

L'eau et l'énergie dans le changement climatique

Par **Luc TABARY**

EDF Hydro, Coordination de l'eau

L'eau et l'énergie sont deux biens essentiels étroitement liés : la production fortement décarbonée d'EDF dépend à plus de 90 % de la ressource en eau, qu'elle contribue en retour à préserver en participant à la lutte contre le changement climatique. Les objectifs ambitieux de décarbonation de nos sociétés ne peuvent s'envisager sans développer la production décarbonée d'électricité.

EDF s'est de longue date investie dans tous les champs de l'eau : sur la connaissance du grand cycle au travers de sa R&D et de son ingénierie, sur la météorologie (avec un parc de plus de 1 000 stations de mesures), dans la gouvernance en étant présente dans les instances locales de concertation là où elle est implantée, mais aussi dans les « parlements locaux de l'eau » que sont les comités de bassin (au titre de l'Union Française de l'Électricité).

L'évolution de la ressource sous l'effet du changement climatique et ses conséquences sur l'outil de production est étudiée de longue date au sein d'EDF mais reste un sujet très complexe de par la nature extrêmement variable de l'hydro-météorologie.

Depuis 2000, les pertes de production nucléaire pour raison environnementale (limites réglementaires de température d'eau ou de débit) représentent en moyenne moins de 0,3 % de la production annuelle du parc nucléaire. Son évolution est évaluée à 1,5 % d'ici 2050.

Pour le parc hydroélectrique, la perte liée à l'augmentation de la température de l'air (évapotranspiration supplémentaire et baisse des débits) à venir est estimée à environ 0,5 TWh par décennie, hors évolution des précipitations et pression anthropique (multi-usages, réglementation, etc.). Le parc d'EDF Hydro a un rôle particulier dans la mesure où les deux tiers de ses concessions hydroélectriques contribuent au multi-usages de l'eau (soutien d'étiage, eau potable, irrigation, tourisme...) et par là à l'adaptation au changement climatique en aidant à sécuriser la ressource en particulier pendant les étiages. Un des enjeux clefs est de réussir à préserver l'équilibre entre les enjeux potentiellement antagonistes de la production hydroélectrique flexible décarbonée indispensable à la transition écologique et le multi-usages.

Le plan eau national dévoilé en 2023 marque la volonté forte de préserver la ressource ainsi que les milieux qui en dépendent en promouvant en particulier la sobriété : EDF est inscrite de longue date dans cette dynamique et a l'ambition de poursuivre l'amélioration des performances des centrales existantes en termes de prélèvements et de consommation d'eau et de rechercher la meilleure efficacité possible en matière d'utilisation de l'eau à l'échelle des territoires et des bassins hydrographiques. En matière d'hydroélectricité, EDF estime qu'il est encore possible de développer la performance de son parc (augmentation de puissance, stations de transfert d'énergie par pompage...) en le couplant en certains cas avec des enjeux multi-usages.

Introduction

L'eau et l'énergie sont deux biens essentiels. L'eau est même un « bien commun » étroitement lié avec l'énergie.

Le caractère vital de l'eau est évident. L'eau est de plus indispensable à la production d'énergie d'un parc fortement décarboné comme celui d'EDF, que ce soit comme source froide pour le nucléaire ou ressource pour l'hydroélectricité, première des énergies renouvelables.

Quant au caractère essentiel de l'énergie, il est clairement apparu en 2022 dans le contexte de la crise énergétique et de la guerre en Ukraine : L'énergie est « l'industrie de l'industrie ». Ce n'est pas une activité économique comme une autre : de l'énergie dépendent

nombre d'activités économiques mais aussi la satisfaction de besoins vitaux ; sans énergie, pas d'eau potable, pas d'irrigation, pas de traitement des eaux usées... car il faut des pompes, des filtres qui ont besoin d'électricité pour tourner. L'énergie est l'alliée de tous les usages économiques de l'eau.

EDF s'est dotée d'une organisation destinée à optimiser la gestion de l'eau suite à la canicule de 2003. Depuis, une instance interne de coordination de l'eau est pilotée au plus haut niveau de l'entreprise et portée par EDF Hydro. La gestion de l'eau est suivie par une instance opérationnelle chargée d'assurer le suivi permanent des stocks d'eau et de veiller au partage entre les différents besoins de la production d'électricité et du multi-usages de l'eau.

Le lien eau - énergie pour EDF

L'interdépendance à l'eau

En France métropolitaine, plus de 90 % de la puissance du parc électrique d'EDF est directement dépendante de l'eau (et plus des trois quarts dépendent de l'eau douce¹, cf. la Figure 1 ci-dessous).

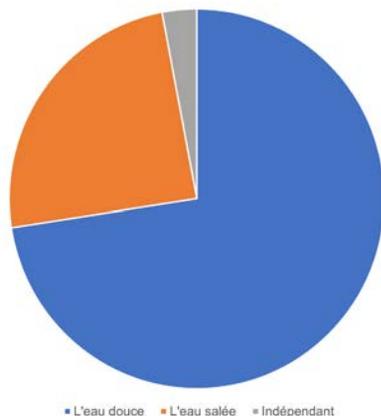


Figure 1 : Répartition du parc de production du groupe EDF (en puissance) en métropole en fonction de son lien avec l'eau douce, salée ou son indépendance (données URD au 31/12/2022).

L'eau est en effet indispensable au fonctionnement des trois circuits principaux d'une centrale nucléaire de type REP (réacteur à eau pressurisée) : le circuit primaire du fait du choix du *design* REP ; le circuit secondaire comme toutes les centrales thermiques pour le cycle eau-vapeur qui alimente le groupe turbo-alternateur ; et enfin le circuit de refroidissement du groupe turbo-alternateur (condenseur et circuits auxiliaires). C'est notamment le cas pour les centrales nucléaires qui sont installées en France et utilisent de l'eau brute non traitée prélevée dans un cours d'eau ou en mer pour leur refroidissement. C'est également le choix fait pour la plupart des centrales thermiques en France et dans le monde mais des solutions technologiques ont également été développées pour des refroidissements à l'air pour des implantations géographiques désertiques (cf. paragraphes suivants sur l'adaptation).

Du fait des choix de conception qui ont été adaptés au milieu et à la disponibilité de la ressource en eau, en France le circuit de refroidissement fonctionne (voir les Figures 2 ci-contre) soit :

- en circuit ouvert, pour les centrales situées en bord de mer ou sur des grands fleuves, comme le Rhône : la quasi-totalité de l'eau prélevée est alors restituée au milieu mais échauffée de quelques degrés après mélange dans le milieu ;
- en circuit fermé, en utilisant des tours aéroréfrigérantes, pour les centrales situées en bord des cours d'eau de moindre débit. Les tours aéroréfrigérantes permettent la réduction de la quantité d'eau prélevée et la diminution des rejets thermiques vers les milieux

¹ Voir URD 2022 : décomposition du parc du Groupe en France métropolitaine : Informations réglementées EDF FR, <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/investisseurs-actionnaires/informations-reglementees>

aquatiques. Toutefois, une partie de l'eau prélevée s'évapore dans la tour en émettant un panache de vapeur et ne regagne pas le cours d'eau. La part d'eau qui retourne au milieu est plus oxygénée du fait de son passage dans le procédé. Cette consommation est réglementée et comptabilisée par l'exploitant.

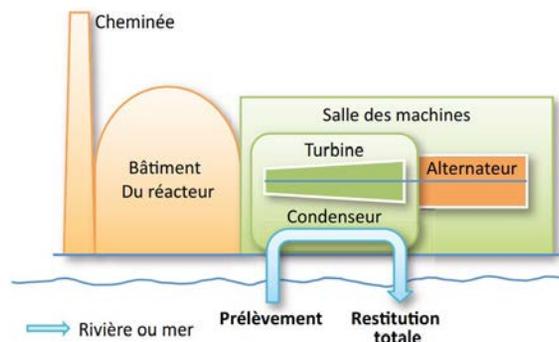


Figure 2a : En circuit ouvert : l'eau prélevée est restituée en quasi-totalité (> 99 %) au milieu aquatique ;

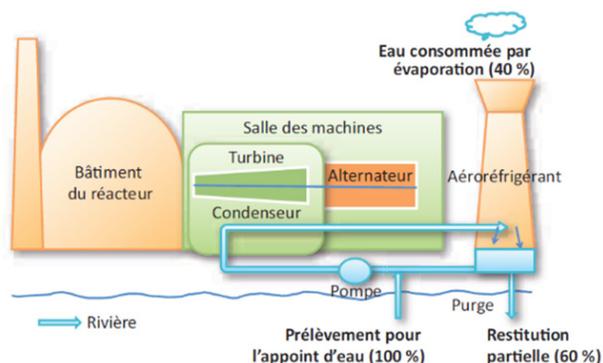


Figure 2b : En circuit fermé.

