
*Etude globale sur l'incidence socio-économique et environnementale des étiages
sévères sur le bassin amont de la Seine (2022)*

Synthèse de l'étude



Sommaire

1	CONTEXTE DE L'ETUDE ET OBJECTIFS	5
1.1	CONTEXTE DE L'ETUDE - LES LACS-RESERVOIRS	5
1.2	OBJECTIFS DE L'ETUDE – L'INCIDENCE SOCIO-ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DES ETIAGES SEVERES.....	6
2	LA COMPREHENSION DU TERRITOIRE	7
2.1	LES PRECIPITATIONS	7
2.2	L'HYDROGEOLOGIE	7
2.3	L'HYDROLOGIE	8
2.4	LES USAGES DE L'EAU	8
3	CARACTERISATION DES ETIAGES SEVERES PASSES ET FUTURS	9
3.1	LES DONNEES MOBILISEES.....	9
3.2	LES ETIAGES SEVERES DU PASSE.....	10
3.3	LES ETIAGES DU FUTUR.....	12
3.4	LA QUALITE D'EAU	13
3.4.1	<i>La température de l'eau.....</i>	13
3.4.2	<i>L'oxygène dissous.....</i>	14
3.4.3	<i>Azote et phosphore</i>	15
4	LES USAGES ET LEURS IMPACTS	16
4.1	BILANS HYDROLOGIQUES ACTUELS.....	16
4.2	LES IMPACTS.....	17
5	LES ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES.....	18
5.1	LA VULNERABILITE DES USAGES AUX EPISODES SECS.....	18
5.2	L'INCIDENCE DES ETIAGES SEVERES PASSES	19
5.3	LA REPARTITION DES ENJEUX	20
5.4	EVALUATION DE LA ROBUSTESSE DU DISPOSITIF DE SOUTIEN D'ETIAGE EN SITUATION ACTUELLE : SENSIBILITE AU REMPLISSAGE	21
5.5	TEST DES REGLES DE GESTION ACTUELLES DES LACS-RESERVOIRS POUR LES ETIAGES FUTURS (2050) AVEC DES HYPOTHESES DE REMPLISSAGE VARIABLES.....	22
5.6	L'INCIDENCE DES ETIAGES FUTURS	23
6	PROPOSITION DE MESURES D'ADAPTATION.....	24
7	CONCLUSIONS	25
8	POUR EN SAVOIR PLUS	26
	GLOSSAIRE.....	27
	SIGLES ET ACRONYMES	29

1 CONTEXTE DE L'ETUDE ET OBJECTIFS

1.1 Contexte de l'étude - les lacs-réservoirs

L'Établissement Public Territorial de Bassin (EPTB) Seine Grands Lacs est un syndicat mixte œuvrant sur 18 départements. Les équipes assurent 3 missions :

- la protection et la prévention contre les inondations ;
- le maintien d'un débit minimum de la Seine et de ses principaux affluents pendant les saisons les plus sèches ([étiages](#)) ;
- l'adaptation aux changements climatiques du bassin amont de la Seine.

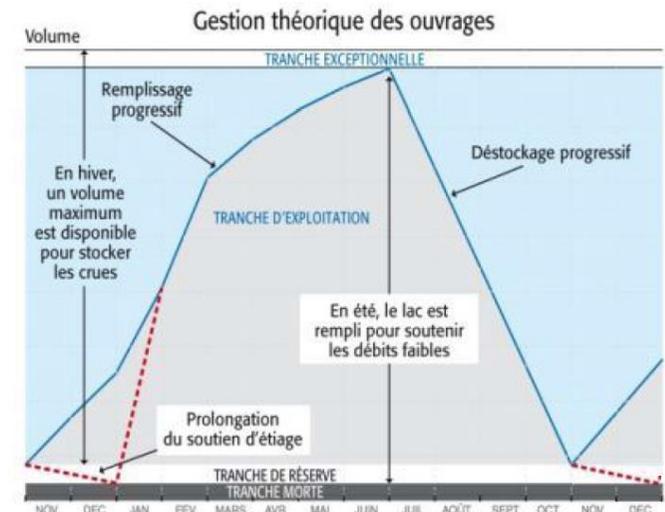
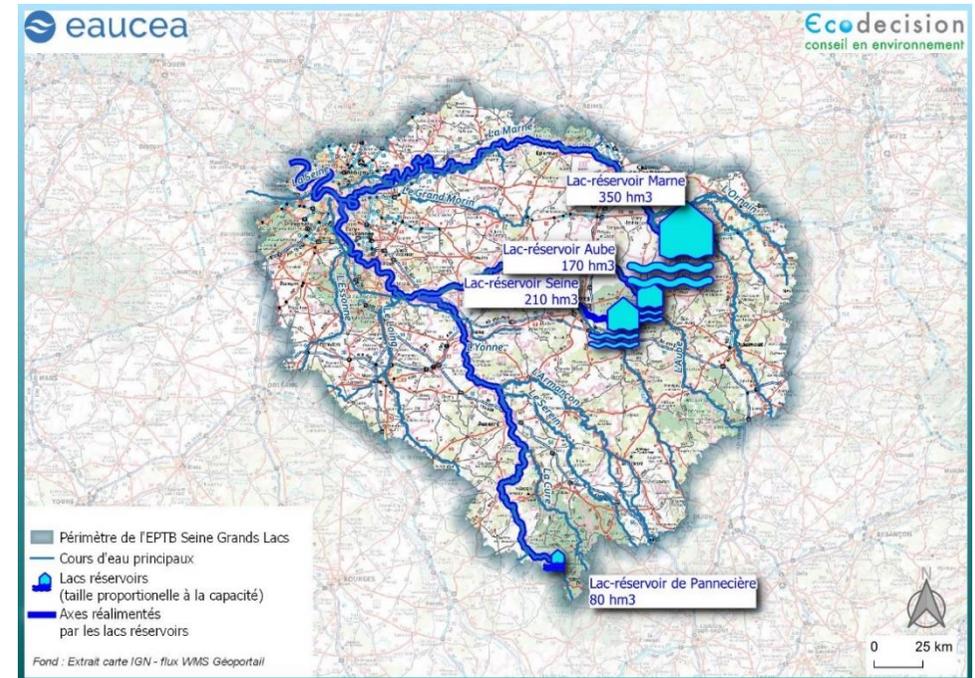
Pour ce faire, l'EPTB Seine Grands Lacs dispose de plusieurs grands ouvrages hydrauliques, les lacs-réservoirs, d'une capacité cumulée de plus de 800 millions de m³ permettant le [soutien d'étiage](#) et [l'écrêtement des crues](#).

Pour mémoire, les lacs-réservoirs du bassin de la Seine ont été mis en service en :

- 1949 pour le lac-réservoir de Pannecièrre établi sur l'Yonne ;
- 1966 pour le lac-réservoir de la Seine (lac d'Orient) ouvrage en dérivation sur la Seine ;
- 1974 pour le lac-réservoir de la Marne (lac du Der-Chantecoq) ouvrage en dérivation sur la Marne ;
- 1990 pour le lac-réservoir de l'Aube (lac Amance et Temple) ouvrage en dérivation sur l'Aube.

La gestion des lacs-réservoirs est définie par un règlement d'eau et s'effectue selon :

- une période de remplissage (théoriquement du 1^{er} novembre au 30 juin) et d'écrêtement des crues ;
- une période de déstockage (théoriquement du 1^{er} juillet au 31 octobre) et de soutien des étiages



1.2 Objectifs de l'étude – l'incidence socio-économique et environnementale des étiages sévères

« Dans le bassin parisien, les sécheresses frappent moins les esprits que les inondations. En effet, l'action déterminante des lacs-réservoirs de la Seine et de ses affluents, les barrages de navigation, maintiennent un plan d'eau relativement constant sur les cours d'eau régulés. Ils font oublier que dans le passé, et notamment au XIXe siècle, la Marne et la Seine pouvaient quelques fois se traverser à pied. »

Cet exergue du site de l'EPTB Seine Grands Lacs rappelle bien que la gestion des grands lacs-réservoirs est une gestion annuelle du [grand cycle de l'eau](#) avec les moyens hydrauliques les plus importants de France, à la hauteur des enjeux économiques qui en dépendent. Il rappelle aussi que [l'hydrologie](#) perçue par les populations ne rend pas compte de la réalité du fonctionnement naturel en étiage, qui a, plus encore que les crues, largement disparu des mémoires.

La question du manque d'eau est cependant une question prégnante pour aujourd'hui et pour demain, dans un contexte de changement climatique avéré.

Les objectifs de cette étude sont de caractériser les étiages sévères sur le territoire de l'EPTB Seine Grands Lacs correspondant à la partie amont du bassin de la Seine, ainsi que d'évaluer l'incidence de plusieurs scénarios d'étiage, tout en prenant en compte les évolutions probables liées au changement climatique, sur les milieux et sur les activités socio-économiques.

Ces analyses permettent ensuite d'apprécier la vulnérabilité du territoire face aux étiages et d'appréhender les pistes à explorer pour réduire cette vulnérabilité en particulier à partir du levier de la gestion des lacs-réservoirs.

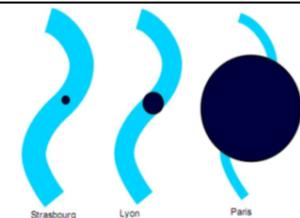
L'ÉTIAGE : UN ENJEU MAJEUR SUR LE BASSIN DE LA SEINE

- 70 % de **l'alimentation en eau potable (6.5 millions de personnes)** issue des prélèvements en eau de surface
- Un enjeu pour la **qualité des milieux** : dilution des rejets, éviter les tensions sur la température de l'eau
- Maintien d'un niveau suffisant pour alimenter les canaux et assurer la **navigation**
- Etude inscrite dans les objectifs de la **stratégie d'adaptation au changement climatique** (8 décembre 2016)

Les objectifs généraux de l'étude :

- Améliorer la **connaissance des étiages et des prélèvements**,
- Evaluer **l'incidence de scénarios d'étiages sévères (passé et futur)** afin d'identifier les secteurs géographiques et secteurs d'activité les plus sensibles
- Construire et évaluer des **mesures d'adaptation et d'atténuation**

Eco decision
conseil en environnement

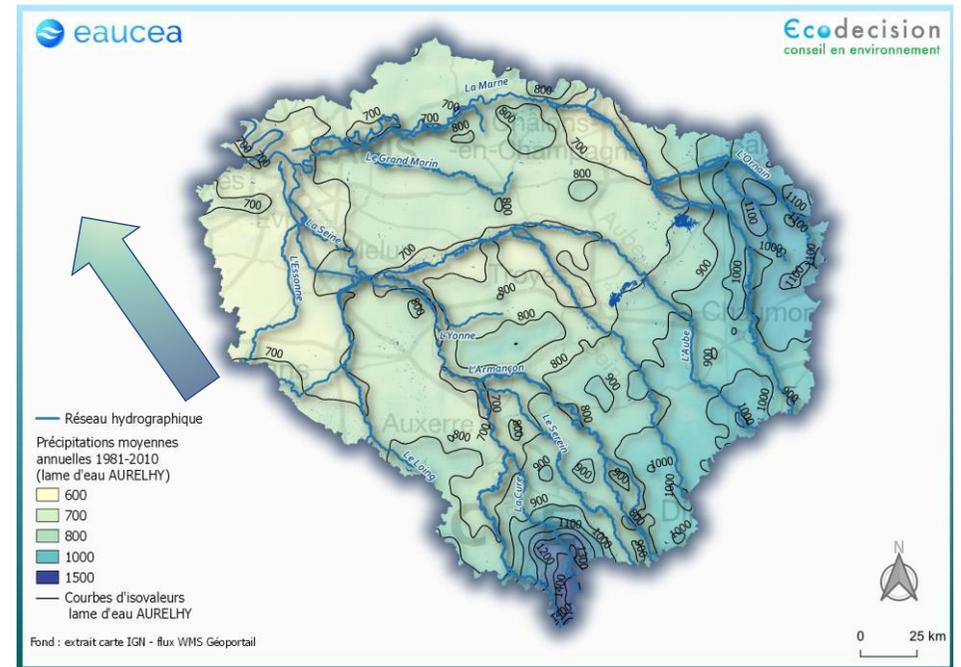


2 LA COMPREHENSION DU TERRITOIRE

2.1 Les précipitations

La pluviométrie du bassin est dépendante d'un apport relativement constant d'humidité sous l'influence dominante des vents d'ouest, en provenance de l'océan Atlantique. Ainsi, les précipitations mesurées sur le périmètre du territoire de l'EPTB sont très variables de l'amont vers l'aval. La moyenne interannuelle atteint 1400 mm en extrême limite amont correspondant aux zones de reliefs sur lesquelles les flux atlantiques viennent buter. Cette pluviométrie décroît fortement (autour de 800 mm) sur la partie centrale et vers l'aval (autour de 700 mm), secteur sur lesquels les vents d'ouest ne rencontrent pas d'obstacle.

