

Annexe 3 : Avis du conseil scientifique du comité de bassin Seine-Normandie sur l'évolution des sécheresses et des risques associés dans les prochaines décennies, présenté en Comité de bassin le 10 octobre 2019.

**Avis du conseil scientifique du comité de bassin Seine-Normandie
sur l'évolution des sécheresses et des risques associés dans les prochaines décennies
(Présenté au comité de bassin le 10 octobre 2019)**

Le Conseil scientifique (CS), lors de son avis sur le SDAGE 2016-2021¹, avait alerté sur l'insuffisante prise en compte des risques liés au changement climatique, notamment en termes de sécheresse². Depuis, les avancées en termes de simulations sur la base des travaux du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) permettent de mieux apprécier ce risque et d'envisager des voies d'adaptation s'inscrivant dans le long terme (les principales études mobilisées pour produire cet avis sont récapitulées en annexe 1).

1. Les constats : des sécheresses qui devraient s'accroître sur un bassin dont les ressources sont peu abondantes au regard de sa population

La Seine est un fleuve de plaine, de régime pluvial océanique, recevant actuellement un peu moins de **800 mm d'eau par an en moyenne bien répartis dans l'année, ce qui est plus faible que les autres bassins français** (cf. annexe 2). Les conditions météorologiques (précipitations, humidité, rayonnement, vent) ainsi que l'occupation des sols conduisent à de **forts taux d'évaporation (70%)**. Ainsi seulement 30% des précipitations conduisent à l'écoulement sur le bassin et à la recharge des aquifères (contre 50% sur celui du Rhône). **Le bassin se caractérise par la présence d'aquifères très étendus et de grandes capacités qui régulent fortement les variabilités temporelles de l'hydrologie de surface et donnent accès à une ressource en eau en toute saison sur de larges zones du bassin.** En fournissant près de 80 % des débits naturels d'été, les eaux souterraines contribuent à réduire l'impact des sécheresses³.

Si historiquement le bassin Seine-Normandie a connu peu de situations de sécheresse comparé aux bassins Adour-Garonne ou Rhône-Méditerranée, et dispose de ce fait d'une **« culture de la sécheresse » assez peu développée**, certaines zones connaissent des tensions sur la ressource, par exemple la Beauce ou le bassin de l'Aronde. Ces zones où existent des déséquilibres structurels entre ressources et besoins ont été identifiées dans le SDAGE⁴, certaines ont été classées en ZRE. Par ailleurs, en fonction des conditions météorologiques, hydrologiques et hydrogéologiques, des arrêtés sécheresse sont pris chaque été par les préfets de département pour gérer les épisodes de sécheresse au jour le jour en imposant une réduction des prélèvements : au cours des 8 dernières années, un minimum de 56 arrêtés pris par an (en 2014), un maximum de 359 (en 2011), et une moyenne de 184 (source DRIEE).

¹ Cf. p 6 et 9 : <http://www.eau-seine-normandie.fr/le-comite-de-bassin/le-conseil-scientifique>

² Le terme **« sécheresse »** renvoie à une période marquée par des déficits en eau par rapport à une situation moyenne. Le terme **« sécheresse agricole »** renvoie à une période pendant laquelle l'humidité du sol n'est pas suffisante pour les cultures et les forêts, ce qui peut entraîner un arrêt de la croissance végétale et une diminution des biomasses produites.

³ Rousset, F., Habets, F., Gomez, E., Le Moigne, P., Morel, S., Noilhan, J., & Ledoux, E. (2004). Hydrometeorological modeling of the Seine basin using the SAFRAN-ISBA-MODCOU system. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 109(D14).

⁴ Cf. cartes p 186-188 : <http://www.eau-seine-normandie.fr/domaines-d-action/sdage-2016-2021>

Une récente étude réalisée par le Cerfacs de Toulouse⁵ décrit **des situations plausibles de sécheresses critiques sur le bassin dans les prochaines décennies**, indépendamment du scénario d'émission de gaz à effet de serre du GIEC considéré⁶. Des simulations hydrologiques ont été réalisées sur la base de 14 modélisations climatiques régionalisées. Elles indiquent des effets marqués des sécheresses sur le bassin Seine-Normandie à l'échelle annuelle et pluriannuelle.