Figures 2 : Schéma de principe d'une centrale nucléaire (source : Centrales nucléaires en environnement - Édition 2020 (edf.fr))^a

^a Centrales nucléaires et environnement - Prélèvements d'eau et rejets - Édition 2020 - EDF (EAN13 : 9782759825592), la boutique EDP Sciences : e-librairie, vente en ligne de livres et ebooks scientifiques, <https://laboutique.edpsciences.fr/produit/1159/9782759825592/Centrales%20nucléaires%20et%20environnement>

Au global, le parc thermique (nucléaire et thermique classique) restitue 97 % de l'eau prélevée à son milieu naturel et cette eau est immédiatement disponible pour d'autres usages.

Quant à l'hydroélectricité, l'eau est en quelque sorte son « combustible ». Elle est soit turbinée au fil de l'eau, soit stockée puis relâchée au moment le plus adapté pour les besoins du système électrique.

À noter que rapporté aux volumes consommés annuellement dans l'Hexagone (MTE, 2023)², le refroidissement des centrales nucléaires et thermiques représente environ 12 % de la consommation d'eau douce,

² Les prélèvements d'eau douce : principaux usages en 2020 et évolution depuis 25 ans en France, Données et études statistiques (developpement-durable.gouv.fr), <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/les-prelevements-deau-douce-principaux-usages-en-2020-et-evolution-depuis-25-ans-en-france>

derrière l'agriculture (58 %) et l'eau potable (26 %) et devant les usages industriels (4 %).

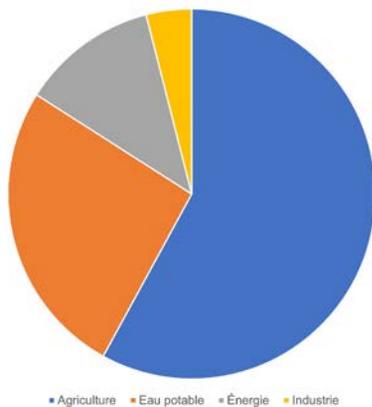


Figure 3 : Répartition de la consommation d'eau annuelle (2010-2019) par usage en France métropolitaine (total : environ 4,1 milliards de m³) (MTE, 2023).

L'évolution de la ressource en eau avec le changement climatique

Sous l'effet du changement climatique et de l'augmentation des températures, l'eau va devenir une ressource de plus en plus recherchée. Si l'évolution globale des volumes de précipitations reste incertaine en France d'après les projections climatiques, une forte modulation entre les saisons (hausse des précipitations en hiver et baisse en été) et entre les régions (baisse au sud et hausse au nord-est) est cependant attendue. Mais ce sont surtout les hausses des températures et de l'évapotranspiration induite qui auront un effet de premier ordre sur les volumes annuels d'écoulement hydrologique : ces derniers devraient baisser à l'horizon 2050 de 10 à 40 % par rapport à la période 1960-1990. Les étiages deviendront dans le même temps plus intenses (- 30 à - 60 %), plus précoces et plus longs.

En tant qu'exploitant de multiples ouvrages installés le long des cours d'eau en France depuis plusieurs décennies, EDF a déjà pu observer sur la période 1961-2010 une tendance nette au réchauffement de l'air et une baisse des volumes d'écoulement : l'effet d'une hausse de 1°C a conduit à une baisse observée de l'écoulement annuel légèrement inférieure à 5 %.

Dans le même temps, sous l'effet conjugué du changement climatique et du développement économique (agriculture, loisirs, industrie, etc.) les usages de l'eau vont très probablement continuer à se développer au risque d'accroître les tensions déjà existantes autour du partage de ce bien commun, par ailleurs fondamental pour le fonctionnement des écosystèmes et des organisations économiques et sociétales.

En parallèle, la gestion des réservoirs est modifiée compte tenu de l'évolution de la dynamique des apports (cf. la Figure 4 ci-contre) : multiplication des étés plus secs et plus longs, fonte nivale avancée... et complexifiée avec la prise en compte des usages (besoins de soutien estivaux, demande de cote...) qui évoluent eux-mêmes dans une démarche d'adaptation au changement climatique.

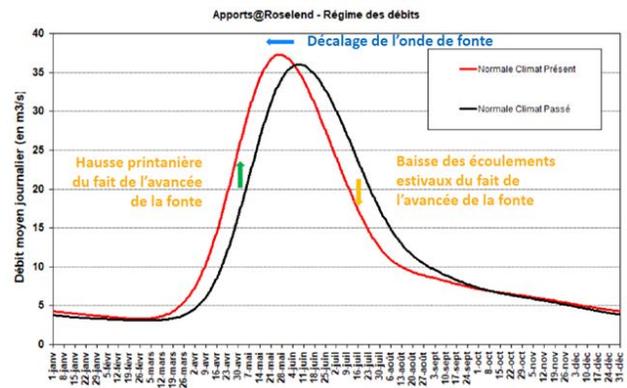


Figure 4 : Exemple d'évolution de la courbe de débit moyen sous l'effet du changement climatique sur le bassin versant de la retenue de Roselend en Savoie : en noir, débit moyen en climat passé ; en rouge, débit moyen en climat actuel. On constate une avancée de l'onde de fonte et un étiage plus long survenant plus tôt dans la saison (source : EDF / DTG).

Le rôle d'atténuation du changement climatique

Si la dépendance à l'eau de la production d'énergie bas-carbone comme le nucléaire ou l'hydraulique est évidente, il convient de mettre en regard la contribution essentielle de ces formes d'énergie à l'atténuation du changement climatique et donc à la préservation (ou la moindre dégradation) du grand cycle de l'eau.

Les objectifs nationaux de décarbonation reposent en grande partie sur l'électrification des usages et les scénarios tels que ceux produits par RTE en 2022³ ou annoncés en 2023 à l'occasion de la présentation en juin 2023 de l'étude « Comprendre et piloter l'électrification d'ici 2035 »⁴ montrent un besoin accru d'électricité décarbonée.

Le nucléaire (4 à 6 g/CO₂/kWh^{5,6}) assure aujourd'hui l'essentiel de la production bas-carbone d'EDF (86,5 % en 2022⁷). Il contribue à sa mesure de plus en plus aux besoins de flexibilité du réseau, par la manœuvrabilité des réacteurs nucléaires du parc français.

La production hydroélectrique tient, quant à elle un double rôle :

- elle est une énergie renouvelable bas-carbone (24 g/CO₂/kWh⁸) ;

³ Futurs énergétiques 2050 : les chemins vers la neutralité carbone à horizon 2050, RTE (rte-france.com), <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques>

⁴ Comprendre et piloter l'électrification d'ici 2035 : Les conditions clés pour relever les défis de la transition énergétique, RTE (rte-france.com), <https://www.rte-france.com/actualites/comprendre-piloter-electrification-ici-2035-conditions-cles-relever-defis-transition>

⁵ Analyse Cycle de Vie du kWh nucléaire d'EDF, <https://www.edf.fr/groupe-edf/produire-une-energie-respectueuse-du-climat/lenergie-nucleaire/notre-vision/analyse-cycle-de-vie-du-kwh-nucleaire-dedf>

⁶ ADEME (cité dans l'URD 2022 EDF).

⁷ URD EDF 2022, p. 23.

