

# CLIMAT & DEBATS

## La France confrontée à une sécheresse et une crise énergétique sans précédent: quels liens?\*

Giulia VAGLIETTI<sup>1, 2\*</sup>, Anna CRETI<sup>2, 3\*</sup>

En France, les températures élevées et le manque d'eau enregistrés en 2022 ont affecté la production d'énergie hydraulique et nucléaire en imposant des limitations sur la prise d'eau nécessaire au refroidissement des réacteurs. Pour faire face à l'urgence et compenser le manque de production, l'importation d'électricité a été nécessaire. Les contraintes légales liées aux rejets thermiques ont également joué un rôle, avec des dérogations temporaires accordées pour maintenir la production nationale. L'article explore la nécessité d'adéquation des infrastructures productives afin d'adopter des stratégies de gestion intégrée, en examinant les plans gouvernementaux pour la gestion du parc nucléaire français et en mettant en avant les enjeux de la disponibilité de l'eau et des défis climatiques pour permettre un avenir énergétique plus sobre.

JEL Codes : O13; P28; Q4

<sup>1\*</sup> Université de Lorraine, Université de Strasbourg, AgroParisTech, CNRS, INRAE, BETA, Nancy

<sup>2\*</sup> Chaire Economie du Climat, Paris

<sup>3\*</sup> Université Paris Dauphine-PSL, Paris

\*Article publié dans The Conversation France

### MOTS-CLÉS

Sécheresse

Nucléaire

Adaptation énergétique

Gestion de l'eau

Durabilité

## 1. Sècheresse et énergie, le lien

L'année 2022 a été marquée par des records de canicule sans précédent en France depuis 1947, et d'un déficit pluviométrique de 25% (Meteofrance 2023). Les flammes ont ravagé plus de 72.000 hectares de forêts, dévastant la biodiversité et entraînant une chute drastique des revenus touristiques estivaux (Bizeul & Prax, 2023 ; Hove, Wursthorn, Latour, 2022). Les contraintes dues au manque d'eau ont également affecté la production nucléaire, déjà limitée par la fermeture pour maintenance de 65 % des centrales nucléaires en activité.

La France, exportateur net d'électricité depuis 40 ans, a ainsi dû l'importer d'Allemagne, d'Espagne, de Belgique et de Grande-Bretagne. 60 % des 16,5 TWh importés ont été utilisés entre juillet et septembre, quand les réserves pour alimenter les centrales hydroélectriques étaient au plus bas (Figure 1).

