

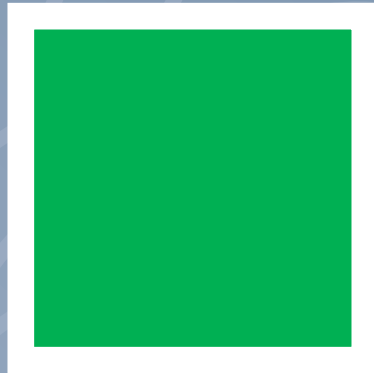


MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES

*Liberté
Égalité
Fraternité*

D

A



T

A

L

A

B

Évolutions de la ressource en eau renouvelable en France métropolitaine de 1990 à 2018

JUIN 2022



sommaire

Évolutions de la ressource en eau renouvelable en France métropolitaine de 1990 à 2018

5 - Introduction

7 - Données clés

9 - Comment définir la ressource en eau renouvelable ?

Le cycle naturel de l'eau apporte sur un territoire de l'eau renouvelable, à savoir la part des précipitations qui ne retourne pas à l'atmosphère par évaporation ou transpiration des végétaux et l'eau provenant des cours d'eau entrant dans ce territoire.

15 - Comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

L'évolution de la ressource en eau renouvelable annuelle est examinée à différentes échelles géographiques et sur deux périodes longues, en détaillant l'influence des facteurs qui la constitue.

25 - Quels changements saisonniers sont observés ?

Après avoir montré l'importance relative de chaque saison dans la genèse de l'eau douce renouvelable, l'évolution de chaque facteur qui constitue la ressource en eau renouvelable saisonnière est étudiée sur deux périodes longues, pour les 34 sous-bassins de France métropolitaine.

33 - Dans quels territoires s'observent les tensions liées à l'insuffisance de la ressource en eau ?

La France métropolitaine est bien pourvue en eau douce renouvelable. Cependant, des manques peuvent survenir localement et temporairement, entraînant des tensions pour le partage de la ressource selon ses utilisations.

39 - Annexes

Document édité par :
**Le service des données
et études statistiques (SDES)**

contributeur



avant-propos



Disposer d'une ressource en eau en quantité suffisante est indispensable au bon fonctionnement de la société, tant ses usages sont nombreux et diversifiés (domestiques, agricoles, industriels, etc.). Or, l'accélération du changement climatique et l'ampleur des bouleversements qui l'accompagnent sont de nature à réduire la disponibilité de l'eau en France. Depuis plusieurs années déjà, certains territoires sont fréquemment confrontés à des épisodes de fortes tensions durant lesquelles des restrictions s'avèrent indispensables pour certains usages.

En mobilisant des séries longues en matière de pluviométrie, d'évapotranspiration et de débit des cours d'eau de France métropolitaine, cette publication a pour ambition de mettre en exergue les tendances qui se dégagent en matière d'évolution des flux d'eau douce renouvelable et d'en fournir des clés de lecture. Elle propose ainsi des outils d'aide à la décision dans un contexte de risque de raréfaction de cette ressource stratégique.

— **Béatrice Sédillot**

CHEFFE DU SERVICE DES DONNÉES ET ÉTUDES STATISTIQUES (SDÉS)

Introduction



introduction

L'eau douce qui se renouvelle année après année sur le territoire métropolitain semble abondante. En France, les prélèvements d'eau pour satisfaire les besoins humains sont en baisse depuis une vingtaine d'années, hormis pour l'agriculture dont les prélèvements restent stables en moyenne et varient en fonction des conditions climatiques. Pourtant, les sécheresses vécues ces dernières années montrent que l'accès à l'eau n'est pas garanti en permanence et partout, ce qui peut donner lieu à des conflits d'usage. Les phénomènes de sécheresse pluviométrique peuvent en outre être amplifiés par une sécheresse anthropique, due aux prélèvements dans les cours d'eau, les nappes ou les retenues d'eau. De nombreux auteurs ont mis en évidence que la présence d'un barrage atténue peu les effets des sécheresses longues et aggrave le manque d'eau à l'aval lors de ces épisodes climatiques (Habets, 2019a et 2019b). Ces phénomènes de sécheresse sont susceptibles d'être plus fréquents et plus intenses avec le changement climatique qui affecte la planète.

Outre la directive-cadre européenne sur l'eau (DCE), dont l'application vise à obtenir le bon état des eaux, de nombreux plans et outils réglementaires existent pour assurer la gestion équilibrée de l'eau en France et pour la partager entre les différents usages lorsque la ressource se raréfie. La seconde séquence des Assises de l'eau (MTES, 2019) a ainsi défini des actions pour « Économiser et partager l'eau par tous et pour tous » à long terme. Ces actions mettent l'accent sur la nécessaire solidarité dans la répartition de l'eau entre les usagers des territoires amont et ceux de l'aval, ainsi que sur une utilisation plus efficiente de la ressource et une adaptation des besoins à la quantité disponible. Lorsque l'état de la ressource en eau fait craindre une pénurie à court terme, des mesures de restriction d'usage de l'eau sont prises par les préfets.

À partir de l'analyse de séries longues, cette étude vise à examiner les évolutions de la ressource en eau renouvelable, ainsi que les déterminants qui influent sur son niveau.

AVERTISSEMENT

Pour analyser la ressource en eau renouvelable, cette étude mobilise des données météorologiques et hydrologiques sur la France métropolitaine. Si les données météorologiques sont disponibles sur une très longue période (1959-2018), celles relatives aux débits des cours d'eau ne sont disponibles que depuis 1990 dans leur version la plus complète. L'étude porte donc sur la période 1990-2018, période relativement courte pour des paramètres hydro-climatiques. Un changement de découpage temporel ou une augmentation de la période d'observation seraient ainsi susceptibles de modifier les conclusions.

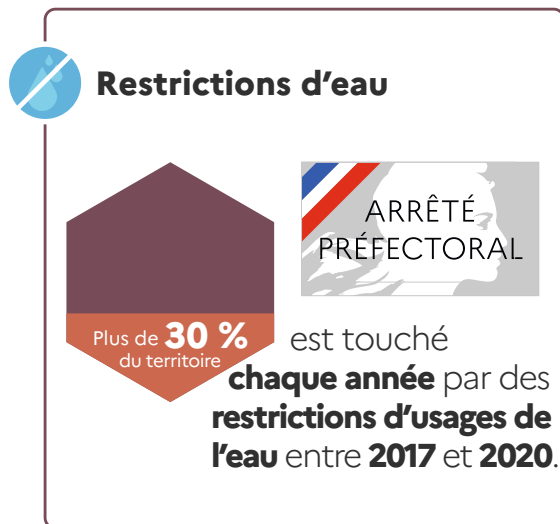
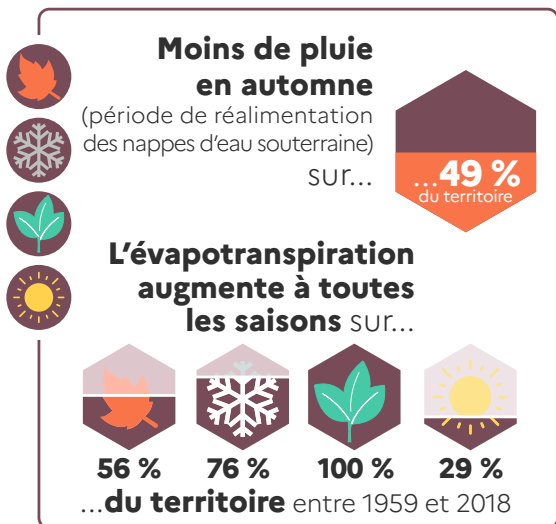
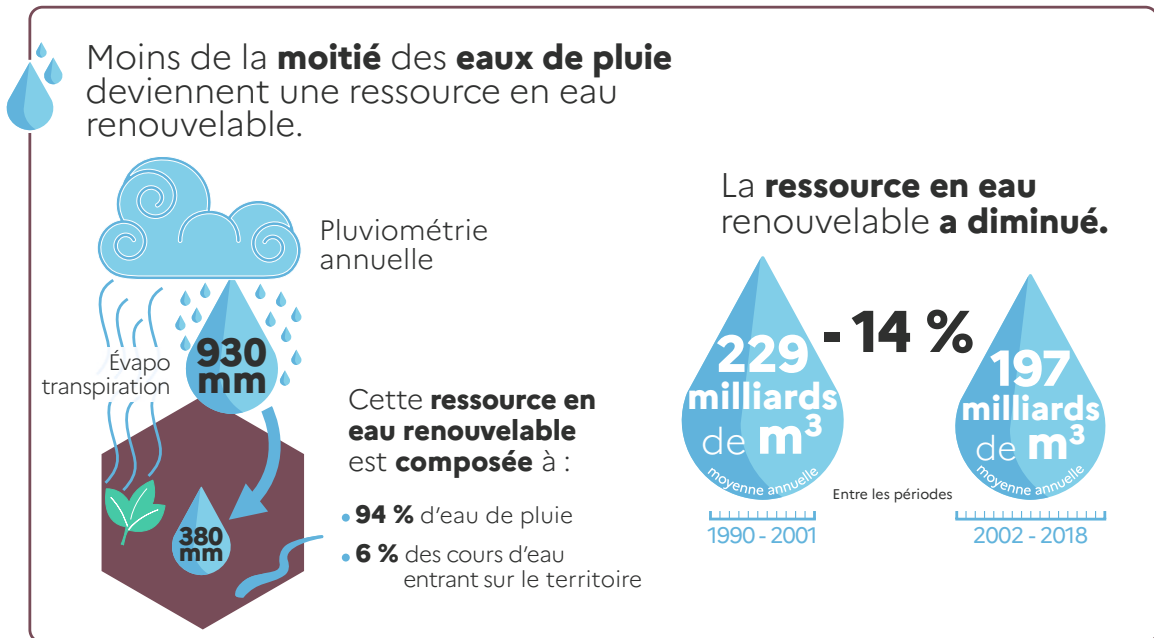
Ces travaux ont vocation à être enrichis et régulièrement actualisés. Les études complémentaires seront accessibles sur le site du [Service des données et études statistiques](#), ainsi que sur le portail de l'information environnementale [notre-environnement](#).

Données clés



La ressource en eau renouvelable, c'est la totalité de l'eau douce qui entre sur un territoire par le cycle naturel de l'eau : les cours d'eau et les précipitations qui ne retournent pas à l'atmosphère.

Tous les indicateurs sont exprimés et basés sur les moyennes annuelles sur la période 1990-2018



partie 1

Comment définir la ressource en eau renouvelable ?

— L'eau renouvelable apportée sur un territoire par le cycle naturel de l'eau a deux origines : premièrement, l'eau douce apportée par les cours d'eau entrant sur ce territoire ; deuxièmement, la fraction des précipitations qui ne retournent pas à l'atmosphère par évaporation ou transpiration des végétaux et rejoignent alors les eaux superficielles (cours d'eau, lacs, etc.) et souterraines (nappes d'eau). Une partie de cette eau renouvelable est accessible à des fins d'utilisations domestiques, industrielles, agricoles ou encore de transport et de loisirs. Une grande partie n'est cependant pas exploitable pour les usages humains, car elle est nécessaire au bon fonctionnement des milieux aquatiques et des nappes d'eau souterraine, ainsi qu'aux conditions de vie des végétaux et des animaux qui en dépendent.

La ressource en eau renouvelable analysée ici mesure la totalité de l'eau douce qui parvient sur un territoire sur une période donnée, conformément à la définition retenue par l'Agence européenne pour l'environnement.



L'EAU À LA SURFACE DE LA TERRE SE RENOUVELLE PAR LE CYCLE DE L'EAU

Les échanges d'eau entre l'atmosphère et la surface terrestre sont permanents. Ils constituent le cycle naturel de l'eau, appelé également grand cycle de l'eau (figure 1). Sous l'effet du rayonnement solaire et de la chaleur qu'il génère, une partie de l'eau de surface présente dans les sols, les océans, les rivières, les plans d'eau et la végétation s'évapore. Après un temps plus ou moins long dans l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense, est transportée, puis retourne aux océans et aux continents par le biais des précipitations (pluie, neige, grêle, etc.).

La totalité de l'eau des précipitations n'atteint pas le sol. Les végétaux (écoulements le long des feuillages, troncs, branches, litière au sol, etc.), ainsi que les bâtiments et les infrastructures de transports, en retiennent une partie, qui est restituée à l'atmosphère par évaporation. L'eau qui parvient au sol et ne s'évapore pas directement, soit s'écoule jusqu'aux cours d'eau, soit s'infiltre dans le sol. Une part du volume infiltré alimente les nappes d'eau souterraine, le complément étant emmagasiné dans le sol. Les plantes puisent dans l'eau stockée par la partie supérieure des sols pour assurer leur survie et leur croissance. Le cycle naturel de l'eau est complété

par l'évaporation à partir du sol, des cours d'eau et des plans d'eau, à laquelle s'ajoute la transpiration des plantes. Le tout constitue l'évapotranspiration.

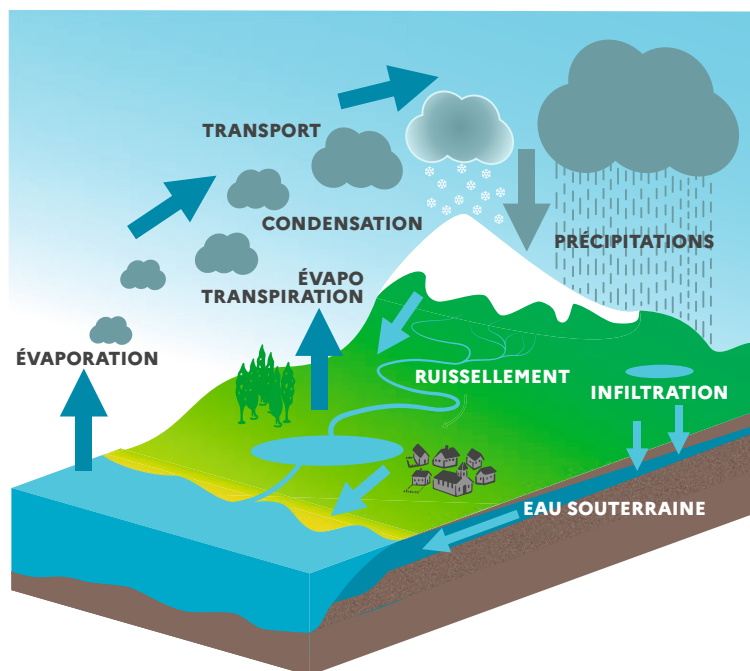
En montagne, une partie des précipitations est stockée sous forme de neige ou de glace. Suivant les régions et les altitudes, elle se transforme plus ou moins rapidement en eau liquide et retourne dans le cycle ou bien elle s'accumule sur des temps très longs (dans les calottes polaires par exemple).

Certains facteurs influent sur la répartition du volume d'eau de chaque composante du cycle. Ces facteurs peuvent être :

- naturels : il pleut moins sur les plaines intérieures que sur les massifs montagneux ; un lac restitue davantage d'eau par évaporation qu'une prairie ; à température égale, le vent favorise l'évaporation, etc.
- artificiels : l'urbanisation réduit plus ou moins fortement l'infiltration des écoulements et le transfert de l'eau vers les nappes d'eau souterraine ; les villes créent des îlots de chaleur urbains favorables à l'évaporation ; les prélèvements pour les besoins humains soustraient localement de l'eau aux nappes et aux cours d'eau, eau qui retourne généralement aux milieux aquatiques à un point plus ou moins éloigné de son point de prélèvement, etc.

De plus, l'importance relative de chaque composante varie avec les saisons.

Figure 1 : le cycle naturel de l'eau



Source : SDES

partie 1 : comment définir la ressource en eau renouvelable ?

LA CHAÎNE DE CALCUL SIM2

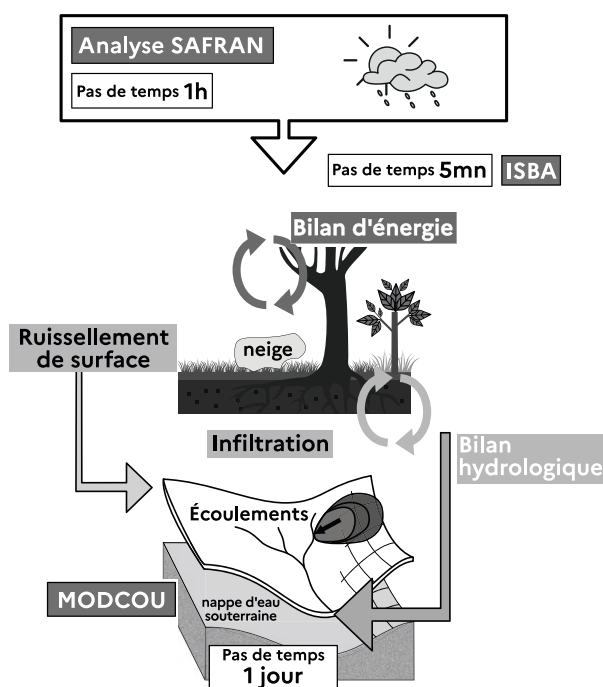
La chaîne SIM (Safran-Isba-Modcou) est un outil de modélisation opérationnel qui produit en temps réel et différé de nombreuses variables météorologiques et hydrologiques sur tout le territoire métropolitain. Les variables issues de Safran et Isba sont calculées à une résolution fine, sur des mailles de 8 km sur 8 km.

La chaîne SIM est constituée de trois modèles (Soubeyroux *et al.*, 2008, Le Moigne *et al.*, 2020) :

- **Safran** est un système d'analyse des variables atmosphériques proches de la surface (Durand *et al.*, 1993).

Ce modèle calcule 8 paramètres météorologiques au pas de temps horaire, à partir d'observations et de sorties de modèles atmosphériques. La variable « Précipitation » en est issue ;

Figure 2 : chaîne de calcul SIM2



Source : SDES, d'après le CNRM

- **Isba** est un modèle de transfert de surface entre le sol, la végétation et l'atmosphère (Noilhan and Planton, 1989). Il simule au pas de temps de 5 mn les transferts d'eau et de chaleur dans le sol, la végétation, la neige, en prenant en compte les propriétés du sol et de la végétation et en intégrant les variables météorologiques issues de Safran. Les variables de sortie sont la quantité d'eau évaporée, celle issue de la transpiration des végétaux, la quantité qui s'écoule vers le réseau hydrographique et celle qui s'infiltré jusqu'aux nappes d'eau souterraine. La variable « Évapotranspiration réelle » en est issue.

- **Modcou** est un modèle hydrogéologique (Ledoux *et al.*, 1989). Couplé à Isba, il décrit le transfert de l'eau vers les rivières, dans les premières couches du sol et dans les nappes. Il modélise le débit au pas de temps de 3 h en plus de 900 points d'observation, et l'évolution journalière du niveau de plusieurs nappes souterraines. Le couplage entre le modèle de transfert de surface Isba et le modèle hydrogéologique Modcou permet ainsi d'intégrer un grand nombre de processus liés au cycle de l'eau. La modélisation Modcou n'est pas utilisée dans cette étude.

Le flux entrant dans le territoire métropolitain correspond à l'ensemble des volumes d'eau provenant des cours d'eau des pays limitrophes. Le flux entrant dans chaque sous-bassin est constitué des volumes d'eau provenant des cours d'eau des sous-bassins limitrophes situés en amont (dénommés également « volumes écoulés » ou « écoulements »). La *carte 3* et le *tableau en annexe 1* détaillent, pour chaque sous-bassin, l'origine géographique des flux entrants lorsqu'ils existent.

Ces volumes écoulés sont calculés à partir des débits observés dans les cours d'eau. Du fait de leur localisation, les 28 stations d'observation retenues (stations hydrométriques) permettent de prendre en compte la totalité du flux entrant dans chaque sous-bassin (*voir annexe 2*).

Les données de débits observés proviennent du réseau hydrométrique français, constitué d'environ 2 600 sites hydrométriques répartis sur le territoire métropolitain (*voir carte*

partie 1 : comment définir la ressource en eau renouvelable ?

en annexe 3). Elles sont mises à disposition via le portail de la banque Hydro. Elles sont à la fois utilisées pour des objectifs opérationnels (prévision des crues, contrôle des débits réglementaires, déclenchement de mesures de restriction d'eau, etc.) et de connaissance du comportement hydrologique des cours d'eau.

Le *tableau 1* récapitule les variables utilisées pour calculer les composantes de la ressource en eau renouvelable et leur origine.

La ressource en eau renouvelable ainsi définie par l'AEE ne correspond pas à la fraction immédiatement exploitable pour les usages humains. D'une part, elle ne tient pas compte du volume à réserver pour la vie des milieux aquatiques. D'autre

part, le mode de calcul du flux interne sur une période donnée intègre également l'eau qui s'infiltre vers les nappes souterraines pendant ce laps de temps alors même que cette eau ne sera généralement disponible que plus tard, lorsqu'elle aura migré dans les nappes. Par ailleurs, le calcul du flux entrant fait intervenir les débits observés dans les cours d'eau, et ceux-ci intègrent les perturbations liées à l'homme, qui diminuent ou augmentent le débit naturel (prélèvements d'eau et rejets, stockages et déstockages d'eau dans et depuis les retenues naturelles ou artificielles, etc.). La définition de l'AEE retenue pour cette étude ne conduit donc pas à estimer une ressource en eau renouvelable « naturelle », mais une ressource issue des volumes entrés sur un territoire sur une période donnée.

Tableau 1 : variables utilisées pour calculer le volume d'eau renouvelable sur une zone géographique et une durée déterminées et source des données

Composantes de la ressource en eau renouvelable sur une zone géographique	Flux interne Précipitations-Évapotranspiration		Flux entrant Écoulement provenant de l'amont
	Variable	Volume de précipitations sur la zone géographique	Volume de l'évapotranspiration sur la zone géographique
Source des données	Météo-France Chaîne SIM2 / Modélisation Safran	Météo-France Chaîne SIM2 / Modélisation Isba	Banque Hydro Débit observé

Source : SDES

partie 2

Comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

— À l'échelle de la France métropolitaine, le volume moyen de la ressource en eau renouvelable annuelle diminue de 14 % entre la période 1990-2001 et la période 2002-2018. Cette baisse s'explique par la réduction du volume des précipitations nettes de l'évapotranspiration (flux interne), qui constitue 94 % de la ressource au niveau national.