⁸ Valeur médiane des émissions selon le GIEC (2014), https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf

- par son caractère pilotable et éminemment flexible, elle contribue très largement à assurer l'équilibre du réseau électrique (par exemple lors des pointes de consommation hivernales – cf. les Figures 5 ci-dessous) et à faciliter l'intégration des autres énergies renouvelables variables comme l'éolien et le solaire (par exemple, en stockant l'excédent de production dans ses stations de transfert d'énergie par pompage mais aussi en répondant aux besoins du réseau non couverts et ce en toute saison, y compris l'été – cf. les Figures 6 ci-dessous). Ce besoin de flexibilité sur le réseau va grandissant, ainsi que l'a mentionné RTE dans son étude Futurs 2050⁹.

Ce besoin de flexibilité requiert de disposer d'une ressource hydroélectrique suffisante à tout moment de l'année, alors que la constitution du stock est un phénomène saisonnier. L'hydraulicien est donc en permanence confronté au dilemme de « valoriser » l'eau à un instant donné ou de la garder pour un moment ultérieur où elle sera encore plus nécessaire. Ce type de questionnement se pose de plus en plus avec la progression du multi-usages dont la temporalité des besoins individuels diffère entre eux et de celle de l'énergie (cf. § « Une ressource humainement influencée »).

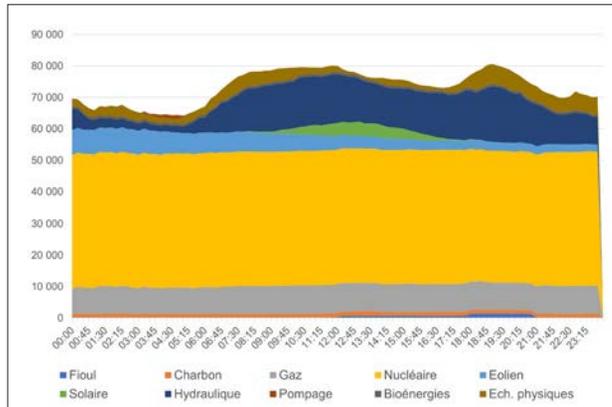


Figure 5a : Production par filière.

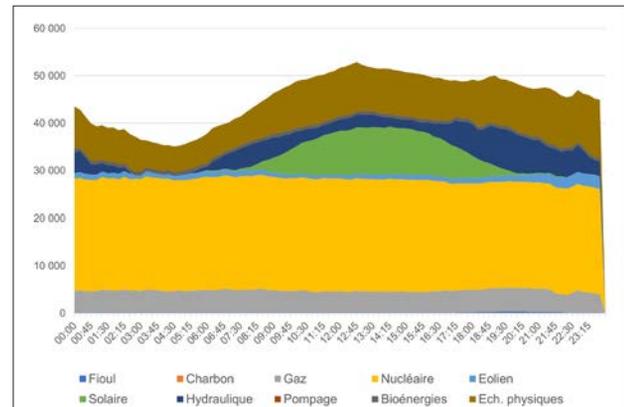


Figure 6a : Production par filière.

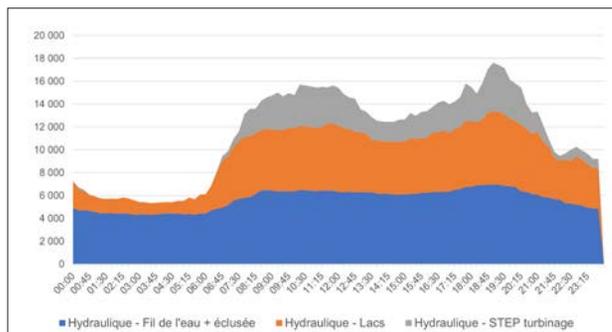


Figure 5b : Décomposition par filière hydraulique.

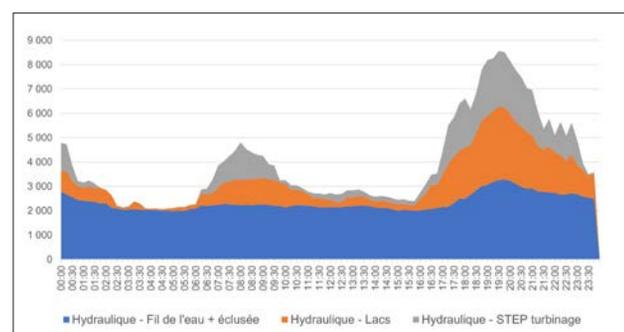


Figure 6b : Décomposition par filière hydraulique.

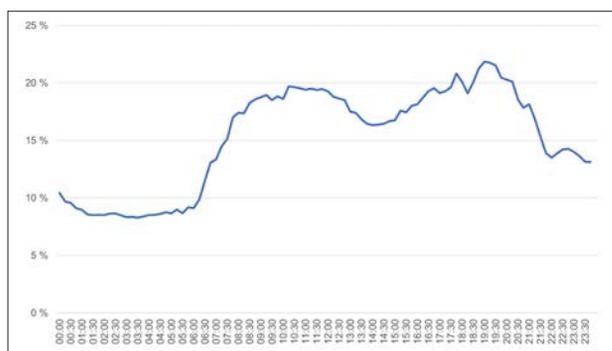


Figure 5c : Part hydraulique dans le mix.

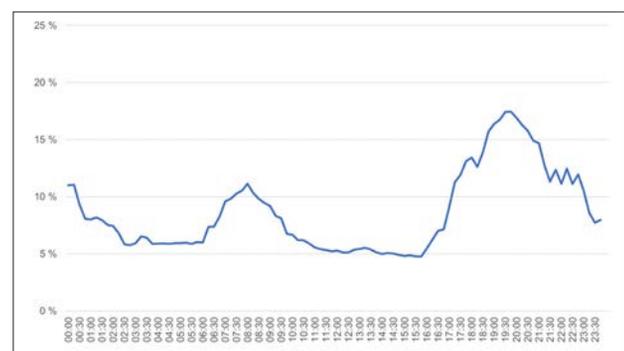


Figure 6c : Part hydraulique dans le mix.

Figures 5 : Journée du 24 janvier 2023.

Figures 6 : Journée du 24 août 2022.

Figures 5 et 6 : Exemples de l'appel à la flexibilité de l'hydraulique : Courbes de production par filière, décomposition par sous-filière hydraulique et part de l'hydraulique dans le mix de production pour un jour d'hiver et un jour d'été (source : RTE-ECO2).

⁹ Op. citée précédemment.

L'exemple et les enseignements de 2022

Pour l'énergéticien

Survenue dans un contexte énergétique tendu, la sécheresse exceptionnelle de 2022 a conduit à un été et un automne particulièrement difficiles du point de vue de la gestion de l'eau avec des réservoirs moins remplis et des besoins de soutien d'étiage plus importants que d'habitude. EDF a ainsi déstocké 60 % de plus cette année 2022 que la moyenne sur la période 2015-2021.

La difficulté de 2022 a été amplifiée par les trois épisodes de canicule rencontrés au cours de l'été qui n'avait jamais été aussi chaud depuis 1900.

Au final, la gestion estivale des réservoirs hydroélectriques d'EDF a bénéficié :

- de l'expérience acquise et des outils mis en place pour la gestion de la ressource en eau (stations de mesure, outil de modélisation, capacité de prévisions hydro-météorologiques...) variable par nature. Ces outils ont confirmé leur rôle indispensable pour réussir à gérer des événements comme cet été particulier ;
- du dialogue avec les acteurs du territoire à tous les niveaux (du local au national en passant par les comités de bassin) établi de longue date autour des sites de production : il a permis dans de nombreuses vallées de partager les constats et de rechercher les solutions collectivement les plus efficaces avec le concours de l'État, ultime arbitre si nécessaire ;
- du fait de disposer d'un parc d'aménagements sur des territoires étendus pouvant jouer un rôle complémentaire entre eux que ce soit pour la production d'énergie ou en certains endroits pour assurer le soutien d'étiage.

En 2022, la production d'électricité d'origine hydraulique d'EDF en France continentale s'est élevée à 32,4 TWh, en baisse de 22 % par rapport à 2021. Ce niveau de production historiquement bas résulte à la fois d'une hydraulité extrêmement déficitaire tout au long de l'année et d'une gestion prudente des retenues pour anticiper d'éventuels besoins du système électrique en cas de forte tension de l'équilibre offre-demande pendant l'hiver 2022-2023.

