

## ANNEXE MÉTHODOLOGIQUE

### 1. Allocation des usages dans la base de données BNPE

Les données de prélèvement utilisées dans ce travail sont issues de la Banque nationale des prélèvements en eau (BNPE)<sup>2</sup>, qui agrège l'ensemble des prélèvements d'eau déclarés (ou estimés) auprès des agences de l'eau. Cet outil ne concerne que les prélèvements supérieurs à 10 000 mètres cubes (m<sup>3</sup>) par an ou 7 000 m<sup>3</sup> par an dans les zones de tension sur la ressource.

Cinq grands secteurs figurent dans la BNPE : la production d'eau potable (code AEP), l'usage principalement industriel (code IND), l'usage principalement agricole (code IRR), les canaux (code CAN) et le refroidissement des centrales électriques (code ENE).

Pour l'année 2020, nous avons réparti les volumes de prélèvements en fonction de différents usages finaux (agriculture, énergie, loisirs, autre tertiaire privé, établissements publics, eau domestique, canaux et industrie) – voire en sous-usages (par exemple pour l'usage industrie : papeterie, chimie, métallurgie, etc.), et ce grâce au nom identifiant l'ouvrage de prélèvement<sup>3</sup> (6 250 ouvrages dans la catégorie IND). De plus, les volumes d'eau potable non destinés aux ménages ont été alloués aux activités concernées (industrie, tertiaire, etc.).

Le tableau A1 synthétise les volumes totaux de prélèvements associés à chaque secteur de la BNPE qui ont été alloués à chacun des usages identifiés dans la *Note d'analyse* n° 136. Il est à noter que les volumes d'eau saumâtre (centrale nucléaire du Blayais, centrales thermiques, marais salants, etc.) présents dans la BNPE ont été retirés, l'étude ne portant que sur l'eau douce.

Les volumes associés aux DROM ont également été retirés car ils font l'objet d'une analyse spécifique.

---

<sup>1</sup> Arambourou H., Ferrière S. et Oliu-Barton M. (2024), « Prélèvements et consommations d'eau : quels enjeux et usages ? », *La Note d'analyse*, n° 136, France Stratégie, avril.

<sup>2</sup> <https://bnpe.eaufrance.fr/presentation>

<sup>3</sup> Dans le nom des ouvrages de prélèvement figure généralement le nom de l'entreprise qui les exploite.

**Tableau A1 – Réallocation des prélèvements des secteurs de la BNPE aux usages identifiés pas France Stratégie (France hexagonale et Corse)**

	<b>P*</b>	<b>I</b>	<b>C</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	<b>T</b>	<b>L</b>	<b>Total</b>
<b>IRR**</b>	-	-	-	-	3 388	0	0	<b>3 388</b>
<b>IND</b>	72	1 496	151	534	36	47	52	<b>2 387</b>
<b>ENE</b>	-	324	-	13 227	-	3	-	<b>13 554</b>
<b>CAN</b>	-	-	5 310	-	11	-	-	<b>5 321</b>
<b>AEP</b>	5 140	-	-	197	-	1	-	<b>5 339</b>
<b>Total</b>	<b>5 212</b>	<b>1 820</b>	<b>5 461</b>	<b>13 958</b>	<b>3 434</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>29 988</b>

\* Codes des usages finaux : P = eau potable, I = industrie et construction, C = canaux, E = énergie, A = agriculture, T = tertiaire marchand et non marchand (hors loisirs) et L = loisirs.

\*\* Codes des usages initiaux de la BNPE : IRR = usage principalement agricole, IND = usage principalement industriel, ENE = refroidissement des centrales électriques, CAN = canaux et AEP = production d'eau potable.

Note : le code P correspond à l'usage « eau potable », c'est-à-dire avant l'allocation de l'eau potable aux usages finaux (ménages, industrie et tertiaire marchand et non marchand) réalisée à l'étape suivante.

Lecture : 11 millions de m<sup>3</sup> du secteur « canaux » (CAN) de la BNPE ont été alloués à l'usage agriculture (A) car ils correspondent à des canaux d'irrigation.

