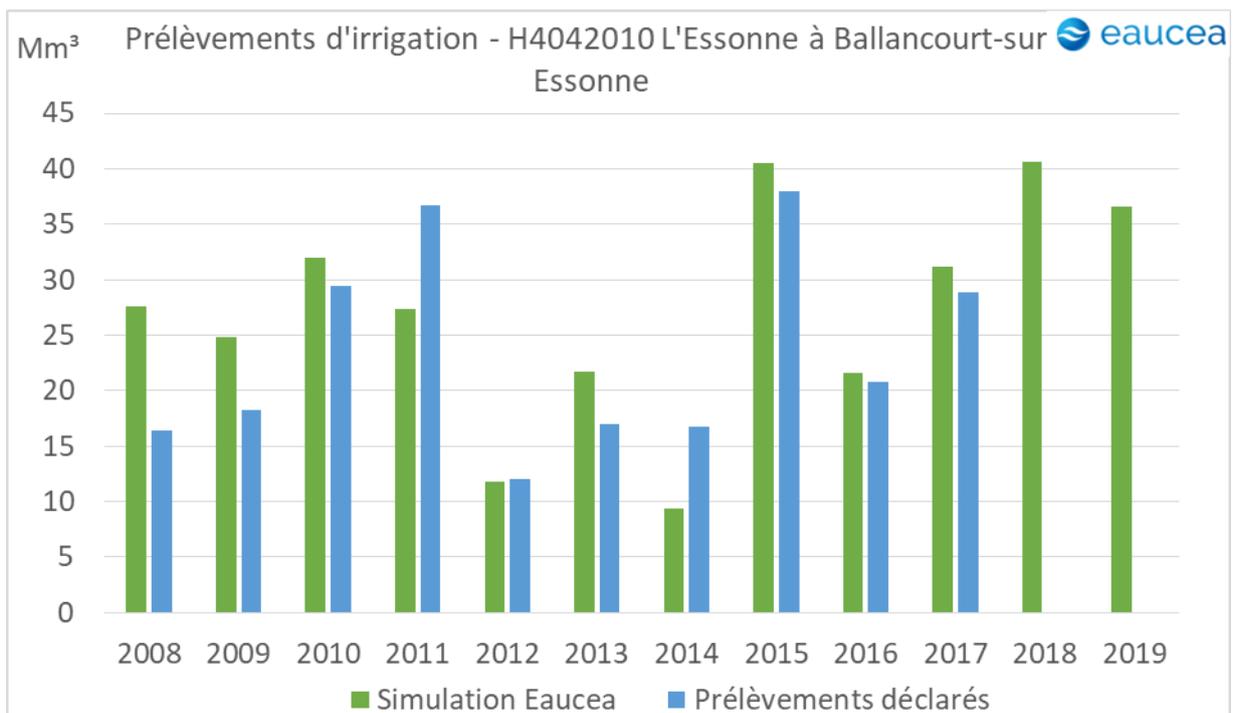
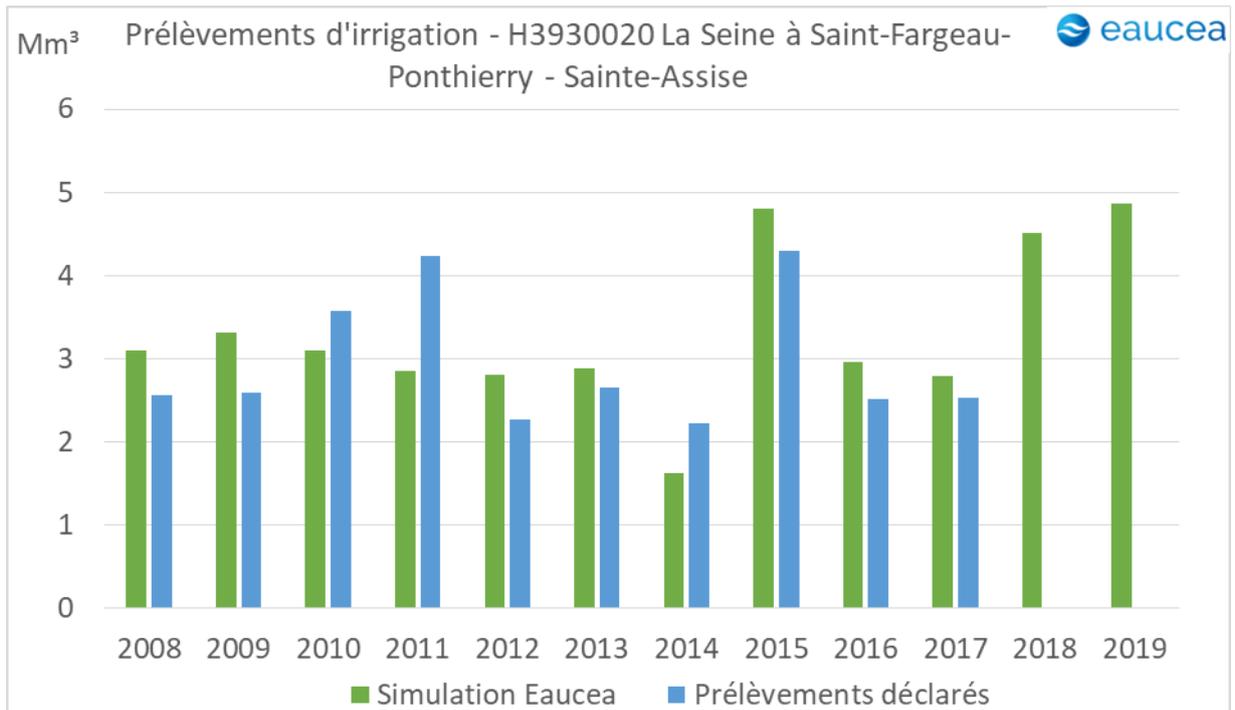


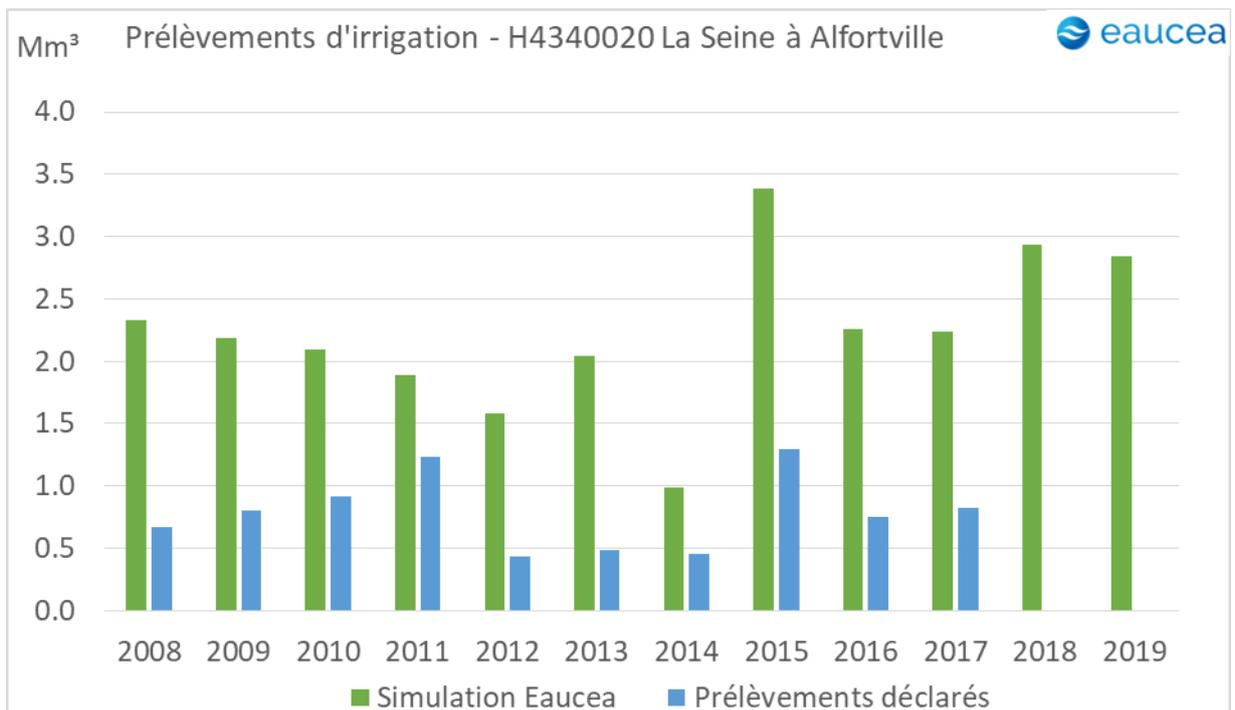
