



**FRANCE STRATÉGIE**

ÉVALUER. ANTICIPER. DÉBATTRE. PROPOSER.

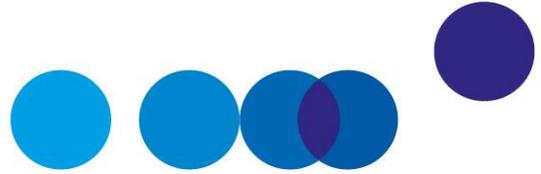
# La demande en eau

Prospective territorialisée  
à l'horizon 2050

RAPPORT

JANVIER  
2025





# LA DEMANDE EN EAU PROSPECTIVE TERRITORIALISÉE À L'HORIZON 2050

---

Rapporteurs

Hélène Arambourou et Simon Ferrière



FRANCE STRATÉGIE

JANVIER 2025

---

### **Ont contribué à ce projet**

*Le Cerema ainsi que l'entreprise Leaddata pour la modélisation de la demande : Bilel Afrit (Cerema), Catherine Franck-Néel (Cerema) et Jean-Baptiste Biau (Leaddata).*

*L'IGN et son atelier de cartographie thématique pour la réalisation des cartes.*

*Le département Travail, emploi, compétences de France Stratégie pour les projections d'évolution d'activité dans l'industrie et le tertiaire : Cécile Jolly et Xavier Destanne de Bernis.*

*Le Service des données et études statistiques du ministère en charge de la Transition écologique, et en particulier Manuel Marquis, pour l'analyse et le partage de données.*

*Les auteurs remercient Miquel Oliu-Barton, conseiller scientifique à France Stratégie, pour ses relectures attentives, ainsi que l'ensemble des membres du comité de pilotage pour leurs apports techniques et scientifiques.*

*Étaient représentés dans le comité de pilotage : la Direction de l'eau et de la biodiversité, la Direction générale de l'énergie et du climat et le Service des données et études statistiques du ministère de la Transition écologique ; la Direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises, le Service de la statistique et de la prospective du ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire ; la Direction générale des entreprises du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique ; l'Office français de la biodiversité ; le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement ; l'Agence de la transition écologique (Ademe) ; le Secrétariat général à la planification écologique et Voies navigables de France.*

*Les auteurs remercient enfin le Comité national de l'eau et son président Jean Launay, pour les riches échanges avec l'ensemble des parties prenantes.*



## SOMMAIRE

---

<b>Synthèse</b> .....	<b>5</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>11</b>
<b>Chapitre 1 – Cadrage de la prospective</b> .....	<b>13</b>
1. Choix de la maille géographique.....	13
2. Choix de l'année de référence et des horizons de temps.....	14
3. Choix des projections climatiques.....	16
4. Choix du modèle pour évaluer la demande en eau.....	19
5. Les trois scénarios d'usage.....	20
<b>Chapitre 2 – L'année de référence 2020</b> .....	<b>27</b>
1. L'élevage.....	28
2. L'irrigation des cultures.....	30
3. L'énergie.....	37
4. L'industrie et le tertiaire.....	40
5. Le résidentiel.....	44
6. Les canaux de navigation.....	47
7. Synthèse des prélèvements et consommations en 2020.....	48
<b>Chapitre 3 – Description des trois scénarios d'usage</b> .....	<b>51</b>
1. L'élevage.....	51
2. L'irrigation des cultures.....	53
3. L'énergie.....	61
4. L'industrie.....	69
5. Le tertiaire.....	72
6. Le résidentiel.....	73
7. Les canaux de navigation.....	75
8. Synthèse.....	76

<b>Chapitre 4 – Évolution des prélèvements</b>	<b>77</b>
1. L'élevage	77
2. L'irrigation des cultures	78
3. L'énergie	83
4. L'industrie	85
5. Le tertiaire	86
6. Le résidentiel	86
7. Les canaux	87
8. Les prélèvements totaux	88
<b>Chapitre 5 – Évolution des consommations</b>	<b>97</b>
1. L'élevage	97
2. L'irrigation des cultures	98
3. L'énergie	99
4. L'industrie	100
5. Le tertiaire	101
6. Le résidentiel	101
7. Les canaux	102
8. Les consommations totales	102
9. Zooms territoriaux	108
<b>ANNEXES</b>	<b>113</b>
<b>Annexe 1</b> – Lettre de mission	115
<b>Annexe 2</b> – Choix des climats	117
<b>Annexe 3</b> – Principe du modèle Strateau	123
<b>Annexe 4</b> – Évaluation de la demande en eau d'irrigation	125
<b>Annexe 5</b> – Évaluation de la demande en eau de l'énergie	135
<b>Annexe 6</b> – Évaluation de la demande en eau de l'industrie et du tertiaire	139
<b>Annexe 7</b> – Évaluation de la demande en eau du résidentiel	151
<b>Annexe 8</b> – Évaluation de la demande en eau des canaux de navigation	155



## SYNTHÈSE

---

Le changement climatique s'accompagne d'une intensification des événements extrêmes et d'une diminution de l'eau renouvelable, c'est-à-dire de l'eau qui se renouvelle par le cycle de l'eau, notamment dans la moitié sud de la France. Si l'évolution de la ressource en eau est de mieux en mieux estimée grâce notamment au travail de recherche Explore2 piloté par l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) et l'Office international de l'eau, la demande en eau future pour satisfaire les différentes activités humaines a jusqu'à présent peu fait l'objet d'investigations. Or cette connaissance se révèle essentielle pour anticiper les conflits d'usage à venir.

Ce rapport étudie aux horizons 2030 et 2050 les prélèvements théoriques en eau – appelés aussi « demande » – et les consommations associées, c'est-à-dire la part du prélèvement non directement restituée au milieu, pour trois scénarios d'usage<sup>1</sup>. Le premier scénario, nommé « tendanciel », prolonge les tendances passées. Le deuxième, appelé « politiques publiques », simule la mise en place des politiques publiques récemment annoncées, qu'elles aient un lien direct ou non avec l'eau. Le troisième, dit « de rupture », est inspiré du scénario « coopérations territoriales » issu du travail prospectif Transition(s) 2050 de l'Ademe et se caractérise par un usage sobre de l'eau.

Cette étude ne vise pas à prévoir la demande en eau future, mais plutôt à imaginer quelle pourrait être cette demande en fonction de choix de société structurants. Quelques trajectoires futures contrastées sont dessinées, parmi une infinité de trajectoires. Elles pourront contribuer à alimenter le débat public. Des travaux plus détaillés, à une échelle locale, et des actions de concertation avec l'ensemble des parties prenantes seront indispensables.

Pour chaque scénario, les demandes en prélèvements et en consommations pour sept secteurs d'activité – élevage, irrigation, énergie, industrie, tertiaire, résidentiel et canaux de navigation – ont été estimées à l'échelle de la France métropolitaine divisée en quarante bassins versants. La demande en eau d'irrigation dépendant étroitement des conditions

---

<sup>1</sup> Ce rapport s'accompagne d'une note qui en reprend les principaux enseignements : voir Arambourou H. et Ferrière H. (2025), « [Quelle évolution de la demande en eau d'ici 2050 ?](#) », *La Note d'analyse*, n° 148, France Stratégie, janvier. Une étude à paraître confronte ces évolutions à la ressource disponible dans le futur, afin d'identifier les territoires où les tensions pourraient s'accroître.

climatiques, nous l'avons évaluée avec des années météorologiques extraites de deux projections possibles aux horizons temporels d'intérêt (2030 et 2050). Ces météos se caractérisent par des précipitations plus ou moins abondantes entre les mois de mai et de septembre.

Avec la projection climatique simulant les sécheresses les plus sévères, les prélèvements annuels sont stables entre 2020 et 2050 dans le scénario tendanciel et ils diminuent dans les scénarios politiques publiques et de rupture, pour un printemps-été sec. Avec la projection climatique simulant des sécheresses moins intenses, les prélèvements annuels diminuent entre 2020 et 2050 dans tous les scénarios : de -10 % dans le scénario tendanciel à -53 % dans le scénario de rupture.

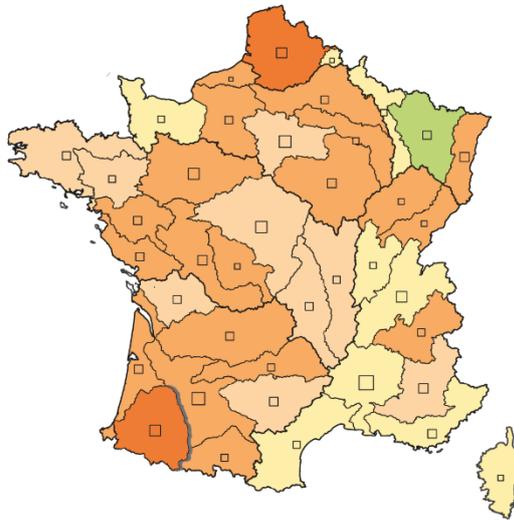
Dans le cas le plus défavorable que nous avons simulé (projection climatique « violet »), les consommations doublent dans le scénario tendanciel et augmentent de plus de 70 % dans le scénario politiques publiques. Dans ce scénario, les consommations atteignent 2 200 millions de m<sup>3</sup> en juillet, l'agriculture y contribuant à hauteur de 90 %. Les augmentations de consommations sont inégalement réparties entre les territoires. Ainsi, dans les bassins versants de l'Escaut et de l'Adour, dans le scénario politiques publiques les consommations triplent du fait d'une croissance de la demande en eau d'irrigation (voir Carte I page suivante).

En utilisant une projection climatique moins pessimiste (projection climatique « jaune »), les consommations augmentent de 40 % dans le scénario tendanciel et diminuent dans les scénarios politiques publiques (-11 %) et de rupture (-37 %). Dans le scénario politiques publiques, elles augmentent au maximum d'environ 80 % et ce dans deux bassins versants (la Loire aval et les fleuves côtiers du sud de la Loire) et sont inférieures à 50 % dans la majorité des bassins versant (voir Carte II ci-après).

Toutefois, quelle que soit la projection climatique utilisée, pour un printemps-été sec, les consommations augmentent pendant la période printanière et estivale, excepté pour un cas étudié : le scénario de rupture simulé avec la projection climatique la moins pessimiste.

La croissance des consommations est liée au changement de composition des prélèvements : les prélèvements pour l'irrigation deviennent majoritaires tandis que ceux pour l'énergie diminuent. Or l'irrigation a cette particularité de consommer la majorité de l'eau prélevée en raison de l'évapotranspiration des plantes. Seul le scénario de rupture permet de contenir les consommations à l'horizon 2050 à un niveau proche de celles observées en 2020, quel que soit la projection climatique utilisée, notamment grâce à l'effet combiné d'une croissance régulée des surfaces équipées en irrigation et du développement des pratiques agroécologiques. La maîtrise de la demande en eau d'irrigation nécessitera ainsi la mobilisation de différents leviers.

**Carte I – Évolutions des consommations entre 2020 et 2050 dans les trois scénarios d'usage pour un printemps-été sec, en pourcentage (projection « violet »)**



**Scénario tendanciel**

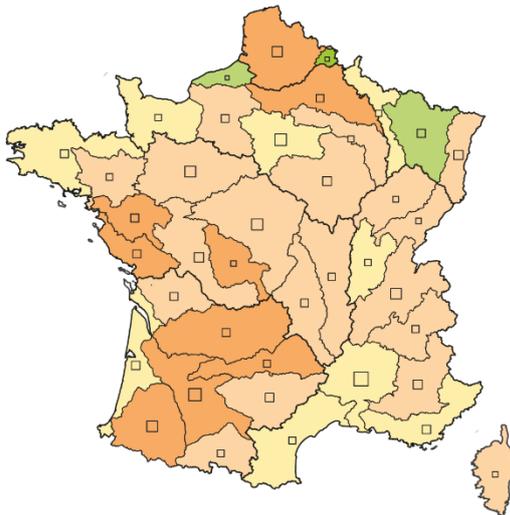
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



**Scénario politiques publiques**

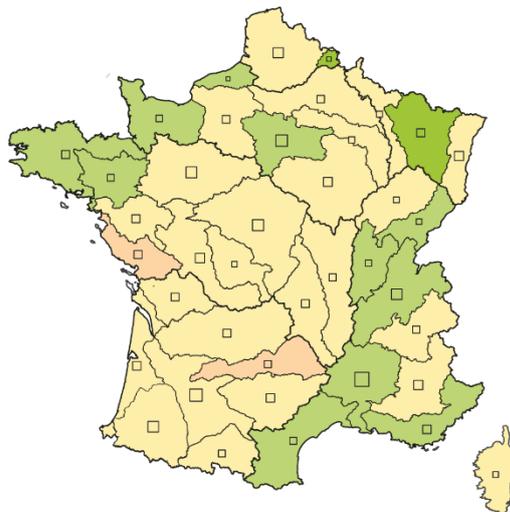
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



**Scénario de rupture**

Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



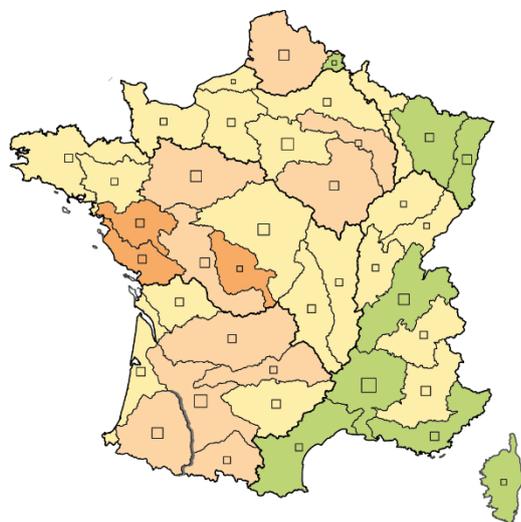
Note : les carrés sont proportionnels aux consommations en 2020. Ces dernières varient de 9 millions dans le bassin versant côtiers Artois à 570 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant Rhône aval. L'année 2020 est obtenue avec la météo réelle 2020. Les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection « violet » qui est la projection la plus pessimiste étudiée.

Lecture : en 2050, dans le scénario tendanciel, les consommations augmenteraient de plus de 200 % dans le bassin versant de l'Adour (bassin versant en relief sur la première carte).

Cartographie IGN 2024

Source : France Stratégie

## Carte II – Évolutions des consommations entre 2020 et 2050 dans les trois scénarios d'usage pour un printemps-été sec, en pourcentage (projection « jaune »)



### Scénario tendanciel

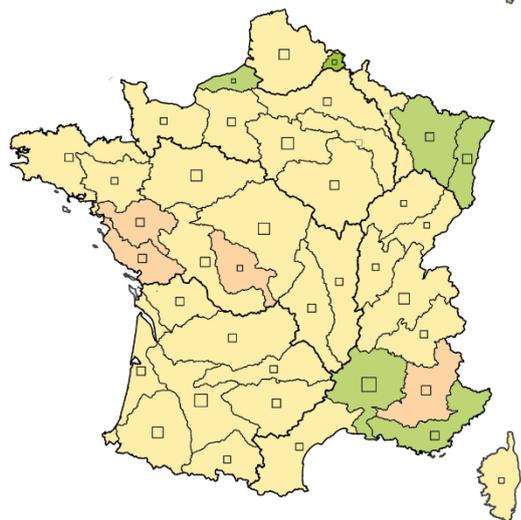
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



### Scénario politiques publiques

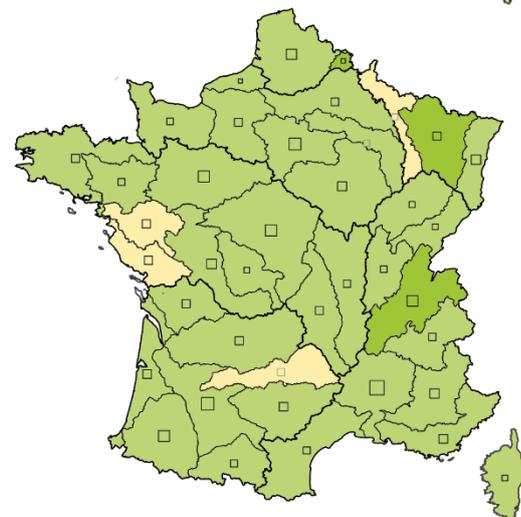
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



### Scénario de rupture

Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Note : les carrés sont proportionnels aux consommations en 2020. Ces dernières varient de 9 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant côtiers Artois à 570 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant Rhône aval. L'année 2020 est obtenue avec la météo réelle 2020. Les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection « jaune ».

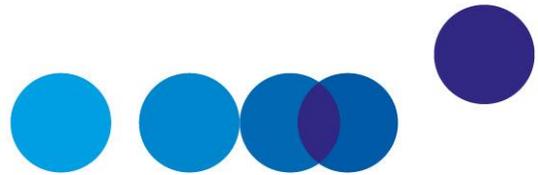
Lecture : en 2050, dans le scénario tendanciel, la croissance des consommations serait comprise entre 50 % et 100 % dans le bassin versant de l'Adour (bassin versant en relief sur la première carte).

Cartographie IGN 2024

Source : France Stratégie

Ces résultats emportent deux conséquences majeures. D'une part, avec la part croissante de l'irrigation dans les prélèvements, les prélèvements et les consommations seront davantage concentrés sur les mois les plus chauds de l'année, quand la ressource en eau est au plus bas dans les nappes alluviales et les rivières. D'autre part, l'augmentation des consommations devrait avoir des effets sur le fonctionnement des milieux aquatiques et sur les usages en aval, car moins d'eau sera restituée aux milieux. Ceci pourrait non seulement affecter durablement les écosystèmes, mais aussi contribuer à l'intensification ou à l'émergence de conflits d'usage.





## INTRODUCTION

---

Réalisé à la demande de la Première ministre<sup>1</sup>, ce travail prospectif s'inscrit dans la mesure n° 46 du plan eau, présenté en mars 2023 par le gouvernement. Il vise à évaluer la demande en eau en France métropolitaine à horizon 2050, sous différents scénarios d'usage. Les hypothèses associées à ces scénarios ont fait l'objet de discussions au sein du comité national de l'eau qui regroupe l'ensemble des parties prenantes (fédérations d'usagers, organisations agricoles, experts, administrations, etc.). Ce travail vient en complément de l'étude Explore2, portant sur les projections hydroclimatiques sur l'ensemble du XXI<sup>e</sup> siècle<sup>2</sup>.

L'eau est une ressource limitée dont la disponibilité spatiale et temporelle subit des modifications dues au changement climatique et à l'aménagement du territoire. Aussi, pour anticiper les éventuelles tensions, il s'avère aujourd'hui indispensable d'étudier des trajectoires d'évolution de la demande.

Cette étude ne vise pas à prévoir une demande en eau future, mais bien plutôt à imaginer quelle pourrait être cette demande en fonction de choix de société structurants. Quelques trajectoires futures contrastées sont dessinées, parmi une infinité de trajectoires. Elles pourront contribuer à alimenter le débat public. Des travaux plus détaillés, à une échelle locale, ainsi que des actions de concertation avec l'ensemble des parties prenantes seront nécessaires.

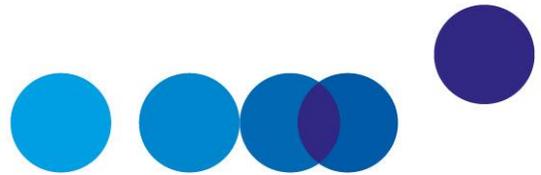
Le premier chapitre pose le cadre de cet exercice de prospective. Le deuxième décrit l'année 2020, année de référence pour évaluer l'évolution future de la demande. Le troisième chapitre détaille les hypothèses de chaque scénario d'usage. Les quatrième et cinquième chapitres présentent les résultats des différents scénarios d'usage en matière de prélèvements et de consommations en eau, à deux horizons de temps (2030 et 2050).

---

<sup>1</sup> En septembre 2023. Voir la lettre de mission en [Annexe 1](#).

<sup>2</sup> Marson P., Corre L., Soubeyroux J.-M., Sauquet É., Robin Y., Vrac M. et Dubois C. (2024), [Explore2 – Rapport de synthèse sur les projections climatiques régionalisées](#), Météo France, INRAE, Institut Pierre-Simon Laplace.





# CHAPITRE 1

## CADRAGE DE LA PROSPECTIVE

---

### 1. Choix de la maille géographique

La présente étude est réalisée à l'échelle de bassins versants de France métropolitaine<sup>1</sup>. Afin d'obtenir une échelle de travail cohérente, c'est-à-dire des territoires relativement homogènes d'un point de vue pédoclimatique<sup>2</sup> et suffisamment étendus pour réduire les marges d'incertitude quant aux données utilisées, nous avons divisé l'Hexagone en quarante bassins versants (voir Carte 1 page suivante).

Cette échelle de travail est, sauf exception, volontairement supérieure aux échelles des schémas d'aménagement de gestion des eaux (SAGE)<sup>3</sup>, pour ne pas se substituer au travail plus fin réalisé au niveau local et notamment aux actions de concertation conduites par les commissions locales de l'eau ou dans le cadre de projets de territoire pour la gestion de l'eau (PTGE).

Dans ces quarante bassins versants, la demande en eau des usages anthropiques suivants est étudiée : élevage, irrigation des cultures, production d'énergie, industrie, tertiaire, résidentiel et canaux de navigation.

---

<sup>1</sup> Les données des départements et régions d'outre-mer (DROM) étant parcellaires et les dynamiques à l'œuvre étant différentes de celles observées en France hexagonale et Corse, les DROM n'ont pas été traités dans ce travail.

<sup>2</sup> On entend par pédoclimat l'ensemble des conditions de climat (température, humidité, etc.) auquel est soumis un sol.

<sup>3</sup> La superficie moyenne couverte par un SAGE est de 2 050 km<sup>2</sup>, contre 13 600 km<sup>2</sup> pour nos bassins versants.

Carte 1 – Découpage de la France métropolitaine en quarante bassins versants



Cartographie : IGN 2024

Note : les bassins colorés représentent les sept bassins hydrographiques. Les contours blancs indiquent les quarante bassins versants étudiés.

Source : découpage des bassins versants réalisé par le Cerema et France Stratégie

## 2. Choix de l'année de référence et des horizons de temps

L'année de référence est l'année 2020. Ceci permet un accès à des données complètes pour la majorité des secteurs étudiés<sup>1</sup>. Bien que l'année 2020 ait été marquée par la crise du Covid, on n'observe pas de différences majeures en matière de prélèvements<sup>2</sup>. Afin

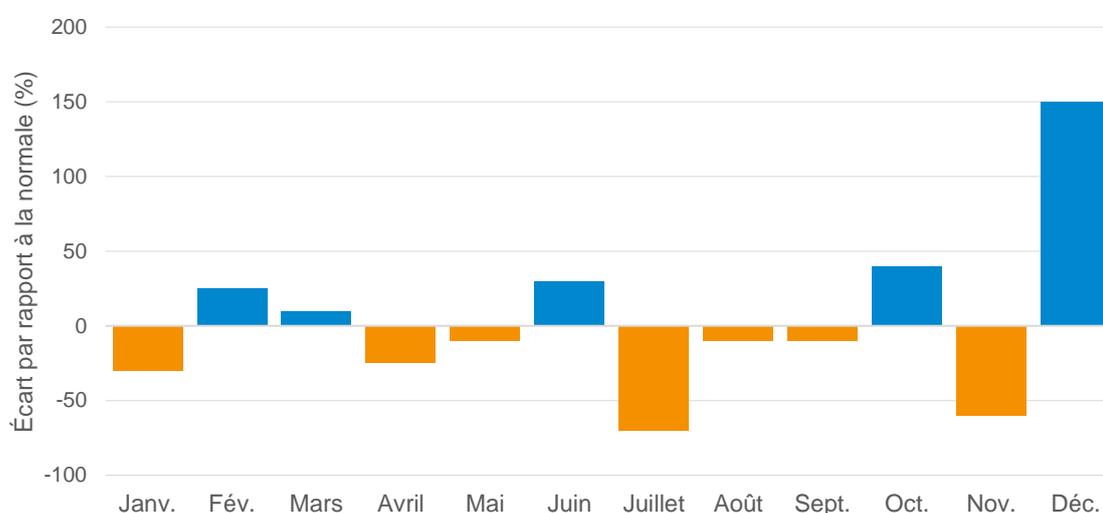
<sup>1</sup> Par exemple, les données du recensement général agricole sont disponibles tous les dix ans. Les dernières années disponibles sont 2010 et 2020.

<sup>2</sup> À titre d'exemple, d'après la Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau (BNPE), la variation entre les années 2019 et 2020 est de +2 % pour la production d'eau potable, -6 % pour l'industrie et le tertiaire, +11 % pour l'irrigation (les prélèvements sont étroitement dépendants des conditions météorologiques de l'année considérée), -8 % pour la production d'énergie (qui a connu la fermeture de la centrale de Fessenheim mi-2020) et +2 % pour l'alimentation des canaux.

d'identifier les évolutions à court et moyen termes, deux horizons temporels sont retenus : un futur proche (2030) et un futur lointain (2050).

Selon Météo France, 2020 a été une année sèche en période printanière et estivale, avec des déficits pluviométriques par rapport à la normale<sup>1</sup> de 10 % et 15 % respectivement. Au mois de juillet, en moyenne et sur l'ensemble de la France métropolitaine, le déficit a même atteint 70 %<sup>2</sup> (voir Graphique 1). La pluviométrie a été géographiquement contrastée, avec des excédents de 10 % à 40 % sur la façade Atlantique et des déficits de 10 % à 30 % sur la moitié est du pays.

**Graphique 1 – Écarts mensuels de pluviométrie en 2020 par rapport à la normale en France métropolitaine, en pourcentage**



Note : selon Météo France, la normale est considérée comme la moyenne de référence 1981-2010.

Lecture : en juillet 2020, le déficit de pluviométrie par rapport à la normale a atteint 70 %.

Source : France Stratégie, d'après Météo France (2021), « *Bilan climatique de l'année 2020 sur la France métropolitaine* », op. cit.

L'année 2020 a été plus sèche que l'année 2021, mais moins sèche que l'année 2022 (voir Tableau 1). En 2020, près de la moitié du territoire de France métropolitaine a été concernée par des arrêtés sécheresse qui se sont traduits par des mesures de restriction d'usage. L'année 2022 présente la particularité d'avoir été sèche tout au long de l'année, et pas uniquement en période estivale et printanière.

<sup>1</sup> Moyenne de référence 1981-2010.

<sup>2</sup> Météo France (2021), « *Bilan climatique de l'année 2020 sur la France métropolitaine. Au 1<sup>er</sup> rang des années les plus chaudes en France depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle* », mars.

**Tableau 1 – Caractéristiques météorologiques de l'année 2020 et comparaison avec les années 2021 et 2022**

	Température annuelle médiane et [min ; max], en °C	Cumul annuel des précipitations (mm)	Cumul des précipitations entre mai et septembre (mm)	Part du territoire concerné par des restrictions d'usage eau superficielle	Part du territoire concerné par des restrictions d'usage eau souterraine
<b>2020</b>	11,6 [0,9; 25,9]	932	322	48 %	9 %
<b>2021</b>	10,0 [-1,7 ; 22,9]	971	442	18 %	2 %
<b>2022</b>	12,2 [-2,3 ; 26,9]	742	277	73 %	20 %

Note : les moyennes journalières sont fournies sur l'ensemble des 8 600 points de la grille SAFRAN de France métropolitaine. Nous avons calculé la moyenne journalière à l'échelle de la France métropolitaine. Puis nous avons extrait sur l'année les valeurs minimales, maximales et médianes. Pour la part du territoire concernée par des restrictions d'usage, nous avons considéré la part du territoire en alerte, alerte renforcée et crise.

Source : calculs France Stratégie, d'après les données de [Météo France](#) et les données [VigiEau](#)

En raison de la variabilité de la ressource et de la demande en eau au cours de l'année, les prélèvements et les consommations sont étudiés ici à l'échelle mensuelle.

### 3. Choix des projections climatiques

La demande en eau d'irrigation des cultures est étroitement dépendante des conditions météorologiques. Pour cet usage, il convient donc de considérer le climat futur. Pour ce faire, nous nous sommes appuyés sur les résultats du rapport climat de l'étude Explore2<sup>1</sup>.

Les résultats n'étant pas encore disponibles selon la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) choisie par la France, nous nous sommes placés sous le scénario d'émissions de gaz à effet de serre RCP 8.5<sup>2</sup> du GIEC, plus pessimiste, qui prévoit un réchauffement global à l'échelle mondiale de +2,4°C à moyen terme (entre 2041 et 2060)<sup>3</sup>. Ce scénario, qui suppose une poursuite de la tendance des émissions mondiales, est pertinent dans l'optique d'élaborer une stratégie

<sup>1</sup> Marson P., Corre L., Soubeyrou J.-M., Sauquet É., Robin Y., Vrac M. et Dubois C. (2024), [Explore2 – Rapport de synthèse sur les projections climatiques régionalisées](#), Météo France, INRAE, Institut Pierre-Simon Laplace.

<sup>2</sup> Les scénarios RCP sont quatre scénarios de forçage radiatif établis par le GIEC dans le cadre de son 5<sup>e</sup> rapport d'évaluation. Ils sont nommés d'après le forçage radiatif obtenu en 2100. Ainsi, le scénario RCP 8.5 correspond à un forçage de +8,5 W/m<sup>2</sup>, le forçage (et donc le réchauffement) le plus élevé des quatre scénarios (trajectoire croissante tendancielle des émissions des gaz à effet de serre).

<sup>3</sup> La trajectoire de réchauffement de référence (TRACC) sur laquelle s'appuie le [Plan national d'adaptation au changement climatique](#) (PNACC) en consultation prévoit un réchauffement global de +2,0 °C en 2050.

d'anticipation et d'adaptation robuste. Par ailleurs, l'influence du choix de ce scénario sur les résultats de la présente étude est probablement modérée. En effet, le climat jusqu'en 2050 est largement déterminé d'une part par les émissions passées et présentes du fait du temps de résidence des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, et d'autre part par les changements de comportements humains, caractérisés par une certaine inertie.

Le projet Explore2, avec des projections climatiques selon différents scénarios d'émissions de gaz à effet de serre et différents modèles (couples GCM/RCM), a mis en évidence de grandes incertitudes quant aux climats futurs (variabilité des résultats obtenus via les différents modèles). Quatre trajectoires climatiques à l'échelle de la France métropolitaine – appelées par la suite « projections climatiques » –, qui se différencient notamment par leur niveau de températures et de précipitations, ont été identifiées pour illustrer des futurs possibles contrastés en fin de XXI<sup>e</sup> siècle.

Parmi ces quatre narratifs, nous en avons sélectionné deux contrastés sous un même scénario d'émission global RCP8.5 :

- « Changements futurs relativement peu marqués » : CNRM-CERFACS-CNRM-CM5/CNRM-Aladin (nommé « jaune ») ;
- « Fort réchauffement et forts contrastes saisonniers en précipitations » : MOHC-HadGEM2-ES/CLMcom-CCLM4-8-17 (nommé « violet »).

Nous avons réalisé les extractions climatiques sur le portail de Météo France DRIAS climat<sup>1</sup>. Pour nos deux horizons temporels (2030 et 2050) et pour l'année de référence (2020), nous avons extrait autour de l'année cible une année marquée par un printemps-été sec et une autre marquée par un printemps-été humide, pour obtenir une fourchette de la demande en eau d'irrigation selon des conditions météorologiques contrastées. Sauf spécification contraire, l'année de référence utilisée par la suite dans ce travail est obtenue avec la météo réelle et non avec les années 2020 simulées dans le Tableau 1.

Pour sélectionner les printemps-étés secs et humides, nous avons extrait vingt années consécutives autour de l'année cible étudiée puis, sur les six grands bassins hydrographiques<sup>2</sup> de France métropolitaine<sup>3</sup>, nous avons comparé l'écart en précipitations entre les mois de mai et de septembre par rapport à la médiane calculée sur la période. Pour chaque horizon temporel (2020, 2030 et 2050), l'année présentant le plus grand écart sur la majorité des bassins versants a été sélectionnée. L'année choisie est donc la même

---

<sup>1</sup> Voir [DRIAS climat](#).

<sup>2</sup> Les bassins versants Rhône-Méditerranée et Corse ont été regroupés pour cette analyse.

<sup>3</sup> Adour-Garonne, Rhône-Méditerranée-Corse, Rhin-Meuse, Artois-Picardie, Loire-Bretagne, Seine-Normandie.

pour les quarante bassins versants. Les écarts de cette année par rapport à la médiane de la période sont fournis en [Annexe 2](#).

En résumé, sous RCP 8.5, deux projections climatiques ont été sélectionnées parmi les quatre d'Explore2 : le jaune correspond à des « changements futurs relativement peu marqués » et le violet à un « fort réchauffement et de forts contrastes saisonniers en précipitations ». Trois horizons ont été retenus : actuel (autour de 2020), proche (autour de 2030) et éloigné (autour de 2050), avec deux typologies marquées en matière de précipitations printanières et estivales (sec et humide). Ainsi, au total, 12 combinaisons sont étudiées. Les caractéristiques finales des climats sélectionnés sont présentées dans le Tableau 2.

**Tableau 2 — Caractéristiques des climats sélectionnés**

Projection	Horizon	Printemps-été	Température annuelle (°C) médiane et [min ; max]	Cumul annuel des précipitations (mm)	Cumul des précipitations entre mai et septembre (mm)	Cumul évapotranspiration potentielle <sup>1</sup> entre mai et septembre (mm)
Jaune	2020	Sec	12,0 [-1,0 ; 25,2]	855	298	522
Jaune	2020	Humide	12,3 [-2,2 ; 23,4]	1 035	430	486
Jaune	2030	Sec	11,4 [-1,4 ; 23,4]	808	239	543
Jaune	2030	Humide	11,7 [-2,9 ; 22,7]	1 029	481	469
Jaune	2050	Sec	13,6 [0,7 ; 29,3]	880	245	582
Jaune	2050	Humide	11,8 [-1,7 ; 23,1]	1 239	498	474
Violet	2020	Sec	11,6 [0,4 ; 28,3]	826	154	636
Violet	2020	Humide	12,6 [-3,0 ; 26,4]	1 100	413	495
Violet	2030	Sec	12,6 [-12,2 ; 30,2]	770	152	635
Violet	2030	Humide	11,5 [-0,2 ; 25,0]	1 261	474	468
Violet	2050	Sec	13,5 [0,1 ; 31,0]	591	78	740
Violet	2050	Humide	12,0 [-0,4 – 27,8]	1 041	347	487

Note : dans DRIAS Climat, les moyennes journalières sont fournies sur l'ensemble des 8 600 points de la grille SAFRAN de France métropolitaine. Nous avons calculé la moyenne journalière à l'échelle de la France métropolitaine, puis nous avons extrait sur l'année les valeurs minimales, maximales et médianes.

Source : calculs France Stratégie, d'après les données [DRIAS Climat](#)

<sup>1</sup> L'évapotranspiration potentielle est la somme de l'évapotranspiration d'un couvert végétal herbacé et de l'évaporation du sol qui pourrait se produire en cas d'approvisionnement en eau suffisant.

Les précipitations sont plus faibles avec la projection « violet » qu’avec la « jaune ». Ainsi, entre 2020 observée et 2050 simulée pour un printemps-été sec, les précipitations cumulées entre mai et septembre diminuent de 244 mm avec la projection « violet » et de 77 mm avec la projection « jaune ». Les températures moyennes maximales journalières sont particulièrement élevées avec la projection « violet ». En 2050, elles pourraient dépasser les 30 °C.

Avec la projection « violet », on observe de fortes disparités entre la zone nord et la zone sud de la France. Ainsi, pour les printemps-étés humides, alors que les précipitations augmentent drastiquement dans la moitié nord (plus de 75 % par rapport à un printemps-été médian sur la période considérée), la croissance est beaucoup plus limitée dans la moitié sud (environ 20 % par rapport à un printemps-été médian, voir [Annexe 2](#)).

## 4. Choix du modèle pour évaluer la demande en eau

Dans cet exercice prospectif, pour estimer les demandes en eau des différents secteurs en se fondant sur des déterminants<sup>1</sup>, puis pour les agréger à l’échelle de bassins versants, nous avons eu recours au modèle numérique Strateau<sup>2</sup> développé par le Cerema (voir [Annexe 3](#)). En effet, à la différence des autres outils disponibles (Maelia, SWAT, Rio manager®, etc.), cette plateforme numérique permet d’obtenir une demande en eau de l’ensemble des activités anthropiques<sup>3</sup>.

Pour répondre aux objectifs de notre étude, des ajustements du modèle Strateau ont été réalisés :

- intégration de deux nouveaux usages : élevage et canaux de navigation ;
- mise à jour de toutes les bases de données utilisées par le modèle, avec des bases de données 2020, et ce pour tous les usages considérés (élevage, irrigation, énergie, résidentiel, industrie, tertiaire et canaux) ;
- intégration du découpage en quarante bassins versants (présenté plus haut) ;
- refonte du modèle de bilan hydrique, avec notamment l’ajout du compartiment sol, pour déterminer la demande en eau d’irrigation (voir [Annexe 4](#)) ;

---

<sup>1</sup> Les déterminants sont par exemple les surfaces des cultures, le taux d’irrigation de chaque culture ou la production nucléaire.

<sup>2</sup> Maugis P., Valadier F. et Piqueras U. (2015), *Strateau, un nouvel outil de prospective sur les tensions sur l’eau – Application à la reconstitution des usages de l’eau en France métropolitaine*, congrès SHF « Water tensions in Europe and in the Mediterranean : water crisis by 2050? », Paris-Marne-la-Vallée, 8-9 octobre.

<sup>3</sup> Voir l’analyse comparative conduite par Therond O. (2014), *Outils pour la gestion « territoriale » des étiages. Quels fonctionnalités attendues, outils existants et développements nécessaires ?*, rapport d’étude pour le compte de l’ONEMA et de l’INRA.

- intégration des projections climatiques « jaune » et « violet » du projet Explore2<sup>1</sup>, présentées dans le Tableau 2.

## 5. Les trois scénarios d'usage

Nous avons construit trois scénarios d'usage contrastés :

- un scénario tendanciel qui prolonge les tendances passées (appelé « scénario tendanciel » ci-après) ;
- un scénario avec effectivité des politiques publiques, qui intègre les annonces récentes, qu'elles concernent directement ou indirectement le secteur de l'eau (appelé scénario « politiques publiques » ci-après) ;
- un scénario de rupture caractérisé par une réduction des prélèvements en eau pour tous les usages (appelé scénario « de rupture » ci-après).

### 5.1. Scénario tendanciel

Dans ce scénario, les tendances observées entre 2010 et 2020 pour tous les usages étudiés se poursuivent entre 2020 et 2030, puis à un rythme moindre entre 2030 et 2050, les évolutions étant rarement linéaires sur une période longue.

#### **Agriculture**

L'agriculture française vise toujours des rendements élevés pour conserver un solde exportateur positif. Afin d'accroître l'autonomie protéique des animaux d'élevage, les surfaces en soja croissent dans la continuité des tendances observées après le lancement du plan protéines végétales pour la France 2014-2020<sup>2</sup>. Les productions de pommes de terre et de betteraves à sucre continuent d'augmenter dans le nord de la France pour répondre à la demande extérieure. Les surfaces en maïs grain poursuivent leur diminution. La taille des cheptels de bovins, ovins, caprins et porcs poursuivent leur baisse tendancielle tandis que la taille du cheptel de volailles augmente. Seules les retenues de substitution en cours de construction ou bien actées voient le jour. Les surfaces concernées par des pratiques agroécologiques<sup>3</sup> stagnent autour de 12 %. Les surfaces

---

<sup>1</sup> Marson P., Corre L., Soubeyroux J.-M, Sauquet É., Robin Y., Vrac M. et Dubois C. (2024), *Explore2 – Rapport de synthèse sur les projections climatiques régionalisées*, op. cit.

<sup>2</sup> Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (2014), *Plan protéines végétales pour la France 2014-2020*.

<sup>3</sup> Faute d'identification de l'agroécologie comme telle dans les statistiques officielles, nous avons considéré les surfaces actuelles en agriculture biologique et en agriculture de conservation des sols comme des

agricoles équipées pour l'irrigation continuent de croître à un rythme élevé (+50 % entre 2020 et 2050).

## **Énergie**

Par rapport à la période 2012-2020, on anticipe en 2030 une légère diminution de la production nucléaire en raison de l'arrêt de la centrale de Fessenheim mi-2020 et de la baisse tendancielle de la production nucléaire liée à une moindre disponibilité du parc<sup>1</sup>. Entre 2030 et 2050, les centrales nucléaires ayant atteint leur limite d'âge, fixée à 70 ans<sup>2</sup> dans la présente étude, sont arrêtées. L'énergie nucléaire occupe encore une part importante du mix électrique et les centrales thermiques à flamme<sup>3</sup> continuent de fonctionner. La part des énergies renouvelables croît dans le mix énergétique mais demeure minoritaire.

## **Industrie et tertiaire**

La baisse du poids de l'industrie dans l'économie se poursuit, à l'exception notable de l'agroalimentaire. En effet, le recours aux plats préparés continue de se développer, et la croissance de l'activité de l'industrie agroalimentaire se poursuit. Les industriels de l'agroalimentaire, de la chimie et de la métallurgie poursuivent leurs efforts d'amélioration de l'efficacité d'usage de l'eau. Aussi, le volume d'eau nécessaire à la production d'une unité diminue. Les activités tertiaires continuent de se développer.

## **Résidentiel**

Le volume d'eau utilisé par habitant demeure stable entre 2020 et 2050. Une légère augmentation de la population est observée jusqu'en 2040. La population diminue ensuite. Les collectivités territoriales poursuivent leurs efforts en faveur de la réduction des fuites des réseaux d'adduction en eau potable. Le nombre de forages domestiques continue de croître.

---

surfaces en agroécologie. L'agriculture de conservation repose sur trois principes : une couverture permanente des sols, un semis sans travail du sol et une diversité et rotation des cultures. Selon l'association pour la promotion d'une agriculture durable, cela concerne 2 % des surfaces agricoles.

<sup>1</sup> Du fait du vieillissement du parc, les arrêts pour maintenance sont plus longs. Les évolutions de sûreté intégrées lors des visites périodiques nécessitent davantage d'essais de vérification au redémarrage, ce qui augmente les durées d'arrêt.

<sup>2</sup> Selon l'ASN, les centrales nucléaires françaises pourraient être prolongées au-delà de 60 ans, et jusqu'à 80 ans. Une hypothèse médiane de 70 ans a été retenue après échange avec des experts.

<sup>3</sup> C'est-à-dire les centrales utilisant du charbon, du gaz, du fioul ou de la biomasse.

## Canaux de navigation

Le canal Seine-Nord, actuellement en construction, est opérationnel en 2030.

## 5.2. Scénario politiques publiques

Dans ce scénario, les grandes politiques publiques récemment annoncées sont intégralement mises en œuvre, qu'elles soient en lien direct ou non avec la ressource en eau.

### Agriculture

Conformément aux objectifs de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC)<sup>1</sup>, la taille des cheptels poursuit sa diminution et l'alimentation des Français se végétalise. En corollaire, les surfaces destinées à la production de protéines végétales pour l'alimentation humaine (légumes secs) croissent. Grâce au renforcement du plan protéines végétales<sup>2</sup>, l'autonomie protéique des élevages s'accroît, ce qui se traduit par une augmentation des surfaces en soja, féveroles et pois. Les pratiques agroécologiques se développent sur 50 % de la surface agricole<sup>3</sup> grâce à des soutiens ciblés. Des subventions permettent le développement des outils de pilotage de l'irrigation (capteurs, programmeurs et logiciels de pilotage) sur 40 % des surfaces agricoles en 2050<sup>4</sup>. La création de retenues de substitution est soutenue par les pouvoirs publics et de nombreux projets voient le jour. Pour atteindre les objectifs de la SNBC, les surfaces des cultures pérennes à vocation énergétique (taillis à courte rotation, miscanthus, etc.) sont multipliées par près de 30 entre 2020 et 2050. Les surfaces agricoles équipées pour l'irrigation continuent de croître à un rythme soutenu (+50 % entre 2020 et 2050).

### Énergie

Le secteur énergétique est profondément modifié, avec une électrification massive des usages, conformément à la SNBC<sup>5</sup>, qui permet de réduire l'utilisation d'énergies fossiles dans l'économie (transports et chauffage). Ceci se traduit par l'arrêt des centrales thermiques à flamme utilisant des énergies fossiles, la création de quatorze centrales

---

<sup>1</sup> La SNBC 3 est en cours d'instruction. Nous avons utilisé des hypothèses provisoires. Par conséquent, les hypothèses utilisées dans cette étude pourront différer de celles de la version finale de la SNBC 3.

<sup>2</sup> <https://agriculture.gouv.fr/lancement-de-la-strategie-nationale-en-faveur-du-developpement-des-protéines-vegetales>

<sup>3</sup> Les hypothèses de la SNBC à horizon 2050 pour les surfaces en grandes cultures sont : 25 % en agriculture biologique et 25 % en agriculture intégrée (agriculture à bas niveau d'intrant).

<sup>4</sup> Ces subventions pourront s'intégrer dans la mesure 4 du Plan eau. Gouvernement français (2023), « [53 mesures pour l'eau. Plan d'action pour une gestion concertée et résiliente de l'eau](#) », dossier de presse, mars.

<sup>5</sup> Le scénario de référence des « Futurs énergétiques » de RTE provient de la SNBC.

nucléaires nouvelle génération (EPR) – dont quatre en bord de fleuve – et le développement massif des énergies renouvelables et des capacités de stockage d'électricité (batteries et hydrogène). La modernisation des circuits de refroidissement de certains réacteurs permet de réduire fortement les prélèvements dans certains bassins versants, malgré le maintien de la production électrique. Certaines centrales du parc nucléaire arrivent en fin de vie et sont arrêtées.

### **Industrie et tertiaire**

Une politique publique volontariste de réindustrialisation est au cœur de ce scénario. Sont ainsi en croissance l'industrie manufacturière, notamment l'agroalimentaire, la fabrication d'équipements électriques, la pharmacie, la métallurgie et la fabrication de matériels de transport. La part de la valeur ajoutée de l'industrie manufacturière atteint 12 % du PIB en 2035<sup>1</sup>. Afin d'atteindre les objectifs fixés dans la SNBC, les pouvoirs publics soutiennent des mesures de décarbonation dans l'industrie, telles que la capture et le stockage du carbone et la production d'hydrogène par électrolyse. Grâce à des améliorations techniques<sup>2</sup> et à la mise en place d'un cadre réglementaire renouvelé sur la réutilisation des eaux dans l'industrie agroalimentaire<sup>3</sup>, les baisses de prélèvements en eau à production identique atteignent 30 % dans l'agroalimentaire<sup>4</sup>. Dans le tertiaire, pour accompagner le développement de l'industrie manufacturière, les activités de services administratifs et de soutien croissent à un rythme soutenu.

### **Résidentiel**

La population augmente et des actions de sobriété et d'efficacité<sup>5</sup> (changement de pratiques et d'équipements) permettent de réduire les prélèvements par habitant. Avec le

---

<sup>1</sup> Ce scénario s'appuie sur le scénario avec une part de la valeur ajoutée de l'industrie manufacturière à 12 % présenté dans : Belle-Larant F., Bouvart C., Claeys G., Fotso R., Gérardin M. et Zbalah N. (2024), « Réindustrialisation de la France à horizon 2035 : besoins, contraintes et effets potentiels », *Document de travail*, France Stratégie, juillet.

<sup>2</sup> Académie des technologies (2023), *Apports des technologies en réponse aux besoins en eau douce*, rapport de l'Académie, juin.

<sup>3</sup> **Décret n° 2024-33** du 24 janvier 2024 relatif aux eaux réutilisées dans les entreprises du secteur alimentaire et portant diverses dispositions relatives à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

<sup>4</sup> Certains industriels de l'agroalimentaire se sont d'ores et déjà fixé des cibles de réduction de 50 % en misant sur les changements technologiques et le réemploi de l'eau. Voir Bastok J. et Locqueville B. (2024), *Comment améliorer sous l'angle technique et réglementaire l'usage de l'eau par les industries agroalimentaires ?* rapport du CGAAER, n° 23076, juillet, p. 29.

<sup>5</sup> Les mesures d'efficacité sont à distinguer des mesures de sobriété. La sobriété consiste à réduire le besoin à la source, tandis que l'efficacité vise à utiliser moins d'eau pour un même besoin, par exemple grâce à une réutilisation de l'eau.

soutien des agences de l'eau, les collectivités territoriales conduisent une politique de réduction des fuites sur les réseaux d'adduction en eau potable, en particulier dans les territoires où le taux de fuite est élevé. Le nombre de forages domestiques est en hausse.

### **Canaux de navigation**

Le canal Seine-Nord est opérationnel en 2030. Un programme de modernisation, avec amélioration du pilotage des niveaux d'eau, mise en place d'écluses petits gabarits et travaux d'étanchéification, est engagé sur l'ensemble des infrastructures. Il conduit à une réduction des prélèvements pour alimenter les canaux dès 2030.

## **5.3. Scénario de rupture**

Ce scénario se caractérise par une sobriété et une efficacité accrues pour tous les usages. Il s'inspire du scénario « coopérations territoriales » construit par l'Ademe<sup>1</sup> qui met en avant un modèle de société fondé sur les mobilités douces, le recyclage, la préférence donnée à la rénovation sur la construction de bâtiments neufs et sur une moindre consommation en général.

### **Agriculture**

Les régimes alimentaires sont profondément modifiés avec une réduction de la consommation de viande de 50 % par rapport à la consommation actuelle. Ceci se traduit par une diminution de l'ensemble du cheptel ainsi que par une réduction des surfaces dédiées à l'alimentation animale, notamment des prairies et des cultures fourragères, et par une augmentation des surfaces dédiées aux protéines végétales (pois chiches, lentilles, etc.). La recherche de souveraineté alimentaire conduit au développement des surfaces en légumes frais, en arboriculture, en protéagineux (pour l'alimentation animale) et en oléagineux. Ainsi, le solde importateur diminue. Nous faisons l'hypothèse que les pouvoirs publics ne soutiennent pas le développement des retenues de substitution. Seules les retenues en cours de construction ou bien actées voient le jour. Les pratiques agroécologiques se développent sur la totalité des surfaces agricoles. Les variétés cultivées sont plus résistantes à la sécheresse et plus diversifiées. La croissance des surfaces équipées en irrigation est contenue (+12 % entre 2020 et 2050).

### **Énergie**

Le secteur énergétique est marqué par une électrification massive des usages et par un recours accru aux énergies renouvelables, notamment à la biomasse. Par rapport aux

---

<sup>1</sup> Ademe (2021), *Transitions 2050 – Choisir maintenant – Agir pour le climat*, novembre, 687 p.

autres scénarios, la production nucléaire est réduite et les circuits de refroidissement des réacteurs sont modernisés pour réduire les prélèvements en eau.