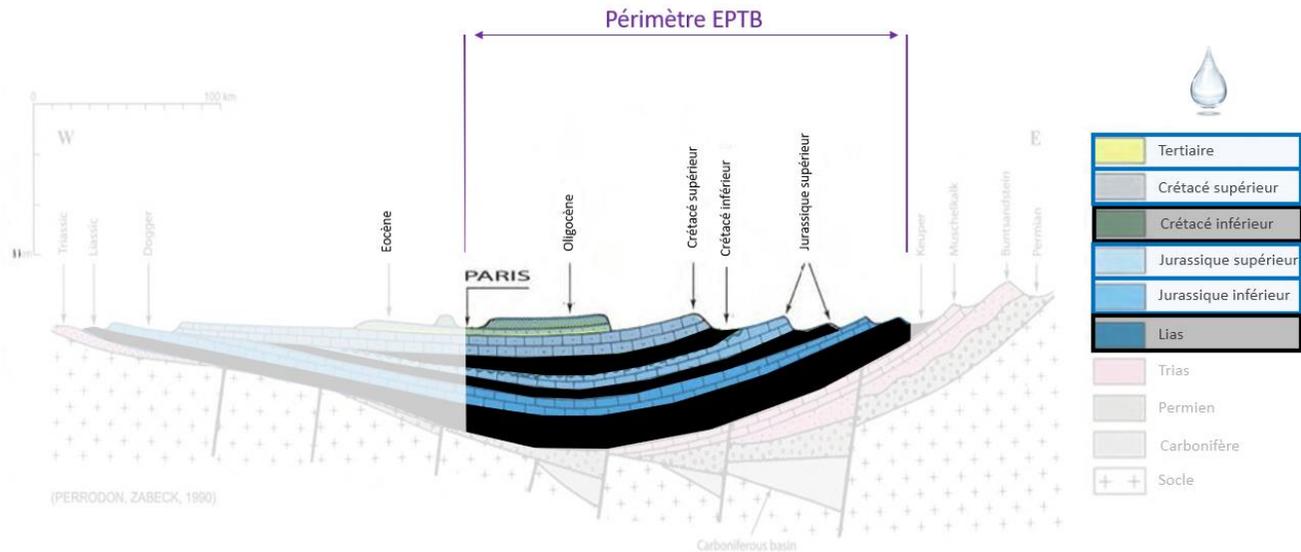
Le régime annuel des précipitations est relativement homogène sur l'année, l'écart entre le mois le plus humide et le moins humide étant de l'ordre de 20 mm.



2.2 L'hydrogéologie

D'un point de vue de la géologie et de l'[hydrogéologie](#), le territoire de l'EPTB Seine Grands Lacs est situé sur le « Bassin Parisien ». Il s'agit d'une vaste entité géologique caractérisée par une structure en « auréoles concentriques » correspondant à un empilement de formations (géométrie dite « en pile d'assiettes ») allant du [Secondaire](#) au [Tertiaire](#).

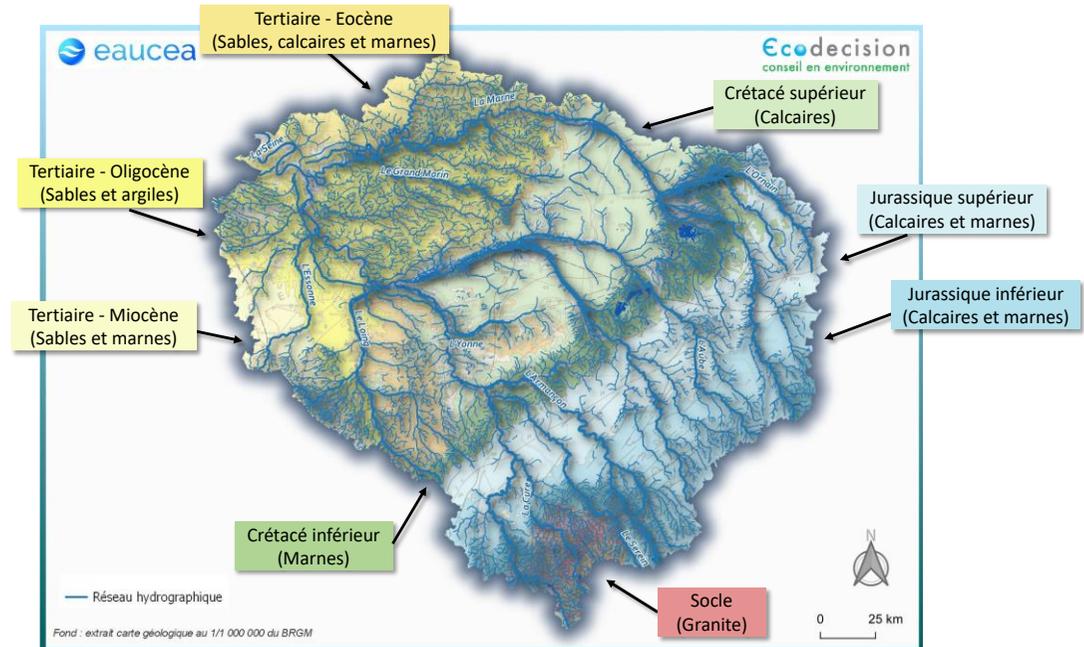
Ce périmètre est ainsi composé d'une succession de couches géologiques perméables qui constituent des réservoirs [aquifères](#) (dans lequel coulent une nappe d'eau souterraine) et imperméables qui isolent les formations perméables les unes des autres.



2.3 L'hydrologie

Les caractéristiques des formations géologiques rencontrées et notamment leurs capacités à infiltrer de l'eau ou au contraire au ruissellement influent fortement sur l'[hydrographie](#) de surface et l'occupation des sols. En effet, au niveau des formations calcaires ou sableuses présentant de fortes capacités d'infiltrations (calcaires du Jurassique, calcaires du Crétacé supérieur, sables du Miocène), le réseau hydrographique est peu dense. A l'inverse, quand des formations de socle ou marneuses sont à l'affleurement (affleurement du socle à l'amont du bassin, marnes du Crétacé inférieur, marnes des formations Eocène et Oligocène), le réseau hydrographique forme un chevelu très dense.

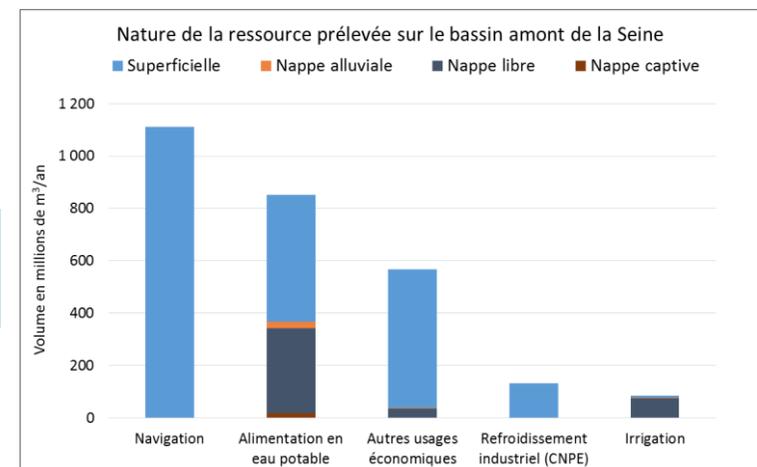
Ainsi, la présence ou non de grands cours d'eau et de zones avec des disponibilités en eau superficielle importantes ou non a depuis tout temps façonné l'occupation du sol par l'homme pour arriver à celle que l'on connaît aujourd'hui. La tectonique des plaques et la dynamique de mise en place des formations géologiques ainsi que leurs caractéristiques aquifères ou imperméables sont donc le principal moteur de l'hydrographie et de l'hydrologie actuelles, ainsi que de l'occupation humaine du territoire.



2.4 Les usages de l'eau

Un certain nombre d'[usages de l'eau](#) sont présents sur le territoire. Les [prélèvements d'eau](#) associés à ces usages influencent le fonctionnement hydrologique du territoire.

L'analyse des prélèvements a montré 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.



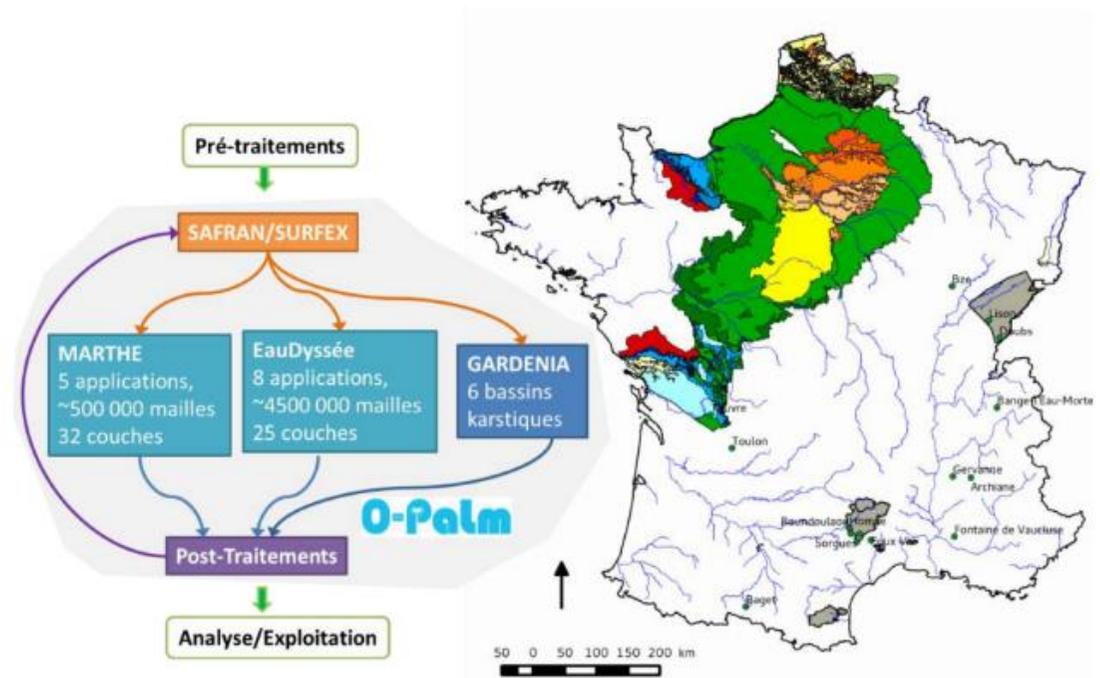
3 CARACTERISATION DES ETIAGES SEVERES PASSES ET FUTURS

3.1 Les données mobilisées

De nombreuses données issues de différents organismes publics et privés ont été mobilisées dans le cadre de cette étude :

- des données cartographiques d'occupation du territoire. Il est notamment possible de citer les données d'organismes comme l'[IGN](#) ou le [BRGM](#) ;
- des données de l'hydrologie actuelle ([DREAL](#), [DRIEAT](#), EPTB Seine Grands Lacs) ;
- des données de l'hydrologie passée. Il s'agit de reconstitutions de débits naturels passés, issues des travaux de recherche de l'EPTB Seine Grands Lacs (études des sociétés SOGREAH et Hydratec), du [CERFACS](#) (modèle AQUI-FR) et de l'[INRAE](#) (analyse FYRE Hydro) ;
- de données de l'hydrologie future ([CECI](#), [CERFACS-CNRS](#))
- de données du climat actuel et passé (Météo France) ;
- de données du climat futur ([GIEC](#) et scénarios [DRIAS](#)) ;
- de données de qualité d'eau actuelle et passée ([Naiades](#)) ainsi que les travaux menés par le [PIREN Seine](#).
- les assiettes de redevances de l'[AESN](#)

Des échanges avec un certain nombre d'interlocuteurs, dont des usagers, ont également eu lieu, afin de recueillir des informations ou d'en préciser certaines concernant le bilan hydrologique des activités.



