

## EAU 2019

### Ressources en eau

Dans le monde.

**Salée** : 1 350 millions de km<sup>3</sup>.

**Douce** : 33,6 millions de km<sup>3</sup> dont :

- 74,4 % en neige et glace,
- 25 % en eaux souterraines,
- 0,6 % en cours d'eau et lacs,
- 0,04 % dans l'[atmosphère](#).

Le lac Baïkal (Sibérie) de 31 500 km<sup>2</sup> de superficie et de 1 637 m de profondeur maximale renferme 23 000 km<sup>3</sup> d'eau douce soit environ 1/10 de l'eau douce de surface.

**Ressources en eau renouvelables par habitant**, pour quelques pays, en 2017 : moyenne mondiale : 5 000 m<sup>3</sup>/habitant/an, en 2014.

|            |         | en m <sup>3</sup> /habitant/an |       |
|------------|---------|--------------------------------|-------|
| Islande    | 507 463 | Chine                          | 1 952 |
| Canada     | 77 818  | Allemagne                      | 1 303 |
| Russie     | 29 947  | Inde                           | 1 080 |
| Brésil     | 27 049  | Maroc                          | 811   |
| Australie  | 20 123  | Tunisie                        | 364   |
| États-Unis | 8 685   | Algérie                        | 272   |
| Japon      | 3 373   | Arabie Saoudite                | 73    |
| France     | 3 078   | Jordanie                       | 70    |
| Espagne    | 2 399   | Égypte                         | 10    |

Source : Aquastat

### Cycle de l'eau sur terre

(en milliers de km<sup>3</sup> par an)

**Situation française** : en milliards de m<sup>3</sup> en année moyenne.

- Les précipitations moyennes sont de 476 milliards de m<sup>3</sup>/an soit 867 mm/m<sup>2</sup>. Elles s'évaporent à 61 %, alimentent les cours d'eau à 16 % et s'infiltrent dans les nappes souterraines à 23 %.
- La nappe alluviale d'Alsace est la plus importante d'Europe, surface : 2 800 km<sup>2</sup>, réserves : 50 milliards de m<sup>3</sup> d'eau.

- Le stock d'eau dans les lacs est de 107 milliards de m<sup>3</sup> dont 83 % correspondent à la partie française du lac Léman et 11 % aux lacs artificiels. La France possède 270 000 km de cours d'eau.
- La quantité totale d'eau douce disponible est comprise entre 3 400 et 3 800 m<sup>3</sup>/habitant/an.

## Eaux en bouteilles

### Consommation d'eau en bouteilles, dans le monde

En 2019. Monde : 504 629 millions de litres et 65,5 litres par habitant.

en millions de litres et ( ) en litres par habitant

|            |               |           |              |
|------------|---------------|-----------|--------------|
| Chine      | 134 425 (138) | Brésil    | 29 263 (138) |
| États-Unis | 65 235 (199)  | Thaïlande | 19 348 (279) |
| Mexique    | 44 310 (335)  | Italie    | 14 338 (242) |
| Indonésie  | 40 200 (150)  | Allemagne | 14 296 (173) |
| Inde       | 29 517 (16)   | France    | 11 529 (176) |

Sources : IBWA, [Beverage Marketing Corporation](#)

La consommation des États-Unis était de 1,34 milliard de litres, en 1976.

### Consommation d'eau en bouteilles, dans l'Union européenne

En 2019, Union européenne : 52 milliards de litres soit 118 litres par habitant.

en litres par habitant

|           |     |          |     |
|-----------|-----|----------|-----|
| Italie    | 200 | Grèce    | 133 |
| Allemagne | 168 | France   | 133 |
| Portugal  | 140 | Belgique | 130 |
| Hongrie   | 139 | Pologne  | 114 |
| Espagne   | 135 | Roumanie | 106 |

Sources : EFBW, [GlobalData](#)

En 2016, l'eau est à 87,4 % renfermée dans du PET, 12,4 % dans du verre, 0,1 % de l'aluminium, 0,1 % du carton.

Il y a 594 sources productrices, à 82 % d'eau minérale, 16 % d'eau de source, 3 % d'eau traitée.

### Principaux producteurs d'eau embouteillée

En 2018 :

en millions de \$

|   |       |  |       |
|---|-------|--|-------|
| <a href="#">Nestlé Waters</a> (Suisse)        | 7 745 | <a href="#">PepsiCo</a> (États-Unis)             | 4 500 |
| Ting Hsing (Taipei chinois)                   | 5 235 | <a href="#">Nongfu Spring</a> (Chine)            | 2 000 |
| <a href="#">Danone</a> (France)               | 5 000 | <a href="#">China Resources Beverage</a> (Chine) | 1 000 |
| <a href="#">Hangzhou Wahaha Group</a> (Chine) | 5 000 | <a href="#">Fiji Water</a> (États-Unis)          | 300   |
| <a href="#">Coca Cola</a> (États-Unis)        | 4 603 | <a href="#">Bisleri</a> (Inde)                   | 218   |

Source : [MBASKool](#)

Nestlé Waters, en 2019, a réalisé un chiffre d'affaires de 7,4 milliards de francs suisses, avec 87 unités de production dans 30 pays et 48 marques. Sa part de marché mondial est de 11 %.

Danone, en 2019, a réalisé un chiffre d'affaires dans l'eau embouteillée de 4,6 milliards d'euros, avec la vente de 28,8 milliards de litres. Les 3 principales marque vendues sont dans l'ordre : Aqua en Indonésie, Mizone en Chine et Évian.

### Situation française

**Production** : en millions de litres, en 2019.

En France, les eaux minérales naturelles et de sources proviennent de gisements souterrains bénéficiant d'une protection géologique naturelle et ne subissent aucun traitement de désinfection. L'eau minérale naturelle a pour obligation d'avoir une composition minérale stable, garantie tout au long de l'année. Elle peut présenter une minéralité particulière qui lui confèrent des propriétés bénéfiques. L'eau de source n'a pas l'obligation de garantir une composition minérale stable. La France est l'un des rares pays où s'est développée la consommation d'eau de source.

- Production d'eaux minérales naturelles : 4 576 (2 900 en 1980).
- Production d'eaux de sources : 4 293.
- La production est à 83 % plate et 17 % gazeuse.

Il y a 78 sources exploitées d'eaux minérales, 74 d'eaux de source et 6 eaux rendues potables par traitement.

Cartes française des sources d'eaux minérales, document de la [Maison des Eaux Minérales Naturelles](#).



**Commerce extérieur** : en millions de litres, en 2019.

Eaux minérales naturelles plates :

- Exportations : 2 253 vers l'Allemagne à 34 %, la Belgique à 25 %, le Royaume Uni à 13 %, la Suisse à 8 %.
- Importations : 255 d'Italie à 74 %, du Luxembourg à 15 %.

Eaux minérales naturelles gazeuses :

- Exportations : 379 vers les États-Unis à 37 %, la Belgique à 28 %, le Canada à 11 %, le Japon à 3 %.
- Importations : 224 d'Italie à 94 %.

Eaux artificielles :

- Exportations : 29,2 vers la Belgique à 64 %, le Luxembourg à 9 %, les Pays Bas à 9 %.
- Importations : 28,6 du Luxembourg à 85 %, d'Italie à 11 %.