Source : France Stratégie, à partir des données BNPE

Enfin, les ajustements suivants ont été apportés (ils sont résumés dans le tableau A2) :

- 20 % du volume d'eau potable, soit 1 044 millions de m<sup>3</sup> (en bleu foncé), ont été alloués aux usages industrie et construction (519 millions de m<sup>3</sup>), loisirs (104 millions de m<sup>3</sup>), autre tertiaire marchand et non marchand (417 millions de m<sup>3</sup>) et agricole pour l'abreuvement et le nettoyage des bâtiments d'élevage (4 millions de m<sup>3</sup>) ;
- 200 millions de m<sup>3</sup> (en orange) ont été ajoutés à l'usage eau domestique et correspondent à l'évaluation du volume prélevé par les forages domestiques (voir section 2 *infra*)<sup>4</sup> ;
- 82 millions de m<sup>3</sup> (en bleu clair) ont été réalloués de l'usage agriculture à l'usage énergie car ils correspondent à des surfaces agricoles irriguées pour la production de biocarburant (voir section 5 *infra*).

<sup>4</sup> C'est le seul volume qui a été ajouté aux volumes présents dans la BNPE. Tous les autres volumes du tableau A2 ne sont que des réallocations.

Tableau A2 – Réallocation ou ajouts de prélèvements entre usages

	Eau domestique	Industrie	Canaux	Energie	Agriculture	Tertiaire	Loisirs	Total
<b>P*</b>	<b>200</b>	<b>519</b>	-	-	<b>4</b>	<b>417</b>	<b>104</b>	<b>1 245</b>
<b>I</b>	<b>519</b>	-	-	-	-	-	-	<b>519</b>
<b>C</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>E</b>	-	-	-	-	<b>82</b>	-	-	<b>82</b>
<b>A</b>	<b>4</b>	-	-	<b>82</b>	-	-	-	<b>78</b>
<b>T</b>	<b>417</b>	-	-	-	-	-	-	<b>417</b>
<b>L</b>	<b>104</b>	-	-	-	-	-	-	<b>104</b>
<b>Total</b>	<b>4 368</b>	<b>2 339</b>	<b>5 461</b>	<b>14 041</b>	<b>3 356</b>	<b>467</b>	<b>157</b>	<b>30 188</b>

\* Codes des usages finaux : P = eau potable, I = industrie et construction, C = canaux, E = énergie, A = agriculture, T = tertiaire marchand et non marchand (hors loisirs) et L = loisirs.

Lecture : 200 millions de m<sup>3</sup> liés aux forages domestiques ont été ajoutés à l'usage final eau domestique (P).

Source : France Stratégie, à partir des données BNPE

## 2. Estimation des forages domestiques

Afin d'estimer le nombre total de forages domestiques en France hexagonale, ainsi que le volume d'eau prélevé, nous avons utilisé plusieurs hypothèses et simplifications. Elles ont été retenues après consultation de la littérature existante<sup>5</sup> et échange avec des experts et parties prenantes.

- *La localisation des forages.* On a supposé que seules les maisons individuelles sont susceptibles d'avoir un forage domestique actif. On considère l'ensemble des maisons individuelles, qu'elles soient résidences principales ou secondaires, mais en excluant les maisons vacantes (celles-ci représentent 7 % des maisons individuelles).
- *Le taux de forage.* On a supposé un taux de 10-15 % dans les bassins Adour-Garonne, Rhône-Méditerranée et Corse<sup>6</sup>, et un taux de 5-10 % dans les autres bassins. Ce taux représente le pourcentage de maisons individuelles possédant un forage domestique actif.
- *Les volumes prélevés.* On a supposé que 150-200 m<sup>3</sup> d'eau sont prélevés annuellement dans les forages situés dans les bassins versants Adour-Garonne, Rhône-Méditerranée et Corse, et que 100-200 m<sup>3</sup> d'eau sont prélevés dans les forages situés ailleurs (c'est-à-dire dans les bassins versants Artois-Picardie, Seine-Normandie, Loire-Bretagne et Rhin-Meuse).

<sup>5</sup> Montginoul M. et Rinaudo J.-D. (2011), « [Controlling households' drilling fever in France: an economic modelling approach](#) », *Ecological Economics*, vol. 71, novembre, p. 140-150.