3.2 Les étiages sévères du passé

Sur la base des données de reconstitution des débits naturels du passé (données du modèle AQUI-FR principalement), plusieurs indicateurs ont été utilisés et ont permis la sélection de 4 étiages sévères représentatifs, que soit en termes d'intensités ([VCN10](#) et [QMNA5](#) notamment) que de durées.

Les 4 étiages retenus correspondent à ceux de :

- **1921** : étiage précoce, intense, long et tardif, de plus de 28 ans de temps de retour en termes d'intensité (VCN10 présentant statistiquement une chance sur 28 d'arriver chaque année) ;
- **1949** : étiage précoce, intense et long, de plus de 23 ans de temps de retour ;
- **1976** : étiage précoce, intense et court, de plus de 18 ans de temps de retour ;
- **1991** : étiage intense, court et récent, de plus de 15 ans de temps de retour.

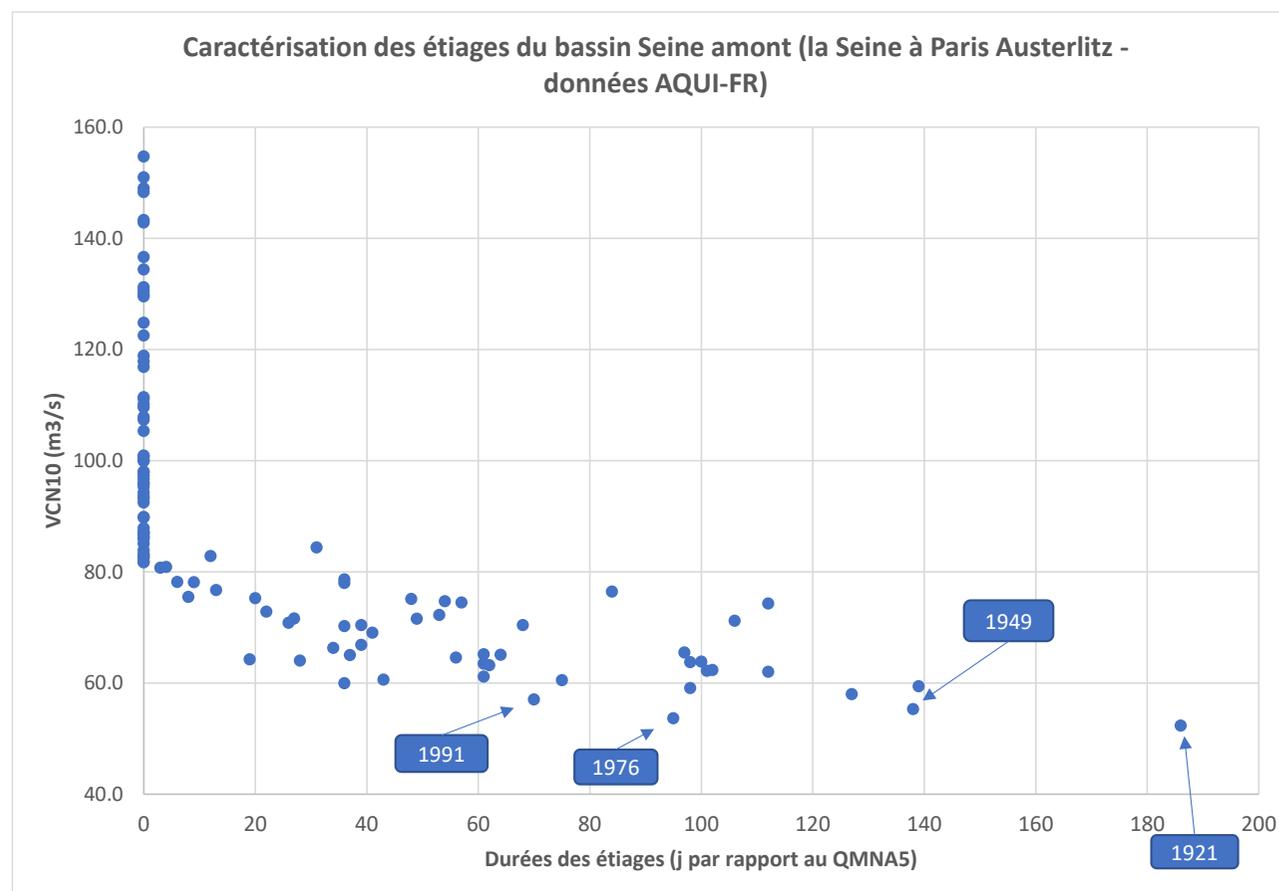


Figure 1 : Distribution des étiages à Paris Austerlitz (données AQUI-FR)

L'analyse des [données piézométriques](#) et hydrologiques des 4 étiages a ainsi montré que la dynamique « naturelle » de mise en place des étiages sévères du bassin dépend :

1. des précipitations sur l'amont du bassin (zone productive) ;
2. de la durée de l'étiage ;
3. du niveau piézométrique de la zone centrale correspondant à la nappe de la craie (zone capacitive), qui est lui-même fonction :
 - de la recharge hivernale des années N-1 et N-2 ;
 - de la recharge hivernale des années précédentes.

A cette dynamique naturelle s'ajoutent bien entendu les effets anthropiques (prélèvements, canaux...).

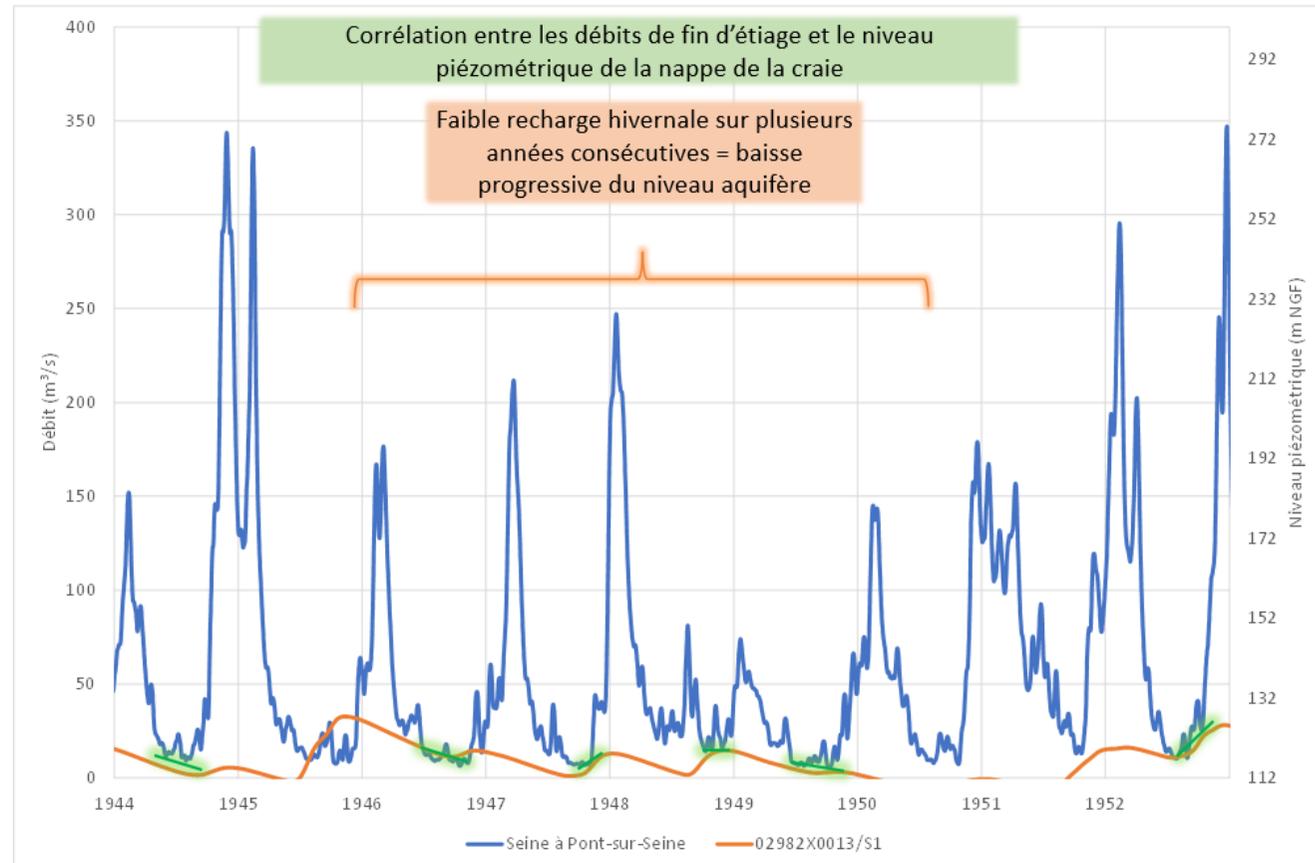
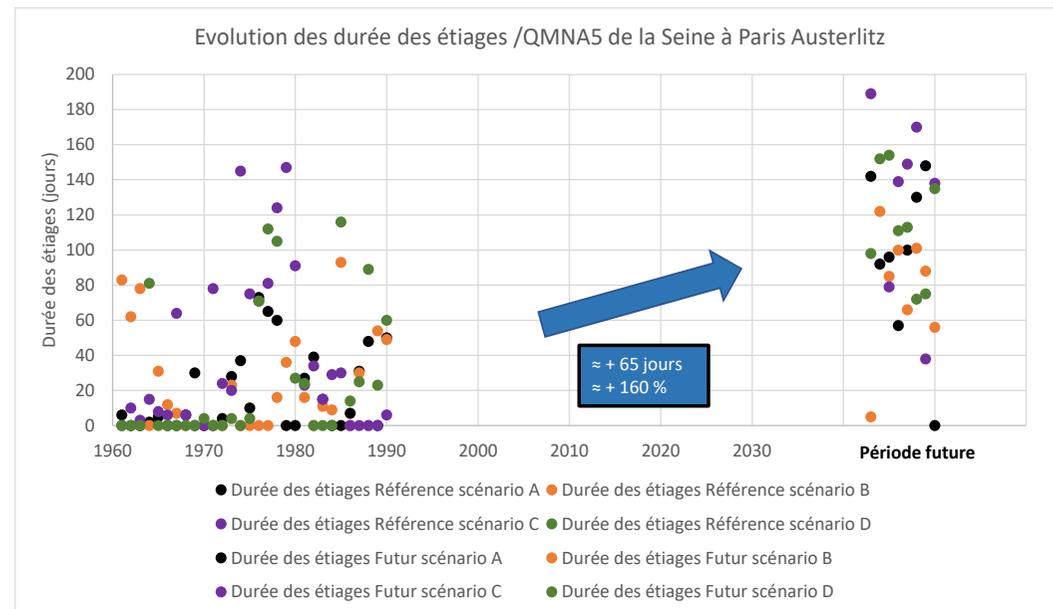
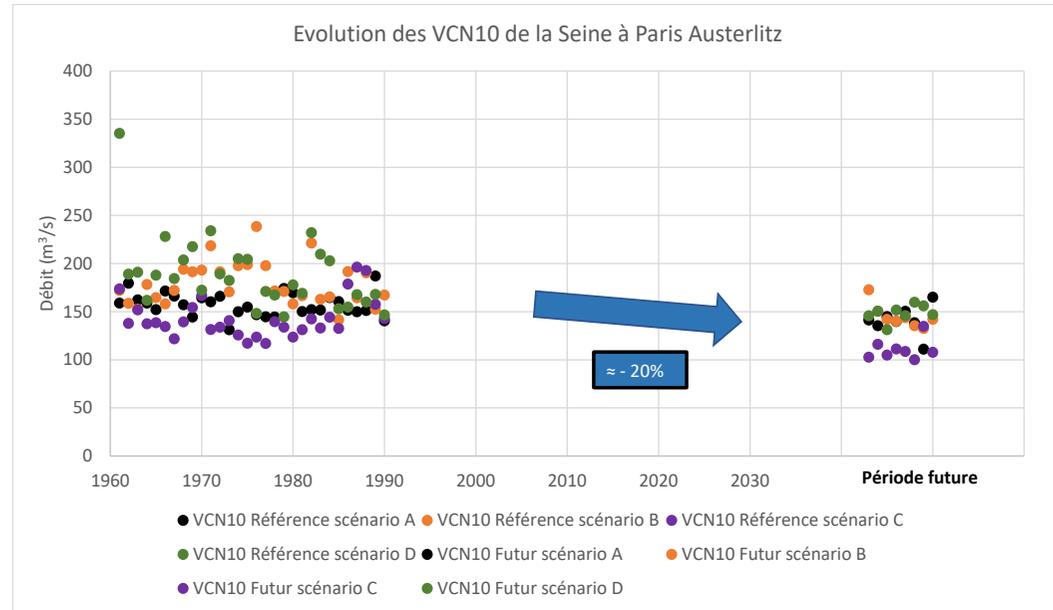


Figure 2 : La géologie du bassin versant détermine les mécanismes du régime hydrologique. Le suivi piézométrique de la zone capacitive offre un potentiel d'anticipation des risques d'étiage à venir.