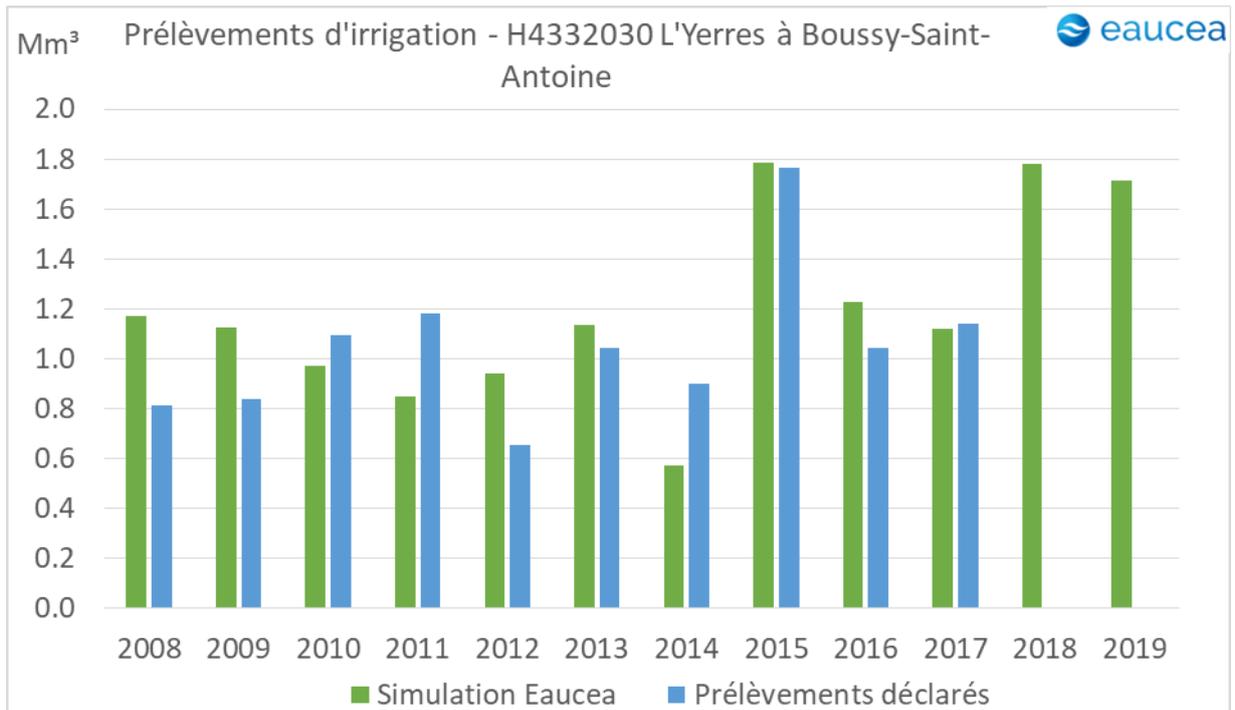


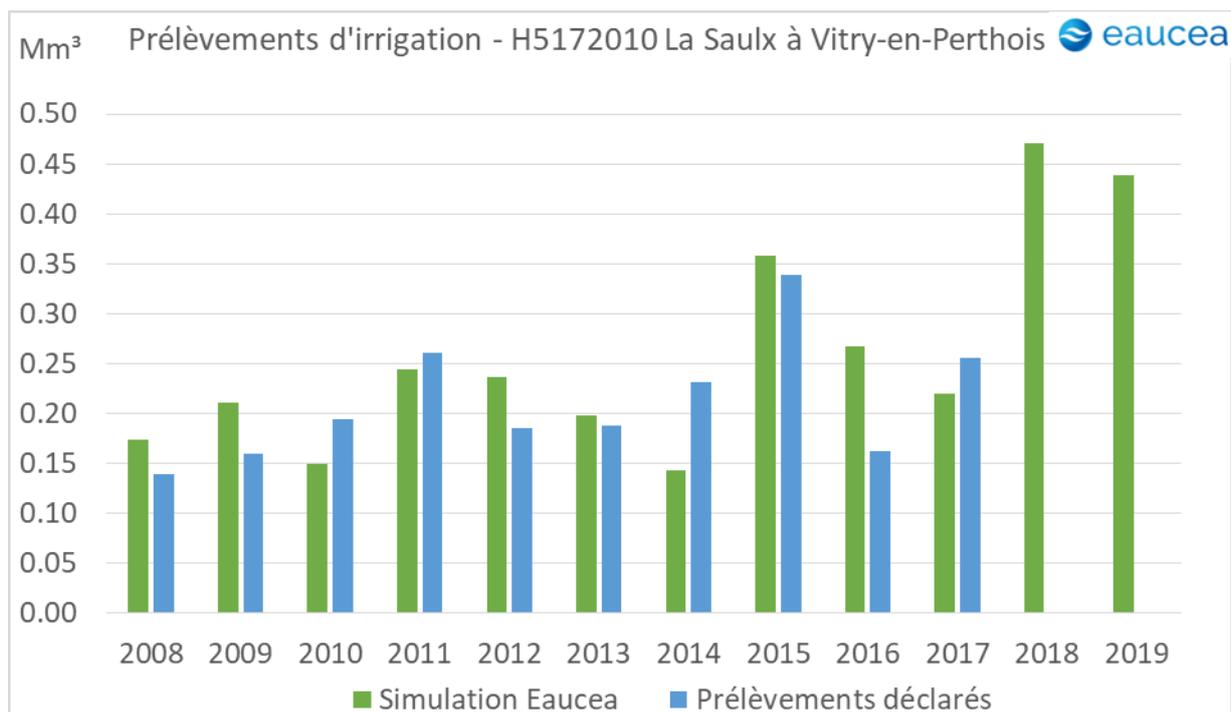
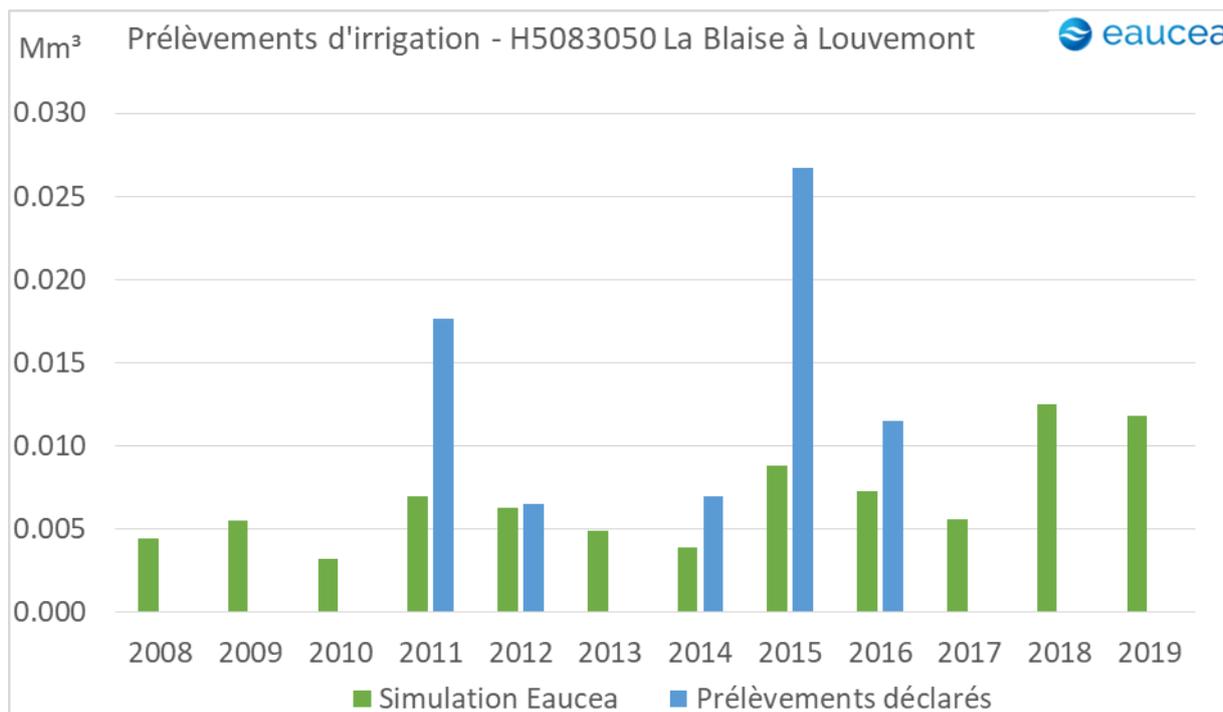