Au niveau des sous-bassins, le volume de la ressource en eau renouvelable varie fortement selon qu'il existe un apport d'eau par les territoires situés en amont (flux entrant) ou que la ressource n'est constituée que par le flux interne. La moitié des sous-bassins bénéficie d'apports d'eau, et dans deux tiers des cas, sa part est prépondérante. Sur la période 1990-2018, la ressource en eau reste stable dans 60 % des sous-bassins, augmente dans 17 % et diminue dans 23 %. La baisse s'observe majoritairement dans la partie sud-ouest de la France métropolitaine, et elle est généralement expliquée par une diminution des précipitations. Sur une durée deux fois plus longue (1959-2018), une baisse du flux interne est constatée pour 45 % des sous-bassins, presque tous localisés dans la moitié sud de la France. Le phénomène explicatif prédominant est l'évolution à la hausse de l'évapotranspiration, couplée à une réduction des précipitations dans certains sous-bassins.



partie 2 : comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

LA RESSOURCE EN EAU MOYENNE SUR LA PÉRIODE 1990-2018 : DES NIVEAUX VARIABLES SELON LES SOUS-BASSINS

La ressource en eau annuelle est calculée pour une année hydrologique, séquence de douze mois qui débute après le mois habituel des plus basses eaux. Par convention, l'année hydrologique débute en septembre de l'année précédente pour se terminer en août de l'année analysée. Ce découpage permet à la fois de tenir compte de la totalité de la période de réalimentation des nappes d'eau souterraine par les précipitations, qui s'étend de l'automne au début du printemps, et du cycle saisonnier des cours d'eau (généralement hautes eaux en hiver et basses eaux en été).

Sur la période 1990-2018, l'eau renouvelable moyenne annuelle, à l'échelle de la France métropolitaine, représente une hauteur de 382 mm. Cela équivaut à un volume de 210 milliards de m³ (Mdm³), dont 198 Mdm³ (360 mm) résultent du flux interne (précipitations nettes de l'évapotranspiration) et 12 Mdm³ (22 mm) des cours d'eau arrivant dans le pays. Les ressources extérieures au territoire métropolitain représentent moins de 6 % de la ressource en eau douce totale : le Rhône apporte 5 % de l'eau douce disponible à son entrée en France et 0,7 % est issu des autres cours d'eau provenant de Belgique et d'Espagne. La part du flux interne étant prédominante au niveau national, l'évolution des

précipitations et de l'évapotranspiration est déterminante pour expliquer l'évolution de la ressource. Sur la période 1990-2018, 61 % des 510 Mdm³ de volume moyen annuel de précipitations repartent vers l'atmosphère par évapotranspiration.

Calculée au niveau des sous-bassins, la ressource en eau renouvelable dépend beaucoup plus fortement de l'apport des flux entrants, c'est-à-dire des cours d'eau arrivant sur le sous-bassin².

La hauteur d'eau douce renouvelable moyenne annuelle par sous-bassin varie de 230 mm (sous-bassin Mayenne-Sarthe-Loir) à près de 5 000 mm (sous-bassin Rhône moyen³, voir cartes 2 et 3 et annexe 4). Elle présente de fortes disparités territoriales, selon qu'elle intègre un apport d'eau par les territoires situés en amont (flux entrant) ou qu'elle n'est constituée que par le flux interne. L'altitude explique certains flux internes conséquents, dus à des valeurs élevées de précipitations (Alpes, Pyrénées).

Pour les 17 sous-bassins ne recevant que le flux interne, la ressource en eau renouvelable annuelle est généralement inférieure à 500 mm, voire 300 mm : il s'agit des bassins côtiers, des plaines intérieures (notamment les sous-bassins Seine amont et Mayenne-Sarthe-Loir) et des sous-bassins du Massif central.

À l'inverse, pour les 17 sous-bassins ayant des cours d'eau arrivant sur le territoire, la ressource en eau renouvelable annuelle est toujours supérieure à 500 mm, voire 1 000 mm.

LA SITUATION PARTICULIÈRE DU RHIN EN FRANCE

Le Rhin constitue sur 182 km la frontière entre la France et l'Allemagne depuis sa sortie de Suisse. À cet endroit, le débit moyen annuel du Rhin observé à Bâle est de 1 030 m³/s, ce qui représente sur l'ensemble d'une année, un flux moyen annuel entrant en France et en Allemagne de 32,5 Mdm³.

En cohérence avec la méthodologie de l'AEE utilisée dans le cadre du *Water Information System for Europe*, les apports du Rhin à l'entrée en France ne sont pas comptabilisés, ce fleuve étant un cours d'eau transnational dont la ressource est partagée par 9 pays.

Les eaux du Rhin contribuent néanmoins à reconstituer les réserves de la nappe phréatique de la plaine d'Alsace, en apportant en moyenne chaque année 31 % du 1,3 Mdm³ d'eau qui réalimente cette nappe (Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2002).

La France prélève des volumes d'eau importants, à la fois dans la nappe et directement dans le fleuve, pour satisfaire aux besoins de la navigation, du refroidissement des centrales de production d'énergie, de l'industrie, de l'alimentation en eau potable et de l'agriculture. Avant son arrêt en juin 2020, la centrale nucléaire de Fessenheim utilisait un volume de 2 Mdm³ par an, pris puis rejeté dans le Grand canal d'Alsace, alimenté par l'eau du Rhin (Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2019).

² À l'intérieur du territoire métropolitain, le flux sortant d'un sous-bassin constitue le flux entrant du sous-bassin situé à l'aval. Ainsi, compte tenu de son mode de calcul, la ressource en eau des sous-bassins n'est pas agrégable. La ressource calculée au niveau de la France métropolitaine est par nature inférieure à la somme des ressources des sous-bassins puisque les flux entrants internes au territoire métropolitain ne sont pas intégrés.

³ Le sous-bassin Rhône moyen, qui a une faible superficie (6 780 km²), dispose du volume d'eau renouvelable le plus abondant grâce aux apports du Rhône et de la Saône (33,8 Mdm³). La lame d'eau correspondante est donc très élevée.

partie 2 : comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

La part du flux entrant est généralement prédominante dans ces sous-bassins. Pour ceux bénéficiant de l'apport en eau des grands fleuves, cette part est de :

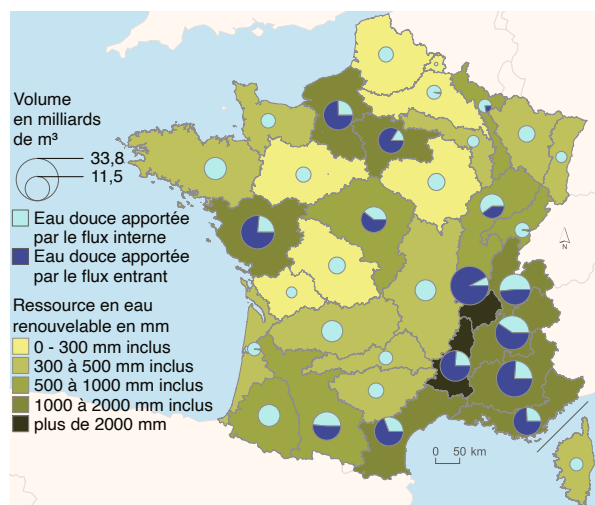
- 60 à 76 % dans le bassin de la Loire (Loire moyenne, Loire aval et côtiers vendéens) ;
- 50 à 92 % dans le bassin du Rhône (Haut Rhône, Rhône moyen, Ardèche-Gard, Durance et Côtiers Côte d'Azur) ;
- 75 à 84 % dans le bassin de la Seine (Île-de-France et Seine aval).

L'eau renouvelable provenant des cours d'eau des territoires amont est produite en partie grâce au flux interne que reçoivent ces territoires. En effet, cette eau douce rejoint partiellement

les cours d'eau, soit directement et rapidement par ruissellement, soit plus lentement et partiellement après infiltration dans le sol.

Le fleuve et le bassin du Rhône sont particulièrement importants dans la production de la ressource en eau renouvelable : les apports du Rhône venant de Suisse, qui entrent dans le sous-bassin du Haut Rhône, représentent 15 % de la ressource en eau renouvelable du bassin entier⁴. Avec 33,8 Mdm³, le sous-bassin du Rhône moyen dispose de la ressource en eau la plus abondante, avec un flux entrant prédominant (92 % de la ressource), composé des apports du Rhône et de la Saône. Cette ressource vitale alimente tous les sous-bassins aval jusqu'à la mer.

Carte 2 : parts apportées par le flux interne et le flux entrant dans la ressource en eau renouvelable moyenne, par sous-bassin DCE* administratif, de 1990 à 2018



*DCE = directive-cadre sur l'eau.

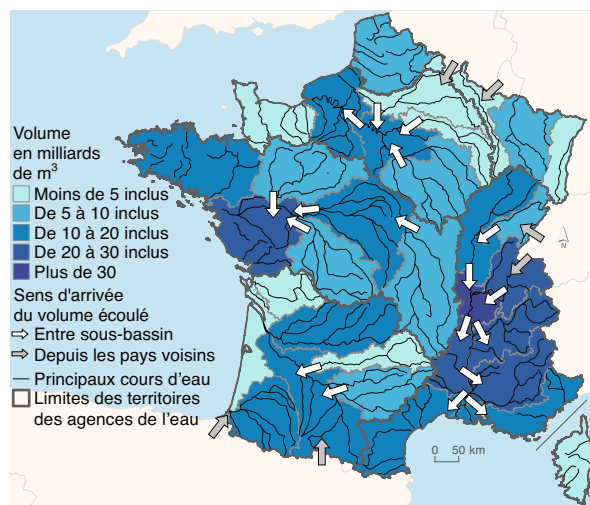
Note : la ressource en eau renouvelable considérée est la somme du flux interne (volume d'eau précipité diminué du volume d'eau retournant à l'atmosphère par évapotranspiration) et du flux entrant (volume d'eau douce apportée par les écoulements venant de l'amont de chaque sous-bassin).

Champ : France métropolitaine, année hydrologique.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (flux interne), 2019.

Traitements : SDES, 2021

Carte 3 : ressource en eau renouvelable moyenne et origine des flux entrants, par sous-bassin DCE* administratif, de 1990 à 2018



*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Note : la ressource en eau renouvelable considérée est la somme du flux interne (volume d'eau précipité diminué du volume d'eau retournant à l'atmosphère par évapotranspiration) et du flux entrant (volume d'eau douce apportée par les écoulements venant de l'amont de chaque sous-bassin).

Champ : France métropolitaine, année hydrologique.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (flux interne), 2019.

Traitements : SDES, 2021

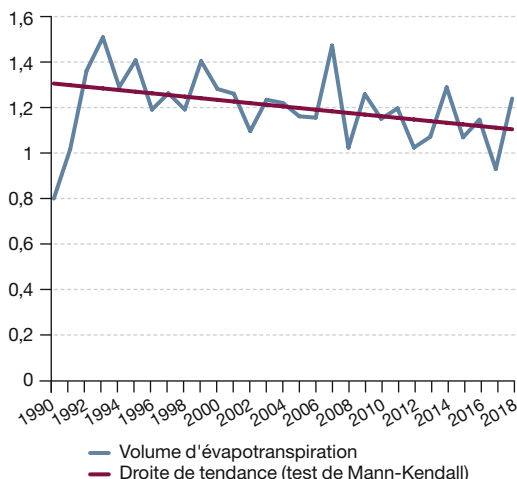
⁴ Une partie de cette eau « importée » de Suisse vient de France, des cours d'eau de la rive sud du Léman ou de l'Arve, dont le bassin-versant est en France mais se jette dans le Rhône en Suisse : cette eau est donc exportée puis immédiatement réimportée.

partie 2 : comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

L'OUTIL HYPE POUR DÉCRIRE L'ÉVOLUTION DE LA RESSOURCE EN EAU ET DE SES COMPOSANTES

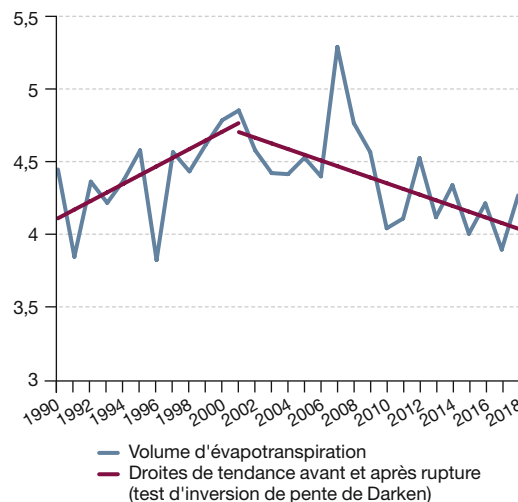
Le module « Tendances et ruptures » de l'outil HYPE développé par le BRGM (Lopez B., Croiset N., Surdyk N., Brugeron A., 2013) est utilisé pour identifier les changements qui apparaissent dans l'évolution de la ressource en eau et de ses composantes, pour la France métropolitaine et les sous-bassins. Ce module vise à identifier les tendances uniformes, les inversions de tendance ou les ruptures temporelles avec changement de moyenne (graphiques 1, 2 et 3).

Graphique 1 : tendance uniforme à la baisse
En Mdm³



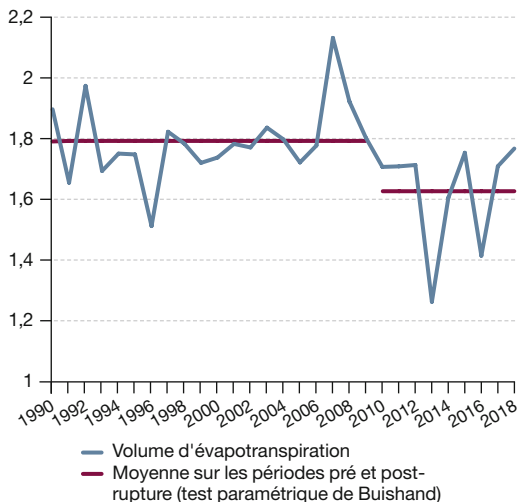
Source : Météo-France (évapotranspiration)

Graphique 2 : inversion de tendance en 2001
En Mdm³



Source : Météo-France (évapotranspiration)

Graphique 3 : changement de moyenne en 2009
En Mdm³



Source : Météo-France (évapotranspiration)

Les tests statistiques appliqués pour repérer ces changements varient selon :

- le nombre d'observations que contient la série ;
- la loi suivie par la série temporelle (loi normale ou non) ;
- l'éventuelle autocorrélation des observations successives.

L'outil Hype choisit ainsi entre huit tests statistiques en fonction de ces différents critères.

partie 2 : comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

LA RESSOURCE EN EAU ANNUELLE DU TERRITOIRE MÉTROPOLITAIN EST MOINS ABONDANTE DEPUIS 2002

Sur la période 1990-2018, le volume annuel d'eau douce renouvelable du territoire métropolitain varie fortement, avec une alternance d'années sèches et d'années humides (graphique 4). La quantité d'eau renouvelable atteint son maximum en 2001 avec 358 Mdm³ (+ 70 % par rapport à la moyenne de 210 Mdm³ sur toute la période) et son minimum en 2005 avec 114 Mdm³ (- 46 %). L'année hydrologique 2001 connaît une pluviométrie fortement excédentaire dès l'automne, avec en outre des cumuls exceptionnels sur la période d'octobre à mars. Les cours d'eau sont également bien fournis et les crues et les inondations sont fréquentes de novembre à mai.

En revanche, en 2005, le déficit pluviométrique est généralisé à tout le territoire durant toute l'année hydrologique et la sécheresse persistante entraîne la limitation de certains usages de l'eau dans 68 départements au mois d'août 2005.

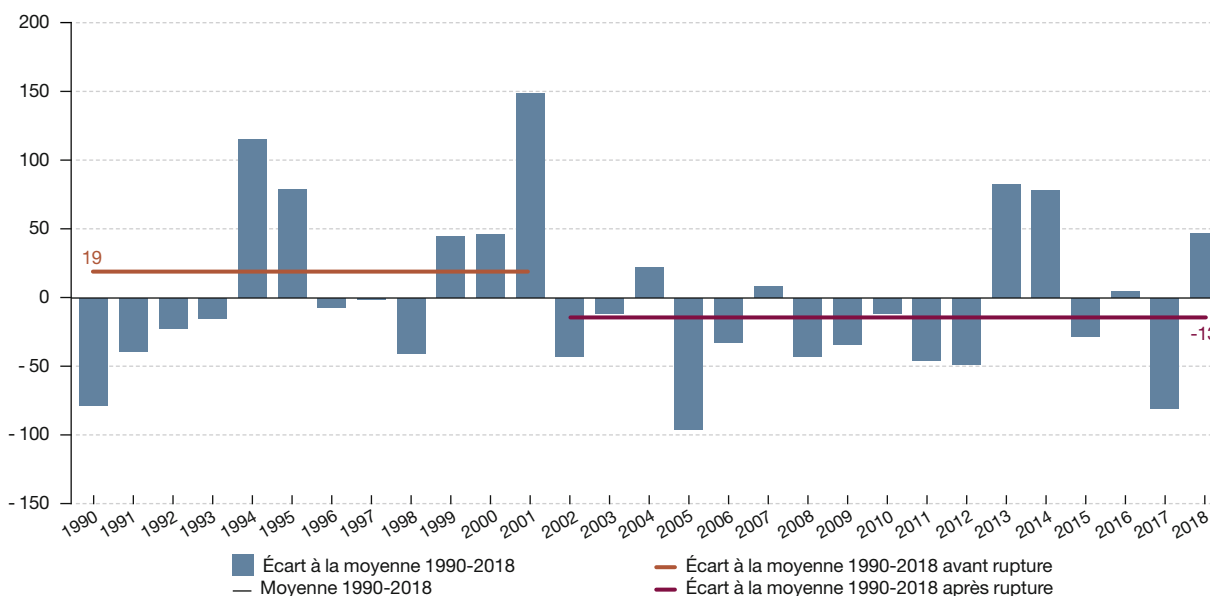
Aucune tendance uniforme à la hausse ou à la baisse n'est détectée de 1990 à 2018. En revanche, une rupture dans la série est identifiée à partir de 2002, avec une diminution de 14 % de la moyenne.

Ainsi, la période 1990-2018 peut se décomposer en :

- une période 1990-2001 avec une ressource en eau renouvelable annuelle moyenne de 229 Mdm³ ;
- et une période 2002-2018 avec une ressource en eau renouvelable annuelle moyenne de 197 Mdm³.

Graphique 4 : évolution de la ressource en eau renouvelable annuelle par rapport à la moyenne 1990-2018

En Mdm³



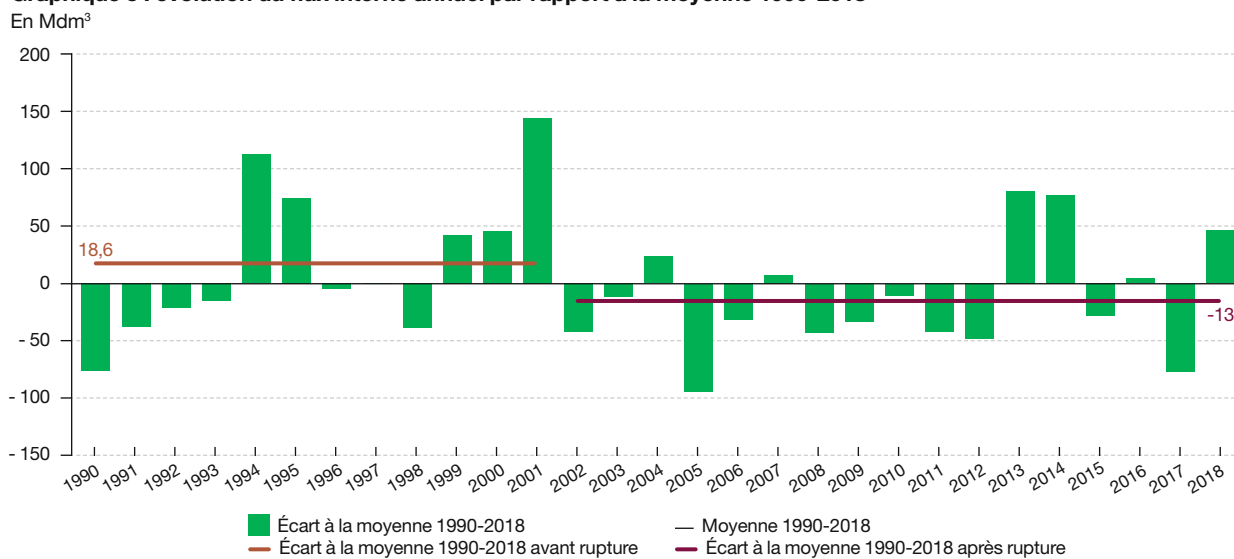
Notes : la ressource en eau renouvelable est la somme du flux interne (volume d'eau précipité diminué du volume d'eau retournant à l'atmosphère par évapotranspiration) et du flux entrant (volumes d'eau provenant des cours d'eau des pays limitrophes). La ligne à 0 représente la moyenne 1990-2018 de 210 milliards de m³ (Mdm³). Les lignes horizontales colorées représentent l'écart à la moyenne 1990-2018 avant et après rupture (périodes 1990-2001 : + 19 Mdm³ et 2002-2018 : - 13 Mdm³).
 Champ : France métropolitaine ; année hydrologique.
 Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2020

partie 2 : comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

Cette diminution de la ressource est due à la baisse du flux interne (*graphique 5*) : les précipitations totales baissent en moyenne de 6 % à partir de 2002 (528 Mdm³ avant, 497 Mdm³ après, *graphique 6*), tandis que l'évapotranspiration augmente

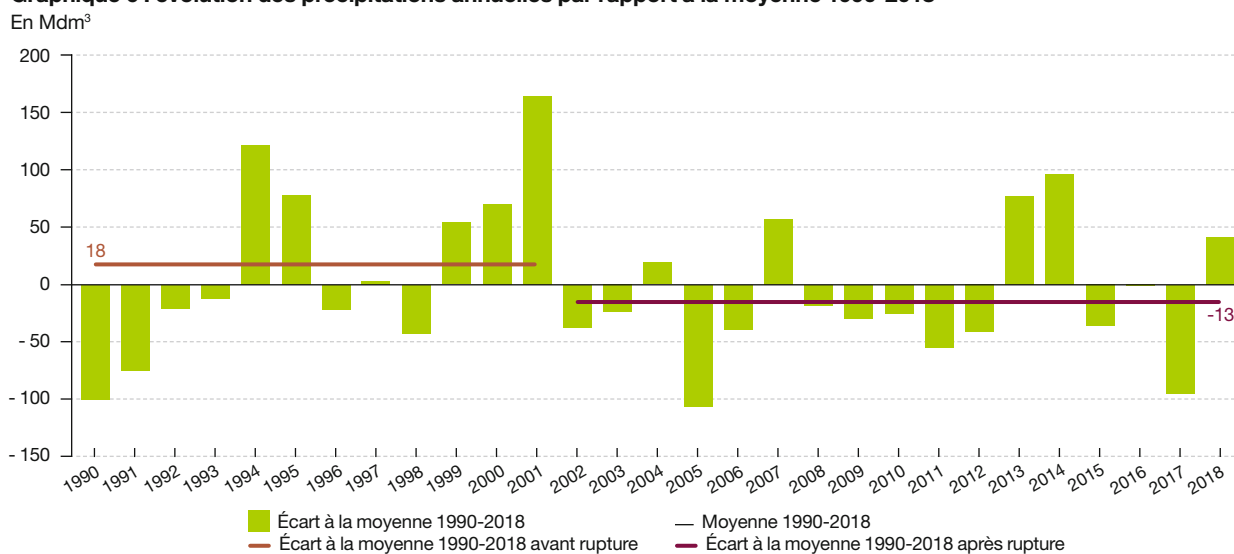
de 3 % à partir de 1999 (305 Mdm³ avant, 315 Mdm³ après, *graphique 7*). En revanche, la somme des écoulements entrant sur le territoire varie peu ; elle fluctue autour de 12 Mdm³ sur la période, sans montrer de tendance (*graphique 8*).

