



Prélèvements et consommations d'eau : quels enjeux et usages ?

La ressource en eau renouvelable, indispensable aux différents usages anthropiques et au fonctionnement des milieux aquatiques, a diminué de 14 % en France au cours de ces quinze dernières années. Cette tendance devrait s'aggraver, notamment en période estivale, avec le changement climatique. Quel est l'état actuel des connaissances de la demande en eau ? Quelles sont les dynamiques spatiales de cette demande ?

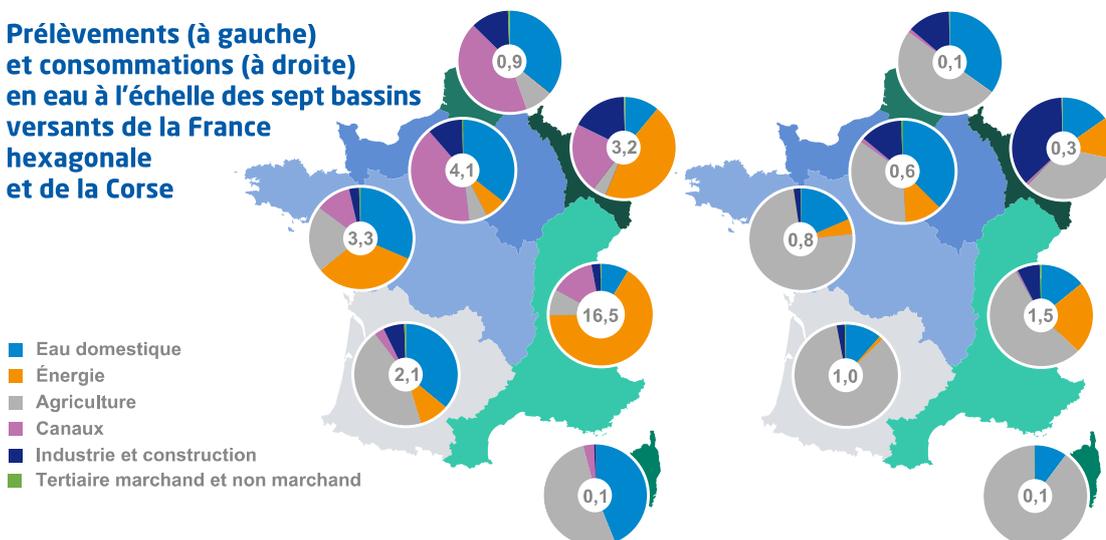
Les notions de prélèvements et de consommations sont primordiales pour l'action publique. Les consommations, qui représentent la part des prélèvements ne retournant pas aux milieux, réduisent la quantité d'eau disponible pour les besoins situés en aval : leur maîtrise est donc essentielle. Les prélèvements peuvent également avoir des effets importants, notamment sur la qualité de l'eau et sa température, et modifier la disponibilité spatio-temporelle de l'eau, ce qui peut affecter les écosystèmes.

Dans ce travail, nous avons déterminé les volumes prélevés par usage final pour l'année 2020, à un niveau plus fin que les statistiques usuelles. Les résultats montrent que les prélèvements s'élèvent à 30 milliards de mètres cubes (m³) en 2020 en France hexagonale et en Corse, dont 47 % sont imputables au secteur énergétique (avec des prélèvements particulièrement élevés dans le bassin versant Rhône-Méditerranée, en raison de la présence de centrales nucléaires en circuit ouvert).

Passer des prélèvements aux consommations nécessite de faire des hypothèses sur les « facteurs de consommation », réexaminés ici. En 2020, les consommations sont estimées à plus de 4,4 milliards de m³, l'irrigation agricole en représentant près des deux tiers (irrigation des cultures destinées à l'alimentation humaine et animale notamment, principalement concentrée dans le sud et l'ouest de la France). Les stockages d'eau artificiels – hydroélectricité, retenues agricoles, plans d'eau d'agrément, etc. – ne sont aujourd'hui pas considérés comme consommateurs. Une première estimation du phénomène d'évaporation montre que ces stockages pourraient engendrer des consommations de l'ordre d'un milliard de m³ par an, élevant donc la consommation annuelle à 5,4 milliards de m³.

Au-delà des dynamiques spatiales, une étude plus approfondie des dynamiques saisonnières se révèle nécessaire, compte tenu de la grande variabilité des volumes d'eau disponibles et de la demande en eau au cours de l'année.

Prélèvements (à gauche) et consommations (à droite) en eau à l'échelle des sept bassins versants de la France hexagonale et de la Corse



Lecture : les chiffres indiquent les volumes prélevés et consommés en milliards de m³, les camemberts, la répartition de ces volumes entre les activités. En 2020, 16,5 milliards de m³ ont été prélevés dans le bassin versant Rhône-Méditerranée, dont 66 % pour la production d'énergie, et 1,5 milliard de m³ ont été consommés dont plus de la moitié pour l'agriculture.

Source : calculs France Stratégie, à partir de la BNPE

Hélène Arambourou,
Simon Ferrière
et Miquel Oliu-Barton

Département Développement durable et Numérique

La Note d'analyse est publiée sous la responsabilité éditoriale du commissaire général de France Stratégie. Les opinions exprimées engagent leurs auteurs et n'ont pas vocation à refléter la position du gouvernement.

INTRODUCTION¹

Les prélèvements en eau et leurs consommations associées, c'est-à-dire l'eau qui n'est pas localement restituée aux milieux naturels ni disponible pour d'autres usages, soulèvent de nombreuses interrogations, en particulier dans le contexte actuel de tensions croissantes sur la disponibilité de la ressource en lien avec le changement climatique. Les notions d'eau renouvelable, de prélèvements et de consommations sont souvent sources de confusion dans le débat public. Que sous-tendent ces définitions ? Qu'impliquent-elles concernant la gestion de l'eau ? Quelles conventions ont été choisies ? Pourquoi ?

Cette note a vocation à clarifier les termes du débat et à interroger certaines conventions actuelles. Il s'agira également d'identifier les prélèvements et les consommations en fonction de l'utilisation finale de l'eau², à un niveau plus fin que les statistiques officielles³, et ce dans les sept grands bassins versants de la France hexagonale et de la Corse.

CYCLE DE L'EAU ET USAGES ANTHROPIQUES

Les chiffres et les concepts liés aux usages de l'eau sont nombreux. Que se cache-t-il derrière ces différentes façons d'appréhender la ressource en eau ?

L'eau renouvelable, une ressource en diminution

Qu'est-ce que l'eau renouvelable ?

La planète est recouverte à 72 % d'eau⁴. Celle-ci est principalement stockée sous forme d'eau salée dans les mers et les océans. L'eau douce ne représente quant à elle que 2,8 % de l'hydrosphère terrestre⁵, dont 2,1 % sont stockés sous forme solide à travers les glaciers et les calottes polaires, 0,7 % sous forme d'eau souterraine et 0,001 % sous forme d'eau de surface (lacs et cours d'eau)⁶. La quantité d'eau douce facilement accessible⁷ pour les activités humaines ne représente que 0,01 % de l'eau sur Terre. Celle-ci se renouvelle en permanence à travers le cycle de l'eau qui a lieu grâce à l'énergie fournie par le Soleil, la quantité d'eau contenue dans l'hydrosphère terrestre étant constante.

Sous l'effet du rayonnement du soleil, l'eau s'évapore des eaux de surface (des océans, des mers, des lacs et des cours d'eau) et des terres émergées soit par un phénomène

biologique, la transpiration des plantes, soit par un phénomène physique d'évaporation. L'ensemble de ces phénomènes est appelé « évapotranspiration ». Cette eau monte ensuite dans l'atmosphère, se condense pour former les nuages, puis retombe sous forme de précipitations (pluie et neige), bien souvent à des milliers de kilomètres du lieu de formation du nuage. La répartition de ces précipitations est très inégale dans le temps et à la surface du globe⁸, un phénomène accentué par le dérèglement climatique⁹.

L'eau renouvelable¹⁰ sur un territoire donné correspond au volume d'eau annuel issu des précipitations¹¹ qui ruissellent vers les cours d'eau et les lacs ou qui s'infiltrent dans les nappes libres par le cycle naturel de l'eau. Elle peut ainsi être calculée comme le volume de précipitations (flèche grise sur la figure 1 page suivante) auquel on ajoute les flux entrants depuis les territoires voisins (flèche bleue) et duquel on soustrait l'évapotranspiration (flèche verte). L'eau renouvelable, hors flux transfrontaliers, représente 40 % de l'eau précipitée en France hexagonale. Elle est indispensable au bon fonctionnement des écosystèmes et essentielle à de nombreux usages anthropiques. L'eau évapotranspirée, nécessaire à la végétation, représente quant à elle 60 % de l'eau précipitée.

Diminution du volume d'eau renouvelable en France hexagonale

Si la quantité d'eau sur Terre est constante, le changement climatique tend à modifier la répartition spatiale et temporelle des précipitations. Au cours de la période 1990-2018, en France hexagonale et en Corse, le volume annuel d'eau renouvelable s'élève à environ 210 milliards de m³. Ce volume a diminué de 14 % (-33 milliards de m³) entre la période 1990-2001 et la période 2002-2018¹², essentiellement du fait de la baisse des précipitations (-31 milliards de m³), et dans une moindre mesure de la diminution des apports transfrontaliers et de l'augmentation de l'évapotranspiration favorisée par des températures plus élevées.

Les prélèvements

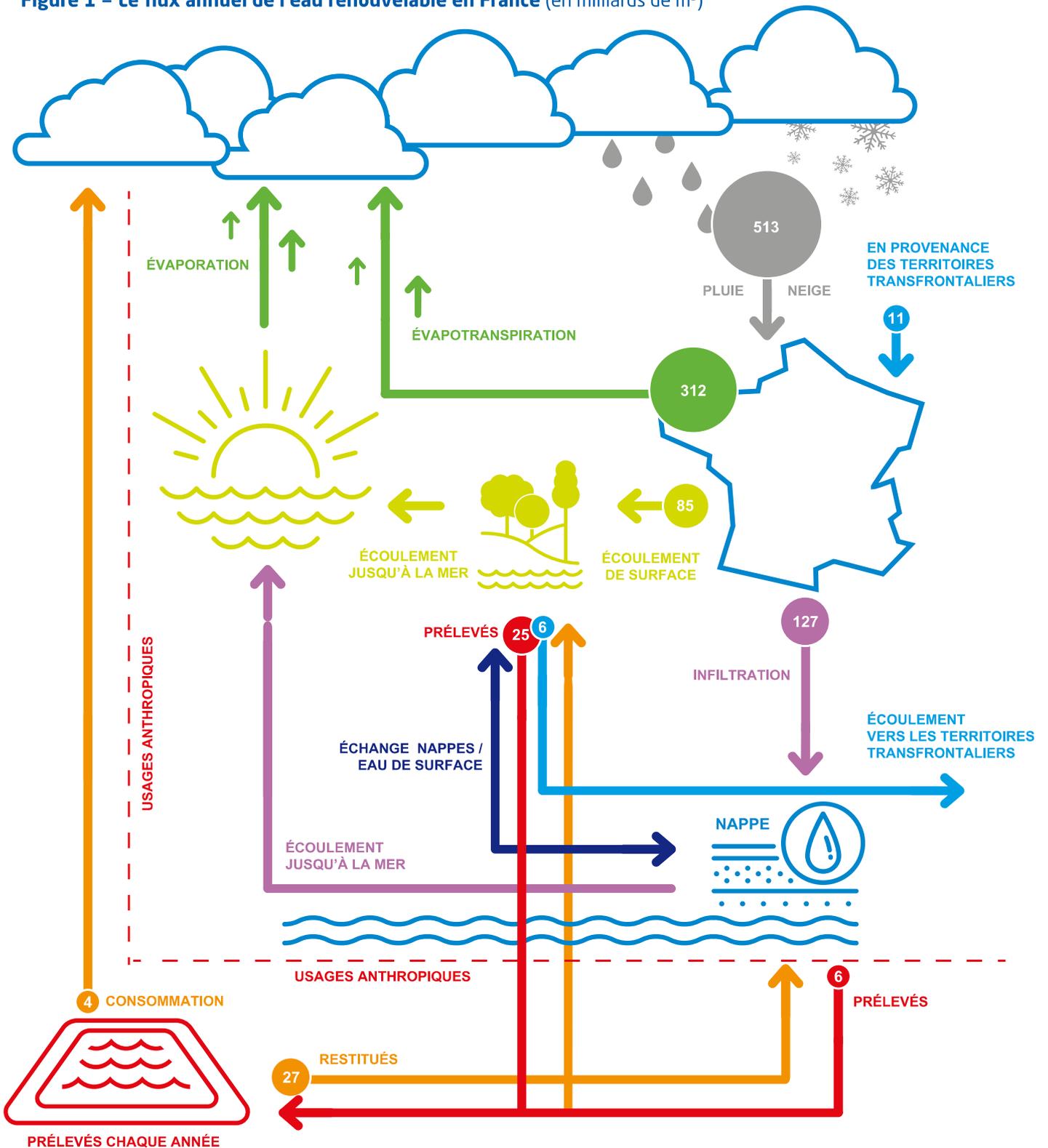
De quoi parle-t-on ?