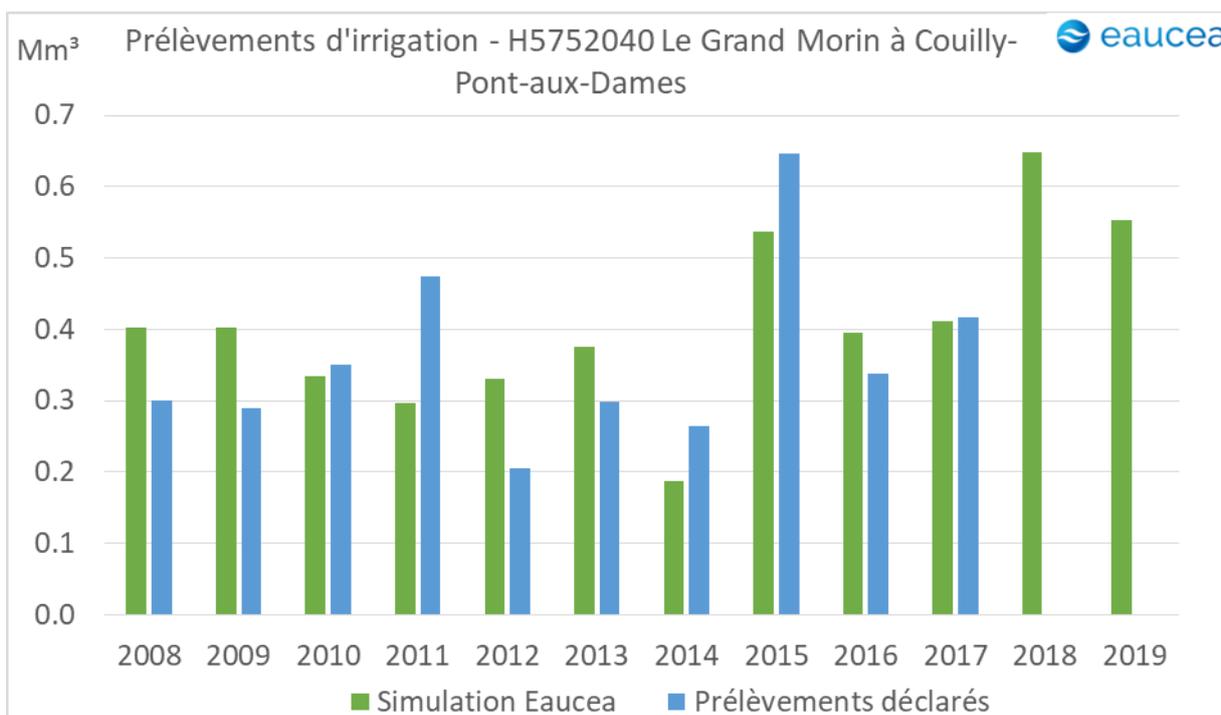
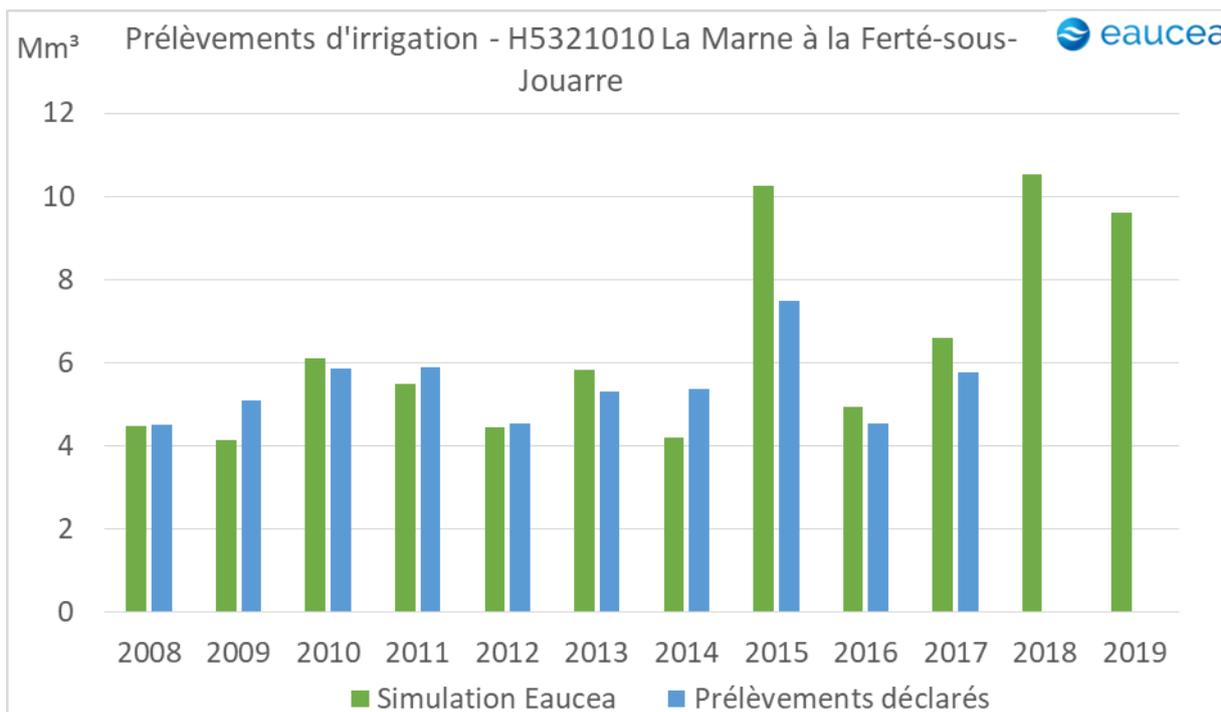


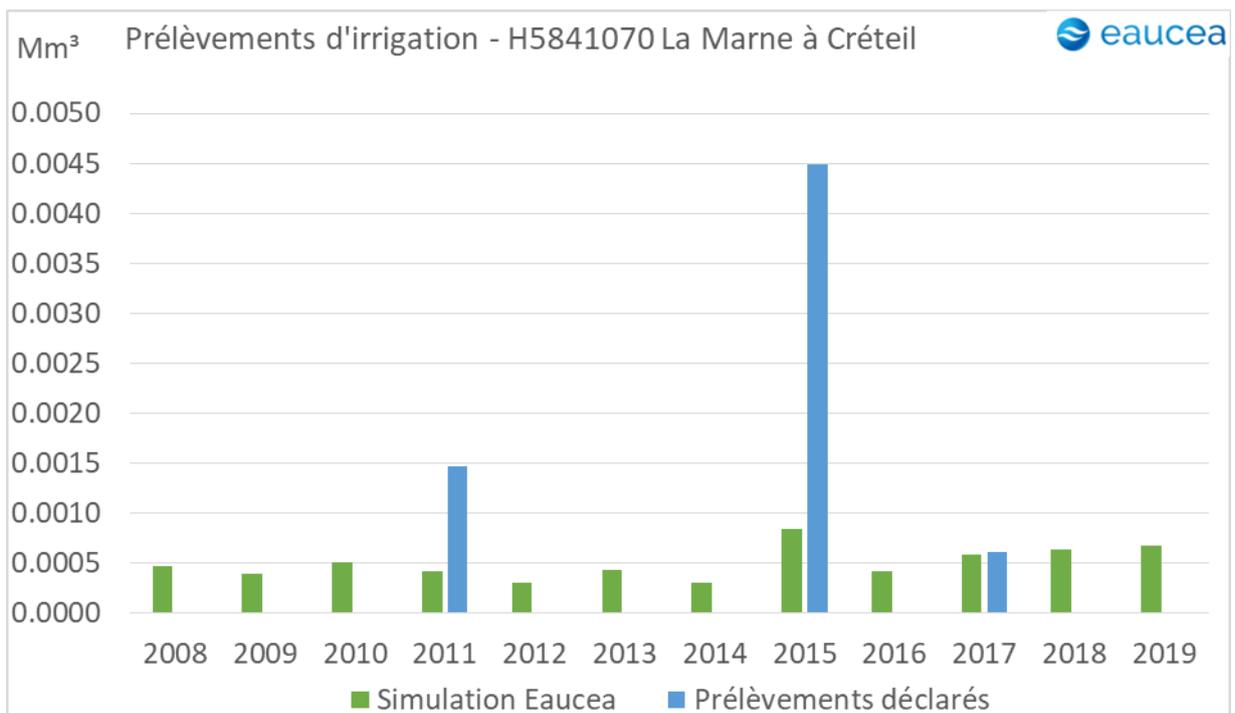