Graphique 5 : évolution du flux interne annuel par rapport à la moyenne 1990-2018



Notes : le flux interne correspond au volume d'eau précipité diminué du volume d'eau retournant à l'atmosphère par évapotranspiration. La ligne à 0 représente la moyenne 1990-2018 de 98 milliards de m³ (Mdm³). Les lignes horizontales colorées représentent l'écart à la moyenne 1990-2018 avant et après rupture (périodes 1990-2001 : + 18.6 Mdm³ et 2002-2018 : - 13 Mdm³).
 Champ : France métropolitaine ; année hydrologique.
 Source : Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2020

Graphique 6 : évolution des précipitations annuelles par rapport à la moyenne 1990-2018

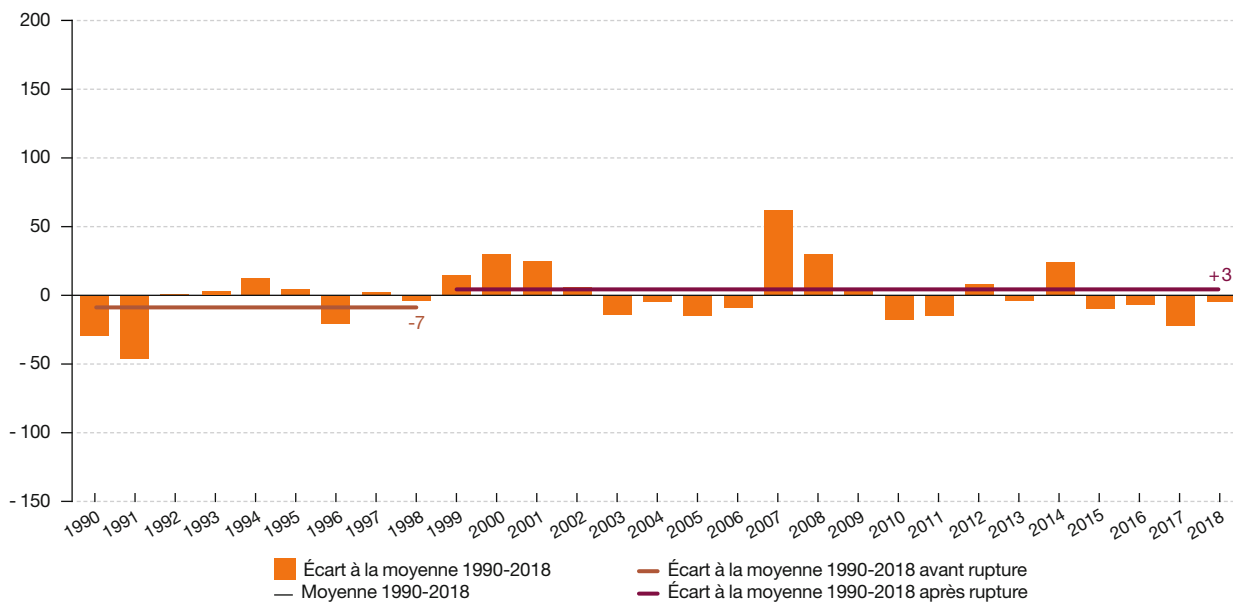


Notes : le volume des précipitations annuelles regroupe le volume des pluies et des précipitations solides telles que la neige. La ligne à 0 représente la moyenne 1990-2018 de 510 milliards de m³ (Mdm³). Les lignes horizontales colorées représentent l'écart à la moyenne 1990-2018 avant et après rupture (périodes 1990-2001 : + 18 Mdm³ et 2002-2018 : - 13 Mdm³).
 Champ : France métropolitaine ; année hydrologique.
 Source : Météo-France (précipitations), 2019. Traitements : SDES, 2020

partie 2 : comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

Graphique 7 : évolution de l'évapotranspiration réelle annuelle par rapport à la moyenne 1990-2018

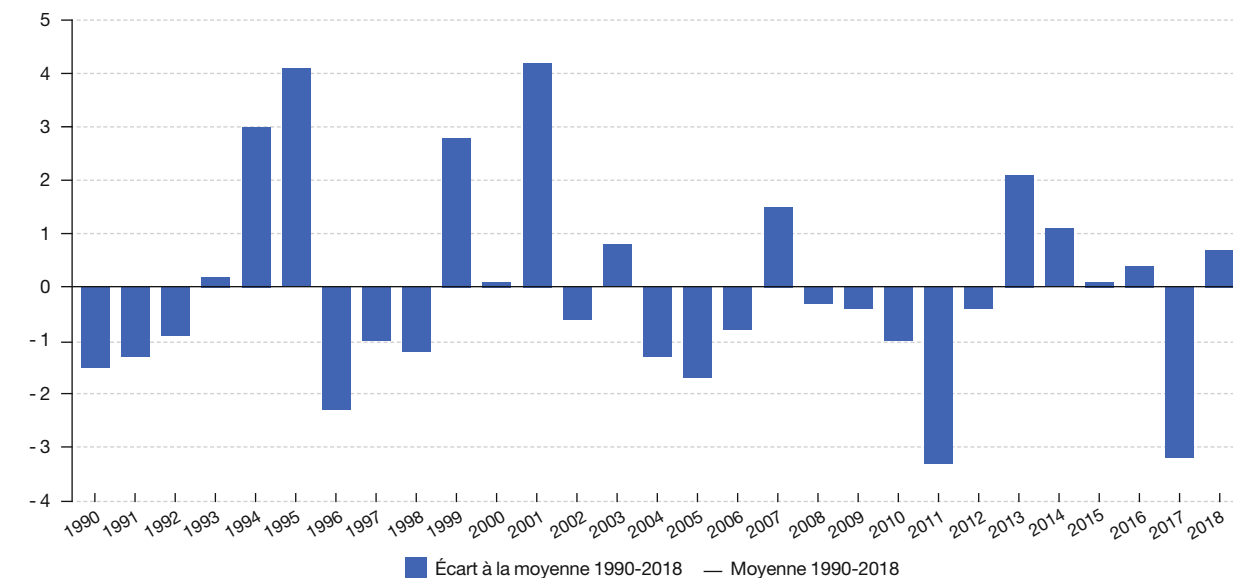
En Mdm³



Notes : l'évapotranspiration réelle est le volume d'eau retournant à l'atmosphère par évaporation à partir du sol, des cours d'eau et des plans d'eau, ainsi que par la transpiration des végétaux.
 La ligne à 0 représente la moyenne 1990-2018 de 312 milliards de m³ (Mdm³). Les lignes horizontales colorées représentent l'écart à la moyenne 1990-2018 avant et après rupture (périodes 1990-1998 : - 7 Mdm³ et 1999-2018 : + 3 Mdm³).
 Champ : France métropolitaine ; année hydrologique.
 Source : Météo-France (évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2020

Graphique 8 : évolution du flux entrant annuel par rapport à la moyenne 1990-2018

En Mdm³



Notes : le flux entrant correspond aux volumes d'eau provenant des cours d'eau des pays limitrophes ; la ligne à 0 représente la moyenne 1990-2018 de 12 Mdm³.
 Champ : France métropolitaine ; année hydrologique.
 Source : Banque Hydro (flux entrant), 2020. Traitements : SDES, 2020

partie 2 : comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

LA RESSOURCE EN EAU ANNUELLE N'ÉVOLUE PAS DE FAÇON HOMOGENÈME À L'ÉCHELLE DES SOUS-BASSINS

Sur la période 1990-2018, il n'est pas constaté d'évolution significative du volume annuel de l'eau douce renouvelable pour 60 % des sous-bassins (20 sur 34). Pour 23 % des sous-bassins (8 sur 34), la ressource en eau diminue à partir de la décennie 2000, tandis que pour 17 % des sous-bassins (6 sur 34), elle augmente (graphique 9 et annexe 5).

La baisse du volume annuel d'eau douce renouvelable concerne majoritairement des sous-bassins situés dans la partie sud-ouest de la France, avec une variation de - 9 % à - 28 % de la moyenne, la rupture intervenant entre 2002 et 2005 selon les territoires (carte 4 et tableaux en annexes 5 et 6). Pour les quatre sous-bassins du bassin de la Garonne, ainsi que celui du Haut Rhône, cette baisse s'explique par une diminution de 7 % à 14 % de la moyenne des précipitations, seule ou combinée à une baisse du flux entrant (- 17 % pour la Garonne) ou à une tendance à la hausse de l'évapotranspiration (Haut Rhône). Pour deux autres sous-bassins, la baisse de la ressource en eau renouvelable résulte de la tendance à la hausse de l'évapotranspiration (Ardèche-Gard et Vienne-Creuse). Pour le sous-bassin Côtiers Languedoc-Roussillon, c'est la combinaison des trois composantes qui explique la baisse observée, aucune composante ne la causant à elle seule (annexe 6 : graphiques 6.2 et 6.3).

La hausse de la ressource en eau renouvelable annuelle concerne principalement des sous-bassins situés dans le quart nord-ouest et dans le sud de la France métropolitaine, avec une hausse de 26 % à 32 % de la moyenne dans trois sous-bassins du Sud (Côtiers Côte d'Azur, Corse, Adour) et de 56 % à 62 % dans trois sous-bassins du quart Nord-Ouest

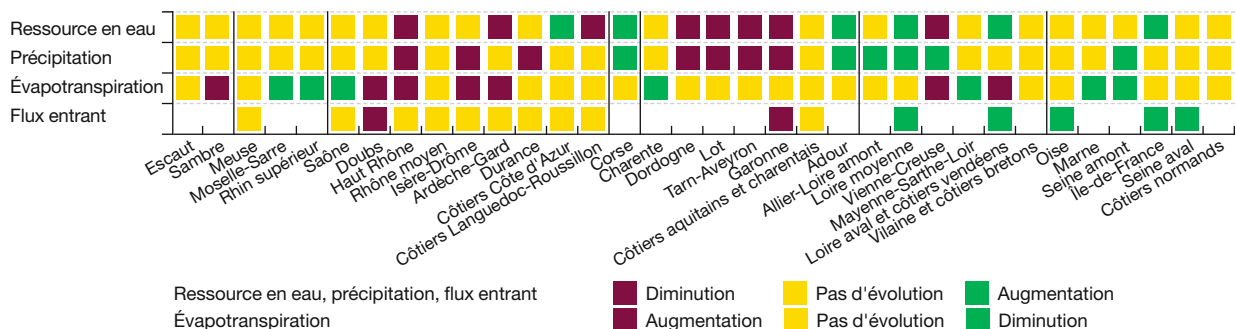
(Loire moyenne, Loire aval et côtiers vendéens, Île- de-France). Cette hausse résulte de l'augmentation de la moyenne des précipitations (de 12 à 15 % - Corse ; Adour), du flux entrant (de 51 % à 56 % - Île-de-France, ainsi que Loire aval et côtiers vendéens), ou de ces deux composantes (26 % pour les précipitations et 46 % pour le flux entrant - Loire moyenne). Pour le sous-bassin Côtiers Côte d'Azur, c'est la combinaison des trois composantes qui explique la hausse observée, aucune composante ne la déterminant à elle seule.

Pour quatre sous-bassins dont la ressource en eau augmente, le changement de moyenne est détecté à partir de 1994, après une succession de quatre années durant lesquelles la ressource était faible. Toutefois, cette modification de moyenne ne s'observe pas en analysant une période plus longue. En effet, comme à l'échelle du territoire métropolitain, la ressource en eau renouvelable de chaque sous-bassin présente une grande variabilité d'une année sur l'autre. En raison de cette variabilité naturelle, les changements identifiés sur des séries relativement courtes pour des paramètres hydro-climatiques sont très sensibles à la date de début et de fin de la période considérée. L'augmentation constatée de la moyenne à partir de 1994 est donc davantage liée au découpage de la chronique temporelle (1990-2018) qu'à une modification du contexte hydro-climatique des sous-bassins concernés.

SUR UNE PÉRIODE D'OBSERVATION PLUS LONGUE, UNE BAISSÉ DU FLUX INTERNE EST OBSERVÉE SUR 39 % DU TERRITOIRE MÉTROPOLITAIN

Les données de précipitation et d'évapotranspiration, disponibles sur la période 1959-2018, permettent d'analyser

Graphique 9 : synthèse de l'évolution de la ressource en eau renouvelable annuelle, par sous-bassin DCE* administratif, de 1990 à 2018



*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Note 1 : la ressource en eau est la combinaison de trois composantes, aux parts relatives très différentes, et dont les évolutions ne sont pas synchrones. Pour chaque composante, la couleur rouge indique une évolution contribuant significativement sur la période à la diminution de la ressource en eau et la couleur verte une évolution contribuant significativement à l'augmentation de la ressource en eau. Il est possible qu'aucune composante n'ait d'évolution statistiquement significative à elle seule mais que la combinaison des trois composantes conduise à une évolution significative, à la hausse ou à la baisse.

Note 2 : la ressource en eau est la somme du flux interne (volume des précipitations diminué du volume d'évapotranspiration) et du flux entrant (volume des écoulements provenant des pays limitrophes ou des sous-bassins amont).

Champ : année hydrologique.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitation, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

partie 2 : comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

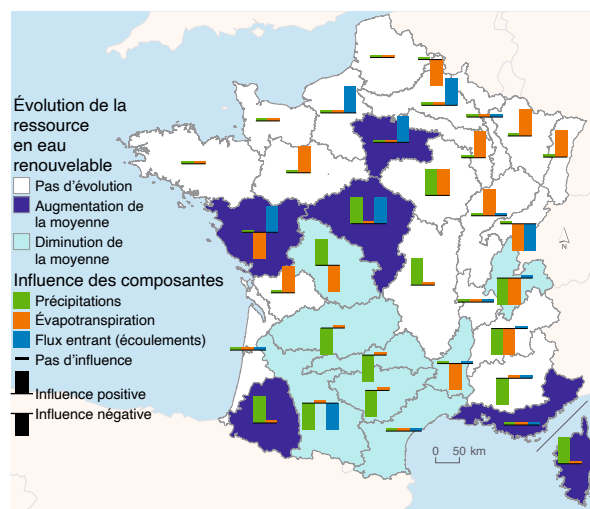
l'évolution du flux interne et de ses composantes sur une longue période.

Sur la période 1959-2018, une tendance à la hausse de l'évapotranspiration est mise en évidence dans la quasi-totalité des sous-bassins (32 sur 34). Une augmentation de la moyenne de cette composante est également identifiée pour 30 d'entre eux. Ce changement ayant souvent eu lieu avant 1994, il n'est pas toujours détectable sur la période 1990-2018. L'évapotranspiration renvoyant au fil du temps un volume d'eau plus important à l'atmosphère, une hausse de l'évapotranspiration tendrait à faire diminuer le flux interne.

Une baisse significative du flux interne est de fait observée pour 41 % des sous-bassins représentant 39 % du territoire métropolitain (graphique 10 et annexe 7). Les 14 sous-bassins concernés sont localisés majoritairement dans la moitié sud de la France : 6 dans le bassin du Rhône, la totalité du bassin Adour-Garonne (7 sous-bassins) et le sous-bassin Vienne-Creuse. Dans le bassin du Rhône, le changement de moyenne atteint - 15 % à - 28 %. Il est provoqué majoritairement par la hausse de l'évapotranspiration, qui connaît une élévation de + 8 % à + 18 % à partir de 1990 ou 1992. Dans le bassin Adour-Garonne, la modification du flux interne est de - 13 % à - 26 %. Elle s'explique par une évapotranspiration qui s'accroît en moyenne de 10 %, la rupture ayant lieu avant 1992, et également par une diminution des précipitations (de - 6 % à - 12 %) pour les 4 sous-bassins du bassin de la Garonne, qui se produit majoritairement à partir de 2002.

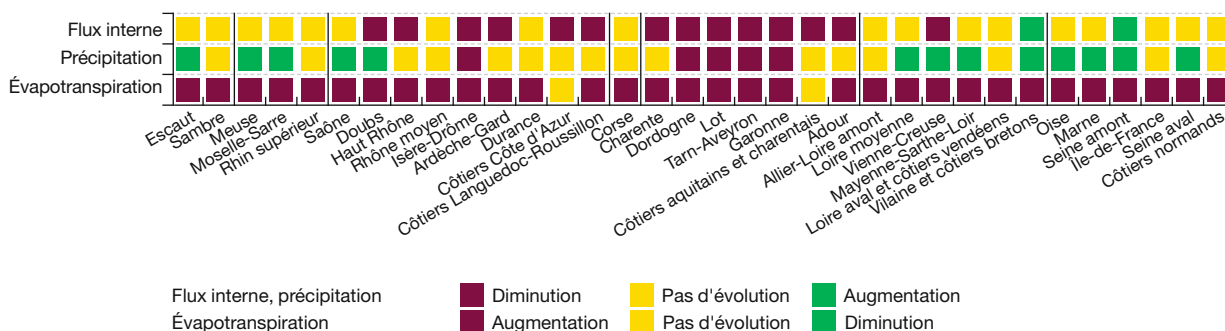
Dans 18 sous-bassins, le flux interne n'évolue pas significativement. Pour la moitié d'entre eux, la hausse de l'évapotranspiration (changement de moyenne de + 8 % et + 16 %, généralement entre 1987 et 1994) est compensée par une hausse significative des précipitations (changement de

Carte 4 : évolution de la ressource en eau renouvelable annuelle et influence de chaque composante, par sous-bassin DCE* administratif, de 1990 à 2018



*DCE = directive-cadre sur l'eau.
 Note de lecture : dans le sous-bassin Loire aval et côtiers vendéens, la ressource en eau renouvelable augmente sur la période 1990-2018. Les précipitations restent stables (pas d'influence sur la ressource en eau), l'évapotranspiration augmente (influence négative) et le flux entrant augmente (influence positive).
 Note : la ressource en eau renouvelable est la somme du flux interne (volume d'eau précipité diminué du volume d'eau retournant à l'atmosphère par évapotranspiration) et du flux entrant (volume d'eau douce apporté par les écoulements venant de l'amont de chaque sous-bassin).
 Champ : France métropolitaine, année hydrologique.
 Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitation, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

Graphique 10 : synthèse de l'évolution du flux interne annuel, par sous-bassin DCE* administratif, de 1959 à 2018



*DCE = directive-cadre sur l'eau.
 Note 1 : le flux interne est la combinaison de deux composantes, aux parts relatives différentes, et dont les évolutions ne sont pas synchrones. Pour chaque composante, la couleur rouge indique une évolution contribuant significativement sur la période à la diminution du flux interne et la couleur verte une évolution contribuant significativement à l'augmentation du flux interne. Il est possible qu'aucune composante n'ait d'évolution statistiquement significative à elle seule mais que la combinaison des deux composantes conduise à une évolution significative, à la hausse ou à la baisse.
 Note 2 : le flux interne correspond au volume des précipitations, diminué du volume d'évapotranspiration.
 Champ : année hydrologique.
 Source : Météo-France (précipitation, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

partie 2 : comment évolue la ressource en eau renouvelable annuelle en France métropolitaine ?

moyenne de + 7 % à + 14 %, dans la plupart des cas en 1977). Dans les 9 autres sous-bassins, les précipitations n'évoluent pas significativement.

Le flux interne croît dans seulement deux sous-bassins, avec un changement de moyenne détecté en 1977 : + 17 % pour Vilaine et côtiers bretons, et + 25 % pour Seine amont.

Dans ces deux sous-bassins, les précipitations augmentent significativement, avec une modification de moyenne de respectivement 10 % et 15 %. L'évapotranspiration est également en hausse mais à un degré moindre (respectivement + 9 % et + 13 %).

partie 3

Quels changements saisonniers sont observés ?

— Selon la saison, la part des précipitations qui atteint la surface terrestre bénéficie préférentiellement aux cours d'eau, aux nappes ou à la végétation. Chacun de ces compartiments sera donc affecté différemment par un changement saisonnier des composantes de la ressource en eau. Sur la période 1990-2018, les volumes de précipitation, d'évapotranspiration et de flux entrants varient peu en hiver, au printemps et en été. En revanche, en automne, une diminution des précipitations est observée pour de nombreux sous-bassins de la moitié sud du territoire métropolitain, tandis qu'une hausse de l'évapotranspiration est constatée jusqu'aux années 2000-2006 dans plusieurs sous-bassins du nord de la France. Les flux entrants sont également majoritairement en baisse. Sur la période 1959-2018, une tendance à la hausse de l'évapotranspiration ou une augmentation de sa valeur moyenne est constatée pour 19 sous-bassins en automne, 24 en hiver, tous les sous-bassins au printemps et 9 en été.



partie 3 : quels changements saisonniers sont observés ?

CHAQUE SAISON A SON IMPORTANCE DANS LA GENÈSE DE L'EAU DOUCE RENOUELABLE

Par convention, les saisons hydrologiques débutent en septembre. L'automne inclut donc les mois de septembre à novembre, l'hiver ceux de décembre à février, le printemps ceux de mars à mai et l'été comprend les mois de juin à août. Ce découpage correspond aux saisons météorologiques (Météo-France, 2020). La saison estivale coïncide ainsi avec la période de l'année la plus chaude et par conséquent, à celle où les besoins en eau pour les usages humains sont les plus importants.

En automne et en hiver, les précipitations sont plus abondantes et l'évapotranspiration moindre. Le flux interne est donc plus important et fournit à la fois les cours d'eau par ruissellement et les nappes par infiltration. Les flux entrants arrivant des bassins amont sont à cette époque augmentés par les écoulements à la surface du sol. Ils représentent en moyenne 37 % de la ressource en eau renouvelable par sous-bassin en automne (annexe 8) et 47 % en hiver (graphique 11).

Au printemps et en été, c'est surtout la végétation qui profite des précipitations, l'évapotranspiration est plus forte et le ruissellement plus faible (annexe 8 et graphique 12). La fonte des neiges vient augmenter les écoulements des cours d'eau de montagne.