Concernant **les sécheresses longues qui risquent d'être particulièrement pénalisantes pour le bassin**, il s'avère que selon cette étude :

- **La longue sécheresse de 1944-1949, considérée comme exceptionnelle dans le temps passé (en termes d'intensité et de durée), deviendrait normale sur la période 2030-2060 ;**
- **Les sécheresses agricoles (humidité du sol inférieure à la décennale sèche) seraient plus sévères et plus longues** que dans le passé ;
- Les **sécheresses hydrologiques** (caractérisées par un débit inférieur au VCN3 – minimum du débit consécutif sur 3 jours) verraient **leur durée décuplée**.

L'analyse fine de quelques sécheresses longues futures montre notamment **qu'elles sont caractérisées par un nombre important de mois passés en sécheresse chaque année plutôt que par une alternance d'années de sécheresses extrêmes entrecoupées d'années sans sécheresse**. Si ces simulations correspondent à des projections parmi d'autres et ne constituent pas des prévisions, elles montrent néanmoins que des situations de sécheresses bien plus extrêmes que lors des 100 dernières années sont probables.

Ces perspectives sont d'autant plus préoccupantes que les usages de l'eau en Seine-Normandie sont déjà importants au regard des ressources et que d'après les évolutions récentes, les prélèvements en eau pourraient encore s'accroître à l'avenir.

Le bassin Seine-Normandie concentre en effet 27% de la population et 40% de l'économie sur 20% du territoire français, notamment sur l'agglomération parisienne. Aujourd'hui, les prélèvements en eau du bassin sont en premier lieu destinés à produire de l'eau potable (1,4 Md m³ en 2016), en second lieu dévolus aux usages industriels (plus de 500 M m³ en 2016) et enfin à l'irrigation (119 M m³ en 2016, sachant que les prélèvements agricoles sont en augmentation tendancielle mais varient beaucoup d'une année sur l'autre selon le climat). Les prélèvements pour l'AEP représentent à eux seuls environ 10% de la ressource annuelle⁷, et plus de 20% en été. Si on ajoute à cela les autres prélèvements, on atteint un taux de prélèvement estival fort, dans la limite des seuils acceptables pour un fonctionnement soutenable tels que définis par les scientifiques⁸. Un zoom sur les Zones de Répartition des Eaux (ZRE) montre toujours une prédominance de l'eau potable, mais un poids croissant de l'irrigation (63% pour l'eau potable et 31% pour l'irrigation selon l'AESN). Aujourd'hui, une faible part d'agriculteurs irrigue sur le bassin, mais le nombre d'irrigants est en augmentation (ils étaient 3% en 2000 et 6% en 2010), et cette pression pourrait augmenter, notamment via l'émergence de projets de territoire pour la gestion de l'eau (PTGE).

⁵ Cliquez pour accéder à [la synthèse de 8 pages](#) et [au rapport complet de 36 pages](#)

⁶ A l'échéance de quelques décennies, les projections du GIEC sont similaires d'un scénario à l'autre, la divergence entre les trajectoires d'émission de gaz à effet de serre (Representative Concentration Pathways) ayant lieu à partir de la seconde moitié du siècle.

⁷ i.e. des précipitations efficaces.

⁸ L'Etat des Lieux considère un risque pour une pression au-delà de 15% du QMNA. A l'échelle globale, la limite planétaire soutenable, c'est-à-dire, permettant de rester dans une zone d'équilibre, est estimée aux alentours de 25% des volumes estivaux Gerten *et al.*, 2013; Steffen and Rockström, 2015.

Compte tenu de l'évolution démographique du bassin et en particulier de l'Île-de-France avec la constitution du Grand Paris⁹, la diminution projetée des débits une grande partie de l'année¹⁰ peut rendre problématiques les prélèvements pour l'eau potable. En 2013, la région Île-de-France comptait 12 millions d'habitants et les projections de l'INSEE indiquent qu'à l'horizon 2050, la population pourrait être de 13 millions d'habitants (soit une augmentation de la demande pour l'AEP d'environ 80 M m³/an). Même si les consommations en eau potable des villes ont eu tendance à faiblement baisser ou à se stabiliser ces dernières décennies, les grandes villes seront le lieu de phénomènes d'îlots de chaleur urbains qui pourraient induire des demandes de pointe en eau accrues. **Une étude menée pour Eau de Paris¹¹ a montré que la consommation journalière peut connaître en période de canicule des pics de +15 % à +20 % au-delà de la consommation estivale moyenne.** Sur Bordeaux, le syndicat des eaux SMEGREG a estimé qu'une augmentation de la température maximale de 1°C a conduit à une augmentation de la consommation d'eau de 1,6 %. Or, les projections climatiques indiquent un accroissement du nombre de journées chaudes (Tmax>25°C) de près de 25 et 50 jours par an aux horizons 2050 et 2100 respectivement¹², ce qui risque d'accentuer la pression en période de pénurie. D'autres usages pourraient également être plus demandeurs en eau (refroidissement industriel et énergétique¹³, agriculture), et la baisse des débits implique une augmentation de la pression qualitative liée aux rejets et un renforcement de l'efficacité de l'épuration de l'eau : la pression des habitants sur la Seine à Paris est ainsi plus de dix fois plus forte que ceux de Lyon sur le Rhône (cf. annexe 2).