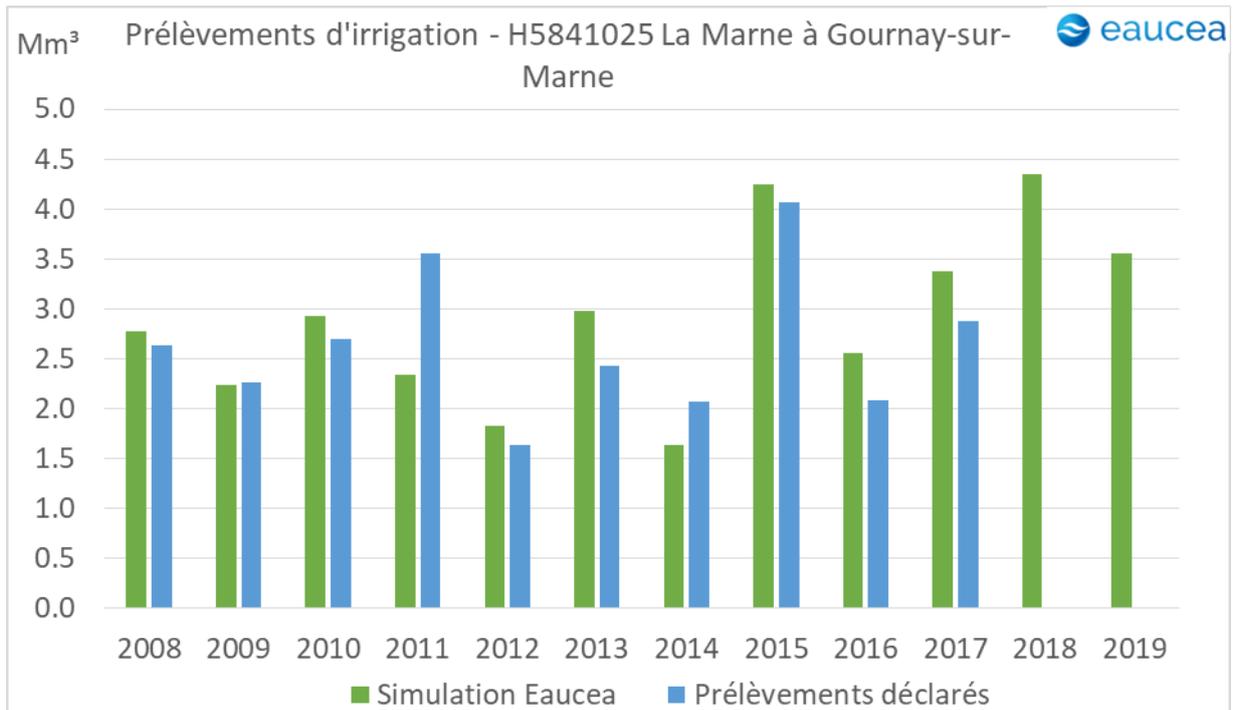












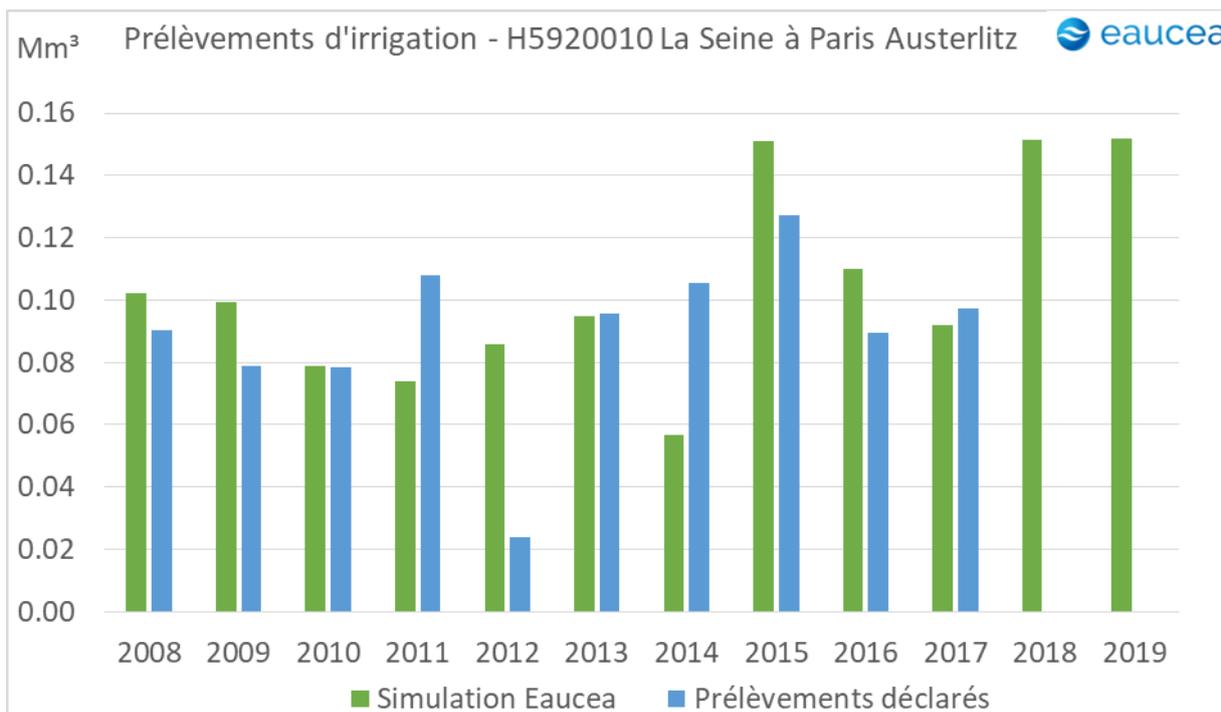


Schéma d'alimentation