Concernant le nucléaire, les actions engagées à la suite de la canicule de 2003 dans le cadre d'un programme grands chauds ont confirmé toute leur pertinence et permis de limiter les contraintes sur l'outil de production. Des modifications temporaires des limites de rejets thermiques de cinq centrales nucléaires (Blayais, Bugey, Golfech, Saint-Alban et Tricastin) ont été prononcées en juillet 2022 pour maintenir la sécurité du réseau électrique au mois août et afin de préserver les réserves de gaz et hydrauliques en prévision de l'hiver. Dans ce contexte, les pertes de production pour raison environnementale ont été limitées à environ 0,5 TWh, soit moins de 0,2 % de la production annuelle du parc nucléaire français, contre une

moyenne de 0,3 % depuis 2000¹⁰. À noter également que ces dispositions temporaires n'ont été utilisées qu'un nombre limité de jours au cours de l'été (1 à 9 jours selon les sites), les centrales ayant pu fonctionner le reste du temps dans le cadre de leurs limites réglementaires habituelles.

Et pour la société civile

Plus globalement, l'année 2022 a été marquée dans la société par une prise de conscience généralisée des interactions entre changement climatique et ressource en eau et a amené les pouvoirs politiques locaux à réinvestir le sujet là où ils avaient pu s'en écarter compte tenu de sa technicité. En témoignent les nombreuses initiatives (par exemple, les missions parlementaires telles que celle de la commission développement durable du Sénat sur « la rarefaction de la ressource » en février 2023, la mission de l'Assemblée nationale sur la « gestion de l'eau par les activités économiques » en mars 2023..., les consultations organisées à partir de l'automne 2022 comme par exemple celle de la Région Occitanie en vue de se doter d'un plan eau régional¹¹...). Cette prise de conscience se concrétise au niveau de l'État dans le plan eau¹² annoncé par le président de la République Emmanuel Macron en mars 2023 où la mesure 33 prévoit concernant les 1 100 sous-bassins versants français que chacun « sera doté d'une instance de dialogue (CLE) et d'un projet politique de territoire organisant le partage de la ressource d'ici 2027 ».

L'eau : une ressource particulière

Une ressource naturellement variable

Le bilan dressé par le MTE en 2022 sur la ressource en eau renouvelable du pays pour la période 1990-2018¹³ montre combien la ressource en eau est variable (voir la Figure 7 page suivante).

Ce constat se retrouve évidemment dans les bassins versants accueillant des aménagements EDF, d'où le développement de moyens de mesures et d'expertise associée, y compris en outils de prévision au sein d'EDF (cf. § « L'organisation d'EDF pour intégrer les enjeux eau et changement climatique : une dynamique de progrès permanent »).

¹⁰ Nucléaire : limiter l'impact environnemental des centrales, EDF FR, <https://www.edf.fr/groupe-edf/produire-une-energie-respectueuse-du-climat/lenergie-nucleaire/nous-preparons-le-nucleaire-de-demain/la-maitrise-de-limpact-environnemental-des-centrales>

¹¹ Plan régional Eau - Région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée (laregion.fr), <https://www.laregion.fr/Plan-regional-Eau>

¹² Dossier de presse – 30 mars 2023, Plan d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau, https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/MAR2023_DP-PLAN%20EAU__BAT%20%281%29_en%20pdf%20rendu%20accessible.pdf

¹³ Évolutions de la ressource en eau renouvelable en France métropolitaine de 1990 à 2018, https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2022-07/datalab_102_ressources_en_eau_juin2022_v6.pdf

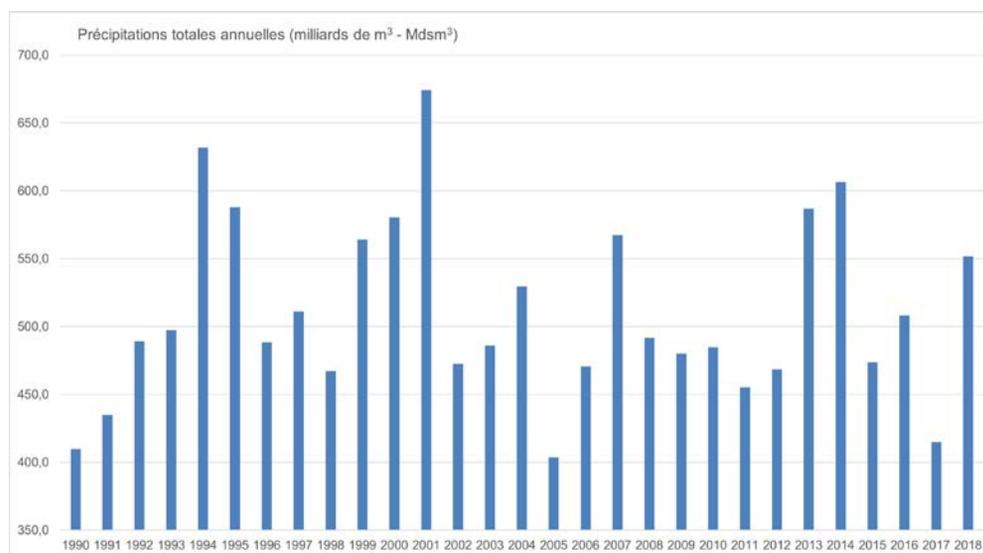


Figure 7 : Précipitations annuelles sur la France métropolitaine (source : bilan MTE 2022^a).

^a *Idem*.

Une ressource humainement influencée (multi-usages)

De par le caractère vital de l'eau, les interactions entre l'environnement, l'homme et l'eau sont nombreuses et variées.

En plus de leur vocation de production électrique, de nombreux aménagements hydroélectriques jouent un rôle clé pour d'autres usages : l'alimentation en eau potable, le soutien d'étiage lors des périodes de sécheresse, l'irrigation agricole ou encore le développement des activités de tourisme et de loisirs. Environ les deux tiers des concessions hydroélectriques exploitées par EDF servent aussi un usage autre que l'hydroélectricité.

Un des atouts des grands réservoirs hydroélectriques est de souvent se situer très en amont des bassins versants et des besoins : l'eau relâchée depuis ces grands réservoirs peut alors bénéficier à tous les usages de la vallée à l'aval.

Par ailleurs, plusieurs grands barrages sont devenus des ressources importantes pour le tourisme local : par exemple, les activités autour du lac de Serre-Ponçon représentent près de 40 % de la fréquentation estivale du département des Hautes-Alpes¹⁴.

La prise en compte du multi-usages dans la gestion des ouvrages a évidemment des conséquences sur l'exploitation hydroélectrique (cf. la Figure 8 page suivante).

La Figure 8 que vous trouverez page suivante illustre la gestion par l'hydraulicien de son « stock » non plus seulement en fonction de l'optimisation énergétique de son parc mais afin d'adapter cette gestion, par exemple pour s'assurer de constituer un stock disponible pour le soutien d'étiage à compter d'une date donnée, d'atteindre un niveau de remplissage permettant les usages nautiques sur la retenue pendant toute

la saison (alors qu'en même temps, ce stock sera éventuellement sollicité pour alimenter le soutien d'étiage à l'aval ou répondre à des besoins de production). Le multi-usages peut donc amener à :

- limiter la production au printemps pour assurer un remplissage (c'est ainsi que la chaîne de la Durance – env. 2 000 MW, soit l'équivalent d'environ deux tranches nucléaires de première génération – a très fortement réduit sa production dès la fin février en 2022 pour essayer d'atteindre la cote touristique estivale de Serre-Ponçon) ;
- produire en été en turbinant le soutien d'étiage alors qu'il n'y a pas de forts besoins énergétiques sur le réseau (désoptimisation).

À noter que dans le souci d'aider à optimiser la gestion de la ressource, EDF a développé en partenariat avec le bureau d'études Eaucéa et en collaboration avec Météo-France et la société Laétis un service d'aide à la décision à destination des maîtres d'ouvrages gestionnaires de soutien d'étiage pour faciliter la gestion publique des rivières : e-tiage¹⁵.