En été, l'évaporation et la transpiration des végétaux prédominent et les cours d'eau sont principalement alimentés par l'eau des nappes souterraines. Le volume évapotranspiré devient proche ou excède le volume des précipitations, ce qui produit un flux interne très faible, voire nul. La ressource en

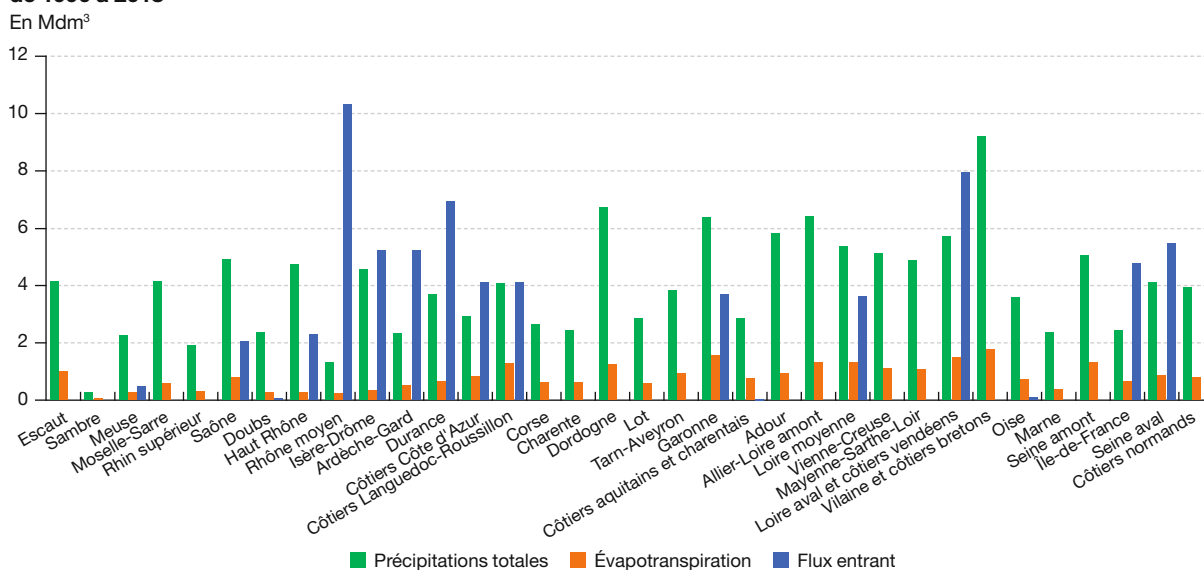
eau renouvelable est alors presque entièrement due aux flux entrants lorsqu'ils existent : à cette période de l'année, ils constituent en moyenne 93 % de la ressource en eau renouvelable par sous-bassin (graphique 12).

À l'échelle de la France métropolitaine, la répartition entre les précipitations et l'évapotranspiration selon les saisons est similaire à celle observée dans les sous-bassins. L'importance relative du flux entrant dans le territoire est toutefois moindre que dans la plupart des sous-bassins, sauf en été. À cette saison, dominé par les apports du Rhône, il constitue entièrement la ressource en eau renouvelable (voir annexe 9).

L'HIVER EST LA SAISON LA MIEUX POURVUE EN EAU RENOUELABLE

Par rapport aux autres saisons, la saison hivernale est celle qui apporte le plus d'eau renouvelable au total annuel (46 % en moyenne par sous-bassin), suivie par l'automne (33 %, graphique 13). Cet ordre est inversé uniquement pour la Corse (43 % contre 46 %). La part du printemps est en moyenne de 16 % et celle de l'été de 6 %. Une variabilité plus importante est toutefois observée entre les sous-bassins, en particulier en été : la contribution moyenne de l'été est de 1,4 % pour la moitié des sous-bassins et de 10 % pour l'autre moitié. En Corse, la ressource en eau renouvelable, composée uniquement du flux interne, est nulle en été, le volume de l'eau évaporée étant supérieur au volume des précipitations.

Graphique 11 : moyenne de chaque composante de la ressource en eau hivernale, par sous-bassin DCE* administratif, de 1990 à 2018



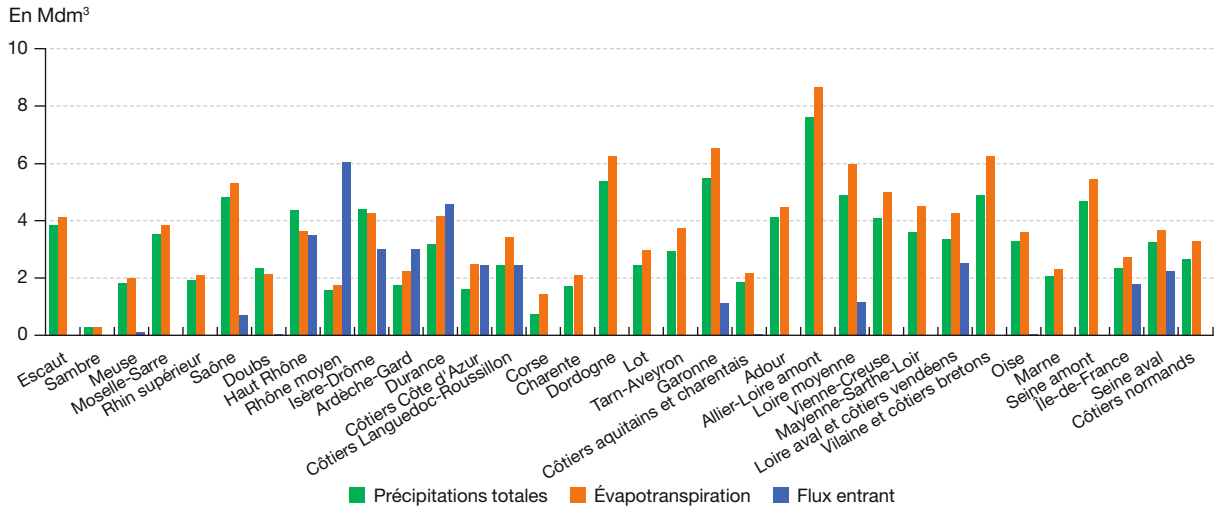
*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Notes : le flux interne se calcule en soustrayant le volume de l'évapotranspiration au volume des précipitations totales. Il est nul si l'évapotranspiration est plus élevée que les précipitations. La ressource en eau renouvelable est la somme du flux interne et du flux entrant ; l'hiver comprend les mois de décembre à février.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

partie 3 : quels changements saisonniers sont observés ?

Graphique 12 : moyenne de chaque composante de la ressource en eau estivale, par sous-bassin DCE* administratif, de 1990 à 2018

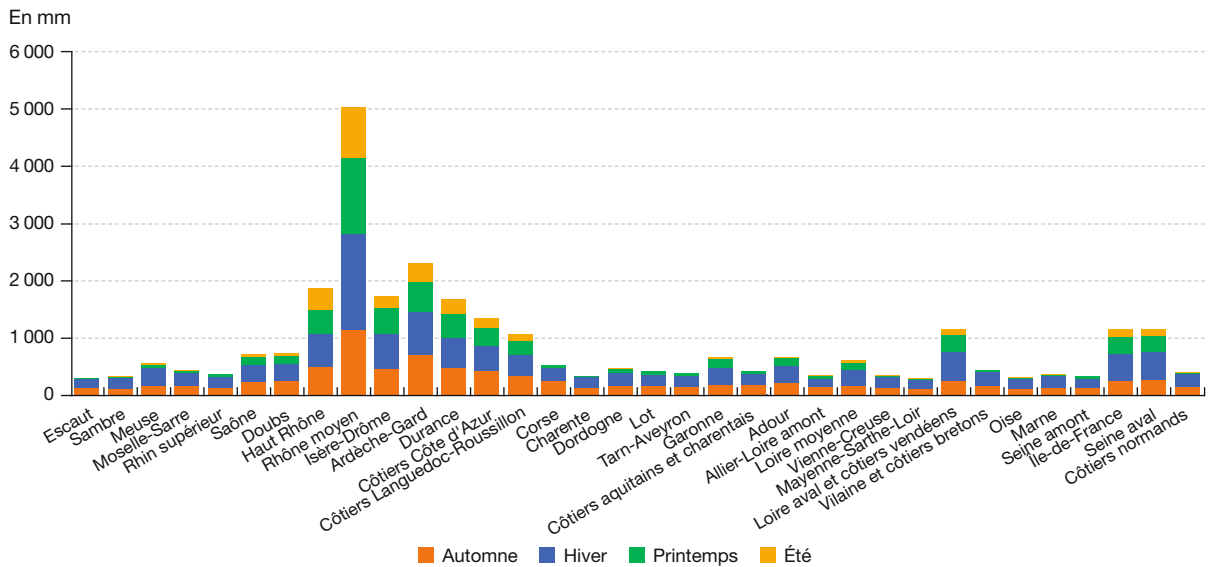


*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Notes : le flux interne se calcule en soustrayant le volume de l'évapotranspiration au volume des précipitations totales. Il est nul si l'évapotranspiration est plus élevée que les précipitations. La ressource en eau renouvelable est la somme du flux interne et du flux entrant ; l'été comprend les mois de juin à août.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

Graphique 13 : moyenne de la ressource en eau renouvelable saisonnière, par sous-bassin DCE* administratif, de 1990 à 2018



*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Notes : la ressource en eau renouvelable est la somme du flux interne et du flux entrant. Le flux interne se calcule en soustrayant le volume de l'évapotranspiration au volume des précipitations totales. Il est nul si l'évapotranspiration est plus élevée que les précipitations ; les saisons correspondent aux saisons météorologiques telles que définies par Météo-France : l'automne comprend les mois de septembre à novembre, l'hiver de décembre à février, le printemps de mars à mai, l'été de juin à août.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

partie 3 : quels changements saisonniers sont observés ?

SUR LA PÉRIODE 1990-2018, UNE HAUSSE DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION EST CONSTATÉE EN AUTOMNE

L'abondance des précipitations et la part reprise par évapotranspiration influent sur le volume du flux interne et donc de la ressource en eau par saison. L'évolution des composantes de la ressource en eau saisonnière sur la période 1990-2018 informe sur les processus hydrologiques susceptibles d'être affectés par un changement, qu'il soit en faveur d'une ressource en eau accrue ou diminuée.

Les tendances uniformes à la hausse ou à la baisse, les inversions de tendance au cours de la période, ainsi que les ruptures d'homogénéité de la moyenne, sont recherchées.

Pour l'hiver, le printemps et l'été, les volumes annuels de précipitation, d'évapotranspiration et des flux entrants varient peu sur la période 1990-2018. L'analyse sur cette période ne montre notamment pas de tendance d'évolution de la pluie au printemps et en été, ni d'évolution de l'évapotranspiration en été. En revanche, en automne, une diminution des précipitations est observée pour de nombreux sous-bassins de la moitié sud du territoire métropolitain et une hausse de

l'évapotranspiration jusqu'aux années 2000-2006 est constatée dans plusieurs sous-bassins du nord de la France. Les flux entrants sont également majoritairement en baisse en automne.

L'évolution annuelle des composantes saisonnières de la ressource en eau présente également de fortes disparités territoriales.

Ainsi, en **automne** (tableau 2) :

- aucune évolution des précipitations n'est observée pour la plupart des sous-bassins (56 %). Une tendance à la baisse sur la période ou une diminution de moyenne est constatée pour 41 % des sous-bassins, concentrés dans trois bassins : Rhône-Méditerranée (4 sous-bassins affectés sur 9), Adour-Garonne (6 sur 7) et bassin de la Loire (4 sur 5). Cette baisse des précipitations concerne 49 % du territoire métropolitain ;
- quasiment autant de sous-bassins sont concernés par une stabilité que par une tendance à l'augmentation de l'évapotranspiration jusqu'aux années 2000-2006 (respectivement 41 % et 44 %). La tendance à la hausse est plus présente dans les bassins de la moitié nord de la France que dans ceux du Sud : Artois-Picardie et Rhin-Meuse (2 sous-bassins sur 5), Rhône (3 sous-bassins au nord de Lyon), Loire

Tableau 2 : évolution des composantes de la ressource en eau renouvelable, en automne, en proportion des sous-bassins DCE* administratifs concernés, de 1990 à 2018

En %

Automne	Précipitations	Évapotranspiration	Flux entrant
Pas d'évolution	56	41	47
Tendance uniforme sur la période			
Pas de tendance	79	94	76
Tendance à la hausse	0	3	0
Tendance à la baisse	21	3	24
Inversion de tendance au cours de la période			
Pas d'inversion de tendance	97	44	100
↗ puis →	3	44	0
→ puis ↗	0	0	0
↗ puis ↘	0	6	0
↘ puis →	0	0	0
→ puis ↘	0	6	0
↘ puis ↗	0	0	0
Rupture (changement de moyenne au cours de la période)			
Moyenne identique sur la période	62	100	53
Moyenne plus élevée après rupture	0	0	0
Moyenne moins élevée après rupture	38	0	47

*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Note : « Pas d'évolution » est indiqué lorsqu'il n'est identifié ni tendance uniforme, ni inversion de tendance, ni changement de moyenne sur la période. Les pourcentages des précipitations et de l'évapotranspiration sont calculés pour les 34 sous-bassins. Les flux entrants sont calculés pour les 17 sous-bassins en bénéficiant.

Champ : France métropolitaine.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations totales, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

partie 3 : quels changements saisonniers sont observés ?

(1 sous-bassin dans la moitié nord) et Seine-Normandie (5 sous-bassins sur 6) ;

- les flux entrants sont en baisse sur la période pour 53 % des sous-bassins concernés (9 sous-bassins sur 17), de - 26 à - 70 %.

En **hiver**, l'absence de changement domine (*tableau 3*). Dans quelques sous-bassins, seule l'une des composantes de la ressource en eau est modifiée. Ainsi, les précipitations augmentent dans quatre sous-bassins, l'évapotranspiration diminue dans quatre et les flux entrants évoluent dans trois sous-bassins (deux augmentations et une diminution).

Au **printemps**, les composantes « précipitations » et « flux entrant » évoluent également peu (*tableau 4*). Pour 50 % des sous-bassins, aucun changement de l'évapotranspiration n'est noté et pour 32 %, une diminution est identifiée (tendance à la baisse sur toute la période pour 15 % des sous-bassins, sur une portion de période pour 21 % et diminution de moyenne pour 3 %). Les 4 sous-bassins pour lesquels l'évapotranspiration augmente sur toute la période 1990-2018 se situent dans le sud de la vallée de Rhône et sur l'amont de la Loire.

Tableau 3 : évolution des composantes de la ressource en eau renouvelable, en hiver, en proportion des sous-bassins DCE* administratifs concernés, de 1990 à 2018

En %

Hiver	Précipitations	Évapotranspiration	Flux entrant
Pas d'évolution	88	85	82
Tendance uniforme sur la période			
Pas de tendance	97	94	88
Tendance à la hausse	3	0	6
Tendance à la baisse	0	6	6
Inversion de tendance au cours de la période			
Pas d'inversion de tendance	0	85	94
↗ puis →	0	0	0
→ puis ↘	0	0	0
↗ puis ↘	0	3	0
↘ puis →	0	0	6
→ puis ↘	0	12	0
↘ puis ↗	0	0	0
Rupture (changement de moyenne au cours de la période)			
Moyenne identique sur la période	88	100	82
Moyenne plus élevée après rupture	12	0	6
Moyenne moins élevée après rupture	0	0	6

*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Note : « Pas d'évolution » est indiqué lorsqu'il n'est identifié ni tendance uniforme, ni inversion de tendance, ni changement de moyenne sur la période. Les pourcentages des précipitations et de l'évapotranspiration sont calculés pour les 34 sous-bassins. Les flux entrants sont calculés pour les 17 sous-bassins en bénéficiant.

Champ : France métropolitaine.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations totales, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

partie 3 : quels changements saisonniers sont observés ?

Tableau 4 : évolution des composantes de la ressource en eau renouvelable, au printemps, en proportion des sous-bassins DCE* administratifs concernés, de 1990 à 2018

En %

Printemps	Précipitations	Évapotranspiration	Flux entrant
Pas d'évolution	94	50	94
Tendance uniforme sur la période			
Pas de tendance	0	73	94
Tendance à la hausse	0	12	0
Tendance à la baisse	0	15	6
Inversion de tendance au cours de la période			
Pas d'inversion de tendance	97	73	100
↗ puis →	3	6	0
→ puis ↗	0	0	0
↗ puis ↘	0	0	0
↘ puis →	0	0	0
→ puis ↘	0	21	0
↘ puis ↗	0	0	0
Rupture (changement de moyenne au cours de la période)			
Moyenne identique sur la période	97	97	94
Moyenne plus élevée après rupture	3	0	0
Moyenne moins élevée après rupture	0	3	6

*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Note : « Pas d'évolution » est indiqué lorsqu'il n'est identifié ni tendance uniforme, ni inversion de tendance, ni changement de moyenne sur la période. Les pourcentages des précipitations et de l'évapotranspiration sont calculés pour les 34 sous-bassins. Les flux entrants sont calculés pour les 17 sous-bassins en bénéficiant.

Champ : France métropolitaine.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

L'été est avec l'hiver la saison où peu de changements sont observés (tableau 5). En particulier, il n'est pas noté d'évolution de l'évapotranspiration dans 76 % des sous-bassins, seulement 9 % montrent une augmentation (tendance à la hausse sur toute la période pour 3 %, hausse puis stabilité pour 6 %) et 6 % une diminution (stabilité puis tendance à la baisse).

Les tableaux détaillés récapitulant les évolutions saisonnières de chaque composante de la ressource en eau sur la période 1990-2018 figurent en annexe 10.

SUR LA PÉRIODE 1959-2018, UNE HAUSSE NETTE ET GÉNÉRALE DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION DE L'AUTOMNE AU PRINTEMPS

Sur cette période d'observation de 60 ans, une tendance à la hausse de l'évapotranspiration ou une augmentation de sa valeur moyenne est constatée pour 19 sous-bassins en automne (56 % du territoire métropolitain), 26 en hiver (76 % du territoire). Cette dynamique concerne tous les sous-bassins

au printemps. En été, l'évapotranspiration n'évolue pas pour 21 sous-bassins, alors qu'une tendance à la hausse est relevée pour 9 sous-bassins (29 % du territoire), dont 8 sont situés dans la partie nord de la France (voir annexe 11).

Peu de modifications sont repérées concernant les précipitations : un changement intervient pour 20 % des sous-bassins en automne, 26 % en hiver, 18 % au printemps et 15 % en été. Les baisses du volume de précipitation qui ont lieu en automne et en hiver affectent majoritairement des sous-bassins localisés dans le sud du territoire : 3 sous-bassins du bassin de la Garonne, 5 sous-bassins du bassin du Rhône et la Corse. Au printemps, les tendances à la hausse observées se produisent avant les années 1971 à 1984 et cette augmentation du volume de précipitation bénéficie principalement à des sous-bassins du nord de la France (5 sur 6 concernés).

Sur la période 1959-2018, en automne, en hiver et plus encore au printemps, le volume d'eau qui retourne à l'atmosphère par évapotranspiration augmente pour une majorité des sous-bassins de la France métropolitaine. Par conséquent, même si pour une grande partie des sous-bassins

partie 3 : quels changements saisonniers sont observés ?

Tableau 5 : évolution des composantes de la ressource en eau renouvelable, en été, en proportion des sous-bassins DCE* administratifs concernés, de 1990 à 2018

En %

Été	Précipitations	Évapotranspiration	Flux entrant
Pas d'évolution	88	76	94
Tendance uniforme sur la période			
Pas de tendance	100	97	0
Tendance à la hausse	0	3	0
Tendance à la baisse	0	0	0
Inversion de tendance au cours de la période			
Pas d'inversion de tendance	88	79	94
↗ puis →	0	6	0
→ puis ↗	0	0	0
↗ puis ↘	3	9	0
↘ puis →	0	0	6
→ puis ↘	9	6	0
↘ puis ↗	0	0	0
Rupture (changement de moyenne au cours de la période)			
Moyenne identique sur la période	100	100	94
Moyenne plus élevée après rupture	0	0	0
Moyenne moins élevée après rupture	0	0	6

*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Note : « Pas d'évolution » est indiqué lorsqu'il n'est identifié ni tendance uniforme, ni inversion de tendance, ni changement de moyenne sur la période. Les pourcentages des précipitations et de l'évapotranspiration sont calculés pour les 34 sous-bassins. Les flux entrants sont calculés pour les 17 sous-bassins en bénéficiant.

Champ : France métropolitaine.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

le volume des précipitations est globalement stable, ou plus précisément fluctue autour d'une valeur moyenne qui ne varie pas, le volume d'eau qui rejoint les cours d'eau et celui qui à cette période de l'année alimente les nappes d'eau souterraine, est moindre. Il s'ensuit qu'en été, le soutien naturel des débits des cours d'eau par les nappes est amoindri. Les écoulements estivaux seront donc plus faibles, bien que les précipitations

estivales et l'évapotranspiration estivale composant le flux interne n'aient pas évolué pour la plupart des sous-bassins. En outre, pour la Corse, dont le flux interne est nul en été et les écoulements estivaux très faibles, la moindre réalimentation des nappes d'eau souterraine à l'automne, en hiver et au printemps est encore plus préjudiciable.

partie 4

Dans quels territoires s'observent les tensions liées à l'insuffisance de la ressource en eau ?

— La France métropolitaine est bien pourvue en eau douce renouvelable. Cependant, des manques peuvent survenir localement et temporairement, entraînant des tensions pour le partage de la ressource selon ses utilisations. L'évolution des composantes de la ressource en eau et/ou les effets de l'exploitation de cette ressource peuvent se faire ressentir sur les volumes écoulés à l'aval des grands bassins. Ainsi, une baisse de volume écoulé annuellement est observée à l'aval du bassin de la Garonne sur la période 1990-2018, concomitante à une diminution de la pluviométrie. Partout en France, l'eau est moins abondante en été, alors que les besoins augmentent, notamment pour l'irrigation des cultures. Lorsque des pénuries d'eau sont prévisibles, des mesures de restrictions temporaires et graduelles sont déclenchées par les préfets pour préserver les besoins prioritaires, dont ceux du milieu aquatique. Les mesures de crise entraînent des interdictions d'usage de l'eau. Sur la période 2012-2020, le sud-ouest de la France connaît des mesures de restrictions de niveau « crise » fréquentes.