du canal du Nivernais



Schéma d'alimentation du canal du Nivernais (volumes maximum actuels)

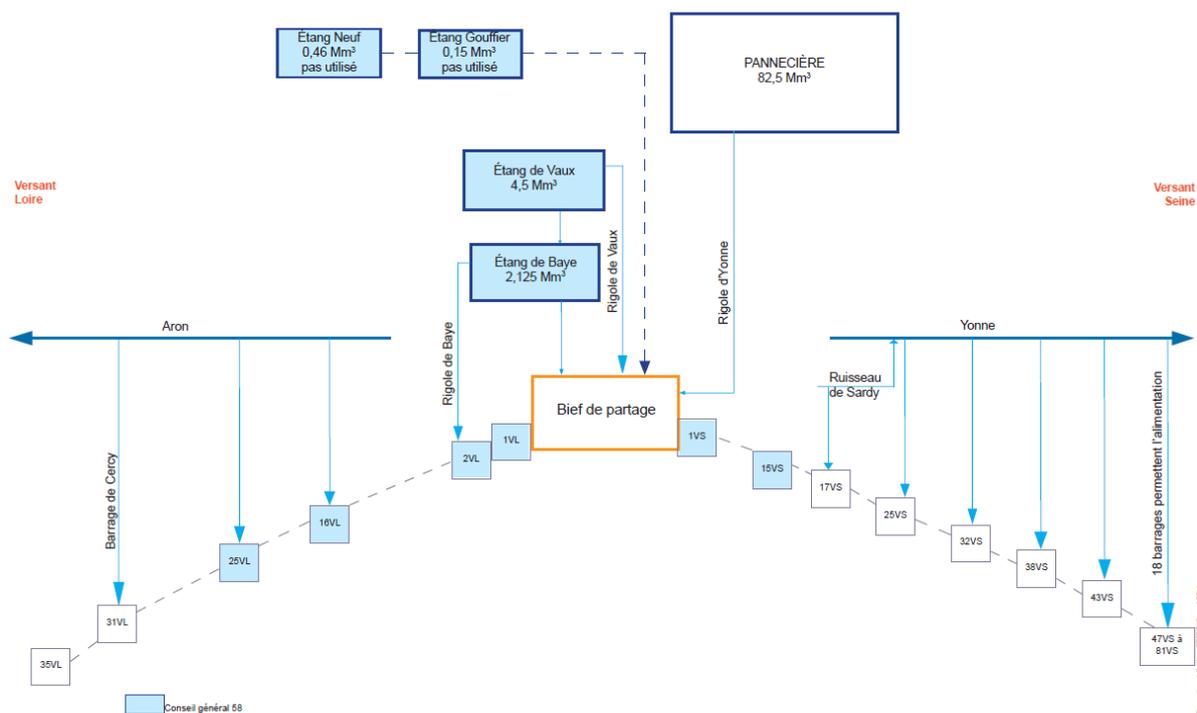