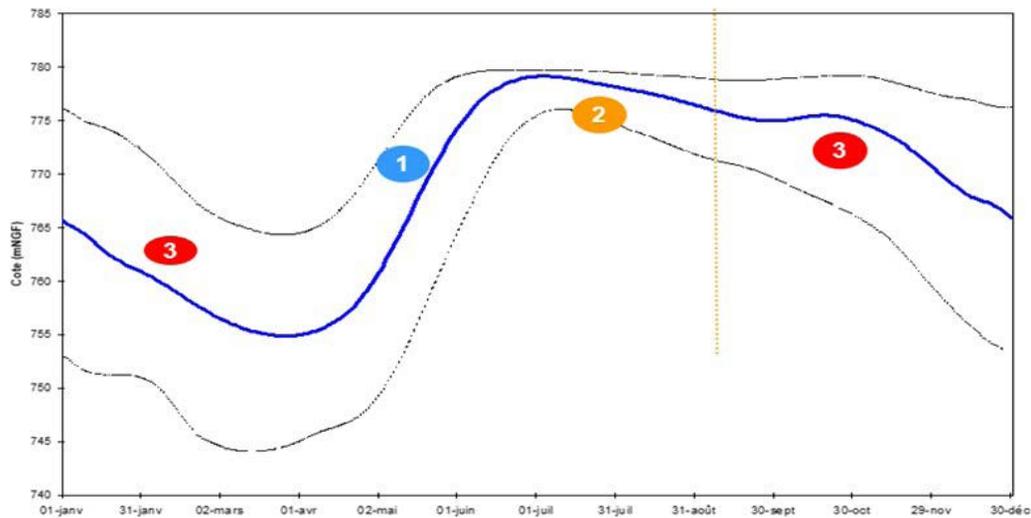
Une ressource réglementée

En France, l'eau a le statut de « bien commun » (ou *res nullius*). Son caractère vital en fait un enjeu prioritaire pour la collectivité (en cas d'arbitrage, l'alimentation en eau potable est prioritaire sur les autres usages, y compris l'environnement) suivi avec attention par les services de l'État, et de manière croissante par les collectivités et la société civile en général, dans le contexte du changement climatique.

La gestion de l'eau en France répond à trois grands principes : une gestion par bassin, une gestion concertée et une gestion décentralisée.

¹⁴ Source : Office de Tourisme de Serre-Ponçon, dossier de presse 2020, <https://www.serreponcon.com/content/uploads/2019/12/Dossier-de-Presse-Serre-Pon%a7on-2020.pdf>

¹⁵ E-tiage, le service en ligne de gestion partagée des rivières, <https://www.e-tiage.com/>



<p>1 : Phase de remplissage de la retenue :</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ reconstitution des réserves en eau potable, industrielle, agricole ; ~ atteinte d'un niveau du lac compatible avec le début de la saison touristique ; ~ « absorption » de la majorité des petites et moyennes crues ; ~ programmes de production d'énergie adaptés. 	<p>2 : Phase de sécurisation de l'alimentation en eau et de la saison touristique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ utilisation des réserves en eau potable et irrigation agricole estivale ; ~ niveau du lac compatible avec le déroulement de la saison touristique ; ~ programmes de production d'énergie réduits. 	<p>3 : Phase à vocation énergétique :</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ programmes de production d'énergie soutenus ; ~ alimentation en eau potable, industrielle, agricole.
---	---	---

Figure 8 : Schéma de la gestion des cotes et des débits pour l'ensemble des usages : l'exemple de Serre-Ponçon.

Conformément aux exigences législatives et réglementaires, en France (code de l'environnement) et en Europe (directive cadre sur l'eau), la maille pertinente et compétente de gouvernance et de gestion de l'eau est le bassin où sont votés les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) sous le pilotage des services de l'État.

La concertation se fait notamment au travers de comités de bassin qui réunissent des élus, des usagers économiques, des usagers non économiques et des services de l'État. Ces comités constituent de véritables « parlements de l'eau ». EDF siège au titre de l'Union Française de l'Électricité dans les six comités de bassin métropolitains.

Le niveau comité de bassin agrège des visions par sous-bassins versants qui peuvent eux-mêmes être couverts par des Projets de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE) ou des Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE) élaborés par les Commissions Locales de l'Eau. À date, plus de 50 % du territoire français est couvert par les SAGE¹⁶ et le plan eau national mentionné *supra* prévoit que l'ensemble de la France soit couvert d'ici 2027, soit par un SAGE, soit par un PTGE.

La gestion décentralisée se fait dans le cadre de la loi et des règlements définis au niveau national et européen (directives – en particulier la directive cadre sur l'eau, et des règlements européens).

¹⁶ Accueil - La communauté des acteurs de gestion intégrée de l'eau, Gest'eau, <https://www.gesteau.fr/>

L'État garde un rôle décisif dans la gestion de la ressource en eau, en particulier en situation de crise.

Le préfet coordonnateur de bassin, en lien avec les préfets de département, coordonne à l'échelle du bassin les actions des services de l'État dans le domaine de l'eau (Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement - DREAL, Direction Départementale des Territoires - DDT, Agence régionale de santé - ARS, Office français de la biodiversité - OFB). Il anime et coordonne la politique de l'État en matière de police et de gestion des ressources en eau et à ce titre préside les conseils d'administration des agences de l'eau. Il approuve le SDAGE préalablement adopté par le comité de bassin et valide le programme de mesures associé. La police de l'eau est assurée par le préfet de département (en lien avec le préfet de bassin). En cas de pénurie d'eau, il est compétent pour prescrire, ponctuellement et pour une période limitée, des mesures visant notamment à stocker ou déstocker l'eau. Il s'appuie à la maille des départements sur des comités de ressource en eau (parfois appelés historiquement comités sécheresse).

À noter que le code de l'environnement prévoit une hiérarchisation des priorités d'usage (art. L.211-1) avec en premier objectif : « satisfaire les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population ».

En tant que dépositaire du stock d'eau dans les lacs qu'il exploite, EDF est impliqué dans le partage de la ressource, dont il dépend au premier ordre pour son activité. Il participe tant que possible dans toutes ces instances (comité ressource en eau, commissions

locales de l'eau, comités de bassin) en tant qu'acteur public et contributeur à la gestion de l'eau, par l'apport d'expertise et la recherche de l'équilibre dans la gestion du *nexus* eau-énergie.

Une ressource et un outil industriel face au changement climatique

Les effets attendus du changement climatique sur la production

Incidences sur le parc nucléaire

Comme expliqué au début de l'article dans le § « L'interdépendance à l'eau », la production nucléaire est tributaire de la ressource en eau en premier lieu pour le refroidissement de son cycle thermodynamique, que ce soit en circuit ouvert (où la quasi-totalité de l'eau prélevée est restituée au milieu initial) ou en circuit semi fermé (qui permet de limiter les volumes d'eau prélevée mais qui sont pour environ un tiers restitués à l'environnement sous forme de panache atmosphérique dans les tours aéroréfrigérantes).

La situation hydrologique est également un paramètre qui influence la gestion des rejets d'effluents liquides ou thermiques dans le milieu aquatique. Ceux-ci font l'objet d'une réglementation très stricte et adaptée aux spécificités des sites notamment les capacités de dilution du milieu. Dans des conditions hydrologiques exceptionnelles (par exemple, les étiages ou les crues) les sites de production peuvent être amenés à stocker temporairement leurs effluents dans des baches et à se coordonner avec les gestionnaires d'ouvrages hydrauliques en amont. Les pertes de production liées au respect des limites réglementaires environnementales restent marginales à l'échelle du parc.

Depuis 2000, les pertes de production nucléaire pour raison environnementale (limites réglementaires de température d'eau ou de débit) représentent en moyenne moins de 0,3 % de la production annuelle du parc nucléaire. Son évolution est évaluée à 1,5 % d'ici 2050.

Dès les années 1990, EDF a engagé des travaux pour prendre en compte le changement climatique, renforcés avec la mise en place du plan canicule sécheresse à la suite de l'épisode caniculaire de 2003, et plus récemment avec l'élaboration de plans d'adaptation au changement climatique des principales entités concernées ou encore le lancement du projet ADAPT du parc nucléaire et thermique.

EDF développe une veille technologique très active et conduit des missions de *benchmark* avec des exploitants confrontés à des situations climatiques nettement plus sévères qu'en France. Ainsi, dans des zones telles que l'Arizona, les Émirats arabes unis ou l'Espagne, des adaptations ont été implantées dès l'origine avec des arbitrages technico-économiques, ce qui ouvre des pistes pour l'adaptation des installations françaises.