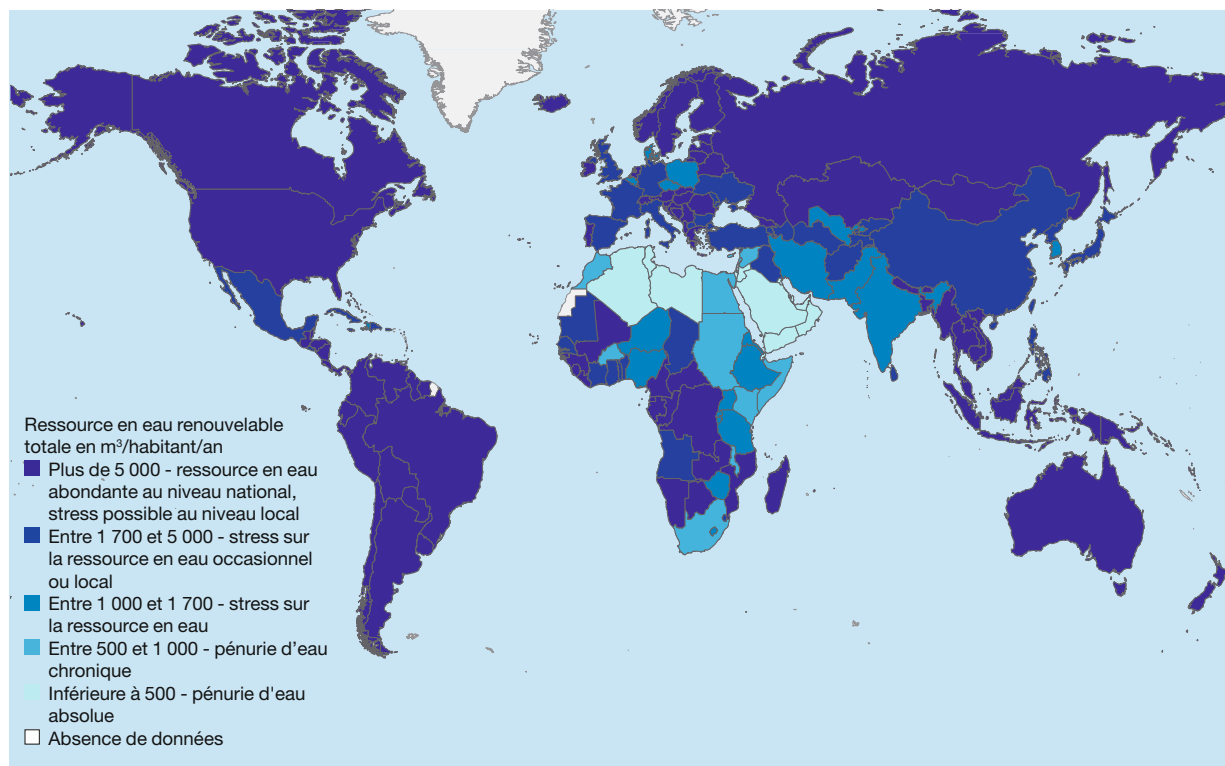
L'eau douce est indispensable aux activités humaines. L'homme en prélève à des fins domestiques (boisson, hygiène, lavage et évacuation sanitaire, etc.) et économiques (industrie, production d'énergie, irrigation agricole, loisirs, etc.). Avec un ratio moyen de 3 230 m³ de ressource en eau renouvelable disponible par habitant et par an, la France métropolitaine est classée par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) comme un pays pouvant avoir un stress sur la ressource en eau occasionnel ou local (carte 5). Le stress est défini comme une demande en eau excédentaire par rapport à l'offre disponible. En effet, la disponibilité et l'exploitation de la ressource en eau dépendent des saisons et sont inégalement réparties sur le territoire. L'évolution de la ressource dans le temps est également inégale selon les bassins-versants. Le stress entraîne une demande insatisfaite pour au moins un usage, des tensions entre les utilisateurs, une concurrence pour l'eau et des écoulements insuffisants pour les milieux aquatiques (FAO, 2012).

SUR LA PÉRIODE 1990-2018, LES VOLUMES ÉCOULÉS ANNUELS DIMINUENT À L'AVAL DU BASSIN DE LA GARONNE

Les volumes d'eau comptabilisés à l'exutoire⁵ d'un bassin-versant rendent compte des apports en eau de la totalité de ce bassin-versant, en intégrant aussi bien ce qu'il se passe à sa surface que les échanges avec les eaux souterraines. Ils incluent également les modifications naturelles de la ressource en eau au cours du temps, ainsi que toutes les perturbations dues à l'utilisation de l'eau par l'homme (prélèvements et rejets, canalisation, détournement de cours d'eau, etc.). Ils reflètent ainsi la part de la ressource en eau renouvelable de ce territoire qui n'a pas été consommée par les usages humains.

L'évolution des volumes annuels d'eau sortants ou « flux sortants annuels » de cinq grands bassins-versants (bassins Rhin-Meuse, de la Seine, de la Loire, du Rhône, et de la Garonne) a été analysée sur la période 1990-2018.

Carte 5 : ressource en eau renouvelable totale mondiale, par pays et par habitant, en 2017



Sources : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), *Aquastat* (base de données en ligne consacrée à l'eau), consultée en juillet 2019. Traitements : SDES, 2019

⁵ Endroit où l'on comptabilise les eaux drainées par le bassin-versant. Il peut s'agir d'un point situé sur un cours d'eau, à l'entrée d'un estuaire, d'un plan d'eau, etc.

partie 4 : dans quels territoires s'observent les tensions liées à l'insuffisance de la ressource en eau ?

Les flux sortants du bassin Rhin-Meuse vont vers les pays frontaliers et le Rhin. Ils sont estimés à partir des débits de la Meuse et de la Moselle, observés aux stations hydrométriques les plus proches du Rhin. Ils représentent 82 % des écoulements sortants du bassin du Rhin. Ceux des bassins du Rhône, de la Loire et de la Seine, et dont les eaux aboutissent à la mer, sont calculés à partir des débits du Rhône, de la Loire et de la Seine à leur embouchure. Pour le bassin de la Garonne⁶, les débits de la Garonne et de la Dordogne aux stations hydrométriques proches de leur confluence ont été retenus. La liste des stations hydrométriques utilisées est indiquée en *annexe 12*.

L'évolution des flux annuels sortants des cinq grands bassins-versants métropolitains étudiés est contrastée (*tableau 6*). Trois bassins ne présentent aucune tendance : les bassins Rhin-Meuse, Rhône et Seine. En revanche, le volume écoulé moyen diminue de 16 % dans le bassin de la Garonne

après 2001, année après laquelle une baisse de la moyenne des précipitations totales est constatée dans tous les sous-bassins alimentant la Garonne et dans celui de la Dordogne. À l'inverse, le volume écoulé moyen augmente de 63 % à partir de 1994 dans le bassin de la Loire. Dans ce bassin, le soutien d'étiage par les retenues des barrages de Naussac et de Villerest ne représentant en moyenne que 0,4 % du volume annuel écoulé, c'est plutôt une augmentation de la moyenne des précipitations totales à partir de 1994 dans les bassins amont (Allier-Loire amont + 13 %, Loire moyenne + 26 %) qui explique cette variation. Toutefois, cette hausse n'est pas confirmée lorsque la période d'observation est étendue. Comme pour la ressource en eau annuelle (*partie 2*), elle est donc plus liée aux dates limitant la série temporelle qu'à un changement dans l'alimentation en eau ou qu'à une modification du fonctionnement du bassin-versant.

Tableau 6 : évolution des flux sortants annuels de cinq grands bassins-versants de France métropolitaine, de 1990 à 2018
En Mdm³

	Moyenne sur la période	Rupture de moyenne	Année de rupture
Rhin-Meuse	9,0	-	-
Rhône	52,7	-	-
Garonne	23,1	25,6 ↘ 21,4	2001
Loire ¹	24,9	16,1 ↗ 26,3	1993
Seine	14,7	-	-

¹ La hausse de la moyenne observée n'est pas confirmée sur une période d'observation plus longue. Elle est probablement due à la période retenue, avec des années à faible pluviométrie au début des années 1990 sur le bassin de la Loire.
Note de lecture : la moyenne du flux sortant du bassin du Rhône est constante et égale à 52,7 Mdm³ sur la période 1990-2018. Pour le bassin de la Garonne, la moyenne du flux sortant diminue au cours de la période : elle est de 25,6 Mdm³ de 1990 à 2001 inclus et de 21,4 Mdm³ de 2002 à 2018.
Champ : année hydrologique.

Source : Banque Hydro, 2020. Traitements : SDES, 2020

AVERTISSEMENT

Les flux sortants mentionnés précédemment diffèrent de ceux transmis annuellement à l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) pour alimenter le système d'information européen sur l'eau. Ces derniers intègrent tous les écoulements quittant un district hydrographique⁷. Ils rejoignent majoritairement la mer (districts hydrographiques ayant une façade maritime) et quelques-uns partent vers les pays voisins (au nord du territoire métropolitain principalement). Les flux sortants annuels des cinq grands bassins-versants présentés dans cette publication incluent au moins 80 % des écoulements quittant chaque district hydrographique.

⁶ La dénomination « bassin Garonne » inclut le bassin de la Garonne stricto sensu et celui de la Dordogne.

⁷ District hydrographique : selon la directive-cadre sur l'eau, zone terrestre et maritime, composée d'un ou plusieurs sous-bassins hydrographiques, ainsi que des eaux souterraines et des eaux côtières associées, identifiée comme principale unité aux fins de la gestion des bassins hydrographiques.

partie 4 : dans quels territoires s’observent les tensions liées à l’insuffisance de la ressource en eau ?

EAU CONSOMMÉE

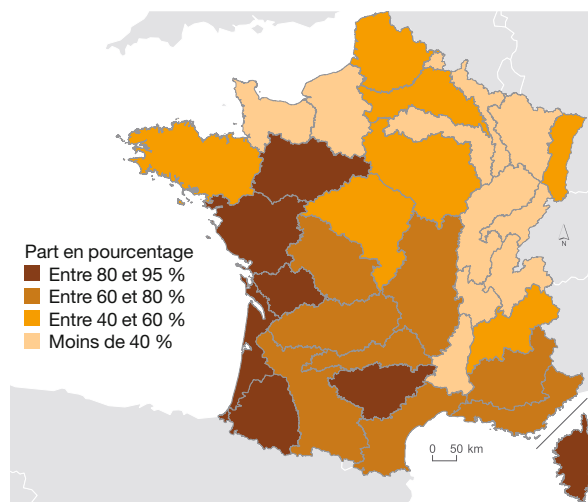
La consommation d’eau concerne les volumes d’eau qui sont prélevés et ne sont pas directement restitués aux milieux aquatiques. Les hypothèses suivantes ont été retenues dans ce qui suit. Pour les centrales électriques, la quasi-totalité de l’eau prélevée est rendue aux cours d’eau en cas de circuits de refroidissement ouverts et un tiers du volume est évaporé pour les circuits fermés. Pour l’eau destinée à la consommation humaine (dite « eau potable »), la part qui ne revient pas aux milieux aquatiques est de 20 % en moyenne à l’échelle de la France métropolitaine. Elle correspond aux pertes et aux fuites lors du captage et de la distribution. Pour l’irrigation, il est considéré que 100 % de l’eau prélevée est absorbée par les plantes ou évaporée, sauf pour la technique d’irrigation gravitaire pour laquelle 80 % de l’eau prélevée retourne aux milieux aquatiques (la consommation est alors de 20 %). Pour l’industrie, le taux de 7 % d’eau consommée est appliqué. Toutefois quel qu’en soit l’usage, l’eau ne retourne généralement pas à l’endroit où elle est prélevée, souvent plus à l’aval et parfois même dans un bassin-versant adjacent.

UNE IMPORTANTE UTILISATION DE L’EAU EN ÉTÉ SUR LA MOITIÉ DU TERRITOIRE MÉTROPOLITAIN

Chaque année, en France métropolitaine, 33 Mdm³ d’eau douce sont prélevés en moyenne dans les nappes d’eau souterraines et les eaux de surface (cours d’eau, lacs), dont 5,3 Mdm³ sont consommés (moyenne 2008-2018), c’est-à-dire utilisés sans être restitués aux milieux aquatiques (voir encadré supra). L’agriculture est la première activité consommatrice d’eau (environ 2,4 Mdm³), devant le refroidissement des centrales électriques (1,6 Mdm³), l’eau potable (1,1 Mdm³) et les usages industriels (0,2 Mdm³). Cette répartition est toutefois très variable selon les bassins : l’eau consommée est attribuée majoritairement à l’agriculture dans les bassins Adour-Garonne (78 % du total d’eau consommée) et Loire-Bretagne (55 %), à l’eau potable en Artois-Picardie (62 %) et en Seine-Normandie (56 %), et à la production d’électricité en Rhin-Meuse (58 %) et en Rhône-Méditerranée (46 %). Depuis le milieu des années 2000, le volume d’eau prélevé pour satisfaire les principaux usages en France métropolitaine diminue, hormis pour l’usage agricole pour lequel les prélèvements varient autour de 2,9 Mdm³, en fonction des conditions météorologiques de l’année.

La disponibilité de la ressource en eau, tout comme les prélèvements en eau douce, varient selon la période de l’année et le secteur géographique considérés. L’impact sur les milieux aquatiques de l’utilisation de l’eau douce pour les usages humains dépend de son abondance saisonnière. En période estivale, les volumes écoulés dans les cours d’eau correspondent à seulement 15 % du volume écoulé annuel, alors que les volumes d’eau consommée atteignent 60 % du total annuel (moyennes 2008-2018). Cette proportion varie considérablement sur le territoire métropolitain (carte 6).

Carte 6 : part de la consommation en eau estivale dans la consommation annuelle, par sous-bassin hydrographique, moyenne 2008-2018



Note : la période estivale couvre les mois de juin à août inclus. La totalité de la consommation d’eau agricole est attribuée à la période estivale considérée. Pour les autres usages de l’eau, la consommation estivale est estimée à un quart de la consommation annuelle.
Champ : France métropolitaine.
Sources : OFB, Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau (volumes prélevés) ; EDF (coefficients de consommation d’eau pour les centrales électriques nucléaires) ; Ifen, OIEau, agences de l’eau, Les prélèvements d’eau en France en 2001, mars 2004 (coefficients de consommation par activités) ; Agence française de la biodiversité, Rapport de l’Observatoire des services publics d’eau et d’assainissement (taux de rendement des réseaux de distribution d’eau potable). Traitements : SDES, 2022

partie 4 : dans quels territoires s'observent les tensions liées à l'insuffisance de la ressource en eau ?

En été, sur la moitié du territoire métropolitain, la consommation en eau de tous les secteurs d'activité dépasse 60 % de la consommation annuelle. Plus de 50 % de la consommation d'eau estivale est dévolue à l'usage agricole sur les trois quarts du territoire métropolitain. Dans certains sous-bassins disposant d'une faible ressource en eau renouvelable estivale (Mayenne-Sarthe-Loir, Charente, Côtiers aquitains et charentais, et, dans une moindre mesure, Tarn-Aveyron et Corse), la part d'eau consommée par l'usage agricole en période estivale dépasse 90 %. Elle est essentiellement destinée aux cultures céréalières, majoritairement le maïs. Néanmoins en période de raréfaction de la ressource, tous les usages sont concernés par une utilisation plus économe de l'eau.

DEPUIS 2012, DES RESTRICTIONS D'EAU SÉVÈRES ET FRÉQUENTES SUR CERTAINS TERRITOIRES

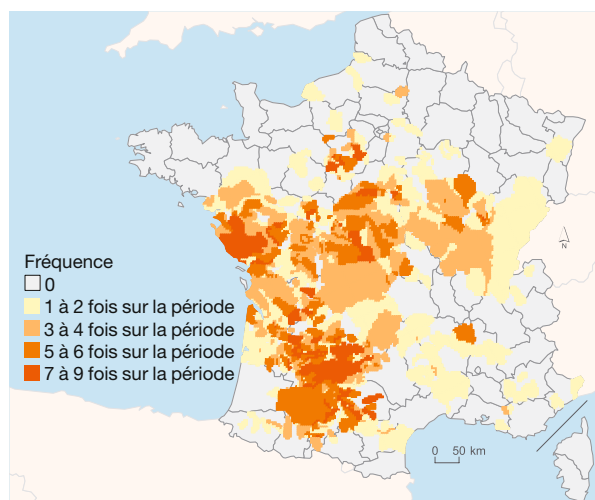
En période de sécheresse, lorsqu'une pénurie d'eau est prévisible sur une zone géographique déterminée, des restrictions d'eau graduelles et temporaires sont déclenchées par les préfets pour préserver les usages prioritaires. Quatre niveaux de limitation sont mis en œuvre progressivement selon la sévérité de l'épisode de sécheresse constatée, le niveau de crise étant le plus élevé. Lorsque celui-ci est déclenché, des interdictions sont appliquées pour préserver le milieu aquatique et les usages essentiels : santé, sécurité civile, eau potable, salubrité. Les prélèvements d'eau

pour l'agriculture sont alors interdits totalement ou partiellement. Les mesures sont appliquées par zone de gestion, délimitées préalablement pour chaque département. Depuis 2012, le site internet [Propluvia](#) présente les mesures de suspension ou de limitation prises par les préfets. Il est alimenté à partir des données fournies par les services départementaux de l'État et permet de suivre la situation au jour le jour.

Chaque année en France métropolitaine, la survenue d'une insuffisance de la ressource en eau par rapport aux besoins entraîne localement l'application de mesures limitant temporairement les usages des eaux de surface. Cinq fois depuis 2012 et chaque année depuis 2017, elles sont mises en œuvre sur au moins 30 % du territoire. Tous les ans, des restrictions de niveau « crise » sont déclenchées dans les zones où la sécheresse hydrologique s'aggrave. Sur la période 2012-2020, certains territoires sont plus fréquemment concernés par de telles mesures (*carte 7*), et certaines zones de gestion de l'Ouest et du Sud-Ouest le sont chaque année. Depuis 2015, ces périodes de crise durent au moins deux mois, ce qui montre la fragilité de ces zones de gestion par rapport à la disponibilité de l'eau.

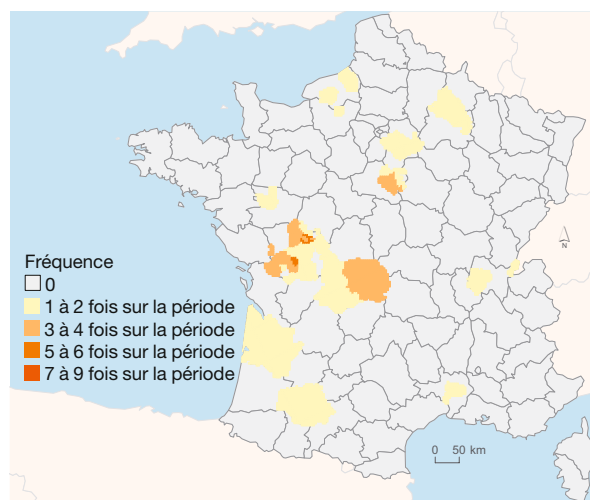
Les nappes d'eau souterraine sont beaucoup moins fréquemment soumises à des restrictions de pompage et les mesures de crise sont rares (*carte 8*). En revanche, les limitations sur une même zone de gestion peuvent durer plus longtemps que pour les eaux superficielles et perdurer d'une année sur l'autre. Concernant les secteurs géographiques atteints, aucune tendance n'est observée sur la période.

Carte 7 : fréquence des épisodes de plus d'un mois de restriction des usages de l'eau superficielle de niveau « crise », de 2012 à 2020



Note de lecture : « Fréquence 3 à 4 fois sur la période » signifie que des crises d'au moins un mois ont eu lieu 3 ou 4 années sur 9 observées.
Champ : France métropolitaine.
Source : MTE, 2021. Traitements : SDES, 2021

Carte 8 : fréquence des épisodes de plus d'un mois de restriction des usages de l'eau souterraine de niveau « crise », de 2012 à 2020



Note de lecture : « Fréquence 3 à 4 fois sur la période » signifie que des crises d'au moins un mois ont eu lieu 3 ou 4 années sur 9 observées.
Champ : France métropolitaine.
Source : MTE, 2021. Traitements : SDES, 2021

partie 4 : dans quels territoires s'observent les tensions liées à l'insuffisance de la ressource en eau ?

Pour faire face aux risques chroniques de pénurie d'eau et pour compléter les outils réglementaires existants, l'État, à l'issue de la seconde séquence des Assises de l'eau tenues de novembre 2018 à juin 2019, a prévu d'élaborer au moins 50 projets de territoire pour la gestion de l'eau d'ici 2022 (PTGE) et 100 d'ici 2027 (MTES, 2019). Localement, l'élaboration du PTGE est basée sur une concertation avec tous les usagers de l'eau d'un territoire défini selon un découpage hydrologique ou hydrogéologique. Le PTGE doit permettre d'atteindre un équilibre durable entre les besoins et les ressources en eau,

en anticipant et en s'adaptant au changement climatique. À partir d'un diagnostic des ressources disponibles et des besoins actuels et futurs des divers usages, différentes solutions sont envisagées pour assurer un partage équitable et durable de la ressource. Les économies d'eau et les solutions fondées sur la nature⁸ sont privilégiées. Les constructions d'ouvrages de stockage ou de transfert d'eau sont envisageables, lorsque cela est jugé techniquement et économiquement pertinent. En juin 2021, 43 PTGE étaient adoptés et 30 supplémentaires étaient en cours de concertation.

⁸ Les solutions fondées sur la nature sont définies par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) comme « les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité ».

Annexes

- Annexes techniques
- Bibliographie



Annexes techniques

ANNEXE 1 : EXISTENCE ET ORIGINE GÉOGRAPHIQUE DES FLUX ENTRANTS

Sous-bassin	Code du sous-bassin	Provenance du flux entrant
Escaut	FRA_ESCA	
Meuse	FRB1_MEUS	Belgique, Luxembourg
Sambre	FRB2_SAMB	
Moselle-Sarre	FRC_MOSE	
Rhin supérieur	FRC_RHIN	
Côtiers Côte d'Azur	FRD_COCA	Ardèche-Gard, Durance
Côtiers Languedoc-Roussillon	FRD_COLR	Ardèche-Gard, Durance
Doubs	FRD_DOUB	Suisse
Durance	FRD_DURA	Ardèche-Gard, Isère-Drôme
Ardèche-Gard	FRD_GARD	Rhône moyen
Haut Rhône	FRD_HRHO	Suisse
Isère-Drôme	FRD_ISER	Rhône moyen
Rhône moyen	FRD_RHON	Haut Rhône, Saône
Saône	FRD_SAON	Doubs
Corse	FRE_CORSE	
Adour	FRF_ADOU	
Charente	FRF_CHAR	
Côtiers aquitains et charentais	FRF_COAC	Espagne
Dordogne	FRF_DORD	
Garonne	FRF_GARO	Espagne, Lot, Tarn-Aveyron
Lot	FRF_LOT	
Tarn-Aveyron	FRF_TARN	
Allier-Loire amont	FRG_ALA	
Loire aval et côtiers vendéens	FRG_LACV	Loire moyenne, Vienne-Creuse, Mayenne-Sarthe-Loir
Loire moyenne	FRG_LMOY	Allier-Loire amont
Mayenne-Sarthe-Loir	FRG_MSL	
Vilaine et côtiers bretons	FRG_VICO	
Vienne-Creuse	FRG_VICR	
Côtiers normands	FRH_CONO	
Île-de-France	FRH_IF	Seine amont, Marne, Oise
Marne	FRH_MARN	
Oise	FRH_OISE	Belgique
Seine amont	FRH_SEAM	
Seine aval	FRH_SEAV	Île-de-France

Note 1 : Le Rhône étant frontière de plusieurs sous-bassins, le volume écoulé provenant de l'amont a été réparti entre les sous-bassins frontaliers : Ardèche-Gard et Isère-Drôme récoltent chacun la moitié du volume de l'amont, les Côtiers Côte d'Azur et les Côtiers Languedoc-Roussillon recueillent chacun le quart du volume de l'amont et la moitié restante est attribuée à Durance.