Schéma d'alimentation du canal de Bourgogne

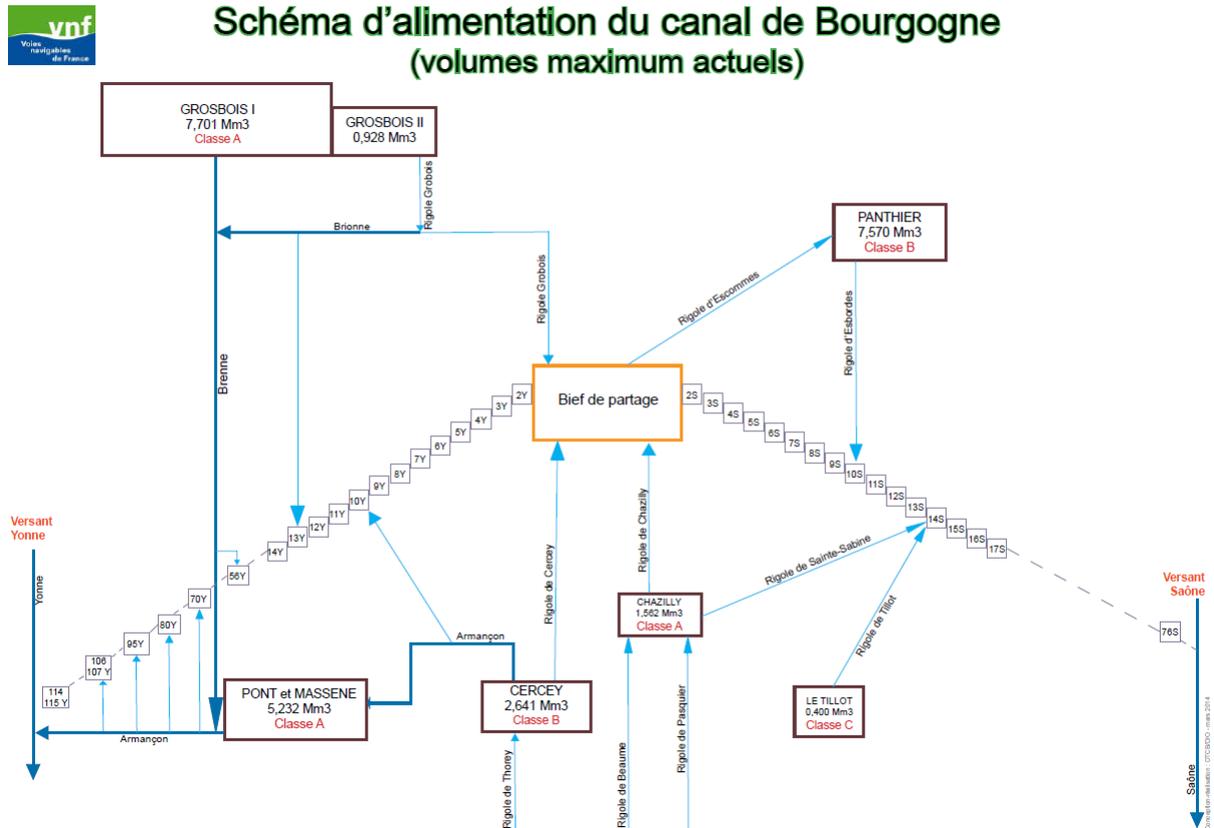