### **Industrie et tertiaire**

La réduction drastique de nos consommations de biens matériels se traduit par une diminution de la production industrielle et donc par les prélèvements d'eau afférents. Le recyclage se développe massivement : 80 % de l'acier, de l'aluminium, du verre, du papier-carton et des plastiques proviennent du recyclage. L'aménagement urbain est repensé, avec le développement de services de proximité. La moitié de nos déplacements quotidiens se font désormais à pied ou à vélo, ce qui entraîne une diminution de l'industrie de la fabrication de matériels de transport et donc de la demande en acier et plastiques. Dans le bâtiment, la construction neuve diminue au profit de la rénovation : ceci réduit la demande en ciment, chaux et acier. Enfin, nos régimes et pratiques alimentaires évoluent : division par deux de la consommation de viande, division par deux du gaspillage alimentaire, diminution de la consommation de sucre et d'aliments transformés. Ceci a pour effet de réduire l'activité de l'industrie agroalimentaire.

Les services publics de transport, d'enseignement et de formation sont renforcés pour accompagner ces modifications profondes. Des actions de sobriétés permettent de réduire de 20 % les prélèvements dans les immeubles de bureaux.

### **Résidentiel**

Les prélèvements d'eau sont drastiquement réduits par le déploiement de pratiques plus efficaces d'usage de l'eau, de réutilisations décentralisées, et de séparation des urines et des matières fécales à la source<sup>1</sup>. Ainsi, les eaux ménagères sont majoritairement réutilisées, principalement à l'échelle du bâtiment, avec des traitements mutualisés en pied d'immeuble et des réutilisations pour l'arrosage ou pour des usages résidentiels (chasse d'eau, lave-linge, etc.). Grâce à un contrôle accru, le nombre de forages domestiques stagne. Les collectivités territoriales investissent dans la réhabilitation des réseaux d'adduction en eau potable présentant les moins bons rendements.

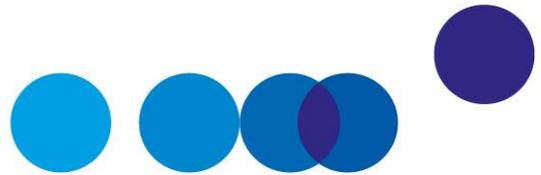
### **Canaux de navigation**

Le canal Seine-Nord, actuellement en construction, est opérationnel en 2030.

---

<sup>1</sup> Ceci est directement inspiré du scénario *des villes en leur bassin* décrit par Piren-Seine (2024), [Deux scénarios agri-alimentaires et urbains sobres pour le bassin de la Seine en 2050](#), voir « Fiche 1. Deux scénarii alternatifs à l'effondrement ».





## CHAPITRE 2

# L'ANNÉE DE RÉFÉRENCE 2020

---

Pour l'année 2020, les prélèvements et les consommations (voir Encadré 1 page suivante) de chaque usage étudié ont été déterminés dans les quarante bassins versants. Les volumes de prélèvements utilisés proviennent principalement de la Banque nationale des prélèvements en eau (BNPE)<sup>1</sup>. Ils ont été retraités par usage final (industrie, tertiaire, résidentiel et canaux de navigation). La méthode d'estimation des prélèvements et consommations au niveau national est la même que celle développée dans Arambourou, Ferrière et Oliu-Barton (2024)<sup>2</sup>, aux deux exceptions suivantes près :

- pour l'irrigation, nous avons eu recours à un modèle reposant sur le bilan hydrique (voir [Annexe 4](#)), que nous avons calé sur l'année 2017 car nous disposons des données d'irrigation de l'enquête pratique culturale<sup>3</sup> ;
- pour l'élevage (eau d'abreuvement et de nettoyage des bâtiments d'élevage), qui n'apparaît que partiellement dans la BNPE<sup>4</sup>, nous avons estimé la demande en croisant le nombre d'animaux avec les demandes théoriques par animal.

Les prélèvements et consommations ont ensuite été déterminés au pas de temps mensuel grâce à l'utilisation d'indicateurs d'activité (population, production industrielle, etc.).

---

<sup>1</sup> <https://bnpe.eaufrance.fr/>

<sup>2</sup> Arambourou H., Ferrière S. et Oliu-Barton M. (2024), « [Prélèvements et consommations en eau : quels enjeux et usages ?](#) », *La Note d'analyse*, n° 136, France Stratégie, avril.

<sup>3</sup> Agreste (2020), « [Enquête pratiques culturales en grandes cultures 2017. Principaux résultats](#) », *Chiffres et données*, n° 9, novembre.

<sup>4</sup> Les élevages qui prélèvent plus de 10 000 m<sup>3</sup>/an dans le milieu sont déclarés comme activités économiques dans la BNPE. Cela représente 6,2 millions de m<sup>3</sup> en 2020 pour 83 entités, à mettre en regard des 145 000 exploitations d'élevage répertoriées en France en 2020.

### Encadré 1 – Prélèvements et consommations : de quoi parle-t-on ?

Les prélèvements d'eau correspondent, selon la définition de l'OCDE, aux « volumes d'eau douce extraits définitivement ou temporairement d'une source souterraine ou de surface et transportés sur leur lieu d'usage ». Ils sont parfois considérés, à tort, comme sans effet dès lors que l'eau est restituée au milieu. Or tout prélèvement, indépendamment de sa part évaporée, aura un effet sur les milieux aquatiques et les usages en aval : dégradation de la qualité, réchauffement, restitution dans un milieu différent de celui d'origine et avec un décalage temporel.

Selon les Nations unies<sup>1</sup>, la consommation d'eau correspond à la part du prélèvement qui ne retourne pas directement à la ressource mobilisable, c'est-à-dire aux eaux de surface et aux nappes, du fait de l'évaporation et de l'incorporation dans les produits. La part du prélèvement qui est restituée peut, elle, être à nouveau prélevée en aval.

## 1. L'élevage

Les élevages utilisent de l'eau pour l'abreuvement et pour le nettoyage des bâtiments. L'eau d'irrigation utilisée pour les cultures destinées à l'alimentation animale est intégrée dans la section suivante sur l'irrigation. L'estimation de la demande en eau des élevages est obtenue en croisant la demande théorique par animal avec le nombre d'animaux.

### 1.1. Nombre d'individus

Les données du Tableau 3 proviennent du recensement général agricole 2020. Elles sont obtenues à l'échelle des quarante bassins versants.

**Tableau 3 — Nombre d'animaux en France métropolitaine en 2020, en millions**

<b>Porcs et truies</b>	<b>13</b>
<b>Volaille</b>	<b>280</b>
<b>Bovins</b>	<b>17</b>
<b>Ovins et caprins</b>	<b>7</b>

Source : calculs France Stratégie, d'après le recensement général agricole 2020

<sup>1</sup> ONU (2009), *UN World Water Development Report 2009*, mars.

## 1.2. Estimation de la demande unitaire

Pour évaluer la demande unitaire (c'est-à-dire par individu) pour l'année 2020, nous avons eu recours à la base de données IREP relatives aux installations classées pour la protection de l'environnement<sup>1</sup> pour les porcs, truies et volailles<sup>2</sup>. Pour les bovins, ovins et caprins, les données proviennent du guide de l'abreuvement publié par le programme herbes et fourrages Centre-Val-de-Loire des chambres d'agriculture<sup>3</sup> (voir Tableau 4). La demande unitaire a été considérée constante au cours de l'année.

**Tableau 4 — Demandes unitaires par type d'animaux en 2020, en m<sup>3</sup>/individu/an**

Porcs et truies	Volaille	Bovins	Ovins et caprins
8,2	0,3	18,3	1,1

Source : France Stratégie, d'après la base de données IREP 2020 et les données du guide abreuvement

## 1.3. Prélèvements et consommations en 2020

Pour obtenir la demande en eau des élevages pour 2020, nous avons croisé la demande unitaire avec le nombre d'animaux dans chaque bassin versant. Comme une partie de l'eau (40 % d'après une analyse de la base de données IREP<sup>4</sup>) utilisée par les élevages provient du réseau d'eau potable, nous avons ensuite ajouté les pertes du réseau<sup>5</sup>.

Nous obtenons pour l'année 2020 un prélèvement théorique pour l'élevage de 540 millions de m<sup>3</sup>. Du fait de la concentration de l'élevage en Bretagne, deux bassins versants de cette région (fleuves côtiers bretons et Vilaine) représentent à eux seuls près d'un quart des prélèvements pour l'élevage de toute la France.

En appliquant un facteur de consommation de 48 %<sup>6</sup>, la consommation d'eau pour l'élevage s'élèverait à 259 millions de m<sup>3</sup> en 2020 en France métropolitaine.

<sup>1</sup> Voir la page « [Installations industrielles rejetant des polluants](#) » sur le site Géorisques.

<sup>2</sup> Les données de la base de données IREP incluent l'abreuvement et le nettoyage des bâtiments. En revanche, pour les bovins, ovins et caprins, seuls les besoins en eau d'abreuvement sont considérés. En France, ces élevages étant souvent extensifs, la demande pour le nettoyage des bâtiments est bien moindre.

<sup>3</sup> Herbes et fourrages Centre-Val-de-Loire (2016), *Guide abreuvement. L'abreuvement au pâturage c'est maintenant !*, 15 p.

<sup>4</sup> Voir la page « [Installations industrielles rejetant des polluants](#) » sur le site Géorisques.

<sup>5</sup> Prélèvements = 60 % × demande en eau élevage + (40 % × demande en eau élevage)/(1-taux de fuite du réseau eau potable).

<sup>6</sup> Arambourou H., Ferrière S. et Oliu-Barton M. (2024), « [Prélèvements et consommations en eau : quels enjeux et usages ?](#) », *op. cit.*

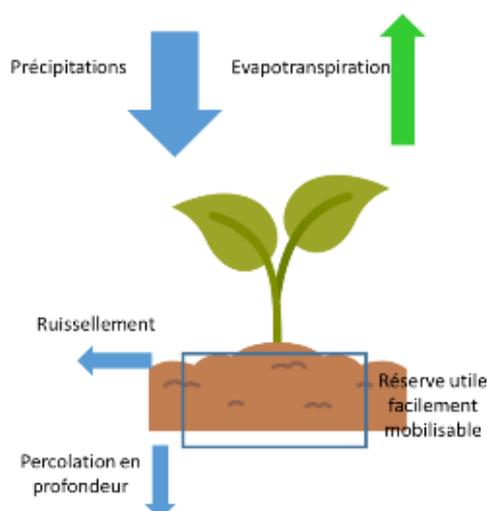
## 2. L'irrigation des cultures

La demande théorique en eau d'irrigation est obtenue en croisant le besoin en eau d'irrigation de la culture principale obtenu par notre modèle et le taux d'équipements en irrigation de ces cultures. Sont intégrés les transferts d'eau entre bassins versants, c'est-à-dire le fait que l'eau ne soit pas utilisée dans le bassin de prélèvement, particulièrement présents dans le sud-est de la France (voir Encadré 4 plus loin).

### 2.1. Principe du modèle

Seuls les besoins en irrigation des cultures principales ont été considérés. Pour évaluer les besoins en eau des cultures, nous avons utilisé un modèle reposant sur le bilan hydrique<sup>1</sup>. Il y a un besoin en eau d'irrigation lorsque la demande en eau estimée par l'évapotranspiration de référence des végétaux est supérieure aux apports totaux (précipitations et sol) (voir Graphique 2). À chaque irrigation, on remplit complètement la réserve utile facilement mobilisable du sol, c'est-à-dire celle que la plante peut utiliser. Nous avons considéré une réserve utile facilement mobilisable égale aux deux tiers de la réserve utile du sol<sup>2</sup>. La réserve utile varie avec le type de sol, de faible pour les sols sableux à élevée pour les sols limoneux. Une valeur de réserve utile a été attribuée à chaque bassin versant en fonction du type de sol prédominant selon les données du GIS Sol<sup>3</sup> (voir Annexe 4).

Graphique 2 – Schéma conceptuel du besoin en irrigation d'une culture



Lecture : lorsqu'il pleut, une partie de l'eau est absorbée par la plante puis évapotranspirée, une partie ruisselle, une partie se stocke dans la réserve utile du sol (dont la réserve facilement mobilisable), tandis qu'une autre percole plus en profondeur.

Source : France Stratégie

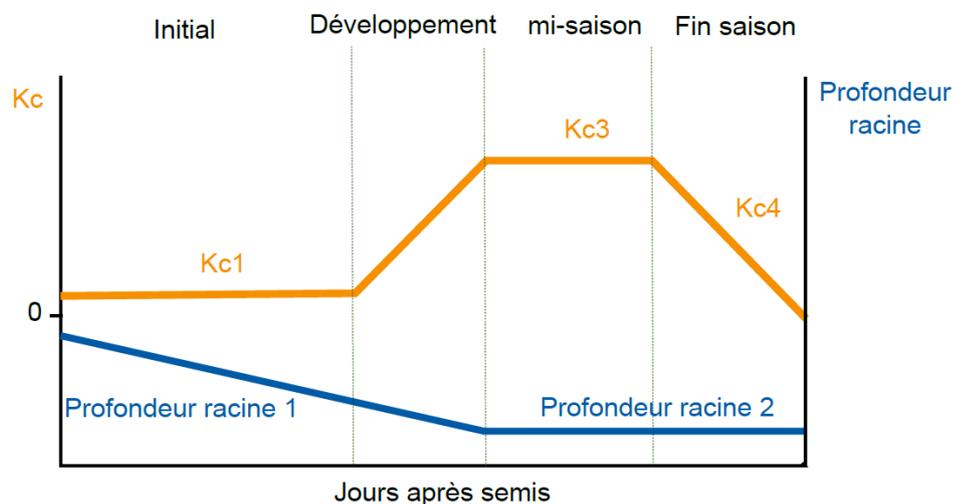
<sup>1</sup> Voir Savva P. et Frenken K. (2002), *Irrigation manual Module 4. Crop water requirements and irrigation scheduling*, guide de la FAO ; et BRL (2019), *Memento irrigation*, mars, 130 p.

<sup>2</sup> Ce facteur de consommation est obtenu grâce à une analyse de la base de données IREP.

<sup>3</sup> Voir « [La texture des horizons supérieurs du sol en France métropolitaine](#) » sur le site de Gis Sol.

L'évapotranspiration des végétaux est obtenue en croisant l'évapotranspiration potentielle<sup>1</sup> (obtenue pour chaque climat étudié) avec le coefficient cultural (Kc). Le coefficient cultural varie avec le stade de développement de la culture (les Kc pour chaque culture et chaque stade proviennent d'une recherche bibliographique<sup>2</sup>). Il augmente jusqu'à la période de floraison et diminue pendant la période de maturation (voir Graphique 3). La profondeur racinaire augmente au cours du temps, permettant à la culture d'explorer un volume de sol plus important. La réserve utile facilement mobilisable varie ainsi en fonction de la profondeur racinaire.

**Graphique 3 – Variations du coefficient cultural et de la profondeur d'enracinement au cours du temps**



Lecture : le coefficient cultural (Kc) est maximal au cours de la mi-saison, de même que la profondeur d'enracinement.

Source : France Stratégie, d'après FAO (1998), *Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements*, chapitre 6

<sup>1</sup> L'évapotranspiration potentielle est la somme de l'évapotranspiration du couvert végétal et de l'évaporation du sol qui pourrait se produire en cas d'approvisionnement en eau suffisant.

<sup>2</sup> Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. et Smith M. (1998), *Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements*, guide FAO, Rome, chapitre 6 ; Brouwer C. et Heibloem N. (1986), *Irrigation water management: Irrigation water needs*, Training manuel n° 3 FAO, Rome, chapitre 3 ; BRL, *Memento irrigation*, 130 p. ; Chambre d'agriculture Vienne (2021), « Irrigation des pois protéagineux, fiche technique », 3 pages. Chambre d'agriculture Lot (2023), « Bulletin technique châtaigne sud-ouest », n°6, août, 7 p. ; Base de données de l'Ardepi : <https://www.ardepi.fr/nos-services/vous-etes-irrigant/estimer-ses-besoins-en-eau/> ; Chambre d'agriculture Nouvelle-Aquitaine, « Coefficients culturaux (Kc) », 3 p. ; Escriou H. (2015), « Irribet : système d'aide à la conduite de l'irrigation des betteraves sucrières », Institut technique de la betterave, formation club modélisation.

Les besoins en irrigation d'une culture sont rarement entièrement satisfaits du fait de contraintes diverses (plafond des volumes prélevables, contraintes techniques de déplacement de matériel, maintenance du matériel d'irrigation, anticipation par les agriculteurs de la météo à venir, arrêtés sécheresse, etc.). Aussi, les besoins déterminés par notre modèle ont été corrigés pour tenir compte de ces contraintes : ils ont été comparés aux irrigations réelles déclarées dans l'enquête pratiques culturales ou à des données de la bibliographie. Ainsi, pour chaque grande culture irriguée, nous avons pu déterminer un taux moyen de satisfaction des besoins (voir [Annexe 4](#)) qui a été conservé pour les simulations sous climats futurs.

## 2.2. Équipement en irrigation

Nous avons considéré le début des campagnes d'irrigation au mois d'avril et la fin au mois d'octobre. De l'eau est prélevée en hiver pour remplir les retenues agricoles de substitution (voir Encadré 2). La réutilisation des eaux usées de stations d'épuration lorsque ces dernières rejettent en mer a également été intégrée.

### Encadré 2 – Les retenues agricoles de substitution, de quoi s'agit-il ?

Il existe quatre formes de retenues agricoles<sup>1</sup> : les barrages construits en travers d'un cours d'eau, les retenues en dérivation qui dévient une partie d'un cours d'eau, les retenues collinaires déconnectées du réseau hydrographique et alimentées par le ruissellement des eaux pluviales et enfin les réserves alimentées par pompage dans la nappe ou la rivière.

Il y a substitution lorsqu'une retenue – quelle que soit sa forme – est remplie en période de hautes eaux pour une utilisation en période de basses eaux et que ces prélèvements viennent se substituer à des prélèvements existants en période estivale.

Les surfaces irriguées<sup>2</sup> en 2020 ont été extraites du recensement général agricole 2020<sup>3</sup>. Ces surfaces diffèrent entre cultures (voir Tableau 5) et géographiquement, avec des taux d'irrigation supérieurs à 25 % dans le sud de la France, notamment dans les bassins

<sup>1</sup> Irstea (2016), *Impact cumulé des retenues d'eau sur les milieux aquatiques*, expertise scientifique collective, mai.

<sup>2</sup> Nous avons eu recours aux surfaces irriguées et non irrigables, car ces surfaces ont été croisées avec la météo de 2020 pour caler notre modèle.

<sup>3</sup> Analyse France Stratégie d'après le recensement général agricole (accès CASD).

versants de la Durance, des fleuves côtiers aquitains et des fleuves côtiers de la Côte d'Azur, et des taux inférieurs à 5 % dans plusieurs bassins versants du nord-est.

Pour chaque culture et pour chaque bassin versant, les volumes des besoins en irrigation obtenus par notre modèle ont été multipliés par les surfaces irriguées en 2020<sup>1</sup>.

**Tableau 5 – Part de la surface agricole irriguée par culture en 2020, en pourcentage (moyenne nationale France métropolitaine)**

Cultures	Part irriguée
Blé	5 %
Maïs grain et semence	34 %
Autres céréales	4 %
Colza	3 %
Soja	28 %
Tournesol	6 %
Protéagineux	4 %
Pomme de terre	39 %
Betterave à sucre	12 %
Autres cultures industrielles	24 %
Légumes frais	62 %
Légumes secs	13 %
Vergers	59 %
Vignes	9 %
Protéagineux	4 %
Fourrages	6 %
Prairies temporaires	1 %
Autres	1 %

Source : calculs France Stratégie, d'après les données du recensement général agricole 2020

### 2.3. Fuites et pertes

Pour évaluer les prélèvements pour l'irrigation, nous avons ensuite ajouté :

- les fuites d'eau des réseaux pour l'irrigation collective uniquement ;
- les pertes à la parcelle liées à l'efficacité du système d'irrigation.

<sup>1</sup> Les surfaces irriguées ont été extraites du recensement général agricole 2020 (accès CASD). Les surfaces géolocalisées utilisées dans le logiciel auquel nous avons eu recours (Strateau) sont celles du [Registre parcellaire graphique](#). Nous avons donc établi une table de passage des nomenclatures entre registre parcellaire graphique et recensement général agricole.

Pour les réseaux collectifs, le volume de prélèvement a été majoré afin de prendre en compte les fuites (il faudra prélever plus pour les compenser) que nous avons estimées à 20 % pour les réseaux sous pression<sup>1</sup> et à 50 % pour les réseaux anciens gravitaires par canaux<sup>2</sup>. Pour évaluer les volumes transitant par un réseau collectif, nous avons déterminé la part de prélèvements en réseau collectif sur les quarante bassins versants en utilisant les données du recensement général agricole 2020. Puis, dans une logique de proportionnalité, nous avons considéré que le volume transitant par un réseau collectif correspondait à la part de prélèvements en collectif sur le bassin versant multipliée par le volume total d'irrigation du bassin versant. Nous avons ensuite majoré ce volume du volume de pertes liées aux fuites (voir [Annexe 4](#)).

Pour tous les réseaux d'irrigation (collectifs et individuels), nous avons également pris en compte l'efficacité du système d'irrigation. En effet, si le système est efficace à 90 % (c'est-à-dire que 90 % de l'eau en entrée de parcelle arrive effectivement à la plante), la perte de 10 % doit être compensée par un prélèvement accru.

Les efficacités globales des systèmes d'irrigation utilisées proviennent du guide pratique de l'irrigation (voir Tableau 6)<sup>3</sup>. Elles ont été appliquées selon le type d'irrigation dans chaque bassin versant, après analyse du recensement général agricole 2020.

**Tableau 6 – Efficacités globales des systèmes d'irrigation, en pourcentage**

Type d'irrigation	Part de l'eau qui atteint la plante cible
Gravitaire	40 %
Aspersion	80 %
Micro irrigation	90 %

Lecture : en irrigation par aspersion, 80 % de l'eau en entrée de parcelle rejoindra *in fine* la plante cible.

Source : France Stratégie d'après Wittling C. et Ruelle P. (2022), Guide pratique de l'irrigation, *op. cit.* : nous avons considéré les valeurs médianes des fourchettes données p. 286

<sup>1</sup> Pour les réseaux sous pression, BRL rapporte des fuites moyennes de 24 % dans Aqua Domitia / Région Languedoc-Roussillon (2011), [Le dossier du maître d'ouvrage. Débat public du 15 septembre au 29 décembre 2011](#), tandis que les fuites moyennes sont inférieures à 20 % dans les réseaux de la société du canal de Provence selon la Cour des comptes (2023), [Société du canal de Provence \(SCP\) à Aix-en-Provence \(Département des Bouches-du-Rhône\)](#), rapport d'observations définitives, 89 p.

<sup>2</sup> Des fuites des canaux de transport et de distribution de l'ordre de 45 % sont rapportées dans Galand A., Terrazoni M. et Fayollet C. (1997), « [Approche des usages globaux des eaux agricoles en Basse Durance](#) », dans Kay M., Franks T. et Smith L. (éd.), *Water : Economics, Management and Demand*, Routledge. Des fuites de plus de 50 % des canaux d'irrigation sont mentionnées dans Collard A.-L., Molle F. et Rivière-Honegger A. (2022), [Le devenir des canaux d'irrigation gravitaire en Cévennes : entre gestion locale et nouvelle réglementation](#), rapport de recherche INRAE et SupAgro, Montpellier.

<sup>3</sup> Wittling C. et Ruelle P. (2022), *Guide pratique de l'irrigation, 4<sup>e</sup> édition*, Versailles, Édition QUAE, 354 p.

## 2.4. Retenues de substitution

Les retenues de substitution, c'est-à-dire remplies en période de hautes eaux et utilisées en périodes de basses eaux en substitution de prélèvements estivaux, ont été considérées. Pour l'année 2020, nous avons intégré celles dont nous avons connaissance<sup>1</sup>, soit celles du Marais poitevin<sup>2</sup> et celles qui ont été financées par les différentes agences de l'eau<sup>3</sup>. Nous avons considéré les réserves remplies par pompage dans le milieu ainsi que les retenues collinaires.

Pour les réserves de substitution remplies par pompage, nous avons considéré que les prélèvements dans le milieu permettent de les remplir jusqu'à leur niveau maximal. Ces prélèvements se font de novembre à mars<sup>4</sup> pour une période d'irrigation allant d'avril à octobre.

Pour les retenues collinaires de substitution alimentées par les eaux pluviales qui ruissellent, nous avons considéré que l'interception représentait un prélèvement de 25 % d'eau du milieu<sup>5</sup>.

Faute de connaissances sur les ressources futures en période hivernale, nous avons considéré que pour chaque année étudiée, les retenues de substitution étaient complètement remplies en début de période d'irrigation, ce qui pourrait ne pas être le cas lors d'un hiver sec.

Le volume de substitution stocké en 2020 s'élève à 15,6 millions de m<sup>3</sup> (96 % dans des retenues alimentées par des prélèvements en nappe ou rivière et 4 % dans des retenues collinaires), dont 11,3 millions dans le seul bassin versant des fleuves côtiers du sud de la Loire (Marais poitevin).

Les volumes stockés dans les retenues de substitution ont été soustraits en période printanière et estivale proportionnellement aux besoins d'irrigation obtenus par notre modèle.

---

<sup>1</sup> D'autres retenues de substitution existent très certainement. Toutefois, faute de données, nous n'avons pas pu les intégrer. L'inventaire des plans d'eau récemment réalisé par l'IGEDD met en évidence 3 121 plans d'eau à usage d'irrigation pour une capacité totale de 260 millions de m<sup>3</sup>. Néanmoins, aucune information ne permet de déterminer les périodes de remplissage et de vidange. Voir Kosuth P. et Ménager T. (2024), *L'inventaire national des plans d'eau*, IGEDD, rapport n° 014350-01, août.

<sup>2</sup> Base de données de l'établissement public du Marais poitevin.

<sup>3</sup> Données transmises par les agences de l'eau.

<sup>4</sup> Nous avons considéré des prélèvements équivalents chaque mois, de novembre à mars, permettant de remplir les retenues jusqu'à leur niveau maximal.

<sup>5</sup> Il a été montré que la présence de retenues dans un bassin versant causait des réductions de débits de 20 % à 30 %. Voir à ce sujet Irstea (2016), *Impact cumulé des retenues d'eau sur les milieux aquatiques*. Expertise scientifique collective, mai.

## 2.5. Prélèvements et consommations en 2020

Les consommations ont été obtenues en multipliant les prélèvements par les facteurs de consommation, qui varient avec le mode d'irrigation<sup>1</sup>.

Les transferts d'eau entre bassins versants pour satisfaire la demande en eau d'irrigation, notamment le transfert du Rhône aval vers le bassin versant des fleuves côtiers du Languedoc ainsi que le transfert de la Durance vers le bassin versant des fleuves côtiers de la Côte d'Azur par le canal de Provence, ont été intégrés (voir Encadré 3).

En 2020, selon notre modèle, les prélèvements pour l'irrigation s'élèvent à 3 540 millions de m<sup>3</sup> et les consommations à 3 040 millions de m<sup>3</sup>. Les prélèvements et consommations sont concentrés sur les périodes printanières et estivales.

### Encadré 3 – La réutilisation des eaux usées traitées de station d'épuration

Nous n'avons pas considéré de réduction des prélèvements en cas d'utilisation des eaux usées traitées de station d'épuration lorsque ces dernières rejettent en eau douce. En effet, une réutilisation de ces eaux équivaut à un prélèvement : l'eau est prélevée en sortie de station d'épuration, au lieu d'être prélevée dans le milieu après le rejet. L'eau prélevée en sortie ne réalimentera ainsi pas le milieu.

La réutilisation se substitue à un prélèvement lorsqu'elle est réalisée en aval d'une station d'épuration rejetant en mer. Aussi avons-nous uniquement considéré ce cas.

Pour ce faire, dans les bassins des fleuves côtiers du sud de la France (côtiers Languedoc, côtiers Côte d'Azur et côtiers aquitains et charentais), nous avons soustrait à la demande déterminée dans ce travail les volumes estimés de réutilisation.

Les volumes estimés proviennent de données de recensement de projets du Cerema. Il a été considéré en 2020 que 1 % des eaux arrivant en station d'épuration dans les bassins versants sus-mentionnés était réutilisé, dont 2 % pour l'irrigation agricole et 98 % pour le tertiaire (arrosage d'espaces verts, nettoyage de voiries et arrosage de golf). La proportion d'eau réutilisée augmente uniquement dans le scénario politiques publiques. Elle atteint 10 % en 2030 et 20 % en 2050 dans les trois bassins versants côtiers du sud de la France, avec une répartition entre les usages irrigation et tertiaire identique à celle de 2020.

<sup>1</sup> Voir l'annexe méthodologique de Arambourou H., Ferrière S. et Oliu-Barton M. (2024), « [Prélèvements et consommations en eau : quels enjeux et usages ?](#) », *op. cit.*

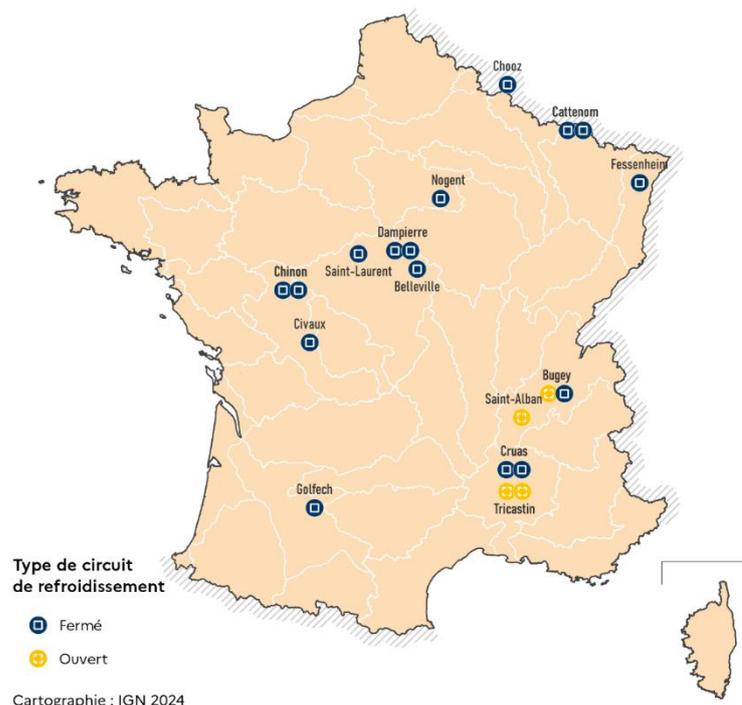
### 3. L'énergie

Les prélèvements en eau du secteur énergétique sont obtenus via la BNPE. L'eau turbinée pour produire de l'hydroélectricité n'est pas ici considérée comme un prélèvement, en accord avec la convention actuelle<sup>1</sup>.

#### 3.1. Vue d'ensemble du parc de centrales électriques

Les prélèvements en eau du secteur énergétique sont essentiellement liés au refroidissement des réacteurs nucléaires (96 % des prélèvements totaux du secteur<sup>2</sup>). Il existe deux types de circuits de refroidissement, « ouverts » et « fermés », avec des effets très différents sur les prélèvements et les consommations en eau (voir Carte 2). Une centrale en circuit ouvert prélève en moyenne vingt fois plus d'eau qu'une centrale en circuit fermé.

**Carte 2 – Localisation des réacteurs nucléaires situés en bord de fleuve, en activité en 2020 et type de circuit de refroidissement**



Note : un type de circuit de refroidissement est rattaché à une paire de réacteurs.

Lecture : la centrale du Bugey dispose de quatre réacteurs, deux équipés d'un circuit de refroidissement fermé et deux équipés d'un circuit de refroidissement ouvert.

Source : France Stratégie et IGN d'après IRSN

<sup>1</sup> SDES (2023), « L'eau en France : ressource et utilisation – Synthèse des connaissances en 2022 », mars.

<sup>2</sup> Arambourou H., Ferrière S. Et Oliu-Barton M. (2024), « Prélèvements et consommations en eau : quels enjeux et usages ? », *op. cit.*

### 3.2. Production énergétique

Afin d'évaluer la demande en eau par unité d'énergie produite, nous avons tout d'abord déterminé les productions énergétiques de chaque site. Les productions énergétiques des centrales électriques (nucléaires et thermiques à flamme) pour l'année 2020 sont détaillées dans les Tableaux 7 et 8.

**Tableau 7 – Production d'énergie par centrale nucléaire, en 2020**

Centrale	Bassin versant	Production (MWh)
<b>Belleville</b>	Loire moyenne	14 791 761
<b>Bugey 2 et 3</b>	Rhône amont	2 677 432
<b>Bugey 4 et 5</b>	Rhône amont	12 150 171
<b>Cattenom</b>	Moselle	30 314 234
<b>Chinon</b>	Loire moyenne	19 459 050
<b>Chooz</b>	Meuse	12 531 653
<b>Civaux</b>	Vienne-Loire	15 033 441
<b>Cruas</b>	Rhône aval	21 213 558
<b>Dampierre</b>	Loire moyenne	19 587 680
<b>Fessenheim</b>	Rhin	4 696 876
<b>Golfech</b>	Garonne amont	16 183 820
<b>Nogent</b>	Rivières Île-de-France	14 819 136
<b>Saint-Alban</b>	Rhône amont	17 301 282
<b>Saint-Laurent</b>	Loire moyenne	11 677 259
<b>Tricastin</b>	Rhône aval	23 543 937

Note : la centrale de Fessenheim ayant été arrêtée mi-2020, seule une demi-année de production est reportée dans le tableau ci-dessus. En outre, des maintenances ont été réalisées sur deux réacteurs de la centrale du Bugey, ce qui explique la faible production de cette année-là. Les valeurs réelles de production ont été corrigées des événements exceptionnels intervenus cette année.

Source : calculs France Stratégie, d'après les données RTE (voir [Annexe 5](#))

**Tableau 8 – Production d'énergie par centrale thermique à flamme en 2020**

Centrale	Bassin versant	Production (MWh)
<b>Provence</b>	Côtiers Côte d'azur	78 726
<b>Cordemais</b>	Loire aval	614 537
<b>Huchet</b>	Moselle	2 061 875
<b>Arrighi</b>	Rivières Île-de-France	28 407

Centrale	Bassin versant	Production (MWh)
<b>Brennilis</b>	Côtiers bretons	45 676
<b>Montereau</b>	Rivières Île-de-France	319 597
<b>Vaires</b>	Rivières Île-de-France	42 210
<b>Dirinon</b>	Côtiers bretons	34 061
<b>Blenod</b>	Moselle	2 147 301
<b>Croix de Metz</b>	Moselle	1 446 311
<b>Pont sur Sambre</b>	Escaut	3 833 156
<b>Amfard</b>	Seine aval	1 330 765
<b>Morant</b>	Allier	1 670 074
<b>Bouchain</b>	Escaut	2 558 383

Source : calculs France Stratégie, d'après les données RTE (voir [Annexe 5](#))

Cette production n'est pas répartie uniformément au cours de l'année : les centrales produisent plus en hiver qu'en été, notamment pour couvrir la demande en chauffage et en eau chaude sanitaire des bâtiments, qui sont particulièrement électrifiés en France.

### 3.3. Ratios de prélèvements et consommations par unité énergétique

Le ratio des volumes prélevés et consommés par unité produite ( $\text{m}^3/\text{MWh}$ ), appelé demande unitaire, est déterminé pour chacune des centrales<sup>1</sup> en croisant leur production électrique annuelle fournie par RTE avec les prélèvements annuels de la centrale obtenus par la BNPE.

Que ce soit pour les prélèvements ou pour les consommations, les demandes unitaires diffèrent grandement en fonction du type de circuit de refroidissement (circuit ouvert ou circuit fermé) (voir Tableau 9 page suivante). Si les circuits de refroidissement ouverts s'accompagnent de prélèvements élevés, en revanche leurs consommations sont moindres en comparaison aux circuits fermés. En effet, dans ces derniers un volume d'eau plus important est évaporé.

<sup>1</sup> Pour les centrales fossiles, une demande unitaire en prélèvements de  $28 \text{ m}^3/\text{MWh}$  a été retenue. Elle correspond à la demande unitaire moyenne de l'ensemble du parc, faute de donnée disponible à l'échelle de chaque centrale.

**Tableau 9 – Demande unitaire en prélèvements et consommations (m<sup>3</sup>/MWh) des centrales nucléaires**

Centrale	Circuit	Prélèvements (m <sup>3</sup> /MWh)	Consommations (m <sup>3</sup> /MWh)
Belleville	Fermé	11	3
Bugey 2 et 3	Ouvert	212	1
Bugey 4 et 5	Fermé	25	6
Cattenom	Fermé	8	2
Chinon	Fermé	8	2
Chooz	Fermé	8	2
Civaux	Fermé	6	1
Cruas	Fermé	20	4
Dampierre	Fermé	8	2
Fessenheim	Ouvert	223	1
Golfech	Fermé	11	2
Nogent	Fermé	8	2
Saint-Alban	Ouvert	245	1
Saint-Laurent	Fermé	8	2
Tricastin	Ouvert	252	1

Source : calculs France Stratégie, d'après les données RTE et BNPE (voir [Annexe 5](#))

### 3.4. Prélèvements et consommations en 2020

En 2020, les prélèvements pour le secteur énergétique s'élèvent à 13 800 millions de m<sup>3</sup> et les consommations à 500 millions de m<sup>3</sup>. Du fait de la présence de centrales nucléaires en circuit ouvert dans les bassins versants Rhône amont et Rhône aval, les prélèvements y sont particulièrement élevés : plus de 11 000 millions de m<sup>3</sup>, soit respectivement 89 % et 83 % des prélèvements de ces bassins, et plus d'un tiers des prélèvements totaux (tous usages) de France hexagonale et Corse.

## 4. L'industrie et le tertiaire

Les prélèvements en eau de l'industrie et du tertiaire proviennent de la BNPE (Banque nationale des prélèvements en eau). Ils sont territorialisés à l'échelle des bassins versants. Les transferts entre bassins versants – le fait que l'eau n'est pas utilisée dans le bassin de prélèvement – sont intégrés (voir Encadré 4 page suivante).

#### Encadré 4 – Prise en compte des transferts entre bassins versants

Des transferts d'eau existent entre les quarante bassins versants. Les prélèvements ont été affectés au bassin versant de prélèvement et non au bassin versant d'usage. Nous avons intégré dans la présente étude les transferts les plus importants, en particulier :

- les transferts des bassins versants Seine amont, Seine aval et Marne (environ 100 millions de m<sup>3</sup>) pour l'alimentation en eau potable (résidentiel et tertiaire) de la commune de Paris (située dans le bassin versant rivières d'Île-de-France)<sup>1</sup> ;
- le transfert du bassin versant de la Durance vers le bassin versant des fleuves côtiers Côte d'Azur (environ 150 millions de m<sup>3</sup>) via le canal de Marseille pour l'alimentation en eau potable (résidentiel et tertiaire) et la demande industrielle<sup>2</sup> ;
- le transfert du bassin versant de la Durance vers le bassin des fleuves côtiers Côte d'Azur (environ 220 millions de m<sup>3</sup>) via le canal de Provence pour l'alimentation en eau potable (résidentiel), l'irrigation et la demande industrielle (étang de Berre)<sup>3</sup> ;
- le transfert du bassin versant Rhône aval vers le bassin versant des fleuves côtiers Languedoc (environ 120 millions de m<sup>3</sup> en 2020) pour l'alimentation en eau potable (résidentiel), le tertiaire (arrosage des espaces verts et de golfs), l'irrigation et la demande industrielle. Avec la livraison du tronçon appelé « Aqua Domitia » en 2030, le transfert augmentera de 15 millions de m<sup>3</sup>.

Le transfert du bassin hydrographique Loire-Bretagne vers le bassin Rhône-Méditerranée via le barrage de Montpezat n'est pas intégré dans la présente étude sur les usages, car il est essentiellement dévolu à la production hydroélectrique et au soutien d'étiage, deux activités non considérées ici.

### 4.1. Estimation des prélèvements totaux et unitaires

Pour estimer les prélèvements des secteurs industriels et tertiaires, les données 2020 de prélèvements dans les nappes et les rivières de la BNPE ont été allouées par activité principale suivant la nomenclature d'activité française<sup>4</sup> divisée en 38 catégories (NAF)<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Eau de Paris (2022), *Rapport annuel 2021*, 20 p. L'année 2020 s'étant traduite par des baisses de production d'eau potable liées à la crise du Covid, nous avons utilisé les chiffres de 2021.

<sup>2</sup> Eau de Marseille Métropole (2022), *Rapport annuel du délégataire 2021*, 215 p. L'année 2020 s'étant traduite par des baisses de production d'eau potable liées à la crise du Covid, nous avons utilisé les chiffres de 2021.

<sup>3</sup> Société du canal de Provence (2022), *Avenir, rapport d'activité 2021*, 80 p. L'année 2020 s'étant traduite par des baisses de production d'eau potable liées à la crise du Covid, nous avons utilisé les chiffres de 2021.

<sup>4</sup> La NAF est une nomenclature des activités économiques productives, élaborée pour faciliter l'organisation de l'information économique et sociale : voir <https://www.insee.fr/fr/information/2406147>.

<sup>5</sup> Traitement réalisé par le service de statistiques du ministère en charge de la transition écologique (SDES).

Pour obtenir les prélèvements totaux, les volumes d'eau potable<sup>1</sup> utilisés par les activités industrielles et tertiaires ont été ajoutés<sup>2</sup> (voir [Annexe 6](#)). La demande en eau relative au refroidissement des centres de données est incluse dans le tertiaire (voir Encadré 5).

La demande en eau unitaire (m<sup>3</sup>/emplois) utilisée par la suite dans l'évaluation prospective de la demande a été obtenue en divisant le volume total prélevé par le secteur par les effectifs totaux (personnes physiques) de ce secteur (voir Tableau 10). Les effectifs totaux par commune et par code NAF en 2020 ont été obtenus en additionnant les effectifs provenant de différentes bases de données (salariés du privé<sup>3</sup>, intérimaires<sup>4</sup>, agents de la fonction publique<sup>5</sup> et non-salariés<sup>6</sup>) (voir [Annexe 6](#)).

**Tableau 10 – Demandes unitaires pondérées dans l'industrie et la construction ainsi que dans le tertiaire en 2020, en m<sup>3</sup>/emploi**

Secteur	Demande unitaire pondérée (m <sup>3</sup> /emplois)
Industrie et construction	441
Tertiaire	27

Source : calculs France Stratégie, voir [Annexe 6](#)

Pour obtenir les variations mensuelles, pour chaque activité, nous avons pondéré nos résultats de prélèvements en fonction des données de l'Insee : l'indice de production mensuel pour l'industrie<sup>7</sup> et l'indice de chiffre d'affaire pour le tertiaire<sup>8</sup>.

<sup>1</sup> Nous avons considéré que dans la base de données IREP, les volumes d'eau prélevés sur le réseau étaient des volumes d'eau potable. Toutefois, dans certains cas, il semble qu'il s'agisse de réseaux d'eau non potable destinés à un usage industriel. Faute de données suffisantes, nous n'avons pas pu intégrer ces éléments, excepté dans le cas de l'alimentation des industries de l'étang de Berre par le canal de Provence.

<sup>2</sup> Pour une description de la méthode, voir Arambourou H., Ferrière S. et Oliu-Barton M. (2024), *op. cit.*

<sup>3</sup> Base de données ACOSS pour les effectifs salariés du secteur privé.

<sup>4</sup> Calculs France Stratégie d'après la base de données DADS pour l'effectif intérimaire du secteur. Pour les communes sous secret statistique les effectifs ont été considérés égaux à 1.

<sup>5</sup> Calculs France Stratégie d'après la Base tous salariés 2020 de l'Insee pour l'effectif dans la fonction publique. Pour les communes sous secret statistique, les effectifs sont estimés à partir des données du département.

<sup>6</sup> Base de données Insee, [Estimations annuelles d'emplois](#), pour l'effectif non salarié. Base de données T201, Emploi en fin d'année par département et région de France (hors Mayotte), selon le statut (salarié/non salarié) et le secteur d'activité (A5). Les effectifs non salariés à l'échelle de la commune ont ensuite été estimés au prorata des emplois salariés.

<sup>7</sup> Les indices de la production industrielle permettent de suivre l'évolution mensuelle de l'activité industrielle de la France et de la construction. Voir la description [sur le site de l'Insee](#).

<sup>8</sup> Les indices de chiffre d'affaires et de volume des ventes dans le commerce permettent de mesurer mensuellement l'évolution de l'activité (en valeur) des entreprises. Voir la description [sur le site de l'Insee](#).

### Encadré 5 – Eau et refroidissement des centres de données

Plusieurs techniques existent pour refroidir les centres de données : le refroidissement sec à air qui ne nécessite pas d'eau, le refroidissement adiabatique (humidification de l'air par pulvérisation périodique d'eau) et le refroidissement liquide par immersion. La première est aujourd'hui majoritaire en France, mais la dernière pourrait se développer du fait de ses performances plus élevées, notamment dans un contexte où l'intelligence artificielle accroîtrait la demande en refroidissement<sup>1</sup>. À titre d'exemple, en ne considérant que les centres de données dont le projet est engagé en 2023, la croissance de la puissance installée à court et moyen termes s'élève à 44 % en Île-de France<sup>2</sup>. Selon Microsoft, à l'échelle mondiale, les prélèvements d'eau de ses centres de données ont progressé de 34 % entre 2021 et 2022 pour atteindre plus de 6,4 millions de m<sup>3</sup> en 2022 (respectivement 20 % et 26 millions de m<sup>3</sup> pour Google)<sup>3</sup>. Selon les prévisions, ces tendances devraient se poursuivre<sup>4</sup>.

Les centres de données peuvent être référencés soit dans la rubrique « activités informatiques et services d'information » lorsque l'activité principale consiste en la mise à disposition à des tiers de services liés au centre de données, soit dans l'activité principale du propriétaire du centre (par exemple, un centre de données qui appartient à un laboratoire de recherche sera intégré dans la rubrique « recherche et développement scientifique »). Ainsi, en intégrant la croissance des secteurs concernés, nous prenons en compte la croissance des centres de données afférents.

Entre 2021 et 2022 selon une étude de l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ARCEP)<sup>5</sup>, les prélèvements en eau des centres de données interrogés ont augmenté de 20 %, passant de 401 000 m<sup>3</sup> à 482 000 m<sup>3</sup>, en raison notamment des fortes chaleurs de 2022. Sous l'effet combiné du changement climatique et de la croissance du secteur, les prélèvements en eau pour le refroidissement des centres de données pourraient s'accroître dans le futur.

<sup>1</sup> Azarifar M., Arik M. et Chang J.-Y. (2024), « [Liquid cooling of data centers: A necessity facing challenges](#) », *Applied Thermal Engineering*, volume 247.

<sup>2</sup> Institut Paris région (2023), [Le développement des data centers en Île-de-France, éléments pour une stratégie régionale](#), 100 p.

<sup>3</sup> Microsoft (2022), [Environmental sustainability report](#), 81 p. Google (2023), [Environmental report](#), 104 p.

<sup>4</sup> EY-Parthenon (2023), [Baromètre France datacenter 2023](#), juin.

<sup>5</sup> ARCEP (2022), [Enquête annuelle « pour un numérique soutenable](#), 3<sup>e</sup> édition, 69 p.

## 4.2. Prélèvements et consommations en 2020

Les consommations ont été obtenues en multipliant les prélèvements par les facteurs de consommation, qui varient en fonction de l'activité industrielle ou tertiaire<sup>1</sup>.

En 2020, les prélèvements de l'industrie s'élèvent à 2 330 millions de m<sup>3</sup> et les consommations à 420 millions de m<sup>3</sup>. Les prélèvements sont particulièrement élevés dans les bassins versants présentant de grandes plateformes industrielles, tels que le bassin versant des rivières d'Île-de-France (330 millions de m<sup>3</sup> de prélèvements), de l'Escaut avec la plateforme de Dunkerque (170 millions de m<sup>3</sup>), du Rhône amont avec notamment la plateforme de la vallée de la chimie (155 millions de m<sup>3</sup>) et des fleuves côtiers Côte d'Azur avec la plateforme de Fos-sur-Mer (90 millions de m<sup>3</sup>). Les variations mensuelles sont faibles : de 180 millions de m<sup>3</sup> de prélèvements en août à 215 millions de m<sup>3</sup> en mars.

Les prélèvements du tertiaire s'élèvent à 620 millions de m<sup>3</sup> et les consommations à 110 millions de m<sup>3</sup>. Les prélèvements du bassin versant rivières d'Île-de-France, qui concentre une part importante de l'activité tertiaire de l'Hexagone, représente à lui seul 35 % des prélèvements totaux du tertiaire. Les variations mensuelles des prélèvements du tertiaire sont faibles.

## 5. Le résidentiel

Les prélèvements du résidentiel sont obtenus grâce aux données de la BNPE auxquelles on ajoute une estimation des prélèvements provenant des forages domestiques. Ces prélèvements sont territorialisés à l'échelle des bassins versants. Les transferts d'eau entre bassins versants – le fait que l'eau ne soit pas utilisée dans le bassin de prélèvement – sont intégrés (voir Encadré 4 plus haut).

### 5.1. Population

Pour obtenir la demande unitaire (en m<sup>3</sup>/habitant), utilisée par la suite dans l'exercice prospectif, les prélèvements ont été divisés par la population. La population de chaque bassin versant est obtenue grâce aux données de population de l'Insee à l'échelle communale<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Voir l'annexe méthodologique de Arambourou H., Ferrière S. et Oliu-Barton M. (2024), *op. cit.*

<sup>2</sup> Voir le recensement de la population [sur le site de l'Insee](https://www.insee.fr/fr).

Au cours d'une année, des mouvements de population sont observés dans certains territoires, en raison de l'activité touristique<sup>1</sup>. Chaque département a été catégorisé selon son profil touristique (voir [Annexe 7](#)). Ceci nous a permis d'attribuer à chaque territoire des mouvements mensuels de population.

### Encadré 6 – L'effet du tourisme sur les prélèvements

Les prélèvements associés au tourisme sont liés non seulement aux équipements (golf, piscine, thermes, canons à neige, etc.) mais également au surcroît de population qui utilise de l'eau potable (hébergement, arrosage des jardins, etc.)<sup>2</sup>. En France, il a été montré que 10 % de l'eau potable prélevée par le secteur résidentiel l'était pour le tourisme (6 % pour le tourisme domestique et 4 % pour le tourisme international)<sup>3</sup>. Comme l'activité touristique se concentre dans des zones peu arrosées, comme le sud-est de la France, la pression exercée par cette activité peut être non négligeable.