**Répartition des ventes d'eaux plates**, en volume, en grandes et moyennes surfaces, en 2016 :

|                   |        |                  |       |
|-------------------|--------|------------------|-------|
| Cristaline (Alma) | 34,5 % | Volvic (Danone)  | 7,1 % |
| Vittel (Nestlé)   | 8,5 %  | Contrex (Nestlé) | 6,3 % |
| Evian (Danone)    | 7,9 %  | Hépar (Nestlé)   | 4,2 % |

Source : [Rayon Boissons](#)

**Répartition des ventes d'eaux gazeuses**, en volume, en grandes et moyennes surfaces, en 2014-15 :

|                         |      |                        |     |
|-------------------------|------|------------------------|-----|
| Perrier (Nestlé)        | 21 % | St Yorre (Alma)        | 5 % |
| Salvetat (Danone)       | 17 % | Vichy Célestins (Alma) | 3 % |
| Badoit (Danone)         | 15 % | Rozana (Alma)          | 3 % |
| San Pellegrino (Nestlé) | 9 %  | Cristalline (Alma)     | 2 % |
| Quézac (Nestlé)         | 7 %  | Vernière (Alma)        | 1 % |

Source : [Rayon Boissons](#)

**Principaux producteurs d'eaux minérales :**

- [Alma](#) vente de 4 milliards de bouteilles avec les marques St Yorre, Vichy Célestin, Vernière, Thonon, Cristaline, Courmayeur, Rozana... L'eau de source Cristaline exploite 22 sources.
- [Nestlé Waters](#), avec les marques Contrexéville, Vittel, Perrier, Hépar, Valvert, Aquarel, Quézac, San Pellegrino ... Possède, en France, 32,4 % de part de marché.
- [Danone](#), avec les marques internationales : Evian, Volvic, Bonafont (Mexique, Brésil, Pologne), Mizone (Chine, Indonésie) et locales : Fontvella et Lanjarón (Espagne), Villavicencio et Villa del Sur (Argentine), Aqua (Indonésie), Zywiec Zdroj (Pologne).

## Traitements de l'eau en vue de la rendre potable

On estime, en 2015, que dans le monde, 844 millions de personnes n'ont pas accès à l'eau potable soit 263 millions qui ont un accès à plus de 30 minutes aller-retour, 423 millions qui prélèvent l'eau dans des puits ou des sources non protégés et 159 millions qui prélèvent de l'eau de surface et près de 2,3 milliards n'ont pas accès à des services d'assainissement adéquats.

## Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres

Début 2019, il y a 19 744 usines de dessalement en fonctionnement avec une capacité de production de 97,4 millions de m<sup>3</sup>/jour.

### Vidéo de présentation par Veolia.

**Origine de l'eau dessalée**, en 2015, sur un total de 86,5 millions de m<sup>3</sup>/jour.

|                |      |                 |     |
|----------------|------|-----------------|-----|
| Eaux de mer    | 59 % | Eaux de rivière | 9 % |
| Eaux saumâtres | 22 % | Eaux usées      | 5 % |

*Source : Water World*

**Capacités de production, selon le procédé utilisé**, en 2014, en % :

|                    |      |  |     |
|--------------------|------|--|-----|
| Osmose inverse     | 65 % | Distillation multiples effets          | 7 % |
| Distillation flash | 21 % | Électrodialyse et électrodésionisation | 3 % |

*Source : IDA*

En 2016, les procédés membranaires représentent 73 % des capacités de production, les procédés thermiques, 27 %.

Traditionnellement, l'eau de mer (35 à 50 g de sel/L) était plutôt distillée, alors que les eaux saumâtres (1 à 10 g/L) étaient traitées par osmose inverse. Actuellement, pour l'eau de mer, l'osmose inverse, consommant moins d'énergie, est de plus en plus utilisée. Par osmose inverse, 8 litres d'eau de mer donnent 4 litres d'eau douce et le même volume d'eau deux fois plus concentrée en sel.

Utilisé principalement dans les pays désertiques de la péninsule arabique : 70 % des besoins en eau pour la consommation humaine en Arabie Saoudite provient de 31 usines de dessalement d'eau de mer qui fournissent 1,2 milliard de m<sup>3</sup>/an, principalement par distillation.

**Capacités de production, dans le monde**, des usines de dessalement, en 2014 :

en millions de m<sup>3</sup>/jour

|                          |     |           |     |
|--------------------------|-----|-----------|-----|
| Arabie Saoudite, en 2016 | 6,6 | Algérie   | 2,2 |
| Émirats Arabes Unis      | 4,1 | Australie | 1,7 |
| Espagne                  | 3,3 | Israël    | 1,4 |
| États-Unis               | 2,9 | Inde      | 1,1 |
| Chine                    | 2,4 | Qatar     | 1,0 |

*Source : Desaldata.com*

Veolia est le premier producteur mondial avec, en 2019, une capacité de production de 13 millions de m<sup>3</sup>/jour, sur 2 300 sites dans 108 pays.

En Arabie Saoudite, la société d'état Saline Water Conversion Corporation, exploite 28 usines de dessalement avec une capacité de production de 4,6 millions de m<sup>3</sup>/jour, soit 69 % de la capacité du pays. En 2018, la production a été de 1 803 millions de m<sup>3</sup>.

La principale usine mondiale est celle de Ras Al Khair, en Arabie Saoudite. Sa capacité de production est de 1,025 million de m<sup>3</sup>/jour, à 70 % par distillation thermique à l'aide de 8 unités flash et 30 % par osmose inverse à l'aide de 17 unités.

En 2016, la plus importante usine au monde fonctionnant seulement par distillation thermique est celle de Shoaiba, en Arabie Saoudite, avec une capacité de production de 880 000 m<sup>3</sup>/jour.

L'une des plus importantes usines dans le monde fonctionnant par osmose inverse (320 000 m<sup>3</sup>/jour permettant d'alimenter 1,4 million de personnes) a été construite par Veolia à Ashkelon en Israël. 2lignes de production fonctionnant en parallèle permettent après passage dans 32 unités d'osmose

inverse de diminuer la concentration en sel de 45 g/L à 30 mg/L, la concentration maximale admissible pour la consommation humaine étant de 400 mg/L. En 2016, la plus importante usine dans le monde fonctionnant par osmose inverse est celle de Sorek, en Israël, au sud de Tel Aviv, avec une capacité de production de 627 000 m<sup>3</sup>/jour.

### Traitements classiques d'une eau de rivière

Exemple de l'usine de traitement de Morsang-sur-Seine qui produit 225 000 m<sup>3</sup>/jour dans 3 unités en parallèle (voir schéma ci-dessous). La plus importante station de traitement d'eau potable en France est celle de [Choisy-le-Roi](#) : capacité de production maximale : 600 000 m<sup>3</sup>/jour, production moyenne : 313 000 m<sup>3</sup> par jour.

## Usine de traitement de l'eau de la Seine de Morsang-sur-Seine

(d'après un document de la Lyonnaise des Eaux que nous remercions)

**Prélèvement** d'eau brute de Seine avec élimination des particules de taille supérieure à 1 mm par prise d'eau sous la surface, dégrillage puis tamisage.

**Prétraitement** : la tendance actuelle est d'éviter la préchloration afin de ne pas former des composés du [chlore](#) avec l'[ammoniac](#) (chloramine donnant un goût désagréable) et avec des produits organiques (chlorophénols, chlorobenzènes, trichlorométhanes...), certains de ces composés étant toxiques ou suspects d'être cancérigènes. Il est préférable d'effectuer la chloration après élimination de l'ammoniac et des matières organiques.

**Coagulation-floculation-décantation** : le problème à résoudre est celui des particules de taille inférieure à quelques  $\mu\text{m}$ , chargées négativement, qui sont en suspension stable et qu'il faut éliminer.

- La coagulation permet la neutralisation des charges négatives à l'aide d'ions  $\text{Al}^{3+}$  (apportés par une solution de [Al<sub>2</sub>\(SO<sub>4</sub>\)<sub>3</sub>](#) ou de polychlorures d'aluminium) qui précipitent sous forme d'hydroxyde d'aluminium  $\text{Al}(\text{OH})_3$  à la surface des particules. L'apport est de 3 à 17 g  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{m}^3$ . Les sels de fer (sous produits de l'industrie du [dioxyde de titane](#)) sont également employés. Les coagulants minéraux sont concurrencés par des coagulants organiques tels que le polymère de chlorure de diallyldiméthyl ammonium (poly DADMAC).
- La floculation se traduit par le grossissement des particules par agglomération à l'aide d'un polymère (polyacrylamide anionique).
- Lors de la décantation, l'eau traverse par percolation une masse de boue constituée par les particules déjà séparées.