Les prélèvements d'eau correspondent, selon la définition de l'OCDE, aux « volumes d'eau douce extraits définitivement ou temporairement d'une source souterraine ou de surface et transportés sur leur lieu d'usage ».

1. Les auteurs tiennent à remercier Romain Schweizer pour sa contribution à cette note lorsqu'il était en poste à France Stratégie.
2. À titre d'illustration, l'eau potable utilisée pour l'abreuvement des cheptels a pour usage initial la « production d'eau potable », mais pour utilisation finale « l'agriculture ». De même, l'eau utilisée pour irriguer les cultures servant à produire des biocarburants a pour usage initial l'« agriculture », mais pour utilisation finale l'« énergie ».
3. Les hypothèses détaillées sont fournies dans l'annexe méthodologique, disponible [sur le site de France Stratégie](#).
4. Voir le chapitre 2 « Ressources en eau » in Chaussade J.-L. et Pellay M. (2012), *Les 100 mots de l'eau*, « Que sais-je ? », Paris, Puf, p. 23-40.
5. Ensemble de l'eau présente sur Terre, sous toutes ses formes : liquide, solide et gazeuse.
6. Il y a également 0,001 % d'eau dans l'atmosphère et 0,0001 % d'eau dans la biosphère, c'est-à-dire dans les êtres vivants.
7. C'est-à-dire une eau douce qui n'est pas trop profondément enfouie dans le sol.
8. Les terres sont bénéficiaires nettes d'eau douce, c'est-à-dire qu'elles reçoivent plus d'eau qu'elles n'en évaporent. Au contraire, les océans évaporent plus que l'eau reçue sous forme de précipitations (le complément étant l'eau douce des terres qui alimentent les océans).
9. Le chapitre 4 de la contribution du groupe II au dernier *Rapport d'évaluation du GIEC (2022)* est entièrement consacré à la question.
10. Se reporter à Datalab (2022), *Évolution de la ressource en eau renouvelable entre 1990 et 2018*, juin, pour une discussion des différentes définitions de l'eau renouvelable.
11. La fonte des glaciers n'est pas considérée comme une ressource renouvelable, car les glaciers ne se reconstituent pas.
12. Datalab (2022), *Évolution de la ressource en eau renouvelable entre 1990 et 2018*, op. cit.



Figure 1 – Le flux annuel de l'eau renouvelable en France (en milliards de m³)



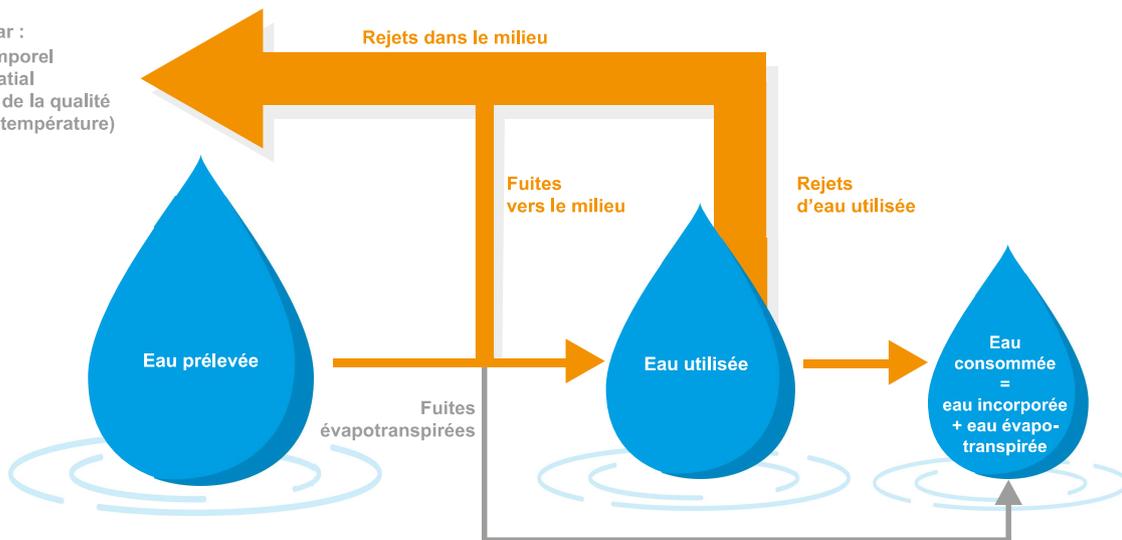
Lecture : chaque année en France métropolitaine, 513 milliards de m³ d'eau tombent sous forme de neige ou de pluie (flèche grise). Environ 60 % de cette eau est évapotranspirée (flèche verte). Les 40 % restant s'infiltrent vers les nappes ou bien ruisselle pour rejoindre un cours d'eau. Chaque année, environ 32 milliards de m³ d'eau sont prélevés pour les activités anthropiques (flèches rouges), dont 4 milliards de m³ sont consommés (évaporés ou incorporés puis évapotranspirés) et 176 milliards de m³ s'écoulent vers la mer. Ce schéma ne montre pas le temps associé à chaque phénomène (un écoulement de surface peut mettre quelques jours à atteindre la mer, une eau infiltrée dans les nappes libre plusieurs mois) ni les effets des stocks (glaciers et nappes interannuelles).

Source : calculs France Stratégie, d'après les bases Eurostat (pour les précipitations, l'évapotranspiration, les flux entrants et sortant du territoire ; moyenne sur vingt ans), Temis (pour le calcul du ratio entre écoulement de surface et infiltration pour l'année 2011) et les données de la BNPE (moyenne 2012-2020) pour les usages anthropiques (à gauche des pointillés rouges)

Figure 2 – Eau prélevée et eau consommée, deux concepts à distinguer

Caractérisés par :

1. Décalage temporel
2. Décalage spatial
3. Dégradation de la qualité (pollution et température)



Lecture : l'eau consommée correspond sur ce schéma à la part non restituée au milieu à partir du prélèvement, c'est-à-dire aux fuites évapotranspirées et à la part de l'eau utilisée qui est incorporée ou évapotranspirée.

Source : France Stratégie, adapté de Vandecasteele I. *et al.* (2014), « Mapping current and future European public water withdrawals and consumption », *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 18, p. 407-416

On estime à 31 milliards de m³ l'eau douce prélevée (moyenne 2012-2020, hors DROM et hors hydroélectricité¹³), chaque année pour nos divers usages : domestique, industriel, agricole, navigation et énergie. Si les prélèvements semblent faibles en comparaison avec la ressource renouvelable disponible (210 milliards de m³), ce constat doit être nuancé. En effet, cette agrégation à l'échelle nationale masque le fait que dans certains territoires les prélèvements peuvent dépasser la ressource renouvelable, entraînant des conflits d'usage ou bien une sollicitation des stocks non renouvelables¹⁴. De plus, cette agrégation à l'échelle annuelle masque les tensions sur la ressource qui peuvent apparaître à certaines périodes de l'année, notamment en période d'étiage. Enfin, les prélèvements, bien qu'inférieurs à la quantité d'eau renouvelable disponible, peuvent profondément altérer le fonctionnement des écosystèmes.

Les prélèvements d'eau se font à 82 % dans les eaux de surface (lacs et rivières) et à 18 % dans les eaux souterraines. L'eau de surface est généralement privilégiée, car le coût du prélèvement est moindre. L'eau de mer peut également être utilisée, notamment pour le refroidissement des centrales nucléaires et des industries.

Les effets des prélèvements

Les prélèvements d'eau sont parfois considérés, à tort, comme sans effet dès lors que l'eau est restituée au milieu. Or, tout prélèvement, indépendamment de sa part non res-

tituée, aura un effet sur les milieux aquatiques et les usages en aval, qui peut être de différentes natures :

- En termes de pollution : l'eau peut être polluée par de la matière organique, des polluants chimiques... C'est notamment le cas des eaux industrielles, des eaux domestiques et des eaux agricoles.
- En termes de température : dans le cas d'une utilisation dans les circuits de refroidissement énergétiques et industriels, l'eau est réchauffée, ce qui peut la rendre impropre à d'autres utilisations en aval ou perturber le fonctionnement des écosystèmes.
- En termes de spatialité : l'eau est parfois restituée dans un milieu différent du milieu d'origine.
- En termes de temporalité : il y a un décalage dans le temps de la restitution, qui peut aller de quelques secondes à plusieurs mois (neige artificielle, canaux, retenues, etc.).

La consommation, une partie du prélèvement

Selon les Nations unies¹⁵, la consommation correspond à la part du prélèvement qui ne retourne pas directement à la ressource mobilisable, c'est-à-dire aux eaux de surface et aux nappes, du fait de l'évapotranspiration et de l'incorporation dans les produits (Figure 2). Il faut néanmoins noter que, comme l'eau « consommée » est *in fine* amenée à revenir sur Terre sous forme de précipitations, elle va donc

13. Calculs France Stratégie, à partir de la BNPE, en ajoutant une estimation des volumes associés aux forages domestiques.

14. Ces stocks non renouvelables peuvent être constitués de nappes fossiles, c'est-à-dire de nappes confinées qui ne sont plus alimentées, ou bien de nappes ayant un rechargement très lent.

15. ONU (2009), *UN World Water Development Report 2009*, mars.



redevenir de « l'eau renouvelable ». Toutefois, compte tenu des distances parcourues par les nuages (voir *supra*), la rétroaction de la consommation sur l'eau renouvelable est très faible à l'échelle d'un pays comme la France.