Les prélèvements de l'activité touristique sont étroitement corrélés au nombre et à la durée des nuitées touristiques, au standard hôtelier et enfin aux équipements touristiques. Plus le standard hôtelier est élevé, plus les prélèvements sont importants : les prélèvements par personne sont multipliés par plus de deux pour les clients des hôtels de quatre et cinq étoiles<sup>4</sup>. Les équipements touristiques, tels que les canons à neige ou les golfs, contribuent à accroître les prélèvements en eau. Une récente étude<sup>5</sup> montre que les prélèvements annuels du tourisme s'élèvent en France hexagonale à 335 millions de m<sup>3</sup>, dont 59 % pour l'hébergement, 27 % pour la restauration et 12 % pour la production de neige artificielle et l'arrosage des golfs<sup>6</sup>. L'activité thermale n'est pas intégrée au secteur touristique, bien qu'elle soit étroitement liée à ce secteur. Les prélèvements des stations thermales les plus importantes peuvent atteindre 500 000 m<sup>3</sup>/an et par station.

<sup>1</sup> Ne sont considérés ici que les mouvements liés à du tourisme non marchand (résidence secondaire, et hébergements dans la famille ou chez des amis), le tourisme marchand, notamment les nuitées à l'hôtel et en campings, étant intégré au secteur tertiaire.

<sup>2</sup> Gössling S. (2015), « [New performance indicators for water management in tourism](#) », *Tourism management*, vol 46, p 233-244, Elsevier.

<sup>3</sup> Gössling S. *et al.* (2015), « [Tourism and water use: Supply, demand, and security. An international review](#) », *Tourism management*, vol 33, p 1-15, Elsevier.

<sup>4</sup> Direction générale des entreprises (2024), [Gestion de l'eau dans le secteur du tourisme](#), *Analyse et synthèse*, 9 p.

<sup>5</sup> *Ibid.*

<sup>6</sup> Les 2 % restants sont dédiés aux sites culturels et de loisir et au transport fluvial.

Dans la présente étude, les prélèvements liés à l'activité touristique sont intégrés dans le secteur résidentiel (résidence secondaire), ainsi que dans le secteur tertiaire (dans les catégories hébergement, restauration, activités sportives, récréatives et de loisirs). Si la granularité de notre approche ne nous permet pas de déterminer les prélèvements liés uniquement à l'activité touristique, nous pouvons néanmoins avoir un aperçu du poids de ce secteur<sup>1</sup>.

À titre d'exemple, en 2020, les prélèvements associés à l'hébergement, la restauration et les activités de loisirs, qui comprennent en partie la demande touristique, s'élèvent à 257 000 m<sup>3</sup> dans le bassin versant de Corse soit 14 % des prélèvements du tertiaire en Corse alors qu'ils ne représentent que 9 % des prélèvements du tertiaire dans le bassin versant de la Mayenne.

## 5.2. Demande unitaire

La demande unitaire en prélèvements (m<sup>3</sup>/habitant) pour l'année 2020 est calculée dans les quarante bassins versants comme le ratio des prélèvements du secteur résidentiel (données de la BNPE auxquelles sont ajoutées des estimations des prélèvements des forages domestiques, voir [Annexe 7](#)) à la population du bassin versant<sup>2</sup>.

Cette demande unitaire est mensualisée pour prendre en compte deux effets. Le premier consiste en une surutilisation d'eau, pouvant atteindre 3 % par mois, au cours des mois les plus chauds (juillet et août)<sup>3</sup>. Le second a trait à l'utilisation de forages. Dans la présente étude nous émettons l'hypothèse que les eaux de forage sont prélevées uniquement entre les mois de mai et de septembre.

La demande unitaire est plus élevée dans le sud que dans le nord de la France d'environ 15 % en moyenne. Cet écart s'explique par différents facteurs, notamment le climat, le type d'habitat (individuel ou collectif, présence de piscine ou jardin) et le niveau de revenu<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Parce que ces activités du secteur tertiaire ne sont pas uniquement liées au tourisme. Par exemple, l'hébergement du secteur tertiaire comprend les nuitées du tourisme mais aussi les nuitées pour déplacements professionnels. Selon l'Insee, 95 % des nuitées sont pour des raisons personnelles (tourisme) et 5 % pour des raisons professionnelles ([www.insee.fr/fr/statistiques/6436616](http://www.insee.fr/fr/statistiques/6436616)).

<sup>2</sup> Pour les communes de Paris et de Marseille et sa périphérie, une partie de l'eau du réseau d'eau potable provient d'autres bassins versants. Nous avons donc affecté les prélèvements à ces bassins versants et non au bassin de population (voir Encadré 4).

<sup>3</sup> Tendances observées par certaines agences de l'eau.

<sup>4</sup> Montginoul M. (2013), « [La consommation d'eau en France : historique, tendances contemporaines, déterminants](#) », *Sciences, Eaux & Territoires*, n° 10, p. 68-73.

### 5.3. Le taux de fuites des réseaux

Les taux de fuites des réseaux d'adduction en eau potable proviennent de la base de données SISPEA<sup>1</sup> (voir [Annexe 7](#)). On observe une disparité des taux de fuites entre territoires. Certains bassins versants très ruraux (Meuse, Durance ou Garonne amont, par exemple) présentent des taux élevés. Ceci peut s'expliquer par un plus grand linéaire de réseau dans les territoires ruraux, par une plus faible capacité d'intervention des services techniques, par des interventions plus rares sur la voirie concourant à la détection de fuites, et enfin par des contraintes liées au relief.

### 5.4. Prélèvements et consommations en 2020

Les consommations ont été obtenues en multipliant les prélèvements par les facteurs de consommation, qui varient selon les bassins versants : ceux qui présentent le plus de forages ont des facteurs plus élevés, car la quasi-totalité de l'eau de forage est considérée comme consommée<sup>2</sup>. En 2020, les prélèvements du résidentiel s'élèvent à 4 400 millions de m<sup>3</sup> et les consommations à 700 millions de m<sup>3</sup>.

Les quatre bassins versants où sont situés les quatre plus grandes métropoles (Paris, Lyon, Marseille, Lille<sup>3</sup>), qui regroupent 50 % de la population, présentent les prélèvements les plus élevés. En particulier, le bassin versant des rivières d'Île-de-France concentre 15 % des prélèvements totaux du secteur résidentiel et les prélèvements de ce secteur pèsent pour 41 % des prélèvements totaux du bassin.

## 6. Les canaux de navigation

Les volumes de prélèvements pour les canaux de navigation proviennent de la BNPE. De plus, nous nous sommes appuyés sur les informations transmises par Voies navigables de France (VNF). En particulier, nous avons considéré que les prélèvements pour alimenter les canaux sont majoritairement réalisés entre les mois d'octobre et de mai, et stockés en partie pour alimenter les canaux en période de basses eaux (voir [Annexe 8](#)). Nous avons considéré que les consommations par évaporation se concentrent entre les mois de juillet et août, avec un facteur de consommation de 1,2 % du volume total transitant par les canaux<sup>4</sup> (voir [Annexe 8](#)).

---

<sup>1</sup> <https://www.services.eaufrance.fr/pro/telechargement>

<sup>2</sup> Le facteur de consommation moyen (hors forage domestique) est de 12 % pour l'eau du réseau d'eau potable et de 90 % pour l'eau prélevée depuis un forage domestique.

<sup>3</sup> Lyon est à cheval sur deux bassins versants : Saône aval et Rhône amont.

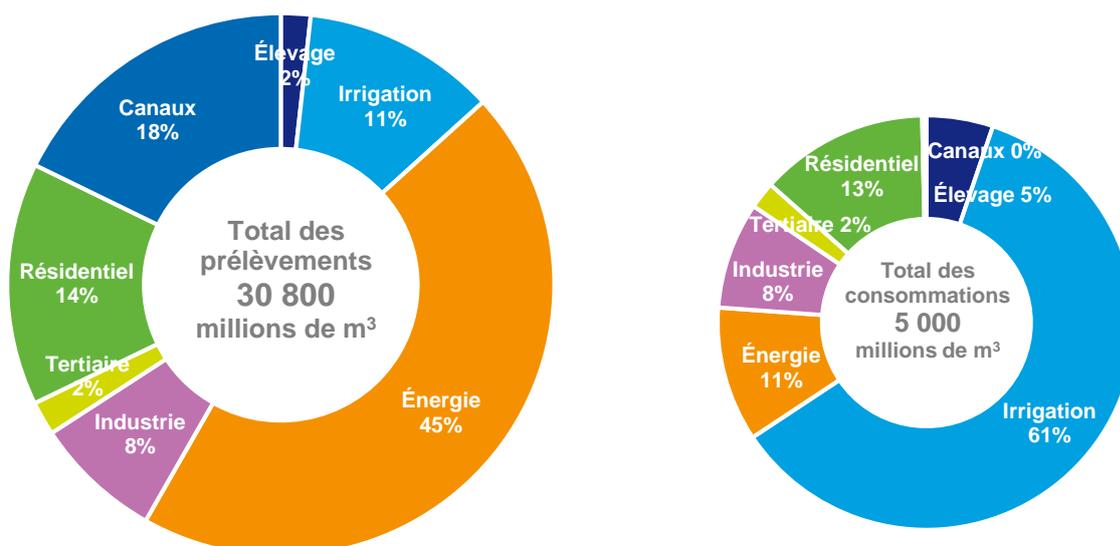
<sup>4</sup> Pour plus de détails, voir Arambourou H., Ferrière S. Et Oliu-Barton M. (2024), *op. cit.*

## 7. Synthèse des prélèvements et consommations en 2020

En 2020, selon notre modèle, les prélèvements totaux s'élèvent à 30 800 millions de m<sup>3</sup> et les consommations à 5 000 millions de m<sup>3</sup>. Ces estimations sont légèrement supérieures aux volumes de 30 200 millions de m<sup>3</sup> et 4 400 millions de m<sup>3</sup> identifiés dans Arambourou, Ferrière et Oliu-Barton (2024)<sup>1</sup>. En effet, d'une part, ils intègrent des volumes estimés pour l'élevage non pris en compte dans le précédent travail et, d'autre part, les estimations des volumes d'irrigation déterminés par notre modèle de bilan hydrique<sup>2</sup> sont légèrement supérieures aux volumes renseignés dans la BNPE (voir [Annexe 4](#)).

À l'échelle nationale, l'énergie est le premier préleveur, avec 45 % des prélèvements totaux, et l'irrigation la première consommatrice, avec 61 % des consommations totales (voir Graphique 4).

**Graphique 4 – Répartition des prélèvements (à gauche) et des consommations (à droite) en 2020 estimés par notre modèle par secteur d'activité**



Lecture : en 2020, l'énergie représente 45 % des prélèvements totaux et 11 % des consommations totales.

Source : France Stratégie

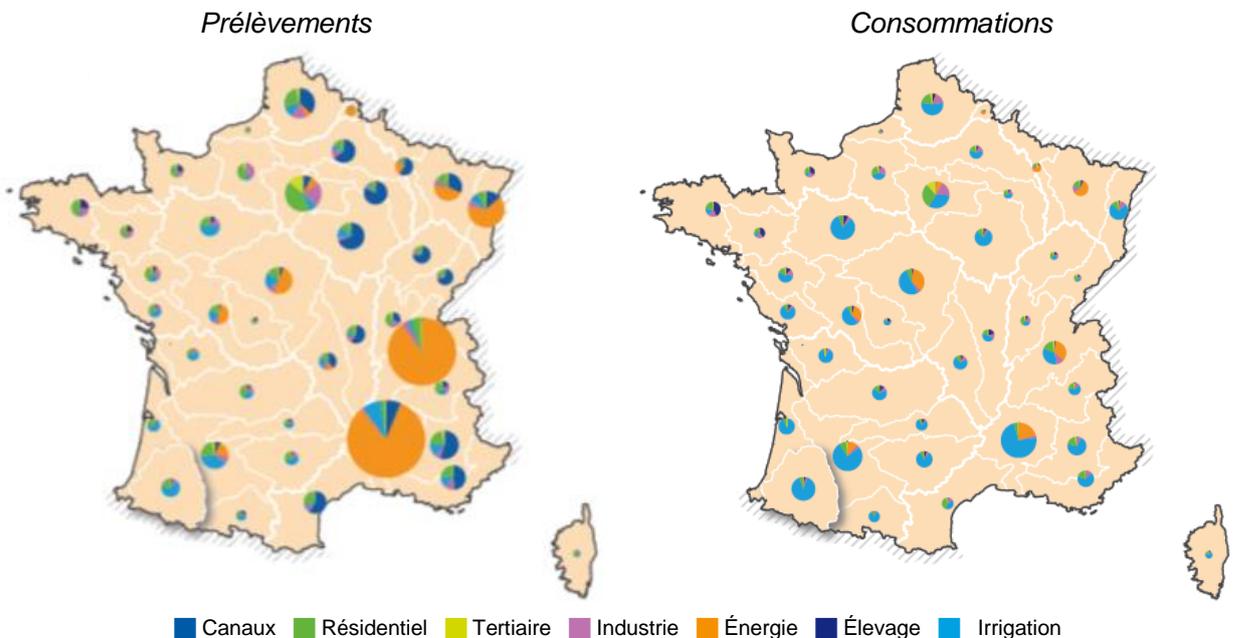
Les prélèvements sont particulièrement élevés dans la vallée du Rhône, avec 5 600 et 7 300 millions de m<sup>3</sup> prélevés dans les bassins versants Rhône amont et Rhône aval (voir Carte 3). Plus de 85 % de ces prélèvements sont liés au refroidissement des centrales nucléaires. Le

<sup>1</sup> Consommation hors évaporation des stockages. Voir Arambourou H., Ferrière S. et Oliu-Barton M. (2024), « [Prélèvements et consommations en eau : quels enjeux et usages ?](#) », *op. cit.*

<sup>2</sup> Ces volumes ont été calés sur l'année 2017, pour laquelle étaient disponibles les données de l'enquête pratique culturelle sur les grandes cultures.

volume total prélevé dans le bassin hydrographique Rhône-Méditerranée obtenu par notre modèle (16 400 millions de m<sup>3</sup>) est identique à celui obtenu dans d'autres travaux<sup>1</sup>.

**Carte 3 – Prélèvements et consommations d'eau en 2020  
estimés par notre modèle sur les quarante bassins versants, par secteur d'activité**



Note : les camemberts sont proportionnels aux volumes prélevés ou consommés, avec des prélèvements variant entre bassins versants de 39 millions de m<sup>3</sup> (côtiers Artois) à 7 300 millions de m<sup>3</sup> (Rhône aval) et des consommations variant dans ces mêmes bassins de 9 millions à 570 millions de m<sup>3</sup>.

Lecture : 400 millions de m<sup>3</sup> ont été prélevés dans le bassin versant de l'Adour (en relief) dont 63 % pour l'irrigation. Dans ce même bassin, 250 millions de m<sup>3</sup> ont été consommés, essentiellement pour l'irrigation.

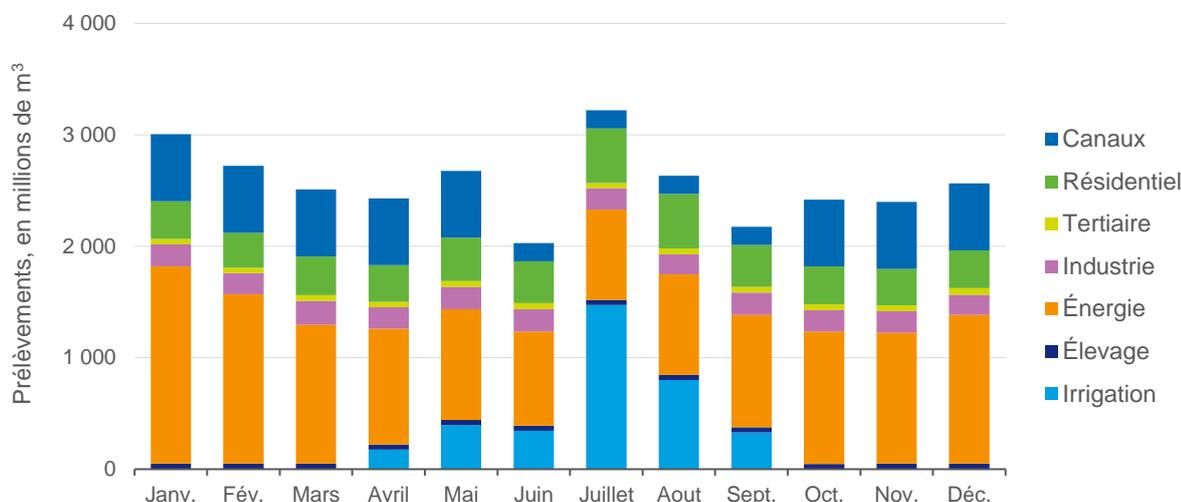
Source : France Stratégie, d'après la méthode décrite précédemment, fond de carte IGN

Alors que les prélèvements d'eau pour le refroidissement des centrales nucléaires diminuent entre les mois de mai et septembre, ceux pour l'irrigation augmentent au cours de la même période. En 2020, le mois de juillet a été particulièrement sec, avec un déficit pluviométrique de 70 % par rapport à la normale, ce qui explique des prélèvements importants pour l'irrigation (voir Graphique 5 page suivante).

Dans quasiment tous les bassins versants, les consommations agricoles sont majoritaires (voir Carte 3), ce qui s'explique par le fait que la quasi-totalité de l'eau utilisée en irrigation est consommée car évapotranspirée par les plantes. Ces consommations ont la particularité de se concentrer pendant les mois les plus chauds de l'année (voir Graphique 6).

<sup>1</sup> BRLi (2023), *Étude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique*, synthèse de la Mission 1 (diagnostic actualisé de la situation hydrologique du fleuve).

**Graphique 5 – Prélèvements mensuels d'eau estimés par notre modèle par secteur d'activité en 2020, en millions de m<sup>3</sup>**

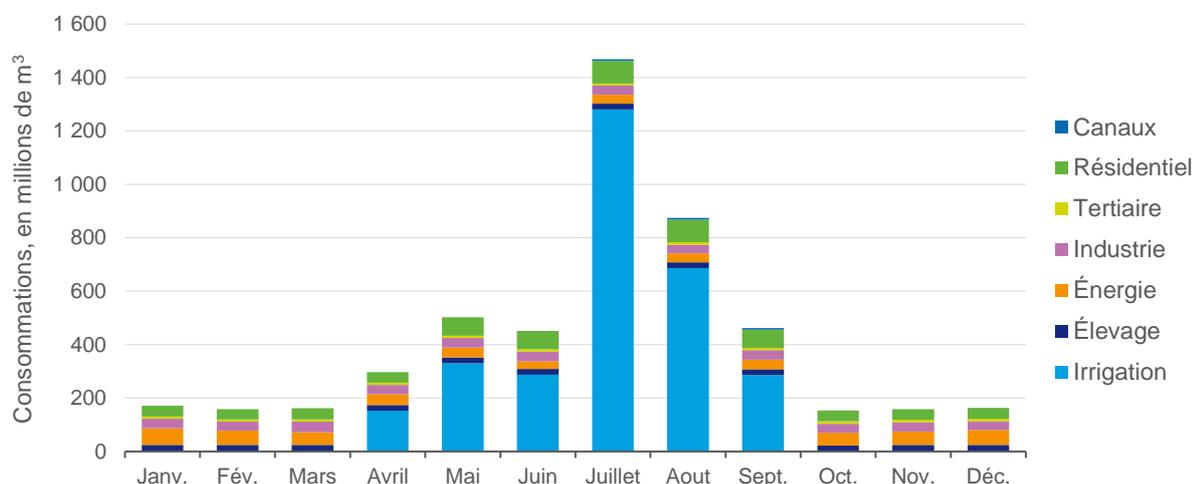


Note : le mois de juillet de l'année 2020 a été particulièrement sec selon Météo France<sup>1</sup>. On constate ainsi une demande pour l'irrigation très élevée pour ce mois.

Lecture : en 2020, près de 3 200 millions de m<sup>3</sup> ont été prélevés au mois de juillet, dont 46 % pour l'irrigation.

Source : France Stratégie, d'après la méthode décrite précédemment

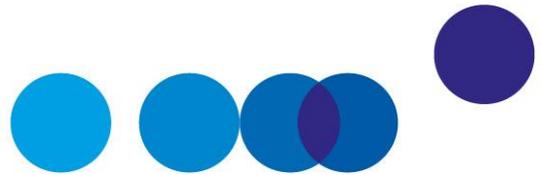
**Graphique 6 – Consommations mensuelles d'eau estimées par notre modèle par secteur d'activité en 2020, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2020, 850 millions de m<sup>3</sup> ont été consommés au mois d'août. Près de 80 % de cette consommation est expliquée par l'irrigation.

Source : France Stratégie, d'après la méthode décrite précédemment

<sup>1</sup> Météo France (2021), *2020 : au 1<sup>er</sup> rang des années les plus chaudes en France depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle*, bilan climatique de l'année 2020 sur la France métropolitaine.



## CHAPITRE 3

# DESCRIPTION DES TROIS SCÉNARIOS D'USAGE

---

### 1. L'élevage

Les prélèvements futurs de l'élevage sont liés à l'évolution du cheptel.

Nous avons évalué un nombre d'animaux en 2030 et en 2050, pour nos trois scénarios d'usage comme suit :

- Pour le scénario tendanciel, entre 2020 et 2030, nous avons prolongé les tendances régionalisées 2010-2020 fournies par le service de statistiques agricoles du ministère en charge de l'agriculture<sup>1</sup>. Puis nous avons supposé un rythme d'évolution divisé par deux pour la période 2030-2050, les tendances observées n'étant généralement pas maintenues au même rythme dans un temps long. L'évolution du nombre d'animaux a ensuite été territorialisée des régions administratives aux quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant. À noter que des données plus récentes mettent en évidence une baisse du cheptel bovin qui s'accélère entre 2017 et 2023<sup>2</sup>.
- Pour le scénario politiques publiques, nous nous sommes appuyés sur les données du plan national intégré énergie – climat<sup>3</sup> et sur celles fournies par le ministère en charge de la transition écologique pour le scénario avec mesures supplémentaires (AMS) du run 2 de la SNBC 3 en cours d'instruction<sup>4</sup>. Nous avons effectué une territorialisation au niveau des régions administratives en nous appuyant sur les tendances passées

---

<sup>1</sup> Agreste (2023), « [Statistique agricole annuelle, séries longues depuis 2010](#) », SSP, ministère en charge de l'agriculture.

<sup>2</sup> Agreste (2024), « [Production bovine en France : la baisse se confirme en 2023](#) », *Synthèses conjoncturelles*, n° 428, juillet.

<sup>3</sup> *Plan national intégré énergie-climat pour la France*, juin 2024, 305 p.

<sup>4</sup> La SNBC 3 est en cours d'instruction. Par conséquent, les hypothèses utilisées dans cette étude pourront être différentes de celles de la version finale de la SNBC 3.

observées et en effectuant un rééquilibrage de façon à limiter l'hyperspécialisation actuelle<sup>1</sup> et à permettre une relocalisation de la production alimentaire au plus près des bassins de consommation<sup>2</sup>. L'évolution du nombre d'animaux a ensuite été territorialisée des régions administratives aux quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

- Pour le scénario de rupture, nous nous sommes appuyés sur les données à l'échelle nationale fournies par l'Ademe relatives au scénario « coopérations territoriales » (S2) de l'étude Transition(s) 2050<sup>3</sup>. Comme pour le scénario politiques publiques, nous avons effectué une territorialisation au niveau des régions administratives en nous appuyant sur les tendances passées observées et en effectuant un rééquilibrage de façon à limiter l'hyper spécialisation actuelle. L'évolution du nombre d'animaux a ensuite été territorialisée des régions administratives aux quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

Nous n'avons pas considéré d'évolution de la demande en abreuvement liée au changement climatique. Toutefois, cette demande pourrait être modifiée par une augmentation de la transpiration des animaux en période de fortes chaleurs ou à l'inverse par une diminution de cette transpiration du fait du développement de l'agroforesterie, les arbres apportant de l'ombre et de la fraîcheur.

Nous obtenons les évolutions suivantes. À l'échelle nationale, on observe une diminution croissante du cheptel de bovins et de porcins et truies entre le scénario tendanciel et le scénario de rupture (voir Graphique 7). Ainsi, entre 2020 et 2050, le cheptel de bovins diminue de 10 % dans le scénario tendanciel, de 29 % dans le scénario politiques publiques et de 41 % dans le scénario de rupture. Le cheptel de porcins et truies diminue quant à lui de 4 % dans le scénario tendanciel, de 30 % dans le scénario politiques publiques et de 53 % dans le scénario de rupture. Alors que le cheptel de volailles augmente dans le scénario tendanciel (+ 3% à horizon 2050), il diminue dans le scénario de rupture (- 13 %) et se stabilise dans le scénario politiques publiques.

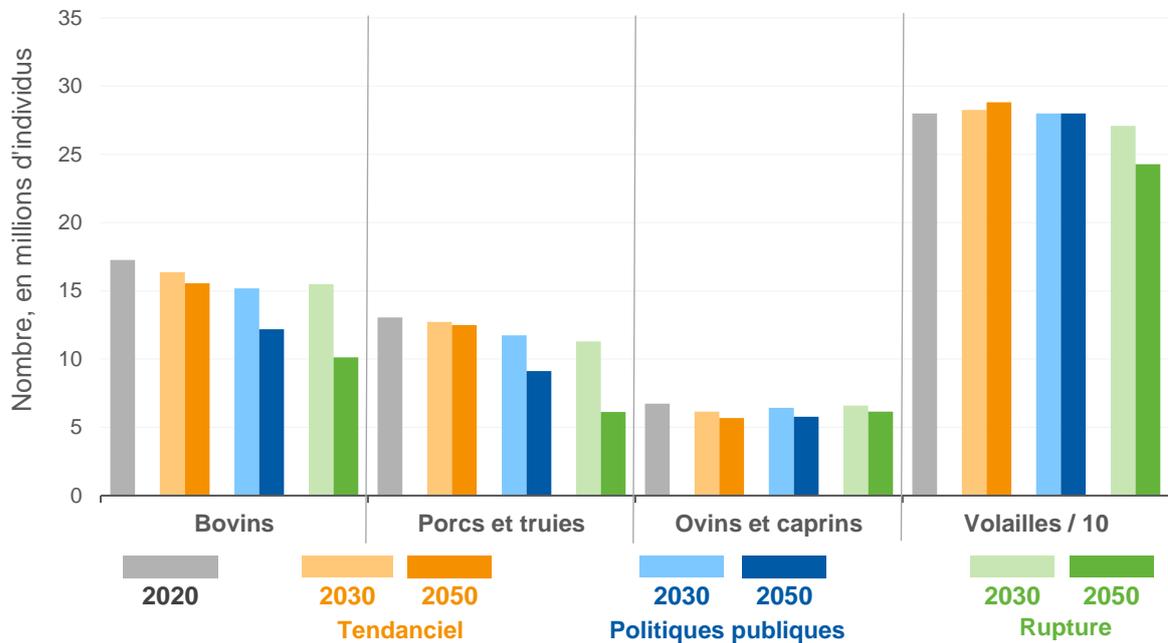
---

<sup>1</sup> Centre d'études et de prospective (2024), « [Concentration et spécialisation en agriculture à l'aune des recensements agricoles de 1970 et 2020](#) », *Analyse*, n° 199, février.

<sup>2</sup> Cette relocalisation au plus près des bassins de consommation est inscrite dans l'orientation A5 de la Stratégie nationale bas carbone (2020), [La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone](#), mars, ainsi que dans la loi n° 2014-1170 du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt.

<sup>3</sup> Ademe (2021), [Transitions 2050 – Choisir maintenant – Agir pour le climat](#), éditions Ademe, 687 p.

**Graphique 7 – Nombre d'individus dans les cheptels entre 2020 et 2050 dans les trois scénarios d'usage, en millions**



Note : le nombre de volailles a été divisé par 10 pour plus de lisibilité.

Lecture : en 2020, le cheptel de volailles s'élève à 280 millions d'individus. En 2050, il s'élève à 288 millions dans le scénario tendanciel et à 243 millions dans le scénario de rupture.

Source : calculs France Stratégie, d'après les données du recensement général agricole 2020 et les hypothèses d'évolution décrites dans le document

## 2. L'irrigation des cultures

Les prélèvements mensuels en eau pour l'irrigation sont liés : i) au climat, ii) aux cultures mises en place, iii) au taux d'équipement en irrigation, iv) à l'efficacité des infrastructures d'irrigation, v) à l'équipement en outils d'aide au pilotage de l'irrigation, vi) à la présence de retenues de substitution et vii) aux pratiques agroécologiques.

Pour chaque horizon de temps, pour évaluer le besoin en eau d'irrigation, un printemps-été sec et un printemps-été pluvieux (dit humide) sont étudiés. Nous considérons que la surface agricole totale demeure constante au cours du temps.

### 2.1. Les cultures en place

**Pour le scénario tendanciel**, entre 2020 et 2030, nous avons prolongé les tendances régionalisées 2010-2020 fournies par le service de statistiques agricoles du ministère en

charge de l'agriculture<sup>1</sup>, puis nous avons supposé un rythme d'évolution divisé par deux pour la période 2030-2050. Les variations de surfaces ont ensuite été territorialisées des régions administratives aux quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

**Pour le scénario politiques publiques**, nous avons utilisé les données fournies à l'échelle nationale par le ministère en charge de la transition écologique pour le scénario avec mesures supplémentaires (AMS) du run 2 de la SNBC 3. Nous avons effectué une territorialisation au niveau des régions administratives en nous appuyant sur les évolutions territoriales observées sur certaines cultures et décrites dans Devisme (2023)<sup>2</sup>. En particulier, la croissance du soja est répartie sur tout le territoire, le maïs grain, le tournesol et le colza migrent vers le nord, tandis que le pois chiche se développe surtout dans le sud. Les variations de surfaces ont ensuite été territorialisées des régions administratives aux quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

**Pour le scénario de rupture**, nous avons utilisé les données à l'échelle nationale du scénario « coopérations territoriales » de l'étude Transition(s) 2050, fournies par l'Ademe<sup>3</sup>. Comme pour le scénario politiques publiques, nous avons effectué une territorialisation au niveau des régions administratives en nous appuyant sur les migrations de cultures actuellement observées. Les variations de surfaces ont ensuite été territorialisées des régions administratives aux quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

Nous obtenons les évolutions suivantes. Entre 2020 et 2050, les surfaces en maïs grain et semences diminuent de 11 % dans le scénario tendanciel, de 15 % dans le scénario politiques publiques et de 36 % dans le scénario de rupture (voir Graphique 8). En lien avec la diminution du cheptel, les surfaces de cultures fourragères diminuent de 36 % et 58 % dans les scénarios politiques publiques et de rupture, respectivement. Du fait de politiques publiques de renforcement de l'autonomie protéique pour l'alimentation animale, les surfaces de protéagineux (féveroles, lupins, pois, etc.) et de soja croissent dans tous les scénarios. Les surfaces de légumes frais augmentent également dans tous les scénarios : +28 % dans le scénario tendanciel, +75 % dans le scénario politiques publiques et +168 % dans le scénario de rupture. De même, les surfaces de vergers s'accroissent de +19 % dans le scénario tendanciel, +64 % dans le scénario politiques publiques et +98 % dans le scénario de rupture. À l'opposé, les surfaces en vigne diminuent dans tous les

---

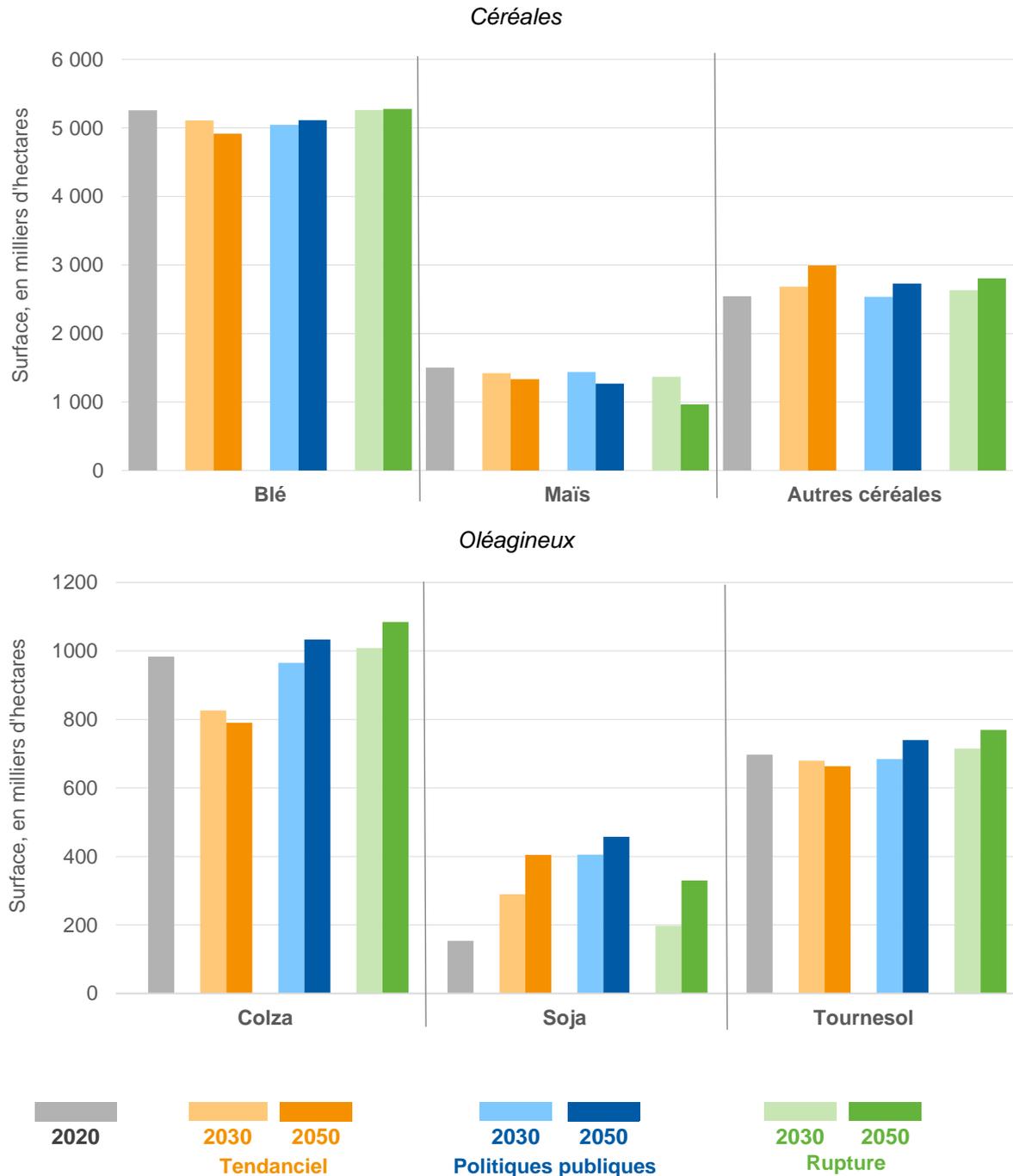
<sup>1</sup> Agreste (2023), « [Statistique agricole annuelle, séries longues depuis 2010](#) », SSP, ministère en charge de l'agriculture.

<sup>2</sup> Devisme S. (2023), [Des cultures qui migrent et qui se développent à la faveur du changement climatique](#), rapport d'étude de la délégation interministérielle pour le Varenne agricole de l'eau et de l'adaptation au changement climatique, 69 p.

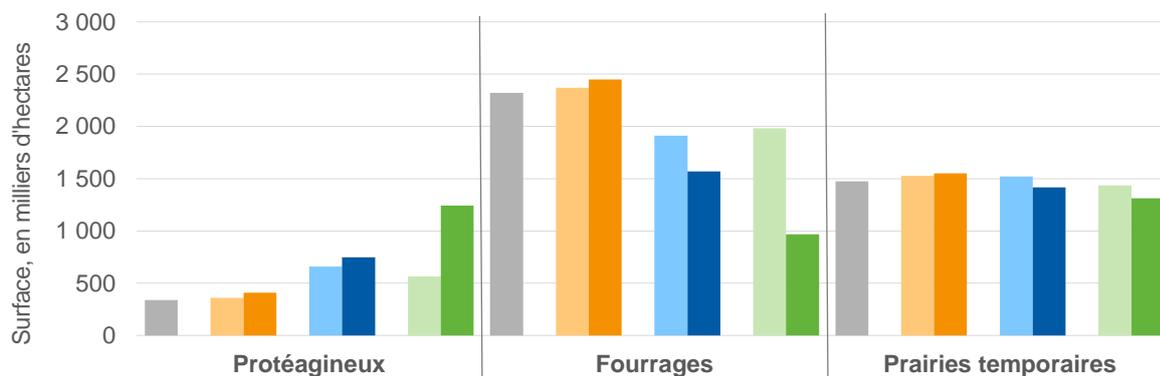
<sup>3</sup> Ademe (2021), [Transitions 2050 – Choisir maintenant – Agir pour le climat](#), éditions Ademe, 687 p.

scénarios : -2 % dans le scénario tendanciel, -5 % dans le scénario politiques publiques et -20 % dans le scénario de rupture. Alors que les surfaces en pommes de terre et betteraves à sucre augmentent dans le scénario tendanciel (+19 % et +81 % respectivement), elles diminuent dans les deux autres scénarios, notamment du fait du développement d'autres cultures (soja, légumes, fruits, etc.).

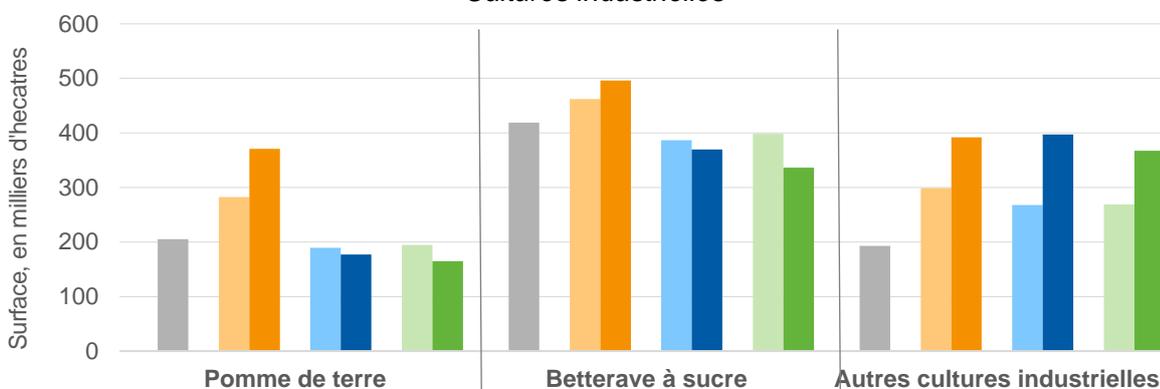
**Graphique 8 – Surfaces des principales cultures entre 2020 et 2050 dans les trois scénarios d'usage, en milliers d'hectares**



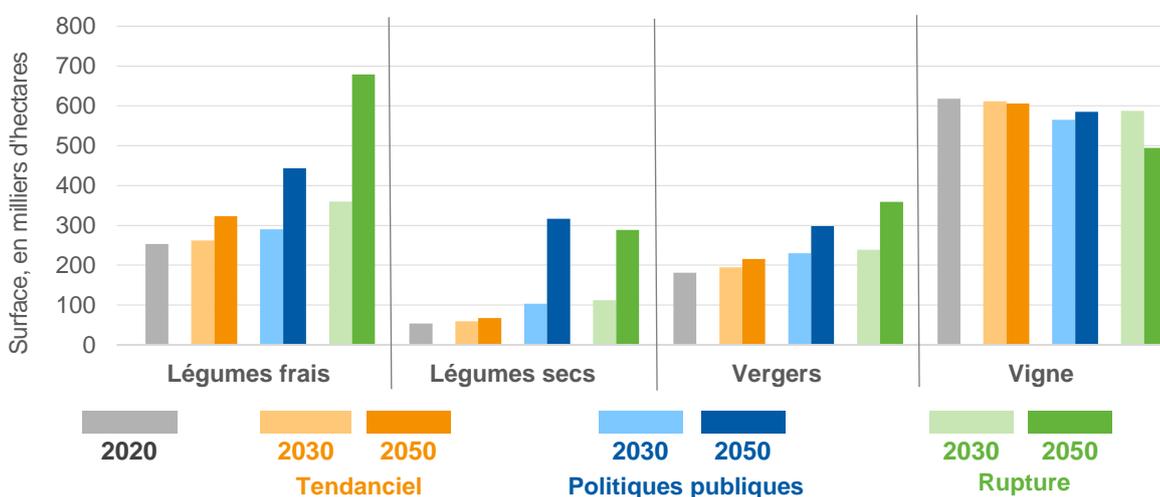
### Fourrages et protéagineux



### Cultures industrielles



### Légumes, vergers et vignes



Note : le terme maïs ne concerne que le maïs grain et semence. Le maïs fourrage est dans la catégorie fourrages et le maïs doux dans la catégorie légumes frais. La catégorie blé regroupe le blé dur et le blé tendre.

Lecture : en 2020, les surfaces de maïs grain s'élèvent à 1 500 milliers d'hectares. Elles diminuent dans tous les scénarios et atteignent en 2050 1 335 milliers d'hectares dans le scénario tendanciel et 965 milliers d'hectares dans le scénario de rupture.

Source : calculs France Stratégie, d'après les hypothèses appliquées aux surfaces du RPG 2020 ([Registre parcellaire graphique](#))

Concernant les cultures pérennes à vocation énergétique (miscanthus et taillis à courte rotation notamment), elles se développent dans tous les scénarios et plus particulièrement dans les scénarios politiques publiques et de rupture (voir Tableau 11). Néanmoins, leurs surfaces demeurent marginales : dans le scénario politiques publiques où elles croissent drastiquement, elles représentent moins de 3 % des surfaces agricoles en 2050. Leur taux d'équipement en irrigation demeure faible : il passe de 2 % en 2020 à 3 % en 2050. Dans la présente étude, nous n'avons pas considéré l'irrigation des cultures intermédiaires à vocation énergétique utilisées en cultures dérobées.

**Tableau 11 – Surfaces des cultures pérennes à vocation énergétique en 2020 et 2050 dans les trois scénarios d'usage, en milliers d'hectares**

2020	Scénario tendanciel	Scénario politiques publiques	Scénario de rupture
13	43	670	629

Source : calculs France Stratégie, d'après les hypothèses appliquées aux surfaces du registre parcellaire graphique 2020<sup>1</sup>

## 2.2. Le taux d'équipement en irrigation

Dans le **scénario tendanciel**, les tendances observées en matière d'évolution des surfaces irrigables<sup>2</sup> par bassin versant entre 2010 et 2020<sup>3</sup> (voir Carte 4) se poursuivent entre 2020 et 2030 (+23 % en dix ans à l'échelle de la France), puis ralentissent entre 2030 et 2050. En effet, nous considérons que la dynamique de croissance des surfaces équipées pourrait ralentir du fait de la croissance des coûts énergétiques<sup>4</sup> et des coûts de maintenance<sup>5</sup> inhérents aux systèmes d'irrigation.

<sup>1</sup> <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/rpg-2020-registre-parcellaire-graphique/>

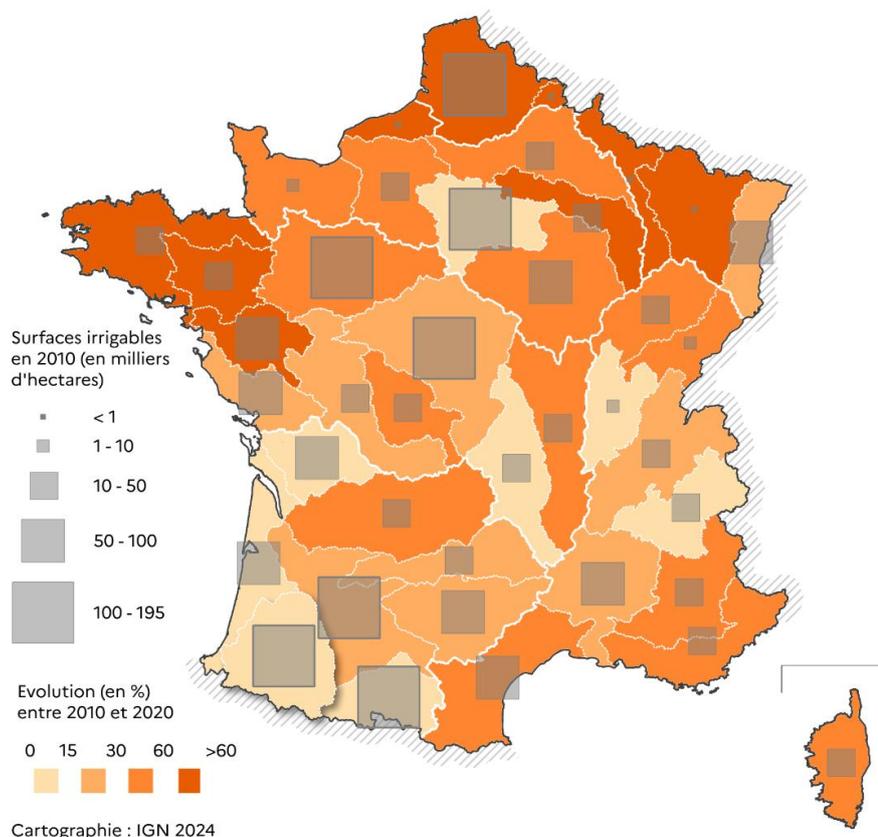
<sup>2</sup> Les surfaces irrigables sont les surfaces équipées en irrigation. Elles sont supérieures aux surfaces irriguées, toutes les surfaces équipées n'étant pas irriguées chaque année.

<sup>3</sup> Calculs France Stratégie, d'après le recensement général agricole 2010 et 2020 (accès CASD).

<sup>4</sup> Rodriguez-Dias J.-A., Pérez-Urrestarazu L, Camacho-Poyato E. et Montesinos P. (2011), « [The paradox of irrigation scheme modernization: more efficient water use linked to higher energy demand](#) », *Spanish Journal of Agriculture Research*, vol. 9 (4), novembre.

<sup>5</sup> Sanchis-Ibor C., Ortega-Reig M., Guillem-Garcia A., Carricondo J., Manzano-Juarez J., Garcia-Molla M. et Royuela A. (2021), « [Irrigation post-modernization. Farmers envisioning irrigation policy in the region of Valencia \(Spain\)](#) », *Agriculture*, vol. 11 (317), février.

**Carte 4 – Évolution des surfaces irrigables entre 2010 et 2020 dans les quarante bassins versants, en pourcentage**



Lecture : entre 2010 et 2020, les surfaces irrigables ont crû de moins de 15 % dans le bassin versant de l'Adour (en relief sur la carte).

Source : calculs France Stratégie, d'après le recensement général agricole 2010 et 2020

**Dans le scénario politiques publiques**, nous considérons que l'évolution des surfaces irrigables est identique à celle du scénario tendanciel. L'objectif est de maintenir des rendements agricoles élevés.

**Dans le scénario de rupture**, en accord avec les hypothèses du scénario « coopérations territoriales » de l'étude Transition(s) 2050 de l'Ademe, par rapport à 2020, les surfaces irrigables augmentent de 3,9 % entre 2020 et 2030 puis de 7,5 % entre 2030 et 2050, en lien notamment avec le développement du maraîchage et de l'arboriculture. La croissance est uniformément répartie entre les différents bassins versants.

Les taux de croissance des surfaces équipées en irrigation entre 2020 et 2050 pour les trois scénarios sont donnés dans le Tableau 12.

**Tableau 12 – Croissance des surfaces équipées en irrigation entre 2020 et 2050 dans les trois scénarios d'usage, en pourcentage**

Scénario tendanciel	Scénario politiques publiques	Scénario de rupture
50 %	50 %	12 %

Source : hypothèses France Stratégie, déterminées en se fondant sur le recensement général agricole 2010 et 2020 et du scénario « coopérations territoriales » de l'Ademe

### 2.3. L'efficacité des infrastructures d'irrigation

**Dans le scénario tendanciel**, les fuites des réseaux collectifs d'irrigation sont constantes entre 2020 et 2050. Entre 2020 et 2030, la micro irrigation se développe au détriment de l'aspersion notamment sur les cultures à haute valeur ajoutée, au rythme observé entre 2010 et 2020, c'est-à-dire à l'échelle de la France de quatre points de pourcentage en dix ans (voir Tableau 13). Entre 2030 et 2050, il n'y a plus d'évolution des modes d'irrigation<sup>1</sup>.

**Tableau 13 – Part de chaque mode d'irrigation en 2010 et en 2020, selon le recensement général agricole, et en 2030 et 2050 selon nos projections dans les trois scénarios**

	Aspersion	Micro irrigation	Gravitaire
2010	91 %	5 %	4 %
2020	87 %	9 %	4 %
2030	83 %	14 %	4 %
2050	83 %	14 %	4 %

Source : calculs France Stratégie, d'après le recensement général agricole 2010 et 2020

**Dans le scénario politiques publiques**, des investissements sont réalisés dans le cadre du plan eau pour réduire les fuites des réseaux collectifs d'irrigation les plus vétustes. Ainsi, les fuites diminuent entre 2020 et 2050 pour atteindre 20 % en 2050 sur l'ensemble des bassins versants<sup>2</sup>. Le développement de la micro-irrigation se fait au même rythme que dans le scénario tendanciel.

En matière d'efficacité des infrastructures et de répartition de chaque mode d'irrigation, les développements sont identiques entre le scénario de rupture et le scénario tendanciel.

<sup>1</sup> Mal adaptée aux grandes cultures et aux fourrages à cause du passage des tracteurs, la micro irrigation devrait atteindre un plafond.

<sup>2</sup> Ces taux de fuite étaient en 2020 de 32 % dans le bassin versant côtier Côte d'Azur, 23 % dans le bassin versant Côtiers Languedoc, 29 % dans le bassin versant Durance et 31 % dans le bassin versant Rhône aval.

Dans le cas d'une amélioration de l'efficacité du matériel d'irrigation, il a pu être observé dans la littérature un effet rebond, c'est-à-dire une augmentation des prélèvements<sup>1</sup>. Cette augmentation est liée à l'irrigation de nouvelles surfaces agricoles ainsi qu'à la mise en place de cultures plus exigeantes en eau. Dans ce travail, du fait des difficultés de quantification de cet effet rebond, nous ne l'avons pas considéré.

## 2.4. Les outils de pilotage de l'irrigation

Dans le scénario politiques publiques uniquement, nous avons considéré un développement des outils de pilotage de l'irrigation (capteurs, programmeurs et logiciels de pilotage), avec des économies d'eau de 25 %<sup>2</sup>, sur 20 % des surfaces en 2030 et sur 40 % des surfaces en 2050.

## 2.5. Les retenues de substitution

Dans le scénario tendanciel, aucune retenue supplémentaire ne voit le jour, excepté les retenues actées ou en cours de construction (voir Tableau 14). Dans le scénario politiques publiques, de nombreux projets de retenues voient le jour, ce qui porte les volumes de substitution à 67 millions de m<sup>3</sup> en 2030<sup>3</sup> et 222 millions en 2050<sup>4</sup>. Dans le scénario de rupture, on suppose les mêmes évolutions que dans le scénario tendanciel.