3.3 Les étiages du futur

Sur la base des données des débits futurs disponibles et des incertitudes associées, **une baisse globale des débits d'étiage de l'ordre de 20 %** semble à prévoir, avec un **allongement potentiel de la durée des étiages jusqu'à +65 jours**. Ainsi, les étiages extrêmes reconstitués du passé devraient devenir de plus en plus fréquents par le futur.

A noter que les données disponibles, au démarrage de cette étude, correspondant à de courtes périodes de débits futurs (épisodes de 6 ans) comparativement à des périodes longues passées (ici des périodes statistiques de 30 ans) non calibrées sur des données mesurées, et issues de différents modèles, limitent la représentativité statistique à des comparaisons relatives. Les évolutions présentées comportent donc de nombreux biais statistiques. **Il s'agit ainsi uniquement d'ordres de grandeurs sur la base des données disponibles.**



3.4 La qualité d'eau

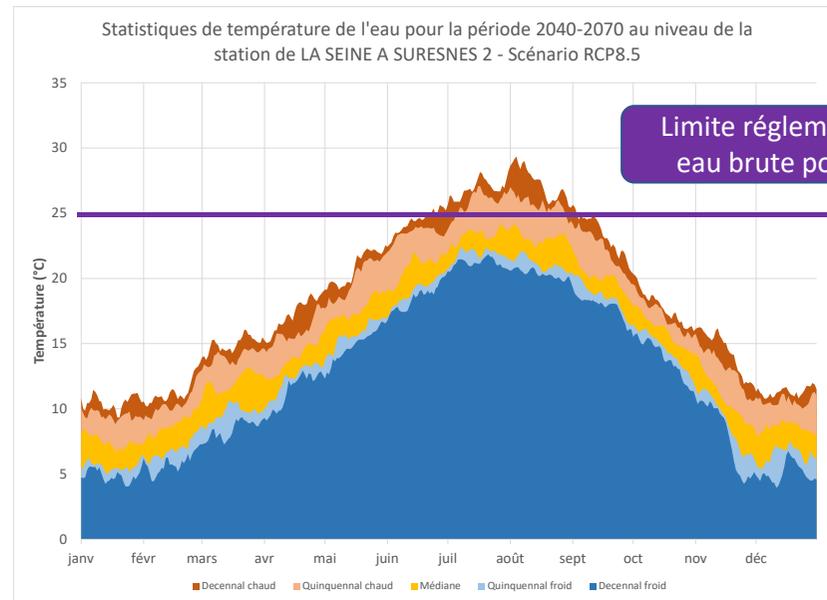
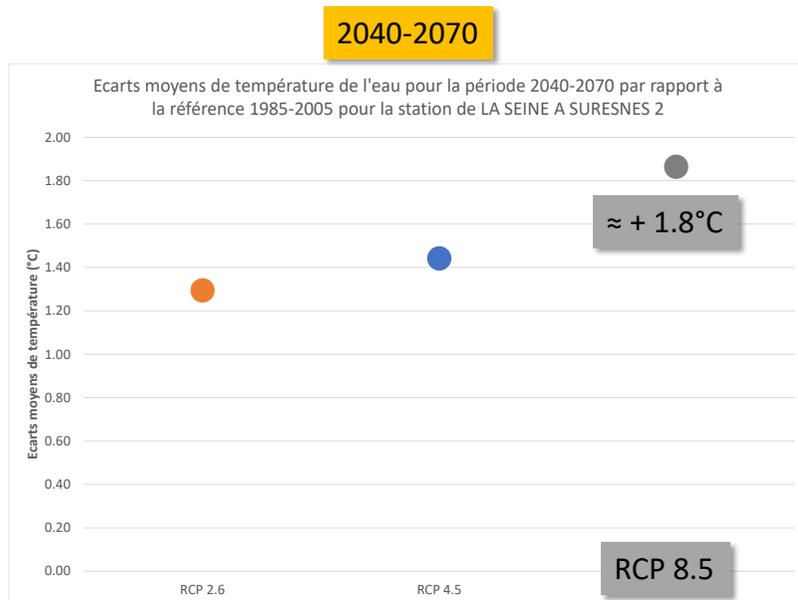
3.4.1 La température de l'eau

L'évolution de la température de l'eau est susceptible d'avoir un impact sur de nombreux usages (production d'eau potable, rejets du [CNPE](#) de Nogent-sur-Seine notamment) ainsi que la vie biologique (seuils d'acceptabilité des espèces présentes).

De nombreux facteurs environnementaux sont susceptibles d'influencer la température de l'eau. Le principal, surtout pour les grands fleuves et les grandes rivières, correspond à la température de l'air, les autres facteurs n'influençant qu'à la marge. Il est ainsi possible sur la base d'une relation température de l'air/température de l'eau de reconstituer des chroniques passées et futures au niveau de stations disposant de chroniques actuelles de la température de l'eau.

L'analyse des données actuelles ainsi que la modélisation des données futures, sur la base des données de climatologie future (DRIAS) montrent des augmentations de la température de l'eau et des périodes variables sur le périmètre de l'EPTB, allant jusqu'à +1,5 à +2,3 °C selon les scénarios, ainsi que des dépassements fréquents de la limite réglementaire pour les eaux brutes captées pour l'alimentation en eau potable de 25°C (une année sur 5 à une année sur 10), en aval du périmètre de l'EPTB.

2040-2070			
Partie du bassin	Amont périmètre EPTB		Aval hors périmètre EPTB
	Aval périmètre EPTB		Aval hors périmètre EPTB
Augmentation moyenne annuelle (°C)	+0,4 à +0,6		+1,2 à +1,9
Augmentation maximale mensuelle (°C)	Mai à novembre +0,4 à +0,7		Mai à novembre +1,5 à +2,3
Périodes de températures maximales	Près de 16°C en juillet et août decennal chaud		Supérieure à 25°C en juillet et août quinquennal et decennal chaud



3.4.2 L'oxygène dissous

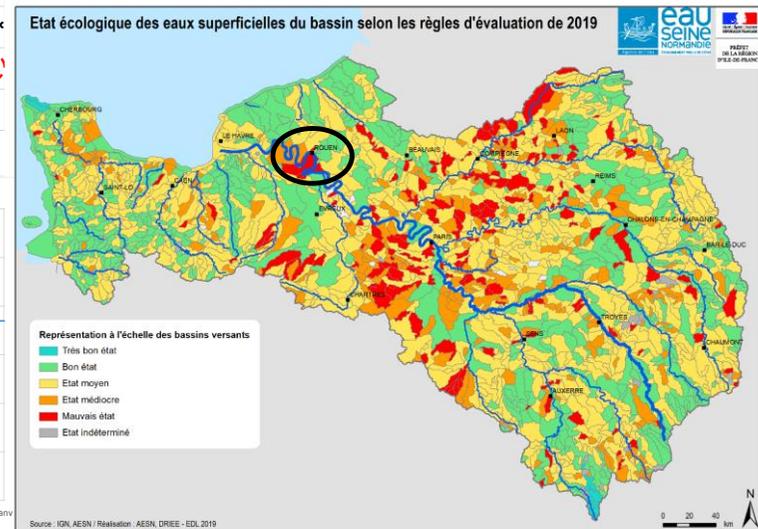
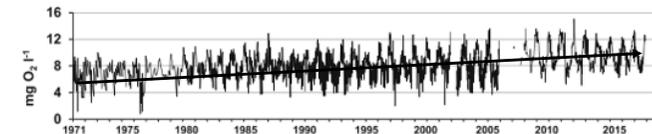
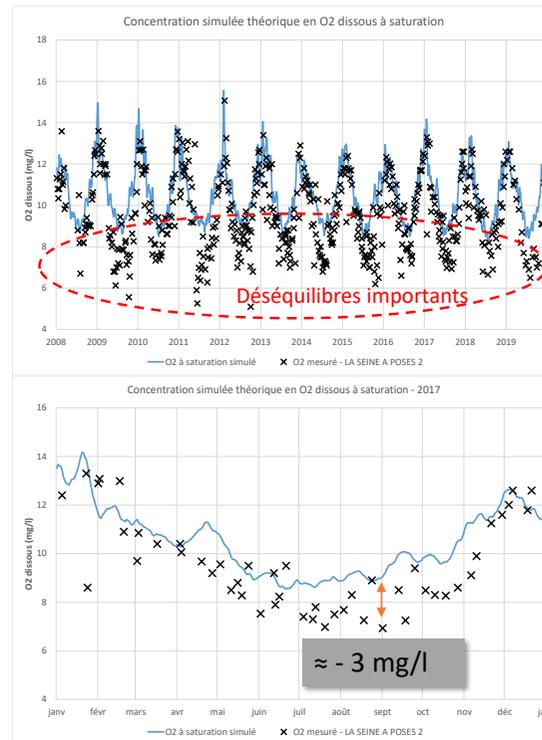
La concentration en oxygène dissous de l'eau constitue l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. L'oxygène dissous dans les eaux de surface provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques. La concentration en oxygène dissous peut être exprimée en mg d'O₂ par litre ou en % de saturation en oxygène.

Un déséquilibre des mesures réalisées sur le terrain par rapport à l'état de saturation théorique indique un déséquilibre du système, en général lié aux activités anthropiques (rejets de station d'épuration, apports par lessivage des sols...).

La teneur à saturation de l'eau en oxygène dissous est très fortement liée à la température de l'eau et donc indirectement à la température de l'air (voir page précédente). Sur la base des simulations de températures de l'eau effectuées précédemment, il est donc possible de déterminer avec précision à l'échelle journalière et pour les différentes stations de suivi de la température de l'eau, les valeurs actuelles d'oxygène à saturation et d'identifier les éventuels dysfonctionnements (écarts par rapport à cette valeur), mais aussi d'apprécier l'évolution future du taux d'oxygène dissous.

Les résultats obtenus montrent des baisses pour le futur allant jusqu'à -0,5 mg/l et des valeurs atteignant les 8 mg/l pour la partie aval. Peu de problèmes sont cependant identifiés sur le périmètre de l'EPTB. Les dysfonctionnements apparaissent en aval des rejets de l'agglomération parisienne (station de Poses), malgré une nette amélioration ces dernières décennies.

Ces baisses prévisionnelles pour la Seine à Poses (maximum mensuel de -0,5 mg/l pour la période 2040-2070) restent faibles par rapport aux baisses liées aux effets anthropiques directs qui peuvent atteindre plus de 2 à 3 mg/l malgré des teneurs en nutriments en fortes baisses. **Les valeurs les plus faibles sont simulées pour le mois d'août.**



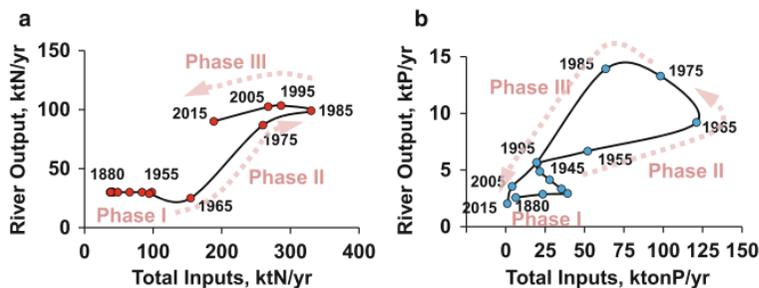
3.4.3 Azote et phosphore

Concernant les apports en azote et phosphore les études menées par le PIREN Seine montrent que les apports à la Seine en azote proviennent principalement des sols des bassins versants amont et sont donc d'origine agricole. A l'inverse, les apports en phosphore sont majoritairement issus des rejets urbains et plus spécifiquement de l'agglomération parisienne (en aval du périmètre de l'EPTB).