Le retour de tout ou partie de l'eau prélevée dans le milieu (cours d'eau ou nappes) peut se faire de différentes façons, que ce soit par l'intermédiaire de stations d'épuration, par rejet diffus des assainissements domestiques autonomes, par infiltration vers les nappes après usage pour l'irrigation ou bien encore en fin de canal, ou en sortie de circuit de refroidissement. À la différence de l'eau consommée, l'eau prélevée puis rejetée après utilisation et assainissement éventuels peut être de nouveau prélevée par les activités en aval (sous réserve que sa qualité le permette).

L'indice d'exploitation de la ressource en eau est défini par l'Agence européenne pour l'environnement comme le rapport entre la consommation d'eau sur un territoire et la ressource renouvelable disponible. Il est généralement calculé à différentes périodes de l'année pour un territoire donné. L'eau est considérée comme surexploitée lorsque cet indice dépasse 40 %. En France hexagonale et en Corse, à l'échelle annuelle, cet indice varie entre 1 % et 4 % selon les bassins versants, mais il peut être supérieur à 40 % en été sur le pourtour méditerranéen¹⁶.

Les besoins des écosystèmes

En France hexagonale et en Corse, les écosystèmes sont tous modifiés par les activités humaines. Il apparaît donc compliqué d'évaluer les besoins des écosystèmes aquatiques et les débits à maintenir dans les cours d'eau : s'agit-il d'un débit sans intervention humaine, d'un débit permettant à certaines espèces emblématiques de se maintenir, ou encore d'un débit artificiel permettant d'avoir de l'eau dans un cours d'eau toute l'année ?

Comment définir les besoins des écosystèmes ?

La Déclaration de Brisbane définit les besoins environnementaux comme « la quantité et la périodicité des débits et des niveaux d'eau douce nécessaires pour préserver les écosystèmes aquatiques qui, à leur tour, soutiennent les cultures humaines, les économies, les moyens de subsistance durables et le bien-être¹⁷ ». Ces besoins sont définis localement selon quatre grandes familles de méthodes¹⁸ : la méthode empirique, l'analyse statistique des séries chronologiques, l'analyse fonctionnelle – reliant les aspects

de l'hydrologie aux aspects de l'écologie par espèce – et la modélisation de l'habitat hydraulique.

Les débits minimums réglementaires déterminés localement

Les débits minimums à maintenir dans les cours d'eau, imposés dans la réglementation, sont estimés localement et visent non seulement à préserver les équilibres écologiques, mais également les usages situés en aval. Ils ont d'ailleurs été initialement introduits pour maintenir les usages en aval tels que l'irrigation, la pêche, les activités touristiques ou bien encore l'alimentation en eau potable. Ils permettaient notamment de maintenir une dilution suffisante, afin de ne pas trop dégrader la qualité de l'eau pour la production d'eau potable.

On distingue à l'échelle locale deux types de débits minimums :

- ceux instantanés déterminés à l'échelle d'un ouvrage (retenue et barrage), que l'on appelle débits réservés¹⁹ ;
- ceux déterminés aux principaux points de confluence et autres points stratégiques du bassin versant. Ces débits sont constitués, d'une part, de débits de crise (DCR) – exprimés en débit moyen journalier – en dessous desquels seuls les exigences de santé, de salubrité publique, de sécurité civile et d'alimentation en eau potable et les besoins des milieux naturels peuvent être satisfaits, et d'autre part, dans les zones du bassin où un déficit chronique est constaté, de débits objectifs d'étiage (DOE) mensuels permettant de satisfaire l'ensemble des usages en moyenne huit années sur dix.

Débit objectif d'étiage, débit de crise et besoins des écosystèmes

Le DOE résulte du croisement d'un débit biologique théorique, assurant le maintien de certaines espèces, et d'un débit de prélèvements permettant de garantir certains usages anthropiques. Il est le fruit de négociations locales et correspond au débit minimum que les acteurs d'un bassin s'accordent à laisser dans les cours d'eau, au niveau de points stratégiques²⁰. Il ne constitue pas un débit garantissant la préservation des écosystèmes. En effet, comme il est mensuel, le DOE peut avoir été respecté et tout de même affecter les écosystèmes en raison de variations de débit au cours du mois (par exemple, lors d'un assec de la rivière de plusieurs jours). Le DCR quant à lui est un débit

16. Agence européenne pour l'environnement (2016), « Water Exploitation Index plus (WEI+) for summer and Urban Morphological Zones (UMZ) », mars.

17. Arthington A. H. et al. (2018), « The Brisbane Declaration and Action Agenda on Environmental Flows », *Frontiers in Environmental Science*, vol. 6, juillet.

18. Home A. C. et al. (2017), *Water for the Environment: From Policy and Science to Implementation and Management*, Amsterdam, Elsevier.

19. Le débit réservé est obtenu en application de l'article L. 214-18 du Code de l'environnement et en prenant en compte les débits permettant de maintenir des usages anthropiques en aval, inscrits dans le cahier des charges des concessions hydroélectriques.

20. Fernandez S. et Debril T. (2016), « Qualifier le manque d'eau et gouverner les conflits d'usage : le cas des débits d'objectif d'étiage (DOE) en Adour-Garonne », *Développement durable et territoires*, vol. 7(3), décembre.

de crise dont le non-respect entraîne des restrictions d'usage. Il est déterminé à partir d'un débit biologique de survie, lui-même évalué en prenant en compte la nécessité de circulation des espèces mobiles vers des zones refuges sans pertes massives. Le DCR est inférieur au DOE. Le fait de le respecter ne permet pas pour autant de protéger les écosystèmes durablement, car ce seuil implique déjà une dégradation du fonctionnement du milieu.

Comment augmenter les volumes d'eau douce disponibles ?

Afin d'augmenter la quantité d'eau douce disponible, les sociétés humaines peuvent avoir recours à l'interception-stockage, au dessalement et au transfert à large échelle. Ces techniques, notamment les deux dernières, ont toutefois un coût élevé, aussi demeurent-elles limitées.

Peu d'usines de dessalement en France

Avec un rejet important de saumure qui peut perturber le fonctionnement des écosystèmes et une consommation énergétique élevée, les usines de dessalement ne sont pas sans conséquence environnementale²¹. Néanmoins, leur nombre en France demeure anecdotique²².

Des stockages omniprésents, mais mal connus

On comptabilise en France près de 670 000 retenues et réserves artificielles. Un stockage peut se faire dans des retenues alimentées par des écoulements gravitaires ou bien dans des réserves remplies par pompage.

Trois types de retenues sont généralement distinguées en fonction de leur position par rapport au cours d'eau : les barrages, les retenues en dérivation et les retenues collinaires. Les barrages sont construits au travers de cours d'eau. Les retenues en dérivation permettent de dériver une partie d'un cours d'eau. Les retenues collinaires sont des aménagements de terrain (création de digue, creusement, etc.) déconnectés des cours d'eau et alimentés par le ruissellement des eaux pluviales. Les réserves sont, quant à elles, alimentées soit par pompage dans un cours d'eau, soit par pompage dans une nappe.

La substitution désigne la pratique consistant à prélever de l'eau dans le milieu en période hivernale ou au printemps, pour l'utiliser en période de basses eaux, en substitution de prélèvements pendant cette période.

Un même stockage d'eau peut contribuer à plusieurs usages : la production d'électricité, la régulation des crues, l'alimentation en eau potable, l'irrigation ou encore le soutien d'étiage. L'IGEDD, en lien avec le CNES, a mis en place un suivi satellitaire²³ des principaux plans d'eau²⁴. Cet outil permet d'obtenir des informations dans le temps sur les surfaces, les volumes, le taux de remplissage et les principales utilisations, sans toutefois être en mesure d'identifier les usages dominants. Un état des lieux réalisé sur les stockages artificiels²⁵ a permis d'estimer que la capacité de stockage cumulée s'élève à 18 milliards de m³. Ce volume peut fortement varier en fonction de différents paramètres, notamment selon la saison :

$$\text{Stock}_N = \text{Stock}_{N-1} + \text{Ruissellements} + \text{Précipitations} + \text{Remontée de nappe} - \text{Émissaires (débit de fuite)} - \text{Évaporation} - \text{Infiltration dans la nappe}$$

Les stockages peuvent perturber les milieux. Premièrement, lorsqu'ils sont situés au travers du lit du cours d'eau, ils contribuent aux ruptures des continuités écologiques et altèrent les cycles d'érosion-sédimentation. Deuxièmement, ils participent à la dégradation de la qualité de l'eau du fait de l'augmentation de la température de l'eau et de la prolifération bactérienne et algale²⁶. Troisièmement, ils modifient le cycle de l'eau en augmentant la quantité d'eau évaporée, diminuant de fait la quantité d'eau dans les milieux aquatiques. Enfin, ils conduisent, du fait du drainage des milieux, à la disparition de zones humides.

Les transferts interbassins versants

Un transfert consiste à détourner les eaux d'un bassin versant par des ouvrages de transfert afin d'alimenter des bassins en déficit présent ou à venir. Les eaux détournées ne rejoindront parfois jamais le bassin versant du fleuve d'origine. Les transferts interbassins versants demeurent limités, compte tenu de leur coût et de leur faible acceptabilité sociale²⁷. Les principaux transferts se situent dans le bassin Rhône-Méditerranée²⁸ :

- L'aqueduc Aqua Domitia, qui transfère des eaux du Rhône vers les zones des bassins des fleuves côtiers méditerranéens d'Occitanie de l'Hérault, de l'Orb et de l'Aude, essentiellement pour les usages eau potable, tourisme et agriculture.

21. Eyl-Mazzega M.-A. et Cassagnol E. (2022), « Géopolitique du dessalement de l'eau de mer », *Études de l'IFRI*, septembre.

22. Elles sont uniquement développées dans les DROM : Saint-Martin et Mayotte, ou dans certaines îles de France métropolitaine : Port-Cros, Sein, Corse, etc.

23. Voir le [tableau de bord des volumes stockés](#) mis à disposition par le CNES et le ministère de la Transition écologique.

24. 850 000 plans d'eau recensés en France hexagonale, dont près de 670 000 plans d'eau artificiels.

25. Source : IGEDD.

26. Irstea (2016), *Impact cumulé des retenues d'eau sur les milieux aquatiques. Expertise scientifique collective*, mai.

27. Voir à ce sujet l'article sur le projet de transfert entre le Rhône et la Catalogne abandonné en 2000 : Barraqué B. (2000), « La demande en eau en Catalogne : perspective européenne sur le projet d'aqueduc Rhône-Barcelone », *Revue d'économie méridionale*, vol. 48(191), p. 357-370.

28. Gouvernance transfrontière du bassin versant du Rhône entre la France et la Suisse. Groupe de travail binational.



- Le canal EDF de la Durance, qui dérive de l'eau de la Durance jusqu'à l'étang de Berre, essentiellement pour la production hydroélectrique, l'irrigation et l'adduction en eau potable.
- Le canal de Marseille, qui dérive l'eau de la Durance pour alimenter en eau potable la ville de Marseille.
- Le transfert Verdon/Saint-Cassien, du Rhône vers l'Est varois, essentiellement pour des usages eau potable.
- L'utilisation d'infrastructures hydroélectriques pour assurer un soutien d'étiage (eau potable, écosystème et tourisme) de l'Ardèche, affluent du Rhône, par des eaux en provenance du bassin de la Loire, avec un changement de la mer de destination : la mer Méditerranée au lieu de l'océan Atlantique.
- Les transferts entre les bassins versants Rhône-Méditerranée et Adour-Garonne au niveau de la montagne Noire, essentiellement pour l'agriculture et l'alimentation du canal du Midi.