<sup>6</sup> Montginoul M. *et al.* (2005), « Simulating the impact of water pricing on households behaviour: the temptation of using untreated water », *Water Policy*, vol. 7(5), octobre, p. 523-541.

### 3. Exploitation de la base de données IREP

Nous avons utilisé la base de données annuelle des activités industrielles rejetant des polluants, dite IREP<sup>7</sup>. Elle regroupe les émissions polluantes des industries classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Nous avons exploité les années 2018 à 2022. Les analyses ont été faites en regroupant les secteurs NAF donnés dans le tableau A3.

**Tableau A3 – Code NAF utilisés pour chaque secteur industriel identifié**

Secteur industriel	Secteurs NAF
Industrie extractive (hors hydrocarbures et minerais métalliques) et fabrication de produits minéraux non métalliques	05 à 09 et 23
Fabrication de denrées alimentaires et de boissons	10 et 11
Fabrication de textiles, industrie de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure	13 à 15
Industrie du papier et du carton	17
Industrie chimique, industrie pharmaceutique et fabrication de produits en caoutchouc et plastique	20 à 22
Métallurgie	24
Collecte, traitement et élimination des déchets ; récupération	38

Source : France Stratégie

Tout d'abord, les données de chaque secteur ont été analysées pour retirer les valeurs aberrantes (erreurs de saisie, valeurs très différentes d'une année sur l'autre, etc.).

Puis les facteurs de consommation ont été obtenus par secteur – et non par établissement – en faisant le rapport des volumes totaux rejetés (rejets isolés + rejets au réseau) sur les volumes totaux prélevés (eaux douce de surface + eau souterraine + eau du réseau d'eau potable + eau de mer). Dans cette analyse des facteurs de consommation, l'eau de mer a été considérée car il s'agissait de déterminer un facteur de consommation indépendamment de l'origine de l'eau. Ce facteur de consommation a ensuite été appliqué aux prélèvements de la BNPE qui ne prennent en compte que l'eau douce, en considérant que les facteurs de consommation étaient identiques entre les ICPE et les industries non ICPE. Nous avons ensuite effectué la moyenne de ces facteurs sur cinq années.

La part de l'eau du réseau d'eau potable dans le prélèvement total du secteur a été obtenue en réalisant le rapport du volume prélevé dans le réseau d'eau potable sur le volume total prélevé (eaux douce de surface + eau souterraine + eau du réseau d'eau potable + eau de mer). La part finale a été obtenue en réalisant la moyenne sur cinq années. Nous avons ensuite utilisé ces taux pour affecter aux différents secteurs industriels le volume d'eau potable de la BNPE que nous avons identifié comme à usage industriel (519 millions de m<sup>3</sup>).

<sup>7</sup> Voir la base de données « [Installations industrielles rejetant des polluants](http://www.georisques.gouv.fr) » du site [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr).

#### 4. Croisement des bases de données IREP et BNPE

Afin de tester la cohérence des bases de données existantes, nous avons évalué les différences entre la base de données BNPE et la base de données IREP à isopérimètre et sur la même année (2020). Les établissements présents dans les deux bases ont été sélectionnés via leur numéro Siret. Seules les prélèvements d'eaux souterraines et d'eaux de surface de la base de données IREP ont été considérés. Ces volumes ont été comparés à ceux recensés dans la BNPE. Cette analyse a été conduite sur le bassin versant Adour-Garonne. La différence entre les prélèvements observés dans les deux bases s'élève à 7 %.

#### 5. Estimation de l'allocation aux différentes filières agricoles

Nous avons utilisé les données de FranceAgriMer pour évaluer la destination des denrées agricoles, en considérant que la répartition entre les différentes destinations était identique sur les surfaces irriguées<sup>8</sup> et sur les surfaces totales. Pour ce faire, nous avons tout d'abord déterminé quels tonnages étaient destinés à :

- l'alimentation humaine ;
- l'alimentation animale ;
- les biocarburants ;
- l'export ;
- la chimie pharmacie ;
- les « autres », dont les freintes.

Nous avons fait les hypothèses suivantes.