Note 2 : à l'échelle du territoire métropolitain, il y aurait un double compte si l'on cumulait les flux entrants de tous les sous-bassins, les volumes d'eau à l'aval d'un sous-bassin intégrant ceux générés dans les sous-bassins amont.

Source : SDES

annexes

ANNEXE 2 : STATIONS HYDROMÉTRIQUES UTILISÉES ET MÉTHODE DE CALCUL DU FLUX ENTRANT, PAR SOUS-BASSIN

Sous-bassin	Station utilisée	Département	Code station
Meuse	La Chiers à Longlaville	Meurthe-et-Moselle (54) Ardennes (08)	B4001010
	La Semoy à Haulmé		B6111010
Côtiers Côte d'Azur	Le Rhône à Beaucaire	Gard (30)	V7200010
Côtiers Languedoc-Roussillon	Le Rhône à Beaucaire	Gard (30)	V7200010
Doubs	L'Allaine à Joncherey	Territoire de Belfort (90)	U2334020
Durance	Le Rhône à Viviers	Ardèche (07)	V4530010
Ardèche-Gard	Le Rhône à Ternay	Rhône (69)	V3130020
Haut Rhône	Le Rhône à Pougny	Ain (01)	V1000010
Isère-Drôme	Le Rhône à Ternay	Rhône (69)	V3130020
Rhône moyen	La Saône à Mâcon [amont]	Saône-et-Loire (71)	U4300010
	Le Rhône à Lagnieu [Pont de Lagnieu]	Rhône (69)	V1630020
	L'Ain à Chazey-sur-Ain	Ain (01)	V2942010
Saône	Le Doubs à Neublans-Abergement	Jura (39)	U2722010
Côtiers aquitains et charentais	La Nivelle à Saint-Pée-sur-Nivelle	Pyrénées-Atlantiques (64)	S5144010
Garonne	La Garonne à Saint-Béat [2]	Haute-Garonne (31)	O0010040
	Le Tarn à Villemur-sur-Tarn	Haute-Garonne (31)	O4931010
	La Garonne à Lamagistère	Tarn-et-Garonne (82)	O6140010
	La Garonne à Tonneins	Lot-et-Garonne (47)	O9000010
Loire aval et côtiers vendéens	La Loire à Saumur	Maine-et-Loire (49)	L8000020
Loire moyenne	La Loire à Cours-les-Barres [Givry]	Cher (18)	K4000010
Île-de-France	La Seine à Pont-sur-Seine	Aube (10)	H1700010
	L'Yonne à Courlon-sur-Yonne	Yonne (89)	H2721010
	Le Loing à Épisy	Seine-et-Marne (77)	H3621010
	La Marne à la Ferté-sous-Jouarre	Seine-et-Marne (77)	H5321010
	L'Oise à Creil	Oise (60)	H7611010
	Le Thérain à Maysel	Oise (60)	H7742020
Oise	L'Oise à Hirson	Aisne (02)	H7021010
Sous-bassin	Formule de calcul du flux entrant		
Meuse	1 x B4001010 + 1xB6111010		
Côtiers Côte d'Azur	0.25 x V7200010		
Côtiers Languedoc-Roussillon	0.25 x V7200010		
Doubs	1 x U2334020		
Durance	0.5 x V4530010		
Ardèche-Gard	0.5 x V3130020		
Haut Rhône	1 x V1000010		
Isère-Drôme	0.5 x V3130020		
Rhône moyen	1 x U4300010 + 1 x V1630020 + 1 x V2942010		
Saône	1 x U2722010		
Côtiers aquitains et charentais	0.67 x S5144010		
Garonne	0.33 x O0010040 + 1 x O4931010 -1 x O6140010 + 1 x O9000010		
Loire aval et côtiers vendéens	1 x L8000020		
Loire moyenne	1 x K4000010		
Île-de-France	1 x H1700010 + 1 x H2721010 + 1 x H3621010 + 1 x H5321010 + 1 x H7611010 + 1 x H7742020		
Oise	1 x H7021010		
Seine aval	1 x H8100020		

Note 1 : dans les formules données dans le tableau, le code de la station remplace le volume moyen écoulé, calculé en cette station.

Le débit moyen et le volume moyen écoulé sur la période choisie sont calculés pour chaque station :

Volume moyen sur la période en m³ = Débit x Période x Nombre de secondes dans une journée

Où :

Débit = débit moyen sur la période en m³/s

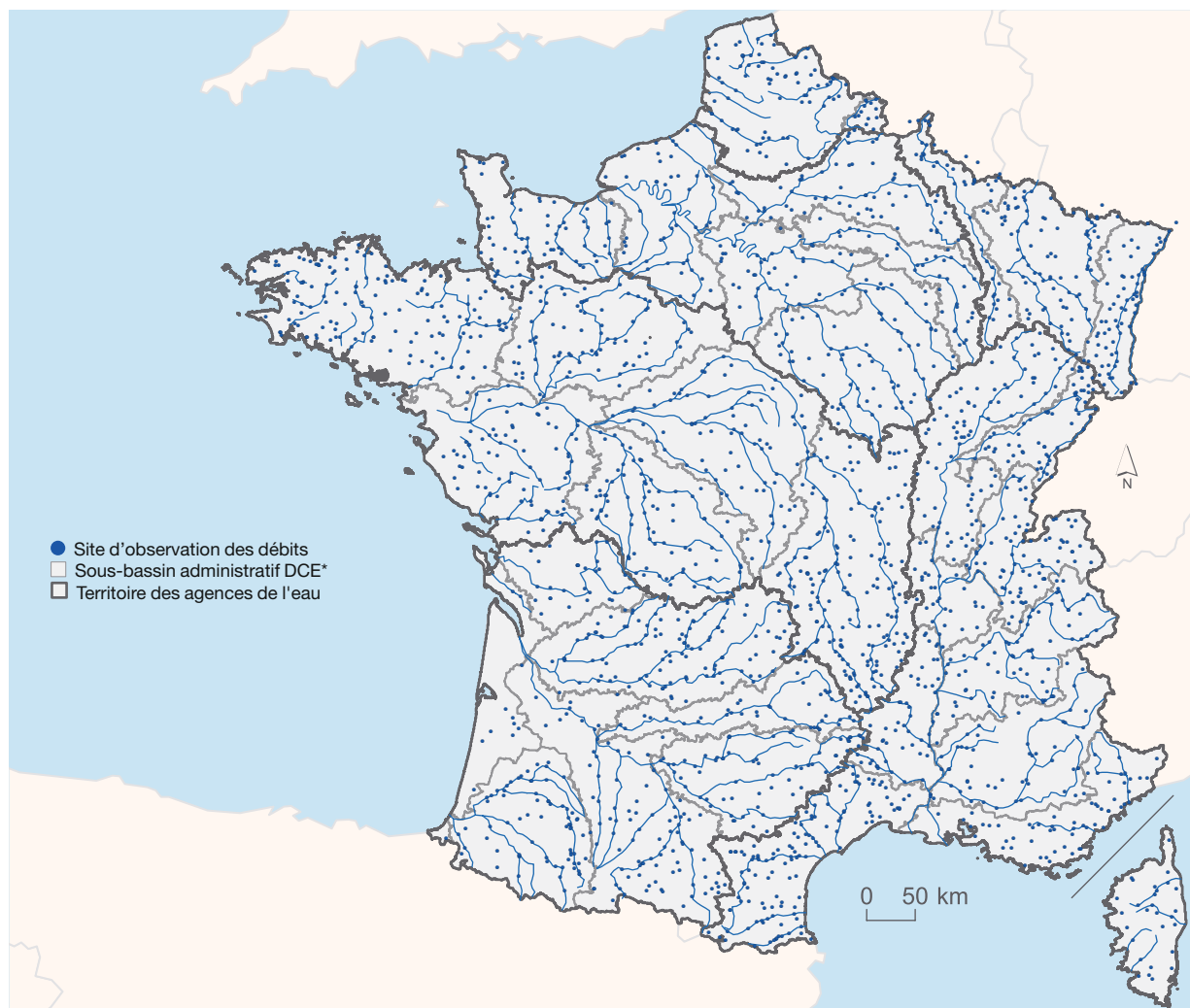
Période = période en jours (année en jours ou saison en jours)

Nombre de secondes dans une journée = 86 400

Note 2 : le flux moyen entrant dans un sous-bassin est calculé en additionnant ou soustrayant les volumes moyens aux stations, affectées d'un coefficient représentant leur apport. Les stations hydrométriques retenues permettent de prendre en compte la totalité du flux entrant dans chaque sous-bassin.

Source : Banque Hydro. Traitements : SDES, 2020

ANNEXE 3 : RÉSEAU DES SITES HYDROMÉTRIQUES DE L'ÉTAT, EN 2019



* DCE = directive-cadre sur l'eau.

Notes : chaque point localise un site hydrométrique, comportant une ou plusieurs stations hydrométriques permettant d'observer le débit du cours d'eau instrumenté ; les gestionnaires de sites hydrométriques sont les services régionaux de l'État et les opérateurs partenaires (EDF, compagnies d'aménagement, etc.).

Sources : audit technique et financier du réseau hydrométrique de l'État, synthèse nationale, 2019 ; DREAL Corse, 2022

ANNEXE 4 : RESSOURCE EN EAU RENOUVELABLE ANNUELLE MOYENNE ET PART APPORTÉE PAR LE FLUX INTERNE ET PAR LE FLUX ENTRANT, PAR SOUS-BASSIN DCE* ADMINISTRATIF, DE 1990 À 2018

Sous-bassin	Ressource en eau renouvelable annuelle en mm	Part du flux interne en %	Part du flux entrant en %
Escaut	265,5	100	0
Meuse	519,3	78	22
Sambre	286,9	100	0
Moselle-Sarre	396,2	100	0
Rhin supérieur	339,5	100	0
Côtiers Côte d'Azur	1 269,7	26	74
Côtiers Languedoc-Roussillon	1 014,5	31	69
Doubs	723,3	97	4
Durance	1 614,9	24	76
Ardèche-Gard	2 245,6	24	76
Haut Rhône	1 856,6	52	48
Isère-Drôme	1 717,2	41	59
Rhône moyen	4 988,3	8	92
Saône	679,8	60	40
Corse	445,6	100	0
Adour	639,8	100	0
Charente	271,2	100	0
Côtiers aquitains et charentais	389,9	98	2
Dordogne	422,6	100	0
Garonne	635,9	49	51
Lot	379,4	100	0
Tarn-Aveyron	334,7	100	0
Allier-Loire amont	303,9	100	0
Loire aval et côtiers vendéens	1 086,5	24	76
Loire moyenne	551,1	40	60
Mayenne-Sarthe-Loir	230,9	100	0
Vilaine et côtiers bretons	377,8	100	0
Vienne-Creuse	294,8	100	0
Côtiers normands	334,4	100	0
Île-de-France	1 109,5	16	84
Marne	328,8	100	0
Oise	270,4	96	4
Seine amont	277,6	100	0
Seine aval	1 117,9	25	75

*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Note 1 : la ressource en eau renouvelable est la somme du flux interne (volume d'eau précipité diminué du volume d'eau retournant à l'atmosphère par évapotranspiration) et du flux entrant (volume d'eau douce apporté par les écoulements venant de l'amont de chaque sous-bassin).

Note 2 : le Rhône étant frontière de plusieurs sous-bassins, le volume écoulé provenant de l'amont a été réparti entre les sous-bassins frontaliers : Ardèche-Gard et Isère-Drôme récoltent chacun la moitié du volume de l'amont, les Côtiers Côte d'Azur et les Côtiers Languedoc-Roussillon recueillent chacun le quart du volume de l'amont et la moitié restante est attribuée à Durance.

Note 3 : les volumes d'eau à l'aval d'un sous-bassin intègrent ceux générés dans les sous-bassins amont, aussi il n'est pas possible de cumuler les flux entrants de tous les sous-bassins pour déterminer les flux à l'échelle du territoire métropolitain.

Champ : France métropolitaine, année hydrologique.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (flux interne), 2019. Traitements : SDES, 2021

ANNEXE 5 : PARAMÈTRES DE LA DISTRIBUTION ET ÉVOLUTION DE LA RESSOURCE EN EAU RENOUELABLE ANNUELLE, PAR SOUS-BASSIN DCE ADMINISTRATIF, DE 1990 À 2018

Tableau 5.1 : moyenne et écart-type de la ressource en eau renouvelable annuelle, par sous-bassin, de 1990 à 2018
En Mdm³

Sous-bassin	Ressource en eau renouvelable annuelle	Écart-type
Escaut	5,0	1,9
Meuse	4,1	1,3
Sambre	0,32	0,11
Moselle-Sarre	6,2	1,9
Rhin supérieur	2,8	0,84
Côtiers Côte d'Azur	17,5	4,3
Côtiers Languedoc-Roussillon	18,7	3,9
Doubs	5,1	1,3
Durance	29,7	6,4
Ardèche-Gard	20,8	3,9
Haut Rhône	21,7	4,2
Isère-Drôme	26,6	5,5
Rhône moyen	33,8	7,0
Saône	13,5	3,5
Corse	3,9	1,2
Adour	10,8	2,8
Charente	2,7	1,3
Côtiers aquitains et charentais	4,0	1,5
Dordogne	10,1	3,4
Garonne	18,1	5,0
Lot	4,4	1,4
Tarn-Aveyron	5,3	1,9
Allier-Loire amont	9,9	2,6
Loire aval et côtiers vendéens	25,5	8,4
Loire moyenne	15,1	4,2
Mayenne-Sarthe-Loir	5,1	2,6
Vilaine et côtiers bretons	11,3	4,3
Vienne-Creuse	6,2	2,4
Côtiers normands	4,7	2,0
Île-de-France	14,9	4,9
Marne	3,2	1,1
Oise	4,4	1,7
Seine amont	6,5	2,4
Seine aval	19,7	6,5

Note : la ressource en eau est la somme du flux interne (volume des précipitations diminué du volume d'évapotranspiration) et du flux entrant (volume des écoulements provenant des pays limitrophes ou des sous-bassins amont).
Champ : année hydrologique.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitation, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

annexes

Tableau 5.2 : changement de moyenne de la ressource en eau renouvelable annuelle, par sous-bassin, de 1990 à 2018
En Mdm³

Sous-bassin	Volume moyen	Année de rupture
Escaut	-	-
Meuse	-	-
Sambre	-	-
Moselle-Sarre	-	-
Rhin supérieur	-	-
Côtiers Côte d'Azur	13,7 ↗ 18,1	1994
Côtiers Languedoc-Roussillon	20,1 ↘ 17,2	2005
Doubs	-	-
Durance	-	-
Ardèche-Gard	22,0 ↘ 20,0	2002
Haut Rhône	23,4 ↘ 20,5	2002
Isère-Drôme	-	-
Rhône moyen	-	-
Saône	-	-
Corse	3,5 ↗ 4,6	2008
Adour	10,3 ↗ 12,9	2013
Charente	-	-
Côtiers aquitains et charentais	-	-
Dordogne	11,6 ↘ 9,0	2002
Garonne	20,0 ↘ 16,8	2002
Lot	5,1 ↘ 3,9	2002
Tarn-Aveyron	6,4 ↘ 4,6	2002
Allier-Loire amont	-	-
Loire aval et côtiers vendéens	16,6 ↗ 26,9	1994
Loire moyenne	10,0 ↗ 15,8	1994
Mayenne-Sarthe-Loir	-	-
Vilaine et côtiers bretons	-	-
Vienne-Creuse	7,1 ↘ 5,6	2002
Côtiers normands	-	-
Île-de-France	10,0 ↗ 15,6	1994
Marne	-	-
Oise	-	-
Seine amont	-	-
Seine aval	-	-

Note 1 : la ressource en eau est la somme du flux interne (volume des précipitations diminué du volume d'évapotranspiration) et du flux entrant (volume des écoulements provenant des pays limitrophes ou des sous-bassins amont).

Note 2 : dans la deuxième colonne, les nombres séparés d'une flèche sont les moyennes sur la période pré et post rupture. La colonne « Année de rupture » donne la dernière année avant la rupture.

Champ : année hydrologique.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitation, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

annexes

ANNEXE 6 : ÉVOLUTION DES COMPOSANTES DE LA RESSOURCE EN EAU RENOUVELABLE ANNUELLE, DE 1990 À 2018

Tableau 6.1 : évolution par sous-bassin DCE administratif
En Mdm³

Sous-bassin	Précipitations		Évapotranspiration		Imports	
	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance
Escaut	15,2		10,2	↗2002 ↘		
Meuse	7,6		4,4	↗2001 ↘	0,9	
Sambre	0,9		0,6	↗2002		
Moselle-Sarre	14,8		8,7	2006 ↘		
Rhin supérieur	7,4		4,6	2007 ↘		
Côtiers Côte d'Azur	11,8		7,3		13,0	
Côtiers Languedoc-Roussillon	15,9		10,2		13,0	
Doubs	9,4		4,5	↗2001	1996 0,3 ↘ 0,14	↘
Durance	2001 17,8 ↘ 16,2		9,8		22,6	
Ardèche-Gard	10,8		5,7	↗	15,8	
Haut Rhône	2001 19,4 ↘ 17,5		7,0	↗	10,5	
Isère-Drôme	2001 20,2 ↘ 18,3		8,3	↗	15,8	
Rhône moyen	6,4		3,8		31,2	
Saône	19,9		11,8	2007 ↘	5,3	
Corse	2007 8,1 ↗ 9,3		4,6			
Adour	2012 20,9 ↗ 23,4		10,6			
Charente	8,5		5,8	2001 ↘		
Côtiers aquitains et charentais	10,0		6,0		0,1	
Dordogne	2001 26,7 ↘ 24,2		15,1			
Garonne	2001 26,5 ↘ 24,6		16,5		2001 10,3 ↘ 8,5	
Lot	2001 12,4 ↘ 11,0		7,2			
Tarn-Aveyron	2001 16,5 ↘ 14,2		9,8			
Allier-Loire amont	1993 26,6 ↗ 30,1		19,7			
Loire aval et côtiers vendéens	18,6		12,6	↗2000	1993 12,0 ↗ 20,7	
Loire moyenne	1993 17,1 ↗ 21,6	↗2000	15,0	↗2001 ↘	1993 6,5 ↗ 9,5	
Mayenne-Sarthe-Loir	16,7		11,6	2000 ↘		
Vilaine et côtiers bretons	27,9		16,7	↗2000 ↘		
Vienne-Creuse	18,9	↗2000	12,6	↗2001		
Côtiers normands	12,9		8,2	↗2002 ↘		

>>>

>>>

Sous-bassin	Précipitations		Évapotranspiration		Imports	
	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance
Île-de-France	9,3		6,9	↗2001 ↘	1993 8,7 ↗ 13,1	
Marne	8,5		5,2	2001 ↘		
Oise	12,8		8,6	↗2001 ↘	0,2	↗2001
Seine amont	1993 16,2 ↗ 20,1		13,0	2006 ↘		
Seine aval	14,1		9,1	↗2001 ↘	1993 10,0 ↗ 15,4	

Note de lecture : dans le sous-bassin Escaut, la moyenne des précipitations est constante sur la période et égale à 15,2 Mdm³. Dans le sous-bassin Loire moyenne, une tendance à l'augmentation des précipitations est identifiée jusqu'à l'année 2000 incluse. Une augmentation de la moyenne est constatée après 1993, la moyenne avant rupture est de 17,1 Mdm³, la moyenne après rupture est de 21,6 Mdm³.

Note 1 : dans la colonne « Moyenne » si le chiffre est unique, il présente la moyenne qui est identique sur toute la période. Les nombres séparés d'une flèche sont les moyennes sur la période pré et post rupture. La dernière année avant la rupture est donnée au-dessus.

Dans la colonne « Tendance », les flèches donnent la tendance à la hausse ou à la baisse sur toute la période ou sur une portion de période limitée par l'année.

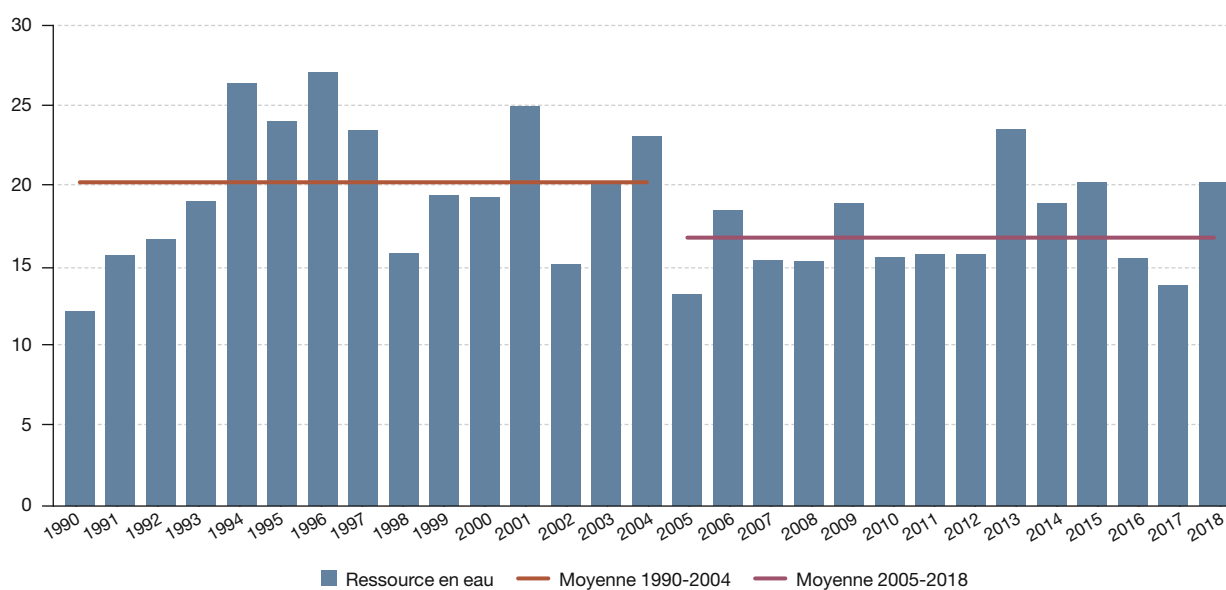
Note 2 : les cases grisées sont celles des sous-bassins sans flux entrant.