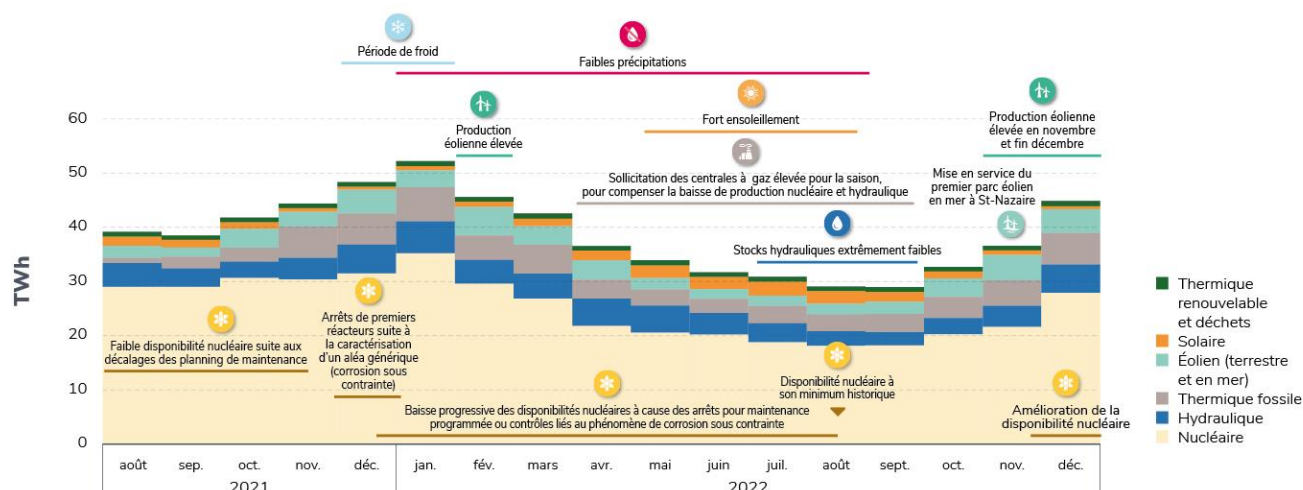


Figure 1. Evolution saisonnière de la production mensuelle d'électricité (TWh) en France par filière.

Source : RTE (2022)

L'impact de la sécheresse sur la production d'énergie nucléaire est plutôt structurel, imposant des limitations à la fois sur la prise d'eau des bassins environnants et sur le moment de leur restitution dans l'environnement : d'une part, le faible niveau d'eau et le besoin de garantir un débit minimal pour assurer la vie des écosystèmes naturels empêchent la prise des débits nécessaires pour le refroidissement des réacteurs ; d'autre part, une température plus élevée des eaux prélevées réduit l'efficacité du processus de refroidissement.

## 2. Restrictions légales

Ainsi, la puissance produite doit être potentiellement réduite pour respecter les contraintes (BRLi, 2023). Dans le cas des systèmes de refroidissement à circuit ouvert, des limitations s'ajoutent à la température des eaux restituées à l'environnement, afin de garantir la protection et la qualité écologique du fleuve récepteur.

L'écart de température maximale est défini par la directive 2006/44/CE du Parlement européen, qui prévoit toutefois que les États membres peuvent s'écarter des paramètres de la loi lors des circonstances météorologiques exceptionnelles ou dans le cas de conditions géographiques spéciales.

### **3. Coût économique et environnemental**

Au cours de l'été 2022, cette dernière stratégie a été nécessaire pour cinq centrales françaises (Bugey, Saint Alban, Tricastin, Blayais et Golfech) afin de assurer la fourniture du service sans affecter les réserves de gaz et d'eau nécessaires pour l'hiver. Tout en fonctionnant en dérogation, certains réacteurs, comme ceux de Golfech, ont malgré tout dû subir un arrêt forcé en raison des faibles débits fluviaux.

L'ensemble de ces conditions défavorables a considérablement réduit l'approvisionnement en énergie nucléaire par rapport à la moyenne des années précédentes. Bien qu'il n'y ait pas eu d'interruptions significatives de l'approvisionnement des utilisateurs, les limitations constatées ont accentué une crise d'ordre économique, faisant monter le prix de l'énergie pour inclure également une prime de risque (RTE 2022).

À cela s'ajoute le coût environnemental lié à l'utilisation excessive des centrales thermiques, entraînant une augmentation des émissions de CO<sub>2eq</sub> d'environ 3,5 Mt par rapport à 2021 risque (RTE 2022). L'hiver particulièrement sec de début 2023 a exacerbé les préoccupations pour l'été à venir (Wehrmann 2023).

### **4. Petites centrales et circuit fermé**

D'ici 2030, la nouvelle stratégie France 2030 proposée par le gouvernement français prévoit une augmentation significative de petites centrales nucléaires d'une capacité installée inférieure à 300 MW (Le Figaro & AFP, 2021). Conformément à la réglementation en vigueur, celles-ci seront obligatoirement équipées d'un système de refroidissement à circuit fermé avec tour d'évaporation (RTE 2022 b).

Ce choix reflète la nécessité d'une meilleure gestion du risque climatique : les besoins de refroidissement des centrales sont en effet proportionnels à la capacité installée, une taille plus petite garantirait donc la réduction de la consommation d'eau des centrales elles-mêmes. De plus, les petites installations sont généralement de conception plus simple et répondent à des contraintes techniques moins importantes, ce qui facilite l'identification de zones appropriées pour leur implantation et leur distribution sur le territoire national. Mais, à très court terme, que peut faire la France pour gérer l'urgence énergétique dans un climat de plus en plus chaud et sec?