Au niveau du littoral, une réduction des débits peut avoir un impact sur l'écologie marine, ainsi que pour les activités professionnelles, en modifiant les apports de nutriments à la mer et la salinité. La préservation de la qualité des milieux représente un enjeu important au niveau du territoire, notamment du point de vue économique (la région Normandie se situe en particulier au troisième rang de la production nationale conchylicole). À titre d'exemple, suite à l'épisode de sécheresse du premier semestre 2011, un fort déficit de remplissage et de croissance des moules avait été observé en Baie du Mont Saint Michel¹⁴. Ces phénomènes de pertes conchylicoles ont par ailleurs été observés également en pertuis charentais suite aux épisodes de sécheresse 1989-1992. La gestion et le partage de l'eau douce au niveau de l'ensemble du bassin versant, principal vecteur des apports d'origine terrestre, constituent donc un enjeu majeur pour la gestion des territoires littoraux.

Ainsi, il semble important d'envisager dès maintenant l'adaptation à des situations de sécheresses plus fréquentes et parfois particulièrement fortes et prolongées.

⁹ Le SDRIF envisage la construction de 70000 logements par an jusqu'en 2030

¹⁰ Très robuste en été et en automne, même si le signal annuel est plus incertain (Dayon et al. "Impacts of climate change on the hydrological cycle over France and associated uncertainties." Comptes Rendus Geoscience 350.4 (2018): 141-153).

¹¹ Ernst & Young pour Eau de Paris, mai 2017. Elaboration de deux modèles des consommations parisiennes d'eau potable à des fins prospectives. Synthèse du rapport final, 19 p.

¹² www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climat-hd, cliquer sur « Phénomènes » et « Journées chaudes ». En 2018, 98 journées chaudes ont été recensées à Paris (nouveau record)

¹³ L'augmentation de la température de l'air a déjà contribué à une augmentation du besoin énergétique en été, notamment pour la climatisation. L'efficacité du refroidissement des centrales thermiques est aussi dépendante de la température des cours d'eau.

¹⁴ Le Mao et Cheve (2011). Déficit en nourriture pour les mollusques de la baie du Mont-Saint-Michel. Syndicat Professionnel Mytilicole de la Baie du Mont-Saint-Michel - 50, Ref. LER/FBN/DN.11.D118.Assistance.1.PLM, 4p.

[Cugier et al., \(2010\)](#) : Impact des facteurs environnementaux et des pratiques conchylicoles sur la baie du Mont Saint-Michel et la production conchylicole. Etude de scénarii par modélisation. Liteau 3. Rapport Final.

[Heral et al. \(1978\)](#). Étude hydrobiologique du bassin de Marennes-Oléron. Un exemple: la sécheresse de l'été 1976. Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes, 42(4), 269-290. Open Access version :

2. Comment s'adapter à de possibles situations de sécheresses intenses et prolongées sur le bassin ?

Face aux situations de sécheresse, **deux grands types de réponses** sont traditionnellement mis en avant : **une gestion par l'offre**, qui consiste à rendre disponible et à mobiliser des ressources supplémentaires pour faire face aux besoins et **une gestion par la demande**, qui consiste à diminuer la consommation d'eau.

La gestion par l'offre consiste à prélever, traiter ou à stocker plus d'eau qu'actuellement. Cette gestion augmente la pression humaine sur la ressource et réduit la disponibilité de l'eau pour les besoins des écosystèmes. Pour réduire cette pression, on a recours à une gestion temporelle différée entre prélèvements et usages¹⁵. La gestion par l'offre se fait généralement à travers la construction d'infrastructures (barrages-réservoirs, retenues de substitution ou usines de dessalement d'eau de mer).