À noter que les événements climatiques extrêmes sont étudiés de longue date sous l'angle de la sûreté des installations.

Incidences sur le parc d'EDF Hydro

La variabilité naturelle de l'hydrologie, conjuguée à un changement des usages et à l'impact du changement climatique, conduit à une variation de production hydro annuelle importante allant de + 30 % (1977) à - 30 % (2022) sur la période 1960-2022 par rapport à la moyenne annuelle de cette même période (voir la Figure 9 ci-dessous).

La perte liée à l'augmentation de la température de l'air à venir est estimée à environ 0,5 TWh par décennie. À noter que ce résultat ne prend pas en compte la pression anthropique (multi-usages, réglementation, etc.). Pour les scénarios « hauts » (RCP8.5 du GIEC), cette érosion du productible hydraulique pourrait atteindre 1 TWh par décennie (soit environ 2,5 % de la production hydraulique moyenne d'EDF) accompagnée potentiellement d'une érosion de la flexibilité pour cause de soutien d'étiage.

N.B. : Cette baisse de production tendancielle est à comparer à la baisse de production engendrée par la

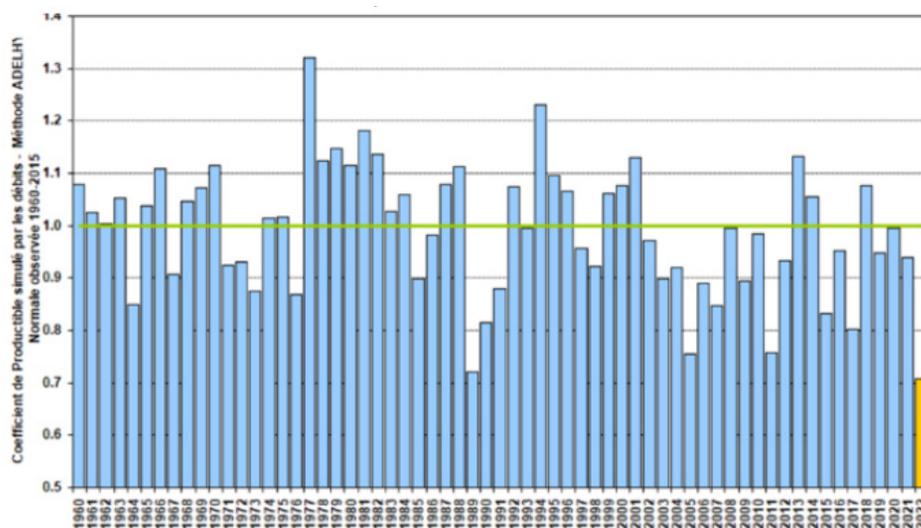


Figure 9 : Évolution du coefficient d'hydraulicité de 1960 à 2022 (moyenne = 1) traduisant la variabilité de la production hydraulique.

hausse des débits réservés¹⁷ en 2014 en application de la LEMA 2006 (incrément de perte de production estimé à environ 2 TWh annuels sur le parc EDF Hydro).

À noter que les évolutions liées au changement climatique ont été intégrées au fil du temps dans la gestion des réservoirs (par exemple en anticipant des contraintes de gestion dès le printemps), masquant bien souvent aux tiers bénéficiaires du soutien d'étiage lorsqu'il y en a, les difficultés associées à ce qui se révèle être un mécanisme d'adaptation au changement climatique.

La perte de flexibilité du parc hydraulique induite par les soutiens d'étiage (cf. § « Une ressource humainement influencée ») a fait l'objet d'un examen attentif par la mission CGEDD-CGAAER menée en 2020-2021 dans le cadre de son travail sur les « Conditions de mobilisations des retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage dans le bassin Adour-Garonne »¹⁸. La mission recommande en conclusion de préserver le potentiel de flexibilité hydroélectrique du bassin et de (recommandation n°6) « Examiner la faisabilité juridique d'une participation de l'agence de l'eau et des collectivités à des investissements dans des STEP, et plus généralement dans des ouvrages contribuant au maintien de la production hydroélectrique, en contrepartie d'un soutien à l'étiage plus important sur d'autres rivières d'un même bassin ». Nonobstant les conditions juridiques, techniques, économiques de réalisation d'ouvrages de compensation de flexibilité énergétique, le raisonnement est transposable à tous les usages et sur tous les territoires où il est envisagé de solliciter la ressource hydroélectrique en la désoptimisant.

Concernant la contribution éventuelle des ouvrages hydroélectriques à la prévention des inondations, il est important d'avoir à l'esprit que les ouvrages hydroélectriques n'ont pas été conçus pour la prévention des inondations. Techniquement, les ouvrages conçus pour une finalité énergétique ne sont pas positionnés, dimensionnés ni gérés pour lutter contre les inondations.

Un enjeu intégré dans la préparation de l'avenir

L'organisation d'EDF pour intégrer les enjeux eau et changement climatique : une dynamique de progrès permanent Une expertise d'ingénierie dédiée historique

Compte tenu du rôle de l'eau dans sa production, EDF s'est historiquement dotée d'une entité d'ingénierie interne (la Division Technique Générale, DTG) qui a développé des moyens et du savoir-faire pour assurer

l'optimisation en toute sûreté de sa production. C'est ainsi qu'EDF a développé une surveillance permanente des phénomènes météorologiques et des débits dans les cours d'eau, avec un réseau de 1 100 stations de mesure pour la surveillance et les prévisions hydrométéorologiques. Ce dispositif complémentaire à celui de Météo-France et des services hydrométriques de l'État permet de prévoir les débits et les niveaux des cours d'eau, rivières et fleuves sur lesquels sont implantés des équipements d'EDF.

Un exemple de la plus-value de cette expertise pour la gestion de l'eau est résumé dans la Figure 10 située page suivante au travers de l'exemple de plusieurs années de gestion du remplissage de la retenue de Serre-Ponçon (environ 1 milliard de m³), notamment en fonction des apports nivaux : en fonction des mesures d'enneigement et des prévisions d'apports, le lac peut être plus ou moins « creusé » en hiver par rapport au printemps au profit de la production d'énergie sans obérer la constitution du stock estival d'eau pour l'agriculture (20 % du volume utile de la retenue, soit environ 200 millions de m³) et en essayant d'atteindre une cote touristique minimale sans passer en crue en cas d'apports subits importants (orages...).

En matière de projection climatique, la DTG travaille en lien avec le service climatique d'EDF (cf. § « L'expertise de la R&D d'EDF rassemblée en un service climatique au service du groupe » ci-dessous) et avec les organismes en pointe sur le sujet de l'eau et du changement climatique (Météo-France, INRAE, BRGM, IPSL...). C'est ainsi qu'EDF apporte son expertise plus spécifique sur l'hydrologie des cours d'eau au projet Explore2¹⁹ piloté par l'INRAE et l'OiEau actuellement en cours.

Une instance de coordination de l'eau dès 2003

Comme mentionné en introduction, EDF s'est dotée d'une organisation destinée à optimiser la gestion de l'eau suite à la canicule de 2003. Depuis lors, une instance interne de coordination de l'eau est pilotée au plus haut niveau de l'entreprise et portée par EDF Hydro et associe les différents moyens de production de l'entreprise (nucléaire, thermique à flamme et hydraulique).

Outre les métiers de la production, elle s'appuie sur le réseau des représentants EDF/UFÉ dans les comités de bassin, chaque bassin ayant ses spécificités.

La gestion opérationnelle de l'eau est suivie par une instance interne (Groupe de gestion de l'eau) chargée d'assurer le suivi permanent des stocks d'eau et de permettre le partage entre les différentes contraintes de production et de gestion du multi-usages de l'eau pour tous les métiers de la production.

L'expertise de la R&D d'EDF rassemblée en un service climatique au service du Groupe

Au début des années 1990, un premier projet, en partenariat avec l'équipe du climatologue Hervé Le Treut, a été lancé à la R&D d'EDF afin de mieux comprendre

¹⁷ Débit laissé en permanence en aval d'un ouvrage transversal sur un cours d'eau au bénéfice des milieux. La LEMA (2006) a réhaussé les valeurs minimales avec une prise d'effet au 1^{er} janvier 2014 (temps nécessaire pour adapter les ouvrages). La perte de production vient du fait que ce débit n'est généralement pas turbiné.