Tableau 14 – Volumes de substitution dans les trois scénarios d'usage en 2050, en millions de m<sup>3</sup>

2020	Scénario tendanciel	Scénario politiques publiques	Scénario de rupture
15,6	16,3	222,2	16,3

Source : France Stratégie, d'après les données de l'établissement public du Marais poitevin, les données transmises par les agences de l'eau et nos hypothèses d'évolution

<sup>1</sup> Benjamin C. et Giraldo Hurtado A. (2021). « Quand l'irrigation "verte" augmente la demande en eau », *Revue économique*, n° 6, vol 72, p. 929-946.

<sup>2</sup> Serra-Wittling C. et Molle B. (2017), *Évaluation des économies d'eau réalisables par la modernisation des systèmes d'irrigation*, rapport Irstea, réalisé avec le soutien du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

<sup>3</sup> Cette estimation repose sur l'analyse des volumes de substitution inscrits dans différents Projets de territoire pour la gestion de l'eau (PTGE).

<sup>4</sup> Nous avons supposé entre 2030 et 2040 une augmentation de 50 % de la dynamique observée entre 2020 et 2030, puis une hausse de 100 % entre 2040 et 2050. Ces volumes de substitution ont été territorialisés comme suit : les retenues ont été allouées aux bassins versants présentant une croissance de la demande en eau d'irrigation supérieures à 150 % au prorata de cette croissance. Il a été considéré que 96 % des volumes de substitution provenaient de réserves alimentées par pompage dans le milieu et 4 % de retenues collinaires (chiffres de 2020).

## 2.6. Les pratiques agroécologiques

Les pratiques agroécologiques regroupent ici l'agriculture biologique ainsi que les pratiques visant à favoriser des systèmes intégrés (plantations d'arbres et de haies, résidus laissés au sol, couverts végétaux, apport de matières organiques, restauration des zones humides, fauchage tardif et limitation du travail du sol) et à développer des systèmes résilients par l'usage de variétés plus résistantes à la sécheresse et plus diversifiées. Nous considérons que le développement de ces pratiques, du fait notamment d'une meilleure infiltration de l'eau et d'une augmentation du volume d'eau stocké dans les sols, réduit les besoins en irrigation de 10 % par unité de surface irriguée en 2030, et de 20 % en 2050, en raison d'une amélioration des pratiques<sup>1</sup>.

**Dans le scénario tendanciel**, les surfaces en agroécologie stagnent autour de 12 %<sup>2</sup> des surfaces agricoles entre 2020 et 2050.

**Dans le scénario politiques publiques**, les pratiques agroécologiques ont cours sur 50 % des surfaces agricoles à horizon 2050.

**Dans le scénario de rupture**, les pratiques agroécologiques ont cours sur 100 % des surfaces agricoles à horizon 2050.

## 3. L'énergie

Les prélèvements en eau pour l'énergie dépendent de la quantité totale d'énergie produite et du type de circuit de refroidissement des centrales électriques. Les prélèvements liés à l'hydro-électricité ne sont pas considérés dans la présente étude.

### 3.1. La quantité d'énergie produite

Dans les trois scénarios, l'arrêt de la centrale de Fessenheim mi-2020 conduit à une diminution de 100 % de la demande en eau pour l'énergie dans le bassin versant du Rhin.

---

<sup>1</sup> Dans le cadre du projet de recherche Bag'ages piloté par l'INRAE, il a été observé sur des parcelles irriguées dans le bassin versant Adour-Garonne des économies d'eau pouvant atteindre 20 % avec des pratiques de non labour : voir INRAE (2021), *Bassin Adour-Garonne : quelles performances des pratiques agroécologiques ?*, synthèse de l'étude Bag'ages. De même, il a été observé que le paillage des sols pouvait réduire les besoins en irrigation des cultures maraîchères entre 22 % et 44 % : voir Touili N., Personne E. et Aubry C. (2023), *La raréfaction de la ressource en eau pour l'agriculture péri-urbaine : situation actuelle et perspectives futures de la ressource en eau dans les systèmes maraîchers et légumiers franciliens*, rapport de synthèse du projet ClimaLeg-Eau, première phase. Il conviendra toutefois de vérifier que les volumes de paille disponibles seront suffisants pour couvrir ces surfaces.

<sup>2</sup> Faute d'identification de l'agroécologie comme telle dans les statistiques officielles, nous avons considéré les surfaces actuelles en agriculture biologique et en agriculture de conservation des sols comme des surfaces en agroécologie.

La production des deux réacteurs du Bugey qui étaient en maintenance en 2020 (réacteurs 2 et 3) a été ajustée pour correspondre à une production moyenne annuelle hors maintenance.

Une hypothèse commune d'arrêt des centrales nucléaires lorsqu'elles atteignent 70 ans a été retenue. Cela a un effet substantiel sur la demande en eau, dans la mesure où les premiers réacteurs qui atteignent leur limite d'âge sont, pour la plupart, des réacteurs en circuit ouvert. En 2030, aucune des centrales n'aura atteint 70 ans. En 2050, l'arrêt des centrales ayant atteint 70 ans conduira, hors éventuelle relance du nucléaire, à une diminution de la production nucléaire de 35 TWh.

**Dans le scénario tendanciel**, la légère baisse de la production nucléaire observée sur la période 2012-2020 se poursuit. Ainsi, en 2030, la production diminue d'environ 2 % par rapport à 2020, baisse à laquelle s'ajoute une diminution de 3 % en raison de l'arrêt de la centrale de Fessenheim, soit une production nucléaire des centrales situées en bord de rivière d'environ 255 TWh en 2030 (voir Graphique 9) (et de 370 TWh si l'on considère également les centrales en bord de mer). La diminution de la production nucléaire se poursuit au cours des décennies suivantes, mais à un rythme moindre (-2 % sur deux décennies). Enfin, certaines centrales atteignent leur fin de vie en 2050 (voir Carte 5). Ces éléments conduisent à une production d'environ 215 TWh en 2050, soit une diminution globale de 20 % par rapport à 2020<sup>1</sup>. Concernant le parc existant de centrales thermiques à flamme, plusieurs centrales utilisant le charbon et le fioul ont fermé au cours de la dernière décennie, mais la production au gaz a augmenté. Par conséquent, au total, la production des centrales à flamme est restée constante, tendance qui est supposée se poursuivre jusqu'en 2050. La centrale à gaz de Landivisiau, ouverte en 2022, a été intégrée.

**Dans le scénario politiques publiques**, les centrales existantes sont prolongées jusqu'à 70 ans (hypothèse identique à celle du scénario tendanciel). De plus, en lien avec la relance du nucléaire, à l'horizon 2050, deux EPR sont construits sur le site du Bugey<sup>2</sup> dans le bassin versant du Rhône amont et deux EPR sur le site de Nogent-sur-Seine dans le bassin versant de la Seine amont<sup>3</sup> (voir Carte 5). Ainsi, par rapport au scénario tendanciel, l'ajout des quatre EPR en bord de rivière conduit à une production supplémentaire d'environ 55 TWh en 2050 et à une production totale en légère hausse par rapport à 2020 (+1 %). Toutes les centrales à charbon sont converties en centrales biomasse et les autres centrales thermiques à flamme (fioul et gaz) sont fermées, conformément aux hypothèses du scénario « avec mesures supplémentaires » du run 2 de la SNBC 3.

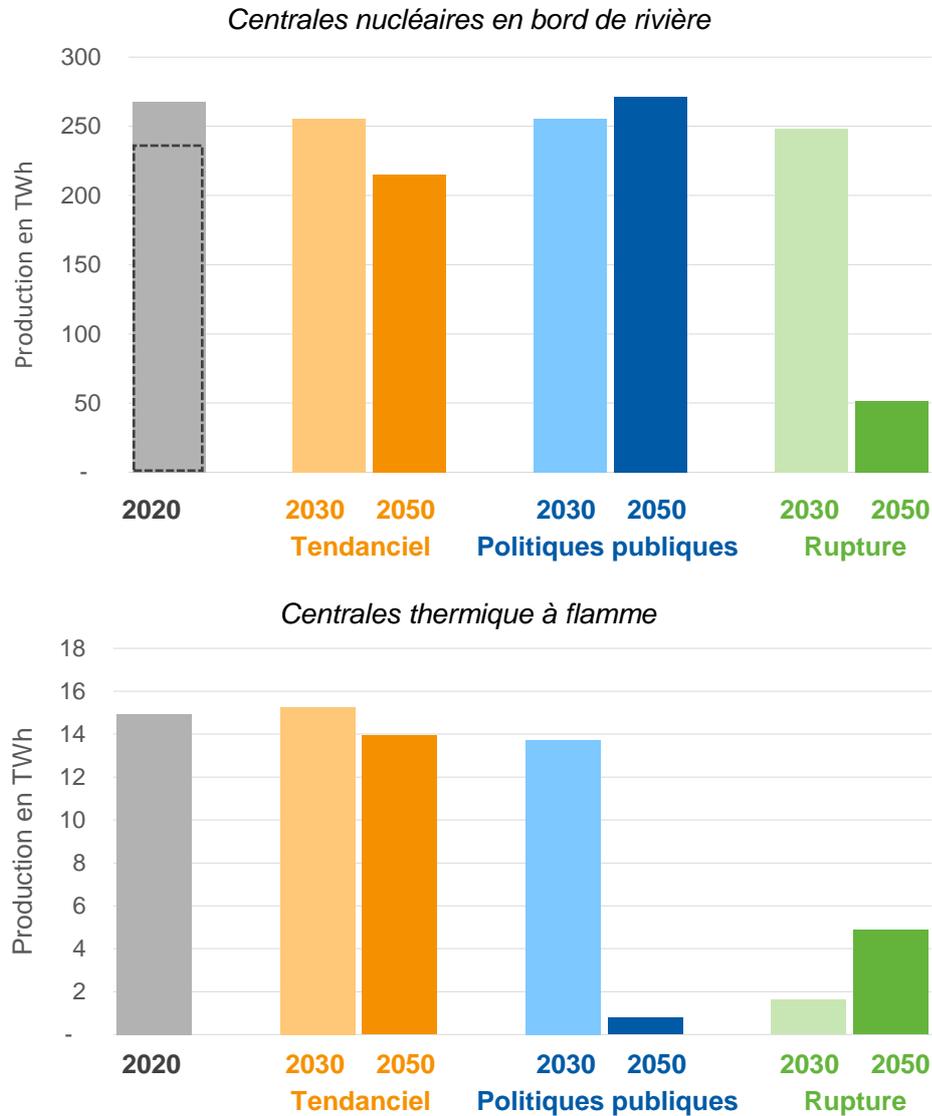
---

<sup>1</sup> L'année 2020 est ici une année « corrigée » de l'évènement exceptionnel survenu au cours de cette année (arrêt de deux réacteurs sur le site du Bugey).

<sup>2</sup> Annonce du président de la République lors du conseil de politique nucléaire du 19 juillet 2023.

<sup>3</sup> Il s'agit d'une hypothèse, aucune annonce à ce sujet n'a été faite. Seuls les EPR du Bugey ont été annoncés.

**Graphique 9 – Production d'électricité (en TWh) pour les trois scénarios d'usage pour les centrales nucléaires en bord de rivière et les centrales à flamme**



Note : les productions affichées ici ne concernent que les centrales situées en bord de rivière. Pour le nucléaire, l'année 2020 présente la valeur réelle des prélèvements (pointillés) et la valeur corrigée de l'arrêt exceptionnel de deux réacteurs au Bugey pour leur maintenance. La production nucléaire en 2050 pour le scénario politiques publiques peut paraître faible dans un cadre de relance du nucléaire, mais elle s'explique par le fait que sur les 14 EPR annoncés, seuls quatre ont été placés en bord de rivière dans cette étude.

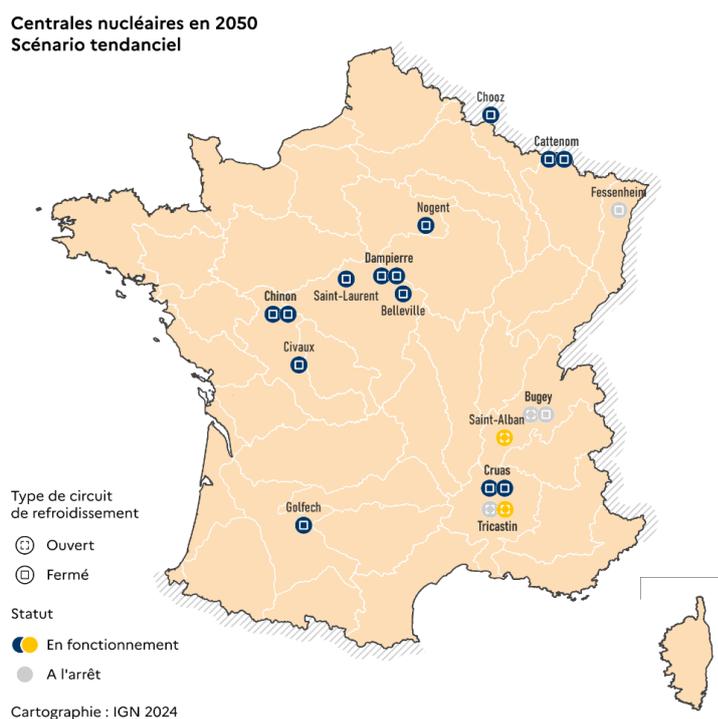
Lecture : en 2050 dans le scénario tendanciel, la production nucléaire s'élève à 215 TWh et la production des centrales thermiques à flamme à près de 14 TWh.

Source : France Stratégie d'après les hypothèses décrites précédemment

Dans le scénario de rupture, environ 1 000 TWh d'énergie (chaleur et électricité) sont produits sur le sol national, contre environ 1 400 TWh aujourd'hui, soit une baisse de 29 %. La réduction de la consommation énergétique est liée à des efforts de sobriété dans l'ensemble des secteurs (industrie, tertiaire, résidentiel et agriculture), à une meilleure

efficacité énergétique<sup>1</sup> grâce à la rénovation thermique des bâtiments et à l'électrification des usages. Le mix énergétique repose essentiellement sur les énergies renouvelables électriques (éolien, photovoltaïque et hydroélectricité), la biomasse (bois énergie, biocarburants et biogaz), le nucléaire (dont la production diminue de 80 %), et dans une moindre mesure les énergies renouvelables thermiques (solaire, déchets, géothermie et pompe à chaleur). Par conséquent, la production nucléaire des centrales situées en bord de rivière est fortement réduite en 2050 (-80 % par rapport à 2020) et la production des centrales thermiques à flamme (y compris biomasse et gaz renouvelable) est divisée par trois en 2050, mais reste plus élevée que dans le scénario politiques publiques car en plus de la biomasse, du biogaz est utilisé pour la production électrique. Seules les centrales nucléaires les plus récentes fonctionnent, c'est-à-dire pour celles situées en bord de rivière : Golfech (59 ans), Chooz (50 ans) et Civaux (48 ans)<sup>2</sup> (voir Carte 5).

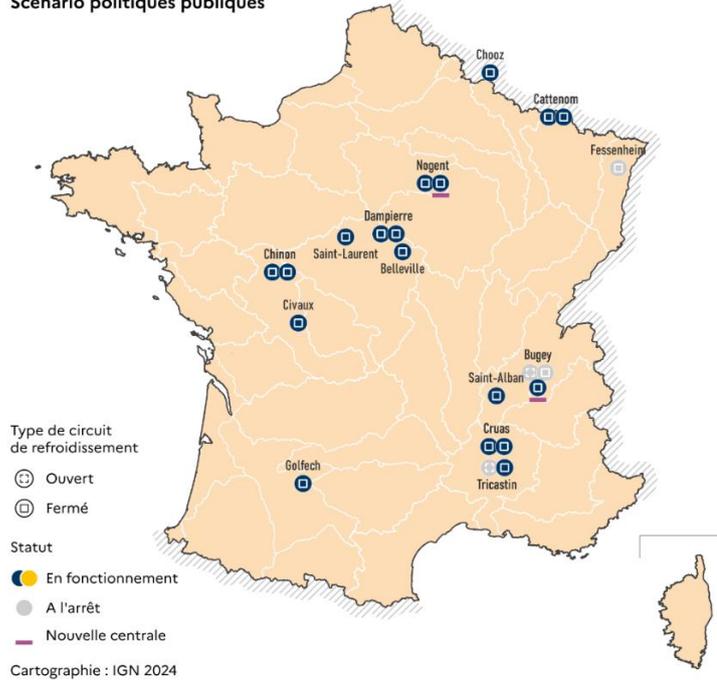
### Carte 5 – Évolution du parc de réacteurs nucléaires et de leurs circuits de refroidissement en 2050 dans les trois scénarios d'usage



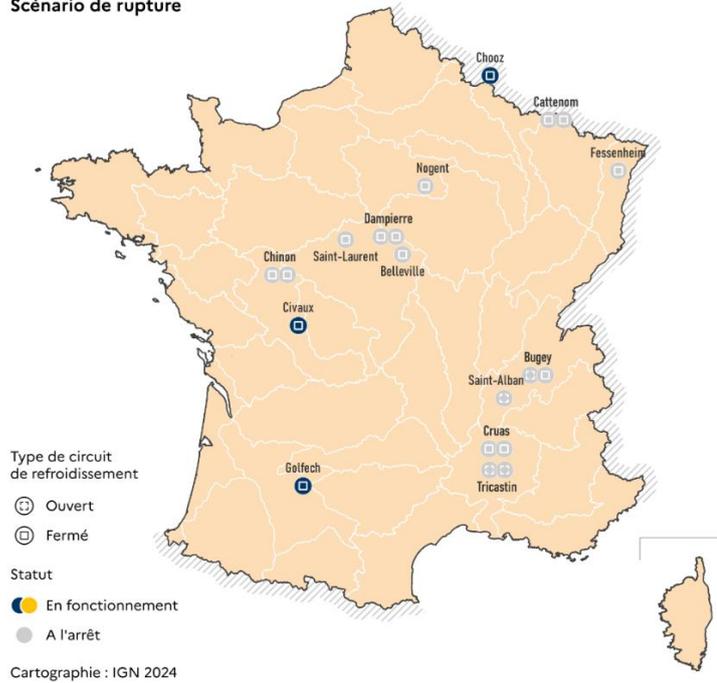
1 C'est-à-dire une diminution de l'énergie nécessaire pour satisfaire une même demande.

2 Pour éviter de diminuer la production de chaque centrale, ce qui conduirait à des facteurs de charge très bas et peu réalistes, l'hypothèse est faite que les centrales les plus anciennes (en plus de celles qui ont été fermées car ayant dépassé les 70 ans) sont fermées en priorité. Ainsi dans ce scénario ne restent que les centrales les plus récentes (Chooz, Civaux et Golfech) auxquelles on applique les facteurs de charge correspondant à leur moyenne historique.

**Centrales nucléaires en 2050**  
**Scénario politiques publiques**



**Centrales nucléaires en 2050**  
**Scénario de rupture**



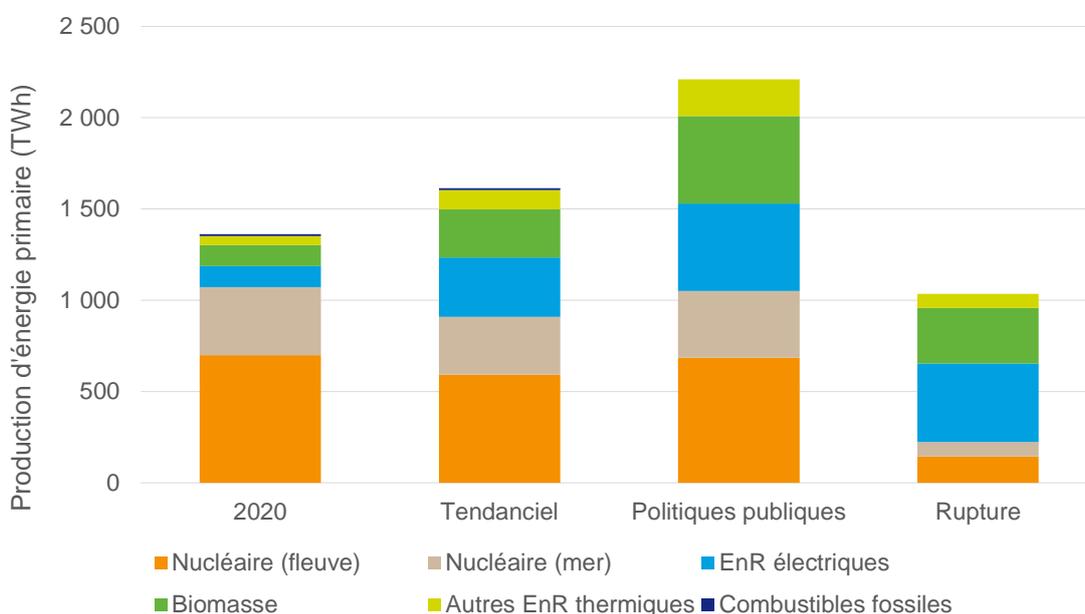
Note : un type de circuit de refroidissement est rattaché à une paire de réacteurs.

Lecture : dans le scénario de rupture, les quatre réacteurs (deux paires) sont arrêtés sur le site du Bugey (bassin versant du Rhône amont) en 2050.

Source : France Stratégie

La Graphique 10 présente le mix énergétique en production d'énergie primaire<sup>1</sup> pour les trois scénarios. Les hausses de production constatées pour les scénarios tendanciel et politiques publiques s'expliquent par l'électrification des usages (plus ou moins marquée selon le scénario), par exemple, par le remplacement des véhicules thermiques dont le fonctionnement dépend de l'importation de pétrole ou de gaz, par des véhicules électriques dont le fonctionnement dépend de l'électricité produite sur le territoire national. Le scénario de rupture est caractérisé par une forte sobriété, ce qui conduit à une baisse globale de la production énergétique.

**Graphique 10 – Mix énergétique (production primaire sur le sol national en TWh) en 2020 et en 2050 pour les trois scénarios d'usage**



Note : ne figure ici que la production d'énergie (électricité et chaleur) sur le sol national. Ainsi, les combustibles fossiles importés (pétrole, gaz ou charbon) ne sont pas représentés. Le scénario politiques publiques repose sur les hypothèses de la SNBC.

Lecture : en 2050, la production d'énergie serait supérieure à 1 500 TWh dans le scénario tendanciel, tandis qu'elle s'élèverait à 1 000 TWh dans le scénario de rupture.

Source : France Stratégie

La saisonnalité de la production nucléaire pourrait être amenée à évoluer dans le futur avec l'intégration des énergies renouvelables intermittentes sur le réseau électrique (photovoltaïque et éolien), l'électrification des usages pour décarboner l'économie (véhicules électriques, chauffage, production industrielle, etc.) et les évolutions climatiques

<sup>1</sup> Il s'agit de l'énergie produite sur le sol français. Les énergies fossiles importées (charbon, pétrole, gaz naturel) ne sont pas représentées.

(hivers plus doux et développement de la climatisation l'été). Quel que soit le scénario, la production nucléaire devra néanmoins demeurer élevée en hiver pour compenser la baisse de production photovoltaïque et couvrir les besoins de chauffage. Faute de visibilité sur l'évolution de la saisonnalité de la production nucléaire, nous avons considéré une saisonnalité dans le futur identique à celle observée aujourd'hui.

Néanmoins, dans le scénario politiques publiques, afin d'assurer l'équilibre du réseau électrique dans un contexte de développement des énergies intermittentes, des stockages d'énergie sous forme d'hydrogène ont été inclus. À l'échelle nationale, cela représente une production d'hydrogène par électrolyse d'environ 6,4 TWh, conformément à la SNBC<sup>1</sup>, soit des prélèvements en eau d'environ 4 millions de m<sup>3</sup>. Dans un souci de mutualisation des infrastructures (électrolyseurs), nous considérons que la production de cet hydrogène est localisée à proximité des grands sites industriels existants, c'est-à-dire dans les bassins versants de l'Escaut, du Rhône amont, des fleuves côtiers de la Côte d'Azur, des fleuves côtiers normands et de la Moselle. La production d'hydrogène pour assurer l'équilibre du réseau électrique est constante sur l'année. En effet, les périodes de fortes production éolienne se situent entre octobre et mars, tandis que les périodes de forte production solaire se situent entre avril et septembre.

### 3.2. Le type de circuit de refroidissement des centrales électriques

La modification de la conception du circuit de refroidissement d'une centrale a des effets sur les prélèvements et les consommations. Pour le nucléaire, si les circuits ouverts prélèvent jusqu'à vingt fois plus d'eau que les circuits fermés, ils en restituent la grande majorité aux rivières, ce qui conduit à une moindre consommation (voir Tableau 15)<sup>2</sup>. Ainsi, dans chacun des scénarios, la conception du circuit de refroidissement est un levier qui joue fortement sur la demande en eau<sup>3</sup>.

**Dans le scénario tendanciel**, les circuits de refroidissement sont identiques à ceux présents aujourd'hui.

**Dans le scénario politiques publiques**, la transformation en circuit fermé des quatre réacteurs en circuit ouvert encore en fonctionnement, sur les sites de Saint-Alban et de Tricastin<sup>4</sup>, conduit à une division de la demande unitaire en prélèvements par près de 20

---

<sup>1</sup> La SNBC 3 est en cours d'instruction. Par conséquent, les hypothèses utilisées dans cette étude pourront être différentes de celles de la version finale de la SNBC 3.

<sup>2</sup> Arambourou H., Ferrière S. et Oliu-Barton M. (2024), « [Prélèvements et consommations en eau : quels enjeux et usages ?](#) », *op. cit.*

<sup>3</sup> Les ratios de prélèvements et de consommations restent identiques jusqu'en 2050 (pas d'hypothèse d'une meilleure efficacité des circuits de refroidissement).

<sup>4</sup> En 2050, ce seraient les seules centrales en circuit ouvert encore en fonctionnement.

(de 240 m<sup>3</sup>/MWh à 11 m<sup>3</sup>/MWh). De plus, les nouveaux réacteurs situés au Bugey et à Nogent sont conçus en circuit fermé, avec une demande unitaire en prélèvements de 11 m<sup>3</sup>/MWh<sup>1</sup>.

**Dans le scénario de rupture**, les centrales nucléaires qui demeurent en activité sont les plus récentes et donc équipées de circuits fermés.

**Tableau 15 – Demandes unitaires en prélèvements et en consommations des centrales électriques en 2050, en m<sup>3</sup>/MWh**

Centrale	Circuit	Prélèvements (m <sup>3</sup> /MWh)	Consommations (m <sup>3</sup> /MWh)
<b>Belleville</b>	Fermé	11	3
<b>Bugey 2 et 3</b>	Ouvert	212	1
<b>Bugey 4 et 5</b>	Fermé	25	6
<b>Cattenom</b>	Fermé	8	2
<b>Chinon</b>	Fermé	8	2
<b>Chooz</b>	Fermé	8	2
<b>Civaux</b>	Fermé	6	1
<b>Cruas</b>	Fermé	20	4
<b>Dampierre</b>	Fermé	8	2
<b>Fessenheim</b>	Ouvert	223	1
<b>Golfech</b>	Fermé	11	2
<b>Nogent</b>	Fermé	8	2
<b>Saint-Alban</b>	Ouvert	245	1
<b>Saint-Laurent</b>	Fermé	8	2
<b>Tricastin</b>	Ouvert	252	1
<b>Saint-Alban*</b>	Fermé	11	2
<b>Tricastin*</b>	Fermé	11	2
<b>Bugey 6 et 7**</b>	Fermé	11	2
<b>Nogent 2**</b>	Fermé	11	2

(\*) Centrales existantes en circuit ouvert transformées en circuit fermé. (\*\*) Nouveaux réacteurs.

Note : il est considéré que les centrales à flamme ont une demande unitaire moyenne de 28 m<sup>3</sup>/MWh<sup>2</sup>.

Source : France Stratégie

<sup>1</sup> Nous avons retenu pour les EPR la moyenne des prélèvements unitaires des circuits fermés en France. Ces valeurs varient entre 8 m<sup>3</sup>/MWh et 25 m<sup>3</sup>/MWh.

<sup>2</sup> Moyenne des centrales thermiques à flamme, calculée en utilisant les données de production de RTE et les données de prélèvements de la BNPE sur la période 2016-2020.

## 4. L'industrie

Les prélèvements d'eau de l'industrie sont liés : à l'évolution de la valeur ajoutée, à l'efficacité d'utilisation de l'eau (c'est-à-dire à la quantité d'eau prélevée par unité produite) et enfin à la mise en œuvre d'actions de décarbonation.

### 4.1. La valeur ajoutée

**Dans le scénario tendanciel**, nous nous sommes appuyés sur la prospective métiers de France Stratégie et la Dares<sup>1</sup> et sur le scénario tendanciel de la prospective Transition(s) 2050 de l'Ademe<sup>2</sup>. La valeur ajoutée croît de 28 % entre 2020 et 2030, et décroît ensuite. Ainsi, entre 2020 et 2050, la valeur ajoutée diminue de 5 %. Cette évolution a été territorialisée à l'échelle des régions administratives grâce à la prospective métiers, puis répartie dans les quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

**Dans le scénario politiques publiques**, pour 2030, nous nous sommes appuyés sur le rapport de France Stratégie relatif à la réindustrialisation<sup>3</sup>. Pour 2050, nous avons considéré la croissance du scénario médian de réindustrialisation jusqu'à 2035 suivie d'une stabilisation jusqu'en 2050. Concernant l'industrie extractive, en 2030, une mine de lithium est ouverte dans le bassin versant de l'Allier pour répondre aux besoins de l'industrie de la batterie. La croissance de la valeur ajoutée s'élève à 32 % entre 2020 et 2030 et à 26 % entre 2020 et 2050. Cette croissance a été territorialisée à l'échelle des régions administratives grâce à la prospective métiers, puis répartie dans les quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

**Dans le scénario de rupture**, nous nous sommes appuyés sur le scénario « coopérations territoriales » de l'étude Transition(s) 2050 de l'Ademe (voir [Annexe 6](#) pour une description de la méthode). La valeur ajoutée croît de 5 % entre 2020 et 2030, et décroît ensuite. Ainsi, elle diminue entre 2020 et 2050 de 19 %. Cette évolution a été territorialisée à l'échelle des régions administratives grâce à la prospective métiers, puis répartie dans les 40 bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

---

<sup>1</sup> France Stratégie et Dares (2022), *Les métiers en 2030*, *op. cit.*

<sup>2</sup> Ademe (2021), *Transitions 2050 – Choisir maintenant – Agir pour le climat*, éditions Ademe, 687 p.

<sup>3</sup> Belle-Larant F., Bouvart C., Claeys G., Fotso R., Gérardin M. et Zbala N. (2024), « [Réindustrialisation de la France à horizon 2035 : besoins, contraintes et effets potentiels](#) », Document de travail, France Stratégie, juillet.

## 4.2. L'amélioration des procédés

À cette évolution de l'activité industrielle s'ajoute une amélioration des procédés, avec notamment le passage de circuits de refroidissement ouverts à des circuits fermés, ou bien encore la réutilisation des eaux de lavage. Ces améliorations conduisent à une diminution des prélèvements d'eau à activité industrielle égale.

Nous avons estimé, dans le scénario politiques publiques, qu'avec une politique publique volontariste (facilitation de la réutilisation des eaux de procédés, accompagnement à la modernisation des équipements, etc.), les économies en matière de prélèvements atteignent 30 % dans le secteur agroalimentaire et 10 % dans la chimie, la pharmacie, la fabrication de caoutchouc et la métallurgie à l'horizon 2040, puis il n'y a plus de gains d'efficacité entre 2040 et 2050.

Par rapport au scénario politiques publiques, le scénario tendanciel et le scénario de rupture présentent des gains d'efficacité divisés par deux.

La mise en place de la réutilisation des eaux de procédés sur un site industriel s'accompagnera d'une diminution des prélèvements, l'eau d'un même prélèvement étant utilisée plusieurs fois. Néanmoins, il faudra toujours prélever pour compenser *a minima* le volume d'eau consommée. La consommation en valeur absolue ne sera pas affectée : pour produire un bien, il faudra consommer le même volume d'eau. Aussi, le facteur de consommation, calculé comme le rapport des prélèvements sur les consommations, augmentera. Dans la présente étude, nous avons considéré que 10 points de gains d'efficacité s'accompagnaient d'une augmentation du facteur de consommation de l'activité considérée de 2 points.

## 4.3. Les actions de décarbonation

Nous avons ajouté les prélèvements en eau relatifs aux actions de décarbonation de l'industrie. Deux actions de décarbonation ont des effets sur les prélèvements d'eau : premièrement, la capture et le stockage de carbone sur les sites industriels, avec un prélèvement de 5 m<sup>3</sup> par tonne captée<sup>1</sup> ; deuxièmement, le remplacement de l'hydrogène fossile par de l'hydrogène décarboné produit par électrolyse, avec un prélèvement d'environ 20 m<sup>3</sup> d'eau par tonne d'hydrogène produit (voir Encadré 7)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Il s'agit d'une valeur moyenne, les valeurs de prélèvement par tonne de CO<sub>2</sub> captée varient selon la technologie : voir Rosa L. (2021), « [The water footprint of carbon capture and storage technologies](#) », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 138.

<sup>2</sup> IRENA et Bluerisk (2023), [Water for hydrogen production](#), *International Renewable Energy Agency*, Bluerisk.

### Encadré 7 – Eau et production d'hydrogène

La production d'hydrogène nécessite d'utiliser de l'eau pour la transformer en hydrogène. Ainsi, pour produire une tonne d'hydrogène par électrolyse, 9 m<sup>3</sup> d'eau sont consommés. Le procédé dans sa totalité nécessite davantage d'eau. Les prélèvements totaux associés à la production d'une tonne d'hydrogène par électrolyse s'élèvent à environ 18 m<sup>3</sup> d'eau. Ces chiffres restent similaires quelle que soit la technologie de production d'hydrogène : en utilisant du gaz fossile (vaporéformage du méthane) ou bien de l'électricité (électrolyse de l'eau).

Actuellement, sur le sol français, environ 0,9 million de tonnes d'hydrogène sont produites via du gaz fossile. Dans le cadre de la politique de décarbonation, l'hydrogène devrait être produit par électrolyse grâce à de l'électricité bas carbone (nucléaire ou énergies renouvelables). Le scénario le plus ambitieux en matière de développement d'hydrogène (politiques publiques) s'accompagne d'une augmentation de 0,4 million de tonnes d'hydrogène (soit des prélèvements totaux de 24 millions de m<sup>3</sup> et des consommations totales de 12 millions de m<sup>3</sup>).

À l'échelle de la France, la production d'hydrogène n'a qu'un effet limité sur les prélèvements et les consommations en eau. Cependant, cet impact peut se révéler important à une échelle locale, notamment dans les bassins versants qui accueillent de grandes plateformes industrielles qui pourraient avoir recours à l'hydrogène pour décarboner leur production.

**Pour le scénario tendanciel**, aucune capture de carbone n'est intégrée et il n'y a pas de croissance de l'hydrogène produit par électrolyse par rapport à 2020 (voir Tableau 16).

**Pour le scénario politiques publiques**, nous avons émis les hypothèses suivantes : +0,1 million de tonnes d'hydrogène produit par électrolyse en 2030 (+11 % par rapport à 2020) et +0,4 million en 2050 (+22 % par rapport à 2020). En matière de capture du carbone, 6,7 millions de tonnes sont captées en 2030 et 12,6 millions de tonnes en 2050.

**Pour le scénario de rupture**, nous nous sommes appuyés sur les hypothèses du scénario « coopérations territoriales » de l'Ademe. Le recours à des techniques de capture de carbone sur les sites industriels permet la capture de 2 millions de tonnes de carbone en 2030 et de 4 millions de tonnes en 2050. Avec la réduction de l'activité industrielle, les prélèvements d'eau pour la production d'hydrogène diminuent dans l'industrie de la chimie entre 2020 et 2050.

**Tableau 16 – Prélèvements supplémentaires entre 2020 et 2050 liés à la mise en place d'actions de décarbonation dans l'industrie, en millions de m<sup>3</sup>**

	Tendanciel	Politiques publiques	De rupture
Hydrogène	0	4	- 6
Capture et stockage du carbone	0	63	20

Source : France Stratégie, d'après la méthode décrite précédemment

## 5. Le tertiaire

Les prélèvements d'eau du tertiaire sont liés à l'évolution de valeur ajoutée et aux actions de sobriété. Les détails méthodologiques sont fournis dans l'[Annexe 6](#).

### 5.1. La valeur ajoutée

**Dans le scénario tendanciel**, nous nous sommes appuyés sur la prospective métiers de France Stratégie et la Dares<sup>1</sup> et sur le scénario tendanciel de la prospective Transition(s) 2050 de l'Ademe<sup>2</sup>. La valeur ajoutée croît de 7 % entre 2020 et 2030 et de 22 % entre 2020 et 2050. Cette croissance a été territorialisée à l'échelle des régions administratives grâce à la prospective métiers, puis répartie dans les quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

**Dans le scénario politiques publiques**, pour 2030, nous nous sommes appuyés sur le rapport de France Stratégie relatif à la réindustrialisation<sup>3</sup> et sur la prospective métiers de France Stratégie et la Dares<sup>4</sup>. La croissance de la valeur ajoutée s'élève à 13 % entre 2020 et 2030 et à 29 % entre 2020 et 2050. Cette croissance a été territorialisée à l'échelle des régions administratives grâce à la prospective métiers, puis répartie dans les quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

**Dans le scénario de rupture**, nous nous sommes appuyés sur le scénario coopérations territoriales de l'étude Transition(s) 2050 de l'Ademe. La valeur croît de 19 % entre 2020 et 2030 et de 39 % entre 2020 et 2050. Cette croissance a été territorialisée à l'échelle des

<sup>1</sup> France Stratégie et Dares (2022), *Les métiers en 2030*, op. cit.

<sup>2</sup> Ademe (2021), *Transitions 2050 – Choisir maintenant – Agir pour le climat*, op. cit.

<sup>3</sup> Belle-Larant F., Bouvart C., Claeys G., Fotso R., Gérardin M. et Zbala N. (2024), « [Réindustrialisation de la France à horizon 2035 : besoins, contraintes et effets potentiels](#) », op. cit.

<sup>4</sup> France Stratégie et Dares (2022), *Les métiers en 2030*, op. cit.

régions administratives grâce à la prospective métiers, puis répartie dans les quarante bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

## 5.2. La sobriété

Des actions de sobriété sont mises en place dans les administrations publiques et dans les activités de services et de soutien dans le scénario de rupture uniquement. Ceci permet de réduire les prélèvements de 20 % dans ces activités.

# 6. Le résidentiel

## 6.1. Les évolutions démographiques

**Dans le scénario tendanciel**, nous nous appuyons sur la projection de population « Omphale bas » réalisé par l'Insee<sup>1</sup>, avec une hausse moyenne de la population à l'échelle de la France de 0,3 % entre 2020 et 2030, et une baisse de 5 % entre 2020 et 2050.

**Dans le scénario politiques publiques**, des mesures de relance de la natalité sont mises en place. La projection « Omphale central » a été retenue. À l'échelle de la France, la population augmente de 1,9 % entre 2020 et 2030 et de 2,9 % entre 2020 et 2050.

**Le scénario de rupture** s'appuie sur les mêmes évolutions démographiques que le scénario tendanciel<sup>2</sup>.

Les projections « Omphale » sont appliquées à l'échelle des départements, puis réparties à l'échelle des quarante bassins versants au prorata de la surface du département contenue dans le bassin versant (voir [Annexe 7](#)).

## 6.2. Les taux de fuite des réseaux d'eau potable

Pour les trois scénarios, les investissements pour réduire les fuites sont prioritairement effectués dans les zones où les rendements sont les plus faibles (voir [Annexe 7](#)). En effet, chercher à réduire le taux de fuites lorsque celui-ci est relativement faible peut s'avérer coûteux au regard de l'économie d'eau engendrée.

---

<sup>1</sup> <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/serie/s1316>

<sup>2</sup> Les évolutions démographiques diffèrent de celles retenues pour l'exercice « Transition(s) 2050 » de l'Ademe. En effet, dans cet exercice, ce sont les hypothèses du scénario « Omphale central » qui ont été retenues.

**Dans le scénario tendanciel**, dans la poursuite des efforts de réfection des réseaux d'eau potable engagés ces dernières années, le taux de fuite moyen en France est de 18,5 % en 2030 et 17,5 % en 2050<sup>1</sup>.

**Dans le scénario politiques publiques**, des investissements substantiels sont engagés dans le cadre du plan eau ce qui se traduit par une réduction du taux de fuites de cinq points en 2050. En 2030, le taux de fuite s'élève à 17,5 %, et en 2050 à 15,0 %.

**Dans le scénario de rupture**, les hypothèses sont identiques à celles du scénario politiques publiques.

### 6.3. Les actions de sobriété et d'efficacité

**Dans le scénario tendanciel**, l'utilisation d'eau par les ménages est identique à celle observée actuellement, soit 127 litres par jour et par habitant (L/j/hab.) en 2030 et 2050, dans la continuité des observations de la période 2012-2020<sup>2</sup>.

**Dans le scénario politiques publiques**, l'utilisation d'eau par les ménages est réduite de 10 %<sup>3</sup> entre 2020 et 2030, grâce à des actions de sobriété et d'efficacité<sup>4</sup>. Ces efforts se poursuivent mais à un rythme moindre entre 2030 et 2050. Entre 2020 et 2050, la diminution de l'utilisation d'eau par les ménages est de 21 % (soit 100 L/j/hab. en 2050).

**Dans le scénario de rupture**, l'utilisation d'eau s'inspire de celle décrite dans le scénario prospectif « les villes en leur bassin » développé par le Piren-Seine<sup>5</sup>. Les prélèvements associés aux usages des ménages diminuent fortement pour atteindre 50 L/j/hab. en 2050 grâce à des actions de sobriété et d'efficacité : utilisation d'équipements économes, développement des toilettes sèches ou à séparation d'urine avec valorisation en agri-

---

<sup>1</sup> Le taux de fuite est de 19,9 % en 2020 d'après l'Observatoire national des services d'eau et d'assainissement (2023), *Suivi des performances des services publics d'eau potable et d'assainissement en France de 2010 à 2021*.

<sup>2</sup> Il s'agit de l'eau prélevée par les ménages, en enlevant l'eau des fuites des réseaux et l'eau du réseau d'eau potable utilisée par l'industrie et le tertiaire.

<sup>3</sup> Le gouvernement a annoncé en mars 2023 (Plan eau) un objectif de -10 % des prélèvements entre 2019 et 2030 dans l'ensemble des secteurs. Or, le secteur agricole ayant pour objectif de maintenir ses prélèvements à un niveau constant, un effort supérieur est demandé aux autres secteurs. Dans leurs propositions de déclinaison de cet objectif, les agences de l'eau proposent alors pour le secteur résidentiel des réductions variant entre 11 % et 16 %. Dans le présent travail, en ajoutant la réduction des fuites des réseaux à l'objectif de sobriété (-10 %), nous obtenons une réduction moyenne des prélèvements de 13 % entre 2020 et 2030.

<sup>4</sup> Les mesures d'efficacité sont à distinguer des mesures de sobriété. La sobriété consiste à réduire le besoin à la source, l'efficacité vise à utiliser moins d'eau pour un même besoin, par exemple grâce à une réutilisation.

<sup>5</sup> Piren-Seine (2023), *Rapport de synthèse*, décembre.

culture, réutilisation des eaux ménagères pour l'arrosage, la chasse d'eau, le lave-linge, etc.

Pour chacun des scénarios, nous avons considéré que les mesures de réduction des prélèvements étaient dues pour moitié à des mesures de sobriété (diminution à la source de la demande) et pour moitié à des mesures d'efficacité (utilisation de l'eau séquentiellement pour plusieurs usages). Les mesures d'efficacité augmentent de fait les facteurs de consommation.

#### 6.4. Les forages

Dans les scénarios tendanciel et politiques publiques, nous émettons l'hypothèse que le nombre de forages domestiques croît de 10 % par décennie. Il n'y a pas d'augmentation du nombre de forages dans le scénario de rupture.

### 7. Les canaux de navigation

Dans tous les scénarios, le projet de canal Seine-Nord dont le prélèvement est situé dans le bassin versant de l'Oise est inclus. Les prélèvements associés s'élèvent à environ 38 millions de m<sup>3</sup> par an<sup>1</sup>.

Entre 2020 et 2030, dans le scénario politiques publiques, des investissements sont réalisés pour moderniser les infrastructures. Ceci se traduit par une réduction des prélèvements sur l'ensemble des ouvrages de 10 % (hors canal Seine-Nord), en lien avec la réduction des prélèvements annoncée dans le plan eau<sup>2</sup>.

Faute de données, le facteur de consommation des canaux est considéré comme identique entre 2020 et 2050. Toutefois, sous l'effet du changement climatique, l'évaporation devrait augmenter.

---

<sup>1</sup> En prenant pour hypothèse un débit d'alimentation de 1,2 m<sup>3</sup>/seconde. Voir à ce sujet Canal Seine-nord Europe (2019), *Dossier de demande d'autorisation environnementale*, dans schéma d'alimentation du CSNE.

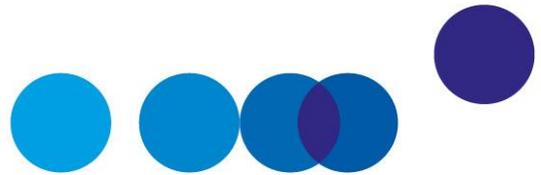
<sup>2</sup> Le gouvernement a annoncé en mars 2023 (Plan eau) un objectif de -10 % des prélèvements entre 2019 et 2030 dans l'ensemble des secteurs.

## 8. Synthèse

Tableau 17 – Synthèse des principales évolutions retenues dans les trois scénarios d'usage

	Tendanciel	Politiques publiques	De rupture
<b>Élevage</b>	Cheptel bovins, ovins et porcs - Cheptel volailles +	Cheptel bovins, ovins et porcs -- Cheptel volailles =	Tous les cheptels ----
<b>Cultures (surfaces)</b>	Maïs - Soja ++ Fourrages + Pomme de terre et betterave + Légumes et fruits + Vigne -	Maïs - Soja +++ Fourrages - Pomme de terre et betterave - Légumes et fruits ++ Vigne --	Maïs -- Soja + Fourrages -- Pomme de terre et betterave -- Légumes et fruits +++ Vigne ----
<b>Cultures (autres)</b>	Équipement en irrigation ++ Efficience du matériel d'irrigation + Outils d'aide au pilotage = Fuites des réseaux collectifs = Retenues de substitution = Agroécologie = Réutilisation eaux usées =	Équipement en irrigation ++ Efficience du matériel d'irrigation + Outils d'aide au pilotage + Fuites des réseaux collectifs - Retenues de substitution + Agroécologie + Réutilisation eaux usées +	Équipement en irrigation + Efficience du matériel d'irrigation + Outils d'aide au pilotage = Fuites des réseaux collectifs = Retenues de substitution = Agroécologie ++ Réutilisation eaux usées =
<b>Énergie</b>	Production nucléaire - Circuits de refroidissement ouverts =	Production nucléaire = Circuits de refroidissement ouverts --	Production nucléaire -- Circuits de refroidissement ouverts --
<b>Industrie</b>	Activité globale - Efficacité eau des process + Décarbonation =	Activité globale + Efficacité eau des process ++ Décarbonation ++	Activité globale -- Efficacité eau des process + Décarbonation +
<b>Tertiaire</b>	Activité globale + Sobriété = Réutilisation eaux usées =	Activité globale ++ Sobriété = Réutilisation eaux usées +	Activité globale +++ Sobriété + Réutilisation eaux usées =
<b>Résidentiel</b>	Population - Fuites des réseaux - Efficacité/sobriété = Forages +	Population + Fuites des réseaux -- Efficacité/sobriété + Forages +	Population - Fuites des réseaux -- Efficacité/sobriété ++ Forages =
<b>Canaux</b>	Linéaire du réseau + Fuites =	Linéaire du réseau + Fuites -	Linéaire du réseau + Fuites =

Source : France Stratégie



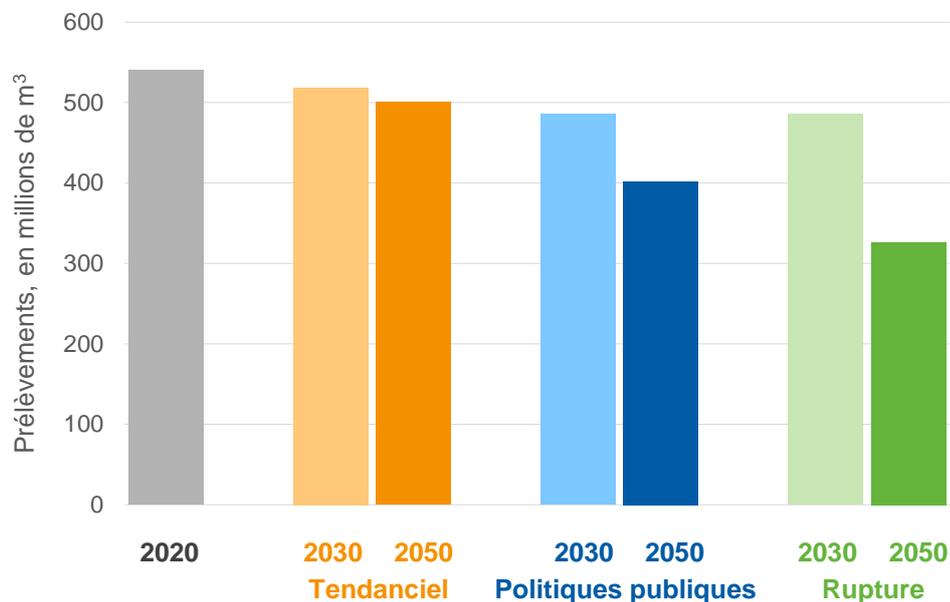
## CHAPITRE 4

# ÉVOLUTION DES PRÉLÈVEMENTS

### 1. L'élevage

Du fait de la diminution des cheptels bovins et porcins qui nécessitent le plus d'eau, les prélèvements liés à l'élevage diminuent dans tous les scénarios, et plus particulièrement dans le scénario de rupture (voir Graphique 11). Dans ce scénario, en 2050, les prélèvements d'eau s'élèvent à 330 millions de m<sup>3</sup>, ce qui représente une baisse de près de 40 % par rapport à 2020.

**Graphique 11 – Prélèvements pour l'élevage dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2050, dans le scénario de rupture, les prélèvements en eau destinés à l'élevage s'élèveraient à 330 millions de m<sup>3</sup>, tandis qu'ils atteindraient 500 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario tendanciel.

Source : France Stratégie

## 2. L'irrigation des cultures

Nous avons évalué les prélèvements futurs en eau d'irrigation pour une météorologie caractérisée par un printemps-été sec et pour une autre caractérisée par un printemps-été humide, car la demande en eau d'irrigation est étroitement liée à la pluviométrie.