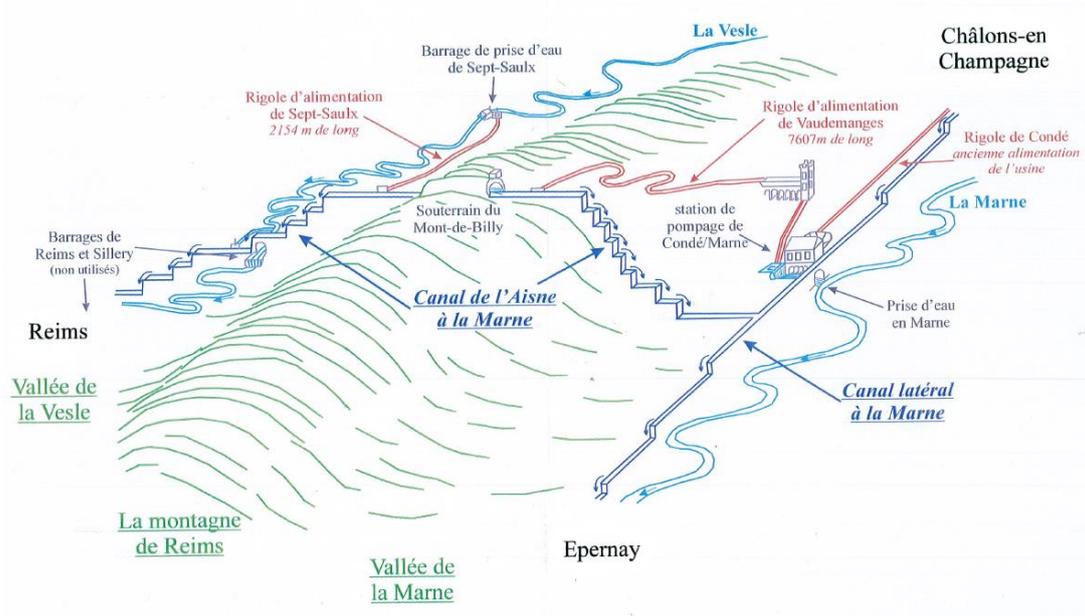


Schéma du fonctionnement hydraulique du canal latéral à la Marne et du canal de l'Aisne à la Marne

Dispositif alimentaire du canal de l'Aisne à la Marne



Bilan des volumes d'eau consommés par usages, par sous-bassin