### Traitements complémentaires :

- Une filtration sur [sable](#) permet l'élimination des derniers floccs à travers 1 m d'épaisseur de sable, avec une vitesse de filtration de 13 m/h.
- Ozonation : l'ozone est le désinfectant le plus efficace (voir le chapitre [eau de Javel](#)), avec 0,4 mg/L d'ozone résiduel et une durée de contact avec l'eau de 10 minutes. De façon générale, l'ozone est obtenu par décharge électrique à la fréquence de 800 Hz dans le [dioxygène](#) ou l'air (ou un mélange des deux) entre des tubes concentriques séparés de 1 à 2 mm qui constituent les électrodes. Le tube extérieur est en [acier inoxydable](#), le tube intérieur est en [verre](#) (qui sert de diélectrique) métallisé. Un ozoneur contient quelques

centaines de tubes. Le refroidissement est assuré par un courant d'eau. Les capacités de production peuvent atteindre plus de 150 kg de O<sub>3</sub>/h et la concentration en O<sub>3</sub> atteindre 10 % dans le dioxygène. La consommation d'énergie varie, pour une tonne d'ozone, de 2 kWh dans l'air à 8 kWh dans le dioxygène.

- Une filtration sur [charbon actif](#) dégrade biologiquement les matières organiques dissoutes et permet l'élimination des goûts, pesticides, hydrocarbures, détergents avec une épaisseur de 1,30 m, à une vitesse, selon la filière, de 7 à 10 volumes d'eau traversant 1 volume de charbon en 1 h.
- Une désinfection finale est effectuée à l'aide de [Cl<sub>2</sub>](#) ou d'[eau de Javel](#). Le Cl<sub>2</sub> résiduel doit avoir une teneur de 0,10 mg/L au robinet du consommateur.
- Une correction de pH est réalisée à l'aide d'une solution de [NaOH](#) ou de [H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>](#) pour éviter les problèmes liés au [CO<sub>2</sub>](#) dissous dans l'eau et obtenir ainsi une eau ni agressive, ni incrustante.

### Contrôle de la qualité de l'eau traitée :

- Une station d'analyse en continu et d'alerte est située à Nandy, à 5 km en amont de la prise d'eau avec suivi en continu de 18 paramètres : pH, résistivité, température, turbidité, [dioxygène](#) dissous, [NH<sub>3</sub>](#), radioactivité bêta, C.O.T., hydrocarbures, absorption UV à 254 nm, 6 métaux lourds, toxicité globale par test poisson (ichthyotest).
- Un contrôle en continu de la turbidité, du pH, de la dose de réactifs, de l'ozone et du dichlore résiduels, est réalisé.
- Une analyse quotidienne à chaque étape du traitement et au refoulement est effectuée.

### Traitement des eaux à l'aide de membranes

Par ultrafiltration (avec des pores de 3 à 10 nm) ou par nanofiltration (avec des pores d'environ 1 nm). Ces techniques utilisent le pouvoir de tamisage des membranes. Jusqu'à présent réservées au traitement d'eaux souterraines, elles commencent à être utilisées pour le traitement d'eaux de surface :

**Par ultrafiltration**, par exemple, par la Lyonnaise des Eaux, à Anglet (64), 5 000 m<sup>3</sup>/jour, pour traiter les eaux de la Nive. Les modules de filtration contiennent de l'ordre de 15 000 fibres creuses soit par module, 50 m<sup>2</sup> de surface filtrante. Le procédé CRISTAL<sup>®</sup> (Combinaison des Réacteurs Incluant Séparation par membranes Traitement par Adsorption en voie Liquide) mis au point par Degremont, après une préfiltration à 200 µm, associe un traitement sur charbon actif en poudre à l'ultrafiltration tangentielle qui, à l'usine de Vigneux-sur-Seine de La Lyonnaise des Eaux, représente 1,2 hectare de surface filtrante. Comparé à l'ozonation, ce procédé est plus efficace vis à vis des composés organiques insaturés, des triazines, des mauvais goûts et des odeurs. En effet, en période chaude, l'ozonation n'élimine pas toujours complètement les goûts et les odeurs.

Rendements d'élimination (en %) de divers polluants lors du traitement de l'eau à l'usine de Vigneux-sur-Seine :

|            | Décantation | Filtration sur charbon | Ozone | CRISTAL <sup>®</sup> |
|------------|-------------|------------------------|-------|----------------------|
| Particules | 85          | 95                     | –     | 100                  |
| Bactéries  | 90          | 99                     | 99,9  | 100                  |
| Virus      | 90          | –                      | 99,9  | 100                  |

|   |    |    |      |     |
|---|----|----|------|-----|
| Organismes parasites (protozoaires)                         | 99 | –  | 99,9 | 100 |
| Algues, plancton  | 99 | –  | 99,9 | 100 |
| Micropolluants organiques (pesticides)                      | –  | 10 | 99,9 | 100 |
| Matières organiques dissoutes                               | 50 | 60 | –    | 90  |
| Métabolites d'algues (responsables des goûts et des odeurs) | –  | 10 | 60   | 100 |

Source : Lyonnaise des Eaux

**Par nanofiltration**, par exemple, par le Syndicat des Eaux de l'Île de France (SEDIF), à [Méry-sur-Oise](#) (95), qui recourt à cette filière de traitement pour 70 % de sa production, les 30 % restants provenant de sa filière classique de traitement biologique (ozone-charbon actif). L'usine de Méry-sur-Oise, à partir de l'eau prélevée dans l'Oise, alimente 850 000 habitants avec une production moyenne de 152 000 m<sup>3</sup> par jour. L'eau à traiter, après une étape de clarification poussée, passe encore par des pré-filtres qui retiennent les particules supérieures à 6 µm avant de traverser les membranes de nanofiltration qui retiennent les particules supérieures à 1 nanomètre. Par filtration tangentielle, sous l'effet d'une différence de pression entre les deux faces de la membrane, une partie du débit traverse la membrane en abandonnant la plupart des composés contenus. L'autre partie, ne traversant pas la membrane, se charge des composés retenus. L'eau est ainsi purifiée, physiquement, des micro-organismes, produits organiques, pesticides contenus et ne nécessite, par sécurité, qu'un apport réduit de dichlore lors de sa distribution (0,2 mg.L<sup>-1</sup>) soit une réduction d'un facteur 10 de la quantité totale de chlore utilisé. Par ailleurs, le procédé permet d'adoucir l'eau.

## Distribution de l'eau potable

En France, en 2016, les prélèvements d'eau destinés à la production d'eau potable ont été de 5,425 milliards de m<sup>3</sup>, avec 20,7 % de fuites dans les canalisations, en 2014. L'eau provenait à 65,1 % d'eaux souterraines et à 34,9 % d'eaux de surface avec, en 2015, un total de 33 150 captages. Le réseau de canalisations de distribution a, en 2013, une longueur de 996 000 km.

**A Paris** : la production, gérée par [Eau de Paris](#), est, en 2019, en moyenne de 504 672 m<sup>3</sup>/jour d'eau potable et 214 042 m<sup>3</sup>/jour d'eau non potable, avec une capacité de production de 1 million de m<sup>3</sup>/jour et une capacité de stockage de deux jours de consommation avec un réseau de distribution de 2 455 km d'eau potable et 1 700 km d'eau non potable. En 2019, la production d'eau potable a été de 184,205 millions de m<sup>3</sup>.