En conclusion, le cycle de l'eau est modifié non seulement globalement par les effets du changement climatique, mais également localement par les infrastructures (transferts et stockages, par exemple), les prélèvements et les consommations anthropiques. L'évaluation du prélèvement et l'estimation de la consommation sont indispensables pour éclairer l'action publique. La première est importante pour s'assurer du bon fonctionnement des écosystèmes, tandis que la seconde constitue un élément essentiel pour évaluer la disponibilité de la ressource en eau pour les usages (humains et milieux) situés en aval.

LES PRÉLÈVEMENTS

L'observation des prélèvements

En France, les prélèvements d'eau sont recensés via la Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau (BNPE) de l'Office français de la biodiversité (Encadré 1). Ces données sont issues des déclarations des préleveurs, regroupés en cinq secteurs, soumis à redevance auprès des agences de l'eau : production d'eau potable, usage principalement industriel, usage principalement agricole, canaux et refroidissement des centrales électriques. La BNPE ne concerne que les préleveurs prélevant plus de 10 000 m³ d'eau par an (ou 7 000 m³ d'eau par an en zones de tension sur la ressource en eau²⁹). La déclaration dans la BNPE étant annuelle, cette base de données ne permet pas d'identifier les tensions saisonnières.

Encadré 1 – Le croisement de la BNPE avec d'autres bases de données

En matière de prélèvements agricoles, le croisement entre les données déclarées par les organismes uniques de gestion de l'irrigation agricole (OUGC) et le nombre de prélèvements déclarés aux agences de l'eau sont parfois incohérents³⁰. De même, les prélèvements industriels de la base de données des installations rejetant des polluants (IREP), des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) et ceux de la BNPE peuvent parfois différer.

À titre d'exemple, en 2020 dans le bassin versant Adour-Garonne, à périmètre d'établissements industriels identique, nous observons que la base de données IREP fait apparaître un prélèvement de 76 millions de m³, contre 71 millions de m³ pour la base de données de l'agence de l'eau (voir la section 4 de l'annexe méthodologique). Le croisement et l'interopérabilité de différentes bases de données (BNPE, OUGC, IREP, bases de données de la police de l'eau sur les ouvrages de prélèvements) apparaissent indispensables afin de constituer une base de données nationale. Celle-ci gagnerait, de plus, à inclure les prélèvements inférieurs à 10 000 m³.

Les forages domestiques, non recensés dans la BNPE

De nombreux forages, notamment les forages domestiques dont les prélèvements sont inférieurs aux seuils de redevance, n'apparaissent pas dans la BNPE. Le suivi de ces forages apparaît d'autant plus délicat qu'ils ne sont pas systématiquement déclarés en mairie³¹. Un contrôle renforcé de ces forages apparaît indispensable pour mieux appréhender les volumes prélevés. En effet, si dans l'ensemble ils ne représentent qu'une petite fraction des volumes prélevés³², ils pourraient tout de même exercer une pression importante dans plusieurs zones à certaines périodes de l'année.

L'utilisation non domestique de l'eau potable dans la BNPE

L'objet de la BNPE est d'appliquer une redevance en fonction de l'utilisateur premier de la ressource – production d'eau potable, usager principalement agricole, usager principalement industriel, canaux et refroidissement des centrales électriques – et non de l'utilisateur final. Aussi, un industriel qui aura recours à de l'eau potable ne sera pas identifié dans l'usage principalement industriel de la BNPE, mais sera inclus dans les volumes de production d'eau potable, sans pouvoir le distinguer des autres usagers d'eau potable,

29. Appellées « zones de répartition des eaux », au titre de la réglementation.

30. CGEDD-CGAEER (2020), *Bilan du dispositif des organismes uniques de gestion collectives (OUGC) des prélèvements d'eau pour l'irrigation*, rapport.

31. Le décret n° 2008-652 du 2 juillet 2008 prévoit que tous les forages soient systématiquement déclarés en mairie.

32. Selon nos estimations, les forages domestiques représenteraient moins de 1 % des volumes totaux prélevés annuellement pour tous les usages anthropiques.

Tableau 1 – Contribution des différentes activités anthropique aux prélèvements en eau

	Prélèvement
Énergie	47 %
Eau domestique	14 %
Agriculture (irrigation + élevage)	11 %
Canaux	18 %
Industrie et construction	8 %
Tertiaire marchand et non marchand	1 %
Loisirs (thermes, production de neige artificielle, golf, etc.)	1 %

Note : les prélèvements comprennent l'eau du réseau d'eau potable et l'eau prélevée dans les nappes et rivières.

Lecture : l'activité agricole (irrigation et élevage) contribue à 11 % des prélèvements totaux.

Source : calculs France Stratégie, à partir des bases de données BNPE et IREP

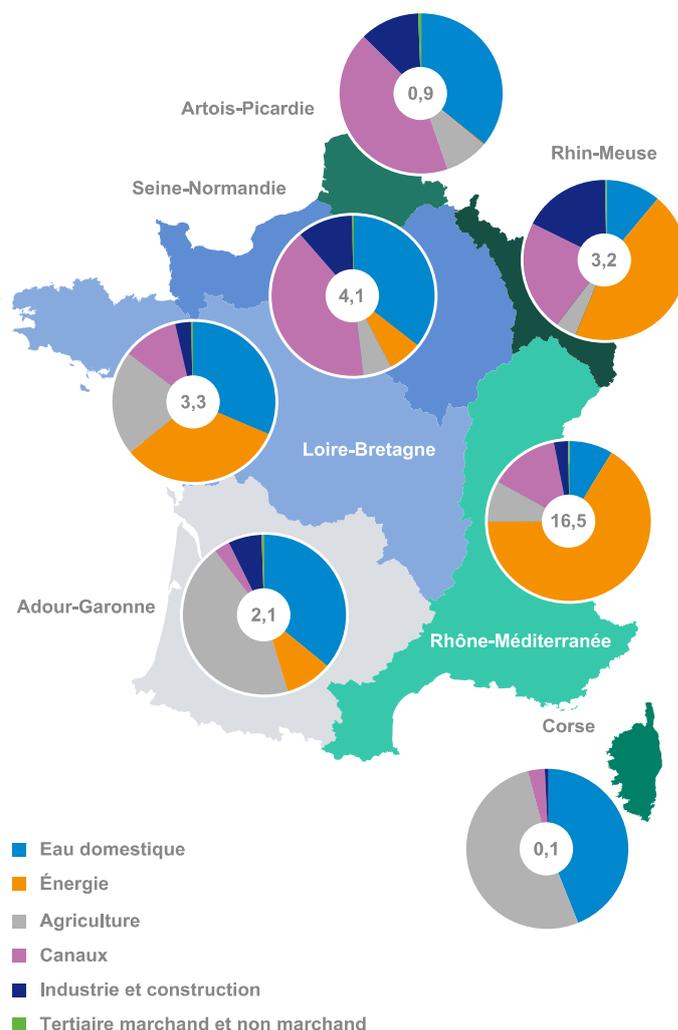
notamment des ménages. Plusieurs travaux estiment les volumes d'eau potable utilisés par des usagers non domestiques autour de 20 %³³. Dans la présente note, nous considérons que 20 % des eaux du réseau d'eau potable sont destinés à des usagers non domestiques.

Qui prélève et pour quoi en France en 2020 ?

En 2020, en France hexagonale et en Corse, on estime que 30,2 milliards de m³ d'eau ont été prélevés, en considérant d'une part les prélèvements déclarés dans la BNPE et d'autre part une estimation des prélèvements issus des forages domestiques³⁴. Les prélèvements sont stables dans le temps, avec une moyenne de 31 milliards de m³ sur la période 1990-2019³⁵. 47 % des prélèvements le sont pour la production d'énergie (Tableau 1).

Les volumes d'eau prélevés varient entre les sept grands bassins versants français, en fonction des activités prédominantes (Carte 1). Ainsi, en 2020 sur les 47 % des prélèvements totaux en France que représente le secteur de la production d'énergie, 80 % se situent dans le bassin Rhône-Méditerranée. Les prélèvements en eau potable sont élevés dans le bassin Seine-Normandie qui concentre 28 % de la population hexagonale. Les prélèvements agricoles sont concentrés (87 %) dans trois bassins versants, Rhône-Méditerranée, Loire-Bretagne et Adour-Garonne, très équipés en irrigation. Ces prélèvements agricoles varient d'une année à l'autre, notamment en fonction des conditions météorologiques. Les prélèvements pour les canaux sont essentiellement présents dans les bassins Seine-Normandie et Rhône-Méditerranée.

Carte 1 – Prélèvements dans les sept bassins versants hydrographiques de France hexagonale et de Corse en 2020



Lecture : les chiffres indiquent les volumes annuels prélevés en milliards de m³ ; les camemberts, la répartition de ces prélèvements entre les activités. Par exemple, 16,5 milliards de m³ ont été prélevés dans le bassin versant Rhône-Méditerranée en 2020, dont 66 % pour la production d'énergie.

Source : calculs France Stratégie, à partir de la BNPE

Des prélèvements pour l'énergie tirés par les besoins en refroidissement

L'eau turbinée pour produire de l'hydroélectricité n'est pas ici considérée comme un prélèvement, en accord avec la convention actuelle. Le secteur énergétique représente, en 2020, 14 milliards de m³ (prélevés uniquement dans les eaux de surface), essentiellement utilisés pour alimenter les circuits de refroidissement des centrales nucléaires.

33. SAFEGE Consulting (2021), « Analyse de vulnérabilité et gestion quantitative de la ressource en eau sur le bassin Artois-Picardie. Phase 2, étape 5 – Détermination des scénarios d'évolution des usages », Agence Normandie Nord Picardie, Agence de l'eau Seine-Normandie (2022), *SDAGE 2022-2027 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands. Documents d'accompagnement*, Maugis P., Valadier F. et Piqueras U. (2020), « STRATEAU, un nouvel outil de prospective sur les tensions sur l'eau – Application à la reconstitution des usages de l'eau en France métropolitaine ».

34. Malgré la crise du Covid-19, par rapport aux années antérieures et postérieures, l'année 2020 ne présente pas de différence significative.

35. SDES (2023), « L'eau en France : ressource et utilisation – Synthèse des connaissances en 2022 », mars.



Selon le type de circuit de refroidissement, les prélèvements varient grandement :

- Les circuits ouverts : l'eau est prélevée directement dans une source d'eau froide (cours d'eau), puis rejetée à une température plus élevée afin d'assurer le rendement du réacteur de la centrale et de le refroidir. Ce type de centrale requiert une grande quantité d'eau, environ 233 m³/MWh³⁶.
- Les circuits fermés : l'eau qui circule dans le circuit de refroidissement est en partie réutilisée, permettant ainsi de réduire significativement les prélèvements en eau à 11 m³/MWh environ. L'évacuation de l'énergie a lieu essentiellement par évaporation au sein des tours aéroréfrigérantes.