Pour prendre en compte l'incertitude consubstantielle aux projections climatiques, deux projections décrites dans le projet Explore2 ont été retenues<sup>1</sup>. L'une, appelée « jaune », est caractérisée par des changements futurs relativement peu marqués en fin de siècle, et l'autre, appelée « violet » est caractérisée par un réchauffement futur plus fort et de forts contrastes saisonniers en précipitations en fin de siècle.

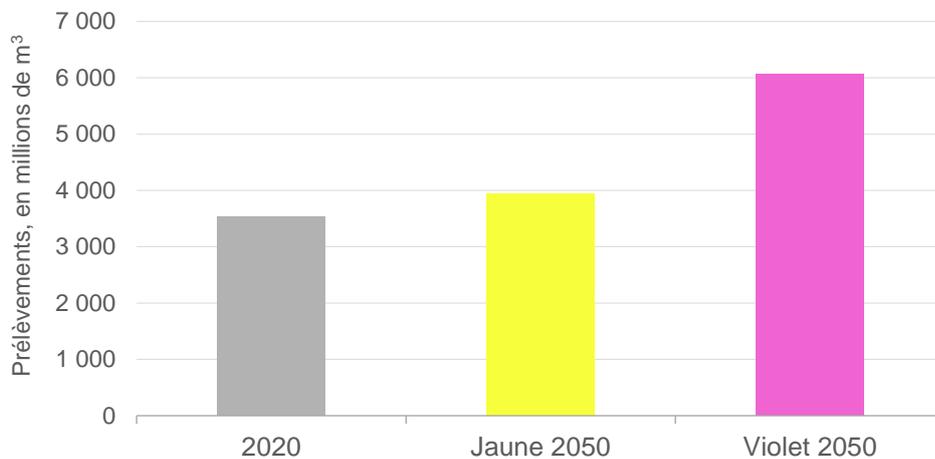
Nous avons estimé l'effet du climat seul sur l'augmentation des prélèvements pour l'irrigation en comparant la demande en eau d'irrigation en 2020 et en 2050 à pratiques agricoles identiques (mêmes surfaces, mêmes taux d'équipement en irrigation et mêmes pratiques) et avec les deux projections climatiques « jaune » et « violet ». Cette augmentation est théorique puisqu'elle ne tient pas compte des limites tant physiques (volumes d'eau disponibles) que réglementaires (autorisations préfectorales de prélèvements et arrêtés sécheresse).

Il ressort de cette analyse que pour des printemps-étés secs, le seul effet du climat pourrait se traduire par une augmentation des prélèvements pour l'irrigation de 11 % entre 2020 et 2050 avec la projection climatique « jaune » et de 71 % avec la projection « violet » (voir Graphique 12).

---

1 Marson P., Corre L., Soubeyrou J.-M., Sauquet É., Robin Y., Vrac M. et Dubois C. (2024), *Explore2 – Rapport de synthèse sur les projections climatiques régionalisées*, op. cit.

**Graphique 12 – Évolution des prélèvements pour l’irrigation entre 2020 et 2050 à pratiques agricoles identiques pour un printemps-été sec sous deux projections climatiques, en millions de m<sup>3</sup>**



Note : pour l’année 2020, les prélèvements ont été déterminés avec la météo de 2020.

Lecture : en 2050, pour un printemps-été sec et avec la projection climatique « violet », les prélèvements en considérant que les surfaces et pratiques agricoles ne changent pas entre 2020 et 2050, atteindraient 6 000 millions de m<sup>3</sup>, soit une croissance d’environ 71 % par rapport à l’année 2020.

Source : *France Stratégie*

En outre, afin d’évaluer le rôle de l’évolution climatique, nous avons simulé les scénarios d’usage de 2050 avec la météo de 2020. Lorsqu’on compare les prélèvements obtenus par nos simulations en 2050 pour une année marquée par un printemps-été sec (projection « violet ») avec les prélèvements qui auraient été obtenus avec la météo de 2020, on obtient pour tous les scénarios étudiés des prélèvements inférieurs de 40 % environ. Ainsi, en considérant l’évolution des surfaces et des pratiques agricoles, l’effet du climat pourrait représenter environ 40 % de l’augmentation.

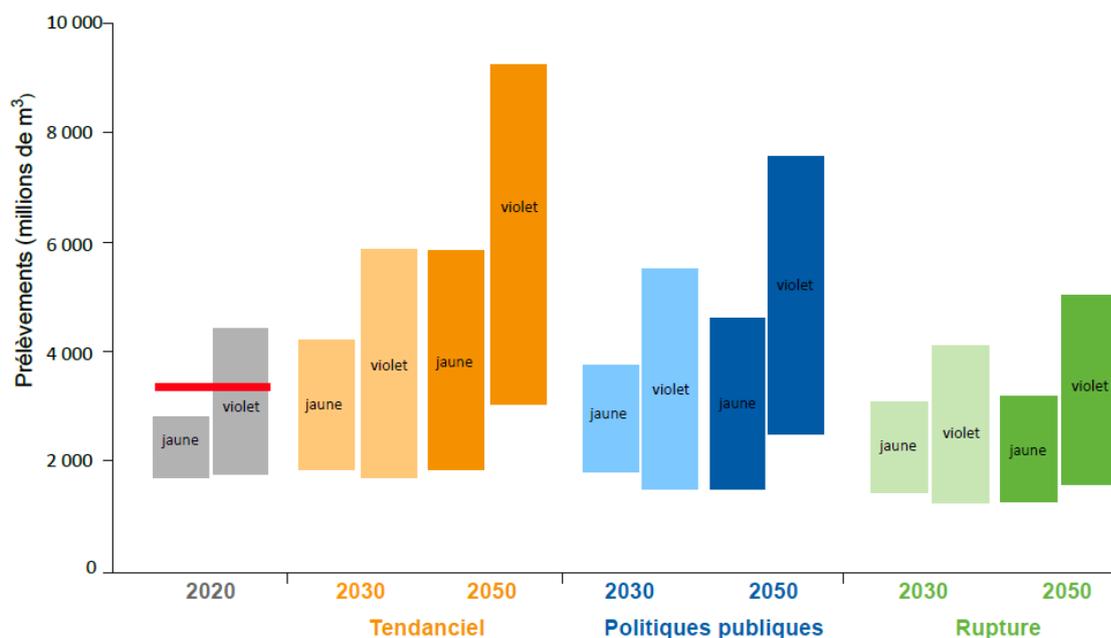
Pour l’année 2020, la demande obtenue avec la météo réelle<sup>1</sup> est plus élevée que celle obtenue pour un printemps-été sec avec la projection « jaune » et elle se situe dans la norme des simulations obtenues avec la projection « violet » (voir Graphique 13)<sup>2</sup>. Ces deux projections climatiques contrastées simulent des climats ayant des typologies différentes. Concernant la projection « jaune », les variations en matière de précipitations sont peu marquées, tandis que la projection « violet » tend à simuler des années très sèches. L’année 2020 a été une année particulièrement sèche en période estivale, avec

<sup>1</sup> <https://meteo.data.gouv.fr/datasets/donnees-changement-climatique-sim-quotidienne/>

<sup>2</sup> Ces projections sont obtenues selon la même méthode que celle employée pour les horizons 2030 et 2050. Une année présentant un printemps-été sec et une année présentant un printemps-été humide sont sélectionnées sur la période 2010-2030.

une pluviométrie déficitaire de 70 % par rapport à la normale en juillet, mois au cours duquel le besoin des cultures est élevé<sup>1</sup>.

**Graphique 13 – Prélèvements pour l'irrigation des cultures dans les trois scénarios d'usage en fonction de la projection climatique et de la pluviométrie au printemps-été, en millions de m<sup>3</sup>**



Note : une fourchette de prélèvements est présentée pour chaque horizon (2030 et 2050) en fonction de la pluviométrie au printemps-été : la valeur basse de prélèvements correspond à un printemps-été humide (prélèvements faibles) et la valeur haute à un printemps-été sec (prélèvements élevés). Deux projections climatiques ont été testées : jaune et violet (voir [Annexe 2](#)). Pour 2020, le trait rouge indique les prélèvements estimés via la météo réelle de l'année, tandis que les barres grises indiquent les fourchettes de prélèvements théoriques obtenus via les deux projections climatiques (jaune et violet) avec un printemps-été sec (valeur haute) ou humide (valeur basse).

Lecture : en 2050, avec un printemps-été sec et avec la projection climatique violet (cas le plus défavorable), les prélèvements atteindraient 9 200 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario tendanciel et 5 000 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario de rupture.

Source : France Stratégie

Si l'on compare les effets combinés du climat et des surfaces et pratiques agricoles (scénarios d'usage), à horizon 2050 et pour un printemps-été sec, les prélèvements pour l'irrigation des cultures augmentent dans tous les scénarios (voir Graphique 14).

<sup>1</sup> Météo France (2021), « Bilan climatique de l'année 2020 sur la France métropolitaine. Au 1<sup>er</sup> rang des années les plus chaudes en France depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle », mars.

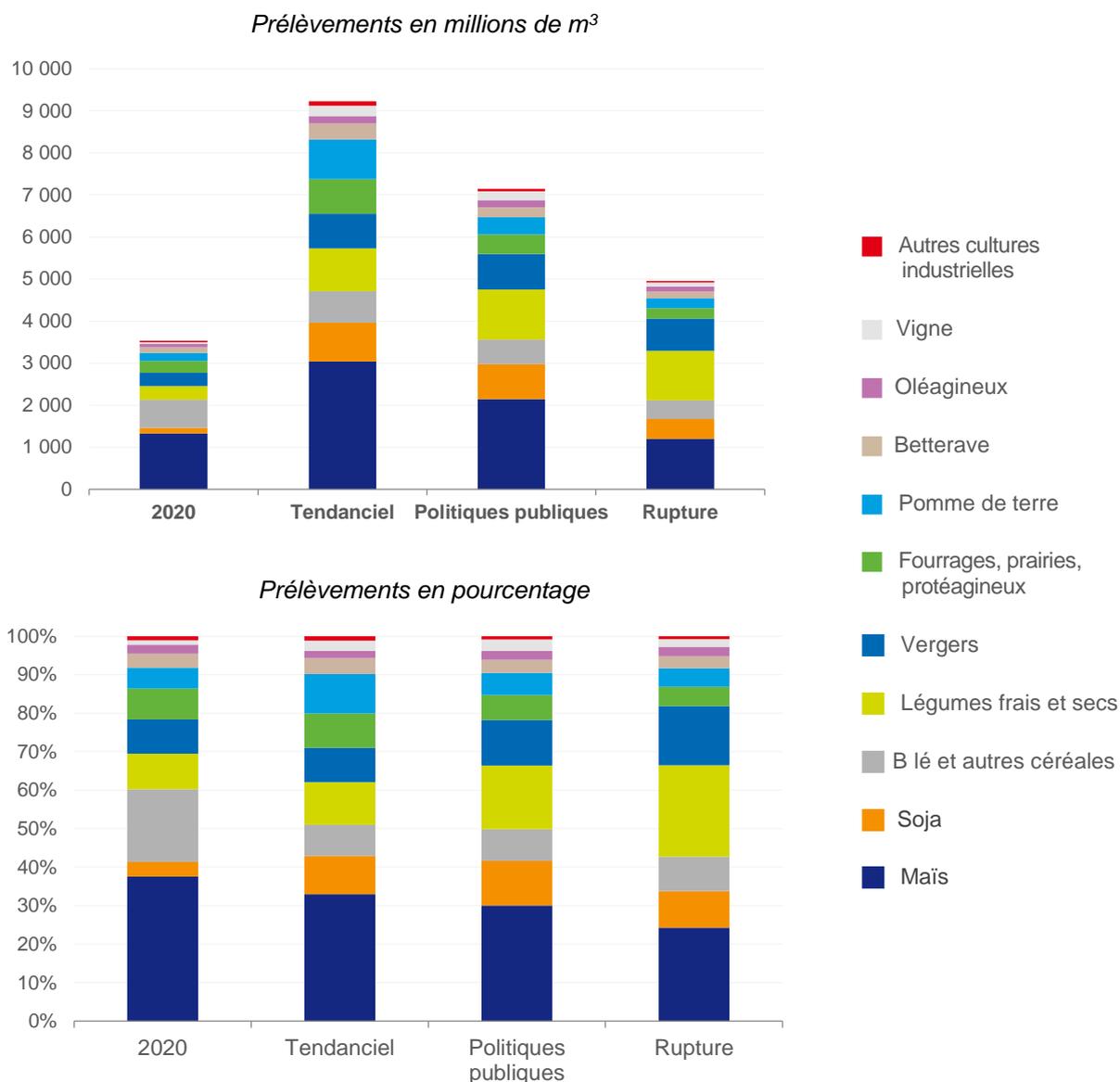
Entre l'année 2020 (obtenue avec la météo réelle) et une année avec printemps-été sec simulée en 2050 (avec la projection « violet »), l'augmentation de la demande en eau d'irrigation pourrait atteindre 161 % dans le scénario tendanciel, 107 % dans le scénario politiques publiques et 42 % dans le scénario de rupture.

Dans le cas le plus défavorable simulé (printemps-été sec et projection climatique « violet »), en 2050, les prélèvements agricoles pourraient atteindre 9 200 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario tendanciel et 7 300 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario politiques publiques. L'augmentation est davantage contenue dans le scénario de rupture avec des prélèvements qui pourraient atteindre 5 000 millions de m<sup>3</sup>.

Les surfaces des différentes cultures étant assez proches dans les scénarios politiques publiques et de rupture, la différence en matière de prélèvements s'explique essentiellement par le taux d'équipement en irrigation, davantage maîtrisé dans le scénario de rupture (12 % de croissance, contre 50 % dans le scénario politiques publiques), ainsi que par le développement de l'agroécologie sur l'intégralité des surfaces (contre 50 % dans le scénario politiques publiques). La maîtrise de la demande en eau d'irrigation passera donc par différents leviers.

Lorsque l'on regarde l'évolution de la part de chaque culture dans les prélèvements pour l'irrigation (voir Graphique 14), on remarque un changement de la répartition entre les trois scénarios. Par rapport à l'année 2020, on constate dans tous les scénarios : une diminution de la part des prélèvements pour le maïs et les céréales, quand dans le même temps la part des prélèvements pour les légumes, les vergers et le soja augmente. Ceci est étroitement lié à l'évolution des surfaces agricoles.

**Graphique 14 – Prélèvements pour les différentes cultures, en valeur absolue et en part, dans les trois scénarios d'usage en 2050 pour un printemps-été sec**



Note : les résultats en 2050 sont obtenus avec une projection climatique « violet ». L'année 2020 présentée est obtenue avec météo réelle 2020. La catégorie maïs regroupe le maïs grain et le maïs semence. La catégorie « Autres » n'a pas été représentée.

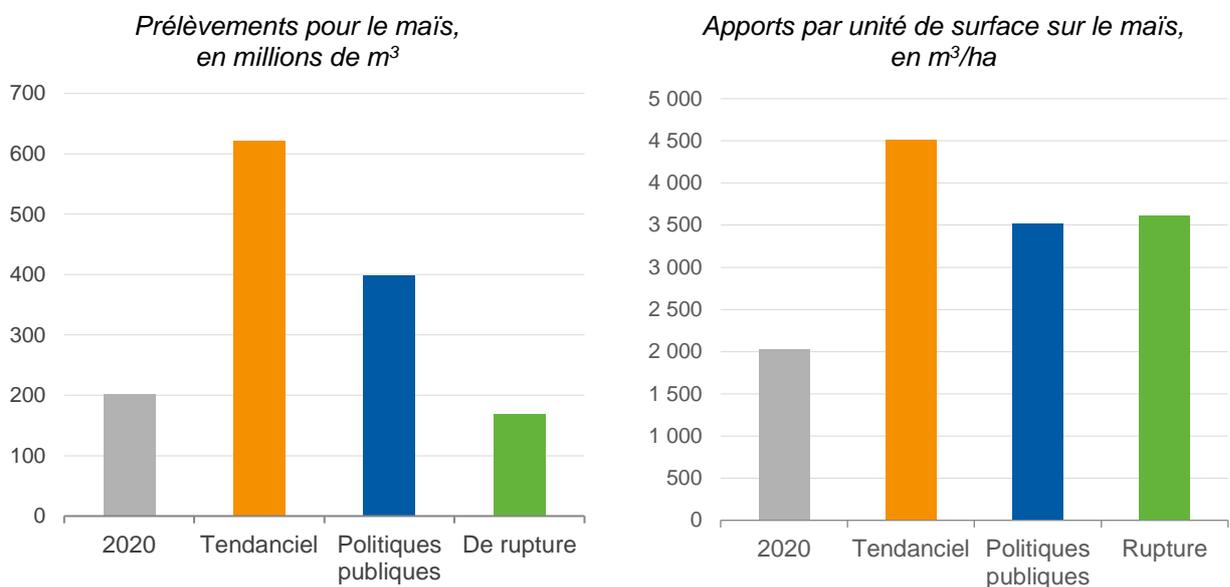
Lecture : en 2050, les prélèvements pour le maïs s'élèvent à 2 150 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario politiques publiques et ils représentent 30 % des prélèvements pour l'irrigation.

Source : France Stratégie

L'augmentation des prélèvements pour l'irrigation du maïs est largement expliquée par les évolutions climatiques. Par exemple, dans le bassin versant de l'Adour, les volumes prélevés pour le maïs en 2050 dans les scénarios tendanciel et politiques publiques sont supérieurs à ceux prélevés en 2020 (voir Graphique 15). Ce résultat est expliqué

essentiellement par deux phénomènes : l'augmentation des surfaces irriguées et le changement climatique. Si l'on s'intéresse aux volumes prélevés par unité de surface, pour maintenir des rendements similaires à ceux de 2020, la demande en eau d'irrigation par hectare de maïs pourrait plus que doubler entre 2020 et 2050 dans le scénario tendanciel (voir Graphique 15). Malgré des apports plus réduits grâce au développement des outils d'aide au pilotage et des pratiques agroécologiques, les augmentations demeureraient élevées dans les scénarios politiques publiques (+74 %) et de rupture (+78 %).

**Graphique 15 – Prélèvements simulés pour irriguer le maïs et apports par unité de surface sur le maïs en 2020 et en 2050 pour un printemps-été sec, dans les trois scénarios d'usage, dans le bassin versant de l'Adour**



Note : les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection climatique « violet ». L'année 2020 présentée est obtenue avec météo réelle 2020. La catégorie maïs regroupe le maïs grain et le maïs semence.

Lecture : en 2050, dans le scénario tendanciel, les prélèvements pour irriguer le maïs pourraient atteindre plus de 600 millions de m³. Rapporté à la surface, en 2020, les apports sur le maïs s'élèvent à environ 2 000 m³/ha. Ils pourraient atteindre plus de 4 500 m³/ha dans le scénario tendanciel en 2050.

Source : France Stratégie

### 3. L'énergie

En 2030, les prélèvements pour l'énergie sont identiques entre les scénarios tendanciel et politiques publiques et sont similaires à ceux de 2020 (-1 %). Le scénario de rupture présente une production nucléaire légèrement plus faible, ce qui conduit à des prélèvements moindres par rapport aux deux autres scénarios (-7 %) (voir Graphique 16).

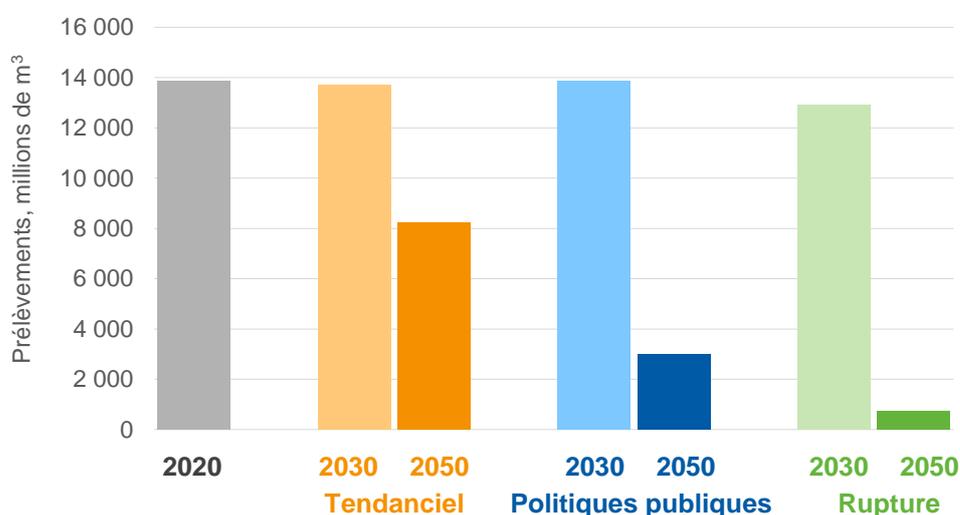
En 2050, les trois scénarios montrent une diminution importante, voire très importante, des prélèvements. L'arrêt des centrales nucléaires ayant atteint leur limite d'âge (70 ans),

hypothèse commune aux trois scénarios, conduit à une diminution de près de 5 600 millions de m<sup>3</sup>, soit plus d'un tiers des prélèvements totaux pour l'énergie, et environ un sixième des prélèvements totaux tous secteurs confondus<sup>1</sup>. En effet, quatre réacteurs (deux au Bugey et deux à Tricastin) équipés d'un circuit de refroidissement ouvert – qui prélève environ vingt fois plus d'eau qu'un circuit fermé – sont arrêtés en 2050.

En plus de ces arrêts, le scénario politiques publiques prévoit la transformation en circuit fermé de quatre réacteurs en circuit ouvert encore en fonctionnement (deux à Saint-Alban et deux à Tricastin, ceux qui n'ont pas atteint leur limite d'âge). Cela conduit à une diminution des prélèvements d'environ 5 700 millions de m<sup>3</sup>. Les réacteurs en circuit ouvert étant positionnés le long du Rhône, ce sont dans les bassins versants Rhône amont et Rhône aval que la diminution des prélèvements est la plus forte (avec le bassin du Rhin où la centrale de Fessenheim est arrêtée courant 2020). Une diminution de 85 % et 90 % respectivement, par rapport aux prélèvements de 2020 pour l'énergie est observée dans ces deux bassins versants.

Dans le scénario de rupture, avec une production nucléaire qui diminue fortement et des circuits de refroidissement ouverts transformés en circuits fermés, les prélèvements sont divisés par trente.

**Graphique 16 – Prélèvements pour l'énergie dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2020, les prélèvements pour l'énergie s'élèvent à près de 13 700 millions de m<sup>3</sup>, ils s'élèvent à 3 000 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario politiques publiques en 2050.

Source : France Stratégie

<sup>1</sup> Le choix de la limite d'âge, ici fixé à 70 ans, a des répercussions sur la date à laquelle on observe une diminution des prélèvements, voir [Annexe 5](#).

L'implantation d'une paire d'EPR (en circuit fermé) conduit à des prélèvements d'environ 250 millions de m<sup>3</sup>, soit près de 1 % des prélèvements totaux de 2020 en France métropolitaine.

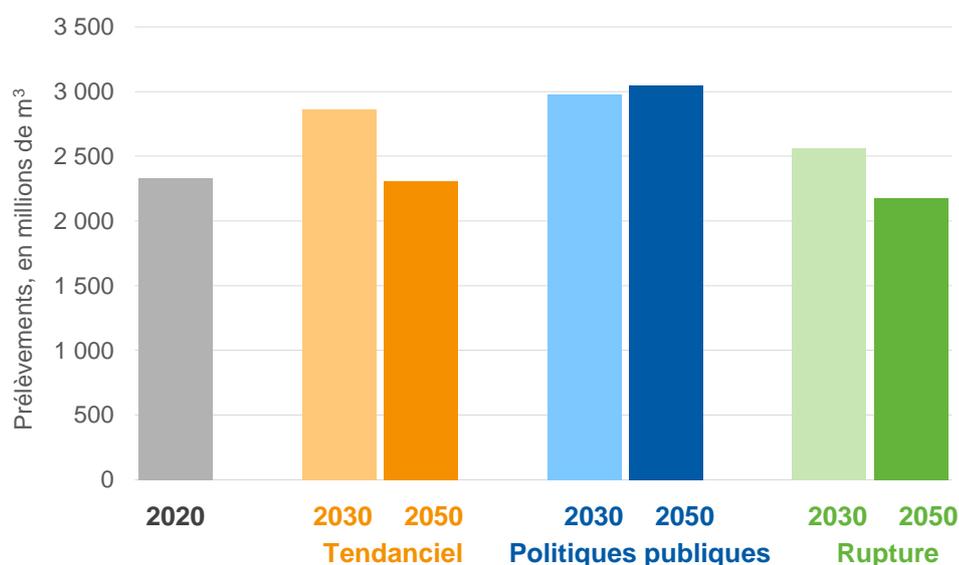
## 4. L'industrie

**Dans le scénario politiques publiques**, les prélèvements pour l'industrie augmentent particulièrement du fait de la politique de réindustrialisation (voir Graphique 17). Ainsi entre 2020 et 2050, les prélèvements en eau augmentent de 31 %, pour atteindre 3 050 millions de m<sup>3</sup>.

**Dans le scénario de rupture**, la désindustrialisation se traduit par une baisse des prélèvements de l'industrie de 7 %.

**Dans le scénario tendanciel**, après une hausse entre 2020 et 2030 liée à une croissance de l'activité industrielle, en 2050, les prélèvements retrouvent un niveau équivalent à ceux de 2020. En effet, malgré la baisse de la valeur ajoutée industrielle totale et l'amélioration de certains procédés, les prélèvements industriels restent quasiment constants, du fait de la croissance de certains secteurs aux besoins élevés en eau comme l'agroalimentaire ou l'industrie du papier-carton.

**Graphique 17 – Prélèvements pour l'industrie dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2050, dans le scénario de rupture, les prélèvements destinés à l'industrie s'élèveraient à 2 200 millions de m<sup>3</sup>, tandis qu'ils atteindraient 3 000 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario politiques publiques.

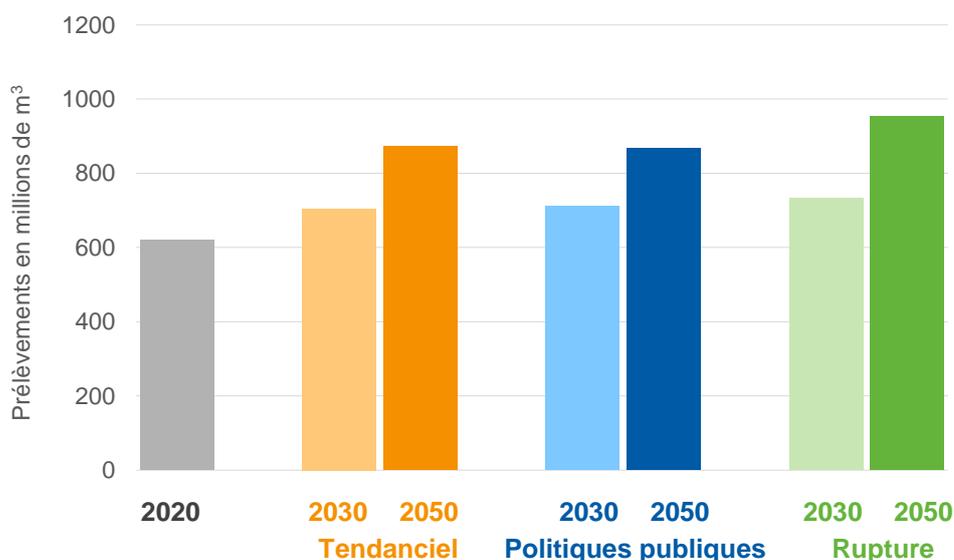
Source : France Stratégie

Dans le scénario politiques publiques, les prélèvements augmentent plus particulièrement pour la fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques ainsi que dans la catégorie autres industries manufacturières avec des prélèvements qui triplent entre 2020 et 2050. Malgré l'augmentation de l'activité de l'industrie agroalimentaire, l'augmentation des prélèvements demeure limitée (+ 6 % entre 2020 et 2050) grâce aux gains d'efficacité en matière d'utilisation de l'eau dans cette industrie.

## 5. Le tertiaire

En raison de l'augmentation de l'activité du secteur tertiaire, les prélèvements augmentent dans tous les scénarios. En 2050, ces prélèvements atteignent environ 870 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario tendanciel, 870 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario politiques publiques et 950 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario de rupture, ce qui représente des hausses de 41 %, 40 % et 54 % respectivement (voir Graphique 18).

**Graphique 18 – Prélèvements pour le tertiaire dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2050, dans le scénario de rupture, les prélèvements destinés au tertiaire s'élèveraient à 950 millions de m<sup>3</sup>, tandis qu'ils atteindraient 870 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario politiques publiques.

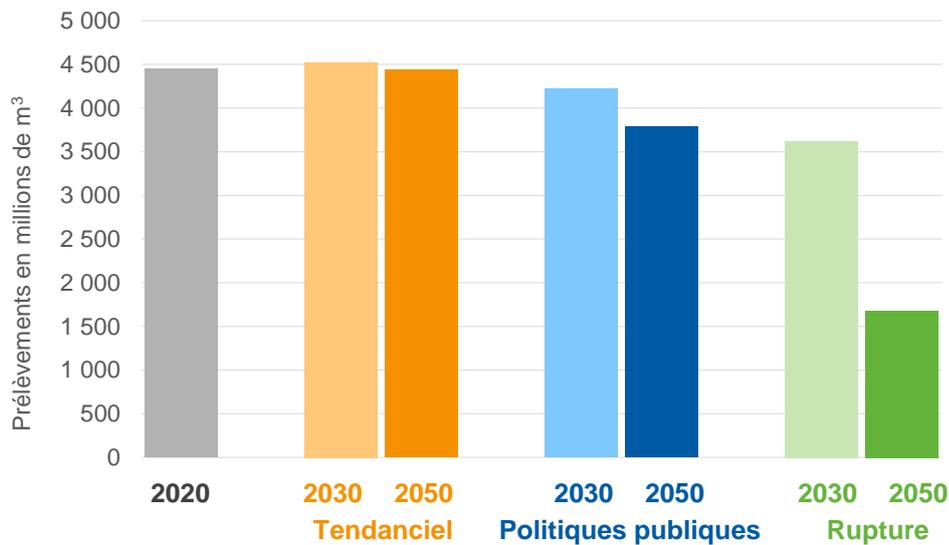
Source : France Stratégie

## 6. Le résidentiel

Entre 2020 et 2050, les prélèvements du résidentiel baissent dans tous les scénarios. Dans le scénario politiques publiques, dans lequel la population augmente de 2,9 % entre 2020 et 2050, la réduction des fuites des réseaux d'eau potable couplée à des actions de

sobriété et d'efficacité permettent une diminution des prélèvements de 15 %. Dans le scénario de rupture, les efforts de sobriété et d'efficacité ainsi que la diminution de la population conduisent à une réduction des prélèvements de 62 % (voir Graphique 19).

**Graphique 19 – Prélèvements pour le résidentiel dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2050, dans le scénario de rupture, les prélèvements du secteur résidentiel s'élèveraient à 1 700 millions de m<sup>3</sup>.

Source : France Stratégie

Une diminution de 1,0 % du taux de fuite des réseaux d'eau potable entraîne une réduction des prélèvements du secteur résidentiel de 1,2 %. Ainsi, même dans les scénarios les plus ambitieux en matière de rénovation des réseaux (le scénario politiques publiques et le scénario de rupture ont des taux de fuites réduits de cinq points par rapport à 2020), la réduction des fuites ne permet une diminution des prélèvements que de 6 % en moyenne à l'échelle nationale. Agir sur les fuites a donc des effets relativement limités à l'échelle nationale. Toutefois, localement, dans les territoires où la ressource est en tension, cela peut se révéler pertinent.

## 7. Les canaux

Dans tous les scénarios, les prélèvements pour les canaux augmentent uniquement dans le bassin versant de l'Oise (+9 % entre 2020 et 2050) du fait de la construction du canal Seine-Nord. Dans le scénario politiques publiques, hors prélèvements additionnels du Canal Seine-Nord, les prélèvements diminuent de 10 % grâce à la modernisation des infrastructures et à l'amélioration de leur pilotage.

## 8. Les prélèvements totaux

En 2050, pour un printemps-été sec et selon la projection climatique – projection « jaune » caractérisée par un cumul des précipitations de 245 mm à cette période ou projection « violet » caractérisée par un cumul des précipitations de 78 mm –, les prélèvements totaux annuels pourraient varier entre<sup>1</sup> :

- 27 600 millions de m<sup>3</sup> et 31 100 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario tendanciel,
- 20 700 millions de m<sup>3</sup> et 23 400 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario politiques publiques,
- 14 600 millions de m<sup>3</sup> et 16 400 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario de rupture.

Dans tous les scénarios, les deux grandes tendances déterminantes dans le volume total prélevé à l'échelle nationale sont :

- une diminution des prélèvements liés à la production nucléaire du fait de l'arrêt des centrales arrivant en fin de vie et de la modernisation des circuits de refroidissement ;
- une augmentation des prélèvements pour l'irrigation pour une année avec un printemps-été sec, d'autant plus importante que les surfaces équipées en irrigation auront crû.

Dans le cas le plus défavorable étudié (projection climatique « violet » et printemps-été sec), les prélèvements totaux annuels se stabiliseraient entre 2020 et 2050 dans le scénario tendanciel (+1 %) et ils diminueraient de respectivement 24 % et 47 % dans les scénarios politiques publiques et de rupture (voir Graphique 20 page suivante). Avec la projection « jaune », les prélèvements diminuent dans tous les scénarios : -22 % dans le scénario tendanciel, -41 % dans le scénario politiques publiques et -59 % dans le scénario de rupture.

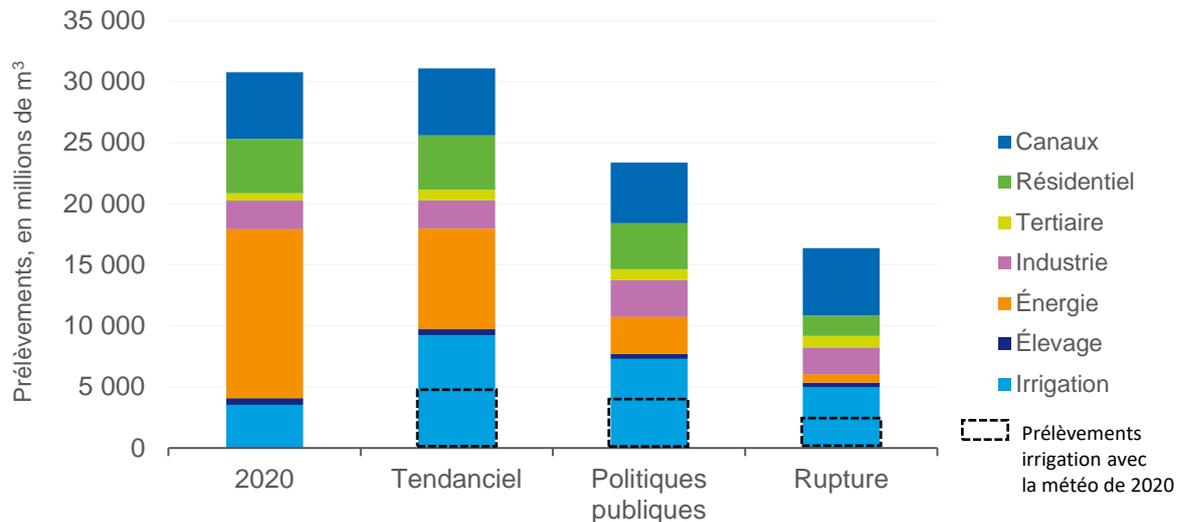
Par rapport à 2020, le poids des différents secteurs dans les prélèvements change (voir Graphique 20). Alors que l'énergie, hors hydroélectricité, représentait le premier secteur prélevant de l'eau en 2020, quel que soit le scénario, l'irrigation devient le premier secteur en 2050, avec environ un tiers des prélèvements.

Si l'on décompose l'évolution des prélèvements pour le scénario politiques publiques à l'horizon 2050, on constate (voir Graphique 21 page suivante) : d'une part, une augmentation liée à l'effet du climat et du développement de l'irrigation, et d'autre part, une diminution essentiellement expliquée par le secteur énergétique (transformation des circuits de refroidissement et arrêts des centrales en fin de vie).

---

<sup>1</sup> Pour rappel, les prélèvements en 2020 ont été évalués dans ce travail à 30 800 millions de m<sup>3</sup>.

**Graphique 20 – Prélèvements totaux en 2020 et en 2050 dans les trois scénarios d’usage, obtenus sous la projection climatique « violet » pour un printemps-été sec, en millions de m<sup>3</sup>**

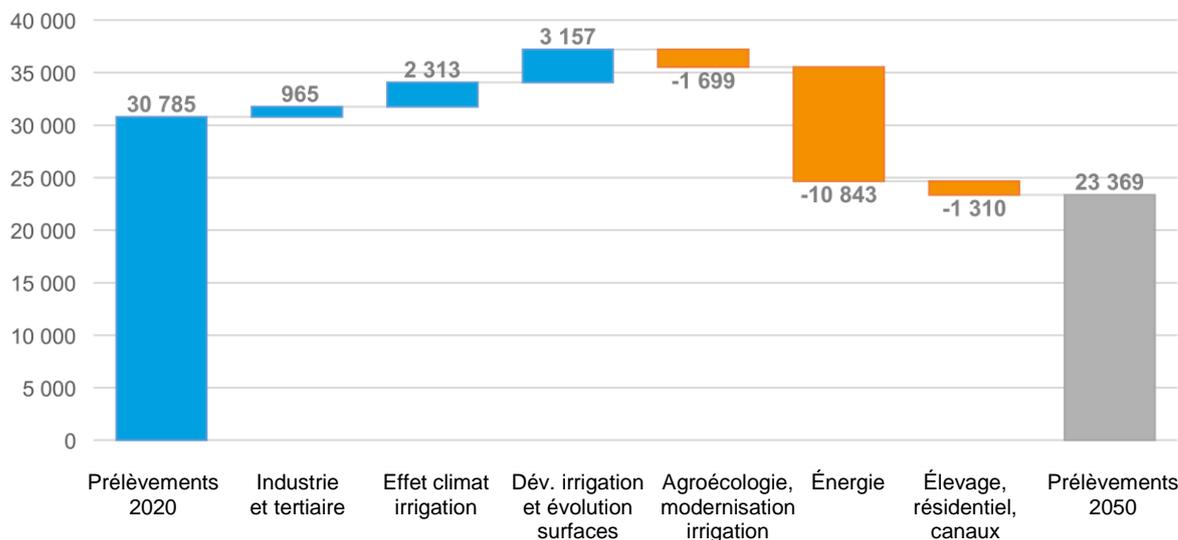


Note : l’année 2020 présentée est obtenue sous météo réelle 2020.

Lecture : en 2050, dans le scénario de rupture, les prélèvements totaux s’élèveraient à 16 400 millions de m<sup>3</sup> et l’irrigation y contribuerait à hauteur de 31 %. Si en 2050 la météo est identique à celle observée en 2020, les prélèvements pour l’irrigation s’élèveraient à 2 900 millions de m<sup>3</sup>.

Source : France Stratégie

**Graphique 21 – Prélèvements totaux en 2020 et dans le scénario politiques publiques en 2050 et décomposition de leur évolution pour un printemps-été sec, en millions de m<sup>3</sup>**



Note : l’année 2020 présentée est obtenue sous météo réelle 2020. Les résultats en 2050 sont obtenus sous la projection climatique « violet »

Lecture : en 2050, dans le scénario politiques publiques, les prélèvements totaux s’élèvent à environ 23 400 millions de m<sup>3</sup> et entre 2020 et 2050 l’effet du climat sur les prélèvements pour l’irrigation conduit à une hausse de 2 300 millions de m<sup>3</sup>.

Source : France Stratégie

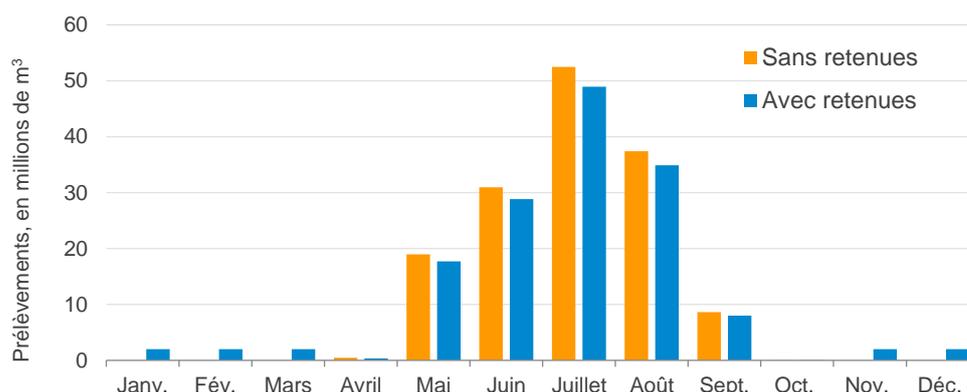
L'augmentation de la part de l'irrigation dans les prélèvements totaux a pour corollaire un changement dans la répartition mensuelle de ces prélèvements, car les prélèvements pour l'irrigation se concentrent pendant les mois les plus chauds de l'année (voir Graphique 23). Ainsi, à l'horizon 2050 dans tous les scénarios étudiés, environ 55 % des prélèvements totaux annuels seraient réalisés entre les mois de mai et de septembre, contre 41 % en 2020.

Le rôle des retenues de substitution pour réduire les prélèvements entre les mois de mai et de septembre apparaît modéré. Dans le scénario politiques publiques, en 2050, à l'échelle de la France métropolitaine, ces retenues permettent de réduire les prélèvements de 2 %. Les retenues, même dans les bassins versants les plus équipés, ont des effets limités sur la répartition annuelle des prélèvements (voir Encadré 8).

**Encadré 8 – Effets modérés des retenues agricoles de substitution sur la répartition des prélèvements au cours de l'année**  
**Focus sur le bassin versant de la Charente**

En 2050, dans le scénario politiques publiques, dans le bassin versant de la Charente, où plus de trente retenues de substitution pour un volume de plus de 7,5 millions de m<sup>3</sup> sont construites, portant le volume de substitution globale à 10,1 millions de m<sup>3</sup>, 6,8 % des prélèvements estivaux seraient décalés en période hivernale. Autrement dit, même en considérant un remplissage complet des ouvrages de substitution, leur effet demeure limité, eu égard à la demande future.

**Graphique 22 – Comparaison de la temporalité des prélèvements en 2050 dans le bassin versant de la Charente en fonction de l'équipement en retenues de substitution, en millions de m<sup>3</sup>**

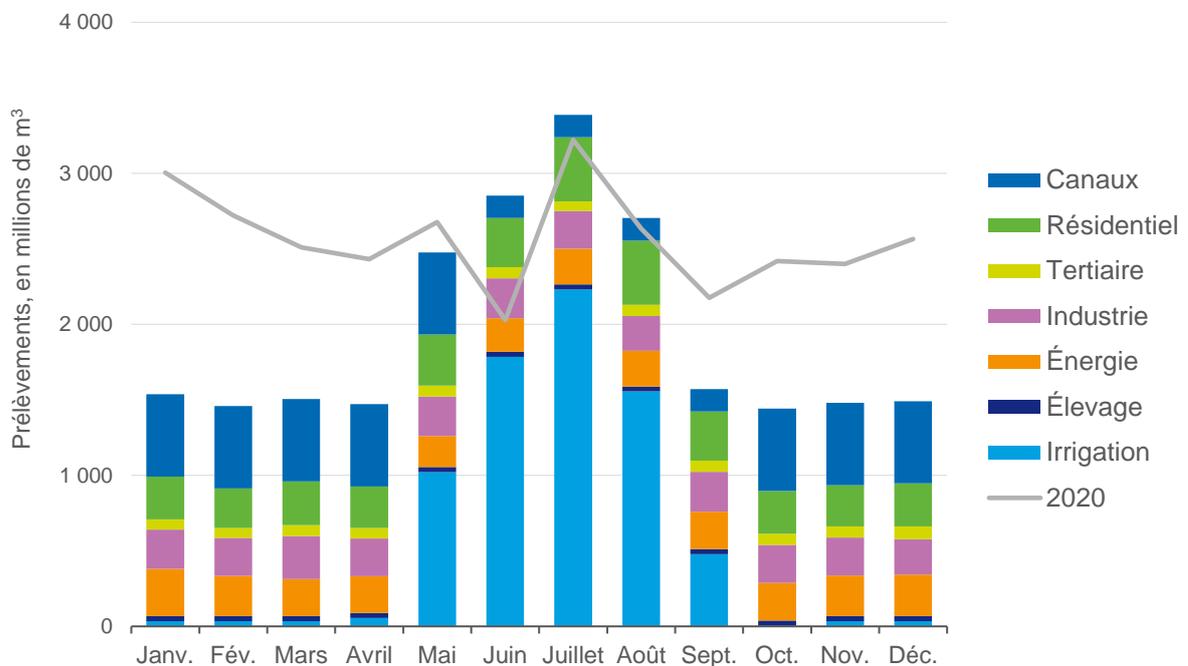


Note : résultats obtenus en 2050 pour le scénario politiques publiques. Dans la simulation sans retenues, il n'y a aucune retenue de substitution dans le bassin versant de la Charente. Dans la simulation avec retenues, le volume total des retenues de substitution s'élève à 10,1 millions de m<sup>3</sup>. Les résultats sont obtenus pour un printemps-été sec et avec la projection climatique « violet ».

Lecture : la création de retenues de substitution permettrait de réduire les prélèvements en juillet de 6 %.

Source : France Stratégie d'après la méthode décrite précédemment

**Graphique 23 – Prélèvements mensuels en 2050 avec la projection climatique « violet » et pour un printemps-été sec dans le scénario politiques publiques et comparaison avec les prélèvements en 2020, en millions de m<sup>3</sup>**



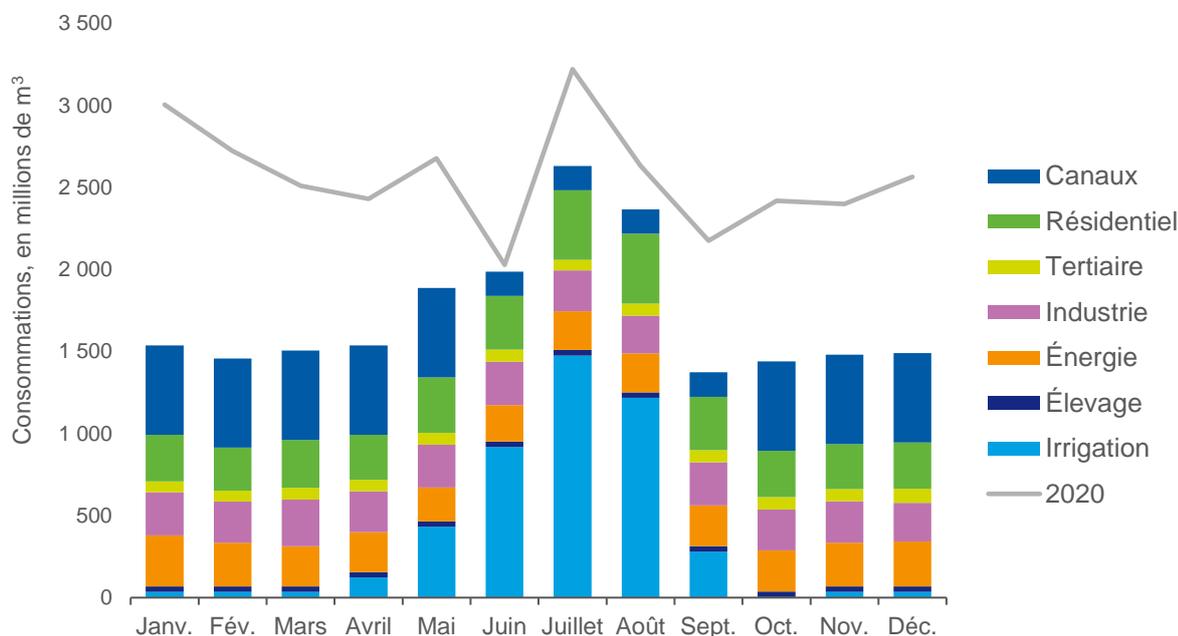
Note : l'année 2020 présentée est obtenue avec la météo réelle 2020.

Lecture : en 2050, avec le scénario politiques publiques, les prélèvements totaux pourraient atteindre 3 400 millions de m<sup>3</sup> en juillet, l'irrigation y contribuant pour près de 66 %. En 2020, les prélèvements au mois de juillet s'élevaient à environ 3 200 millions de m<sup>3</sup>.

Source : France Stratégie

Avec la projection climatique « jaune » et pour un printemps-été sec, les prélèvements sont inférieurs à ceux déterminés avec la projection climatique « violet ». Ils sont également plus faibles, pour tous les scénarios étudiés, que ceux observés en 2020, année particulièrement sèche sur la période printemps-été. Dans tous les scénarios, cette diminution des prélèvements entre 2020 et 2050 s'explique essentiellement par la diminution des prélèvements pour l'énergie. En ce qui concerne l'irrigation, les prélèvements augmentent entre 2020 et 2050 dans tous les scénarios. Dans le scénario politiques publiques, le pic de prélèvements totaux entre mai et septembre est inférieur à celui observé en 2020 (voir Graphique 24).

**Graphique 24 – Prélèvements mensuels en 2050 avec la projection climatique « jaune » et pour un printemps-été sec dans le scénario politiques publiques et comparaison avec les prélèvements en 2020, en millions de m<sup>3</sup>**



Note : l'année 2020 présentée est obtenue avec la météo réelle 2020.

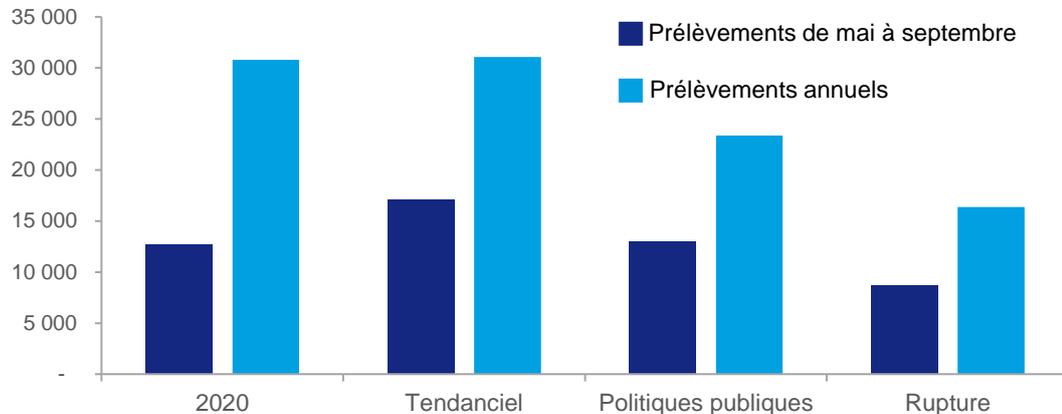
Lecture : en 2050, avec le scénario politiques publiques, le total des prélèvements pourrait atteindre 2 600 millions de m<sup>3</sup> en juillet, l'irrigation y contribuant pour près de 56 %. En 2020, les prélèvements au mois de juillet s'élevaient à environ 3 200 millions de m<sup>3</sup>.