En 2019, 46 % de la production d'eau potable provient de 102 points de captages d'eaux souterraines situés dans les régions de Provins (77), Sens (89), Fontainebleau (77) et Dreux (28), amenées à l'aide de 4 aqueducs principaux (la Vanne pour 18,2 %, le Loing pour 16,1 %, la Voulzie et l'Avre pour 11,6 %) de 470 km de longueur. La source la plus éloignée (156 km) est située à Armentières (10). L'eau est stockée dans 5 réservoirs (Montsouris, Les Lilas et Ménilmontant, dans Paris ainsi que Saint-Cloud (92) et l'Haÿ les Roses (94)) et traitée dans 4 usines (Sorques (77), Longueville (77), Saint-Cloud (92) et l'Haÿ les Roses (94)).

54 % de la production d'eau potable provient d'eau de surface de la Seine (26,4 %) et de la Marne (27,6 %) traitée à Orly (300 000 m<sup>3</sup>/j) et Joinville (210 000 m<sup>3</sup>/j).

**En Île de France** : le [Syndicat des Eaux d'Île de France \(SEDIF\)](#), est le 1<sup>er</sup> distributeur d'eau en France et le 3<sup>ème</sup> en Europe. La gestion du réseau est déléguée, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2011 et pour 12 ans, à Veolia. Le SEDIF alimente, en 2019, 151 communes et 4,6 millions d'habitants. Les



capacités de production sont de 1,54 million de m<sup>3</sup>/jour pour une consommation moyenne de 770 000 m<sup>3</sup>/jour. 97 % des ressources du Syndicat des Eaux d'Île de France proviennent des trois grandes rivières ou fleuve de la région : Marne, Seine, Oise, 3 % de forages dans les nappes (à Neuilly-sur-Seine, Pantin, Aulnay-sous-Bois et Arvigny). La consommation d'eau des abonnés a été, en 2019, de 247,8 millions de m<sup>3</sup>.

En 2019, l'usine de Choisy-le-Roi alimente 1,99 million d'habitants avec une production moyenne, de 315 000 m<sup>3</sup> par jour ; l'usine de Méry-sur-Oise alimente 870 000 habitants avec une production moyenne de 154 000 m<sup>3</sup> par jour ; l'usine de Neuilly sur Marne alimente 1,73 million d'habitants avec une production moyenne de 298 000 m<sup>3</sup> par jour. Le réseau de canalisations est de 8 733 km et 77 réservoirs ont une capacité de 857 695 m<sup>3</sup>.

**En France**, en 2017, le volume d'eau distribué, pour 24,2 millions d'abonnés, a été de 3,9 milliards de m<sup>3</sup>, à 64 % par le secteur privé et celui du traitement des eaux usées a été de 3,1 milliards de m<sup>3</sup>, à 53 % par le secteur privé.

**Sociétés distribuant l'eau potable en France** : répartition du marché, en % de population desservie, en 2017.

|                            | Alimentation en eau potable | Stations d'assainissement |
|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Opérateurs publics         | 35,3 %                      | 46,0 %                    |
| <a href="#">Veolia eau</a> | 33,7 %                      | 22,9 %                    |
| <a href="#">Suez</a>       | 18,6 %                      | 21,4 %                    |
| <a href="#">SAUR</a>       | 11,4 %                      | 9,0 %                     |
| Autres                     | 0,9 %                       | 0,6 %                     |

Source : [Les services publics d'eau et d'assainissement en France. Données économiques, sociales et environnementales](#)

### **Principaux distributeurs mondiaux :**

Les entreprises françaises, en 2017, ont desservi, dans le monde hors France, 128,54 millions de personnes en eau potable et 112,38 millions en assainissement des eaux usées.

[Veolia](#) : en 2019. N°1 mondial.

Dans le monde, 98 millions d'habitants desservis en eau potable avec 3 548 usines et 67 millions en assainissement avec 2 835 usines.

En France, fourniture de 1,75 milliard de m<sup>3</sup> d'eau potable à 23 millions d'habitants avec 2 404 usines et traitement de 637 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées dans 1 937 usines pour 12,9 millions d'habitants.

[Beijing Enterprise Holdings](#), groupe chinois, possède, en 2019, une capacité de production de 39,39 millions de m<sup>3</sup>/jour avec 1 252 usines de production.

[Suez](#) : en 2019. N°3 mondial.

Livraison de 7 100 millions de m<sup>3</sup> d'eau potable dans le monde avec 1 410 unités de production.

Assainissement de 4,7 milliards de m<sup>3</sup> d'eaux usées dans 2 642 sites.

En France, fourniture de 935 millions de m<sup>3</sup> d'eau potable avec 702 sites et traitement de 820 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées avec 1 642 stations d'épuration.

## Utilisations

Il faut distinguer les prélèvements des consommations.

- Les prélèvements utilisent et restituent l'eau directement par exemple pour l'eau de refroidissement des centrales thermiques, nucléaires et autres, qui est, à 90 %, restituée directement.
- Les consommations absorbent l'eau qui n'est pas ainsi restituée directement par exemple pour l'irrigation.

**Prélèvements d'eau** : en 2011. Monde : 3 890 km<sup>3</sup>, Union européenne : 218 km<sup>3</sup>.

en km<sup>3</sup>

|            |     |          |     |
|------------|-----|----------|-----|
| Chine      | 525 | Pakistan | 155 |
| Inde       | 500 | Russie   | 77  |
| États-Unis | 467 |          |     |

Source : Centre d'Information sur l'Eau

**Secteurs d'utilisation dans le monde**, en 2012 :

|            |      |                    |      |
|------------|------|--------------------|------|
| Irrigation | 70 % | Usages domestiques | 10 % |
| Industrie  | 20 % |                    |      |

Source : Centre d'Information sur l'Eau

**Répartition des prélèvements d'eau par secteur d'activité, en France**, en 2018, hors énergie, sur un total de 16,8 milliards de m<sup>3</sup> prélevés :

|                         |        |            |        |
|-------------------------|--------|------------|--------|
| Eau potable             | 33,4 % | Irrigation | 18,0 % |
| Alimentation des canaux | 32,3 % | Industrie  | 16,3 % |

Source : [Banque Nationale des Prélèvements Quantitatifs \(BNPE\)](#)

Les prélèvements, en France, hors énergie, en 2018, sont réalisés à 63,7 % sur des eaux de surface, 35,1 % sur les eaux souterraines, 1,2 % sur le littoral.

En 2018, en France métropolitaine, les prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont de 5 422 millions de m<sup>3</sup>, à 65,2 % d'eau souterraine, 34,6 % d'eau de surface et 0,2 % sur le littoral.

En 2018, en France métropolitaine, les prélèvements pour l'irrigation sont de 3 024 millions de m<sup>3</sup> à 58,8 % d'eau de surface et 41,2 % d'eau souterraine.

Les prélèvements les plus importants sont réalisés par le site du Tricastin et ses centrales nucléaires, avec 5 milliards de m<sup>3</sup> par an.