Concernant les pratiques agricoles, 3 phases historiques ont eu lieu sur le bassin de la Seine :

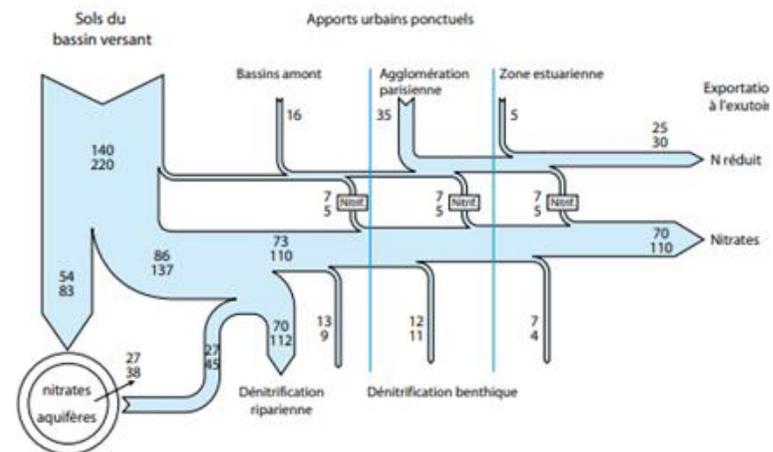
- une *phase I*, du milieu du XIXe au début du XXe siècle correspondant à une augmentation modérée des [intrants](#) et une absorption par les processus de rétention (stockage dans le sol, [la zone non saturée](#) et les aquifères) ;
- la *phase II*, courte de 1950 à 1975 caractérisée par une augmentation importante des apports en nutriments avec une réponse visible au niveau du fleuve ;
- la *phase III*, de réduction des intrants, avec une réponse, fortement tamponnée pour l'azote du fait de l'importance des sources diffuses (apports agricoles sur de grandes surfaces), et retardée pour le phosphore dans la mesure où les sources ponctuelles sont réduites aux apports d'engrais bien qu'un potentiel stock soit encore présent dans les sédiments des cours d'eau.

Ces mécanismes empêchent une amélioration rapide des concentrations dans les cours d'eau. Les réponses aux changements des pratiques agricoles peuvent ainsi être retardées de plusieurs décennies.



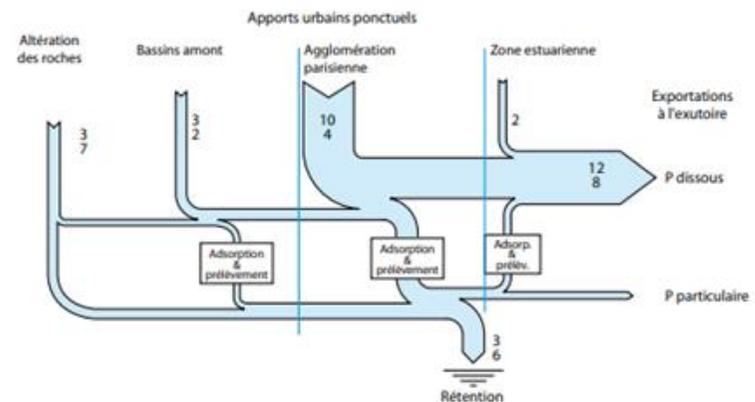
Bilan d'azote de la Seine 10³ tonnes N par an

1996 - 2001



Bilan de phosphore de la Seine 10³ tonnes P par an

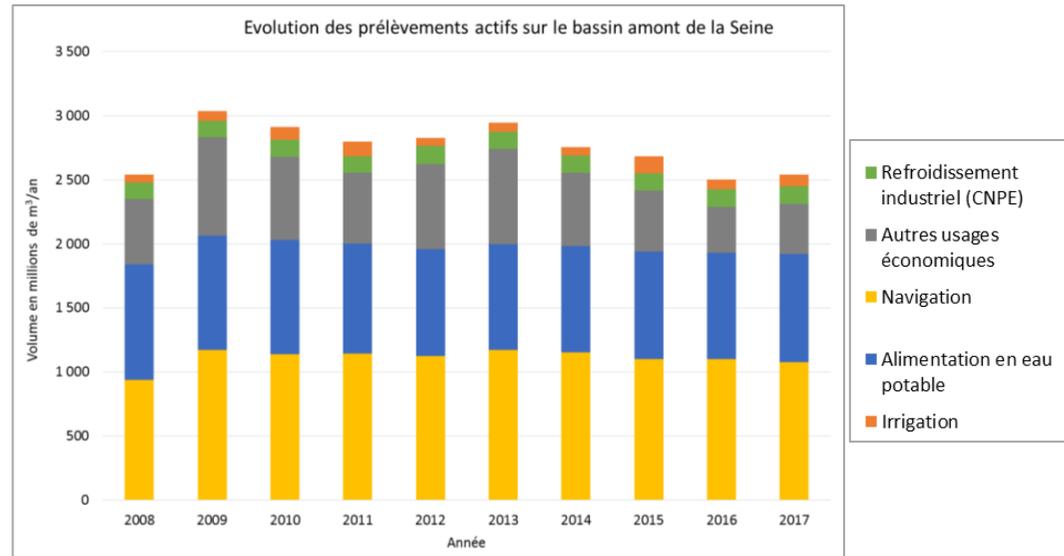
1996 - 2001



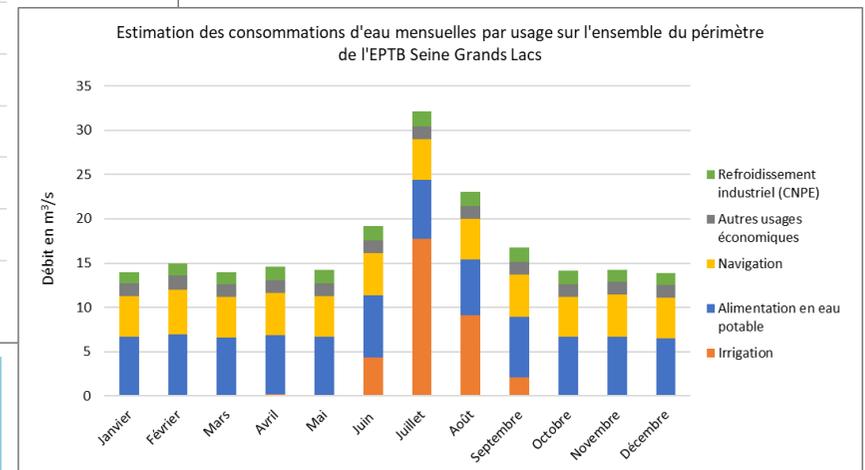
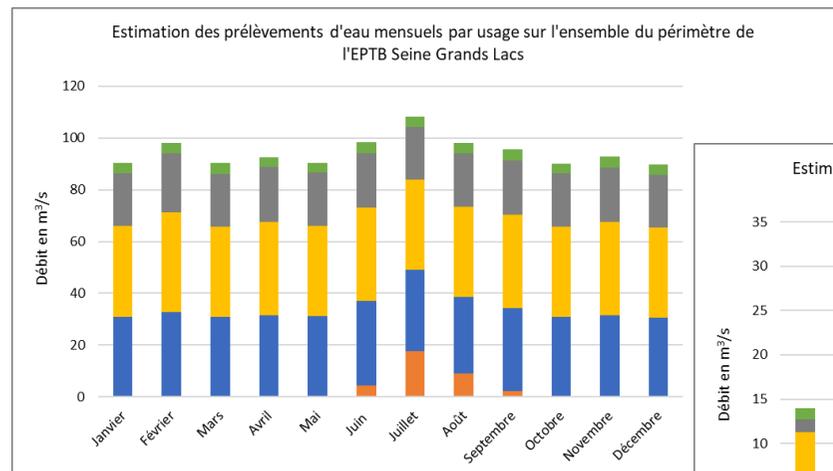
4 LES USAGES ET LEURS IMPACTS

4.1 Bilans hydrologiques actuels

Globalement, les prélèvements totaux sur le bassin amont de la Seine sont constants sur la période 2008-2017, mais des hétérogénéités s'observent selon l'usage. Les prélèvements pour le refroidissement industriel et l'alimentation des canaux (navigation) ont faiblement augmenté (en moyenne, de moins de 2 %/an) et ceux pour l'[AEP](#) 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).



Pour mieux cerner l'impact des usages sur la ressource en eau, un premier bilan hydrologique a été dressé, reconstituant une répartition moyenne annuelle des prélèvements actuels, à partir duquel un second bilan hydrologique a été dressé, chiffrant cette fois les [consommations](#) moyennes annuelles.



La répartition moyenne annuelle des prélèvements reflète la saisonnalité des besoins en eau des usages. La répartition moyenne annuelle des consommations représente leur impact quantitatif sur la ressource en eau.

4.2 Les impacts

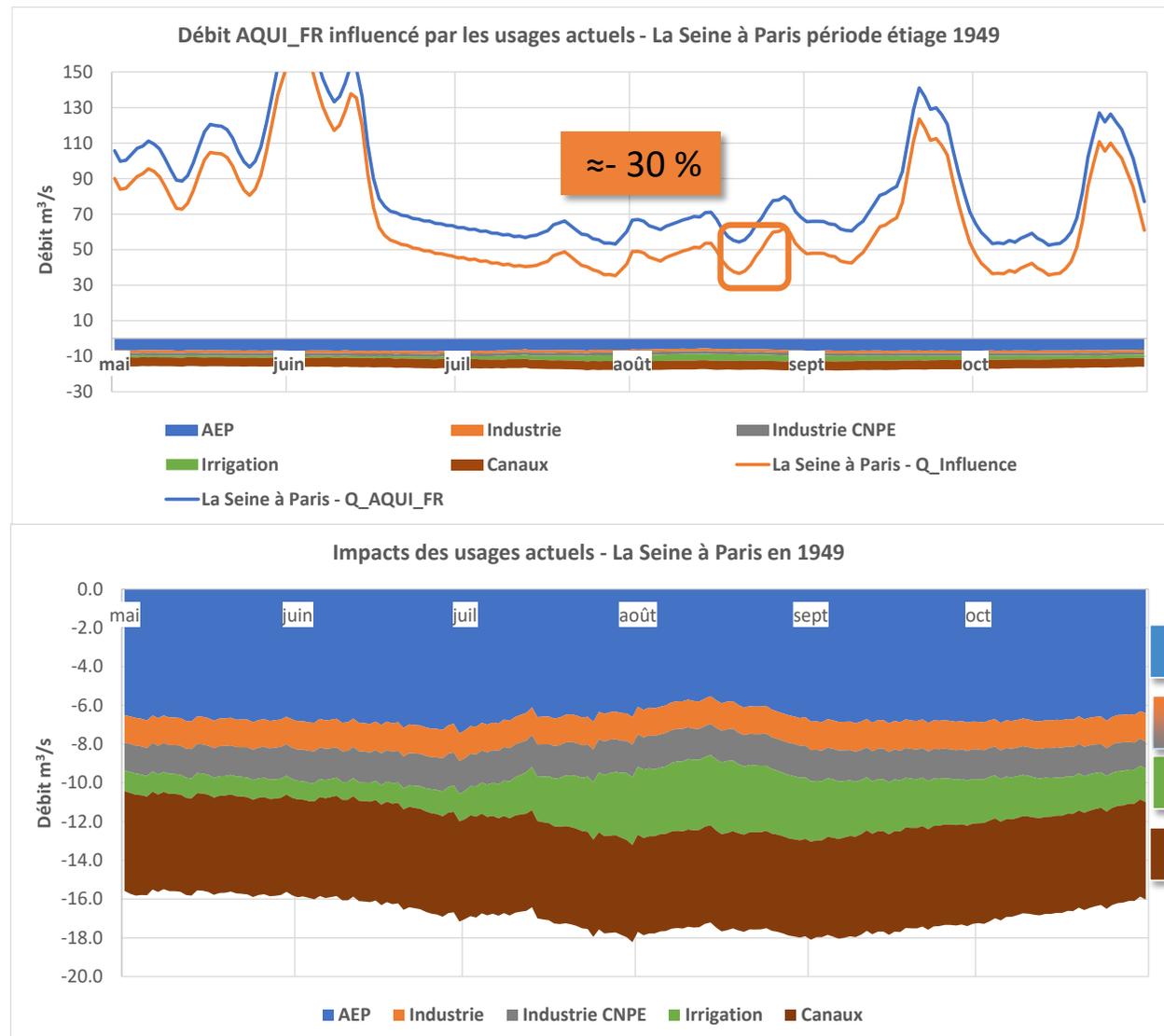
Les résultats obtenus pour les calculs d'impacts des usages montrent en période d'étiage, des rapports variables du poids de chacun des usages sur le débit naturel des cours d'eau (AEP, industrie, irrigation, canaux) selon les axes réalimentés.