Champ : année hydrologique.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

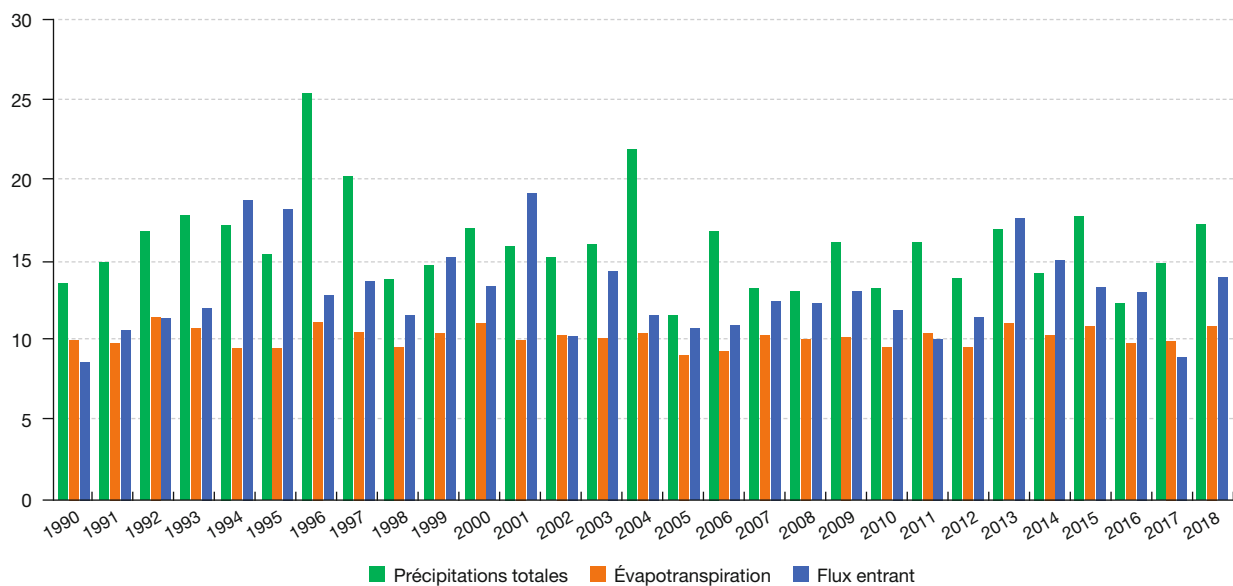
Graphique 6.2 : variation de la ressource en eau renouvelable annuelle du sous-bassin Côtiers Languedoc-Roussillon, de 1990 à 2018

En Mdm³



Graphique 6.3 : variation des composantes de la ressource en eau renouvelable annuelle du sous-bassin Côtiers Languedoc-Roussillon, de 1990 à 2018

En Mdm³



Notes : le flux interne se calcule en soustrayant le volume de l'évapotranspiration au volume des précipitations totales. Il est nul si l'évapotranspiration est plus élevée que les précipitations ; la ressource en eau renouvelable est la somme du flux interne et du flux entrant.
 Champ : année hydrologique.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

annexes

ANNEXE 7 : ÉVOLUTION DES COMPOSANTES DU FLUX INTERNE ANNUEL, DE 1959 À 2018

En Mdm³

Sous-bassin	Précipitations		Évapotranspiration	
	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance
Escaut	1979 13,5 ↗ 15,1	↗	1991 9,3 ↗ 10,3	↗ 2004 ↘
Meuse	1976 6,9 ↗ 7,8		1986 4,0 ↗ 4,4	↗ 1999 ↘
Sambre	0,94		0,61	↗ 2006
Moselle-Sarre	1976 13,6 ↗ 15,2		1986 7,6 ↗ 8,7	↗ 2006 ↘
Rhin supérieur	7,4		1986 4,1 ↗ 4,6	↗ 2006
Côtière Côte d'Azur	12,2		7,2	↘ 1968
Côtière Languedoc-Roussillon	16,1		1989 9,4 ↗ 10,2	↗ 1968 ↗
Doubs	1976 8,6 ↗ 9,6		1989 3,8 ↗ 4,5	↘ 1983 ↗
Durance	16,9		1991 9,3 ↗ 9,9	↗ 1968 ↗
Ardèche-Gard	10,9		1991 5,1 ↗ 5,8	↗ 1980 ↗
Haut Rhône	18,3		1989 6,3 ↗ 7,0	↗ 1980 ↗
Isère-Drôme	2001 19,7 ↘ 18,3		1991 7,6 ↗ 8,4	↘ 1980 ↗
Rhône moyen	6,5		1991 3,5 ↗ 3,8	↗ 1976 ↗
Saône	1976 17,7 ↗ 20,3		1987 10,1 ↗ 11,7	↗ 2006 ↘
Corse	8,5		4,5	↗
Adour	21,5		1987 9,7 ↗ 10,6	↗ 1996 ↘
Charente	8,7		1991 5,3 ↗ 5,8	↗ 1999 ↘
Côtière aquitains et charentais	10,1		5,9	
Dordogne	2001 26,1 ↘ 24,2		1991 13,7 ↗ 15,2	↘ 1976 ↗
Garonne	1983 26,6 ↘ 25,1		1991 15,2 ↗ 16,7	↗ 1976 ↗
Lot	2001 12,2 ↘ 11,0		1987 6,4 ↗ 7,2	↘ 1979 ↗
Tarn-Aveyron	2001 16,1 ↘ 14,2	↘	1991 9,0 ↗ 9,9	↗
Allier-Loire amont	29,3		1991 17,5 ↗ 19,8	↗ 1979 ↗
Loire aval et côtiers vendéens	18,3		1993 11,9 ↗ 12,8	↗
Loire moyenne	1976 19,1 ↗ 21,2		1992 13,7 ↗ 15,2	↗ 2006 ↘
Mayenne-Sarthe-Loir	1993 16,0 ↗ 17,2		1992 10,9 ↗ 11,7	↗ 1999 ↘
Vilaine et côtiers bretons	1993 25,9 ↗ 28,5		1993 15,5 ↗ 16,9	↗ 2003
Vienne-Creuse	1976 17,7 ↗ 19,1		1991 11,3 ↗ 12,8	↘ 1976 ↗
Côtière normands	12,8		1991 7,7 ↗ 8,3	↗ 2004
Île-de-France	9,2		1986 6,4 ↗ 6,9	↗ 1998 ↘
Marne	1976 7,6 ↗ 8,6		1986 4,7 ↗ 5,3	↗ 1999 ↘
Oise	1976 11,6 ↗ 13,0		1986 7,9 ↗ 8,6	↗ 1999 ↘
Seine amont	1976 17,3 ↗ 19,9		1986 11,5 ↗ 13,0	↗ 2006 ↘
Seine aval	1976 12,6 ↗ 14,3		1991 8,4 ↗ 9,2	↗ 1999 ↘

Note de lecture : dans le sous-bassin Tarn-Aveyron, une diminution de la moyenne des précipitations est constatée après 2001. De plus, une tendance uniforme à la baisse est observée.

Note : dans la colonne « Moyenne » si le chiffre est unique, il présente la moyenne qui est identique sur toute la période. Les nombres séparés d'une flèche sont les moyennes sur la période pré et post rupture. La dernière année avant la rupture est donnée au-dessus.

Dans la colonne « Tendance », les flèches donnent la tendance à la hausse ou à la baisse sur toute la période ou sur une portion de période limitée par l'année.

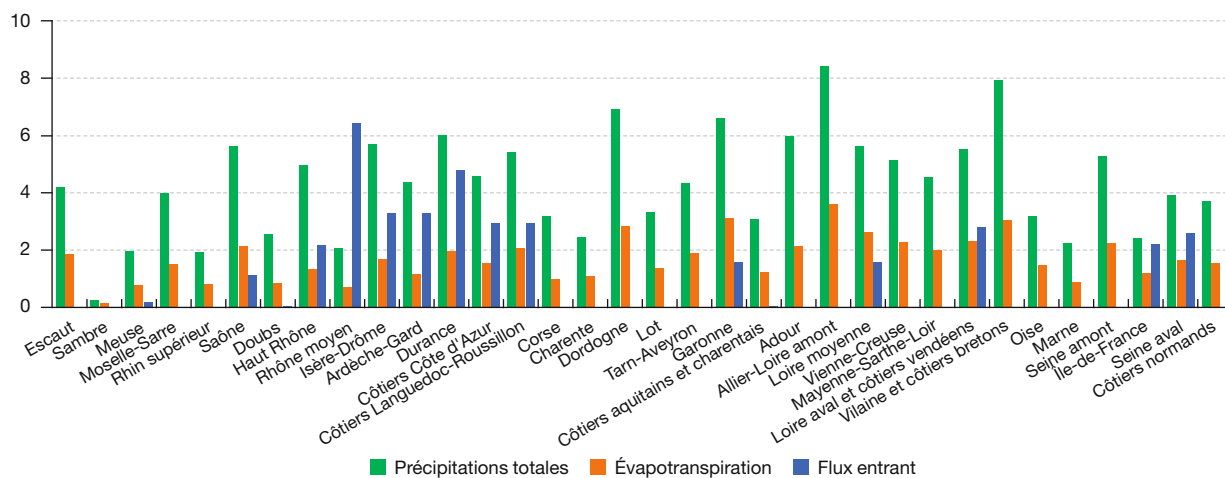
Champ : année hydrologique.

Source : Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

ANNEXE 8 : RESSOURCE EN EAU AUTOMNALE ET PRINTANIÈRE : MOYENNE DE CHAQUE COMPOSANTE, PAR SOUS-BASSIN DCE ADMINISTRATIF, DE 1990 À 2018

Graphique 8.1 : moyenne de chaque composante de la ressource en eau automnale, par sous-bassin DCE* administratif, de 1990 à 2018

En Mdm³



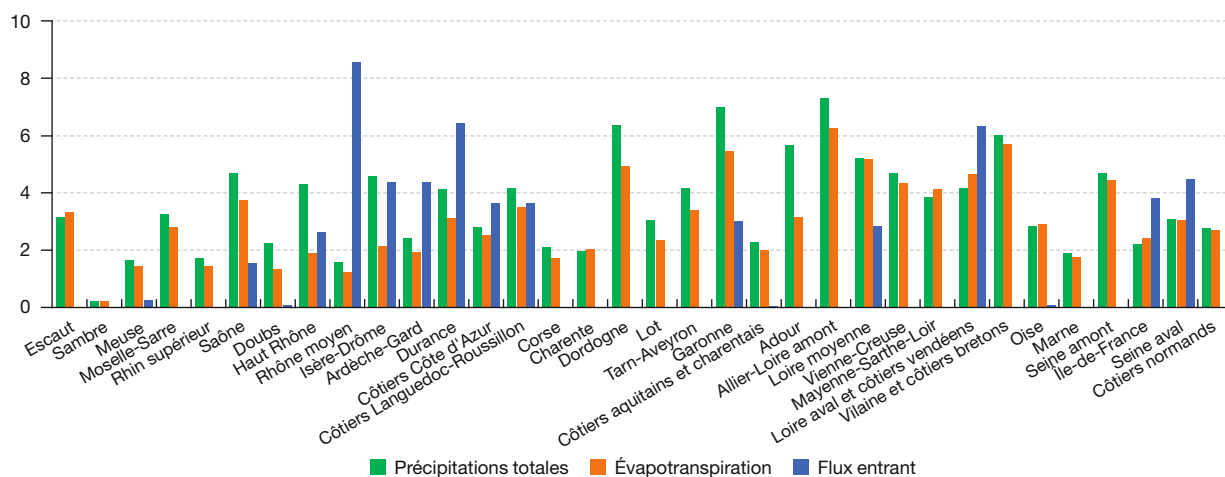
*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Notes : le flux interne se calcule en soustrayant le volume de l'évapotranspiration au volume des précipitations totales. Il est nul si l'évapotranspiration est plus élevée que les précipitations ; la ressource en eau renouvelable est la somme du flux interne et du flux entrant ; l'automne comprend les mois de septembre à novembre.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

Graphique 8.2 : moyenne de chaque composante de la ressource en eau printanière, par sous-bassin DCE* administratif, de 1990 à 2018

En Mdm³

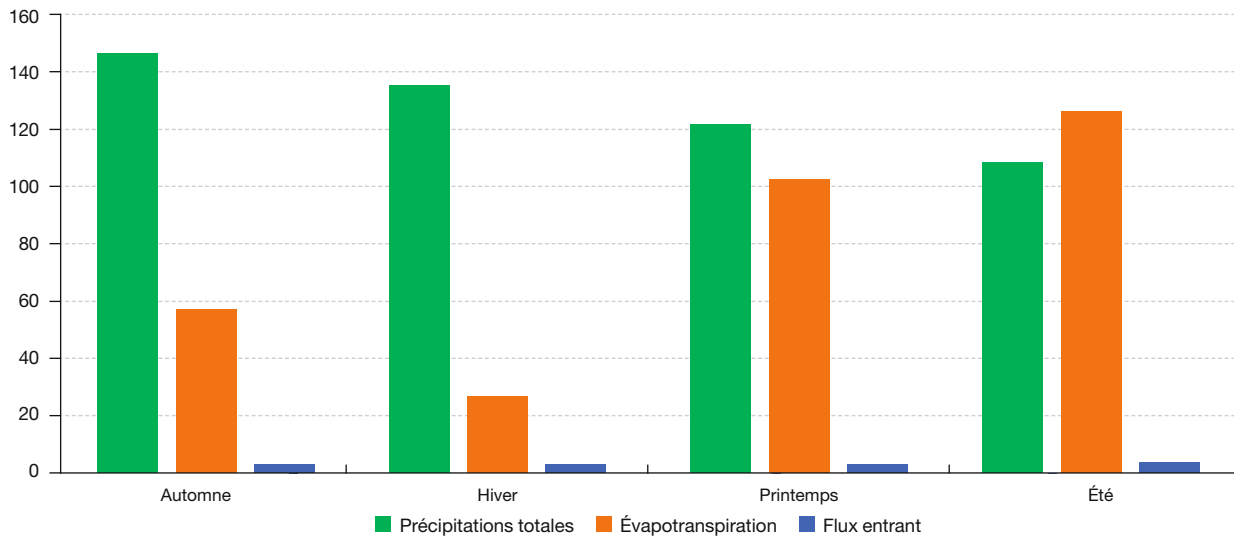


*DCE = directive-cadre sur l'eau.

Notes : le flux interne se calcule en soustrayant le volume de l'évapotranspiration au volume des précipitations totales. Il est nul si l'évapotranspiration est plus élevée que les précipitations ; la ressource en eau renouvelable est la somme du flux interne et du flux entrant ; le printemps comprend les mois de mars à mai.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

ANNEXE 9 : MOYENNE DE CHAQUE COMPOSANTE DE LA RESSOURCE EN EAU, PAR SAISON, DE 1990 À 2018
En Mdm³



Notes : le flux interne se calcule en soustrayant le volume de l'évapotranspiration au volume des précipitations totales. Il est nul si l'évapotranspiration est plus élevée que les précipitations ; la ressource en eau renouvelable est la somme du flux interne et du flux entrant ; les saisons correspondent aux saisons météorologiques telles que définies par Météo-France : l'automne comprend les mois de septembre à novembre, l'hiver de décembre à février, le printemps de mars à mai, l'été de juin à août.

Champ : France métropolitaine.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

ANNEXE 10 : ÉVOLUTION DES COMPOSANTES SAISONNIÈRES DE LA RESSOURCE EN EAU, DE 1990 À 2018
En Mdm³

Automne	Précipitations		Évapotranspiration		Imports	
	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance
Escaut	4,2		1,8			
Meuse	1,9		0,7	↗2002 ↘	0,1	
Sambre	0,2		0,1	↗2001		
Moselle-Sarre	3,9		1,5	↗2005		
Rhin supérieur	1,9		0,8			
Côtiers Côte d'Azur	4,5		1,5		2003 3,4 ↘ 2,5	
Côtiers Languedoc-Roussillon	5,4		2,0		2003 3,4 ↘ 2,5	
Doubs	2,5		0,8	↗2006	1996 0,1 ↘ 0,03	↘
Durance	2004 6,7 ↘ 5,2		1,9		2003 5,7 ↘ 3,9	↘
Ardèche-Gard	4,3		1,1	↗2001	2003 3,8 ↘ 2,8	
Haut Rhône	2004 5,7 ↘ 4,1	↘	1,3	↗	2,1	↘
Isère-Drôme	2004 6,4 ↘ 4,8		1,6		2003 3,8 ↘ 2,8	
Rhône moyen	2,0		0,7	↗2006	2003 7,5 ↘ 5,4	
Saône	2004 6,1 ↘ 5,0		2,0		1,1	
Corse	3,1		1,0			
Adour	5,9		2,1			
Charente	2,4	↘	1,1	1999 ↘		
Côtiers aquitains et charentais	2001 3,6 ↘ 2,6	↘	1,2	↘	0,02	
Dordogne	2004 8,0 ↘ 5,7	↘	2,8			
Garonne	2001 7,6 ↘ 5,8	↘	3,1		2004 2,0 ↘ 1,1	↘
Lot	2004 3,8 ↘ 2,8	↘	1,4	↗2000		
Tarn-Aveyron	2004 4,9 ↘ 3,6	↘	1,8			
Allier-Loire amont	2004 9,0 ↘ 7,6		3,6	↗2006		
Loire aval et côtiers vendéens	2004 6,1 ↘ 4,7		2,3		2,8	
Loire moyenne	2004 6,1 ↘ 5,0		2,6	↗2001	1,6	
Mayenne-Sarthe-Loir	4,5	↗2001	2,0	1999 ↘		
Vilaine et côtiers bretons	7,9		3,0	↗1999 ↘		
Vienne-Creuse	2004 5,7 ↘ 4,5		2,2	↗2000		
Côtiers normands	3,7		1,5	↗2000		
Île-de-France	2,4		1,2	↗1999	2,2	
Marne	2,2		0,9	↗2001		
Oise	3,2		1,4	↗2001	0,03	
Seine amont	5,2		2,2			
Seine aval	3,9		1,6	↗2001	2,6	

annexes

Hiver	Précipitations		Évapotranspiration		Imports	
	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance
Escaut	4,1		1,0			
Meuse	2,3		0,3		0,5	
Sambre	0,3		0,04			
Moselle-Sarre	4,1		0,6			
Rhin supérieur	1,9		0,3			
Côtiers Côte d'Azur	2,9		0,8		4,0	
Côtiers Languedoc-Roussillon	4,0		1,3		4,0	
Doubs	2,4		0,3		1996 0,09 ↘ 0,05	↘
Durance	3,7		0,7		6,9	
Ardèche-Gard	2,3		0,5		5,2	
Haut Rhône	4,7		0,2		2,3	
Isère-Drôme	4,5		0,3		5,2	
Rhône moyen	1,3		0,2		10,3	
Saône	4,9		0,8		2,0	
Corse	2007 2,3 ↗ 3,2	↗	0,6			
Adour	2012 5,3 ↗ 7,8		0,9			
Charente	2,4		0,6	↘		
Côtiers aquitains et charentais	2,9		0,7		0,04	↗
Dordogne	1993 4,2 ↗ 7,1		1,2			
Garonne	2012 5,9 ↗ 8,2		1,6		3,7	
Lot	2,8		0,6			
Tarn-Aveyron	3,8		0,9			
Allier-Loire amont	6,4		1,3			
Loire aval et côtiers vendéens	5,7		1,5		1993 4,3 ↗ 8,5	
Loire moyenne	5,3		1,3		3,6	
Mayenne-Sarthe-Loir	4,9		1,1	2000 ↘		
Vilaine et côtiers bretons	9,2		1,8	↗ 2001 ↘		
Vienne-Creuse	5,1		1,1			
Côtiers normands	3,9		0,8			
Île-de-France	2,4		0,7	↘	4,8	
Marne	2,3		0,4			
Oise	3,6		0,7		0,1	
Seine amont	5,0		1,0			
Seine aval	4,0		0,9	2000 ↘	5,5	

annexes

Printemps	Précipitations		Évapotranspiration		Imports	
	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance
Escaut	3,1		3,3	↘		
Meuse	1,6		1,4		0,2	
Sambre	0,2		0,2			
Moselle-Sarre	3,2		2,8			
Rhin supérieur	1,7		1,4			
Côtiers Côte d'Azur	2,8		2,5	↗	3,6	
Côtiers Languedoc-Roussillon	4,1		3,5		3,6	
Doubs	2,2		1,3		1995 0,09 ↘ 0,04	↘
Durance	4,1		3,1	↗	6,4	
Ardèche-Gard	2,4		1,9	↗	4,4	
Haut Rhône	4,3		1,9		2,6	
Isère-Drôme	4,6		2,1		4,4	
Rhône moyen	1,6		1,2		8,5	
Saône	4,7		3,7		1,5	
Corse	2,1		1,7			
Adour	5,6		3,1	↘		
Charente	2,0		2,0	2001 ↘		
Côtiers aquitains et charentais	2,3		2,0		0,03	
Dordogne	1997 5,2 ↗ 6,8		4,9	↗ 2006		
Garonne	7,0		5,4		3,0	
Lot	3,0		2,3	↗ 2006		
Tarn-Aveyron	4,1		3,4			
Allier-Loire amont	7,3		6,2	↗		
Loire aval et côtiers vendéens	4,1		4,6		6,3	
Loire moyenne	5,2		5,2	2006 ↘	2,8	
Mayenne-Sarthe-Loir	3,8		4,1	2007 ↘		
Vilaine et côtiers bretons	6,0	↗ 2000	5,7	2006 ↘		
Vienne-Creuse	4,7		4,3			
Côtiers normands	2,7		2,7	2005 ↘		
Île-de-France	2,2		2,4	1999 ↘	3,8	
Marne	1,9		2009 1,8 ↘ 1,6			
Oise	2,8		2,9	↘	0,04	
Seine amont	4,7		4,4			
Seine aval	3,1		3,0	2007 ↘	4,4	

annexes

Été	Précipitations		Évapotranspiration		Imports	
	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance	Moyenne	Tendance
Escaut	3,8	↗ 2006 ↘	4,1	↗ 2006 ↘		
Meuse	1,8		2,0	↗ 2006 ↘	0,1	
Sambre	0,3	2006 ↘	0,3	↗ 2006		
Moselle-Sarre	3,5		3,8			
Rhin supérieur	1,9	2006 ↘	2,1			
Côtiers Côte d'Azur	1,6		2,4		2,4	
Côtiers Languedoc-Roussillon	2,4		3,4		2,4	
Doubs	2,3		2,1		1995 0,04 ↘ 0,02	↘ 2002
Durance	3,1		4,1		4,5	
Ardèche-Gard	1,7		2,2		3,0	
Haut Rhône	4,3		3,6	↗	3,5	
Isère-Drôme	4,4		4,2		3,0	
Rhône moyen	1,5		1,7		6,0	
Saône	4,8		5,3	2006 ↘	0,7	
Corse	0,7		1,4			
Adour	4,1		4,4			
Charente	1,7		2,1			
Côtiers aquitains et charentais	1,8		2,1		0,01	
Dordogne	5,3		6,2			
Garonne	5,4		6,5		1,1	
Lot	2,4		2,9			
Tarn-Aveyron	2,9		3,7			
Allier-Loire amont	7,5	2007 ↘	8,6			
Loire aval et côtiers vendéens	3,3		4,2		2,5	
Loire moyenne	4,8		5,9		1,1	
Mayenne-Sarthe-Loir	3,6		4,5			
Vilaine et côtiers bretons	4,8		6,2	↗ 2000		
Vienne-Creuse	4,0		5,0			
Côtiers normands	2,6		3,2			
Île-de-France	2,3		2,7		1,8	
Marne	2,0		2,3	2006 ↘		
Oise	3,2		3,6	↗ 2006 ↘	0,02	
Seine amont	4,6		5,4			
Seine aval	3,2		3,6		2,2	

Note 1 : dans la colonne « Moyenne » si le chiffre est unique, il présente la moyenne qui est identique sur toute la période. Les nombres séparés d'une flèche sont les moyennes sur la période pré et post rupture. La dernière année avant la rupture est donnée au-dessus.