Les retenues de substitution sont un des leviers à envisager dans le cadre des Projets de territoires pour la gestion de l'eau (PTGE). De fait, la tentation peut être forte, puisqu'on s'attend à des précipitations plus importantes en hiver, et globalement moins fréquentes mais plus intenses, ainsi qu'à des sécheresses plus fortes en été, de vouloir capter l'eau de pluie dans des bassins pour l'utiliser en période sèche. Cependant cette réponse présente un certain nombre de limites :

- **Elle diminue la recharge des eaux souterraines et donc la capacité de celles-ci à jouer leur rôle de réserve et de soutien d'été.** Le bassin Seine-Normandie dispose de réservoirs souterrains naturels qui constituent une réserve en eau importante et étendue (plus d'un milliard de m³ de variation de stock annuel) non soumise à l'évaporation. **Les projections climatiques indiquent une baisse du niveau des nappes. Favoriser le maintien du niveau des nappes permettrait de conserver une ressource en eau à disposition, et un bon soutien des débits d'été.**
- **L'occurrence de sécheresses relativement longues (nombre important de mois passés en sécheresse chaque année) réduit le potentiel de remplissage des retenues.** De plus, le stockage d'eau libre conduit à des pertes par évaporation (pertes brutes, puisque non associées à une production de biomasse)¹⁶. Les retenues ont un impact cumulatif important sur le milieu aquatique, aussi bien sur la qualité que sur la quantité de l'eau, avec une réduction des débits qui peut être conséquente (jusqu'à 50%) les années sèches, et une aggravation constatée de la durée et de l'intensité des sécheresses hydrologiques les plus sévères¹³. Ainsi, plusieurs études ont montré que la présence de retenues et barrages dans un bassin versant, en soutenant les usages de l'eau, accentue l'occurrence et la sévérité des sécheresses hydrologiques sur ces bassins¹⁷.

De fait, il est maintenant reconnu que la politique de l'offre génère un besoin toujours accru en eau, car le recours à l'eau de la retenue n'encourage pas le développement de techniques et systèmes sobres en eau¹⁸. Si les solutions par l'offre semblent attrayantes et peuvent apporter une

¹⁵ C'est le principe des retenues de substitution : prélever l'eau en hiver et la stocker dans des retenues et interdire les prélèvements en été.

¹⁶ <https://expertise-impact-cumule-retenues.irstea.fr/>

¹⁷ <https://theconversation.com/barrages-et-reservoirs-leurs-effets-pervers-en-cas-de-secheresses-longues-111583>

¹⁸ Di Baldassarre, Giuliano, et al. "Water shortages worsened by reservoir effects." *Nature Sustainability* 1.11 (2018): 617.

vraie solution ponctuellement, leur généralisation présente un risque de verrouillage sociotechnique obérant l'avenir et n'offrant qu'un répit de courte durée¹⁹.

Une gestion par la demande dans le bassin Seine-Normandie paraît nécessaire au regard des enjeux. Cela peut se réaliser pour les différents usages de l'eau. Concernant l'AEP, des réductions de consommation sont sans doute encore possibles²⁰, même si elles risquent d'être annulées par l'effet d'une température plus importante et de nouveaux usages comme les piscines individuelles. En zone agricole, on peut prôner le choix de cultures et/ou de variétés adaptées aux conditions pédoclimatiques, ainsi qu'une gestion des sols permettant d'améliorer leur réserve utile²¹ (via un plus fort taux de matière organique par la restitution de résidus de récolte, un labour de surface et non systématique, une amélioration de l'enracinement des plantes cultivées ...), réduire les ruissellements et l'érosion tout en facilitant le transfert vers les nappes (via un couvert permanent, la présence de haies et d'arbres), la limitation de l'évaporation (via du mulch, du bois raméal fragmenté, des stratégies d'esquives²²...), l'utilisation d'arbres comme « ascenseurs hydrauliques » (agroforesterie), et de haies coupe-vent. Ces solutions fondées sur la nature, prônées par la stratégie d'adaptation du bassin au changement climatique²³ adoptée à l'unanimité par le comité de bassin, mais également à l'issue des assises de l'eau²⁴, et dans le rapport du préfet coordonnateur de bassin sur l'hydrologie de la Seine²⁵ de 2016, présentent de plus de nombreux co-bénéfices.

Ces différents éléments invitent à prioriser, dès maintenant, une gestion de la ressource en eau par la demande.