D'une façon générale, en aval du périmètre de l'EPTB Seine Grands Lacs, à Paris-Austerlitz, **le poids des usages actuels représente jusqu'à 30 % du débit naturel de la Seine.** Les impacts des usages (décomposition des 30 %) sont constitués pour environ :

- 35 % de dérivation de canaux ;
- 35 % d'alimentation en eau potable ;
- 15 % d'irrigation ;
- 15 % d'industrie (CNPE compris qui représente environ 7 %).

Les poids maximums de ces usages s'expriment sur la période de **début juillet à fin septembre.**

Du fait de la très forte inertie de certains systèmes aquifères comme celui de la craie ou de la nappe de la Beauce, des impacts non négligeables sur les débits sont ressentis tout au long de l'année et correspondent à l'atténuation de l'impact des prélèvements des années antérieures.



5 LES ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES

5.1 La vulnérabilité des usages aux épisodes secs

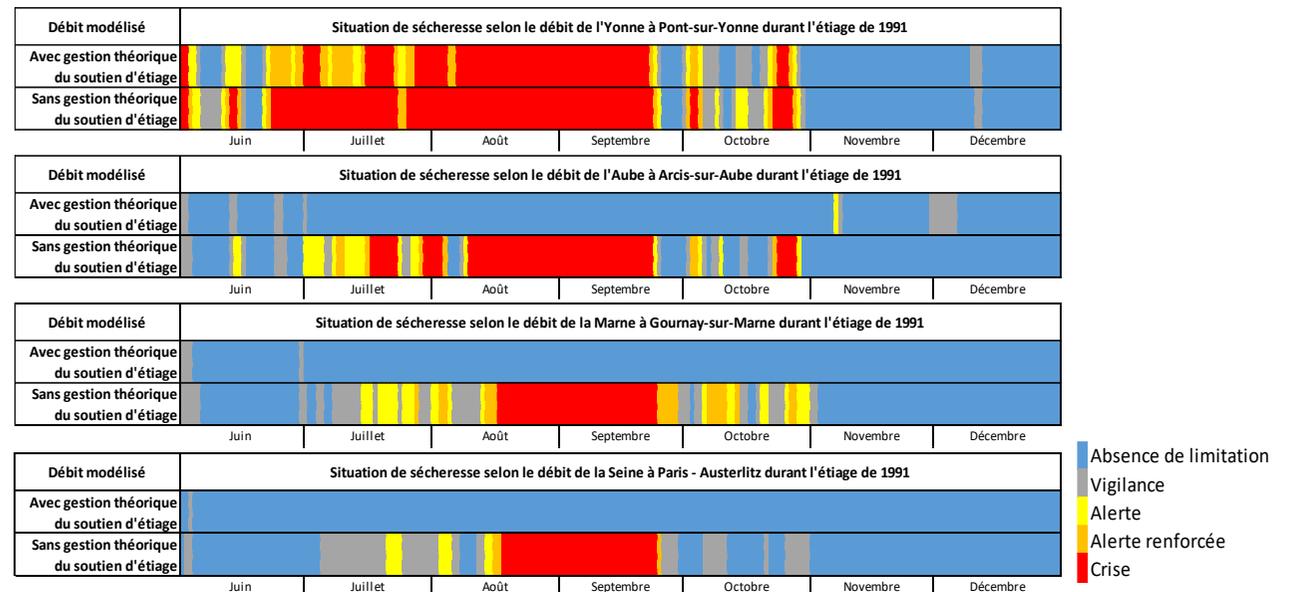
Les seuils affectant les usages sont principalement ceux qui, dans les arrêtés-cadres sécheresse, permettent de définir les périodes de vigilance, alerte et crise, auxquelles sont associées des mesures de restriction. Dans certains cas particuliers, d'autres seuils peuvent intervenir, notamment pour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

En considérant que, par définition, la vulnérabilité des enjeux exprime la potentialité d'être impactés par un aléa, la vulnérabilité des usages (les enjeux) aux épisodes secs (l'aléa) a été déterminée en fonction des seuils franchis dans chaque scénario d'étiage sévère.

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
AEP		Diminution progressive des prélèvements

Pour un étiage sévère comme celui de 1991, sans soutien d'étiage, le débit des axes réalimentés aurait imposé de prendre des mesures de limitation voire de suspension des usages afin de préserver la ressource, même jusqu'à Paris. Sur l'Yonne, suivant les hypothèses retenues, la faible hydrologie et la faible capacité de déstockage du lac-réservoir de Pannecièrre expliquent que la situation change peu avec et sans soutien d'étiage.

D'une manière générale (excepté sur l'Yonne), le soutien d'étiage permet de diminuer la fréquence des situations de crise et donc la vulnérabilité des usages aux étiages sévères.



5.2 L'incidence des étiages sévères passés

L'évaluation socio-économique permet de donner un chiffrage des incidences des étiages sévères. Elle s'effectue en croisant (1) les mesures ou contraintes qui s'appliquent à chaque type d'usage en cas de crise et (2) le dimensionnement socio-économique des différents usages de l'eau dont toute ou partie de l'eau utilisée provient des axes réalimentés et leurs nappes d'accompagnement.

Le tableau ci-dessous présente les impacts socio-économiques pour les étiages de 1921 et 1991.

Usages de l'eau	Indicateur d'enjeu	Indicateur d'impact	Étiage de 1921		Étiage de 1991	
			Sans soutien d'étiage	Avec soutien d'étiage	Sans soutien d'étiage	Avec soutien d'étiage
Irrigation	1 790 ha théoriques irrigués 2,8 millions d'€/an de marge brute	Nombre maximum de jours sous le seuil de crise	Jusqu'à 184 jours de crise	Jusqu'à 180 jours de crise	Jusqu'à 129 jours de crise	Jusqu'à 106 jours de crise
Navigation et activités sur les canaux (hors marchandise)	11 millions d'€ de retombées économiques sur le canal du Nivernais et latéral à la Marne Autour de 110 000 usagers sur les canaux de la ville de Paris	Pertes sur le canal du Nivernais et latéral à la Marne	7,2 millions d'€	6,6 millions d'€	7,2 millions d'€	6,1 millions d'€
CNPE	640 millions d'€/an d'électricité vendue en gros	Pertes de vente	150 millions d'€	Aucune perte	90 millions d'€	Aucune perte
Industrie (dont la production d'hydro-électricité)	350 000 emplois de l'industrie préleveuse et/ou desservie en eau potable	Pertes de valeur ajoutée pour l'industrie	8,5 milliards d'€	3,2 milliards d'€	4,2 milliards d'€	170 millions d'€
AEP	Valeur ajoutée de 37 milliards d'€/an	Risques de pertes de valeur ajoutée pour les activités de service	Jusqu'à 1 milliard d'€/j	Jusqu'à 910 millions d'€/j	Jusqu'à 1 milliard d'€/j	Jusqu'à 46 millions d'€/j
	6,4 millions d'habitants desservis 3,4 millions d'emplois de services desservis en eau potable					
	Valeur ajoutée de 376 milliards d'€/an					

Les écarts constatés entre les scénarios sans et avec soutien d'étiage traduisent l'activité sécurisée par le soutien d'étiage.

Rappelons que les mesures prises par arrêté sécheresse servent à prévenir d'éventuelles difficultés des usages de l'eau et à garantir au maximum l'AEP et le maintien des autres usages prioritaires (vie biologique, sûreté nucléaire). Les restrictions concernent d'abord les usages industriels (issus de prélèvements spécifiques ou raccordés aux services d'eau) et agricoles.

5.3 La répartition des enjeux

L'identification des usages de l'eau et le dimensionnement socio-économique qui en a été fait pour les besoins de l'étude montrent que la répartition des enjeux socio-économiques est assez hétérogène sur les axes réalimentés, mais, qu'ils tendent à se concentrer aujourd'hui là où le soutien d'étiage offre un bon niveau de protection. En effet, le soutien d'étiage offre un bon niveau de protection sur la quasi-totalité de la Seine, l'Aube et la Marne avec une réduction jusqu'à 100% du nombre de jours sous le seuil de crise. Sur l'Yonne, où le soutien d'étiage n'aurait pas permis la tenue des objectifs en cas d'étiage sévère, les enjeux susceptibles d'être impactés sont moins nombreux et principalement liés à l'assainissement et à la navigation sur le canal du Nivernais.

D'une manière générale, le soutien d'étiage permet d'éviter, en cas d'hydrologie très défavorable, des incidences socio-économiques significativement lourdes, excepté sur l'Yonne où le soutien d'étiage est réduit.

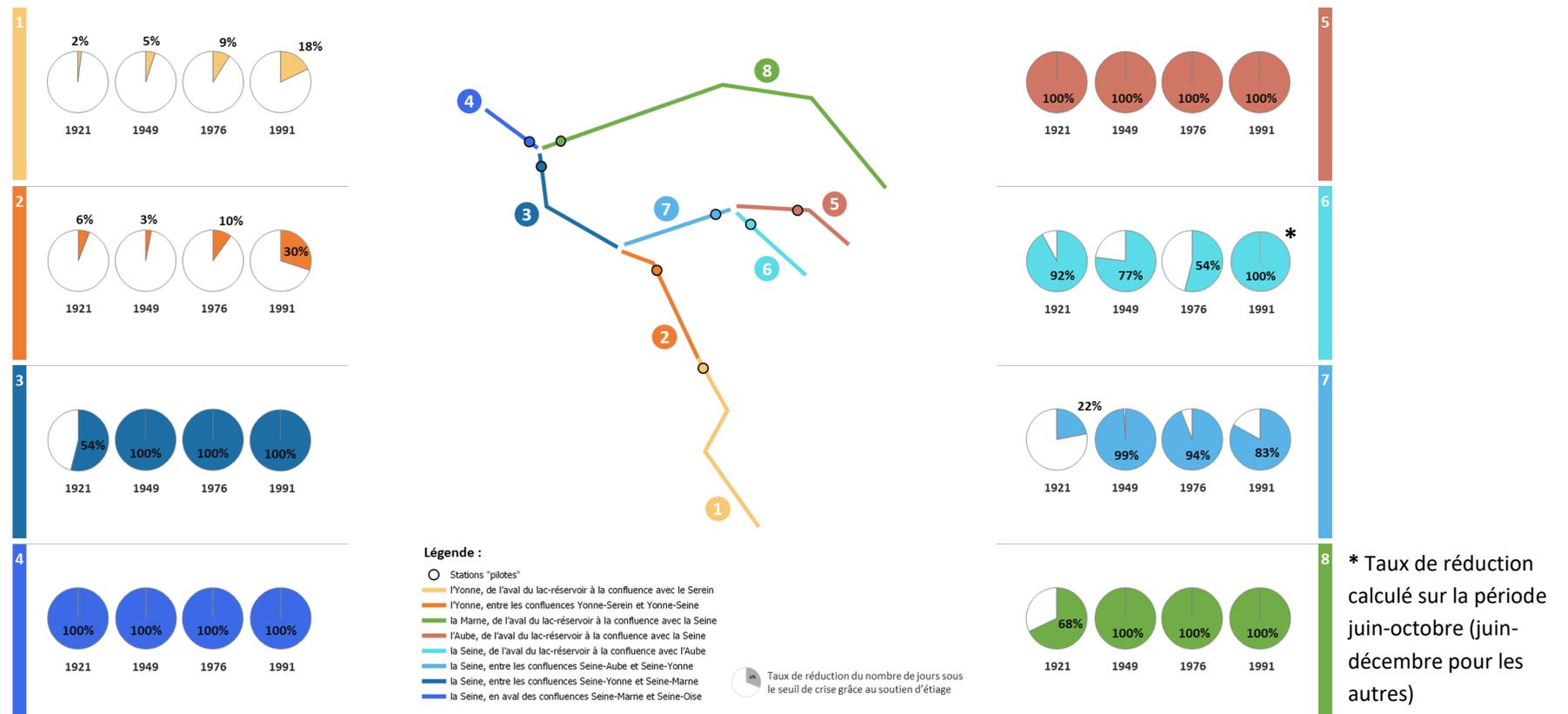


Figure 3 : Taux de réduction du nombre de jours sous le seuil de crise grâce au soutien d'étiage

5.4 Evaluation de la robustesse du dispositif de soutien d'étiage en situation actuelle : sensibilité au remplissage

Un scénario de soutien des débits en année exceptionnellement sèche **doit nécessairement se préoccuper du stock disponible** pour ce soutien d'étiage. Un test de sensibilité des résultats à ce taux de remplissage a donc été systématiquement réalisé pour les 9 points cibles et les 4 scénarios d'étiages sévères. Différentes hypothèses de remplissage ont été fixées en % du volume utile pour tous les ouvrages concomitamment avec des tests de variation de la tranche d'exploitation entre 100% et 10% par pas de 10% pour un scénario de tranche de réserve actuelle (100%). Les résultats sont analysés sur la période de juin à octobre.