Source : France Stratégie

L'étude des prélèvements annuels ne permet pas de détecter les augmentations qui peuvent survenir au cours de certains mois. Ainsi, dans le cas le plus défavorable étudié (projection climatique « violet » et printemps-été sec), les prélèvements annuels du scénario politiques publiques sont inférieurs de 24 % à ceux obtenus pour l'année 2020. En revanche, ils sont supérieurs de 2 % à ceux obtenus pour l'année 2020 si l'on considère uniquement les prélèvements cumulés entre les mois de mai et de septembre (voir Graphique 25 page suivante).

L'agrégation des prélèvements à l'échelle nationale masque de fortes disparités locales. Elle peut amener à penser que la baisse des prélèvements pour l'énergie compense l'augmentation de ceux pour l'irrigation. Or ces deux phénomènes ne se produisent pas dans les mêmes bassins versants.

**Graphique 25 – Prélèvements totaux cumulés entre mai et septembre dans les trois scénarios d’usage pour un printemps-été sec et comparaison avec les prélèvements annuels, en millions de m<sup>3</sup>**



Note : l’année 2020 présentée est obtenue avec météo réelle 2020. Les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection climatique « violet ».

Lecture : en 2050, dans le scénario de rupture les prélèvements totaux entre les mois de mai et de septembre s’élèveraient à 8 700 millions de m<sup>3</sup> (16 400 millions de m<sup>3</sup> sur l’année), tandis qu’ils atteindraient 17 100 millions de m<sup>3</sup> (31 100 millions de m<sup>3</sup> sur l’année) dans le scénario tendanciel.

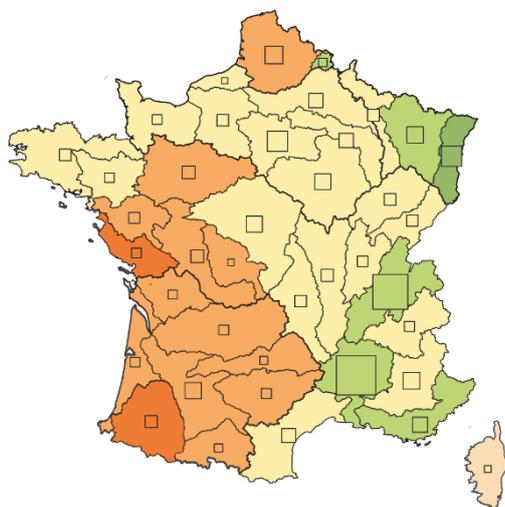
Source : France Stratégie

Les évolutions de prélèvements ne seront pas uniformément réparties sur le territoire. Certains bassins versants présenteront des baisses quand d’autres afficheront des hausses (voir Carte 6). De façon générale, dans le cas d’un printemps-été sec simulé avec la projection climatique « violet », on observe entre 2020 et 2050 :

- dans les scénarios tendanciel et politiques publiques, une augmentation de plus de 50 % des prélèvements dans de nombreux bassins versants de la moitié ouest de la France hexagonale. Ces augmentations sont largement expliquées par l’augmentation de la demande en irrigation, qui fait plus que doubler ;
- dans tous les scénarios, à des degrés variables, une diminution des prélèvements dans plusieurs bassins versants de la moitié est, notamment dans la vallée du Rhône. Ces diminutions sont largement expliquées par une baisse des prélèvements du secteur énergétique avec l’arrêt de centrales nucléaires arrivant en fin de vie et la transformation de circuits de refroidissement ouverts en circuits fermés.

Dans le cas d’un printemps-été sec obtenu avec la projection climatique « jaune », on observe des augmentations de prélèvements entre 2020 et 2050 plus faibles (Carte 7). Ainsi, dans le scénario tendanciel, seuls deux bassins versants (l’Adour et les fleuves côtiers du sud de la Loire) présentent des augmentations supérieures à 50 %. Dans le scénario politiques publiques, les prélèvements diminuent dans plus d’un tiers des bassins versants. Dans le scénario de rupture, les prélèvements augmentent uniquement dans deux bassins versants (la Meuse et les fleuves côtiers bretons).

### Carte 6 – Évolutions des prélèvements entre 2020 et 2050 dans les trois scénarios d'usage pour un printemps-été sec, en pourcentage (projection « violet »)



#### Scénario tendanciel

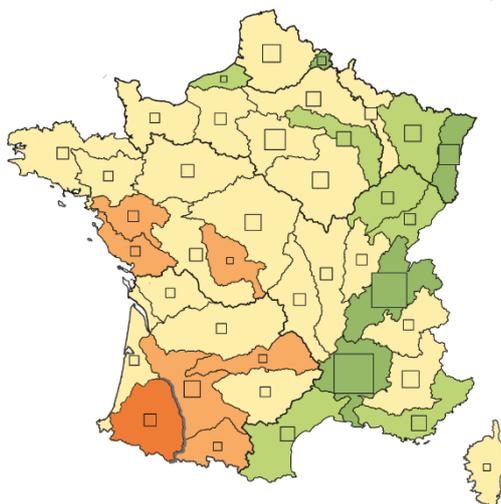
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



#### Scénario politiques publiques

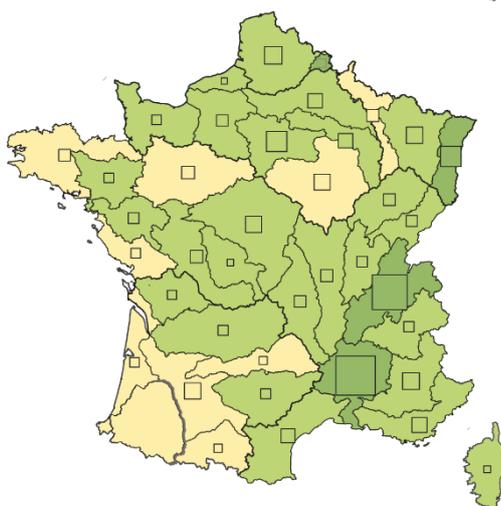
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



#### Scénario de rupture

Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



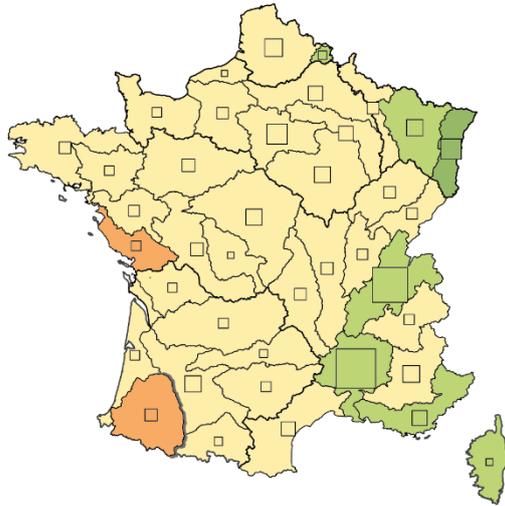
Note : les carrés sont proportionnels aux prélèvements en 2020. Ces derniers varient de 39 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant côtiers Artois à 7 300 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant du Rhône aval. L'année 2020 est obtenue avec la météo réelle 2020. Les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection « violet ».

Lecture : en 2050, dans le scénario politiques publiques, les prélèvements totaux augmenteraient de plus de 100 % dans le bassin versant de l'Adour (en relief sur la carte), tandis que l'augmentation serait inférieure à 50 % dans le scénario de rupture.

Cartographie IGN 2024

Source : France Stratégie

**Carte 7 – Évolutions des prélèvements entre 2020 et 2050 dans les trois scénarios d'usage pour un printemps-été sec, en pourcentage (projection « jaune »)**



**Scénario tendanciel**

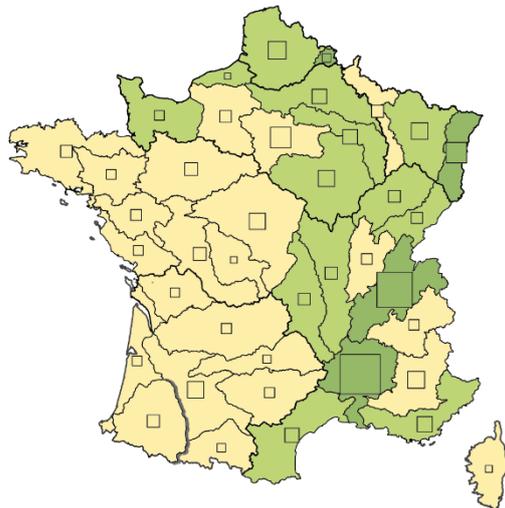
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



**Scénario politiques publiques**

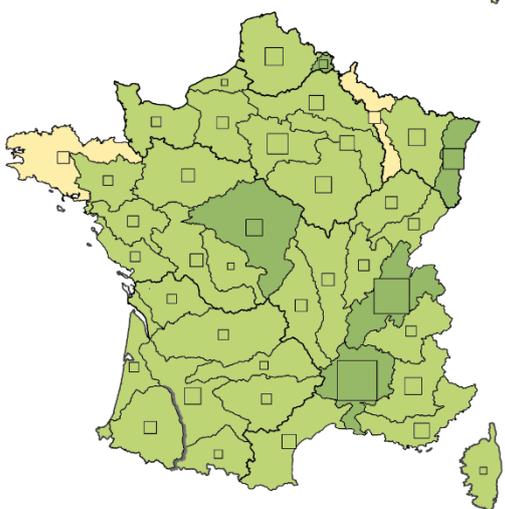
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



**Scénario de rupture**

Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



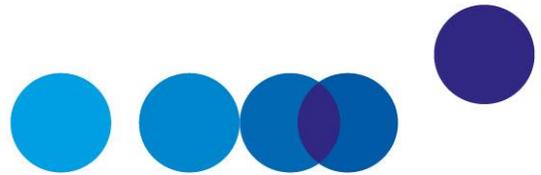
Note: les carrés sont proportionnels aux prélèvements en 2020. Ces derniers varient de 39 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant côtiers Artois à 7 300 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant du Rhône aval. L'année 2020 est obtenue avec la météo réelle 2020. Les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection « jaune ».

Lecture : en 2050, dans le scénario tendanciel, la croissance des prélèvements totaux serait comprise entre 50 % et 100 % dans le bassin versant de l'Adour (en relief sur la carte).

Cartographie IGN 2024

Source : France Stratégie





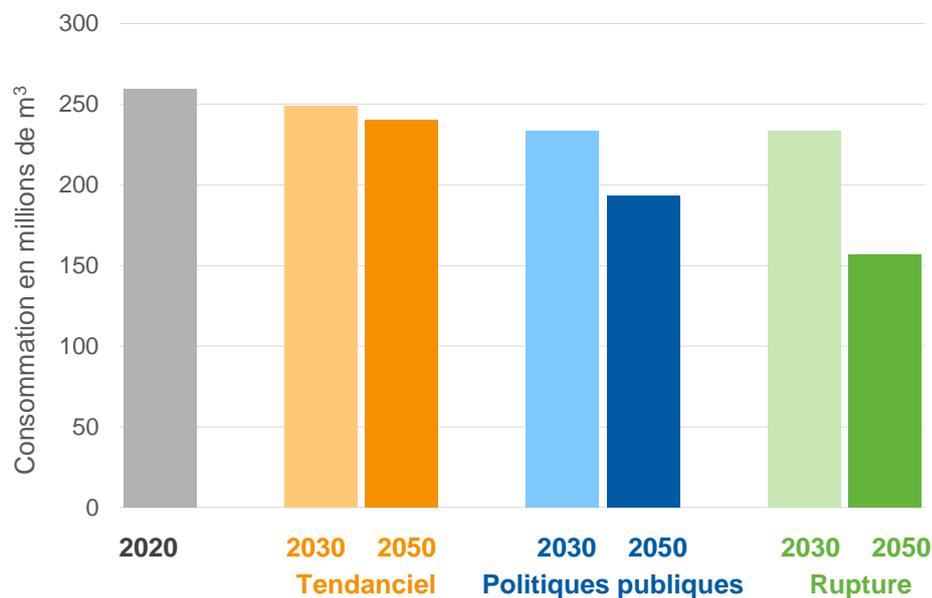
## CHAPITRE 5

# ÉVOLUTION DES CONSOMMATIONS

### 1. L'élevage

En lien avec la diminution des prélèvements, les consommations pour l'élevage diminuent dans tous les scénarios. Les consommations atteignent 240 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario tendanciel, 195 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario politiques publiques et 160 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario de rupture (voir Graphique 26).

**Graphique 26 – Consommations pour l'élevage dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2050, dans le scénario de rupture, les consommations pour l'élevage s'élèveraient à 160 millions de m<sup>3</sup>, tandis qu'elles atteindraient 240 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario tendanciel.

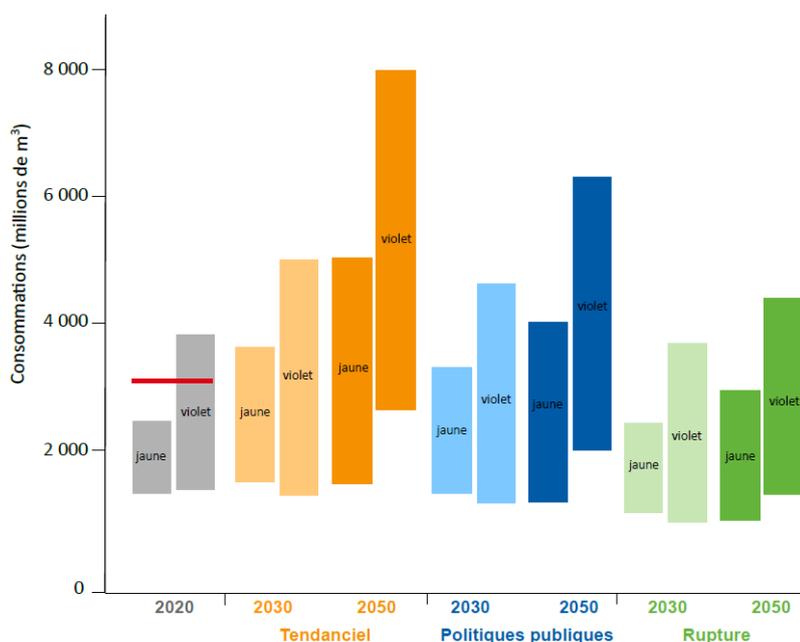
Source : France Stratégie

## 2. L'irrigation des cultures

En lien avec la hausse des prélèvements, les consommations augmentent dans tous les scénarios (voir Graphique 27). Les facteurs de consommations, correspondant à la part du prélèvement évaporée et évapotranspirée, varient entre les bassins versants avec le type d'irrigation : de 73 % dans le bassin versant côtiers Côte d'Azur où l'irrigation gravitaire est présente à plus de 90 % dans certains bassins versants très équipés en micro irrigation.

Dans le cas le plus défavorable simulé (projection climatique « violet » et printemps-été sec), en 2050 les consommations annuelles pour l'irrigation pourraient atteindre 8 100 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario tendanciel, 6 400 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario politiques publiques et 4 400 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario de rupture, soit des hausses par rapport à 2020 respectivement de 167 %, 111 % et 44 %.

**Graphique 27 – Consommations pour l'irrigation des cultures dans les trois scénarios d'usage en fonction de la projection climatique et de la pluviométrie, en millions de m<sup>3</sup>**



Note : une fourchette de consommations est présentée pour chaque horizon (2030 et 2050) en fonction de la pluviométrie au printemps-été : la valeur basse de prélèvements correspond à un printemps-été humide (prélèvements faibles) et la valeur haute à un printemps-été sec (prélèvements élevés). Deux projections climatiques ont été testées : jaune et violet (voir [Annexe 2](#)). Pour 2020, le trait rouge indique les consommations estimées via la météo réelle de 2020, tandis que les barres grises indiquent les fourchettes de consommations théoriques obtenues via les deux projections climatiques (jaune et violet) avec un printemps-été sec (valeur haute) ou humide (valeur basse).

Lecture : en 2050, avec un printemps-été sec et avec la projection climatique violet (cas le plus défavorable), les consommations atteindraient 8 100 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario politiques publiques et 4 400 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario de rupture.

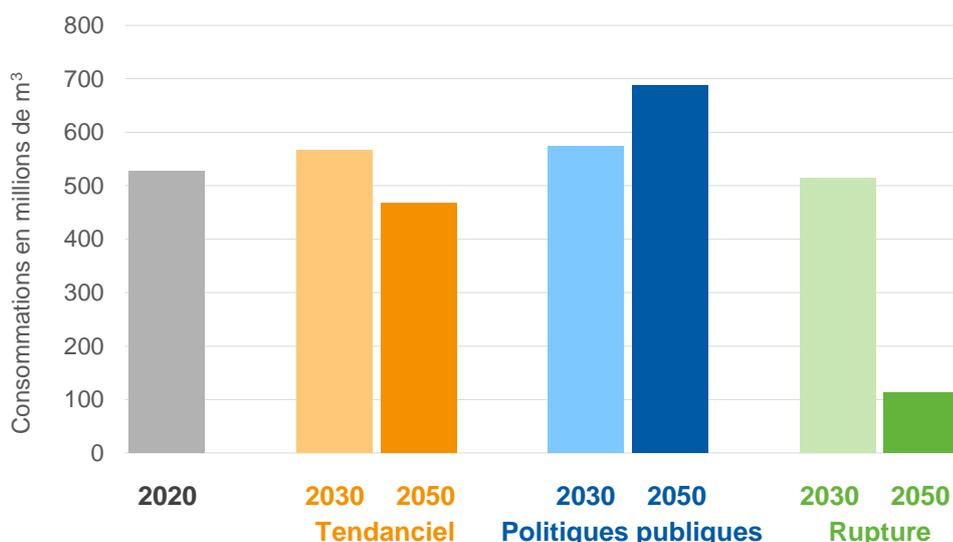
Source : France Stratégie

### 3. L'énergie

Pour le secteur énergétique, consommations et prélèvements connaissent des évolutions différentes. En particulier, alors que les prélèvements diminuent dans tous les scénarios, les consommations augmentent dans le scénario politiques publiques pour atteindre 690 millions de m<sup>3</sup> en 2050, soit une hausse de 30 % par rapport à 2020 (voir Graphique 28).

Le facteur de consommation moyen du secteur énergétique s'élève dans ce scénario à 22 %, contre 4 % pour l'année 2020. Ceci est lié, d'une part, à l'ouverture de quatre EPR à circuits de refroidissement fermés<sup>1</sup> et, d'autre part, à la transformation des circuits ouverts en circuits fermés dans l'intégralité des centrales encore en fonctionnement (soit quatre réacteurs). Si les circuits fermés ont l'avantage de réduire les prélèvements nécessaires au refroidissement, ils consomment davantage d'eau du fait d'une évaporation accrue.

**Graphique 28 – Consommations pour l'énergie dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2050, dans le scénario politiques publiques, les consommations de l'énergie s'élèveraient à 690 millions de m<sup>3</sup>, tandis qu'elles atteindraient 110 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario de rupture.

Source : France Stratégie

Dans le scénario politiques publiques, l'augmentation des consommations pour le secteur énergétique est particulièrement importante dans les bassins versants rivières d'Île-de-

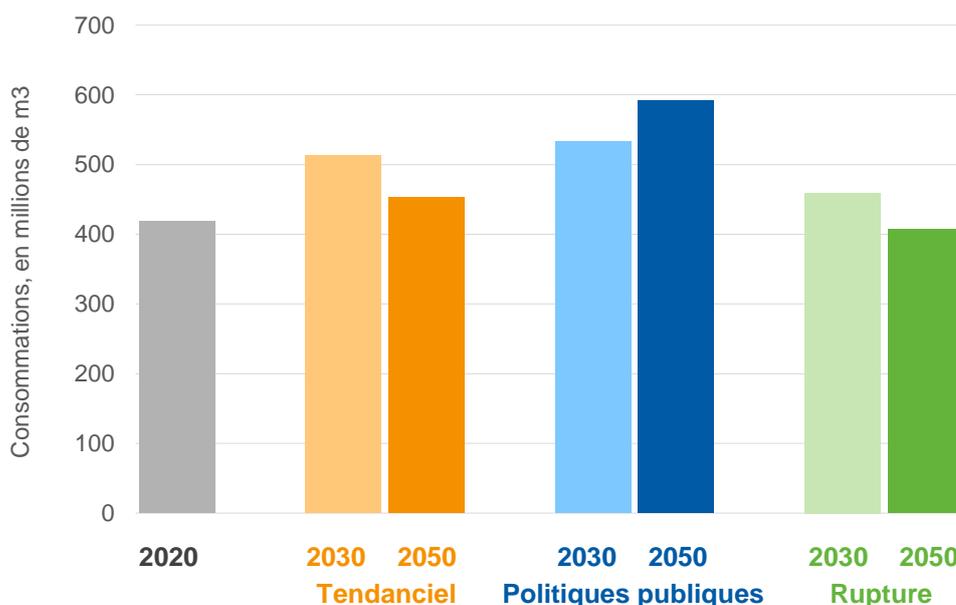
<sup>1</sup> Une paire d'EPR (en circuit fermé) consommerait environ 55 millions de m<sup>3</sup> d'eau (estimation haute), soit près de 1,2 % des consommations totales françaises de l'année 2020.

France et Rhône amont, avec une augmentation des consommations pour l'énergie de 170 % et 105 % respectivement entre 2020 et 2050. En effet, deux EPR sont supposés être construits dans le bassin versant rivières d'Île-de-France (Nogent-sur-Seine)<sup>1</sup> et dans le bassin versant Rhône amont (Bugey). En plus de la construction de deux EPR sur le site du Bugey<sup>2</sup>, la transformation des circuits de refroidissement de la centrale de Saint-Alban se traduit par une augmentation des consommations.

## 4. L'industrie

En lien avec l'augmentation des prélèvements, les consommations pour l'industrie augmentent particulièrement dans le scénario politiques publiques (voir Graphique 29). Elles atteignent plus de 590 millions de m<sup>3</sup> en 2050, soit une hausse de plus de 40 % par rapport à 2020.

**Graphique 29 – Consommations pour l'industrie dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2050, dans le scénario politiques publiques, les consommations de l'industrie s'élèveraient à 590 millions de m<sup>3</sup>, tandis qu'elles atteindraient 410 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario de rupture.

Source : France Stratégie

<sup>1</sup> Sans EPR, l'augmentation des consommations est de 45 % dans ce bassin versant. Avec les deux EPR, cette augmentation atteint 62 %.

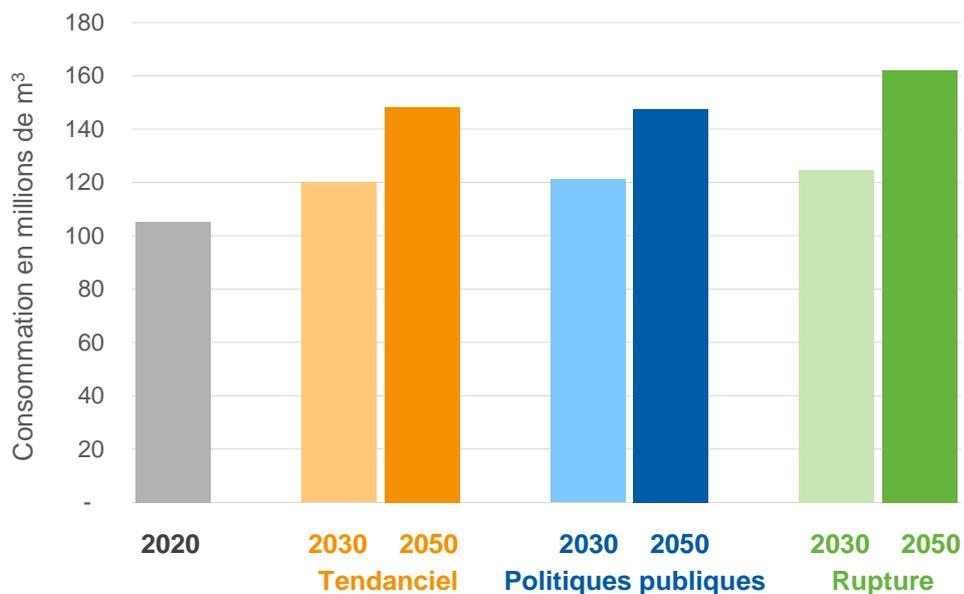
<sup>2</sup> Une paire d'EPR d'une puissance d'environ 1 700 MW permet de remplacer (en termes de production d'électricité) à peu près quatre réacteurs d'une puissance de 900 MW, tels que ceux actuellement en fonctionnement sur le site du Bugey.

Cette hausse est supérieure à la hausse des prélèvements (+31 %). En effet, du fait de l'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans l'agroalimentaire, la chimie, la pharmacie, la fabrication de caoutchouc et la métallurgie, notamment par une modernisation des circuits de refroidissement et une réutilisation de l'eau, les facteurs de consommations de ces activités augmentent (l'eau étant utilisée plusieurs fois).

## 5. Le tertiaire

En lien avec l'augmentation des prélèvements, les consommations pour le tertiaire augmentent dans tous les scénarios (voir Graphique 30). En 2050, elles varient, selon le scénario, entre 147 millions de m<sup>3</sup> et 162 millions de m<sup>3</sup> (entre 41 % et 54 % d'augmentation par rapport à 2020).

**Graphique 30 – Consommations pour le tertiaire dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2050, dans le scénario politiques publiques, les consommations du tertiaire s'élèveraient à près de 150 millions de m<sup>3</sup>, tandis qu'elles atteindraient plus de 160 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario de rupture.

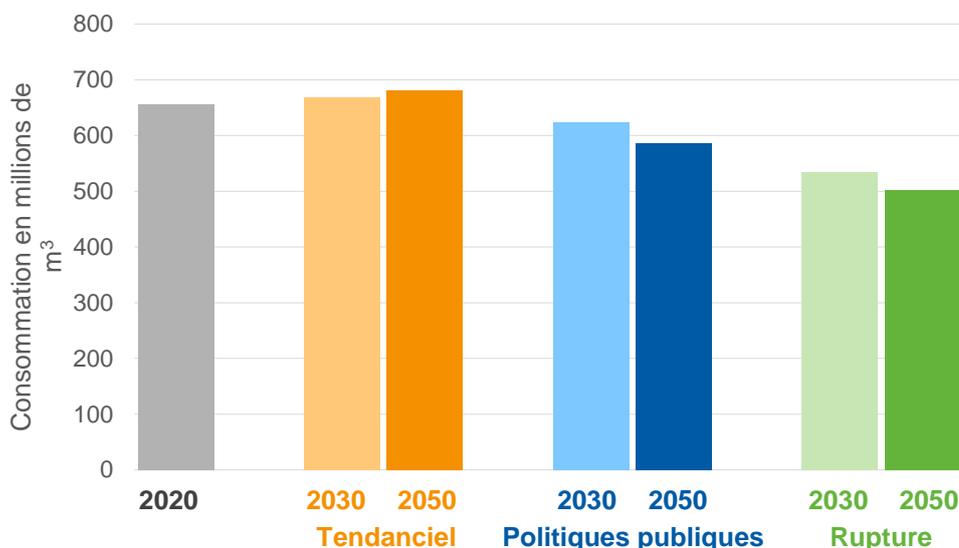
Source : France Stratégie

## 6. Le résidentiel

Entre 2020 et 2050, en lien avec l'évolution des prélèvements, les consommations du secteur résidentiel diminuent dans les scénarios politiques publiques et de rupture (voir Graphique 31). La réduction des consommations est moindre que celle des prélèvements car une partie de la baisse des prélèvements est due à l'utilisation d'une même eau pour

plusieurs usages (ce qui conduit à un prélèvement moindre et à une consommation identique). L'augmentation des forages (+10 % par décennie) dans les scénarios tendanciel et politiques publiques contribue à une hausse des consommations<sup>1</sup>.

**Graphique 31 – Consommations pour le résidentiel dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : en 2050, dans le scénario politiques publiques, les consommations du résidentiel s'élèveraient à 640 millions de m<sup>3</sup>, tandis qu'elles atteindraient 500 millions de m<sup>3</sup> dans le scénario de rupture.

Source : France Stratégie

## 7. Les canaux

En lien avec l'augmentation des prélèvements dans le bassin versant de l'Oise pour alimenter le Canal Seine-Nord, les consommations augmentent (+9 % entre 2020 et 2050) dans ce même bassin versant pour tous les scénarios<sup>2</sup>.

## 8. Les consommations totales

Les consommations totales dépendent étroitement des consommations pour l'irrigation. Or ces dernières sont liées aux projections climatiques utilisées et à la pluviométrie au printemps et en été. En 2050, elles varient pour un printemps-été sec selon la projection

<sup>1</sup> La quasi-totalité de l'eau de forage est considérée comme consommée (nous émettons l'hypothèse que l'eau de forage est utilisée pour arroser le jardin durant la période de mai à septembre).

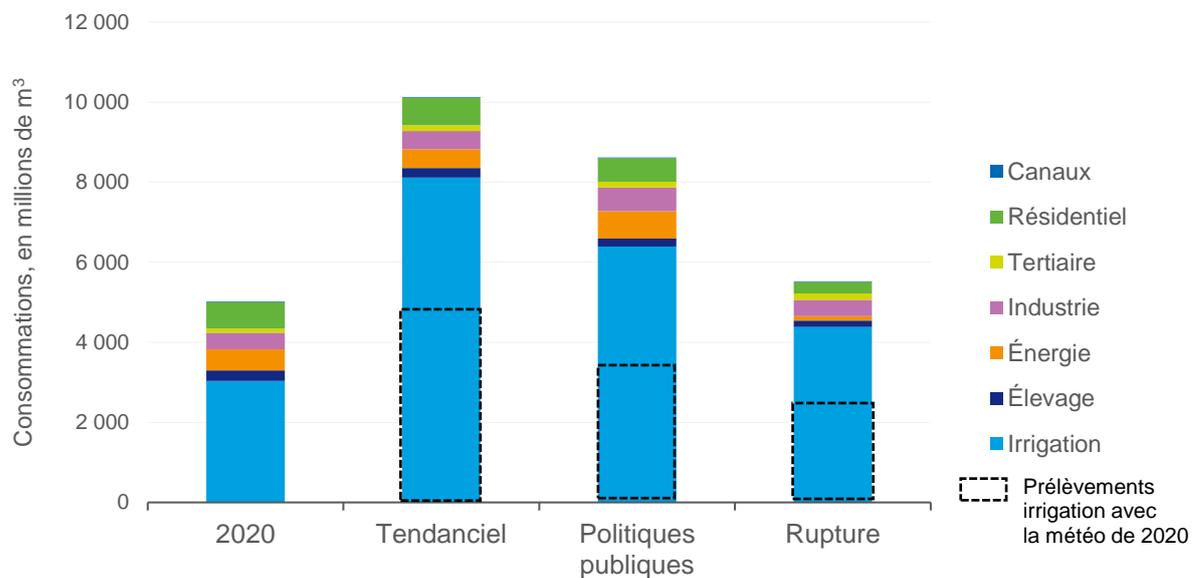
<sup>2</sup> Les prélèvements pourraient être particulièrement importants en 2030 lors de la première année de mise en eau.

climatique (projection « jaune » caractérisée par un cumul des précipitations de 245 mm à cette période ou projection « violet » caractérisée par un cumul des précipitations de 78 mm)<sup>1</sup> :

- entre 7 000 millions et 10 100 millions de m<sup>3</sup> pour le scénario tendanciel,
- entre 6 200 millions et 8 600 millions de m<sup>3</sup> pour le scénario politiques publiques,
- entre 3 900 millions et 5 500 millions de m<sup>3</sup> pour le scénario de rupture.

Si l'on se place dans le cas le plus défavorable étudié (projection climatique « violet » et printemps-été sec), les consommations augmentent par rapport à l'année 2020 dans tous les scénarios : +102 % dans le scénario tendanciel, +72 % dans le scénario politiques publiques et +10 % dans le scénario de rupture (voir Graphique 32). Avec la projection « jaune », les consommations auraient augmenté de 39 % dans le scénario tendanciel et de 24 % dans le scénario politiques publiques tandis qu'elles auraient diminué de 21 % dans le scénario de rupture.

**Graphique 32 – Consommations totales en 2020 et en 2050 avec la projection climatique « violet » et un printemps-été sec dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**



Note : l'année 2020 présentée est obtenue avec météo réelle 2020.

Lecture : en 2050, dans le scénario de rupture, les consommations totales s'élèveraient à 5 500 millions de m<sup>3</sup> et l'irrigation y contribuerait à hauteur de 79 %. Si en 2050 la météo est identique à celle observée en 2020, les consommations pour l'irrigation s'élèveraient à 2 500 millions de m<sup>3</sup>.

Source : France Stratégie

<sup>1</sup> Pour rappel, les consommations en 2020 avec la météo réelle ont été évaluées à 5 000 millions de m<sup>3</sup>.

L'évolution des consommations varie largement entre les bassins versants et entre les scénarios (voir Cartes 8 page suivante). Dans le scénario tendanciel, les consommations augmentent drastiquement (multiplication supérieure à trois par rapport à 2020) dans les bassins versants de l'Escaut (irrigation de la pomme de terre et des légumes d'industrie) et de l'Adour (irrigation du maïs et du soja).

Dans le scénario politiques publiques, par rapport au scénario tendanciel, les augmentations sont moindres, excepté dans le bassin versant du Rhône amont du fait de la construction d'une paire d'EPR, ainsi que dans les bassins versants de la Durance et de Corse, du fait d'un développement des cultures maraîchères et fruitières.

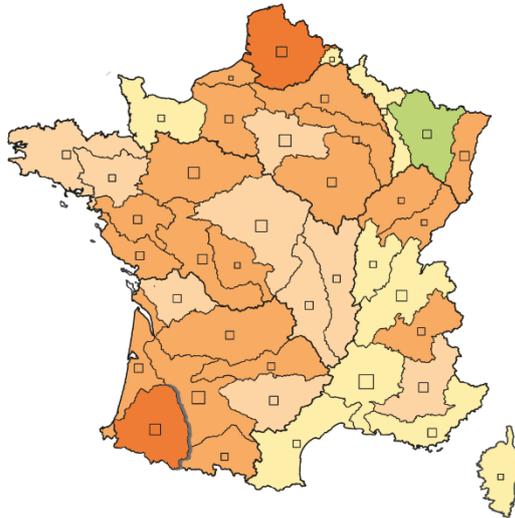
Dans le scénario de rupture, en raison d'une demande en irrigation contenue et d'une consommation moindre du secteur énergétique, les consommations diminuent dans un tiers des bassins versants. Dans les bassins versants des fleuves côtiers Bretons, des fleuves côtiers Normands et de la Vilaine, la baisse des consommations annuelles<sup>1</sup> est largement expliquée par la baisse de l'élevage (abreuvement et nettoyage des bâtiments), couplée à une baisse de la demande du secteur résidentiel.

Par comparaison avec la projection climatique « violet », les augmentations de consommations entre 2020 et 2050 sont moindres avec la projection « jaune » dans les trois scénarios d'usage. Ainsi, dans le scénario politiques publiques, elles augmentent au maximum d'environ 80 % et ce dans deux bassins versants (la Loire aval et les fleuves côtiers du sud de la Loire) et elles sont inférieures à 50 % dans la majorité des bassins versants (voir Carte 9 ci-après).

---

<sup>1</sup> Il s'agit de consommations annuelles, à certaines périodes de l'année des tensions peuvent apparaître.

**Carte 8 – Évolutions des consommations entre 2020 et 2050 dans les trois scénarios d'usage pour un printemps-été sec, en pourcentage (projection « violet »)**



**Scénario tendanciel**

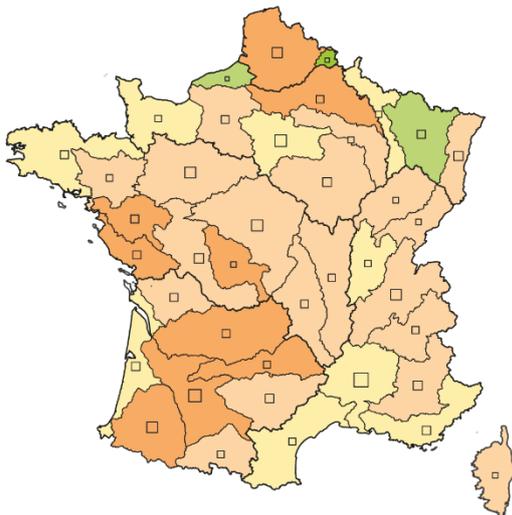
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



**Scénario politiques publiques**

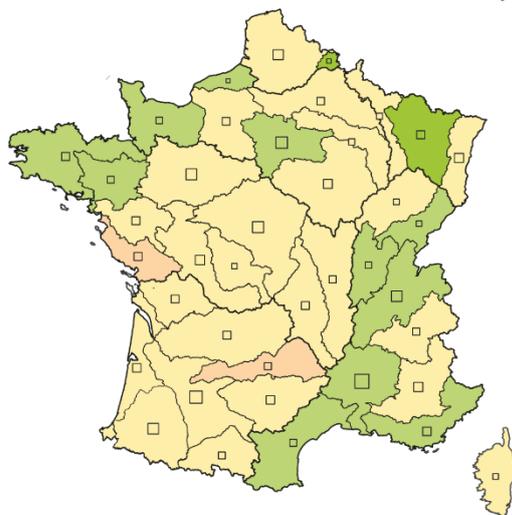
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



**Scénario de rupture**

Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



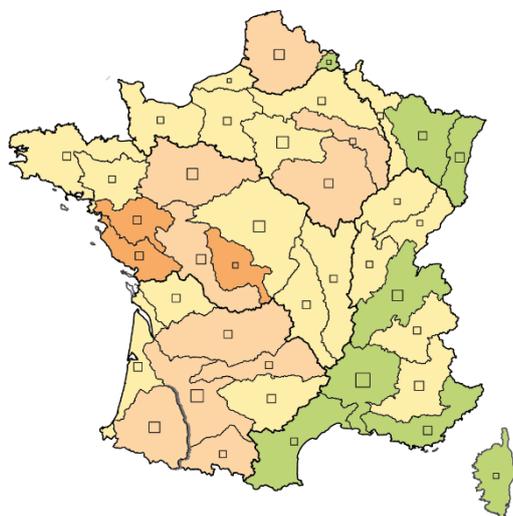
Note : les carrés sont proportionnels aux consommations en 2020. Ces dernières varient de 9 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant côtiers Artois à 570 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant Rhône aval. L'année 2020 est obtenue avec la météo réelle 2020. Les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection « violet » qui est la projection la plus pessimiste étudiée.

Lecture : en 2050, dans le scénario tendanciel, les consommations augmenteraient de plus de 200 % dans le bassin versant de l'Adour (bassin versant en relief sur la première carte).

Source : France Stratégie

Cartographie IGN 2024

### Carte 9 – Évolutions des consommations entre 2020 et 2050 dans les trois scénarios d'usage pour un printemps-été sec, en pourcentage (projection « jaune »)



#### Scénario tendanciel

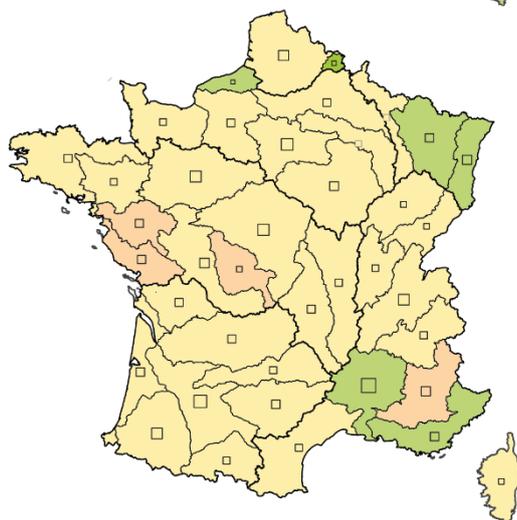
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



#### Scénario politiques publiques

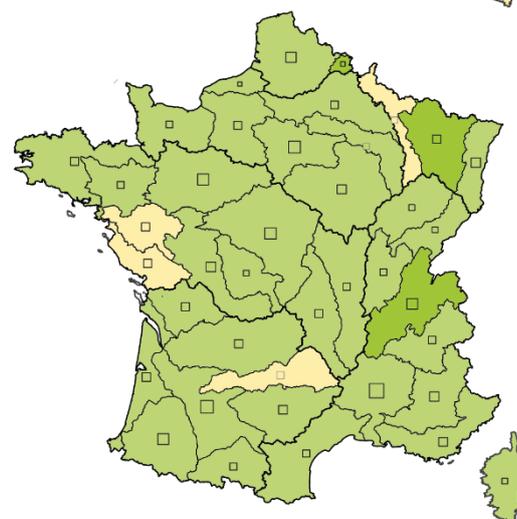
Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Cartographie IGN 2024



#### Scénario de rupture

Évolution entre 2020 et 2050, en pourcentage



Consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>



Note : les carrés sont proportionnels aux consommations en 2020. Ces dernières varient de 9 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant côtiers Artois à 570 millions de m<sup>3</sup> dans le bassin versant Rhône aval. L'année 2020 est obtenue avec la météo réelle 2020. Les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection « jaune ».

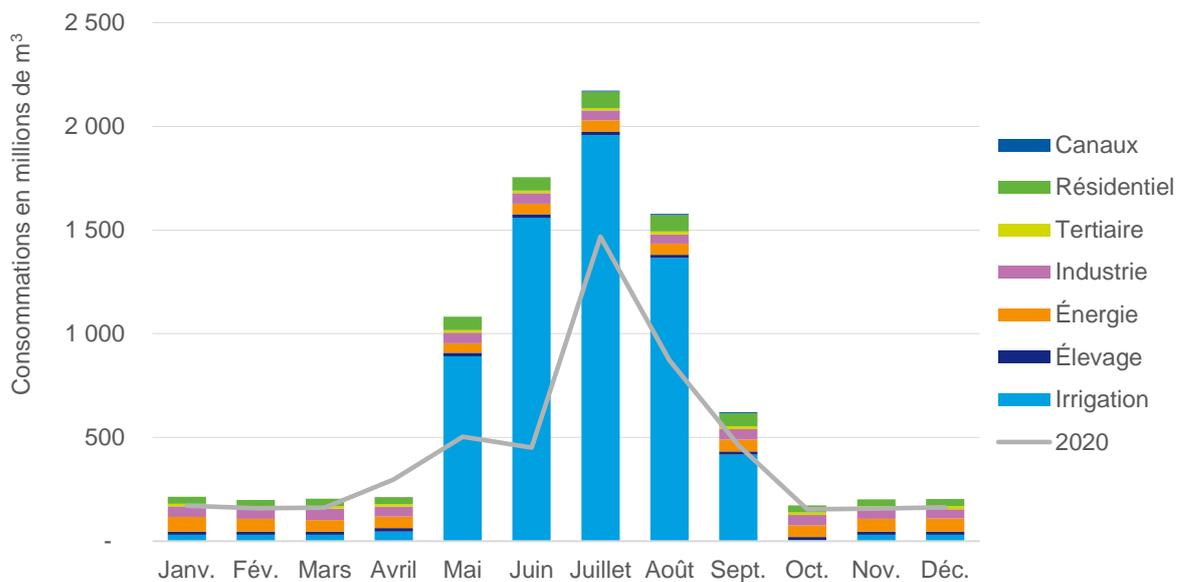
Lecture : en 2050, dans le scénario tendanciel, la croissance des consommations serait comprise entre 50 % et 100 % dans le bassin versant de l'Adour (bassin versant en relief sur la première carte).

Cartographie IGN 2024

Source : France Stratégie

Comme les consommations totales sont essentiellement liées aux consommations agricoles, elles se concentrent au printemps et en été (voir Graphique 33). Ainsi, dans tous les scénarios, plus de 80 % des consommations ont lieu entre les mois de mai et septembre, contre 75 % pour l'année 2020.

**Graphique 33 – Consommations mensuelles en 2050 dans le scénario politiques publiques avec la projection climatique « violet » pour un printemps-été sec et comparaison avec les consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>**



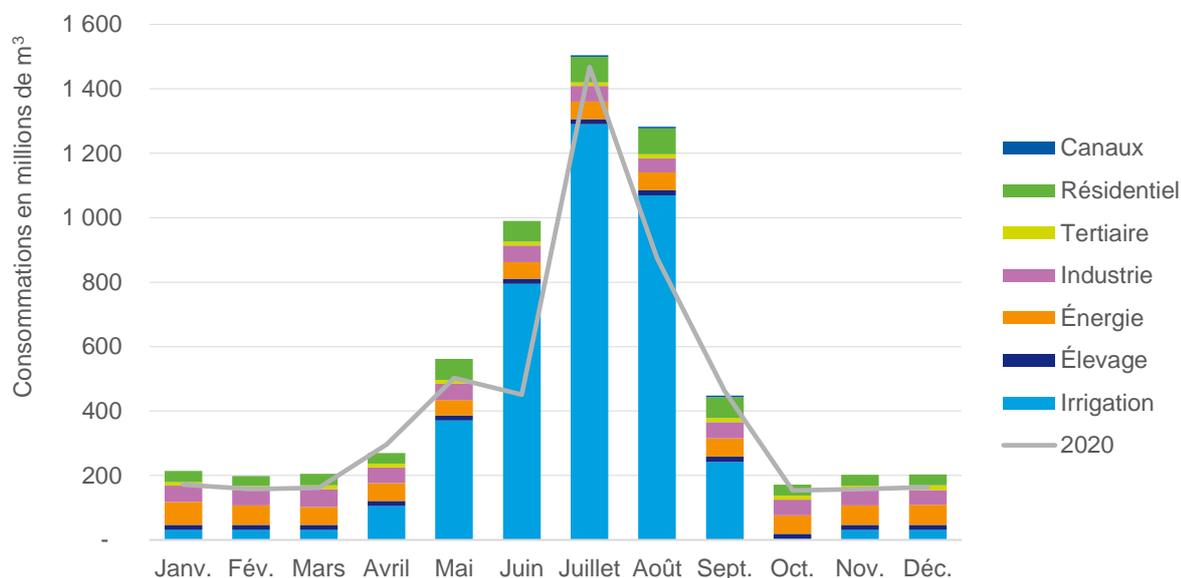
Note : l'année 2020 présentée est obtenue avec la météo réelle 2020.

Lecture : en 2050, dans le scénario politiques publiques, les consommations totales pourraient atteindre 2 200 millions de m<sup>3</sup> en juillet, l'irrigation y contribuant à 90 %. En 2020, les consommations totales s'élevaient à 1 500 millions de m<sup>3</sup> en juillet.

Source : France Stratégie

Entre 2020 et 2050, avec la projection climatique « jaune », les consommations totales augmentent dans le scénario tendanciel (+40 %) et diminuent dans les scénarios politiques publiques (-11 %) et de rupture (-37 %). Les consommations pour l'irrigation augmentent au printemps-été dans les scénarios tendanciel et politiques publiques et diminuent dans le scénario de rupture. Dans le scénario politiques publiques, ceci se traduit par une hausse des consommations totales entre mai et septembre de 27 % entre 2020 et 2050 (voir Graphique 34).

**Graphique 34 – Consommations mensuelles en 2050 dans le scénario politiques publiques avec la projection climatique « jaune » pour un printemps-été sec et comparaison avec les consommations en 2020, en millions de m<sup>3</sup>**



Note : l'année 2020 présentée est obtenue avec la météo réelle 2020.

Lecture : en 2050, dans le scénario politiques publiques, le total des consommations pourrait atteindre 1 500 millions de m<sup>3</sup> en juillet, l'irrigation y contribuant à 86 %. En 2020, les consommations totales s'élevaient également à 1 500 millions de m<sup>3</sup> en juillet, mois qui était très déficitaire en précipitations.

Source : France Stratégie

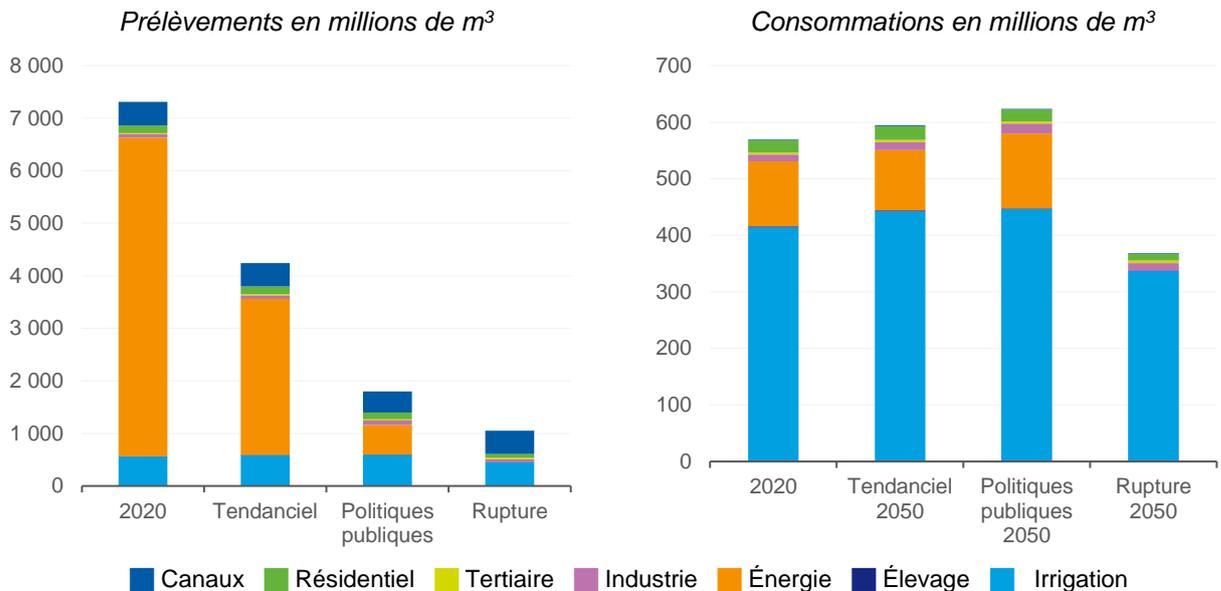
## 9. Zooms territoriaux

L'agrégation des données à l'échelle nationale ainsi que l'agrégation territoriale des données provenant des différents secteurs usagers de l'eau empêchent d'appréhender les situations contrastées qui pourraient advenir dans les territoires. Cette section offre un focus sur trois bassins versants : le Rhône aval, l'Escaut et l'Adour.