¹⁹ L'avis du CS sur le SDAGE 2016-2021 stipulait déjà : « concernant en particulier les retenues et les réserves d'eau, même si les effets du changement climatique restent difficiles à prévoir pour 2021 ou 2027, ce type de réponses en termes d'adaptation est présent dans le débat public alors qu'il ne s'impose pas comme la solution la meilleure en l'état actuel des connaissances et des objectifs politiques affichés. La politique de reconquête de la connectivité longitudinale et d'arasement des barrages, favorable à la résilience d'un point de vue écologique, se heurte à celle visant à assurer des réserves d'eau. Le SDAGE devrait donc anticiper les différentes stratégies d'adaptation en favorisant une approche globale plutôt que sectorielle, à long terme permettant d'atteindre les différents objectifs pour que le débat scientifique et politique sur ces solutions puisse avoir lieu suffisamment tôt ».

²⁰ Voir par exemple les importantes économies d'eau réalisés par les parcs et jardins de Bordeaux, Sages des nappes profondes de Gironde

²¹ La réserve utile correspond à la capacité de stockage des sols.

²² L'esquive consiste à éviter de subir le déficit hydrique en effectuant le cycle de développement pendant des périodes pluvieuses et/ou à demande climatique faible. On réduit alors le risque de perte de rendement, en échange d'une réduction du rendement maximum atteignable.

²³ http://www.eau-seine-normandie.fr/domaines-d-action/strategie_adaptation_climatique

²⁴ http://www.ecologie-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/20190701_Dossier_de_presse_Assises_Eau.pdf

²⁵ Ce rapport préconise le « développement des pratiques industrielles et agricoles moins consommatrices d'eau et facilitant l'infiltration d'eau et adaptées aux sécheresses ou inondations » (p.15). De même, la stratégie d'adaptation du bassin au changement climatique adoptée à l'unanimité par le Comité de bassin préconise à plusieurs reprises une diminution de la dépendance à l'eau (action D2, Rendre l'agriculture moins dépendante à l'eau ; réponse stratégique F, Faire baisser les consommations d'eau et optimiser les prélèvements ; cf. annexe 6).

http://www.eau-seine-normandie.fr/sites/public_file/inline-files/Rapport_PM_hydrologie_Seine_2016_VF.pdf

3. Les recommandations du Conseil scientifique

Le Conseil scientifique recommande en conclusion :

- de **ne pas sous-estimer le risque de survenue dans les décennies à venir de situations de sécheresses** longues et sévères ;
- de les anticiper en veillant en premier lieu à **accroître la sobriété en eau de toutes les activités et à réduire la consommation totale**, ce qui peut demander du temps et exige de communiquer sur les stratégies pour mener une gestion de la demande en eau ;
- d’être vigilant sur les éléments augmentant la pression sur l’eau, notamment la création de nouveaux canaux de navigation (en particulier le canal Seine-Nord)²⁶ ou la croissance des demandes d’irrigation, **dans la mesure où l’AEP demeure l’usage prioritaire** ;
- de travailler en particulier sur la mise en place de « collectifs sécheresse » réunissant les acteurs de l’eau d’une même unité hydrographique, pour améliorer la sensibilisation, la circulation de l’information et appréhender les situations de sécheresse de manière collective, en s’appuyant notamment sur les CLE (Commissions Locales de l’Eau) des SAGE lorsqu’elles existent, en impliquant si possible la communauté scientifique ;²⁷
- de mener à l’échelle du bassin un projet de prospective participative pour construire des scénarios permettant de visualiser et de mettre en discussion les impacts du changement climatique, et en particulier des situations de sécheresse, sur l’ensemble des usages, notamment agricoles, et les voies d’adaptation possibles.

²⁶ Le fonctionnement de canaux peut nécessiter des prélèvements en eau important. Ainsi, en Bourgogne Franche Comté, les canaux représentent 88% des prélèvements en eau de surface). De plus, les étiages importants limitent les capacités de navigation et peuvent causer de lourdes pertes économiques ([par exemple concernant le Rhin, en Allemagne, en 2018](#)).

²⁷ La mission de ces collectifs sécheresse est donc assez complémentaires des comités sécheresses départementaux et se place hors période de crise et à une échelle bassin, comme recommandée par (Barbier et al., 2007). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00601912/>

Annexe 1 : Les principales études de prospective mobilisées pour cet avis

Prospective ? Projection ? Scénario ? De quoi parle-t-on ?