Les prélèvements liés au refroidissement des centrales nucléaires en circuit ouvert situées sur le Rhône (huit réacteurs sur les trente-huit réacteurs en bord de fleuve) représentent près de 75 % des prélèvements du secteur énergétique, et 38 % des prélèvements totaux (tous secteurs)³⁷. On observe une baisse des prélèvements associés au secteur de l'énergie entre 2012 et 2020, qui s'explique principalement par la baisse de la production d'électricité d'origine nucléaire en raison de la diminution du taux de disponibilité des centrales et de la fermeture de la centrale de Fessenheim mi-2020.

Des prélèvements agricoles essentiellement pour l'irrigation

Les usages agricoles en eau sont en très grande majorité liés à l'irrigation. L'abreuvement des animaux et le nettoyage des bâtiments d'élevage contribuent aussi aux prélèvements, mais de manière beaucoup plus marginale³⁸, moins de 1 % des prélèvements agricoles selon nos estimations³⁹. Toutefois, ce chiffre est probablement sous-estimé, nombre de prélèvements pour l'élevage étant inférieurs à 10 000 m³ et donc non renseignés dans la BNPE.

En 2020, 3,3 milliards de m³ ont été prélevés pour l'irrigation en France hexagonale (soit 11 % des prélèvements totaux), dont 58 % dans les eaux de surface, et 42 % dans les eaux souterraines. Cela représente environ 1 900 m³ d'eau prélevée par hectare de surface irriguée, soit 190 millimètres. Par unité de surface, les légumes, les vergers, le soja, le maïs et les pommes de terre sont les cultures qui

Tableau 2 – Surfaces irriguées par culture en 2020
(en milliers d'hectares)

	Surface totale	Part irriguée (%)	Surfaces irriguées
Maïs grain et semence	1 736	34 %	590
Blé	4 512	5 %	217
Légumes frais, fraises, melons	246	62 %	153
Cultures permanentes (vergers)	261	51 %	132
Maïs fourrage et autres fourrages	2 062	6 %	126
Autres céréales	2 693	4 %	108
Prairies temporaires et permanentes	10 652	1 %	74
Pommes de terre	222	39 %	86
Betteraves industrielles	419	12 %	50
Vignes	779	9 %	69
Tournesol	780	6 %	46
Soja	187	28 %	71
Colza	1 103	3 %	28
Autres cultures	1 441	5 %	76
TOTAL	24 712		1 826

Source : Agreste (2023), *Graph'Agri 2022. L'agriculture, la forêt, la pêche et les industries agroalimentaires*, février

demandent le plus d'eau. Compte tenu des surfaces totales de maïs, ce dernier⁴⁰ représente, et de loin, la culture la plus irriguée (39 % des surfaces irriguées en France). L'ensemble des fruits et légumes ne représentent que 15 % du total des surfaces irriguées (Tableau 2).

Si l'on considère les différents flux de production, notamment publiés par FranceAgriMer (voir la section 5 de l'annexe méthodologique), on peut estimer les usages des différentes surfaces irriguées. Les surfaces irriguées le sont d'abord pour des produits exportés, qu'ils soient à usage d'alimentation animale ou humaine (34 % des surfaces irriguées). Viennent ensuite la production d'aliments pour les animaux (28 %) puis celle pour les humains (26 %). Ces surfaces peuvent être converties en volume d'eau, en considérant les quantités d'eau moyennes prélevées pour chaque type de culture : les volumes prélevés se font peu ou prou à parts égales (environ 30 % chacun) entre alimentation humaine, alimentation animale et exportations. Sous l'hypothèse que les produits ont le même usage qu'ils soient exportés ou destinés à l'usage interne⁴¹, les volumes prélevés pour l'eau d'irrigation le sont majoritairement pour l'alimentation humaine (44 %) puis pour l'alimentation animale (39 %) (Figure 3 page suivante).

36. Valeur moyenne. Calculs France Stratégie, à partir de la BNPE et des données de production électrique de RTE.

37. Calculs France Stratégie, à partir de la BNPE.

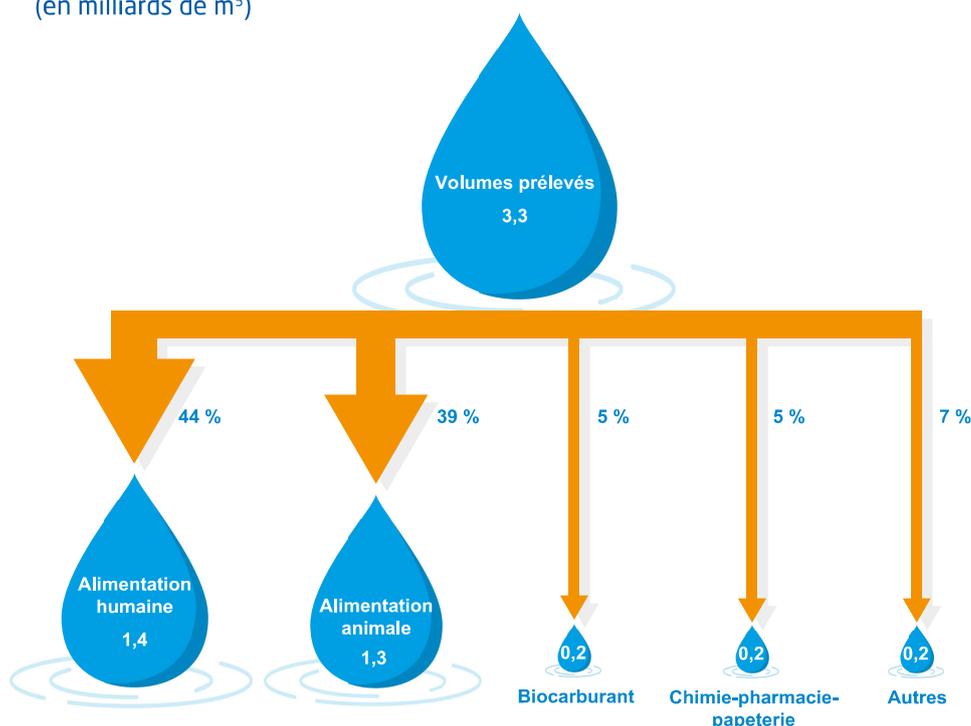
38. Leenhardt D., Voltz M. et Barreteau O. (2020), *L'Eau en milieu agricole. Outils et méthodes pour une gestion intégrée territoriale*, Paris, Éditions Quae, coll. « Synthèses ».

39. D'après la BNPE (2020) et en considérant que 60 % des prélèvements pour les élevages se font en eau de surface et en eau souterraine, et 40 % dans le réseau d'eau potable. Cette première estimation est probablement sous-estimée, les prélèvements inférieurs à 10 000 ou 7 000 m³ n'étant pas référencés dans la BNPE.

40. Maïs grain + maïs semence + maïs ensilage.

41. Par exemple, le vin et les légumes exportés le sont pour l'alimentation humaine, tandis que le maïs est majoritairement utilisé en alimentation animale (et dans une moindre mesure en alimentation humaine, pour la chimie-pharmacie et pour les biocarburants).

Figure 3 – Volumes prélevés en France pour les productions agricoles par usage en aval en 2020
(en milliards de m³)



Lecture : sous les hypothèses détaillées dans l'annexe méthodologique, 39 % des volumes prélevés dans les milieux le seraient pour irriguer des cultures destinées à nourrir les animaux d'élevage. La largeur des flèches est proportionnelle au flux.

Source : calculs France Stratégie, à partir des données BNPE, FranceAgriMer, Agreste et Terres Univia

Une irrigation qui progresse sur tout le territoire

Pour évaluer l'évolution de l'irrigation indépendamment des variations interannuelles liées aux conditions météorologiques, nous avons comparé les surfaces équipées en irrigation⁴² en 2010 et en 2020⁴³. Dans tous les bassins versants, la part d'exploitations équipées et les surfaces équipées augmentent substantiellement⁴⁴. L'augmentation des surfaces équipées varie de +12 % dans le bassin

Adour-Garonne à +78 % dans le bassin Artois-Picardie. Dans ce dernier, le développement de l'irrigation est notamment lié à la culture des pommes de terre et des légumes d'industrie (petits pois et haricots verts, par exemple). En Adour-Garonne, on observe une diminution des surfaces de maïs irrigué. Ainsi, le développement de l'irrigation semble surtout marqué dans le nord de la France, où elle était jusqu'à présent peu développée (Tableau 3).

Tableau 3 – Évolution des exploitations et des surfaces équipées d'un système d'irrigation entre 2010 et 2020 (en milliers d'hectares)

	Part des exploitations équipées en irrigation		Surface équipée en irrigation		Évolution des surfaces 2010-2020
	2010	2020	2010	2020	
Rhin-Meuse	10 %	13 %	68	82	22 %
Artois-Picardie	13 %	20 %	110	196	78 %
Seine-Normandie	6 %	9 %	320	395	24 %
Loire-Bretagne	12 %	16 %	729	890	22 %
Adour-Garonne	23 %	26 %	709	793	12 %
Rhône-Méditerranée	27 %	33 %	359	463	29 %
Corse	36 %	46 %	14	21	49 %
TOTAL	17 %	21 %	2 309	2 843	23 %

Lecture : dans le bassin versant Artois-Picardie, en 2020, 20 % des exploitations sont équipées en irrigation. Entre 2010 et 2020, les surfaces équipées y ont crû de 78 %.

Source : calculs France Stratégie, à partir du recensement général agricole 2010 et 2020 (accès CASD)

42. Les surfaces équipées ne sont pas nécessairement irriguées une année donnée.

43. Calculs France Stratégie, à partir du recensement général agricole (RGA) 2010 et 2020 (accès CASD).

44. Pages E. et Parisse S. (2024), « L'irrigation des surfaces agricoles : évolution entre 2010 et 2020 », *Datalab Essentiel*, SDES, février.



La particularité de l'irrigation, à la différence des activités industrielles et de production d'énergie, est qu'elle prélève majoritairement entre les mois de juin et d'août, période au cours de laquelle les niveaux des nappes et des rivières sont au plus bas.

Des prélèvements stables pour l'eau domestique

En supposant que 20 % des volumes qui transitent par les réseaux d'eau potable sont destinés aux activités industrielles et tertiaires (voir *supra*), les prélèvements d'eau potable destinés à un usage domestique sont estimés entre 4 et 4,4 milliards de m³ par an entre 2012 et 2020, soit environ 14 % des prélèvements totaux. Pour des raisons de qualité, ces prélèvements se font majoritairement (69 %) dans les eaux souterraines. Rapportés à la population, en prenant en compte les fuites des réseaux et les pertes lors de la potabilisation⁴⁵, le volume d'eau prélevé par habitant est stable, autour de 66 m³ (soit 181 litres par jour).

Ces prélèvements sont toutefois variables entre les ménages. Plusieurs facteurs expliquent cette variabilité⁴⁶. Tout d'abord l'habitat est le facteur prépondérant, en particulier sa localisation (effet de la température), sa nature (individuel avec ou sans jardin versus collectif) et sa taille. Ensuite les caractéristiques du ménage, notamment sa composition et ses revenus, peuvent expliquer la variabilité des prélèvements. Enfin, de façon plus marginale, le prix de l'eau et les actions de sensibilisation engagées par les collectivités peuvent également jouer un rôle.