Dans le bassin versant du Rhône aval, entre 2020 et 2050, les prélèvements diminuent dans tous les scénarios, et plus particulièrement dans les scénarios politiques publiques (-75 %) et de rupture (-86 %). Cette diminution est essentiellement due à une baisse des prélèvements pour l'énergie : dans le scénario tendanciel, ces derniers diminuent de moitié en raison de l'arrêt de deux réacteurs possédant des circuits de refroidissement ouverts. Dans le scénario politiques publiques, les centrales nucléaires encore en activité en 2050 possèdent toutes des circuits de refroidissement fermés. Dans le scénario de rupture, il n'y a plus de centrale nucléaire en fonctionnement dans ce bassin versant. Le profil des consommations diffère largement de celui des prélèvements. Ainsi, à la différence des prélèvements, les consommations augmentent respectivement de 4 % et 10 % dans les

s scénarios tendanciel et politiques publiques, en raison notamment d'une consommation accrue de l'irrigation (voir Graphique 35).

**Graphique 35 – Évolution des prélèvements et des consommations dans le bassin versant du Rhône aval pour un printemps-été sec, en millions de m<sup>3</sup>**



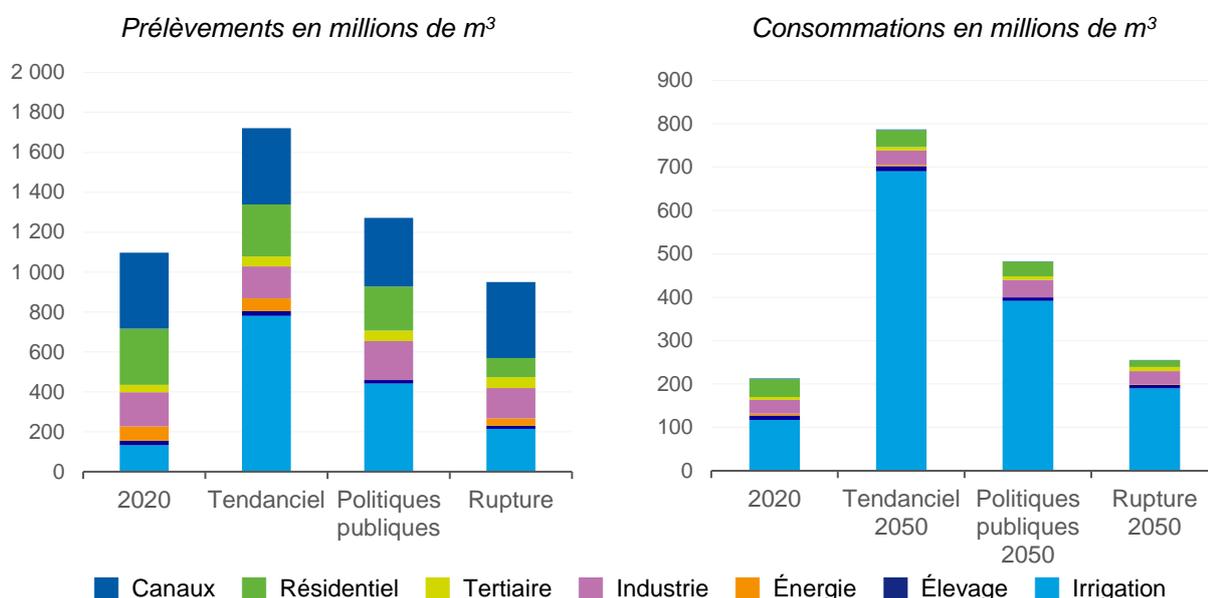
Note : l'année 2020 est obtenue avec la météo réelle 2020 ; les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection climatique « violet ».

Lecture : en 2050, dans le bassin versant du Rhône aval, dans le scénario tendanciel, les prélèvements s'élèveraient à 4 200 millions de m<sup>3</sup> et les consommations à 600 millions de m<sup>3</sup>.

Source : France Stratégie

Dans le bassin versant de l'Escaut, situé dans le nord de la France, entre 2020 et 2050 les prélèvements croissent dans les scénarios tendanciel (+57 %) et politiques publiques (+16 %), tandis qu'ils diminuent dans le scénario de rupture (-13 %), notamment du fait de la baisse de la demande du secteur résidentiel (voir Graphique 36). L'augmentation de la demande en irrigation, en particulier de la pomme de terre et des légumes d'industrie, se traduit par des consommations en hausse. La croissance des consommations totales varie sur ce bassin versant entre 20 % pour le scénario de rupture et 270 % pour le scénario tendanciel.

**Graphique 36 – Évolution des prélèvements et des consommations dans le bassin versant de l'Escaut pour un printemps-été sec, en millions de m<sup>3</sup>**



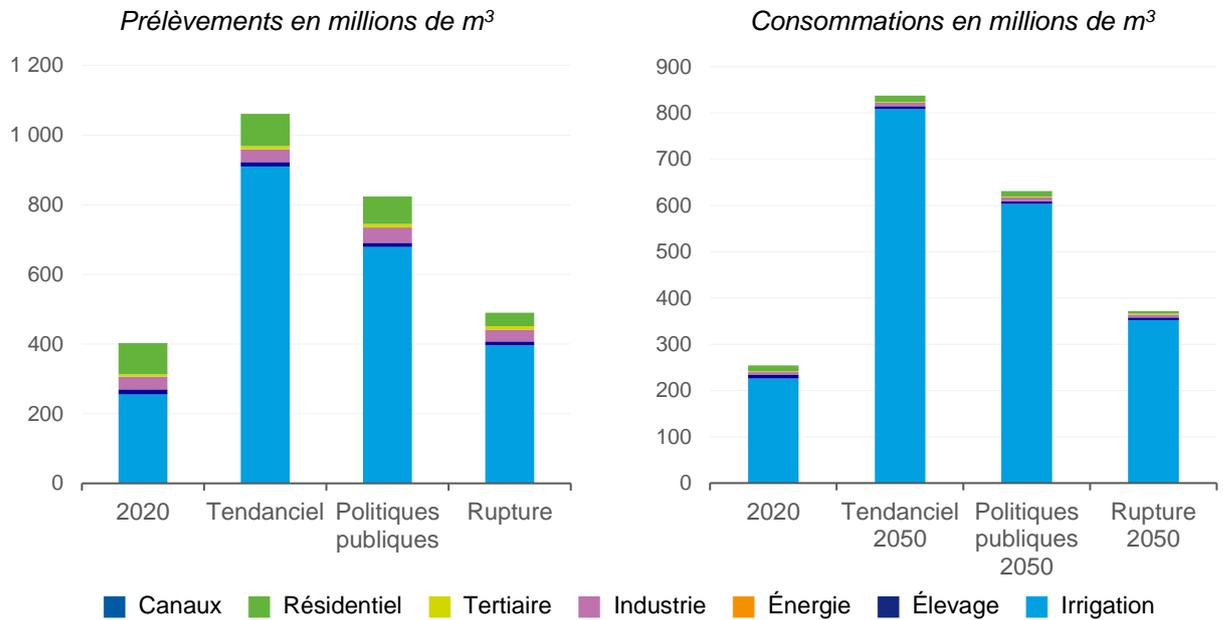
Note : l'année 2020 est obtenue avec la météo réelle 2020 ; les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection climatique « violet ».

Lecture : en 2050, dans le bassin versant de l'Escaut, dans le scénario tendanciel, les prélèvements s'élèveraient à 1 700 millions de m<sup>3</sup> et les consommations à 800 millions de m<sup>3</sup>.

Source : France Stratégie

Dans le bassin versant de l'Adour, situé dans le sud-ouest de la France, entre 2020 et 2050 les prélèvements augmentent dans tous les scénarios (voir Graphiques 37). Ils font plus que doubler dans les scénarios tendanciel et politiques publiques. Le bassin versant de l'Adour est très agricole, avec des surfaces importantes en maïs et soja notamment. Ainsi, plus de 80 % des prélèvements sont destinés à l'irrigation dans tous les scénarios. En lien avec la part importante de l'irrigation, les consommations sont élevées : elles varient entre 372 millions de m<sup>3</sup> pour le scénario de rupture et 838 millions pour le scénario tendanciel. L'irrigation représente à elle seule 95 % environ des consommations, et ce dans tous les scénarios étudiés.

**Graphiques 37 – Évolution des prélèvements et des consommations dans le bassin versant de l'Adour pour un printemps-été sec, en millions de m<sup>3</sup>**

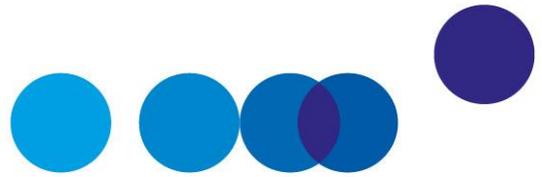


Note : l'année 2020 est obtenue avec la météo réelle 2020, les résultats en 2050 sont obtenus avec la projection climatique « violet ».

Lecture : en 2050, dans le bassin versant de l'Adour, dans le scénario tendanciel, les prélèvements s'élèveraient à 1 100 millions de m<sup>3</sup> et les consommations à 850 millions de m<sup>3</sup>.

Source : France Stratégie

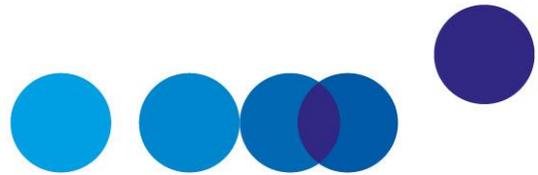




# ANNEXES

---





## ANNEXE 1

# LETTRE DE MISSION

---

*La Première Ministre*

Paris, le 12 SEP. 2023

Monsieur le Commissaire général de France Stratégie

Objet : Lettre de Mission - Etude prospective sur les usages de l'eau

L'année 2022 a été marquée par une sécheresse intense, prolongée et étendue, qui a conduit à la mise en place de restrictions des usages de l'eau dans de nombreux territoires. Les perspectives pour l'année 2023 sont inquiétantes : au 1<sup>er</sup> mai 2023, le bureau de recherche géologique et minière indiquait que le niveau de plus des deux tiers des nappes du pays est inférieur à la normale, avec de nombreux secteurs affichant des niveaux bas à très bas.

Ces épisodes, que nous qualifions il y a quelques années encore d'exceptionnels, devraient devenir plus fréquents et plus intenses du fait du changement climatique. Par conséquent, il est indispensable d'anticiper, d'une part, la probable évolution des ressources en eau, et d'autre part, des besoins et des usages liés, afin non seulement de prévenir d'éventuels futurs déséquilibres et conflits d'usages, mais également de préserver ce bien commun qu'est l'eau.

Une étude hydrologique sur l'évolution des ressources, Explore 2, est déjà en cours pour réactualiser les résultats de l'étude Explore 2070. Pour compléter notre vision des enjeux, je souhaite que France Stratégie conduise un travail prospectif sur les besoins en eau à l'horizon 2050 (mesure 46 du Plan eau annoncé par le Président de la République le 30 mars 2023). Ce travail devra permettre de partager une vision des dynamiques à l'œuvre avec l'ensemble des parties prenantes, dont des représentants des collectivités territoriales et des différents secteurs usagers de la ressource en eau (agriculture, énergie, industrie, secteur domestique...). Vous tiendrez particulièrement compte des besoins des écosystèmes et des enjeux liés aux au grand cycle de l'eau.

La saisonnalité de la disponibilité de la ressource et des usages fera l'objet d'une attention particulière. Je souhaite également que ce travail puisse considérer non seulement les prélèvements en eau, mais aussi les consommations effectives, non restituées au milieu. Une meilleure connaissance de ces éléments apparaît indispensable pour construire une société plus résiliente et plus adaptée aux évolutions climatiques.

Ce travail devra conduire à l'élaboration de scénarii, qui différeront par une sobriété plus ou moins grande dans les usages de l'eau. Il devra prendre en compte les projections sociodémographiques, les stratégies nationales (ex : PPE, ...), les spécificités territoriales, en particulier les orientations des principaux documents de planification territoriale (SRADDET, SRDEII...), ainsi que les dynamiques de fonctionnement des bassins-versants. Les scénarii de demande en eau seront confrontés à la ressource potentiellement disponible à horizon 2050. Pour ce faire, vous travaillerez en étroite collaboration avec les porteurs de l'étude Explore 2.

Ce travail, en permettant d'identifier les bassins en risque de déséquilibre quantitatif ainsi que les secteurs dont les besoins en eau sont élevés, pourra préfigurer des études territoriales plus détaillées.

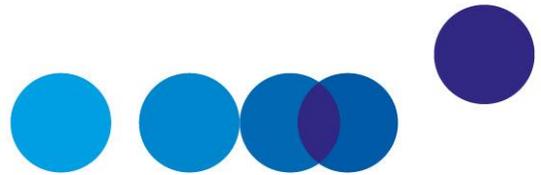
Pour la réalisation de cette mission, vous pourrez vous appuyer en tant que de besoin sur les administrations et les opérateurs concernés, qui vous apporteront leur concours (notamment la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature, la Direction générale de la performance économique et environnementale des entreprises, la Direction générale des entreprises, l'INSEE, les Agences de l'eau, l'Office français de la biodiversité, le BRGM, le Cerema et l'Ademe).

Un comité de pilotage associant le MTECT, le MASA, le MEFSIN, le MTE et le SGPE se réunira a minima au lancement de l'étude, à mi-parcours et en fin d'étude. Vous tiendrez régulièrement avec le Secrétariat général à la planification écologique des échanges sur l'état d'avancement des travaux.

Vous voudrez bien nous remettre votre rapport d'ici la fin du mois de mai 2024, concomitamment à la remise de l'étude Explore 2.



Elisabeth BORNE



## ANNEXE 2

# CHOIX DES CLIMATS

---

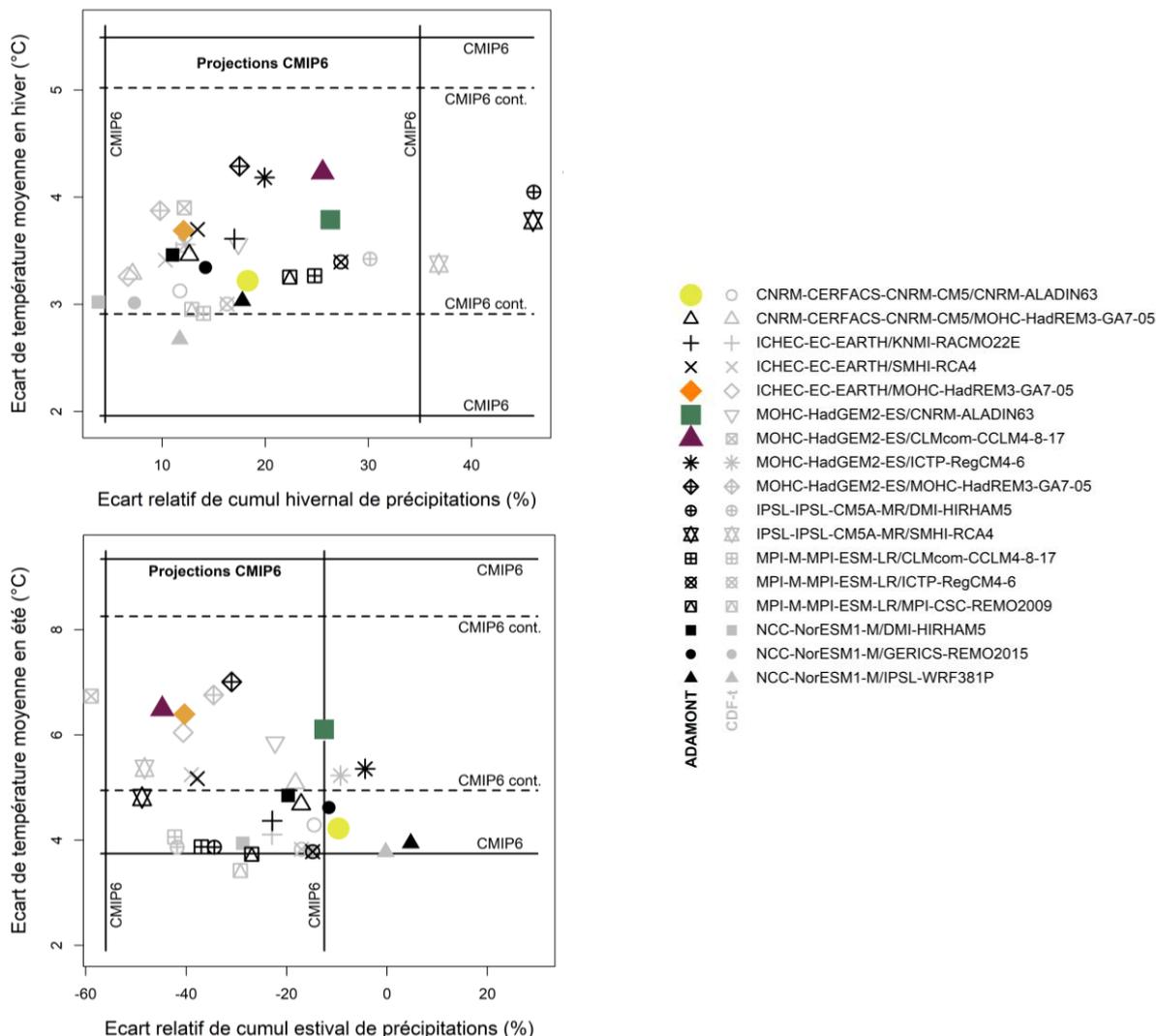
### Quatre trajectoires contrastées de climat identifiées dans Explore2

Pour des besoins d'illustration en matière d'incertitudes sur le climat, le projet Explore2 a identifié quatre projections climatiques<sup>1</sup> qui se différencient par des changements contrastés de températures et de précipitations (points de couleur sur la Graphique A1) à l'échelle de la France hexagonale en fin de XXI<sup>e</sup> siècle. Ces projections baptisées également « narratifs » proviennent de 34 simulations climatiques issues de différents modèles (couples GCM/RCM) obtenus avec le scénario d'émissions fortes de gaz à effet de serre (RCP8.5). Les différences entre ces simulations mettent en évidence les incertitudes relatives aux simulations.

---

<sup>1</sup> Marson P., Corre L., Soubeyroux J.-M, Sauquet É., Robin Y., Vrac M. Et Dubois C. (2024), *Explore2 – Rapport de synthèse sur les projections climatiques régionalisées*, *op. cit.*

**Graphique A1 – Changements en température et en précipitations en hiver et en été en France hexagonale selon les 34 simulations Explore2-2024 avec identification des quatre narratifs en hiver et en été sous RCP 8.5**

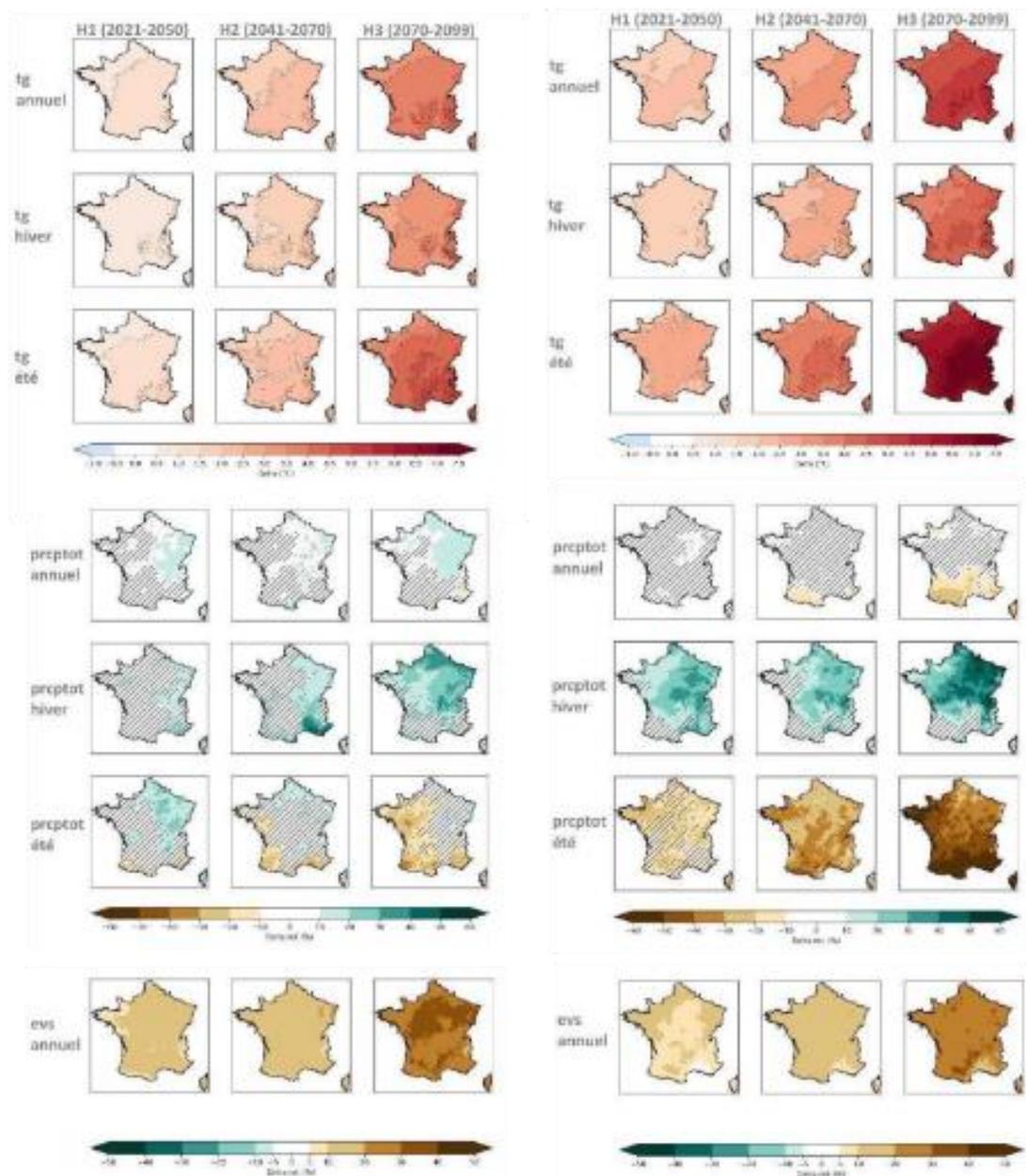


Source : *Explore2 – Rapport de synthèse sur les projections climatiques régionalisées*, op. cit.

Parmi ces quatre projections, nous en avons choisi deux : la projection appelée « jaune » (CNRM-CERFACS-CNRM-CM5/CNRM-Aladin) se traduit par des changements futurs relativement peu marqués et la projection dite « violet » (MOHC-HadGEM2-ES/CLMcom-CCLM4-8-17) par un fort réchauffement et de forts contrastes saisonniers en précipitations en fin de siècle. Les caractéristiques annuelles en matière de températures, précipitations et évapotranspiration potentielle<sup>1</sup> de ces deux narratifs sont présentées en Graphique A2.

<sup>1</sup> L'évapotranspiration potentielle est la somme de l'évapotranspiration d'un couvert végétal herbacé et de l'évaporation du sol qui pourrait se produire en cas d'approvisionnement en eau suffisant.

**Graphique A2 – Évolutions des températures (tg), des précipitations totales (prcptot) et de l'évapotranspiration potentielle annuelle (evs) de la projection « jaune » (à gauche) et « violet » (à droite) à trois horizons de temps (H1, H2 et H3).**



Note : les zones géographiques où les changements ne sont pas significatifs au regard de la variabilité interne des modèles sont hachurées. H1 : horizon proche (2021-2050), H2 : horizon moyen (2041-2070) et H3 : horizon lointain (2070-2099).

Source : *Explore2 – Rapport de synthèse sur les projections climatiques régionalisées, op. cit.*

## Sélection des climats

Les données climatiques ont été récupérées sur la plateforme DRIAS Climat<sup>1</sup> sur l'intégralité de la France métropolitaine à la maille SAFRAN<sup>2</sup> (8 km × 8 km) sous le scénario d'émission RCP8.5.

Pour chaque période étudiée (2020, 2030 et 2050), vingt années autour de l'année cible ont été extraites. Puis, pour évaluer les besoins en irrigation en fonction des conditions météorologiques, nous avons sélectionné une année sèche et une année humide pour chaque période (voir Tableau A1).

**Tableau A1 – Périodes et hypothèses considérées pour les deux projections étudiées**

Projection	Période 2020	Période 2030	Période 2050
Jaune : CNRM-CERFACS- CNRM-CM5/CNRM-ALADIN63	1 année sèche 1 année humide	1 année sèche 1 année humide	1 année sèche 1 année humide
Violet : MOHC-HadGEM2- ES/CLMcom-CCLM4-8-17	1 année sèche 1 année humide	1 année sèche 1 année humide	1 année sèche 1 année humide

Source : France Stratégie

Pour ce faire, nous avons évalué sur la période de vingt années l'écart par rapport à la pluviométrie médiane entre les mois de mai et de septembre, qui constituent la période d'irrigation, et ce sur les six grands bassins hydrographiques. Nous avons sélectionné une unique année pour chaque période étudiée (2020, 2030 et 2050) avec un écart de précipitations élevé sur les six bassins hydrographiques. Les caractéristiques de chaque année sélectionnées dans les six grands bassins hydrographiques sont données dans le Tableau A2 page suivante. Ces années sont appelées « printemps-été sec » ou « printemps-été humide » dans le présent rapport.

<sup>1</sup> Voir [DRIAS Les futurs du climat](#).

<sup>2</sup> [https://drias-prod.meteo.fr/okapi/\\_composantsHTML/simulations/refGeoSimulations/aide\\_safran.html](https://drias-prod.meteo.fr/okapi/_composantsHTML/simulations/refGeoSimulations/aide_safran.html)

**Tableau A2 – Écart de précipitations entre mai et septembre entre l'année médiane de la période et les années avec des printemps-étés secs ou humides sélectionnées sur les six bassins hydrographiques**

		Artois- Picardie	Rhin- Meuse	Seine- Normandie	Loire- Bretagne	Rhône- Méditerranée- Corse	Adour- Garonne
Jaune 2020	Sèche	-13 %	-5 %	-5 %	-12 %	-26 %	-16 %
Jaune 2020	Humide	2 %	3 %	26 %	14 %	18 %	44 %
Jaune 2030	Sèche	-28 %	-32 %	-31 %	-42 %	-29 %	-26 %
Jaune 2030	Humide	17 %	24 %	43 %	33 %	35 %	49 %
Jaune 2050	Sèche	-20 %	-24 %	-31 %	-36 %	-22 %	-32 %
Jaune 2050	Humide	8 %	55 %	41 %	48 %	49 %	39 %
Violet 2020	Sèche	-16 %	-47 %	-36 %	-50 %	-54 %	-51 %
Violet 2020	Humide	28 %	22 %	27 %	33 %	64 %	35 %
Violet 2030	Sèche	-40 %	-13 %	-27 %	-37 %	-12 %	-35 %
Violet 2030	Humide	67 %	65 %	75 %	68 %	80 %	65 %
Violet 2050	Sèche	-67 %	-86 %	-70 %	-58 %	-78 %	-62 %
Violet 2050	Humide	97 %	78 %	79 %	44 %	21 %	24 %

Source : Calculs France Stratégie, d'après *DRIAS Les futurs du climat*

Si l'on compare les précipitations observées en 2020 avec celles obtenues pour les années 2020 simulées, on constate que si annuellement il y a peu de différences (voir Tableau A3), en revanche on observe une distribution différente au cours de l'année (voir Graphique A3). Plus particulièrement, en juin, août et septembre les précipitations observées sont supérieures à celles simulées, alors qu'elles sont inférieures en juillet.

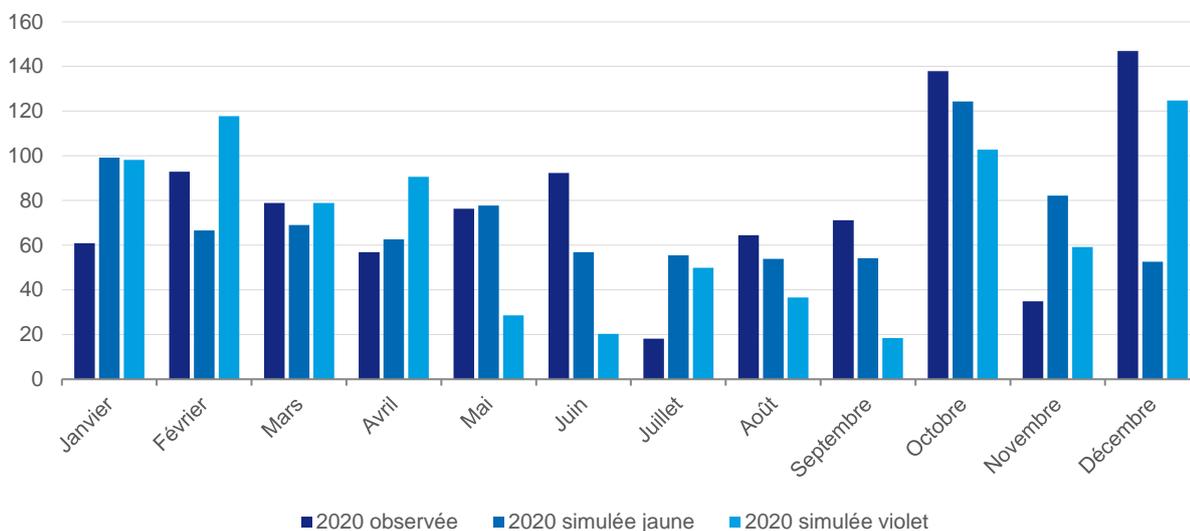
**Tableau A3 – Précipitations de l'année 2020 observée et de simulations d'années 2020 selon deux projections climatiques, en millimètres**

	Précipitations annuelles (mm)	Précipitations entre mai et septembre (mm)
2020 observée	932	322
2020 simulée jaune	855	298
2020 simulée violet	826	154

Source : calculs France Stratégie, d'après Météo France<sup>1</sup> et *DRIAS Les futurs du climat*

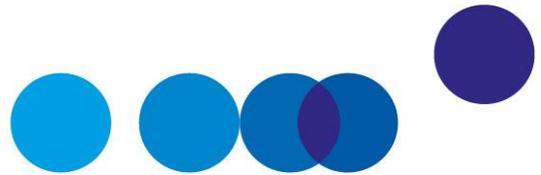
<sup>1</sup> <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/donnees-changement-climatique-sim-quotidienne/>

**Graphique A3 – Comparaison des précipitations au cours de l'année entre l'année 2020 observée et des années simulées, en millimètres**



Lecture : au mois de juillet, les précipitations observées s'élèvent à 18 mm, tandis qu'elles atteignent 55 mm avec la projection climatique « jaune » et 50 mm avec la projection climatique « violet ».

Source : calculs France Stratégie, d'après [Météo France](#) et [DRIAS Les futurs du climat](#)



## ANNEXE 3

# PRINCIPE DU MODÈLE STRATEAU

---

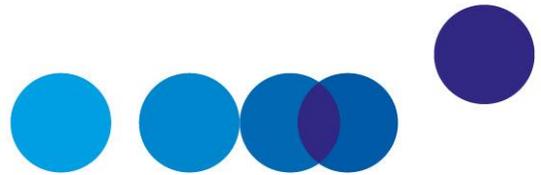
Le modèle numérique Strateau s'appuie sur une reconstitution « bottom-up » de la demande en eau territoriale, méthodologie qui utilise des informations disponibles à l'échelle la plus fine possible (à la maille communale) afin de reconstituer le besoin en eau sur le périmètre étudié.

En suivant ces principes, l'outil recense tous les usages de l'eau de chacun des grands secteurs utilisateurs. Pour chacune des branches et sous-branches définies, l'utilisation de l'eau est segmentée en utilisations dites primaires, c'est-à-dire les plus fines possibles, mettant ainsi à disposition une vision précise des modalités de la demande en eau dans les différents secteurs.

Pour ce faire, la reconstitution de la demande en eau prend en compte pour chaque secteur :

- Des déterminants finaux par secteur : le nombre d'hectares de cultures irriguées pour l'agriculture, le nombre d'employés pour le tertiaire, la production mensuelle pour les centrales électriques, etc.
- Des besoins unitaires : modèle de bilan hydrique journalier pour l'agriculture (voir [Annexe 4](#)), besoins par MWh produit pour les centrales électriques, besoins par emploi pour l'industrie et le tertiaire, etc.
- Des facteurs exogènes : le climat (précipitations et évapotranspiration) est pris directement en compte dans l'évaluation du besoin des cultures.
- Des taux d'équipement : ils déterminent, pour chaque déterminant final, la part des usagers équipés par type d'équipement.
- Des taux d'activité : ils permettent de répartir la demande sur l'année en fonction de l'activité du secteur, de la production mensuelle d'énergie, des dates de plantation des cultures, etc.





## ANNEXE 4

# ÉVALUATION DE LA DEMANDE EN EAU D'IRRIGATION

---

### Méthode générale d'évaluation de la demande d'irrigation

Il y a un besoin en eau d'irrigation lorsque l'évapotranspiration potentielle des végétaux est supérieure aux apports totaux (pluie et sol). Donc les besoins en eau d'irrigation au pas de temps journalier (t) interviennent si :

$$ET_{culture(t)} \geq Pe_t - RFU_t$$

$$\text{alors Irrigation} = RFU_{max} + ET_{culture(t)}$$

Avec :

- Pluie effective ( $Pe$ ) =  $0,9 \times$  Pluie réelle. C'est-à-dire que 90 % de la pluie arrive effectivement à la plante, le reste ruisselle ou est drainé en profondeur et ne peut pas être atteint par les racines de la plante.
- Évapotranspiration potentielle des cultures ( $ET_{culture}$ ) =  $ETP \times Kc$ , avec  $ETP$  l'évapotranspiration potentielle<sup>1</sup> et  $Kc$  le coefficient cultural de la culture considérée.
- Réserve utile du sol facilement mobilisable ( $RFU$ ) =  $2/3 \times RU \times$  Profondeur d'enracinement de la culture (avec  $RU$ , la réserve utile, dépendant de la texture du sol).  $RFU_{max}$  correspond à la recharge complète, à saturation, de la  $RFU$ .

À chaque irrigation, comme préconisé dans les guides d'irrigation, on remplit complètement la  $RFU$  (soit  $RFU_{max}$ )<sup>2</sup>.

Les besoins en irrigation sont calculés à l'échelle journalière et pour chaque commune. Puis nous agrégeons les communes pour estimer la demande à l'échelle du bassin versant (pour les communes à cheval sur plusieurs bassins, nous utilisons le ratio de surface des

---

<sup>1</sup> L'ETP est obtenue à la maille SAFRAN (8 km × 8 km) via la plateforme DRIAS Climat.

<sup>2</sup> BRLi (2019), *Mémento irrigation*, 130 p.

communes dans les différents bassins versants, que nous appliquons aux surfaces de culture). La demande totale mensuelle correspond à la somme des demandes journalières et ce pour chaque culture (les surfaces de chaque culture sont extraites du registre parcellaire graphique<sup>1</sup>) :

*Volume des besoins en irrigation pour le bassin versant  $i = \sum$  demande journalière en irrigation*

## Besoins en eau et stade de développement des cultures

Seuls les besoins en irrigation des cultures principales ont été considérés. Le  $K_c$  des cultures varie en fonction du stade de développement de la culture. Il augmente jusqu'à la période de floraison et diminue pendant la période de maturation. La profondeur racinaire augmente au cours du temps, permettant à la culture d'explorer un volume de sol plus important. La RFU varie ainsi en fonction de la profondeur racinaire.

Concernant les  $K_c$ , les dates de semis et les profondeurs racinaires, nous avons procédé à une recherche bibliographique pour chacune des cultures.

## Évaluation de la réserve du sol facilement mobilisable

Les sols sableux ont la RU la plus faible, tandis que les sols limoneux ont la RU la plus élevée<sup>2</sup>. Nous avons classé nos quarante bassins versants en fonction de la typologie dominante du sol observée sur la carte de la texture des horizons supérieurs du sol en France métropolitaine du GIS Sol<sup>3</sup>. Nous considérons (sans prise en compte de la profondeur racinaire)<sup>4</sup> :

$$RFU = 2/3 \times RU$$

Puis nous intégrons la profondeur racinaire soit :

$$RFU = 2/3 \times RU \times \text{Profondeur d'enracinement}$$

Les RFU sans prise en compte de la profondeur racinaire de chaque bassin versant sont données ci-dessous (voir Tableau A4).

---

<sup>1</sup> Voir le [Registre parcellaire graphique](#).

<sup>2</sup> Clarimont B., Oddo B., Pageaud D., Bardy M. et Schnebelen N. (2013), « *Qualification des espaces agricoles et naturels consommés ou susceptibles de l'être - La réserve utile en eau du sol (RU)* », Chapitre 4 dans Mesure de la consommation d'espace à partir des fichiers fonciers, CERTU Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables, 208 p.

<sup>3</sup> Gissol, « [La texture des horizons supérieurs du sol en France métropolitaine](#) ».

<sup>4</sup> BRL Exploitation (2010), *Irrigation des espaces verts*, Mémento technique.

**Tableau A4 – Réserve utile utilisée dans la modélisation pour chaque bassin versant**

Bassin versant	Texture de surface	RU (mm/cm)	RFU (mm/cm) – sans prise en compte de la profondeur racinaire
Adour	Équilibrée	1,65	1,1
Allier	Équilibrée	1,65	1,1
Charente	Équilibrée	1,65	1,1
Corse	Équilibrée	1,65	1,1
Côtiers Aquitains et Charentais	Sableuse	0,7	0,5
Côtiers Artois	Équilibrée	1,65	1,1
Côtiers Bretons	Équilibrée	1,65	1,1
Côtiers Côte d'Azur	Équilibrée	1,65	1,1
Côtiers Languedoc	Équilibrée	1,65	1,1
Côtiers Normands	Équilibrée	1,65	1,1
Côtiers sud Loire	Limoneuse	1,85	1,2
Creuse	Équilibrée	1,65	1,1
Dordogne	Équilibrée	1,65	1,1
Doubs	Limoneuse	1,85	1,2
Durance	Limoneuse	1,85	1,2
Escaut	Limoneuse	1,8	1,2
Garonne amont	Équilibrée	1,65	1,1
Garonne aval	Limoneuse	1,85	1,2
Isère	Équilibrée	1,65	1,1
Loire aval	Équilibrée	1,65	1,1
Loire moyenne	Équilibrée	1,65	1,1
Loire source	Équilibrée	1,65	1,1
Lot	Équilibrée	1,65	1,1
Marne	Limoneuse	1,8	1,2
Mayenne	Équilibrée	1,65	1,1
Meuse	Limoneuse	1,85	1,2
Moselle	Limoneuse	1,85	1,2
Oise	Limoneuse	1,8	1,2
Rhin	Équilibrée	1,65	1,1
Rhône amont	Équilibrée	1,65	1,1
Rhône aval	Équilibrée	1,65	1,1
Rivières d'Île-de-France	Limoneuse	1,8	1,2
Sambre	Limoneuse	1,8	1,2
Saône amont	Limoneuse	1,8	1,2
Saône aval	Équilibrée	1,65	1,1
Seine amont	Limoneuse	1,85	1,2
Seine aval	Limoneuse	1,8	1,2
Tarn	Équilibrée	1,65	1,1
Vienne	Équilibrée	1,65	1,1
Vilaine	Équilibrée	1,65	1,1

Source : France Stratégie d'après Clarimont et al. (2013), op. cit. et Gis sol, « La texture des horizons supérieurs du sol en France métropolitaine »

## Le cas particulier du riz

Le riz est une culture qui s'effectue avec une lame d'eau permanente au-dessus du sol. Nous nous sommes appuyés sur les recommandations de la FAO pour déterminer les besoins en eau du riz :

$$\text{Besoin en eau du riz} = ET_{\text{culture}} + SAT + PERC + \text{épaisseur lame d'eau} - Pe^1$$

$$\text{Avec : } ET_{\text{culture}} = Kc.ETP$$

$$SAT = 200 \text{ mm (quantité d'eau pour saturer le sol)}$$

$$PERC = 6 \text{ mm/jour pour un sol moyen (percolation)}$$

$$\text{Épaisseur de la lame d'eau} = 100 \text{ mm}$$

$$Pe = \text{pluie effective (0,9} \times \text{Pluie réelle)}$$

## Les fuites et l'efficacité du système d'irrigation

Nous avons considéré le début des campagnes d'irrigation au mois d'avril et la fin au mois d'octobre. En revanche, on a bien des prélèvements en hiver pour remplir les retenues agricoles de substitution. L'irrigation de la vigne pour raisin de cuve est interdite après le 15 septembre et jusqu'à la récolte (décret n° 2023-735 du 8 août 2023). Nous avons donc mis l'irrigation de la vigne de cuve à 0 après le 15 septembre.

Pour chaque culture, les volumes des besoins en irrigation obtenus ont été multipliés par les taux d'équipement d'irrigation (par cultures et par bassin versant) obtenus grâce à une analyse du recensement général agricole 2020<sup>2</sup>.

$$\text{Volume d'irrigation} = \text{Volume des besoins en irrigation pour le bassin versant } i \times \text{taux d'équipement en irrigation bassin versant } i$$

Puis, pour évaluer les prélèvements pour l'irrigation, nous avons ensuite ajouté :

- les fuites d'eau des réseaux pour l'irrigation collective uniquement ;
- les pertes à la parcelle liées à l'efficacité du système d'irrigation.

---

<sup>1</sup> Brouwer C., Prins K. et Heibloem M. (1989), « [Determination of the irrigation schedule for paddy rice](#) », Chapter 4 in Irrigation Water Management: Irrigation Scheduling, FAO.

<sup>2</sup> Les surfaces équipées en irrigation ont été obtenues à part du recensement général agricole 2020 (accès CASD). Les surfaces utilisées dans le logiciel Strateau sont celles du RPG. Nous avons donc établi une table de passage des nomenclatures entre registre parcellaire graphique et recensement général agricole.

Nous avons considéré des fuites de 20 % sur les réseaux d'irrigation collectifs sous pression et de 50 % pour les réseaux d'irrigation anciens alimentés par gravité par canaux. En utilisant le recensement général agricole, nous avons déterminé la part d'irrigants utilisant un réseau collectif sur les 40 bassins versants étudiés. Pour déterminer le volume d'eau transitant par un réseau collectif, nous avons considéré que ce volume correspondait à la part d'irrigants en collectif sur le bassin versant multipliée par le volume total d'irrigation du bassin versant.

*Volume de prélèvement transitant par un réseau collectif dans le bassin versant  $i$  = Volume transitant par le bassin versant  $i$   $\times$  part des irrigants en collectif dans le bassin versant  $i$*

**Pour les réseaux collectifs**, le volume de prélèvement a été majoré afin de prendre en compte les fuites (il faudra prélever plus pour compenser les  $y$  % de fuites).

*Volume de prélèvement en réseau collectif incluant les pertes = volume de prélèvement transitant par un réseau collectif / (1- $y$  %)*

Avec  $y$  les fuites sur le bassin versant considéré calculées en pondérant les fuites (20 % en irrigation sous pression ou bien 50 % en irrigation gravitaire) par les surfaces en irrigation sous pression et gravitaire, respectivement

**Pour tous les réseaux d'irrigation (collectifs et individuels)**, nous avons également pris en compte l'efficacité du système d'irrigation. En effet, à titre d'exemple, si le système est efficace à 90 % (c'est-à-dire que 90 % de l'eau en entrée de parcelle arrive effectivement à ma plante), la perte de 10 % devra être compensée. Si la plante a besoin d'un volume de 70, il faudra prélever 78 en entrée de parcelle.

*Prélèvement incluant l'efficacité du système = demande annuelle en irrigation (incluant les pertes pour les systèmes collectifs) / taux efficacité du système*

Les efficacités globales des systèmes d'irrigation utilisées dans ce travail proviennent du guide pratique de l'irrigation<sup>1</sup>.

## Calage du modèle

Pour caler le modèle, nous avons comparé les besoins en irrigation calculés via notre modèle<sup>2</sup> avec les données climatique de Météo France pour l'année 2017<sup>3</sup> avec l'irrigation

---

<sup>1</sup> Wittling C. et Ruelle P. (2022), *Guide pratique de l'irrigation. 4<sup>e</sup> édition*, Versailles, Édition QUAE, 354 p.

<sup>2</sup> Corrigés de l'efficience du système d'irrigation pour pouvoir être comparé aux données de l'enquête pratiques culturales.

<sup>3</sup> <https://meteo.data.gouv.fr/datasets/donnees-changement-climatique-sim-quotidienne/>

moyenne agrégée au niveau national déclarée dans l'enquête pratique culturelle de 2017<sup>1</sup> pour les grandes cultures. Pour les autres cultures, faute d'éléments pour 2017 nous avons comparé à des données bibliographiques<sup>2</sup>. Les sources bibliographiques portent essentiellement sur des territoires situés dans le sud de la France.

L'année 2017 a été sèche (857 mm de précipitations contre plus de 900 mm en 2020 et 2021). Plus de la moitié du territoire a été concernée par un arrêté sécheresse sur les eaux superficielles (voir Tableau A5).

**Tableau A5 – Caractéristiques météorologiques de l'année 2017 et comparaison avec les années 2020, 2021 et 2022**

	Température annuelle (°C) médiane et [min ; max]	Cumul annuel des précipitations (mm)	Cumul des précipitations entre mai et septembre (mm)	Part du territoire concerné par des restrictions d'usage eau superficielle	Part du territoire concerné par des restrictions d'usage eau souterraine
<b>2017</b>	10,3 [-3,6 ; 25,0]	857	350	52 %	17 %
<b>2020</b>	11,6 [0,9 ; 25,9]	932	322	48 %	9 %
<b>2021</b>	10,0 [-1,7 ; 22,9]	971	442	18 %	2 %
<b>2022</b>	12,2 [-2,3 ; 26,9]	742	277	73 %	20 %

Note : les moyennes journalières sont calculées sur l'ensemble des points de la grille SAFRAN, puis les valeurs minimales, maximales et médianes ainsi que les cumuls sont extraits. Concernant la part du territoire concernée par des restrictions d'usage, nous avons considéré la part du territoire en alerte, alerte renforcée et crise.

Source : calculs France Stratégie, d'après les données de Météo France<sup>3</sup> et les données VigiEau<sup>4</sup>

Pour la majorité des cultures, nous obtenons des demandes en irrigation par notre modèle, supérieures à celles provenant de l'enquête pratiques culturelles ou à celles relevées dans le bibliographie.

Nous avons donc considéré qu'en pratique les irrigants irriguent moins que les besoins optimaux des cultures du fait de contraintes techniques (déplacement de matériel,

<sup>1</sup> <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/Chd2009/detail/>

<sup>2</sup> Pour les prairies : analyse France Stratégie en utilisant les données du recensement général agricole 2010. Pour les vergers : Agreste (2017), *L'irrigation vectrice de la production fruitière*, Analyses et études Occitanie, numéro 4, octobre. Pour la vigne : Hoang T., Caballero Y., Maton L. et Rinaudo J.-D (2012), *Impact du changement climatique sur le besoin en eau d'irrigation dans l'ouest de l'Hérault*, Rapport du BRGM, décembre. Pour les légumes et les vergers : BRLi (2019), *Mémento irrigation*, mars.

<sup>3</sup> <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/donnees-changement-climatique-sim-quotidienne/>

<sup>4</sup> <https://vigieau.gouv.fr/donnees/>

maintenance des équipements), de la survenue d'arrêtés sécheresse et de l'anticipation de la météo des jours à venir (ce que ne fait pas notre modèle).

Nous avons alors appliqué un taux de satisfaction des besoins inférieur à 100 % pour certaines cultures sur lesquelles nous avons des informations quant à l'irrigation (voir Tableau A6). Ces taux de satisfaction incluent les restrictions liées aux arrêtés sécheresse de 2017. En appliquant les taux de satisfaction que nous avons déterminé, nous obtenons une demande en irrigation pour 2017 de 2 565 millions de m<sup>3</sup>, une valeur proche de celle déclarée dans la BNPE pour cette année (2 959 millions de m<sup>3</sup>). Aux horizons 2030 et 2050, faute d'informations, les mêmes taux de satisfaction sont appliqués, ce qui permet de maintenir des rendements similaires à ceux observés en 2017.

**Tableau A6 – Taux de satisfaction (en %) retenus dans cette étude et permettant de caler nos estimations avec les irrigations moyennes observées en 2017**

Culture	Taux de satisfaction par rapport aux besoins optimaux déterminés par notre modèle
Blé dur hiver et été	100 %
Blé tendre hiver	38 %
Blé tendre été	27 %
Maïs grain	63 %
Triticale d'hiver	46 %
Triticale de printemps	100 %
Autres céréales	85 %
Soja	76 %
Colza	76 %
Tournesol	29 %
Autres oléagineux	76 %
Betterave à sucre	54 %
Pomme de terre de consommation	63 %
Pomme de terre féculière	73 %
Autres cultures industrielles	85 %
Maïs ensilage	51 %
Fourrages	29 %
Protéagineux	29 %
Légumes	85 %
Vergers	53 %
Vigne (raisin de cuve)	34 %
Prairies temporaires	16 %
Prairies permanentes et en rotation longue	11 %

Source : hypothèses France Stratégie déterminées après comparaison des besoins obtenus par notre modèle et des données de la littérature

Nous avons ensuite comparé les résultats obtenus en matière de prélèvements par notre modèle avec la météo 2020<sup>1</sup> (besoins en eau d'irrigation, avec ajout des prélèvements pour compenser le manque d'efficacité du système d'irrigation, corrigés du niveau de satisfaction et avec ajout des prélèvements pour compenser les fuites pour les réseaux d'irrigation collectifs) avec les prélèvements pour l'irrigation déclarés dans la BNPE.

Par rapport aux données de la BNPE, pour 2020 nous observons une surestimation des volumes prélevés dans notre modèle de 6 % (voir Tableau A7). Ceci pourrait être en partie expliqué par le fait que tous les agriculteurs ne déclarent pas dans la BNPE, certains étant en-dessous du seuil de déclaration (10 000 m<sup>3</sup>/an ou 7 000 m<sup>3</sup>/an en zone de répartition des eaux).

**Tableau A7 – Comparaison des volumes prélevés pour l'irrigation obtenus par notre modèle et de ceux déclarés dans la BNPE, en millions de m<sup>3</sup>**

Modèle France Stratégie – année 2020	BNPE 2020
3 537	3 345

Source : France Stratégie, d'après notre modèle d'irrigation et les prélèvements déclarés dans la BNPE

Nous avons aussi comparé sur un sous-bassin versant les résultats obtenus avec notre modèle avec ceux obtenus grâce une approche de modélisation plus précise (plateforme MAELIA d'INRAE), développée notamment pour évaluer la demande en irrigation à l'échelle d'un territoire (par exemple, un bassin versant) à une résolution spatiotemporelle fine (voir Encadré 9). Il ressort de cette comparaison que la demande en irrigation est plutôt bien calibrée pour les grandes cultures, beaucoup moins pour les vergers.