La prospective est une démarche méthodique qui vise, à construire des conjectures sur l'avenir à long terme d'un système dont le futur est perçu comme un enjeu. La prospective ne cherche ni à connaître l'avenir, ni à en réduire les incertitudes, mais au contraire à explorer le champ des possibles afin d'éclairer l'action. Les différentes méthodes de la prospective (*future studies* dans le monde anglo-saxon) ont été élaborées et standardisées dans la seconde partie du XXe siècle, dans les domaines militaires, industriels et celui des politiques publiques. Les démarches de prospective sont mobilisées par des acteurs très différents : la prospective stratégique par les entreprises, la prospective territoriale dans les collectivités, la prospective participative pour construire des projets de territoire, la prospective intégrée pour aborder les questions environnementales à l'échelle mondiale...

Parmi les méthodes de la prospective, il est possible de distinguer les projections et les scénarios. Les projections permettent de construire une image du futur en prolongeant les tendances d'évolution passées, considérant que le système connaîtra, dans l'avenir, les mêmes évolutions. Ces projections sont la plupart du temps construites en s'appuyant sur l'utilisation de modèles numériques. Les scénarios peuvent être définis comme des histoires plausibles, audacieuses et pertinentes, racontant comment le futur pourrait se dérouler, en utilisant des mots et/ou des nombres. En plus des tendances passées, les scénarios sont construits en intégrant des ruptures et des signaux émergents qui permettent de concevoir une palette de futurs possibles et contrastés.

Les principales études mobilisées de prospective pour cet avis

Le présent avis du Conseil scientifique mobilise plusieurs exercices de prospective qui proposent tous des enseignements pertinents pour traiter du risque de sécheresse sur le bassin Seine Normandie. Ils permettent en effet, sans présager de ce que sera le futur, d'envisager des situations de risque et de préparer les réponses à y apporter, les actions à mener :

- les travaux du GIEC qui proposent 4 scénarios d'évolution des émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial à l'horizon 2100 ;
- une étude du Cerfacs qui décrit, à partir des travaux du GIEC, plusieurs scénarios plausibles de sécheresses critiques sur le bassin Seine Normandie sur la période 2030-2060 ;
- la projection de la population en 2040 réalisée par l'INSEE ;
- une prospective conduite par Eau de Paris portant sur l'évolution de la consommation d'eau à l'horizon 2020 ;
- l'étude Explore 2070 conduite par le ministère chargé de l'environnement qui propose notamment une évaluation de l'impact du changement climatique sur la ressource en eau à l'échelle de la France.

Annexe 2 : Comparaison des bilans hydriques des grands bassins versants français et des capacités de dilution

Le tableau suivant indique le bilan hydrique estimé à l'exutoire des 4 principaux bassins versants français sur la période 1960-2012 (52 ans). Du fait des conditions météorologiques du bassin de la Seine et de l'occupation des sols, 70 % de l'eau de pluie repart dans l'atmosphère. Pour comparaison, ce chiffre est de 50 % sur le bassin du Rhône

P= précipitation, ETR sim : Evapotranspiration réelle simulée, Qsim : débit naturel simulé, Qobs : débit observé, Qsim/P : ratio débits naturels simulés sur les précipitations, Qobs/P : ratio des débits observés sur les précipitations.

Les observations de débits proviennent de la banque Hydro. Les autres données proviennent de la chaîne de modélisation Safran-Isba-Modcou (<https://www.umn-cnrm.fr/spip.php?article424>)

Sur la Seine, les débits observés sont estimés sur 45 ans.

1960-2012	P mm/an	ETR sim mm/an	Q sim mm/an	Q obs mm/an	Q sim / P %	Q obs / P %
Seine à Poses	785	552	233	242,5*	29,6 %	30,9 %
Loire à Montjean	813	550	263	250,	32,3 %	30,7 %
Garonne à Tonneins	964	604	361	357,2	37,4 %	37 %
Rhône à Beaucaire	1179	532	613	554	52 %	47 %

Comparaison de la pression des habitants sur la ressource en eau entre Paris et Lyon

- Paris, : 3 700 L/hab/j
- Lyon: 49 000 L/hab/j.

Soit une pression dix fois plus forte de Paris sur la Seine parisienne par rapport à Lyon sur le Rhône.

Source : SIAAP, IS.Rivers 2012