À ces prélèvements dans les réseaux d'eau potable peuvent être ajoutés les prélèvements via les forages domestiques⁴⁷. Cette pratique en expansion est probablement liée aux arrêts sécheresse de plus en plus fréquents : le forage domestique permettrait, pour certains, de contourner les interdictions de différents usages (interdictions d'arrosage, de remplissage de piscine ou de lavage de voiture). Une première évaluation⁴⁸ amène à penser qu'environ 1,5 million de forages domestiques pourraient être en service, ce qui correspondrait à près de 9 % des maisons individuelles, dont seulement 1 sur 50 serait déclaré. L'eau prélevée à travers les forages domestiques est estimée à 200 millions de m³ par an, soit un supplément moyen de l'ordre de 5 %

par rapport au volume d'eau potable prélevée pour l'usage domestique (voir la section 2 de l'annexe méthodologique). Ces prélèvements sont par ailleurs d'autant plus susceptibles de contribuer à des situations de déséquilibre quantitatif qu'ils sont concentrés entre les mois de juin et d'août et dans le sud de la France.

Au total, en 2020, les prélèvements pour une utilisation domestique (y compris pertes et forages domestiques) représentent 4,4 milliards de m³, soit 67 m³ par habitant.

Des prélèvements industriels essentiellement liés à la chimie, la pharmacie et l'alimentaire

Dans le secteur industriel et la construction, l'eau est un élément indispensable à de nombreux processus de production, que ce soit comme solvant ou comme matière première, pour le nettoyage ou pour le refroidissement⁴⁹. L'industrie et la construction prélèvent 1,8 milliard de m³ d'eau dans les eaux de surface et souterraines auxquels s'ajoutent 0,5 milliard de m³ prélevés dans le réseau d'eau potable, soit un total de 2,3 milliards de m³ (soit 8 % des prélèvements totaux). Une baisse des prélèvements totaux est observée⁵⁰ depuis 1994 du fait de la désindustrialisation et de l'amélioration des procédés⁵¹ (avec notamment la mise en place de circuits de refroidissement fermés). En 2020, en France hexagonale et en Corse, 58 % des prélèvements sont réalisés par les industries chimiques, pharmaceutiques et agroalimentaires.

Des prélèvements pour le tertiaire marchand et non marchand toujours relativement faibles

Les prélèvements pour les bâtiments publics et le secteur tertiaire marchand (hors loisirs) représentent 467 millions de m³ en 2020. Plus de 80 % de ces prélèvements sont destinés aux laboratoires de recherche, aux activités tertiaires (blanchisseries industrielles, commerces de gros, logistiques, immeubles de bureaux, etc.), aux bases militaires, aux hôpitaux, aux Ehpad et aux établissements médico-sociaux. Les prélèvements pour les loisirs (production de neige artificielle, thermes, hippodromes, golfs, etc.) représentent quant à eux 157 millions de m³ d'eau (soit 1 % des prélèvements totaux), dont 67 % sont destinés à l'arrosage des parcs, des espaces verts, des stades, des golfs, aux thermes et à la production de neige artificielle⁵².

45. Les pertes lors de la potabilisation et les fuites dans les réseaux représentent en moyenne 30 % des prélèvements, d'après l'Office français de la biodiversité. Voir OFB (2022), *Observatoire des services publics d'eau et d'assainissement. Panorama des services et de leur performance en 2020*, rapport d'étude, juin.

46. Montginoul M. (2013), « La consommation d'eau en France : historique, tendances contemporaines, déterminants », *Sciences, Eaux & Territoires*, n° 10, p. 68-73.

47. Montginoul M. et Rinaudo J.-D. (2009), « Quels instruments pour gérer les prélèvements individuels en eau souterraine ? Le cas du Roussillon », *Économie rurale*, n° 310, mars-avril, p. 40-56.

48. Pour ce faire, nous avons supposé que, dans les bassins versants Rhône-Méditerranée-Corse et Adour-Garonne, 10 % à 15 % des maisons individuelles non vacantes, qu'elles soient des résidences principales ou secondaires, sont équipées de forages actifs, prélevant annuellement entre 150 et 200 m³ d'eau, contre respectivement 5 % à 10 % et 100 à 200 m³ dans le reste du territoire. Ces hypothèses et simplifications ont été retenues en accord avec la littérature et confirmées par des dire d'experts. Les estimations données correspondent à la valeur médiane des intervalles obtenus.

49. Historiquement, beaucoup de sites industriels ont été établis à proximité de cours d'eau, que ce soit pour en utiliser l'énergie motrice, pour s'en servir comme voie de transport ou pour y rejeter les effluents de l'activité industrielle.

50. Les prélèvements en 2020 ne marquent pas de rupture par rapport aux séries précédentes, l'effet de la crise du Covid-19 ne semble donc pas majeur pour le secteur industriel.

51. Fénarive (2019), *Les industries et l'eau. Des actions concrètes pour préserver la ressource et les milieux*, novembre.

52. Cette valeur est du même ordre de grandeur que celle observée les années précédentes et ce malgré la crise du Covid-19.

Des prélèvements importants pour alimenter les canaux

Les prélèvements pour les canaux, concentrés dans le nord et l'est de la France, s'élèvent en 2020 à 5,5 milliards de m³. Ces prélèvements augmenteront du fait de la mise en service du canal Seine-Nord Europe en 2030. Les fuites des canaux peuvent être importantes, de l'ordre de 25 %⁵³.

LES CONSOMMATIONS

L'observation des consommations

Pour passer des prélèvements aux consommations, le service des données et études statistiques (SDES) du ministère en charge de la Transition écologique a recours à des facteurs de consommation⁵⁴ appliqués au volume prélevé par les quatre grands secteurs que sont : la production d'eau potable, l'usage principalement industriel, l'usage principalement agricole et le refroidissement des centrales électriques⁵⁵. La consommation des canaux est considérée comme nulle. Cette partie porte sur les conventions et les hypothèses sous-jacentes à ces facteurs et, dans certains cas, fait des propositions alternatives d'estimation, généralement à un niveau d'usage de l'eau plus fin que celui des statistiques officielles.

Les fuites du réseau d'eau potable doivent-elles être considérées comme des consommations ?

Plusieurs conventions existent pour évaluer la consommation par l'activité domestique. Ainsi pour la FAO⁵⁶ et les Nations unies⁵⁷, l'eau consommée par l'activité domestique est constituée de la part de l'eau qui fuit des réseaux de distribution et qui est ensuite évapotranspirée ainsi que de l'eau évaporée lors d'une utilisation par les ménages (Figure 2)⁵⁸. Une revue de la littérature met en évidence, selon cette définition, des coefficients de consommation pour l'usage domestique variant entre 10 % et 17 % dans l'Union européenne⁵⁹. Eurostat et l'OCDE considèrent quant à eux la consommation uniquement sur la part de l'eau utilisée par les ménages (Figure 2), ils ne prennent pas en compte la part consommée via les fuites⁶⁰.

S'agissant des prélèvements destinés à la production d'eau potable, la convention statistique française, faute de données sur la part consommée (c'est-à-dire évaporée et incorporée) lors de l'utilisation par les ménages, considère que la consommation est le résultat des fuites des réseaux. En France, en 2020, la moyenne pondérée du taux de fuite des réseaux s'élève à 20 %. Cette convention peut néanmoins être interrogée puisque la grande majorité de l'eau qui fuit des réseaux vers le sol revient au milieu (bien que parfois dans un milieu différent). La réduction des fuites constitue néanmoins une priorité pour les pouvoirs publics car, d'une part, la ressource en eau est rare dans certains territoires et à certaines périodes de l'année et, d'autre part, parce que produire de l'eau potable et la distribuer nécessitent de l'énergie.

Dans les sous-sections suivantes, le facteur de consommation des ménages pour l'eau du réseau d'eau potable est considéré à 12 %⁶¹, comme cela a été observé dans la littérature à l'échelle de petits bassins versants⁶².

Une consommation en agriculture dépendante du système d'irrigation

En irrigation, les consommations dépendent du système d'irrigation : la micro-irrigation, l'aspersion et l'irrigation par gravité (Encadré 2 page suivante). Il y a des cultures pour lesquelles l'irrigation est centrale, qu'elle concerne des cultures à forte valeur ajoutée sur de petites surfaces (maraîchage et arboriculture), des grandes cultures d'été (maïs et soja), des cultures qui nécessitent une irrigation d'appoint (sorgho et tournesol), ou des cultures pour lesquelles l'irrigation n'intervient qu'en fin (blé) ou début de cycle (colza). Enfin, certaines cultures sont irriguées pour accroître leur rendement et répondre à la demande du marché. C'est le cas de la pomme de terre, qui est irriguée pour respecter le cahier des charges de l'industrie en termes de calibre et de présentation des tubercules⁶³, ou bien encore de la vigne, qui est irriguée pour mieux piloter le taux d'alcool du vin et plus largement ses qualités organoleptiques⁶⁴.

53. Schmitt J. (2023), *Construction d'un modèle visant à optimiser la gestion des voies d'eau de la Direction territoriale VNF de Strasbourg*, mémoire de fin d'études, ENGEES, juin.

54. Part de l'eau prélevée qui est consommée, c'est-à-dire évapotranspirée ou incorporée.

55. SDES (2023), « Modalités d'estimation des consommations d'eau douce associées aux prélèvements par usage », notice méthodologique, mars.

56. FAO (2010), *Désambiguïsation des statistiques de l'eau*, rapport, septembre.

57. ONU (2009), *UN World Water Development Report 2009*, op. cit.

58. Vandecasteele I. et al. (2014), « Mapping current and future European public water withdrawals and consumption », *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 18, p. 407-416.

59. Bijl D. L. et al. (2016), « Long-term demand for electricity, industry and households », *Environmental Science & Policy*, vol. 55(1), janvier, p. 75-86. Voir également

Döll P. et al. (2012), « Impact of water withdrawals from groundwater and surface water on continental water storage variations », *Journal of Geodynamics*, vol. 59-60, septembre, p. 143-156 ; Hejazi M. et al. (2014), « Long-term global water projections using six socioeconomic scenarios in an integrated assessment modeling framework », *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 81, janvier, p. 205-226 ; Flörke M. et al. (2013), « Domestic and industrial water uses of the past

60 years as a mirror of socio-economic development: A global simulation study », *Global Environmental Change*, vol. 23(1), février. Voir enfin van Berkel J. et al. (2022), *Water accounts for the Netherlands. Compilation of Physical Supply and Use Tables, Asset Accounts and Policy Indicators for Water 2018-2020*, décembre.

60. Eurostat (2021), *Data Collection Manual for the JQ-IW and RWQ*.

61. Ces 12 % de consommation de l'eau du réseau d'eau potable incluent les pertes par évaporation dans l'habitat ainsi que celles par évapotranspiration dans les jardins (arrosage, remplissage de piscines, etc.).

62. Flörke M. et al. (2013), « Domestic and industrial water uses of the past 60 years... », op. cit.

63. Inrae (2006), *Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau*, octobre.

64. de Chevron Villette D. (2023), *Impact de deux pilotages de l'irrigation sur l'état hydrique de la vigne et sur la qualité des baies. Et impact du mode de destruction du couvert végétal sur des propriétés structurales du sol*, mémoire de fin d'études, Institut Agro Montpellier, avril.