Dans la colonne « Tendance », les flèches donnent la tendance à la hausse ou à la baisse sur toute la période ou sur une portion de période limitée par l'année.

Note 2 : les cases grisées sont celles des sous-bassins sans flux entrant.

Note 3 : les saisons correspondent aux saisons météorologiques telles que définies par Météo-France : l'automne comprend les mois de septembre à novembre, l'hiver de décembre à février, le printemps de mars à mai, l'été de juin à août.

Sources : Banque Hydro (flux entrant) ; Météo-France (précipitations totales, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021

ANNEXE 11 : ÉVOLUTION DES COMPOSANTES SAISONNIÈRES DU FLUX INTERNE, DE 1959 À 2018
En Mdm³

Automne	Précipitations			Évapotranspiration		
	Moyenne	Rupture ou inversion	Tendance	Moyenne	Rupture ou inversion	Tendance
Escaut	4,14			1,75		↗
Meuse	1,92			0,69 ↗ 0,75	↗ 2004 1980	↗
Sambre	0,24			0,11		
Moselle-Sarre	3,77			1,31 ↗ 1,50	↗ 2004 1986	↗
Rhin supérieur	1,82			0,75	↗ 2006	↗
Côtiers Côte d'Azur	4,29	↘ 1975		1,49		
Côtiers Languedoc-Roussillon	5,18			1,94		
Doubs	2,39			0,75	↗ 2000 ↘	↗
Durance	5,01 ↗ 6,08	1990		1,90		
Ardèche-Gard	4,03	↘ 1976		0,99 ↗ 1,15	1992	↗
Haut Rhône	4,78	1992 ↘		1,27	↗ 2006	↗
Isère-Drôme	5,44	1992 ↘		1,59		↗
Rhône moyen	1,92			0,63 ↗ 0,69	↗ 2006 1997	↗
Saône	5,26			1,90	↗ 2006	↗
Corse	2,83	↘ 1974		0,94		↗
Adour	5,74			1,92 ↗ 2,12	1991	↗
Charente	2,43			1,03		
Côtiers aquitains et charentais	3,01			1,18		
Dordogne	7,15 ↘ 5,69	2004		2,57 ↗ 2,82	1992	
Garonne	6,43			2,96		
Lot	3,21			1,23 ↗ 1,37	↗ 2002 1992	↗
Tarn-Aveyron	4,23			1,76		
Allier-Loire amont	7,97			3,27 ↗ 3,65	↗ 2006 1997	↗
Loire aval et côtiers vendéens	5,36			2,25		
Loire moyenne	5,42			2,38 ↗ 2,66	1999 ↘ 1992	↗
Mayenne-Sarthe-Loir	4,53			1,90		
Vilaine et côtiers bretons	7,71			2,92		
Vienne-Creuse	4,99			2,03 ↗ 2,30	1992	↗
Côtiers normands	3,77			1,50		
Île-de-France	2,39			1,13		
Marne	2,15			0,84	↗ 2000	↗
Oise	3,20			1,40		
Seine amont	4,98			2,10		↗
Seine aval	3,89			1,56		↗

annexes

Hiver	Précipitations			Évapotranspiration		
	Moyenne	Rupture ou inversion	Tendance	Moyenne	Rupture ou inversion	Tendance
Escaut	3,40 ↗ 4,21	1993	↗	0,91	1999 ↘	
Meuse	2,12			0,24	↗ 1997	↗
Sambre	0,24			0,04		↗
Moselle-Sarre	3,99			0,49	↗ 1999	↗
Rhin supérieur	1,86			0,27		↗
Côtiers Côte d'Azur	3,94 ↘ 2,89	1979		0,80	↘ 1968	↗
Côtiers Languedoc-Roussillon	4,36		↘	1,15	↗ 1994	↗
Doubs	2,35			0,15 ↗ 0,27	↗ 1999 1987	↗
Durance	3,92			0,63	↘ 1969 ↗	↗
Ardèche-Gard	3,10 ↗ 2,28	1979		0,45	↘ 1970 ↗	↗
Haut Rhône	4,80			0,20	1968 ↗	↗
Isère-Drôme	4,79			0,28	↘ 1970 ↗	↗
Rhône moyen	1,36			0,20		↗
Saône	4,87			0,67	↗ 1999	↗
Corse	2,85	↘ 1997		0,61	2001 ↗	
Adour	6,06			0,86	1969 ↗	↗
Charente	2,55			0,57	↗ 2000 ↘	↗
Côtiers aquitains et charentais	3,02			0,72		
Dordogne	7,13			1,14	↗ 1997	↗
Garonne	7,32 ↘ 6,34	1986		1,22 ↗ 1,55	↗ 2007 1987	↗
Lot	3,12			0,50	↗ 1996	↗
Tarn-Aveyron	4,71 ↗ 3,85	1984	↘	0,82	↗ 1993 ↘	↗
Allier-Loire amont	6,60			1,16	1969 ↗	↗
Loire aval et côtiers vendéens	5,53			1,37	1973 ↗	↗
Loire moyenne	5,29			1,20	1999 ↘	↗
Mayenne-Sarthe-Loir	4,72			0,98	1999 ↘	
Vilaine et côtiers bretons	7,74 ↗ 9,20	1976		1,70	2000 ↘	
Vienne-Creuse	5,13			0,99	1973 ↗	↗
Côtiers normands	3,77			0,78		
Île-de-France	2,33			0,62	1999 ↘	
Marne	2,25			0,33	↗ 1999	↗
Oise	3,32			0,65	↗ 1999 ↘	
Seine amont	4,98			0,91		↗
Seine aval	3,73		↗	0,78	1999 ↘	↗

annexes

Printemps	Précipitations			Évapotranspiration		
	Moyenne	Rupture ou inversion	Tendance	Moyenne	Rupture ou inversion	Tendance
Escaut	3,14	↗ 1983		2,93 ↗ 3,31	↗ 1998 ↘ 1987	↗
Meuse	1,69			1,32	↗ 2001	↗
Sambre	0,21	↗ 1983		0,19	↘ 1975 ↗	↗
Moselle-Sarre	3,39			2,28 ↗ 2,77	1970 ↗ 1986	↗
Rhin supérieur	1,76			1,30	1975 ↗	↗
Côtiers Côte d'Azur	2,92			2,39	1983 ↗	↗
Côtiers Languedoc-Roussillon	4,13			3,08 ↗ 3,49	1975 ↗ 1989	↗
Doubs	2,26			1,00 ↗ 1,29	1975 ↗ 1988	↗
Durance	4,21			2,69 ↗ 3,08	↘ 1982 ↗ 1988	↗
Ardèche-Gard	2,53			1,54 ↗ 1,90	↘ 1981 ↗ 1988	↗
Haut Rhône	4,38			1,47 ↗ 1,88	↘ 1978 ↗ 1988	↗
Isère-Drôme	4,72			1,67 ↗ 2,12	↘ 1981 ↗ 1988	↗
Rhône moyen	1,63			1,10	↘ 1975 ↗	↗
Saône	4,72			3,02 ↗ 3,71	↘ 1975 ↗ 1988	↗
Corse	2,11			1,63	1978 ↗	↗
Adour	5,72	↗ 1979		2,76 ↗ 3,14	↗ 2004 1988	↗
Charente	2,08			1,79 ↗ 2,03	↘ 1977 ↗ 1988	↗
Côtiers aquitains et charentais	2,33			1,89	↘ 1977 ↗	↗
Dordogne	6,50			4,17 ↗ 4,91	↘ 1975 ↗ 1988	↗
Garonne	7,07			4,71 ↗ 5,41	↘ 1980 ↗ 1988	↗
Lot	3,11			1,88 ↗ 2,32	↘ 1975 ↗ 1988	↗
Tarn-Aveyron	4,24			2,84 ↗ 3,37	↘ 1975 ↗ 1988	↗
Allier-Loire amont	7,47			5,10 ↗ 6,24	↘ 1975 ↗ 1988	↗
Loire aval et côtiers vendéens	4,20			4,21 ↗ 4,63	↘ 1977 ↗ 1988	↗
Loire moyenne	5,20			4,54 ↗ 5,15	↘ 1975 ↗ 1986	↗
Mayenne-Sarthe-Loir	3,90			3,95	↘ 2006 ↗	↗
Vilaine et côtiers bretons	6,06			5,17 ↗ 5,69	↘ 2006 ↗ 1986	↗
Vienne-Creuse	4,73			3,68 ↗ 4,33	↘ 1979 ↗ 1988	↗
Côtiers normands	2,80			2,36 ↗ 2,65	↗ 2003 ↘ 1986	↗
Île-de-France	2,23	↗ 1983		2,26	↗ 1998 ↘	↗
Marne	1,93			1,61	↗ 2002 ↘	↗
Oise	2,91	↗ 1983		2,72	↗ 1998 ↘	↗
Seine amont	4,64			3,72 ↗ 4,41	↘ 1979 ↗ 1987	↗
Seine aval	3,10	↗ 1970		2,90	↗ 1998 ↘	↗

annexes

Été	Précipitations			Évapotranspiration		
	Moyenne	Rupture ou inversion	Tendance	Moyenne	Rupture ou inversion	Tendance
Escaut	3,56	2005 ↘		3,75 ↗ 4,13	↗ 2004 ↘ 1991	↗
Meuse	1,76			1,93	↗ 2004 ↘	
Sambre	0,24	2006 ↘		0,27		
Moselle-Sarre	3,56			3,64 ↗ 3,88	2006 ↘ 1993	↗
Rhin supérieur	1,92			2,05	2006 ↘	
Côtiers Côte d'Azur	1,70			2,47		
Côtiers Languedoc-Roussillon	2,46			3,42		
Doubs	2,27			2,00	1980 ↗	↗
Durance	3,24			4,12		
Ardèche-Gard	1,74			2,17		
Haut Rhône	4,32			3,49	↘ 1984 ↗	↗
Isère-Drôme	4,36			4,15	↘ 1984 ↗	
Rhône moyen	1,55			1,69		
Saône	4,66	2006 ↘		4,78 ↗ 5,31	↗ 2006 ↘ 1991	↗
Corse	0,72			1,35		
Adour	3,99			4,35		
Charente	1,59			2,06		
Côtiers aquitains et charentais	1,77			2,10		
Dordogne	5,14			6,03		
Garonne	5,42			6,41		
Lot	2,44			2,91		
Tarn-Aveyron	2,92			3,71		
Allier-Loire amont	7,30	2007 ↘		8,02 ↗ 8,67	1991	↗
Loire aval et côtiers vendéens	3,23			4,22		
Loire moyenne	4,67			5,79		
Mayenne-Sarthe-Loir	3,38			4,41		
Vilaine et côtiers bretons	4,15 ↗ 5,07	1996		6,02		
Vienne-Creuse	3,87			4,86		
Côtiers normands	2,50			3,16		
Île-de-France	2,24			2,64		
Marne	2,01			2,20	↗ 2004 ↘	↗
Oise	3,11			3,49	2005 ↘	
Seine amont	4,54			5,07 ↗ 5,51	1993	↗
Seine aval	3,03			3,33 ↗ 3,64	1979	↗

Note 1 : dans la colonne « Moyenne » si le chiffre est unique, il présente la moyenne qui est identique sur toute la période. Les nombres séparés d'une flèche sont les moyennes sur la période pré et post rupture. La dernière année avant la rupture est donnée dans la colonne « Rupture ou inversion ».

Dans la colonne « Rupture ou inversion », sont indiquées soit la dernière année avant la rupture, soit la tendance sur une portion de période limitée par l'année.

Dans la colonne « Tendance », les flèches donnent la tendance uniforme à la hausse ou à la baisse sur toute la période.

Note 2 : les saisons correspondent aux saisons météorologiques telles que définies par Météo-France : l'automne comprend les mois de septembre à novembre, l'hiver de décembre à février, le printemps de mars à mai, l'été de juin à août.

Source : Météo-France (précipitations, évapotranspiration), 2019. Traitements : SDES, 2021



annexes

ANNEXE 12 : STATIONS HYDROMÉTRIQUES UTILISÉES ET MÉTHODE DE CALCUL DU FLUX SORTANT, PAR GRAND BASSIN-VERSANT

Bassin-versant	Station utilisée	Département	Code station
Rhin-Meuse	La Moselle à Uckange La Meuse à Chooz [île Graviat]	Moselle (57) Ardennes (08)	A8500610 B7200010
Rhône	Le Rhône à Beaucaire	Gard (30)	V7200010
Garonne	La Garonne à Tonneins La Dordogne à Lamonzie-Saint-Martin [Saint Martin]	Lot-et-Garonne (47) Dordogne (24)	O9000010 P5320010
Loire	La Loire à Montjean-sur-Loire	Maine-et-Loire (49)	M5300010
Seine	La Seine à Vernon	Eure (27)	H8100020

Bassin-versant	Formule de calcul du flux sortant
Rhin-Meuse	1 x A8500610 + 1 x B7200010
Rhône	V7200010
Garonne	1 x O9000010 + 1 x P5320010
Loire	M5300010
Seine	H8100020

Note 1 : dans les formules données dans le tableau, le code de la station remplace le volume moyen écoulé, calculé en cette station.

Le débit moyen et le volume moyen écoulé sur la période choisie sont calculés pour chaque station :

Volume moyen sur la période en m³ = Débit x Période x Nombre de secondes dans une journée

Où :

Débit = débit moyen sur la période en m³/s

Période = période en jours (année en jour ou saison en jours)

Nombre de secondes dans une journée = 86 400

Note 2 : les stations hydrométriques retenues permettent de prendre en compte le flux sortant des bassins du Rhône, de la Garonne, de la Loire et de la Seine, et de 82 % du flux sortant du bassin Rhin-Meuse.

Source : Banque Hydro. Traitements : SDES, 2020

Bibliographie

- Andréassian, V., Margat, J., Thirel, G., and Hubert, P. (2015), "What part of natural flow can be considered a "water resource"?", Proc. IAHS, Vol 366, pp. 86–92.
- Agence de l'eau Rhin-Meuse (2002), *Atlas hydrogéologique du bassin Rhin-Meuse*, 128 p.
- Agence de l'eau Rhin-Meuse (2019), *État des lieux 2019 - Éléments de diagnostic des parties françaises des districts du Rhin et de la Meuse*, 335 p.
- Basilio L., Massu N., Seon-Messin N. (2009), *Changement climatique : impacts sur les milieux aquatiques et conséquences pour la gestion. Synthèse de séminaire*, Onema, Collection Les rencontres - synthèse. Changement climatique, Paris, 29 et 30 juin 2009, 42 p.
- BRGM, *Hype : un outil de caractérisation et d'évaluation des tendances d'évolution temporelle de la qualité des eaux souterraines*.
- Centre d'analyse stratégique, BRL Ingénierie (2012), *Ressources et besoins en eau en France à l'horizon 2030 | Rapport final*, 165 p. + annexes.
- CGDD (2019), *L'environnement en France, rapport de synthèse*, 218 p.
- Croiset N., Lopez B. (2013), *Hype : Outil d'analyse statistique des séries temporelles d'évolution de la qualité des eaux souterraines - Manuel d'utilisation*, Rapport BRGM/RP-63066-FR., 64 p.
- De Marsily G., Abarca-del-Rio R., Cazenave A., Ribstein P. (2018), *Allons-nous bientôt manquer d'eau ?*, *La Météorologie*, n° 101, pp 39-49.
- Durand Y., Brun E., Mérindol L., Guyomarc'h G., Lesaffre B., Martin E. (1993), "A meteorological estimation of relevant parameters for snow models", *Annals of Glaciol.*, Vol 18, pp. 65-71.
- ETC/ICM (European Topic Centre on inland, coastal and marine waters), *Technical Report 1/2016. Use of freshwater resources in Europe 2002–2012. Supplementary document to the European Environment Agency's core set indicator O18*, 62 p.
- Faergemann H. (2012), *Update on Water Scarcity and Droughts indicator development*, Commission européenne.
- FAO (2012), *Coping with water scarcity. An action framework for agriculture and food*, FAO Water Report 38, 97 p.
- FAO (2019), GEMI – Integrated Monitoring Initiative for SDG 6. Step-by-step monitoring methodology for indicator 6.4.2, February 2019 rev, 12 p.
- GIEC (2014), *Climate Change 2014, Synthesis Report*, 112 p.
- GIEC (2021), *AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*, 41 p.
- Habets, F. et al., (2008), *The SAFRAN-ISBA-MODCOU hydrometeorological model applied over France*. *Journal of Geophysical Research*, 113, DO06113, doi :10.1029/2007JD008548.
- Habets F., Mérot P, Itier B, Thomas A (2015), « Anticiper une diminution de la ressource en eau », *Pour la science*, Société Pour la Science, pp.26-29. hal-01209263.
- Habets F. (2019a), *Barrages et réservoirs : leurs effets pervers en cas de sécheresses longues*, The Conversation.
- Habets F. (2019b), *Point de revue bibliographique sur le lien entre sécheresse et stockage de l'eau*, communication personnelle.
- Ledoux E., G. Girard, G. de Marsily et J. Deschenes (1989), "Spatially distributed modeling: Conceptual approach, coupling surface water and ground-water", in *Unsaturated Flow Hydrologic Modeling - Theory and Practice*. NATO ASI Series C, vol. 275, édité par H. J. Morel-Seytoux, pp. 435-454, Kluwer Acad., Norwell, Massachusetts, États-Unis.
- Le Moigne P., Besson F., Martin E., Boé J., Boone A., Decharme B., Etchevers P., Faroux S., Habets F., Lafaysse M., Leroux D., and Rousset-Regimbeau, F. (2020) : *The latest improvements with SURFEX v8.0 of the Safran-Isba-Modcou hydrometeorological model for France*, *Geosci. Model Dev.*, 13, pp. 3925–3946.
- Lopez B., Croiset N., Surdyk N., Brugeron A. (2013), *Développement d'outils d'aide à l'évaluation des tendances dans les eaux souterraines au titre de la DCE. Rapport final*, BRGM/RP-61855-FR. 98 p., 45 ill., 1 ann.

- Lubes-Niel H., Masson J. M., Paturol J. E. et Servat E. (1998), « *Variabilité climatique et statistiques. Étude par simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de chroniques* ». Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 11, n° 3, pp. 383-408.
- Météo-France (2020), *Pourquoi les saisons météorologiques diffèrent-elles des saisons astronomiques ?*
- Météo-France (2021), *Le changement climatique en France*.
- Medde (2013), *Synthèse du projet Explore 2070. Hydrologie de surface*. Synthèse de la journée de restitution de 2013, Explore 2070, Eau et changement climatique, 4 p.
- MTES (2019), *Assises de l'eau. Un nouveau pacte pour faire face au changement climatique*, dossier de presse, 17 p.
- Noilhan, J. and S. Planton (1989), "A simple parameterization of land surface processes for meteorological models", Mon. Weather Rev., 117, pp. 536-549.
- OTHU (2011), *Fiche technique OTHU N° 23 : Méthodologies d'analyse de tendances sur de longues séries hydrométéorologiques*, 6 p.
- SDES, OFB (2020), *Eau et milieux aquatiques. Les chiffres clés. Édition 2020, Datalab*, décembre 2020, 128 p.
- Singla, S. (2012), *Prévisibilité des ressources en eau à l'échelle saisonnière en France. Interfaces continentales, environnement*, Institut national polytechnique de Toulouse - INPT, Français. <tel-00798280>
- Soubeyrou J.-M., Martin E., Franchistéguy L., Habets F., Noilhan J., Baillon M., Regimbeau F., Vidal J.-Ph., Le Moigne P., Morel S. (2008), « *L'application Safran - Isba - Modcou (SIM), un outil pour la production opérationnelle et les études hydrométéorologiques* », La Météorologie, 8, 63, pp. 40-45
- Soubeyrou J.M., Vidal J.P., Najac J., Kitova N., Blanchard M., Dandin P., Martin E., Pagé C., Habets F. (2011), *Projet ClimSec. Impact du changement climatique en France sur la sécheresse et l'eau du sol*, Rapport final du projet, 72 p.
- Steffen W., Richardson K. Rockström J. Cornell S.E., Fetzer I., Bennett E.M., Biggs R. Carpenter S.R. de Vries W., de Wit C.A., Folke C., Gerten D., Heinke J., Mace G.M., Persson L.M., Ramanathan V., Reyers B., and Sörlin S. (2015a). *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*, Scienceexpress, 10 p.

Conditions générales d'utilisation

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille — 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1^{er} juillet 1992 — art. L.122-4 et L.122-5 et Code pénal art. 425).

Dépôt légal : juin 2022

Version modifiée en juillet 2022

ISSN : 2557-8138 (en ligne)

2555-7580 (imprimé)

Impression : imprimerie intégrée du MTECT,
imprimé sur du papier certifié écolabel européen –
www.eco-label.com

Directrice de publication : Béatrice Sédillot

Rédacteur en chef : Hugues Cahen

Coordination éditoriale : Céline Blivet

Cartographie : Antea

Infographie : Bertrand Gaillet

Maquettage et réalisation : Agence Efil, Tours



Les tendances d'évolution du volume d'eau douce renouvelable et des facteurs qui la constituent sont analysées pour la France métropolitaine et ses 34 sous-bassins.

Sur la période 1990-2018, l'évolution du volume annuel est marquée par une baisse à partir de 2002 sur le territoire métropolitain et une hétérogénéité territoriale selon les sous-bassins. Entre 1959 et 2018, le changement le plus remarquable est l'augmentation de l'évapotranspiration à l'échelle annuelle et saisonnière : cette hausse s'observe dans la majorité des sous-bassins en automne et en hiver et dans tous les sous-bassins au printemps. Sur cette période, le volume annuel d'eau douce renouvelable qui provient des précipitations décroît dans 41 % des sous-bassins, presque tous situés dans le sud de la France. Les territoires les plus fragiles vis-à-vis de l'accès à l'eau pour ses différents usages se situent majoritairement dans l'ouest de la France. Certains d'entre eux connaissent fréquemment des mesures sévères de restrictions des usages de l'eau sur la période 2012-2020.

**Évolutions de
la ressource en
eau renouvelable
en France
métropolitaine
de 1990 à 2018**



Service des données et études statistiques

Sous-direction de l'information environnementale

Tour Séquoia - 92055 La Défense cedex

Courriel : diffusion.sdes.cgdd@developpement-durable.gouv.fr