#### **Encadré 9 – Comparaison des résultats obtenus avec notre modèle et avec la plateforme MAELIA sur le bassin versant de l'Aveyron aval**

MAELIA, développée par INRAE, permet d'évaluer la demande en eau d'irrigation pour chacune des parcelles d'un territoire, au pas de temps journalier en fonction des caractéristiques pédoclimatiques de celles-ci, de la séquence de culture et des pratiques et contraintes de l'agriculteur<sup>2</sup>. Dans ce modèle, les stratégies d'irrigation

<sup>1</sup> <https://meteo.data.gouv.fr/datasets/donnees-changement-climatique-sim-quotidienne/>

<sup>2</sup> Therond O., Sibertin-Blanc C., Lardy R., Gaudou B., Balestrat M., Hong Y., Louail T., Nguyen V.B., Panzoli D., Sanchez-Pérez J.-M., Sauvage S., Taillandier P., Vavasseur M. et Mazzega P. (2014), « [Integrated modelling of social-ecological systems: the MAELIA high-resolution multi-agent platform to deal with water scarcity problems](#) » in Ames D.P., Quinn N.W.T et Rizzoli A.E. (eds), presented at the 7th international congress on environment modelling and software (iEMSs), San Diego, Californie, p. 8.

dépendent non seulement de la culture, du sol, de la météorologie mais également du matériel d'irrigation et du type d'exploitation. Chaque stratégie d'irrigation se caractérise par une dose d'irrigation (en mm), par des conditions de déclenchement de l'irrigation (humidité du sol, pluies passées et à venir, stade et stress hydrique de la culture, etc.) et par un intervalle minimum entre deux déclenchements d'irrigation (délais de tours d'eau traduisant la contrainte matérielle).

Le sous-bassin versant considéré est le sous-bassin versant de l'Aveyron aval. Ce sous-bassin de 840 km<sup>2</sup> se situe dans le bassin versant du Tarn. Deux années ont été comparées : 2017 et 2020. Selon notre modèle, plus de 85 % des prélèvements de ce bassin versant sont réalisés pour le maïs grain, les vergers et le soja (voir Tableau A8).

**Tableau A8 – Comparaison des apports en eau d'irrigation par unité de surface (bassin versant de l'Aveyron aval) obtenus par notre modèle et par le modèle MAELIA**

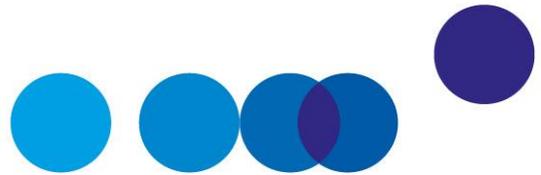
	Modèle France Stratégie – année 2017	MAELIA – année 2017	Modèle France Stratégie – année 2020	MAELIA – année 2017
Maïs grain	2 847	3 080	2 375	2 088
Soja	2 524	3 622	2 330	2 719
Vergers	2 683	1 267	2 280	614

Source : France Stratégie et INRAE

Concernant le maïs grain, la culture nécessitant les prélèvements les plus importants dans ce bassin versant, les résultats des deux modèles sont relativement proches (environ 10 % de différence). Pour le soja, notre modèle sous-évalue les besoins de 14 % à 30 %. La plus grande différence réside dans l'irrigation des vergers. En effet, nous obtenons le double, voire le triple, en demande en irrigation avec notre modèle. Ce résultat est probablement lié au fait que nous avons calé nos données sur des données provenant de la littérature<sup>1</sup> qui se concentrent sur des territoires du sud de la France avec des besoins en irrigation importants.

<sup>1</sup> BRLi (2019), *Mémento irrigation*, 130 p. et Agreste (2017), *L'irrigation vectrice de la production fruitière*, Analyses et études Occitanie, numéro 4, octobre.





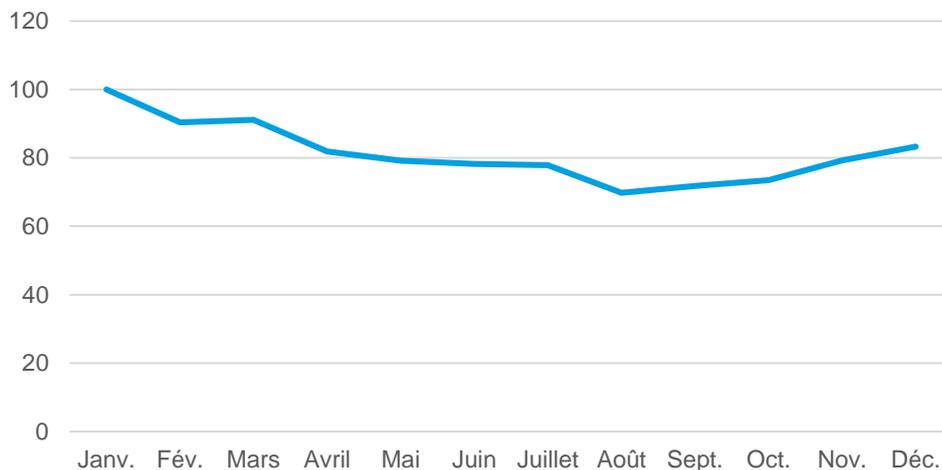
## ANNEXE 5

# ÉVALUATION DE LA DEMANDE EN EAU DE L'ÉNERGIE

### Évolution mensuelle de la production électrique

La production annuelle a été mensualisée pour prendre en compte les variations mensuelles de production grâce à la base de données RTE<sup>1</sup>. Pour chaque centrale, la production mensuelle moyenne a été calculée sur la période 2012-2020. Par exemple, pour la centrale de Belleville, l'indice de production mensuelle (janvier = 100) est le suivant (voir Graphique A4).

**Graphique A4 – Variation mensuelle de la production pour la centrale de Belleville**  
(base 100 en janvier)



Lecture : l'indice de production du mois de mai est de 80, c'est-à-dire que la production au mois de mai est inférieure de 20 % à celle de janvier.

Source : calculs France Stratégie, d'après RTE

<sup>1</sup> Voir les [données de RTE](#).

## Évaluation de la demande unitaire

La demande unitaire en prélèvements ( $\text{m}^3/\text{MWh}$ ), c'est-à-dire la demande en prélèvements d'eau pour la production d'une unité d'énergie, est obtenue en croisant deux bases de données : la Banque nationale des prélèvements en eau (BNPE<sup>1</sup>) et la base de production des centrales électriques de RTE.

Pour chaque centrale, le besoin unitaire annuel est la moyenne du besoin unitaire sur la période 2012-2020, calculé en divisant les prélèvements annuels par la production annuelle.

**Tableau A9 – Production annuelle retenue pour l'année 2020 par centrale nucléaire**

Centrale	Circuit	Prélèvements ( $\text{m}^3/\text{MWh}$ )
Belleville	Fermé	11
Bugey 2 et 3	Ouvert	212
Bugey 4 et 5	Fermé	25
Cattenom	Fermé	8
Chinon	Fermé	8
Chooz	Fermé	8
Civaux	Fermé	6
Cruas	Fermé	20
Dampierre	Fermé	8
Fessenheim	Ouvert	223
Golfech	Fermé	11
Nogent	Fermé	8
Saint-Alban	Ouvert	245
Saint-Laurent	Fermé	8
Tricastin	Ouvert	252

Source : France Stratégie d'après RTE

Pour les centrales thermiques à flamme utilisant des énergies fossiles ou de la biomasse, faute de donnée disponible pour chaque centrale, une demande unitaire en prélèvement de  $28 \text{ m}^3/\text{MWh}$  a été retenue<sup>2</sup>. Elle correspond à la demande unitaire moyenne en prélèvement sur l'ensemble du parc.

<sup>1</sup> Voir les [données BNPE](#).

<sup>2</sup> Cette valeur est obtenue par un croisement des données de production de RTE (période 2012-2020) et des données de prélèvements de la BNPE (même période).

Pour les nouvelles centrales, la demande unitaire retenue est la même que celle des réacteurs déjà existants sur le site en question (aucune centrale n'étant construite sur un nouveau site).

## Évaluation des prélèvements en eau

Pour calculer les prélèvements mensuels en eau, l'opération suivante est effectuée :

$$\text{Prélèvements mensuels [m}^3\text{]} = \text{Production mensuelle [MWh]} \times \text{Demandes unitaires [m}^3\text{/MWh]}$$

## Évolution prospective de la demande en eau

Pour les années futures (2030 et 2050), la demande en eau de chaque centrale électrique est évaluée sur la base d'hypothèses d'évolution de la production annuelle de chaque centrale. La saisonnalité et les demandes unitaires sont les mêmes que pour la période 2012-2020.

Pour les nouvelles centrales nucléaires (EPR), une puissance de 1 670 MW a été retenue par réacteur. L'énergie produite annuellement est alors proportionnelle à la puissance (fonctionnement d'environ 8 000 heures par an).

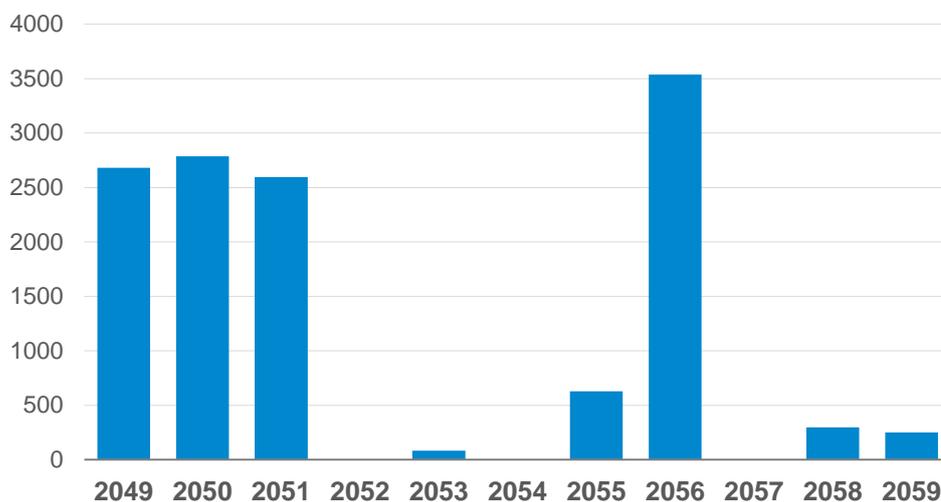
Enfin, des stockages d'hydrogène pour l'optimisation du réseau électrique ont été inclus dans le scénario politiques publiques. À l'échelle nationale, cela représente environ 6,4 TWh<sub>PCI</sub>, soit des prélèvements d'environ 4 millions de m<sup>3</sup>. La production de cet hydrogène est située à proximité des sites industriels existants (et répartie uniformément entre les cinq bassins versants suivants : Escaut, Rhône amont, côtiers Côte d'Azur, côtiers normands et Moselle). Sa production a été lissée sur l'année. En effet, les périodes de forte production éolienne se situent entre octobre et mars, et les périodes de forte production solaire se situent entre avril et septembre.

## Effet de la limite d'âge des centrales sur les prélèvements

En 2050, l'évolution des prélèvements du secteur énergétique dépend fortement de l'hypothèse de limite d'âge des centrales nucléaires. Puisque l'essentiel du parc nucléaire a été construit entre la fin des années 1970 et la fin des années 1990, les prélèvements diminueront fortement entre 2040 et 2060 (selon la politique de prolongation des centrales retenue). En particulier, avec une hypothèse de 80 ans, la diminution des prélèvements de 5 500 millions de m<sup>3</sup> ne serait pas observée pour 2050, mais en 2060.

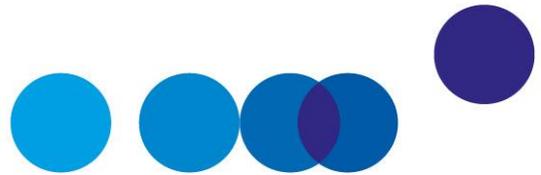
Les diminutions de prélèvements observées par année pour une limite d'âge de 70 ans sont présentées en Graphique A5.

**Graphique A5 – Diminution des prélèvements par année liée à l'arrêt des centrales nucléaires, avec une hypothèse de fermeture à 70 ans, en millions de m<sup>3</sup>**



Lecture : avec une hypothèse d'arrêt des centrales à 70 ans, en 2050, les prélèvements diminueraient de 2 800 millions de m<sup>3</sup>.

Source : France Stratégie



## ANNEXE 6

# ÉVALUATION DE LA DEMANDE EN EAU DE L'INDUSTRIE ET DU TERTIAIRE

### Évaluation de la demande unitaire

Les données de prélèvements dans les nappes et les rivières proviennent de la BNPE et ont été allouées par code NAF<sup>1</sup>. À ces prélèvements ont été ajoutés les volumes d'eau potable non domestiques utilisés par les activités industrielles et le tertiaire (voir Tableau A10)<sup>2</sup>.

**Tableau A10 – Part d'eau potable des secteurs industrie, construction et tertiaire**

Activité	% d'eau du réseau eau potable
Industries extractives	1 %
Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac	52 %
Fabrication de textiles, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure	24 %
Travail du bois, industries du papier et imprimerie	2 %
Cokéfaction et raffinage	49 %
Industrie chimique	10 %
Industrie pharmaceutique	56 %
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique ainsi que d'autres produits minéraux non métalliques	16 %
Métallurgie et fabrication de produits métalliques à l'exception des machines et des équipements	33 %

<sup>1</sup> Traitement de données réalisé par le service de statistiques du ministère en charge de la transition écologique (SDES).

<sup>2</sup> Pour une description de la méthode employée, voir Arambourou H., Ferrière S. et Oliu-Barton M. (2024), « [Prélèvements et consommations en eau : quels enjeux et usages ?](#) », *op. cit.*

Activité	% d'eau du réseau eau potable
Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques	50 %
Fabrication d'équipements électriques	50 %
Fabrication de machines et équipements n.c.a.	50 %
Fabrication de matériels de transport	50 %
Autres industries manufacturières ; réparation et installation de machines et d'équipements	50 %
Production et distribution d'eau ; assainissement, gestion des déchets et dépollution	7 %
Construction	54 %
Tertiaire	54 %

Source : France Stratégie d'après la base de données IREP<sup>1</sup>

Les effectifs totaux (personnes physiques) par commune et par code NAF (à la granularité 38) en 2020 ont été obtenus en additionnant les effectifs de différentes bases de données :

- La base de données ACOSS pour les effectifs salariés du secteur privé<sup>2</sup> ;
- La base de données DADS pour l'effectif intérimaire du secteur privé<sup>3</sup> ;
- La base de données Insee, base tous salariés, 2020, pour l'effectif dans la fonction publique<sup>4</sup> ;
- La base de données Insee, estimation d'emplois, pour l'effectif non salarié<sup>5</sup>.

Finalement, la demande unitaire a été obtenue en divisant le volume total prélevé par le secteur par l'effectif total de ce secteur (voir Tableaux A11 et A12). Par exemple, pour le secteur n :

$$\text{Demande unitaire secteur } NAF_n = \text{volume du secteur } NAF_n / \text{effectif total du secteur } NAF_n$$

<sup>1</sup> Voir la page « [Installations industrielles rejetant des polluants](#) » sur le site Géorisques.

<sup>2</sup> <https://open.urssaf.fr/explore/dataset/etablissements-et-effectifs-salaries-au-niveau-commune-x-ape-last/table/>

<sup>3</sup> Analyse France Stratégie d'après la base de données DADS, accès CASD. Pour les communes sous secret statistique les effectifs ont été estimés à partir des données du département.

<sup>4</sup> Analyse France Stratégie d'après la base de données Insee tous salariés, 2020, accès CASD. Pour les communes sous secret statistique les effectifs ont été estimés à partir des données du département.

<sup>5</sup> <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6437969?sommaire=4981513>. Base de données T201 - Emploi en fin d'année par département et région de France (hors Mayotte), selon le statut (salarié/non salarié) et le secteur d'activité (A5). Les effectifs non salariés à l'échelle de la commune ont ensuite été estimés au prorata des emplois salariés.

**Tableau A11 – Demandes unitaires en eau  
dans l'industrie et la construction en 2020, en m<sup>3</sup>/emploi**

Secteur	Besoin unitaire (m <sup>3</sup> /emplois)
Industries extractives	4 289
Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac	816
Fabrication de textiles, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure	174
Travail du bois, industries du papier et imprimerie	1 132
Cokéfaction et raffinage	5 605
Industrie chimique	4 744
Industrie pharmaceutique	560
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique ainsi que d'autres produits minéraux non métalliques	207
Métallurgie et fabrication de produits métalliques à l'exception des machines et des équipements	291
Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques	24
Fabrication d'équipements électriques	49
Fabrication de machines et équipements n.c.a.	71
Fabrication de matériels de transport	117
Autres industries manufacturières ; réparation et installation de machines et d'équipements	6
Production et distribution d'eau ; assainissement, gestion des déchets et dépollution	1 336
Construction	54
<b>Total pondéré</b>	<b>441</b>

Source : calculs France Stratégie

**Tableau A12 – Demandes unitaires en eau (m<sup>3</sup>/emplois) dans le tertiaire en 2020**

Secteur	Besoin unitaire (m <sup>3</sup> /emplois)
Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles	3
Transports et entreposage	58
Hébergement et restauration	5
Édition, audiovisuel et diffusion	0
Télécommunications	1
Activités informatiques et services d'information	3
Activités financières et d'assurance	3
Activités immobilières	130
Activités juridiques, comptables, de gestion, d'architecture, d'ingénierie, de contrôle et d'analyses techniques	194
Recherche-développement scientifique	389
Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques	4
Activités de services administratifs et de soutien	20
Administration publique	3
Enseignement	4
Activités pour la santé humaine	4
Hébergement médico-social et social et action sociale sans hébergement	1
Arts, spectacles et activités récréatives	112
Autres activités de services	48
<b>Total pondéré</b>	<b>27</b>

Source : calculs France Stratégie

## Évaluation de la demande prospective en eau

**La demande en eau du secteur tertiaire** est supposée évoluer comme la valeur ajoutée. Opérationnellement, dans le modèle Strateau, qui prend en entrée des emplois, elle est calculée comme le produit de la demande en eau par emploi en 2020 par le facteur d'évolution des emplois et celui de la productivité du travail entre 2020 et la date considérée.

**Pour l'industrie**, nous avons en plus intégré les gains d'efficacité en matière d'utilisation de la ressource en eau (par exemple, s'il y a 10 % de gains d'efficacité, on diminue d'autant la demande en eau, qui est supposée croître comme la VA en l'absence de tels gains).

- **Dans le scénario tendanciel**, pour 2030, la croissance des emplois (tertiaire et industrie) provient de la prospective régionalisée des métiers conduite par France Stratégie et la DARES<sup>1</sup>. Entre 2030 et 2050, la croissance des emplois provient de l'exercice prospectif de l'Ademe (scénario tendanciel)<sup>2</sup>. Les emplois ont été territorialisés à l'échelle des régions administratives grâce à la prospective métiers<sup>3</sup>, puis répartis dans les 40 bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.
- **Dans le scénario politiques publiques**, pour 2030, nous nous sommes appuyés sur les résultats en emplois industriels du scénario de réindustrialisation de RTE avec un objectif d'une industrie manufacturière représentant 12 % du PIB en 2035<sup>4</sup>. Pour 2050, nous avons considéré la croissance du scénario de réindustrialisation jusqu'à 2035 suivie d'une stabilisation jusqu'en 2050. Concernant l'industrie extractive, en 2030, une mine de lithium est ouverte dans le bassin versant de l'Allier pour répondre aux besoins de l'industrie de la batterie. Pour l'emploi tertiaire, nous avons utilisé les mêmes évolutions d'emplois que dans le scénario tendanciel, excepté pour les activités de services administratifs et de soutien qui croissent à un rythme plus élevé du fait de la croissance de l'activité industrielle<sup>5</sup>. Les emplois ont été territorialisés à l'échelle des régions administratives grâce à la prospective métiers, puis répartis dans les 40 bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.
- **Dans le scénario de rupture**, nous avons évalué l'emploi en nous appuyant sur le scénario « coopérations territoriales » de l'étude Transition(s) 2050 de l'Ademe. Les emplois ont été territorialisés à l'échelle des régions administratives grâce à la prospective métiers, puis répartis dans les 40 bassins versants de façon proportionnelle à l'existant.

Par rapport à 2020, en 2050, les emplois dans l'industrie augmentent de 9 % dans le scénario tendanciel et de 34 % dans le scénario politiques publiques, alors qu'ils diminuent de 18 % dans le scénario de rupture (voir Graphique A6). Dans la chimie, les emplois diminuent de 33 % et 14 % dans le scénario tendanciel et de rupture, respectivement, et croissent de 19 % dans le scénario politiques publiques. Dans la métallurgie, les emplois diminuent de 13 % et 6 % dans le scénario tendanciel et de rupture, respectivement, et croissent de 15 % dans le scénario politiques publiques.

---

<sup>1</sup> France Stratégie et Dares (2022), *Les métiers en 2030*, rapport du groupe prospective des métiers et qualifications, mars.

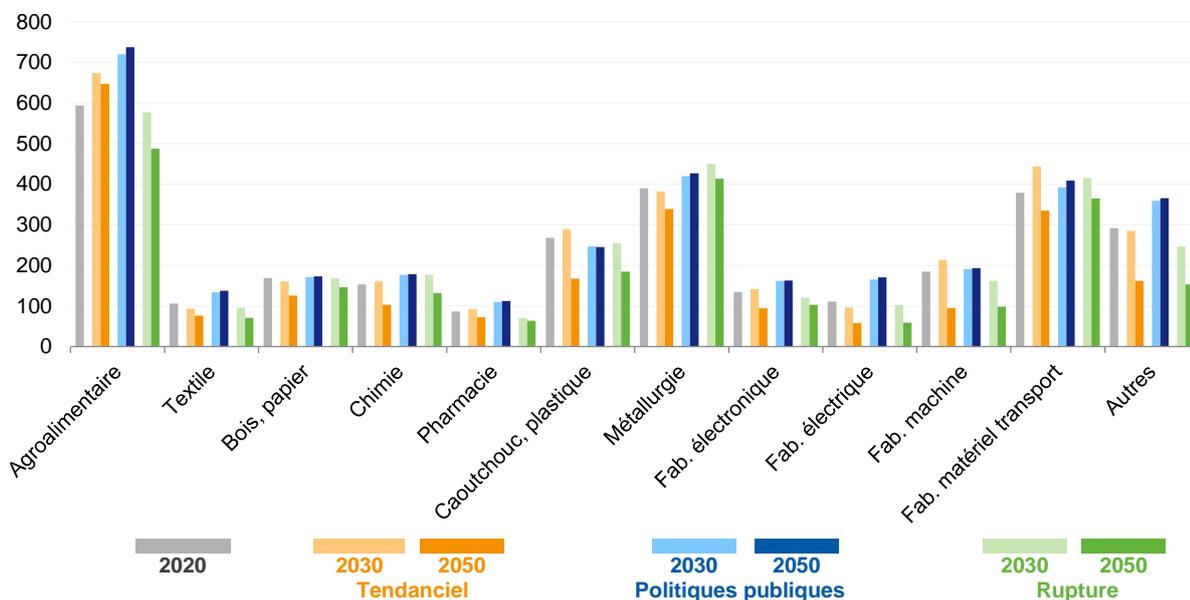
<sup>2</sup> Ademe (2021), *Transitions 2050 – Choisir maintenant – Agir pour le climat*, Ed. Ademe, 687 p.

<sup>3</sup> France Stratégie et Dares (2022), *Les métiers en 2030*, *op. cit.*

<sup>4</sup> Belle-Larant F., Bouvart C., Claeys G., Fotso R., Gérardin M. et Zbalah N. (2024), « *Réindustrialisation de la France à horizon 2035 : besoins, contraintes et effets potentiels* », Document de travail, France Stratégie, juillet.

<sup>5</sup> Pour ce scénario, nous avons utilisé les taux de croissance (scénario avec une industrie manufacturière à 12 % du PIB) décrits dans Belle-Larant *et al.* (2024), « *Réindustrialisation de la France à horizon 2035...* », *op. cit.*

**Graphique A6 – Emplois en 2030 et en 2050 dans l'industrie manufacturière dans les trois scénarios d'usage, en milliers**

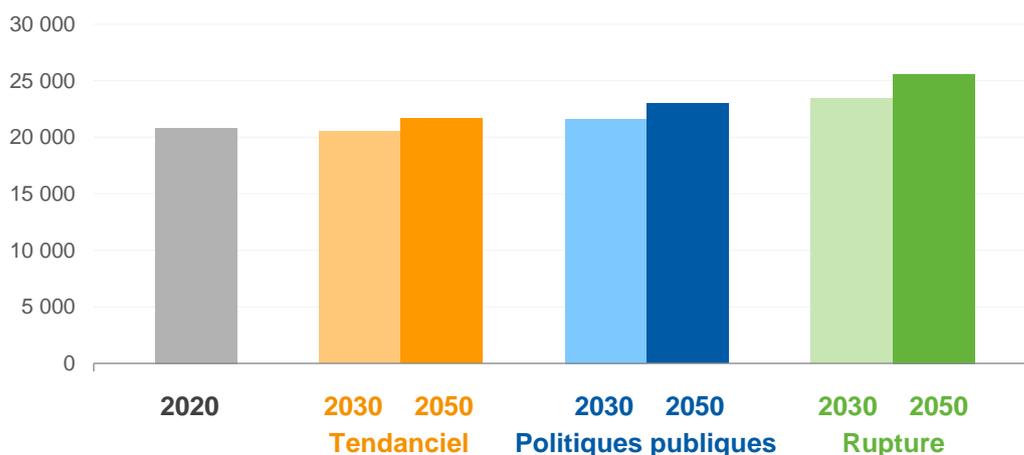


Lecture : en 2020, l'industrie agroalimentaire emploie près de 592 000 personnes. En 2050, elle emploie 794 000 personnes dans le scénario politiques publiques et 488 000 dans le scénario de rupture.

Source : calculs France Stratégie

Par rapport à 2020, les emplois du tertiaire augmentent en 2050 dans tous les scénarios : + 4 % dans le scénario tendanciel, + 10 % dans le scénario politiques publiques et + 23 % dans le scénario de rupture (voir Graphique A7).

**Graphique A7 – Emplois dans le tertiaire en 2030 et en 2050 dans les trois scénarios d'usage, en milliers**



Lecture : en 2020, le tertiaire emploie 20 820 milliers de personnes. Il emploie en 2050, près de 23 000 milliers de personnes dans le scénario politiques publiques.

Source : France Stratégie, d'après les hypothèses d'évolution mentionnées précédemment

Lorsque la productivité s'accroît, un emploi utilise plus d'eau. Par conséquent, nous avons ajouté aux emplois déterminés précédemment des gains de productivité.

**Pour l'industrie**, dans le scénario tendanciel, nous avons appliqué les gains de productivité annuels déterminés par secteur industriels dans la prospective des métiers conduite par France Stratégie et la Dares<sup>1</sup>. Dans ce scénario, les gains de productivité annuelle de l'économie s'élèvent à 1,0 % par an (et à 1,6 % dans l'industrie et la construction) avec des variations entre les activités (voir Tableau A13). Nous avons considéré que ces gains ont cours jusqu'en 2040.

**Tableau A13 – Gains annuels de productivité (en %) appliqués entre 2020 et 2040 dans l'industrie et la construction dans les trois scénarii d'usage**

Tendanciel	Politiques publiques	De rupture
1,6 %	1,6 %	1,2 %

Source : France Stratégie, d'après la *Prospective Métiers 2030*

Dans le scénario politiques publiques, nous avons appliqué les gains de productivité annuels établis dans le scénario de réindustrialisation de RTE<sup>2</sup>. Ces gains correspondent à ceux déterminés dans la prospective des métiers conduite par France Stratégie et la Dares<sup>3</sup>. Nous avons considéré que ces gains ont cours jusqu'en 2040.

Dans le scénario de rupture, compte tenu du ralentissement d'une partie de l'économie, nous avons dégradé la productivité de façon à obtenir une croissance de la productivité globale annuelle de l'économie de 0,8 % et de 1,2 % dans l'industrie et la construction. Nous avons considéré que ces gains de productivité ont cours jusqu'en 2040. Les gains de productivité détaillés sont fournis ci-dessous (voir Tableau A14).

<sup>1</sup> France Stratégie et Dares (2022), *Les métiers en 2030*, *op. cit.*

<sup>2</sup> Belle-Larant F., Bouvart C., Claeys G., Fotso R., Gérardin M. et Zbala N. (2024), « *Réindustrialisation de la France à horizon 2035 : besoins, contraintes et effets potentiels* », *op. cit.*

<sup>3</sup> France Stratégie et Dares (2022), *Les métiers en 2030*, *op. cit.*

**Tableau A14 – Gains de productivité annuels jusqu'en 2040 (en %) dans l'industrie et la construction dans les trois scénarios d'usage**

Secteur	Tendanciel	Politiques publiques	De rupture
Industries extractives	3,3 %	3,3 %	2,5 %
Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac	1,1 %	1,1 %	0,8 %
Fabrication de textiles, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure	0,4 %	0,4 %	0,3 %
Travail du bois, industries du papier et imprimerie	2,1 %	2,1 %	1,6 %
Cokéfaction et raffinage	1,7 %	1,7 %	1,3 %
Industrie chimique	2,2 %	2,2 %	1,6 %
Industrie pharmaceutique	1,9 %	1,9 %	1,4 %
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique ainsi que d'autres produits minéraux non métalliques	2,4 %	2,4 %	1,8 %
Métallurgie et fabrication de produits métalliques à l'exception des machines et des équipements	1,7 %	1,7 %	1,3 %
Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques	3,3 %	3,3 %	2,5 %
Fabrication d'équipements électriques	1,8 %	1,8 %	1,3 %
Fabrication de machines et équipements n.c.a.	2,6 %	2,6 %	1,9 %
Fabrication de matériels de transport	2,2 %	2,2 %	1,6 %
Autres industries manufacturières ; réparation et installation de machines et d'équipements	1,8 %	1,8 %	1,3 %
Production et distribution d'eau ; assainissement, gestion des déchets et dépollution	0,2 %	0,2 %	0,1 %
Construction	1,4 %	1,4 %	1,0 %

Source : hypothèses France Stratégie, d'après France Stratégie/Dares (2022), *Les métiers en 2030*, op. cit.

**Pour le tertiaire**, dans le scénario tendanciel, nous avons appliqué les gains de productivité annuels déterminés dans la prospective des métiers conduite par France Stratégie et la Dares<sup>1</sup> (voir Tableau A15). Les gains de productivité atteignent 1,0 % dans l'ensemble de l'économie et 0,8 % dans le tertiaire. Nous avons considéré qu'il y a des gains de productivité jusqu'en 2040.

<sup>1</sup> France Stratégie et Dares (2022), *Les métiers en 2030*, op. cit.

**Tableau A15 – Gains de productivité annuels appliqués entre 2020 et 2040 dans le tertiaire dans les trois scénarios d'usage, en pourcentage**

Tendanciel	Politiques publiques	De rupture
0,8 %	0,8 %	0,6 %

Source : France Stratégie, d'après France Stratégie/Dares (2022), *Les métiers en 2030*

Dans le scénario politiques publiques, nous avons appliqué les mêmes gains de productivité que dans le scénario tendanciel.

Dans le scénario de rupture, les gains de productivité sont plus réduits et atteignent 0,8 % annuellement dans l'ensemble de l'économie et 0,6 % annuellement dans le tertiaire. Nous avons considéré ces gains ont cours jusqu'en 2040.

**Tableau A16 – Gains de productivité annuels du tertiaire dans les trois scénarios d'usage, en pourcentage**

Secteur	Tendanciel	Politiques publiques	De rupture
Commerce ; réparation d'automobiles et de motocycles	1,2 %	1,2 %	0,9 %
Transports et entreposage	2,0 %	2,0 %	1,5 %
Hébergement et restauration	0,6 %	0,6 %	0,4 %
Édition, audiovisuel et diffusion	2,4 %	2,4 %	1,8 %
Télécommunications	4,9 %	4,9 %	3,6 %
Activités informatiques et services d'information	0,8 %	0,8 %	0,6 %
Activités financières et d'assurance	2,8 %	2,8 %	2,1 %
Activités immobilières	1,2 %	1,2 %	0,9 %
Activités juridiques, comptables, de gestion, d'architecture, d'ingénierie, de contrôle et d'analyses techniques	0,3 %	0,3 %	0,2 %
Recherche-développement scientifique	0,2 %	0,2 %	0,2 %
Autres activités spécialisées, scientifiques et techniques	1,1 %	1,1 %	0,8 %
Activités de services administratifs et de soutien	0,7 %	0,7 %	0,5 %
Administration publique	-0,1 %	-0,1 %	-0,1 %
Enseignement	0,7 %	0,7 %	0,5 %
Activités pour la santé humaine	0,7 %	0,7 %	0,5 %
Hébergement médico-social et social et action sociale sans hébergement	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Arts, spectacles et activités récréatives	0,3 %	0,3 %	0,2 %
Autres activités de services	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Source : hypothèses France Stratégie, d'après France Stratégie/Dares (2022), *Les métiers en 2030*, op. cit.

Nous avons par ailleurs intégré les gains d'efficacité en eau. L'efficacité est supposée croître dans certains secteurs jusqu'en 2040 (voir Tableau A17).

**Tableau A17 – Gains d'efficacité sur l'eau entre 2020 et 2040 dans l'industrie et la construction dans les trois scénarios d'usage, en pourcentage**

Secteur	Tendancier	Politiques publiques	De rupture
Industries extractives	0 %	0 %	0 %
Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac	-15 %	-30 %	-15 %
Fabrication de textiles, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure	0 %	0 %	0 %
Travail du bois, industries du papier et imprimerie	0 %	0 %	0 %
Cokéfaction et raffinage	0 %	0 %	0 %
Industrie chimique	-5 %	-10 %	-5 %
Industrie pharmaceutique	-5 %	-10 %	-5 %
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique ainsi que d'autres produits minéraux non métalliques	-5 %	-10 %	-5 %
Métallurgie et fabrication de produits métalliques à l'exception des machines et des équipements	-5 %	-10 %	-5 %
Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques	0 %	0 %	0 %
Fabrication d'équipements électriques	0 %	0 %	0 %
Fabrication de machines et équipements n.c.a.	0 %	0 %	0 %
Fabrication de matériels de transport	0 %	0 %	0 %
Autres industries manufacturières ; réparation et installation de machines et d'équipements	0 %	0 %	0 %
Production et distribution d'eau ; assainissement, gestion des déchets et dépollution	0 %	0 %	0 %
Construction	0 %	0 %	0 %

Source : hypothèses France Stratégie, d'après les auditions conduites au cours de l'année 2023

Enfin, pour l'industrie, nous ajoutons la demande en eau liée aux technologies de décarbonation (voir Tableau A18).

**Tableau A18 – Évolution des prélèvements en eau entre 2020 et 2050 liés aux actions de décarbonation (H<sub>2</sub> et CCS) dans l'industrie dans les trois scénarios d'usage, en millions de m<sup>3</sup>**

Secteur	Tendanciel	Politiques publiques	Rupture
Industries extractives	0	0	0
Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits à base de tabac	0	0	0
Fabrication de textiles, industries de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure	0	0	0
Travail du bois, industries du papier et imprimerie	0	0	0
Cokéfaction et raffinage	0	0	0
Industrie chimique	0	+23,0	0
Industrie pharmaceutique	0	0	0
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique ainsi que d'autres produits minéraux non métalliques	0	+25,0	+7,9
Métallurgie et fabrication de produits métalliques à l'exception des machines et des équipements	0	+16,5	+5,2
Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques	0	0	0
Fabrication d'équipements électriques	0	0	0
Fabrication de machines et équipements n.c.a.	0	0	0
Fabrication de matériels de transport	0	0	0
Autres industries manufacturières ; réparation et installation de machines et d'équipements	0	+2,5	+0,9
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>+67,0</b>	<b>+14,0</b>

Source : hypothèses France Stratégie, d'après les hypothèses du scénario VA à 12 % du rapport sur la réindustrialisation de France Stratégie<sup>1</sup> et du scénario Coopération territoriale de l'Ademe<sup>2</sup>

De manière opérationnelle, dans le modèle Strateau, les calculs réalisés pour obtenir la demande en eau sont les suivants :

Intégration des évolutions d'emplois (industrie et tertiaire) :

$$\text{Effectif année } n = \text{effectifs année } n-1 \times (1 + \text{taux annuel de croissance de l'emploi})$$

Intégration des gains de productivité (industrie et tertiaire) :

$$\text{Effectifs fictifs année } n \text{ intégrant les gains de productivité} = \text{Effectif année } n \times (1 + \text{gain annuel de productivité})$$

<sup>1</sup> Belle-Larant et al. (2024), « Réindustrialisation de la France à horizon 2035... », *op. cit.*

<sup>2</sup> Ademe (2021), *Transitions 2050 – Choisir maintenant – Agir pour le climat*, éditions Ademe, 687 p.

Intégration des améliorations d'efficacité sur la ressource en eau (industrie) :

*Effectifs fictifs année n intégrant gain de productivité et efficacité eau = Effectifs fictifs année n intégrant les gains de productivité × (1 – gain d'efficacité eau)*

Intégration des actions de décarbonation (industrie) :

*Effectifs fictifs année n intégrant gain de productivité et efficacité eau et actions décarbonation = Effectifs fictifs année n intégrant gain de productivité et efficacité eau + prélèvements liés aux actions de décarbonation.*

Enfin, dans le scénario de rupture, des réductions de prélèvements des bureaux de 20 % pour le secteur tertiaire sont intégrées. Des réductions de prélèvements de certaines activités tertiaires situées dans les bassins versants des fleuves côtiers du sud de la France (côtiers Languedoc, côtiers Côte d'Azur et côtiers aquitains et charentais) sont appliqués en lien avec le développement de la réutilisation des eaux usées traitées.

## **Mensualisation de la demande unitaire**

Pour mensualiser la demande industrielle, pour les horizons considérés, nous avons appliqué les indices mensuels de production de l'Insee pour 2022<sup>1</sup> à chaque activité NAF<sup>2</sup>.

Pour mensualiser la demande dans le tertiaire, pour les horizons considérés nous avons appliqué les indices mensuels de chiffre d'affaire de l'Insee pour 2022 à chaque activité NAF<sup>3</sup>.

## **Consommations des activités industrielles**

Les actions d'efficacité d'utilisation de l'eau, notamment la réutilisation et la modernisation des circuits de refroidissement, se traduisent par une augmentation de la consommation, l'eau étant utilisée plusieurs fois.

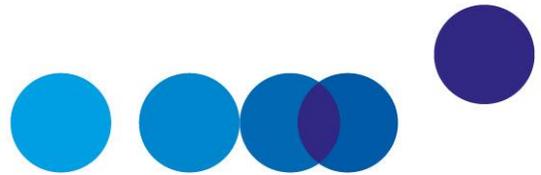
Dans la présente étude, nous avons considéré que 10 points de gains d'efficacité s'accompagnaient d'une augmentation du facteur de consommation de l'activité considérée de 2 points. Par conséquent, à horizon 2040, les facteurs de consommation ont été augmentés pour les activités agroalimentaires (+ 6 points), métallurgie, chimie, pharmacie et fabrication de produits en caoutchouc (+ 2 points).

---

<sup>1</sup> Nous avons utilisé 2022 et non 2020 en raison de la crise du Covid qui a modifié les variations mensuelles.

<sup>2</sup> <https://www.insee.fr/fr/statistiques/series/108695026>

<sup>3</sup> <https://www.insee.fr/fr/statistiques/series/109939800>



## ANNEXE 7

# ÉVALUATION DE LA DEMANDE EN EAU DU RÉSIDENTIEL

---

## Données de population

Les données de population proviennent des bases de données à l'échelle de la commune de l'Insee<sup>1</sup>. Lorsqu'une commune est à cheval sur deux bassins versants, la population est allouée selon la surface du territoire communal dans chaque bassin versant.

## Évolution infra-annuelle de la population

Pour prendre en compte l'effet des mouvements de population liés aux résidences secondaires et aux locations<sup>2</sup>, les départements ont été classés en quatre catégories<sup>3</sup> :

- Zone de montagne : augmentation de la population de 20 % en été (juillet-août) et en hiver (février-mars) par rapport à la moyenne annuelle ;
- Zone proche de la mer : augmentation de la population de 40 % en été (juillet-août) par rapport à la moyenne annuelle ;
- Métropoles : diminution de la population de 20 % en été (juillet-août) par rapport à la moyenne annuelle ;
- Neutre : pas d'évolution significative.

Les départements en question sont identifiés sur la Carte A1.

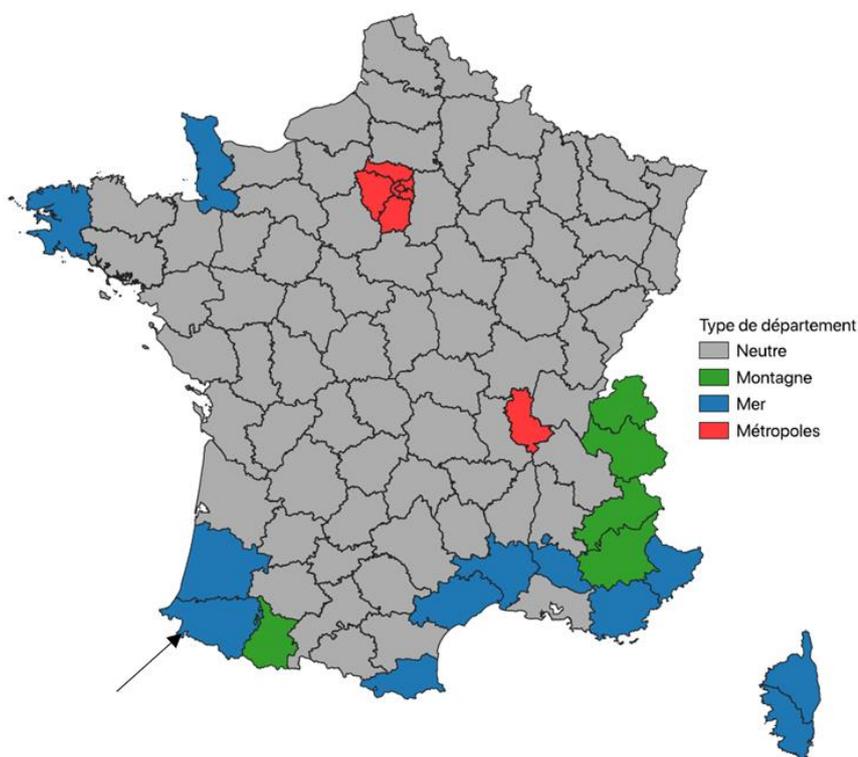
---

<sup>1</sup> <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3698339>

<sup>2</sup> Seul l'effet des résidences secondaires ou locations est visé ici. En effet, les nuitées (hôtels, camping, etc.) sont prises en compte dans le secteur tertiaire « Hébergement », NAF 55.

<sup>3</sup> Terrier C. (2011), « Aménagement des territoires et géographie de la population présente », *Population & Avenir*, 705, 4-8.

## Carte A1 – Catégories de département selon l'évolution infra-annuelle de la population



Lecture : le département des Pyrénées-Atlantiques (indiqué par une flèche noire) se trouve dans la catégorie « Mer ».

Source : France Stratégie d'après Terrier C. (2011). *Aménagement des territoires et géographie de la population présente*. Population & Avenir, 705, 4-8.

## Évaluation de la demande unitaire annuelle

La demande unitaire est calculée grâce aux données de prélèvements d'eau potable de la BNPE<sup>1</sup> rapportées à la population de chaque bassin versant. Les prélèvements d'eau potable de l'industrie et du tertiaire (nous considérons qu'ils représentent 20 % des prélèvements d'eau potable) ont été soustraits au préalable pour ne considérer que les prélèvements des ménages<sup>2</sup>.

Nous avons ajouté à cette demande unitaire les prélèvements associés aux forages (non déclarés dans la BNPE car en dessous des seuils de déclaration). Nous émettons l'hypothèse que 12,5 % de la population dispose d'un forage dans les bassins versants du

<sup>1</sup> Données BNPE.

<sup>2</sup> Voir la méthodologie de Arambourou H., Ferrière S. Et Oliu-Barton M. (2024), « Prélèvements et consommations en eau : quels enjeux et usages ? », La Note d'analyse, n° 136, France Stratégie, avril.

sud (Rhône-Méditerranée, Corse et Adour-Garonne), contre 7,5 % dans les autres bassins versants<sup>1</sup>. Les prélèvements moyens par habitant par bassin hydrographique prenant en compte l'eau du réseau d'eau potable et l'eau provenant des forages sont donnés dans le Tableau A19.

**Tableau A19 – Prélèvements moyens en eau par habitant par bassin hydrographique**

Bassin hydrographique	Prélèvement par habitant (m <sup>3</sup> /hab)
Rhône-Méditerranée	61,3
Corse	61,3
Rhin-Meuse	52,5
Seine-Normandie	53,4
Adour-Garonne	62,5
Loire-Bretagne	54,2
Artois-Picardie	44,7

Source : calculs France Stratégie, d'après la BNPE<sup>2</sup>

## Évaluation de la demande unitaire mensuelle

La demande unitaire est mensualisée, afin de tenir compte des effets saisonniers.

D'une part, nous considérons que la demande en eau augmente au cours des mois de juillet et d'août en lien avec une demande accrue en eau de rafraîchissement. Nous émettons l'hypothèse d'une augmentation d'environ 15 % sur les deux mois par rapport à la demande unitaire annuelle moyenne<sup>3</sup>. D'autre part, nous émettons l'hypothèse que l'eau des forages est utilisée exclusivement pour l'arrosage du jardin pour la période de mai à septembre.

Par conséquent, le facteur de consommation du résidentiel tient également compte de cette saisonnalité, en appliquant :

- un facteur de consommation de 12 % sur les prélèvements de janvier à avril puis d'octobre à décembre (aucune prélèvement dans les forages) ;

<sup>1</sup> *Ibid.*

<sup>2</sup> Arambourou H., Ferrière S. et Oliu-Barton M. (2024), « [Prélèvements et consommations en eau : quels enjeux et usages ?](#) », *op. cit.*

<sup>3</sup> Hypothèse établie à la suite d'échanges avec les agences de l'eau.

- de mai à septembre, un facteur de consommation calculé comme la moyenne pondérée du facteur de 12 % pour l'eau potable à usage résidentiel et du facteur de 90 % pour l'eau provenant des forages.

## Évaluation des taux de fuite des réseaux

Les taux de fuite des réseaux d'eau potable proviennent de la base de données SISPEA<sup>1</sup> qui fournit des données de population et de rendement des réseaux par commune (indicateur P104.3). Cela permet de déterminer un taux de fuite moyen par département, en calculant la moyenne pondérée du taux de fuite par la population :

*Taux de fuite moyen =  $(\sum \text{Taux de fuite des communes du département} \times \text{population de la commune}) / \sum \text{population de la commune}$*

## Calcul des prélèvements mensuels

Pour chaque département, le prélèvement mensuel est calculé comme suit :

*Prélèvements mensuels [m<sup>3</sup>] = Population du mois [habitants] x Demande unitaire mensuelle [m<sup>3</sup>/habitant] / (1 - Taux de fuites des réseaux [%])*

## Évolution prospective de la demande

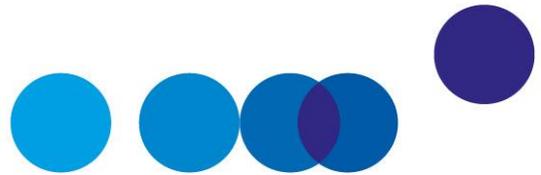
Les paramètres suivants sont pris en compte pour évaluer l'évolution de la demande :

- Évolution de population annuelle d'après les scénarios Omphale de l'Insee<sup>2</sup> obtenue à l'échelle départementale. La même évolution est appliquée à toutes les communes d'un même département. Le logiciel Strateau agrège ensuite les résultats à l'échelle du bassin versant en affectant les données à l'échelle communale en fonction de la surface de la commune contenue dans chaque bassin versant ;
- Évolution de la demande unitaire mensuelle ;
- Évolution des taux de fuites.

---

<sup>1</sup> Voir SISPEA.

<sup>2</sup> Insee.



## ANNEXE 8

# ÉVALUATION DE LA DEMANDE EN EAU DES CANAUX DE NAVIGATION

---

### Données de prélèvements

Les données de prélèvements par bassin versant proviennent de la BNPE. Cette banque de données permet d'identifier la localisation de tous les points de prélèvements relatifs aux canaux de navigation. Chacun de ces points de prélèvements a donc été affecté au bassin versant associé.

### Saisonnalité

#### *Saisonnalité des prélèvements*

Il existe peu de données relatives à la saisonnalité des prélèvements pour alimenter les canaux de navigation. En lien avec Voies navigables de France (VNF), des hypothèses simplificatrices ont été retenues.

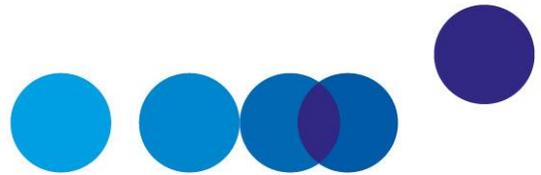
Les prélèvements sont réduits entre les mois de juin et septembre par rapport à la période d'octobre à mai. Ainsi, le profil de prélèvements retenu est le suivant :

- Octobre à mai : 11 % des prélèvements annuels (10 % pour les bassins versants associés au système hydrographique Garonne) ;
- Juin à septembre : 3 % des prélèvements annuels (5 % pour les bassins versants associés au système hydrographique Garonne).

Les prélèvements sont moins réduits pour les canaux des bassins versants du système Garonne. En effet, ce fleuve bénéficie d'un soutien d'étiage par les barrages des Pyrénées, donc les prélèvements pour les canaux demeurent en période estivale relativement élevés par rapport au reste de la France.

### **Saisonnalité des consommations**

Les consommations ont lieu entre les mois de juillet et septembre. Un facteur de consommation de 1,2 % au cours de ces mois, correspondant à un facteur de consommation annuel de 0,3 %, a été appliqué sur le volume global transitant par les canaux.



Directeur de la publication et de la rédaction

**Cédric Audenis, commissaire général par intérim**

Secrétaire de rédaction

**Olivier de Broca**

Contact presse

**Matthias Le Fur, directeur du service Édition/Communication/Événements**

**01 42 75 61 37, [matthias.lefur@strategie.gouv.fr](mailto:matthias.lefur@strategie.gouv.fr)**

## RETROUVEZ LES DERNIÈRES ACTUALITÉS DE FRANCE STRATÉGIE SUR :



[www.strategie.gouv.fr](http://www.strategie.gouv.fr)



[@strategie\\_Gouv](https://twitter.com/strategie_Gouv)



[france-strategie](https://www.linkedin.com/company/france-strategie)



[francestrategie](https://www.facebook.com/francestrategie)



[@FranceStrategie\\_](https://www.instagram.com/FranceStrategie_)



[StrategieGouv](https://www.youtube.com/StrategieGouv)

Les opinions exprimées dans ce rapport engagent leurs auteurs et n'ont pas vocation à refléter la position du gouvernement.



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**FRANCE STRATÉGIE**  
ÉVALUER. ANTICIPER. DÉBATTRE. PROPOSER.

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