Encadré 2 – Les trois grands types d'irrigation

Il existe trois grands types d'irrigation⁶⁵ :

- *L'irrigation de surface, qui utilise la gravité via un réseau de canaux et de rigoles. Ce type d'irrigation est une spécificité du sud de la France (Provence-Alpes-Côte d'Azur, Languedoc, Drôme, Pyrénées-Orientales et Corse). En 2020, elle concerne seulement 5 % des surfaces irrigables⁶⁶. Elle participe à réalimenter les milieux naturels du fait de sa faible efficacité⁶⁷.*
- *L'aspersion, qui utilise des canalisations sous pression alimentant des arroseurs en surface. Plusieurs systèmes d'aspersion existent : l'enrouleur, la rampe et le pivot. En 2020, l'aspersion représente le mode d'irrigation le plus répandu, avec près de 87 % de la surface totale irrigable.*
- *La micro-irrigation, comprenant la micro-aspersion et le goutte-à-goutte, qui achemine de l'eau sous faible pression par des tuyaux suspendus, posés au sol ou enterrés. Les plantes reçoivent l'eau par intermittence. En 2020, la micro-irrigation couvre 8 % de la superficie totale irriguée. Cette technique d'irrigation reste réservée aux cultures à forte valeur ajoutée : vergers, vignes, cultures maraîchères et florales et cultures sous serres.*

Concernant la micro-irrigation, du fait de son efficacité, il est généralement considéré que presque toute l'eau est consommée, car incorporée par les plantes ou bien évapotranspirée. Pour ce qui est de l'irrigation par aspersion, une part de l'eau (entre 20 % et 30 %⁶⁸) dérive, est drainée et ruisselle⁶⁹ ; une petite quantité rejoindra donc les milieux⁷⁰. Nous considérons que 10 % rejoindront *in fine* les milieux. Concernant l'irrigation gravitaire, des travaux conduits sur des systèmes d'irrigation gravitaire dans le sud de la France indiquent que de 40 % à 80 % de l'eau d'irrigation⁷¹ rejoint la nappe⁷².

Des consommations très différentes selon le secteur industriel

Actuellement, les statistiques officielles considèrent un facteur unique de consommation pour l'usage principalement industriel de 7 %. D'après la littérature scientifique, les facteurs de consommation industriels varient entre 12 % et 42 % selon les activités industrielles considérées⁷³. La base de données IREP de déclaration des prélèvements et rejets des ICPE⁷⁴ nous permet de déterminer des facteurs de consommation à une granularité fine (voir la section 3 de l'annexe méthodologique). Nous les avons déterminés sur la période 2018-2022 pour les principaux secteurs préleveurs ; ces facteurs varient entre 8 % et 27 % selon l'activité (Tableau 4).

Tableau 4 – Facteurs de consommation et parts d'eau potable dans la ressource utilisée des principaux secteurs industriels préleveurs d'eau

	Facteur de consommation moyenné sur cinq ans (2018-2022)	Part de l'eau potable dans les prélèvements totaux moyennée sur cinq ans (2018-2022)
Fabrication de denrées alimentaires et de boissons	27 %	23 %
Industrie chimique, industrie pharmaceutique et fabrication de produits en caoutchouc et plastique	13 %	4 %
Industrie du papier et du carton	13 %	< 1 %
Collecte, traitement et élimination des déchets ; récupération	17 %	2 %
Industrie extractive (hors hydrocarbures et minerais métalliques) et fabrication de produits minéraux non métalliques	8 %	< 1 %
Métallurgie	34 %	12 %
Fabrication de textiles, industrie de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure	22 %	8 %

Note : les facteurs de consommation sont calculés sur le secteur industriel total et non par établissement.

Lecture : l'industrie du papier-carton consomme 13 % de l'eau qu'elle prélève. Ses prélèvements dans le réseau d'eau potable sont inférieurs à 1 %. Ainsi, la quasi-totalité de l'eau prélevée provient du milieu (nappes et rivières).

Source : calculs France Stratégie, à partir de la base de données IREP (uniquement les ICPE)

65. Serra-Wittling C. et Molle B. (2017), *Évaluation des économies d'eau à la parcelle...*, op. cit.

66. Calculs France Stratégie, à partir de la base de données RGA 2020 (accès CASD).

67. Laurenceau M. (2021), *Où sont passées les économies d'eau ? Paradigmes, instruments et territorialisations des politiques d'économie et de réallocation d'eau dans le bassin de la Durance (France)*, thèse sous la dir. de Molle F., AgroParisTech, décembre.

68. Wittling C. et Ruelle P. (2022), *Guide pratique de l'irrigation*, 4^e éd., Paris, Éditions Quae.

69. Serra-Wittling C., Molle B. et Cheviron B. (2020), « La modernisation des systèmes d'irrigation en France : quelles économies d'eau possibles à l'échelle de la parcelle ? », *Sciences, Eau & Territoires*, n° 34, novembre, p. 46-53. Voir également Merchán D. et al. (2015), « Assessment of a newly implemented irrigated area (Lerma Basin, Spain) over a 10-year period. I: Water balances and irrigation performance », *Agricultural Water Management*, vol. 158, août, p. 288-296. Serra-Wittling C. et Molle B. (2017), *Évaluation des économies d'eau à la parcelle réalisables par la modernisation des systèmes d'irrigation*, septembre.

70. Essaid H. I. et Caldwell R. R. (2017), « Evaluating the impact of irrigation on surface water – groundwater interaction and stream temperature in an agricultural watershed », *Science of The Total Environment*, vol. 599-600, décembre, p. 581-596. Voir également Kendy E. et Bredehoeft J. D. (2016), « Transient effects of groundwater pumping and surface-water-irrigation returns on streamflow », août.

71. Dans la convention statistique actuelle, seules les irrigations par aspersion et par gravité sont considérées avec des taux de consommation de 100 % et 18 % respectivement.

72. Voir à ce sujet Alkassam-Alosman M. (2016), *Caractérisation des irrigations gravitaires au moyen d'un modèle d'écoulement et de mesures in-situ : application à l'optimisation de l'irrigation du foin de Crau par calan*, thèse sous la dir. de Olisio A., université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, septembre.

73. Döll P. et al. (2012), « Impact of water withdrawals from groundwater and surface water... », op. cit. Voir également Flörke M. et al. (2013), « Domestic and industrial water uses of the past 60 years... », op. cit. et Hejazi M. et al. (2014), « Long-term global water projections using six socioeconomic scenarios... », op. cit.

74. Les secteurs ont été sélectionnés via les codes APE, puis le facteur de consommation annuel du secteur a été estimé en comparant la somme des prélèvements avec la somme des rejets. Nous avons effectué cette opération sur les années 2018 à 2022, afin de lisser les variations interannuelles, puis nous avons moyenné.

Tableau 5 – Ratios de prélèvements et de consommations du nucléaire (m³/MWh)

Type de circuit	Prélèvements (m ³ /MWh)	Consommations (m ³ /MWh)	Facteur de consommation
Ouvert	233	1,9	0,8 %
Fermé	11	2,4	22 %

Note : les données présentées ci-dessus sont des moyennes, des écarts importants pouvant être observés selon les réacteurs, notamment en raison des différences de puissance.

Source : calculs France Stratégie, à partir de la BNPE et des données de production électrique de RTE

Des consommations dépendantes des circuits de refroidissement pour les centrales électriques

Pour le nucléaire en circuit ouvert, du fait de la température de l'eau du rejet, plus élevée, il y a un phénomène d'évaporation forcée additionnelle, estimée dans la vallée du Rhône à 0,8 % du volume rejeté⁷⁵. Cet effet est toutefois actuellement négligé dans les statistiques officielles, qui considèrent comme nulle la consommation des centrales en circuit ouvert. Pour le nucléaire en circuit fermé, la convention statistique actuelle retient un facteur de consommation moyen national de 22 %, à partir des données évaluées par modélisation des tours aéroréfrigérantes par EDF sur la période 2010-2020.

Le tableau 5 présente les ratios de prélèvements et de consommations, permettant de mesurer l'efficacité de chacun des deux circuits du point de vue de l'utilisation de l'eau⁷⁶.

L'évaporation des stockages et des canaux, une consommation ?

La convention statistique actuelle ne considère pas l'évaporation liée aux stockages (barrages et retenues) ni aux canaux. La première n'est pas considérée car les stockages ne sont pas identifiés comme des prélèvements, la seconde faute de données disponibles.

Une première estimation du surplus d'évaporation⁷⁷ lié au stockage dans les plans d'eau artificiels (tous types confondus) de la France hexagonale et de la Corse, réalisée en collaboration avec l'IGEDD, donne une valeur de l'ordre d'un milliard de m³ par an, à mettre en regard de la capacité de stockage cumulée des retenues, estimée à 18 milliards de m³.

Des estimations à l'échelle des plans d'eau restent nécessaires pour améliorer cette première estimation. Cette analyse permet néanmoins d'observer que le surplus d'évaporation dans les retenues de plus de 1 000 m² représente environ 75 % du surplus d'évaporation total. Le surplus d'évaporation est plus important dans certaines régions, comme dans l'est du bassin parisien (grands lacs de la Seine en amont de Paris), dans le centre de la France (nombreuses retenues de petites tailles), ou dans les Alpes (lacs de barrage). Les retenues situées dans les zones de montagne, qui représentent 15 % de la superficie totale des retenues, ne participent qu'à hauteur de 3 % au surplus d'évaporation. Une retenue pouvant être destinée à des usages variés (hydroélectricité, irrigation, soutien de débit d'étiage, alimentation en eau potable), l'imputation de l'évaporation à un usage se révèle délicat. Par conséquent, nous ne considérerons pas cette évaporation dans la sous-partie suivante.

Concernant les canaux, l'évaporation en période estivale est estimée entre 3 mm/j⁷⁸ et 5 mm/j⁷⁹ dans la littérature. En prenant l'hypothèse basse d'un niveau d'évaporation de 3 mm/j pendant les 90 jours les plus chauds de l'année, le facteur de consommation des canaux s'élèverait en France à 0,3 %⁸⁰.

Qui consomme et pour quoi en France en 2020 ?

En appliquant les facteurs de consommation que nous avons établis par usage final (voir la section 6 de l'annexe méthodologique), la consommation finale d'eau tous usages confondus s'élèverait à 4,4 milliards de m³. En intégrant la consommation des retenues artificielles, dont l'usage est difficilement attribuable à un secteur faute de données disponibles, cette consommation pourrait atteindre 5,4 milliards de m³. Dans la suite de la présente note, les consommations des retenues ne sont pas intégrées.

La répartition sectorielle de la consommation diffère sensiblement de celle des prélèvements. Plus de 60 % de l'eau consommée en France hexagonale et en Corse (les consommations pour les départements et régions d'Outre-mer sont données dans l'encadré 3 page suivante) l'est pour l'agriculture, la grande majorité de l'eau prélevée n'étant pas directement restituée au milieu puisqu'elle est évapotranspirée (Tableau 6 page suivante).

75. Gosse P. et Samie R. (2020), « Water evaporation at wet-cooled nuclear power plants on river banks: Application to the French Rhône river », *Water-Energy Nexus*, vol. 3, juillet, p. 155-169.

76. Voir également les courbes présentant l'énergie horaire générée par le groupe de production choisi, mises à disposition par RTE.

77. Le surplus d'évaporation est calculé par estimation de l'évaporation brute au niveau de la surface du plan d'eau, à laquelle est soustraite l'évapotranspiration qu'il y aurait eu sans existence du plan d'eau (sur la même surface).