## Usages domestiques de l'eau potable

Quelques données :

- Besoins moyens de l'homme : 35 g d'eau/kg/jour, son corps contient de 58 à 66 % d'eau et il meurt s'il perd 12 % de son eau.
- Prélèvements d'eau pour les usages domestiques dans quelques pays, en 2016 :

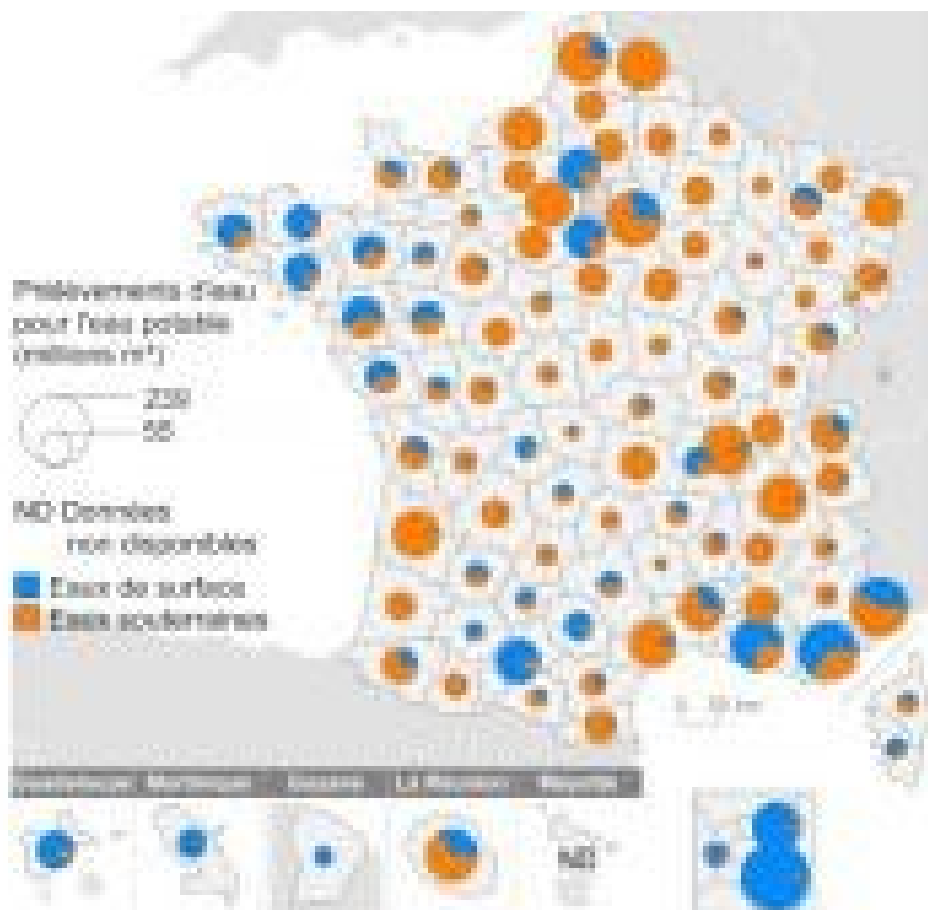
en L/jour/habitant

|            |     |           |     |
|------------|-----|-----------|-----|
| États-Unis | 551 | Espagne   | 268 |
| Canada     | 471 | France    | 211 |
| Australie  | 462 | Allemagne | 172 |

|        |     |       |     |
|--------|-----|-------|-----|
| Japon  | 328 | Chine | 152 |
| Suisse | 319 | Inde  | 125 |

Source : [Centre d'Information sur l'Eau](#)

- Carte des prélèvements d'eau destinée à l'eau potable, en France, d'après le [rapport sur l'environnement](#).



- Utilisations domestiques de l'eau potable en France, sur une consommation, en 2008, de 151 L/jour/habitant (146 L/jour/habitant, en 2016).

|                           |      |                        |     |
|---------------------------|------|------------------------|-----|
| Bains, douches, toilettes | 39 % | Lavage voiture, jardin | 6 % |
| Sanitaires                | 20 % | Cuisine                | 6 % |
| Lavage linge              | 12 % | Boisson                | 1 % |
| Lavage vaisselle          | 10 % |                        |     |

Source : [Centre d'Information sur l'Eau](#)

### Usages industriels

Répartition, en France, en 2013 :

|  |        |                                  |       |
|--|--------|----------------------------------|-------|
| Chimie                                 | 28,9 % | Papiers et cartons               | 7,4 % |
| Distribution du gaz et de la chaleur   | 9,4 %  | Métallurgie                      | 4,1 % |
| Traitement et récupération des déchets | 7,7 %  | Extraction des minéraux          | 3,4 % |
| Agroalimentaire                        | 7,5 %  | Fabrication de produits minéraux | 1,5 % |

Source : « [Les prélèvements d'eau douce en France](#) », DataLab, SOes, janvier 2017

### Utilisation dans les centrales électriques

Comme source d'énergie dans les centrales hydro-électriques et comme source froide dans le cycle thermodynamique des centrales thermiques classiques et nucléaires. Une centrale nucléaire a besoin de 40 à 50 m<sup>3</sup> par seconde.

**Source d'énergie hydroélectrique** : en France en 2018. Première filière de production d'énergie renouvelable en France, l'hydroélectricité représente 13 % de la production d'électricité avec 1 860 installations. La puissance installée est de 25 519 MW soit 55 % des énergies renouvelables. Les lacs représentent 40 % des capacités installées, le fil de l'eau 26 %, le pompage (STEP) 18 %, les éclusées 16 %.

Production : 70 TWh d'origine hydroélectrique (sur une production totale de 558 TWh), réalisée à 70 % dans les Alpes, 20 % dans le Massif central, 10 % les Pyrénées. 1 935 centrales hydroélectriques de moins de 10 MW représentent une production de 6,9 TWh en 2010.

Exploitants des installations hydroélectriques :

- [EDF](#) avec, en 2019, 20 548 MW de puissance installée pour une production de 39,7 TWh avec 622 barrages et 432 centrales. Le volume d'eau stocké dans les barrages est de 7,5 milliards de m<sup>3</sup>.
- [Engie](#) avec :  
La [Compagnie Nationale du Rhône](#) (CNR, détenue à 49,97 %) avec 3 035 MW de puissance installée pour une production de 14,3 TWh avec 19 barrages et 36 centrales hydroélectriques.  
La [Société Hydro-Electrique du Midi](#) (SHEM) avec 783 MW de puissance installée pour une production de 1,8 TWh avec 12 grands barrages et 56 centrales.

**Source de refroidissement des centrales thermiques** : en circuit ouvert ou en circuit fermé.

- En circuit ouvert, l'eau extérieure (de mer ou de rivière) est prélevée et rejetée en continu. Pour un [réacteur nucléaire](#) de 900 MW, le débit d'eau est de 41 m<sup>3</sup>/s, l'échauffement de l'eau de 10,8°C. Par kWh de production, le volume prélevé est de 164 L et l'évaporation de 1,55 L.
- En circuit fermé, l'eau après utilisation est refroidie dans des réfrigérants atmosphériques puis recyclée. La chaleur est évacuée à 20 % par échauffement de l'air et à 80 % sous forme de chaleur latente d'évaporation. Un débit d'appoint reste nécessaire, il est de 0,3 à 8 m<sup>3</sup>/s. Pour une centrale nucléaire de 900 MW, le prélèvement moyen est de 3 L/kWh, l'évaporation de 2,1 L/kWh.

### Usage agricole

L'agriculture mondiale irrigue 310 millions d'hectares sur un total de 1,5 milliard de terres cultivées. En France, de 1970 à 2010, la surface irriguée est passée de 539 000 ha à 1,6 million d'hectares sur un total de 29,2 millions d'hectares.

Répartition des cultures irriguées, en France, en 2010 :

|                          |      |                               |      |
|--------------------------|------|-------------------------------|------|
| Maïs                     | 41 % | Cultures fourragères          | 11 % |
| Céréales et protéagineux | 24 % | Pommes de terre et betteraves | 7 %  |
| Légumes, fruits, vignes  | 15 % |                               |      |

Source : Centre d'Information sur l'Eau

La production d'un kg de blé nécessite 1 000 L d'eau, celle d'un kg de bœuf : 13 000 L.

## Pollution de l'eau

L'eau est rarement chimiquement pure. Celle-ci est définie par rapport à la résistivité théorique de l'eau ultra pure : 18,2 mégaohm.cm à 25°C. A part ce cas exceptionnel, l'eau contient toujours des ions en solution. On parle de pollution de l'eau lorsque celle-ci renferme des substances dont les teneurs sont telles que cette eau présente des risques pour la santé ou l'environnement.