- Pour le maïs et les céréales<sup>9</sup> :
  - la destination alcool, y compris biocarburants, a été affectée à l'usage biocarburant ;
  - la catégorie fabrication d'aliments pour le bétail a été affectée à l'alimentation animale ;
  - les catégories semoulerie/panification/biscuiterie ont été affectées à l'alimentation humaine ;
  - la catégorie semence a été affectée pour moitié à l'alimentation humaine et pour autre moitié à l'alimentation animale ;
  - la catégorie amidonnerie a été affectée pour moitié à la catégorie chimie-pharmacie et pour autre moitié à l'alimentation humaine ;
  - les catégories freintes et autres ont été affectés à la catégorie « autres » ;
  - la catégorie autres céréales contenant essentiellement de l'orge (73 % des surfaces d'autres céréales), nous avons utilisé les données relatives à l'orge.

---

<sup>8</sup> Agreste (2024), *Graph'agri 2023. Agriculture – forêt – pêche – alimentation – industries agroalimentaires – environnement – territoire*, février.

<sup>9</sup> FranceAgriMer (2023), « Bilans prévisionnels du blé tendre, des orges, du maïs grain et du blé dur pour 2022/23 et 2023/24 au 12 juillet 2023 », 12 juillet.

- Pour les oléagineux<sup>10</sup>, nous nous sommes notamment appuyés sur les flux fournis par l'institut technique Terres Univia<sup>11</sup>.
  - Pour le colza : l'incorporation, 56 % de la 0.000008871 0 595.32 0-10(erit)3(e)ammeTQo-13(a

	Export	Alimentation animale	Alimentation humaine	Bio-carburant	Chimie-pharmacie	Autres	Total
Cultures permanentes	33	0	98	0	0	0	132
Maïs fourrage et autres cultures fourragères	0	126	0	0	0	0	126
Autres céréales	82	17	3	0	0	5	108
Prairies temporaires et permanentes	0	75	0	0	0	0	75
Pomme de terre	25	0	61	0	0	0	86
Betterave industrielle	24	0	15	12	0	0	50
Vigne	24	0	46	0	0	0	69
Tournesol	12	18	5	10	0	1	46
Soja	12	44	10	6	0	0	71
Colza	6	12	3	6	0	0	28
Autres	23	14	20	0	0	19	76
<b>TOTAL</b>	<b>622</b>	<b>512</b>	<b>479</b>	<b>72</b>	<b>54</b>	<b>87</b>	<b>1 826</b>

Source : calculs France Stratégie, d'après les données Agreste, FranceAgriMer et Terres Univia

Afin d'évaluer les volumes d'eau nécessaires par usage, nous avons multiplié les surfaces irriguées par les apports moyens annuels par cultures listés dans le tableau A5.

**Tableau A5 – Apport en eau moyen annuel sur les principales cultures irriguées**

	Apport moyen sur les parcelles irriguées (en mm)	Références
Maïs grain	153	Agreste (2020), <i>Enquêtes pratiques culturelles en grandes cultures et prairies 2017. Principaux résultats</i> , coll. « Chiffres & données », novembre
Blé tendre	50	Agreste (2020), <i>Enquêtes pratiques culturelles en grandes cultures et prairies 2017. Principaux résultats</i> , op. cit.
Blé dur	44	Agreste (2020), <i>Enquêtes pratiques culturelles en grandes cultures et prairies 2017. Principaux résultats</i> , op. cit.
Légumes frais, fraises, melons	225	Herbeth N., Fonteny C. et Foucher L. (2021), « Gestion de l'eau en maraîchage : une des clés de la réussite », <i>Les Lettres AB</i> , n° 36, Bio en Grand Est, janvier, p. 6-9
Cultures permanentes	300	Agreste (2017), « L'irrigation vectrice de la production fruitière », <i>Analyses &amp; Études</i> , n° 4, octobre
Maïs fourrage	109	Agreste (2020), <i>Enquêtes pratiques culturelles en grandes cultures et prairies 2017. Principaux résultats</i> , op. cit.
Orge*	41	Agreste (2020), <i>Enquêtes pratiques culturelles en grandes cultures et prairies 2017. Principaux résultats</i> , op. cit.
Prairies	350	BRGM (2012), <i>Impact du changement climatique sur le besoin en eau d'irrigation dans l'ouest de l'Hérault</i> , rapport, décembre