Le diagramme résultant montre le nombre de jours de crises issues de ces hypothèses. Une couleur rouge traduit un nombre important de nombre de jour sous le seuil de crise.

Le diagramme montre une situation de défaillance fréquente sur l'Yonne même avec un remplissage à 100%. Sur la Seine, la ressource devient problématique en étiage sévère (situation de crise avérée) pour des remplissages inférieurs à 40%. Sur l'Aube et la Marne, le risque est moins élevé avec un seuil abaissé à 20% de remplissage. **Depuis la mise en service des lacs-réservoirs, un taux de remplissage de 70% a toujours été garanti (hors gestion pour travaux ou inspections).**

Scénario du passé		10%				20%				30%				40%				50%				60%				70%				80%				90%				100%			
Nbre de jours sous DCR de juin à octobre		1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991
Marne	Goumay-sur-Marne	50	77	52	32	27	23	27	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aube	Arcis-sur-Aube	84	114	103	68	60	76	63	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Seine	Mery-sur-Seine	5	1	4	2	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pont-sur-Seine	119	127	121	107	110	116	107	86	82	105	95	64	55	67	57	42	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	2	2
	Saint-Fargeau-Ponthierry	54	84	63	46	42	53	37	40	25	25	23	28	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Alfortville	54	88	65	42	38	58	48	40	25	31	23	27	7	7	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Paris Austerlitz	29	42	34	30	11	10	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yonne	Gurgy reconstitué	189	143	118	128	137	142	117	126	136	140	116	122	136	137	116	120	132	135	116	116	127	134	113	115	122	131	109	112	117	127	108	109	112	121	105	105	103	114	104	97
	Pont-sur-Yonne	85	104	90	71	82	100	88	67	78	93	87	62	74	86	81	56	69	79	80	54	64	72	78	53	61	61	70	50	55	53	60	49	48	44	51	41	39	33	38	38

Figure 4 : Nombre de jours sous le débit de crise (DCR) sur la période juin-octobre simulés en fonction du taux de remplissage de la tranche d'exploitation pour les étiages sévères passés

5.5 Test des règles de gestion actuelles des lacs-réservoirs pour les étiages futurs (2050) avec des hypothèses de remplissage variables

Il s'agit dans cet exercice de tester la vulnérabilité de la gestion dans des conditions hydrologiques extrêmes aggravées par le changement climatique (-20% de débit d'étiage et augmentation des consommations) en considérant différents scénarios de remplissage de 10% à 100% de la tranche d'exploitation.

Le diagramme montre clairement une aggravation du risque sur toute les stations avec un maintien de contrastes territoriaux importants mais avec les nuances suivantes :

- Peu de risque sur la Marne et l'Aube au-dessus de 40% de remplissage
- Risque fort sur la Seine mais hétérogène, avec aggravation de l'amont vers l'aval
- Risque systématique sur l'Yonne (remarque : non prise en compte du soutien d'étiage de la Cure)

En parallèle de besoins en eau accrus pendant la saison estivale, il est possible que le changement climatique entraîne des difficultés de remplissage des retenues. Ce risque n'a pas pu être quantifié dans le cadre de cette étude.

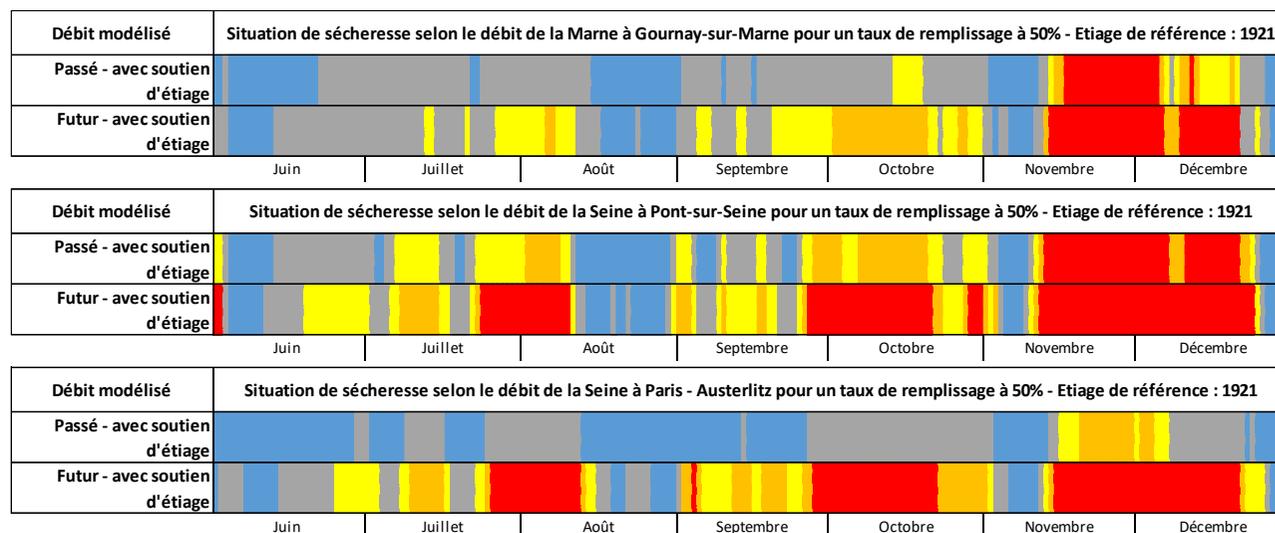
Scénario 2050		10%				20%				30%				40%				50%				60%				70%				80%				90%				100%				
Nbre de jours sous DCR de juin à octobre		1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	1921	1949	1976	1991	
Marne	Gournay-sur-Marne	116	116	114	73	88	107	91	48	53	76	53	35	12	14	27	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	
	Aube	Arcis-sur-Aube	113	125	112	87	77	108	91	62	33	30	28	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Seine	Mery-sur-Seine	63	0	3	1	7	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Pont-sur-Seine	137	133	128	121	127	125	120	105	115	111	107	76	85	90	80	54	48	5	2	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	2
	Saint-Fargeau-Ponthierry	78	107	82	55	57	90	67	46	42	55	38	37	21	21	21	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Alfortville	126	120	119	100	120	118	113	96	114	116	107	87	102	112	94	73	87	106	83	61	70	99	72	56	52	88	52	48	40	65	47	42	22	36	42	36	6	13	31	13	
	Paris Austerlitz	117	118	113	91	110	114	98	78	93	108	85	62	75	98	71	53	44	81	48	44	37	56	46	40	7	17	39	22	0	4	20	0	0	0	5	0	0	0	5	0	
Yonne	Gurgy reconstitué	142	148	124	133	141	147	122	133	140	146	119	130	139	146	119	129	137	144	117	126	136	141	116	122	134	139	116	119	130	137	116	115	123	133	110	112	117	129	108	108	
	Pont-sur-Yonne	103	118	97	93	101	116	97	89	95	114	96	82	92	105	94	75	83	101	91	72	79	95	90	65	74	88	84	57	69	77	82	55	64	67	77	53	56	54	65	50	

Figure 5 : Nombre de jours sous le débit de crise (DCR) sur la période juin-octobre simulés en fonction du taux de remplissage de la tranche d'exploitation pour les étiages sévères futurs (2050).

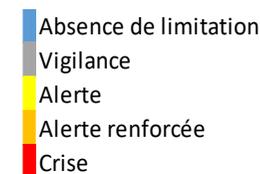
5.6 L'incidence des étiages futurs

La comparaison des projections du risque socio-économique par rapport à la situation actuelle, si l'on conserve aussi les règles de gestion actuelles, confirment une aggravation lourde des situations de crise, pour des scénarios d'étiages futurs. Les frises présentent la situation de 1921 aggravée.

En conservant les règles de gestion actuelles, le soutien d'étiage, simulé pour le scénario « 1921 » du futur, n'apporte plus le niveau de protection suffisant au maintien de l'ensemble des usages, pour un taux de remplissage simulé de 50%.



Le nombre de jours sous le seuil de crise et les impacts économiques potentiels associés restent significativement importants. Ces indicateurs sont supérieurs aux étiages passés pour la plupart des simulations futures et aux trois stations, comme le montre le tableau ci-dessous des impacts pour le scénario « 1921 » du futur à Paris.



Station "pilote"	Usages de l'eau	Indicateur d'enjeu*	Etiage de référence		1921		
			Taux de remplissage		50%	70%	80%
Paris - Austerlitz	Irrigation	53 ha	Impacts pour le temps futur				
	AEP (habitants desservis)	620 000 habitants	Nombre de jours de crise supplémentaires				
	Navigation et activités sur les canaux (hors marchandise)	Continuité du service, usage non impacté	81	44	37		
	CNPE	Usage non impacté	Pertes économiques globales en € (hors industries de services)				
	Industrie (dont la production d'hydro-électricité)	51 000 emplois 5 milliards d'€/an	2,4 milliards	630 millions	530 millions		
	AEP (industries de services desservis)	395 000 emplois 43 milliards d'€/an	Risques de pertes (en €/jour de crise) pour les industries de services				
			118 millions	118 millions	118 millions		

*Indicateur d'enjeu utilisé pour chaque usage	
Usages de l'eau	Indicateur d'enjeu
Irrigation	ha théoriques irrigués
AEP (habitants desservis)	Nombre d'habitants desservis en eau
Navigation et activités sur les canaux (hors marchandise)	Retombées économiques sur le canal latéral à la Marne
CNPE	Vente d'électricité en gros par an
Industrie (dont la production d'hydro-électricité)	Emplois de l'industrie préleveuse et/ou desservie en eau potable Valeur ajoutée
AEP (industries de services desservis)	Emplois de services desservis en eau potable Valeur ajoutée

6 PROPOSITION DE MESURES D'ADAPTATION

Sur le bassin versant de la Seine, le soutien des débits réalisé par l'EPTB Seine Grands Lacs permet de sécuriser les usages et la qualité des milieux aquatiques. Cependant l'implication de l'ensemble des acteurs du bassin est essentielle. Sur la base des éléments de cette étude et de l'analyse des statistiques de remplissage et déstockages du passé des lacs-réservoirs, plusieurs propositions d'adaptation peuvent être mise en avant. Ces politiques d'adaptation peuvent se répartir en deux familles :

- Celles qui relèvent du champ opérationnel de l'EPTB Seine Grands Lacs :
 - L'adaptation des courbes de gestion par rapport aux enjeux d'étiage et nouveaux règlements d'eau (exemple Pannecière 2015)
 - Des adaptations conjoncturelles liées à l'optimisation de la gestion des lacs-réservoirs face à des situations de crise ;
 - L'anticipation des risques interannuels par l'analyse hydrogéologique
- Celles qui relèvent d'une implication élargie de tout le bassin versant :
 - Économies d'eau et adaptation des usages
 - Planification des nouveaux prélèvements (volumes prélevables)
 - Révision des seuils de gestion
 - Actions pour la qualité des eaux

La mise en œuvre de ces propositions devrait être renforcée par l'expérience de l'étiage 2022 qui a mis en exergue de multiples vulnérabilités sur le territoire national. Concernant le bassin de la Seine, la protection apportée par l'action massive du soutien des débits, avec des retenues remplies à plus de 90%, masque cependant ce que l'on doit à cette gestion. Il est donc important de prévoir un volet d'explication et de communication de ce rôle protecteur mais aussi de ce que cela implique en termes de gestion des ouvrages (entretiens, adaptations des ouvrages, suivi estival, etc.). Cela suppose une bonne compréhension des enjeux et des éléments de diagnostic scientifique et socio-économique pour éclairer les décisions. Le débat s'organisera alors autour de la question du partage de l'eau en étiage entre usage et milieu, entre territoires et plus largement du partage des risques hydrologiques entre inondation et sécheresse.