4 des 5 maladies les plus répandues dans le Tiers Monde sont transmises par l'eau : le choléra, la typhoïde, l'hépatite B, les gastro-entérites. Dans le monde, on estime que la mauvaise qualité de l'eau serait à l'origine de la mort de 25 millions de personnes par an. Chaque jour, dans le monde, 3 900 enfants meurent de maladies transmises par l'eau.

**Types de pollution générale** : on distingue la pollution due aux :

- Microorganismes pathogènes : bactéries, virus, parasites...
- Matières minérales en suspension (MES) : sables, argiles, faciles à traiter et éliminer. En France, les teneurs varient de 30 à 40 mg/L pour les eaux de surface d'une région granitique (Auvergne, Bretagne), à 300 à 500 mg/L pour de nombreuses eaux souterraines. Le taux record est atteint, en Chine, par le Fleuve jaune : 20 g/L.
- Matières organiques oxydables : provenant de la nature, de l'agriculture, des industries, des déchets animaux et humains... Les substances organiques naturelles représentent 60 à 90 % de ces matières organiques. Cette pollution est mesurée par la potentialité de consommation de dioxygène. Une eau « pure » contient 10 mg de O<sub>2</sub>/L à 10°C et 8 mg/L à 20°C. Dans une eau polluée par des matières organiques, la teneur en dioxygène sera plus faible. On utilise pour mesurer cette pollution :  
La D.B.O<sub>5</sub> : demande biochimique en O<sub>2</sub> à 20°C en 5 jours, soit la quantité de O<sub>2</sub> consommée à 20°C en 5 jours : méthode longue et peu précise.  
La D.C.O. : demande chimique en O<sub>2</sub>. D'après la norme française NF T 90-101 d'octobre 1988 (équivalente à la norme internationale ISO 6060 de 1986), c'est la concentration, exprimée en mg de O<sub>2</sub>/L, équivalente à la quantité d'ions dichromate consommée par les matières dissoutes et en suspension (1 mole de Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> équivaut à 1,5 mole de O<sub>2</sub>)
- Ions en solution à des teneurs trop élevées : nitrates, phosphates, métaux...
- Matières toxiques : souvent due à des causes accidentelles. Cette pollution impose la présence de stations d'alerte situées en amont des prélèvements dans les rivières.

**Qualité des eaux** : jusqu'en 1999, la qualité des cours d'eau était évaluée, en France, à partir d'une grille qui associait 5 classes de qualité (1A, 1B, 2, 3, hors classe) en fonction de valeurs seuils des paramètres physico-chimiques et hydrobiologiques. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2000, le SEQ-Eau (Système d'Évaluation de la Qualité de l'Eau) remplace l'ancien système d'évaluation. La qualité de l'eau est décrite pour chacune des altérations (matières organiques et oxydables, matières azotées, nitrates, matières phosphorées, particules en suspension, micro-organismes...) à l'aide :

- De 5 classes de qualité allant du bleu pour la meilleure, au rouge pour la pire,
- D'un indice variant en continu de 0 (le pire) à 100 (le meilleur).

L'indice de qualité permet de juger de l'évolution de la qualité de l'eau à l'intérieur d'une même classe. C'est donc une évaluation beaucoup plus précise que celle utilisée auparavant.

| Classe | Indice de qualité | Définition de la classe de qualité |
|--------|-------------------|------------------------------------|
| Bleu   | 80 à 100          | Eau de très bonne qualité          |
| Vert   | 60 à 79           | Eau de bonne qualité               |
| Jaune  | 40 à 59           | Eau de qualité moyenne             |
| Orange | 20 à 39           | Eau de mauvaise qualité            |
| Rouge  | 0 à 19            | Eau de très mauvaise qualité       |

Sources : MEDD & Agences de l'eau

Classes d'aptitudes de l'eau :

|             | Très bonne                       | Bonne                       | Passable                                    | Mauvaise   | Très mauvaise         |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------|---|--|-----------------------|
| Biologie    | Tous taxons présents             | Taxons sensibles absents    | Taxons absents nombreux                     | Diversité faible                                 | Diversité très faible |
| Eau potable | Acceptable                       | Traitement simple           | Traitement classique                        | Traitement complexe                              | Inapte                |
| Loisirs     | Optimal                          | –                           | Acceptable                                  | –  | Inapte                |
| Irrigation  | Plantes très sensibles/tous sols | Plantes sensibles/tous sols | Plantes tolérantes/sols alcalins et neutres | Plantes très tolérantes/sols alcalins et neutres | Inapte                |
| Abreuvement | Tous animaux                     | –                           | Animaux matures                             | –  | Inapte                |

Sources : MEDD & Agences de l'eau

Classes de qualité pour 3 altérations :

| Classe de qualité                                     | Bleu   | Vert  | Jaune | Orange | Rouge |
|---|--------|-------|-------|--------|-------|
| Indice de qualité                                     | 100-80 | 79-60 | 59-40 | 39-20  | 19-0  |
| Oxygène dissous (mg/L)                                | 8      | 6     | 4     | 3      | –     |
| DBO <sub>5</sub> (mg/L O <sub>2</sub> )               | 3      | 6     | 10    | 25     | –     |
| DCO (mg/L)  | 20     | 30    | 40    | 80     | –     |
| KMnO <sub>4</sub> (mg/L O <sub>2</sub> )              | 3      | 5     | 8     | 10     | –     |
| COD (mg/L C)  | 5      | 7     | 10    | 12     | –     |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L NH <sub>4</sub> )  | 0,5    | 1,5   | 2,8   | 4      | –     |
| NKJ (mg/L N)  | 1      | 2     | 4     | 6      | –     |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L NO <sub>3</sub> )  | 2      | 10    | 25    | 50     | –     |
| Phosphore total (mg/L)                                | 0,05   | 0,2   | 0,5   | 1      | –     |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L PO <sub>4</sub> ) | 0,1    | 0,5   | 1     | 2      | –     |

Sources : MEDD & Agences de l'eau

### Normes françaises pour l'eau potable :

Les exigences de qualité en vigueur en France sont fixées par arrêté du Ministère de la Santé (arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7, R. 1321-38 du code de la santé publique). Elles ont été établies en application de la réglementation européenne (directive 98/83/CE) et complétées à la demande du CSHPF (Conseil Supérieur d'Hygiène Publique) et de l'Afssa (Agence Française de Sécurité Sanitaire).

**Pollution par les ions nitrates** : due, en dehors des phénomènes naturels, principalement au lessivage des [engrais azotés](#) utilisés en agriculture et aux déjections animales (lisier) des élevages industriels.

En 2010-11, en France, les apports d'azote proviennent, sur un total de 4,46 millions de t d'azote, à :

- 46 % des engrais minéraux,
- 39 % des effluents d'élevage,
- 8 % de l'azote capté par les légumineuses,
- 7 % des retombées d'azote atmosphérique.

Seuls 3,19 millions de t ont été assimilés par les cultures, 0,61 million de t étant perdus par volatilisation dans l'atmosphère.

Il reste donc un surplus de 0,66 million de t qui est évacué par les eaux de surface ou qui s'infiltré dans les eaux souterraines.

La concentration maximale admissible (CMA) en ions nitrates des eaux destinées à la consommation humaine est de 50 mg/L. Une eau contenant plus de 100 mg/L ne doit pas être consommée, entre 50 et 100 mg/L elle ne doit être consommée ni par les femmes enceintes ni par les nourrissons de moins de 6 mois (risques de méthémoglobinémie : accumulation dans les globules rouges d'une hémoglobine inapte au transport du [dioxygène](#) de l'air). La CMA est dépassée dans de nombreuses régions européennes (Royaume-Uni, Pays-Bas, Allemagne, centre, ouest et nord de la France).

La solution souvent adoptée pour diminuer la teneur en ions nitrate des eaux consommées consiste à mélanger des eaux à teneur élevée avec des eaux à plus faible teneur afin de rester à une valeur proche de 25 mg/L (valeur guide).