¹⁸ Retenues hydroélectriques pour le soutien d'étiage bassin Adour-Garonne, vie-publique.fr, <https://www.vie-publique.fr/rapport/281535-retenues-hydroelectriques-pour-le-soutien-detiage-bassin-adour-garonne>

¹⁹ Explore2 - les futurs de l'eau, Le portail technique de l'OFB, <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/1244>

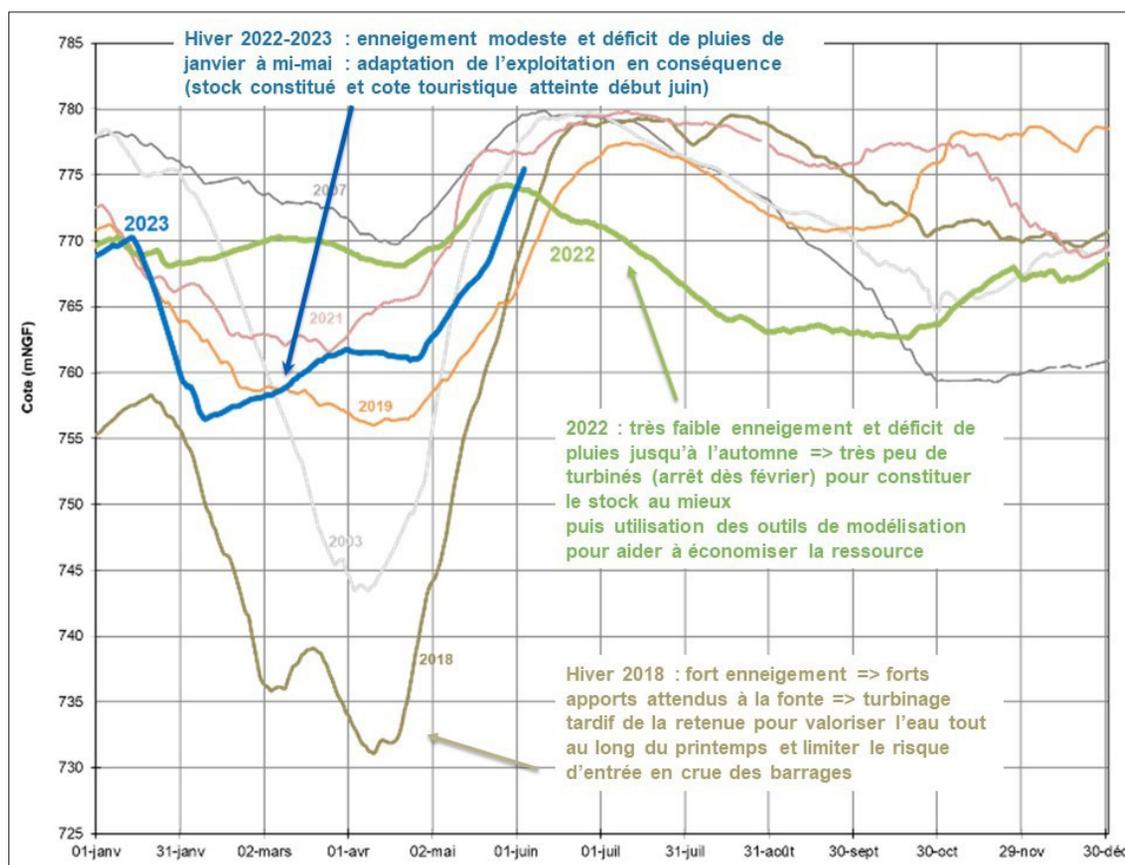


Figure 10 : Exemple sur 3 années (2018, 2022, 2023) de l'utilisation de l'expertise hydro-météorologique pour adapter la gestion de Serre-Ponçon en fonction des apports (neige, pluie) afin d'optimiser l'atteinte des objectifs énergie, agriculture, tourisme, en limitant le risque d'entrée en crue des ouvrages (source : EDF).

le climat, sa variabilité et son évolution possible en réponse aux forçages anthropiques.

Dès 1997, la question de l'impact sur le débit et la température de l'eau a été étudiée, puis la canicule de 2003 a fait prendre conscience de la nécessité de prendre en compte l'impact du changement climatique dans la gestion des installations et dans les processus.

À partir de 2004, une série de projets R&D sur les impacts du changement climatique pour EDF a été enclenchée, aboutissant en 2014 à la nécessité de créer un service climatique interne face à l'augmentation croissante du nombre de demandes d'études d'impact de la part des différentes entités du groupe.

Le service climatique repose sur trois piliers :

- des données récupérées auprès de la communauté scientifique internationale ;
- des outils et méthodes, disponibles ou développées en interne, pour extraire de ces données les informations aux échelles de temps et d'espace dont EDF a besoin ;
- de l'expertise, pour suivre l'évolution des connaissances, rester à l'état de l'art et accompagner les métiers dans l'interprétation des résultats de projections climatiques.

Le service climatique répond donc à un besoin transverse de cohérence dans la prise en compte des impacts du changement climatique et permet d'infor-

mer les plans d'adaptation des différentes entités du groupe.

Le service climatique d'EDF se positionne à l'interface entre les résultats de la communauté scientifique internationale, mis à dispositions dans le cadre des projets et initiatives internationaux qui alimentent les rapports du GIEC, et les besoins des métiers de l'entreprise. Il permet de définir une base de projections commune, de partager des méthodes pour adapter les projections climatiques aux besoins des études d'impact et d'effectuer ou d'aider les métiers à effectuer les études d'impact.

La démarche Groupe à l'égard de l'eau et du changement climatique

EDF développe une compétence interne sur les enjeux climatiques depuis la publication du premier rapport du GIEC en 1990. L'entreprise a ensuite progressivement renforcé cette compétence, puis intégré le changement climatique à l'ensemble de ses activités dont celle de producteur d'électricité.

L'anticipation étant au cœur de la stratégie d'adaptation de l'entreprise au changement climatique, la R&D d'EDF apporte ses connaissances et son expertise aux différentes entités de la production et de l'ingénierie pour :

- évaluer les impacts de l'évolution du climat sur le parc de production actuel et futur ;

- trouver des solutions pour optimiser l'utilisation des ressources naturelles dont l'eau et réduire la pression sur les écosystèmes.

Acteur majeur de la lutte contre le changement climatique et usager de l'eau, le Groupe considère qu'il est essentiel de penser la gestion de cette ressource de façon durable et intégrée. Cette conviction figure parmi les seize enjeux prioritaires de RSE du groupe EDF²⁰ qui s'est engagé à préserver et protéger cette ressource tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif.

Après la canicule de 2003, le groupe EDF s'est doté d'une coordination de la gestion de l'eau, d'un plan « Aléas climatiques » en 2004, puis d'une stratégie d'adaptation au changement climatique dès 2010. Le risque climatique est reconnu comme risque prioritaire à l'échelle du groupe EDF depuis 2018 et fait l'objet d'une démarche résilience de niveau Groupe. Cette démarche de résilience s'inscrit dans la gouvernance d'usage du Groupe, en lien avec le COMEX et le conseil d'administration.

Les risques climatiques sont désormais totalement intégrés dans la cartographie des risques Groupe et gérés selon les recommandations de la TCFD, la *Taskforce on Climate related Financial Disclosure*²¹, qui permet d'apporter une réponse aux attentes des parties prenantes externes – y compris les financeurs – et qui distingue deux types de risques :

- les risques de transition qui pèsent sur le *business model* de l'entreprise dans un contexte de transition de décarbonation des économies ;
- les risques physiques auxquels les installations peuvent être exposés en lien avec les phénomènes extrêmes, comme l'augmentation des vagues de chaleur et de sécheresse, et l'évolution chronique du climat, comme l'augmentation des températures moyennes ou du niveau de la mer.