Notons enfin que les volumes à disposition dans les lacs-réservoirs ne rendent pas ou peu pertinente l'hypothèse d'une augmentation des stocks sauf pour des objectifs locaux, non identifiés dans cette étude.

La vulnérabilité des lacs-réservoirs réside principalement dans la capacité, ou non, de réussir à les remplir. L'étiage de 1921 se caractérise par un hiver et un printemps extrêmement secs, limitant fortement les possibilités de remplissage des ouvrages. Avec des retenues remplies à moins de 30%, les dommages sont inévitables, mais peuvent être atténués si des mesures d'adaptation sont mises en œuvre.

7 CONCLUSIONS

Le bassin de la Seine bénéficie d'un potentiel de régulation des débits très important au travers de la gestion de ces 4 grands réservoirs qui cumulent un volume de 727 millions de m³ pour la gestion des étiages de juillet à octobre, auquel s'ajoute une tranche de réserve d'environ 55 millions de m³ pour les étiages tardifs de novembre à décembre. En situation hydrologique « normale », ces volumes sont largement suffisants pour satisfaire les objectifs de gestion en débit du bassin. Il est donc légitime et peu risqué d'augmenter les services rendus par ces ouvrages en renforçant leur fonction d'écrêtement des crues ou de sécurisation des étiages tardifs sans remettre en cause les performances du soutien d'étiage.

Néanmoins, les simulations de gestion des étiages sévères du passé (1921, 1949, 1976 et 1991) qui pourraient s'aggraver dans les scénarios climatiques du futur, permettent de tester la résistance du modèle actuel à une conjonction de crises : remplissage limité et étiage sévère. Ces tests détournent alors des configurations à très forts risques pour les milieux et les usages.

L'expertise produite dans cette étude montre que pour les axes réalimentés, le risque n'est pas lié à la capacité globale de stockage en volume (sauf pour l'Yonne) mais plutôt à la capacité de remplir ce stock.

Des situations de restrictions durables et intenses liées aux défaillances du soutien des étiages les plus sévères, perturberaient des activités génératrices de plusieurs milliards d'euros. En effet, l'analyse économique montre que le champ des activités économiques qui dépendent de la gestion des étiages est considérable : 6,4 millions d'habitants et leurs activités pour la fourniture de l'eau potable, 350 000 emplois industriels, une centrale nucléaire, la navigation et les usagers des canaux, l'irrigation de cultures.

Ces situations restent exceptionnelles et la probabilité du risque devra être confirmée par des travaux hydrologiques plus poussés. Néanmoins, cette probabilité augmente avec les changements climatiques et les scénarios aggravés testés peuvent être inscrits comme « entrant dans le champ des possibles » ce qui justifie une anticipation des réponses envisageables.

Une politique publique de gestion quantitative s'articule sur plusieurs piliers, qui sont :

- Les économies d'eau pour réduire la dépendance des usages et l'impact sur la ressource
- Une révision des objectifs de débit en rivière et une évaluation des risques environnementaux en cas de franchissement
- Une optimisation de la gestion des ressources existantes (ex : La Cure)
- Un renforcement du potentiel de régulation naturelle (recharge des nappes, zones humides, etc.)
- Nouveau stockage artificiel mais la séquence *Eviter, Réduire, Compenser* et les retours d'expériences des projets de territoire, nous invitent à ne retenir cette dernière option qu'une fois les autres voies explorées.

Cette politique se partage entre des mesures d'adaptations liées à l'optimisation de la gestion des lacs-réservoirs face à des situations de crise et des adaptations structurantes du territoire qui impliquent l'ensemble des acteurs du bassin versant de la Seine.

8 POUR EN SAVOIR PLUS ...

L'étude est disponible en ligne :

◆ 4 RAPPORTS D'ETUDE

◆ PHASE 1 : Caractérisation des étiages du bassin

- Caractérisation du bassin versant amont de la Seine
- Analyse et caractérisation des étiages historiques
- Analyse du panel d'évènements d'étiage représentatifs du « temps futur » dans la perspective du changement climatique
- Construction des outils de modélisation

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

- Analyse des données de prélèvements et de rejets
- Caractérisation de la vulnérabilité et de l'adaptation des usages face aux épisodes secs

◆ PHASE 3 : Evaluation des incidences socio-économiques et environnementales de certains étiages sévères

- Evaluation de l'effet des lacs-réservoirs et de l'empreinte des prélèvements et rejets sur les débits naturels
- Evaluation des incidences socio-économiques et environnementales des scénarios d'étiages

◆ PHASE 4 : Identification de pistes d'actions potentielles et synthèse

- Evaluation des règles de gestion actuelles des règlements d'eau des lacs-réservoirs
- Evaluation des règles de gestion envisagées dans le cadre de la révision des règlements d'eau des lacs-réservoirs
- Proposition de mesures d'adaptation

◆ SYNTHÈSE DE L'ETUDE

GLOSSAIRE

- **Aquifère** : Formation géologique, continue ou discontinue, contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau mobilisable, constituée de roches perméables (formations poreuses, karstiques ou fissurées) et capable de la restituer naturellement ou par exploitation (drainage, pompage). L'aquifère est le contenant (la roche où circule l'eau) et la nappe phréatique le contenu (l'eau qui circule dans la roche) – D'après Bureau de Recherches Géologiques et Minières
- **Consommations** : Part des prélèvements d'eau qui n'est pas restituée au milieu (c.-à-d. la différence entre les volumes prélevés et les volumes rejetés) – D'après Ecodecision
- **Ecrêtement de crue** : Action visant à diminuer le débit maximum de la rivière pendant une crue. Certains barrages sont spécifiquement conçus à cet effet – D'après Comité français des barrages et réservoirs
- **Etiage** : Période de plus basses eaux des cours d'eau et des nappes souterraines (généralement l'été pour les régimes pluviaux) – D'après Ministère chargé de l'environnement et Office Français de la Biodiversité
- **Grand cycle de l'eau** : Cycle naturel, cycle hydrologique ≠ petit cycle de l'eau correspondant au captage et traitement (si nécessaire) afin de la rendre potable (cycle artificiel) – D'après Office Français de la Biodiversité et Agences de l'eau, simplifié
- **Hydrogéologie** : Science des eaux souterraines, comprise dans les sciences de la Terre. L'hydrogéologie réunit la connaissance des conditions géologiques et hydrologiques et des lois physiques qui régissent l'origine, la présence, les mouvements et les propriétés dans les eaux souterraines, ainsi que les applications de ces connaissances aux actions humaines sur les eaux souterraines, notamment à leur prospection, à leur captage et à leur protection – D'après Bureau de Recherches Géologiques et Minières
- **Hydrographie** : Partie de la géographie physique qui traite des océans, des mers, des lacs et des cours d'eau. L'hydrographie désigne également l'ensemble des cours d'eau et lacs d'un territoire – D'après Office International de l'Eau
- **Hydrologie** : Etude des propriétés physiques, chimiques et biologiques des eaux situées à la surface de la Terre et au-dessous de cette surface, en particulier du point de vue de leur formation, de leur déplacement, de leur répartition dans le temps et l'espace et de leur interaction avec l'environnement inerte et vivant - D'après Météo France, simplifié
- **Intrants** : Produits apportés aux terres et aux cultures, qui ne proviennent ni de l'exploitation agricole, ni de sa proximité. Les intrants ne sont pas naturellement présents dans le sol, ils y sont rajoutés pour améliorer le rendement des cultures – D'après agriculture-nouvelle.fr
- **Niveau piézométrique** : Niveau atteint par l'eau en un point et à un instant donné dans un tube atteignant la nappe. Le niveau piézométrique peut être reporté sur une carte piézométrique. Certains forages non exploités servent à mesurer ce niveau, ce sont des

piézomètres. Ce niveau correspond à la pression de la nappe, il est généralement indiqué en mètres NGF (Nivellement général de France). Quand ce niveau dépasse le niveau du sol, la nappe est dite artésienne : l'eau est jaillissante. Les cartes piézométriques établies à partir de l'ensemble des données mesurées donnent une représentation graphique de la surface des nappes d'eau souterraines et permettent de suivre leur évolution dans le temps et d'identifier leur sens d'écoulement – D'après Bureau de Recherches Géologiques et Minières

- **Prélèvement d'eau** : Volumes d'eau douce extraits définitivement ou temporairement d'une source souterraine ou de surface et transportés sur leur lieu d'usage. Les données comprennent les prélèvements destinés à l'alimentation des réseaux de distribution, à l'irrigation, à la production industrielle et au refroidissement des centrales électriques. – D'après OCDE (2022), Prélèvements d'eau (indicateur). doi : 10.1787/99a9fc0a-fr (Consulté le 15 juin 2022)
- **Secondaire** : Ère géologique ayant duré de 251 à 65 Ma (millions d'années) et regroupant, le Trias, le Jurassique et le Crétacé – D'après dictionnaire de géologie
- **Soutien d'étiage** : Action d'augmenter le débit d'un cours d'eau en période d'étiage à partir d'un ouvrage hydraulique (barrage réservoir ou transfert par gravité ou par pompage...) - D'après Ministère chargé de l'environnement et Agence Française pour la Biodiversité
- **Tertiaire** : Période géologique de 65 Ma à 2,6 Ma. Avec le Quaternaire, elle forme le Cénozoïque – D'après le dictionnaire de géologie
- **Usages de l'eau** : Les activités et fonctions qui nécessitent, à un moment et en un lieu donné, une certaine quantité d'eau d'une qualité particulière, notamment les activités agricoles, industrielles, halieutiques, de loisirs et de transport, la production d'énergie, les usages domestiques (y compris l'eau potable) et les fonctions culturelles et écosystémiques liées à l'eau – D'après OCDE (2016), Recommandation du Conseil de l'OCDE sur l'eau
- **Zone non saturée** : Zone du sous-sol complètement saturée en eau (coexistence de l'eau et de l'air dans les interstices de la roche) au-dessus de la surface de la nappe libre ou les écoulements se font de manière verticale – D'après Bureau de Recherches Géologiques et Minières et Agence Française pour la Biodiversité

SIGLES ET ACRONYMES

- **AEP** : Alimentation en eau potable
- **AESN** : Agence de l'eau seine Normandie
- **BRGM** : Bureau de recherches géologiques et minières
- **CECI** : Unité de recherche du CERFACS – climat, environnement, couplages et incertitudes
- **CERFACS** : Centre européen de recherche et de formation avancée en calcul scientifique
- **CNPE** : Centre nucléaire de production d'électricité
- **CNRS** : Centre national de la recherche scientifique
- **DREAL** : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
- **DRIAS** : Données accès aux scénarios climatiques régionalisés français pour l'impact et l'adaptation de nos sociétés en environnements
- **DRIEAT** : Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports
- **GIEC** : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- **IGN** : Institut national de l'information géographique et forestière
- **INRAE** : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
- **Naïades** : Données sur la qualité des eaux de surface
- **PIREN Seine** : Programme interdisciplinaire de recherche sur l'eau et l'environnement du bassin de la Seine
- **QMNA5** : *Débit mensuel minimal ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassé une année donnée* – D'après Ministère chargé de l'environnement
- **VCN10** : *Plus faible débit moyen mesuré sur 10 jours consécutifs pour une période considérée (année, période d'étiage, mois)* – D'après Banque Hydro