	Apport moyen sur les parcelles irriguées (en mm)	Références
Pomme de terre	140	Agreste (2020), <i>Enquêtes pratiques culturelles en grandes cultures et prairies 2017. Principaux résultats</i> , op. cit.
Betterave industrielle	107	Agreste (2020), <i>Enquêtes pratiques culturelles en grandes cultures et prairies 2017. Principaux résultats</i> , op. cit.
Vigne	70	Chambre d'agriculture du Var (2013), « Irriguer en viticulture », décembre
Tournesol	67	Agreste (2020), <i>Enquêtes pratiques culturelles en grandes cultures et prairies 2017. Principaux résultats</i> , op. cit.
Soja	137	Agreste (2020), <i>Enquêtes pratiques culturelles en grandes cultures et prairies 2017. Principaux résultats</i> , op. cit.
Colza	58	Chambre d'agriculture Haute Garonne (2019), « Céréales à pailles - Colza », <i>Bulletin irrigation conseil</i> , n° 2, mars
Pois protéagineux**	38	Agreste (2020), <i>Enquêtes pratiques culturelles en grandes cultures et prairies 2017. Principaux résultats</i> , op. cit.

\* L'apport moyen de « l'orge » a été utilisé pour « autres céréales ».

\*\* L'apport moyen de « pois protéagineux » a été utilisé pour « autres ».

Source : France Stratégie, d'après les références listées dans la dernière colonne du tableau

## 6. Facteurs de consommation utilisés pour l'analyse des consommations

Le tableau A6 présente l'ensemble des facteurs de consommation utilisés pour déterminer les volumes consommés par usage final. Les volumes consommés sont obtenus en multipliant les volumes prélevés par ces facteurs.

**Tableau A6 – Facteurs de consommation utilisés**

Secteur	Facteur de consommation
<b>Agriculture</b>	
Micro-irrigation	95 %
Irrigation par aspersion	90 %
Irrigation gravitaire	40 %
Élevage	48 %

<b>Secteur</b>	<b>Facteur de consommation</b>
<b><i>Énergie</i></b>	
Centrale nucléaire en circuit ouvert	0,8 %
Centrale nucléaire en circuit fermé	22 %
Centrale thermique fossile	5 %
Biocarburant (irrigation par aspersion)	90 %
<b><i>Usage domestique</i></b>	
Utilisation de l'eau du réseau d'eau potable par les ménages	12 %
Utilisation des forages domestiques	90 %
<b><i>Industrie et construction</i></b>	
Industrie extractive (hors hydrocarbures et minerais métalliques) et fabrication de produits minéraux non métalliques	8 %
Fabrication de denrées alimentaires et de boissons	27 %
Fabrication de textiles, industrie de l'habillement, industrie du cuir et de la chaussure	22 %
Industrie du papier et du carton	13 %
Industrie chimique, industrie pharmaceutique et fabrication de produits en caoutchouc et plastique	13 %
Métallurgie	34 %
Collecte, traitement et élimination des déchets ; récupération	17 %
Autres industries	18 %
Construction	18 %
<b><i>Tertiaire marchand et non marchand</i></b>	
Hébergement	12 %
Patinoires et piscines	30 %
Hippodromes	90 %

Secteur	Facteur de consommation
Thermes	12 %
Golf	90 %
Neige artificielle	30 %
Autre tertiaire privé (bureau, logistique, etc.)	12 %
Hôpitaux et établissements médico-sociaux	12 %
Bases militaires	12 %
Enseignement supérieur et recherche	12 %
Autres bâtiments publics	12 %
<b>Canaux *</b>	0,3 %

\* Pour les canaux, le facteur de consommation a été calculé en considérant un linéaire de canaux artificiels de 4 300 km avec une largeur de 15 m et une évaporation de 3 mm/j pendant 90 jours (calculs France Stratégie).

Sources : calculs France Stratégie, à partir des sources suivantes :

- (1) Pour l'industrie, l'élevage et les centrales thermiques fossiles : la base de données IREP.
- (2) Pour l'usage des ménages et du tertiaire marchand et non marchand hors loisirs : Flörke et al. (2023)<sup>17</sup>.
- (3) Pour l'irrigation : estimations issues des travaux de Wittling et Ruelle (2022)<sup>18</sup> et d'Alkassem-Alosman (2017)<sup>19</sup>.
- (4) Pour les centrales à circuit ouvert : Gosse et Samie (2020)<sup>20</sup>.
- (5) Pour les centrales à circuit fermé : SDES (2023)<sup>21</sup>.
- (6) Pour la production de neige artificielle : projet de recherche Prosnow<sup>22</sup>.