Les entités du Groupe les plus exposées aux conséquences physiques du changement climatique doivent élaborer un plan d'adaptation, qui est validé par le comité stratégique Responsabilité Sociétale d'Entreprise (RSE) du Groupe, une des instances du comité exécutif, et être régulièrement mis à jour.

Ces entités sont définies en fonction de deux critères :

- la durée de vie des actifs (durées d'actifs de plus de 30 ans) ;
- le caractère significatif de l'impact du changement climatique sur ces activités.

Compte tenu de leurs caractéristiques, les activités nucléaires et hydrauliques font partie des entités engagées dans la démarche.

Sur l'ensemble des pays où il intervient, le groupe EDF met en œuvre une stratégie systémique d'adaptation

²⁰ RSE : Nos engagements, Groupe EDF, <https://www.edf.fr/groupe-edf/agir-en-entreprise-responsable/responsabilite-societale-dentreprise>

²¹ *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures* (TCFD), <https://www.fsb-tcf.org/>

de ses activités aux impacts du changement climatique. Les principaux engagements que le Groupe a pris dans cette démarche :

- évaluer les impacts, grâce notamment au service climatique d'EDF R&D ;
- adapter l'existant, notamment les parcs nucléaire et hydraulique existants ;
- rendre résilient le design des installations futures, notamment les projets nucléaires EPR2 en France.

Plus globalement EDF s'intéresse aux conséquences du changement climatique dans les territoires où elle est implantée, afin de mieux intégrer les enjeux climatiques dans la gestion de la crise. Le risque climatique dépasse en effet les seules installations d'EDF : des risques plus systémiques pèsent sur l'écosystème des sites, leur chaîne de valeur, le personnel, les prestataires et sous-traitants, les habitants des territoires...

La prise en compte de la disponibilité de la ressource en eau

Pour le parc thermique (classique et nucléaire)

Tout d'abord, il convient d'avoir à l'esprit que la disponibilité de la ressource en eau a été intégrée dès l'origine au choix des sites de production thermique et leur conception adaptée en conséquence, par exemple dans le choix de circuits de refroidissement ouverts ou fermés pour les centrales nucléaires (cf. § « L'interdépendance à l'eau »).

Par ailleurs, lorsque cela a été jugé nécessaire, des dispositions ont été prises pour sécuriser les débits (par exemple, organisation du soutien d'étiage de la Vienne sur laquelle est implantée la centrale nucléaire de Civaux, à partir des réservoirs amont, organisation du soutien des débits du Rhône notamment à partir du Léman...) ou pour compenser dans certains cas les volumes évaporés à partir de retenues amont (par exemple construction de la retenue de Vieux-Pré en amont de la Moselle sur laquelle est implantée la centrale nucléaire de Cattenom ou sur la Garonne, compensation de l'évaporation due à la centrale de Golfech dès lors que le débit objectif d'étiage est franchi à la baisse : le fonctionnement de la centrale est alors « neutre » vis-à-vis du cours d'eau du point de vue quantitatif).

EDF a l'ambition de poursuivre l'amélioration des performances en termes de prélèvements et de consommation d'eau des centrales existantes, et de rechercher la meilleure efficacité possible en matière d'utilisation de l'eau à l'échelle des territoires et des bassins hydrographiques.

Le Groupe travaille sur plusieurs leviers pour optimiser son utilisation d'eau et réduire la pression sur les milieux, en réduisant ses prélèvements ou sa consommation d'eau, en la réutilisant et/ou la recyclant, voire en examinant des procédés de dessalement d'eau de mer.

Actuellement, le groupe EDF s'apprête à expérimenter notamment un procédé breveté de limitation de l'évapo-

ration des tours aéroréfrigérantes par la captation des gouttes d'évaporation sur le site nucléaire du Bugey.

Cette étude sera menée sur un banc d'essais, afin de pouvoir qualifier la performance de la solution en termes de quantité et de qualité d'eau récupérée.

Concernant les projets de nouvelles centrales de type EPR2, elles sont conçues pour être résilientes au changement climatique sur toute leur durée de fonctionnement de 60 ans. Leur conception intègre donc des évaluations des aléas associés au changement climatique et notamment pour ce qui est relatif à la ressource en eau :

- au niveau d'étiage (plus basses eaux) avec la prise en compte du débit millénal avec un facteur de minoration ;
- aux températures élevées (air et eau) avec des évaluations sur la base des modèles climatiques utilisant les données des scénarios du GIEC.

Le débat avec le territoire, pour que le partage de l'eau se fasse dans la sérénité, est un des éléments déterminants dans le choix de la localisation des EPR2.

Pour EDF hydro

Le changement climatique impacte certes l'hydroélectricité (cf. § « Incidences sur le parc d'EDF Hydro ») mais dans le même temps renforce son double rôle à la fois :

- en tant : qu'énergie renouvelable bas-carbone contribuant à l'atténuation du changement climatique ; et qu'énergie dont la flexibilité facilite l'intégration des autres énergies renouvelables variables (cf. § « Le rôle d'atténuation du changement climatique ») ;
- et outil d'adaptation par ses retenues qui permettent de réduire l'impact de nombreuses sécheresses et d'assurer des soutiens de débit pour l'eau potable, les milieux aquatiques, l'agriculture...

Dans ce contexte, EDF ambitionne de développer encore la performance de l'hydroélectricité en travaillant sur :

- l'amélioration de la disponibilité et des performances des ouvrages existants afin de produire plus d'énergie avec autant d'eau ;
- les augmentations de puissance (à production inchangée) qui contribuent à améliorer la capacité de répondre aux besoins de pointe ou de flexibilité ;
- les « suréquipements » hydrauliques (réhausse de barrage, pompage complémentaire...) qui peuvent apporter du stockage d'eau supplémentaire (pour l'hydroélectricité et le multi-usages) en minimisant la création d'équipement et donc les éventuels impacts correspondants ;
- la construction de Stations de Transfert d'Energie par Pompage (STEP) qui permet d'augmenter la flexibilité sans « immobiliser » d'eau (puisque cette dernière est « recyclée » entre deux réservoirs amont et aval) ou compenser la flexibilité perdue par exemple au travers des soutiens d'étiage ;

- le développement de nouveaux ouvrages de stockage d'eau qui peuvent servir le multi-usages et l'hydroélectricité.

Conclusion

L'eau et l'énergie sont deux biens essentiels étroitement liés : la production fortement décarbonée d'EDF dépend à plus de 90 % de la ressource en eau qu'elle contribue en retour à préserver en participant à la lutte contre le changement climatique.

L'énergie est aussi un vecteur indispensable à l'utilisation de l'eau (pompage, épuration...).

EDF s'est de longue date investie dans tous les champs de l'eau : sur la connaissance du grand cycle au travers de sa R&D et de son ingénierie, sur la métrologie (avec un parc de plus de 1 000 stations de mesures), dans la gouvernance en étant présente dans les instances locales de concertation là où elle est implantée, mais aussi dans les « parlements locaux de l'eau » que sont les comités de bassin (au titre de l'Union Française de l'Électricité).

EDF Hydro a, en outre, un rôle particulier dans la mesure où les deux tiers des concessions hydroélectriques qu'elle exploite contribuent au multi-usages de l'eau (soutien d'étiage, eau potable, irrigation, tourisme...) et, par-là, à l'adaptation au changement climatique, en aidant à sécuriser la ressource en particulier pendant les étiages. Cela étant, cette mission qui mobilise de l'eau généralement l'été doit rester équilibrée avec la production d'hydroélectricité qui a un rôle indispensable dans la flexibilité et en particulier dans la couverture des besoins de pointe du réseau en été et en hiver.

L'année 2023 a vu l'émergence du plan eau national qui marque la volonté forte de préserver la ressource ainsi que les milieux qui en dépendent en promouvant en particulier la sobriété.

EDF est inscrite de longue date dans cette dynamique et a l'ambition de poursuivre l'amélioration des performances des centrales existantes en termes de prélèvements et de consommation d'eau et de rechercher la meilleure efficacité possible en matière d'utilisation de l'eau à l'échelle des territoires et des bassins hydrographiques. En matière d'hydroélectricité, EDF estime qu'il est encore possible de développer la performance de son parc (augmentation de puissance, stations de transfert d'énergie par pompage...) en le couplant, en certains cas, avec des enjeux multi-usages.