78. Schmitt J. (2023), *Construction d'un modèle visant à optimiser la gestion des voies d'eau...*, op. cit.

79. Malaterre P.-O., Dorchie D. et Baume J.-P. (2013), « La modernisation des canaux d'irrigation : apports de l'automatisation pour la gestion opérationnelle », *Sciences, Eaux & Territoires*, vol. 11(2), p. 44-47.

80. En considérant un linéaire de canaux artificiels de 4 300 kilomètres avec une largeur de 15 mètres. Cela correspond à une évaporation « brute », c'est-à-dire non corrigée de l'évaporation qu'aurait subi cette eau dans sa rivière d'origine.



Tableau 6 – Poids des utilisateurs finaux dans les prélèvements et consommations d'eau, sans prise en considération du phénomène d'évaporation dans les retenues artificielles en 2020

	Consommation	Facteurs de consommation agrégés
Énergie	14 %	4 %
Eau domestique	12 %	16 %
Agriculture (irrigation + élevage)	62 %	80 %*
Canaux	1 %	0,3 %
Industrie et construction	9 %	17 %
Tertiaire marchand et non marchand	1 %	12 %
Loisirs (thermes, production de neige artificielle, golf, etc.)	1 %	32 %

* Ce facteur agrégé est obtenu en pondérant les volumes utilisés par les facteurs de consommation associés aux différentes activités (l'irrigation par gravité ou aspersion et l'élevage). L'irrigation par micro-irrigation n'étant pas renseignée dans la BNPE, nous ne l'avons pas intégrée.

Note : les consommations comprennent l'eau du réseau d'eau potable et l'eau prélevée dans les nappes et rivières.

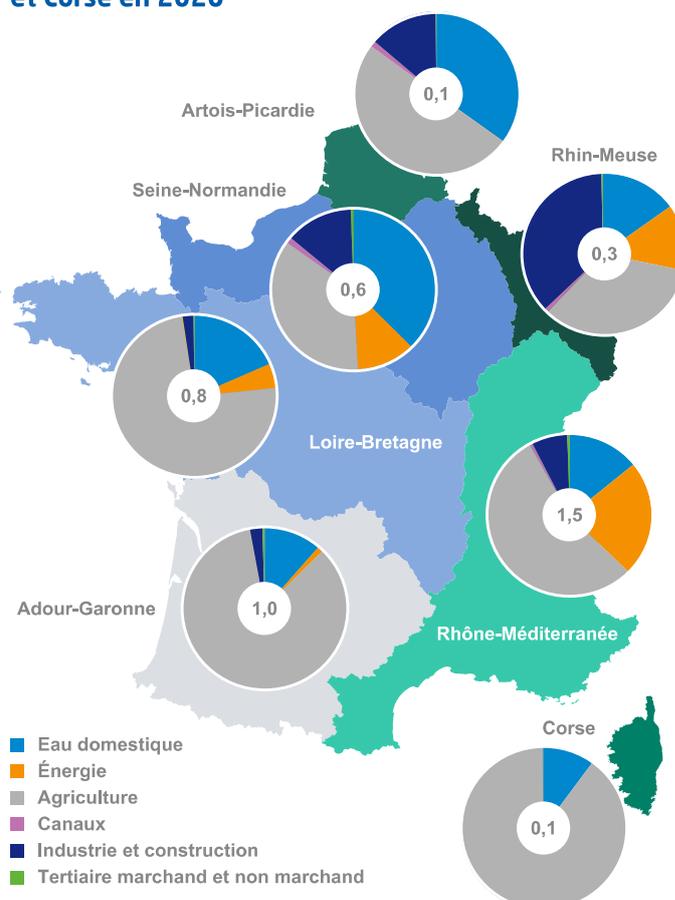
Lecture : en 2020, l'agriculture a consommé 62 % de l'eau consommée en France hexagonale et en Corse.

Source : calculs France Stratégie, à partir de la BNPE

Des consommations essentiellement expliquées par l'irrigation

Les consommations en eau sont particulièrement élevées dans les bassins versants Adour-Garonne (avec des volumes consommés d'un milliard de m³), Rhône-Méditerranée (1,5 milliard de m³) et Loire-Bretagne (0,8 milliard de m³)⁸¹ (Carte 2). Ce sont également les bassins versants les plus irrigués.

Carte 2 – Consommations dans les sept bassins versants hydrographiques de France hexagonale et Corse en 2020



Lecture : les chiffres indiquent le volume consommé en milliards de m³, les camemberts, la répartition de cette consommation entre les activités. En 2020, 1 milliard de m³ d'eau a été prélevé dans le bassin versant Adour-Garonne, dont 84 % pour l'irrigation.

Source : calculs France Stratégie, à partir de la BNPE

Encadré 3 – Focus sur les départements et régions d'Outre-mer (DROM)

En 2020, dans les DROM, les prélèvements déclarés dans la BNPE s'élèvent à 416 millions de m³. 61 % de ce volume est destiné à la production d'eau potable pour les ménages, 21 % à l'irrigation agricole, 17 % aux industries, à la construction, aux activités tertiaires marchandes et non marchandes et 1 % à la production d'énergie.

Les prélèvements pour l'énergie sont faibles, car les DROM ont majoritairement recours à des centrales thermiques à flamme, qui prélèvent moins d'eau que les centrales nucléaires. Les rendements des réseaux d'eau potable sont médiocres (entre 39 % et 50 % de fuites, contre 20 % en moyenne dans l'Hexagone) et les quantités d'eau utilisées par les ménages sont plus élevées qu'en France hexagonale⁸².

En matière d'irrigation, 13 % de la surface agricole utile est irriguée (contre 7 % dans l'Hexagone), principalement pour la canne à sucre, la banane et les légumes frais⁸³. Le mode d'irrigation en goutte-à-goutte, le plus efficace, est particulièrement développé (41 % contre 8 % dans l'Hexagone).

Sur les 416 millions de m³ prélevés, 230 millions seraient consommés, majoritairement par l'agriculture (64 %), puis par les ménages (23 %), l'industrie, les activités tertiaires marchandes et non marchandes (12 %) et l'énergie (0,1 %). Les tensions sur la ressource peuvent être importantes, comme en témoignent les conflits d'usage sur la ressource issue de la rivière Blanche (Martinique) en période d'étiage⁸⁴.

81. Source : données SDES 2010-2019.

82. CESE (2022), *La gestion de l'eau et de l'assainissement dans les Outre-mer*, avis, octobre.

83. Pages E. et Parisse S. (2024), « L'irrigation des surfaces agricoles... », *op. cit.*

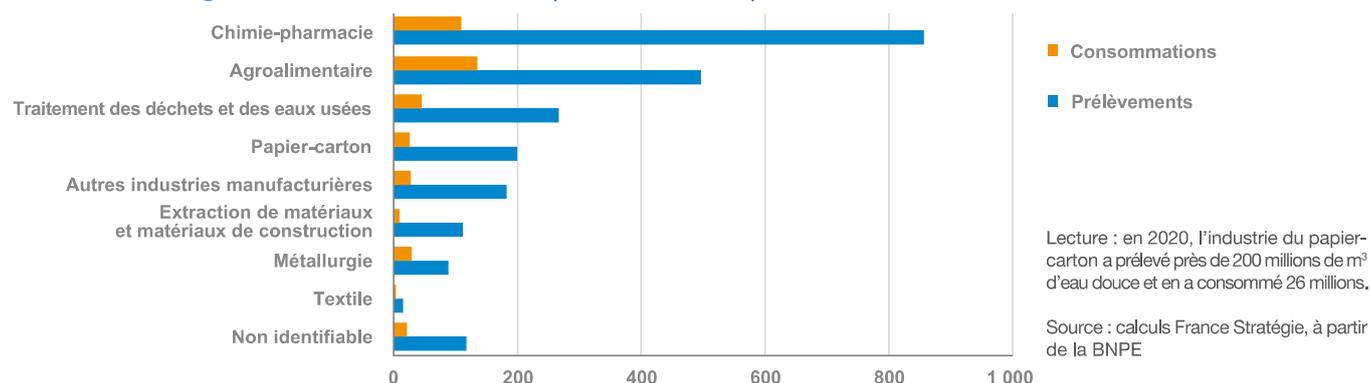
84. Cour des comptes (2023), *La gestion quantitative de l'eau en période de changement climatique. Exercices 2016-2022*, rapport, juillet.

En France, l'impact de l'utilisation de l'eau est plus important en période estivale (de juin à août), principalement du fait des besoins d'irrigation. D'après le SDES, les consommations en eau représenteraient alors environ 60 % du total annuel, tandis que l'eau douce qui transite dans les cours d'eau correspond à seulement 15 % du volume annuel⁸⁵.

Des consommations industrielles qui diffèrent des prélèvements

Les consommations de l'industrie et de la construction représentent 9 % des consommations totales. Si l'on regarde plus en détail ces consommations, on constate qu'elles ne suivent pas les prélèvements, avec des consommations plus élevées dans le secteur agroalimentaire, suivi par le secteur de la chimie-pharmacie (Graphique 1).

Graphique 1 – Prélèvements et consommations en eau des principales activités industrielles en France hexagonale et en Corse en 2020 (en millions de m³)



CONCLUSION

Les démarches de quantification de la demande en eau ne peuvent ignorer, d'une part, le caractère localisé non seulement de cette demande, mais également et surtout de la ressource en eau disponible et, d'autre part, les dynamiques temporelles, la demande et la ressource variant au cours de l'année. Ainsi, les effets des prélèvements et des consommations d'eau ne seront pas les mêmes en fonction de la période : certaines demandes augmentant – rafraîchissement et irrigation, notamment – lorsque la ressource en eau disponible dans les milieux est la plus faible (en été).

Dans le futur, la ressource en eau est appelée à évoluer du fait du changement climatique, et la demande à varier en fonction des dynamiques démographiques et des politiques de décarbonation et de réindustrialisation, pour n'en citer que quelques-unes. La question de l'eau devra être mieux prise en compte dans l'élaboration des différentes politiques publiques et dans leur territorialisation.

C'est dans cet objectif qu'un travail prospectif sous différents scénarii d'usage, et sous différents scénarii climatiques, est en cours. Ce travail, qui aboutira au deuxième semestre 2024, permettra d'identifier les territoires et les périodes où des conflits d'usage pourront potentiellement advenir.

85. SDES (2023), « L'eau en France, ressource et utilisation – Synthèse des connaissances en 2023 », novembre.



Directeur de la publication/rédaction : Cédric Audenis, commissaire général par intérim ;
secrétariat de rédaction : Gladys Caré, Éléonore Hermand
dépôt légal : avril 2024 - N° ISSN 2556-6059 ;

contact presse : Matthias Le Fur,
directeur du service Édition-Communication-Événements,
01 42 75 61 37, matthias.lefur@strategie.gouv.fr

RETROUVEZ LES DERNIÈRES ACTUALITÉS DE FRANCE STRATÉGIE SUR :



Institution autonome placée auprès du Premier ministre, France Stratégie contribue à l'action publique par ses analyses et ses propositions. Elle anime le débat public et éclaire les choix collectifs sur les enjeux sociaux, économiques et environnementaux. Elle produit également des évaluations de politiques publiques à la demande du gouvernement. Les résultats de ses travaux s'adressent aux pouvoirs publics, à la société civile et aux citoyens.