<sup>17</sup> Flörke M. et al. (2013), « Domestic and industrial water uses of the past 60 years as a mirror of socio-economic development: A global simulation study », *Global Environmental Change*, vol. 23(1), février, p. 144-156.

<sup>18</sup> Wittling C. et Ruelle P. (2022), *Guide pratique de l'irrigation*, 4<sup>e</sup> éd., Paris, Éditions Quae.

<sup>19</sup> Alkassem-Alosman M. (2017), *Caractérisation des irrigations gravitaires au moyen d'un modèle d'écoulement et de mesures in-situ. Application à l'optimisation de l'irrigation du foin de Crau par calan*, thèse sous la dir. de Olisio A., université d'Avignon et des Pays du Vaucluse.

<sup>20</sup> Gosse P. et Samie R. (2020), « Water evaporation at wet-cooled nuclear power plants on river banks: Application to the French Rhône river », *Water-Energy Nexus*, vol. 3, p. 155-169.

<sup>21</sup> SDES (2023), *Modalités d'estimation des consommations d'eau douce associées aux prélèvements par usage*, notice méthodologique, mars.

<sup>22</sup> Environ 5 % de pertes pendant la production, liées aux phénomènes d'évaporation et de sublimation et 25 % de perte par évaporation lors de la fonte des neiges au printemps. Voir la présentation de Carmagnola C. M. (2018), *Préservation de l'eau en domaine skiable*, Réseau des acteurs Eau en Montagne, Annecy.

## 7. Estimation de l'évaporation dans les plans d'eau artificiels

Pour l'évaluation du surplus d'évaporation sur les plans d'eau artificiels, la base de données associée à l'Inventaire national des plans d'eau (INPE)<sup>23</sup> réalisé par l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) a été utilisée. Cette base de données fournit deux types de données concernant la surface des plans d'eau.

- Surface en période de hautes eaux et surface en période de basses eaux : lorsque ces données étaient disponibles, elles ont été privilégiées, mais seulement pour les plans d'eau dont la superficie était supérieure à 5 000 m<sup>2</sup> – la donnée étant peu fiable pour les plans d'eau de moins de 5 000 m<sup>2</sup>. La moyenne de la surface en hautes eaux et de la surface en basses eaux a ensuite été utilisée pour calculer la surface moyenne sur l'année.
- Dans tous les autres cas (superficie de moins de 5 000 m<sup>2</sup> ou données de surfaces hautes eaux et basses eaux non disponibles), la donnée « superficie » (superficie de la surface arrondie au mètre carré calculée sur le polygone décrivant le plan d'eau) a été utilisée. La surface moyenne du plan d'eau sur l'année a été estimée à 60 % de la donnée superficie.

Chaque plan d'eau a ensuite été classé en deux catégories (montagne ou plaine) en croisant la base INPE avec le référentiel géographique Insee-IGN qui identifie l'appartenance ou pas à une zone de montagne<sup>24</sup>. Enfin, les valeurs moyennes d'évaporation brutes et d'évapotranspiration (à dire d'experts) par catégorie (montagne ou plaine) ont été appliquées à chacune des surfaces des plans d'eau (Tableau A7).

**Tableau A7 – Valeurs d'évaporation et d'évapotranspiration utilisées**

	Évaporation brute moyenne (mm/an)	Évapotranspiration (mm/an)
Montagne	700	600
Plaine	1 300	700

Source : à dire d'experts

Le surplus d'évaporation est ensuite calculé en multipliant la surface du plan d'eau par l'évaporation brute, auquel on soustrait l'évapotranspiration qu'il y aurait eu sans existence du plan d'eau (par la présence de végétation), et qui est calculée en multipliant l'évapotranspiration par la surface du plan d'eau.

<sup>23</sup> <https://geoservices.ign.fr/inpe>

<sup>24</sup> Voir les données « Communes – France » du site [public.opendatasoft.com](http://public.opendatasoft.com).