En France, des zones vulnérables à la pollution par les ions nitrate ont été définies en application de la directive nitrate CE/91/676 du 12 décembre 1991. Elles sont représentées, pour 2012, sur la carte ci-dessous.

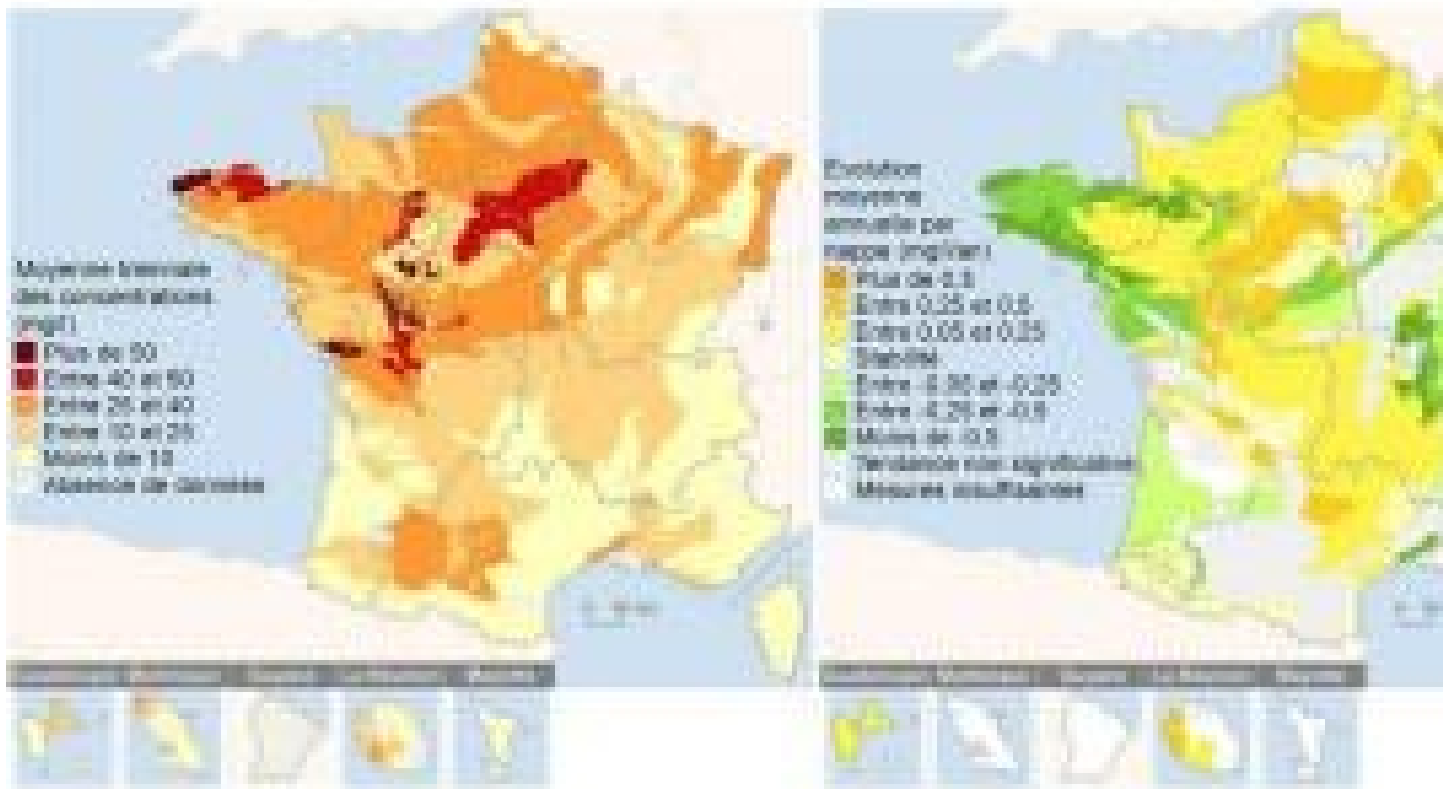
### **Pollution par les ions nitrate, en France**

Données sur la pollution en nitrates des eaux de surface et souterraines françaises, en 2016-17, à l'aide d'un réseau de 5 494 stations (55 % de surface, 45 % souterraines) : répartition.

| X : teneur en nitrates en mg/L | Eaux de surface | Eaux souterraines |
|--------------------------------|-----------------|-------------------|
| X < 25                         | 84,9 %          | 50,2 %            |
| 25 < X < 40                    | 12,1 %          | 25,4 %            |
| 40 < X < 50                    | 1,9 %           | 12,1 %            |
| X > 50                         | 1,1 %           | 12,3 %            |

Source : [Office International de l'eau](#)

Concentration moyenne en nitrates dans les eaux souterraines entre 2015 et 2017 et tendance d'évolution entre 1996 et 2016, d'après Eaufrance, [Prélèvement quantitatif sur la ressource en eau](#).



**Pollution par les ions phosphates** : les ions phosphate, avec l'azote, agissent comme engrais et entraînent l'eutrophisation des lacs, des rivières et des zones côtières qui se traduit par une prolifération anormale d'algues (cyanophycées). L'eau est appauvrie en O<sub>2</sub> dissous ce qui empêche toute autre vie animale ou végétale.

L'utilisation des phosphates dans les détergents domestiques pour textiles est interdite, en France, depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2007, mais ceux-ci continuent à être employés dans les détergents industriels pour textiles et les détergents pour lave-vaisselle. Une directive européenne limite, au plus tard au 1<sup>er</sup> janvier 2017, à 0,3 g de P par dose de lavage pour les lave-vaisselles des particuliers.

Avant leur interdiction, la quantité utilisée, en France était de 20 000 t/an pour les détergents domestiques pour textiles, elle est du même ordre pour les détergents industriels et pour lave-vaisselle.

Surplus de la fertilisation phosphatée, en 2010 : le surplus est de 268 000 t de phosphore soit 9 kg/ha. Il représente 22 % de la fertilisation phosphatée.

Exemple du [lac Léman](#) d'une superficie de 582,4 km<sup>2</sup>, avec une profondeur moyenne de 152,7 m, un volume d'eau de 89 milliards de m<sup>3</sup> et un temps de séjour des eaux de 11,3 ans. Il assure l'alimentation en eau potable de plus de 800 000 personnes.

- En 1960 a été créée la [Commission Internationale pour la Protection des Eaux du Léman](#) (CIPEL)
- En 1967 a été détectée l'apparition d'algues brunes *Oscillatoria rubescens*.
- En 1975, début de la mise en place de la déphosphatation dans les stations d'épuration des eaux usées.



- Actuellement, 95 % des eaux usées traitées en station sont déphosphatées. Le rendement de déphosphatation est, en moyenne, de 88 %, en 2018. En 1986, suppression, en Suisse, des phosphates dans les lessives pour textiles ce qui a permis de réduire chaque année d'environ de moitié les apports de phosphore au lac. En France, cette interdiction date de juillet 2007.

Évolution de la teneur en phosphore (en  $\mu\text{g}$  de P/L) : avant 1960 : 10, en 1979 (maximum) : 90, en 1992 : 50, en 2003 : 33, en 2018 : 19,9. L'objectif visé est une concentration inférieure à 15  $\mu\text{g}$ /L.

Bilan, en 2017, des rejets de phosphore biodisponible dans le lac Léman, sur un total de 283 t de P/an :

en t de P/an

|   |    |                  |     |
|---|----|------------------|-----|
| Rejets des stations d'épuration               | 94 | Dépôts naturels  | 130 |
| Rejets domestiques non raccordés ou autonomes | 11 | Rejets agricoles | 35  |
| Déversements de réseaux                       | 9  | Pluies           | 4   |

Source : CIPEL

Dans les bassins versants du lac Léman, le flux total de phosphore biodisponible issu des activités industrielles et domestiques est, en 2017, de 812 t de P, les stations d'épuration en retiennent 714 t.

### **Pollution par les pesticides** (herbicides, insecticides et fongicides) :

L'agriculture consomme environ 500 substances actives dans plus de 8 000 produits commercialisés.

Les eaux superficielles ou souterraines destinées à la production d'eau potable doivent posséder, pour ne pas nécessiter de traitement spécifique pour les pesticides, des teneurs inférieures à 0,1  $\mu\text{g}$ /L par pesticide (à l'exception de l'aldrine, la dieldrine, l'heptachlore et de l'heptachloroépoxyde pour lesquels la teneur maximale est de 0,03  $\mu\text{g}$ /L) et de 0,5  $\mu\text{g}$ /L pour la somme de tous les pesticides. Lorsque les teneurs sont comprises entre 0,1 et 2  $\mu\text{g}$ /L par pesticide et de 0,5 à 5  $\mu\text{g}$ /L pour la somme des pesticides, des traitements spécifiques sont nécessaires et au-dessus 2  $\mu\text{g}$ /L, l'eau ne permet plus la production d'eau potable sauf dérogation. En 2014, en France, près de 700 molécules ont été recherchées dans les eaux superficielles.

Les teneurs des eaux de rivière en ces divers pesticides varient fortement au cours de l'année en fonction des traitements agricoles. L'atrazine, désherbant sélectif utilisé dans la culture du maïs, était, jusqu'à son interdiction en 2003, l'un des principaux pesticides polluant des eaux superficielles et souterraines. Il présentait l'inconvénient de ne pas pouvoir être facilement éliminé par les traitements classiques. En 2014, pour les eaux superficielles de France métropolitaine, les principaux pesticides dégradant la qualité des eaux sont principalement des herbicides avec en ordre décroissant : l'AMPA (acide aminométhylphosphonique, métabolite du glyphosate), l'atrazine déséthyl (métabolite de l'atrazine), le glyphosate, le métolachlore (interdit en France depuis 2003), la 2-hydroxyatrazine (métabolite de l'atrazine), l'isoproturon, l'atrazine... Pour les eaux souterraines : l'atrazine déséthyl (métabolite de l'atrazine), le déisopropyl-déséthyl-atrazine (métabolite de l'atrazine), l'atrazine...

Dans les cours d'eau des Départements d'Outre-Mer, les insecticides arrivent en tête, avec le chlordécone (interdit depuis 1993), l'hydrochlordécone (métabolite du chlordécone), ...

En 2014, en France, 87 % des points de mesures ont montré la présence d'au moins un pesticide dans les eaux superficielles et 73 % pour les eaux souterraines.

Répartition des concentrations (c) en pesticides en fonction des teneurs, en µg/L, en 2007-09, en France :

|                                | c < 0,1 | 0,1 c < 0,5 | 0,5 < c < 5 | c > 5  |
|--------------------------------|---------|-------------|-------------|--------|
| Cours d'eau de métropole       | 47,8 %  | 31 %        | 20,5 %      | 0,9 %  |
| Eaux souterraines de métropole | 73,2 %  | 22,6 %      | 4,2 %       | 0,05 % |
| Plans d'eau de métropole       | 62,8 %  | 26,1 %      | 11,1 %      | 0 %    |
| Cours d'eau des DOM            | 73 %    | 9,5 %       | 16,8 %      | 0,7 %  |
| Eaux souterraines des DOM      | 64,8 %  | 21,3 %      | 10,6 %      | 3,3 %  |

Source : Commissariat Général au Développement Durable, Observation et Statistiques, n°54, octobre 2011

**Pollution microbiologique** : contamination des eaux par des microorganismes pathogènes (bactérie, virus, parasites), susceptibles de provoquer des cas isolés de gastro-entérites voire une situation épidémique. La stratégie de contrôle de la qualité microbiologique des eaux est basée sur la recherche de « germes témoins de contamination fécale », faciles à détecter, non directement pathogènes mais dont la présence laisse supposer l'existence de microorganismes pathogènes pour l'homme. Il s'agit des deux indicateurs suivants : Escherichia coli et les entérocoques. Une eau est dite conforme aux limites de qualité microbiologique lorsqu'il y a absence d'Escherichia coli et d'entérocoques dans un échantillon de 100 mL d'eau. A l'échelon national, en part de population desservie, le taux de conformité microbiologique a progressé de 80 % en octobre 1991, à 86 % en octobre 1998, à 94,2 % en octobre 2002, 96,7 % en 2012 et 97,8 % en 2017.

### Assainissement des eaux usées

La pollution des eaux usées est définie par un indicateur synthétique de matières organiques : l'équivalent habitant (Eh) qui correspond à 57 g de matière organique. En France, en 2016, la production d'eaux usées correspond à 79 millions d'Eh.

Une station d'assainissement produit, en moyenne, par jour et par habitant, 2,8 L de boue à 20 g/L de matière sèche soit, par an, en France 3 millions de t de boue qui ont donné, en 2016, 1 million de t de matière sèche qui à 44 % a été valorisée en agriculture, 36 % compostée, 17 % incinérée et 1 % placée en décharge. En 2016, le réseau collectif d'eaux usées et pluviales qui couvre 392 000 km a traité 5,8 milliards de m<sup>3</sup> d'eaux usées dans 21 474 stations avec une capacité de 103 millions d'équivalents habitants (Eh).

En France, les eaux usées traitées sont déversées à 88 % dans des eaux de surface, 9 % sur des sols, 3 % dans des eaux côtières et des estuaires. Le taux de réutilisation de ces eaux traitées est très faible, < 1 %, alors que la moyenne européenne est de 2,4 % avec 9 % en Italie et 13 % en Espagne.

[Carte de situation des stations françaises de traitement des eaux usées](#), fin 2018.

En France, en 2008, 82 % de la population est reliée à un réseau collectif, 17 % un réseau individuel et 1 % déversent directement leurs eaux usées dans la nature.

Dans le monde, par an, on estime que 450 km<sup>3</sup> d'eaux usées sont déversés dans des cours d'eau sans avoir été épurés.

**Élimination des composés azotés** : à l'aide de procédés biologiques.

Les eaux usées contiennent de 30 à 50 mg de N/L principalement sous forme d'ions NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, qui peuvent être liés chimiquement, par exemple dans les protéines, ainsi que sous forme d'ions NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

Une première phase de [nitrification](#) transforme  $\text{NH}_4^+$  en  $\text{NO}_3^-$  à l'aide de bactéries nitrifiantes, en présence de [O<sub>2</sub>](#). Une deuxième phase de dénitrification est effectuée en absence de O<sub>2</sub>. Dans ces conditions (anoxie) une partie des micro-organismes présents dans les boues est capable de modifier son mode de respiration : au lieu d'utiliser O<sub>2</sub> dissous, ces micro-organismes consomment l'oxygène des nitrates et donnent du [diazote](#).

**Élimination du phosphore**, présent sous forme d'ions phosphates : 2 voies.

Physico-chimique : par précipitation à l'aide de [chlorure ferrique](#), de [sulfate d'aluminium](#) ou de [chaux](#). Le taux d'élimination est supérieur à 90 %.

Biologique : en créant un dérèglement du métabolisme intracellulaire des bactéries à l'aide d'un stress par privation de O<sub>2</sub>. Les bactéries ainsi tressées sont capables de renforcer fortement leur capacité d'absorption du phosphore. Le traitement a lieu en 3 phases : anaérobie (phase de stress), anoxie (absence de O<sub>2</sub>, présence de  $\text{NO}_3^-$ ), aérobie. Le taux d'élimination est compris entre 40 et 92 %. En général, les 2 voies sont associées, le traitement biologique permettant de diminuer la consommation de réactifs chimiques et la production de boues résultant de ce traitement.