## **5. Nécessaire rénovation du parc**

En suivant l'exemple de l'Espagne voisine, qui compte sur le nucléaire pour plus d'un cinquième de sa production d'électricité malgré un climat beaucoup plus aride, la France devra probablement faire davantage appel aux dérogations accordées par la directive 2006/44/CE sur la température maximale autorisée pour les eaux de rejet.

Cette solution ne minimiserait toutefois que les pertes d'efficacité dues aux vagues de chaleur et non celles dues à une pénurie de ressources en eau. Dans ce dernier cas, il sera nécessaire de procéder à une rénovation de la partie du parc nucléaire qui repose actuellement sur des systèmes de refroidissement à cycle ouvert (qui tendent à prélever plus d'eau), en se dotant des systèmes de refroidissement hybrides avec une tour supplémentaire avant le rejet des eaux dans l'environnement.

C'est précisément le cas de la centrale espagnole d'Ascó qui a été la première au monde à suivre ce type de reconversion après sa mise en service en 1986, afin de mieux faire face aux périodes de faible débit de la rivière Èbre et d'éviter le rejet d'eaux trop chaudes.

## **6. Accélération du nucléaire**

Ces réflexions s'inscrivent dans le contexte du projet de loi relatif à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, Ministère de la Transition énergétique, 2023; Ministère de la Transition énergétique, 2023).

Développé sur 3 axes, il est fondé sur la réduction de la consommation d'énergie par la sobriété et l'efficacité énergétique, l'accélération des énergies renouvelables afin de garantir une électricité abordable et décarbonée et la relance du programme nucléaire.

Cette relance prévoit la construction de 6 nouveaux réacteurs pressurisé européen (EPR2, chacun d'une puissance électrique générée de 1 670 MW) en 25 ans avec un investissement de 51,7 milliards, ainsi que la prolongation des réacteurs en service - la durée de vie utile des réacteurs existants au moment c'est d'environ de 40 ans, mais ils atteindront une moyenne d'âge de 45 ans en 2030. Un choix critiqué par les opposants au nucléaire, qui soulignent la détérioration déjà existante du parc, alors que le texte ne modifie ni le processus d'autorisation environnementale ni le niveau d'appréciation du cadre de sûreté (CBS News AFP, 2023).

## 7. L'énergie, 51 % des prélèvements en eau

Cette situation montre la nécessité d'un plan de gestion intégré qui prenne en compte les synergies complexes entre l'environnement, le système énergétique et la disponibilité saisonnière et à long terme des ressources en eau. Un enjeu qui concerne aussi la production hydroélectrique.

Lors de sa présentation du nouveau « plan eau » qui prévoit 10 % d'économie dans tous les secteurs, le 3 mars 2023 (Élysée 2023), Emmanuel Macron a annoncé un programme d'investissements pour réaliser des économies dans le secteur énergétique, notamment en faisant passer les centrales en circuit fermé.

Avec le nucléaire et l'hydroélectricité, l'énergie représente 51 % des prélèvements et 12 % de la consommation (Élysée 2023); et des 4,1 milliards de m<sup>3</sup> d'eau prélevés chaque année en France, le refroidissement des centrales constitue le 3<sup>e</sup> consommateur (12 %) après l'agriculture (58 %) et l'eau potable (26 %) (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2023).

## 8. Changements de débits à anticiper

Ainsi, bien que la France ne connaisse pas actuellement de déficit chronique mais seulement saisonnier, l'efficacité en matière d'usage de l'eau pour la production d'énergie reste une priorité pour lutter contre le changement climatique. Cette stratégie requiert aussi une planification locale des ressources, notamment du rythme des barrages, pour répondre aux enjeux du climat (Élysée 2023) – mais en accord avec les différents usages d'eau prédominants dans chaque territoire.

CNPE ASSOCIEE AU TRONÇON	CONTRAINTES HYDRAULIQUES (ENJEU DE SURETE)	REFROIDISSEMENT EN CIRCUIT OUVERT	FREQUENCE DE CONDITIONS [Q ;T] LIMITES	DIMINUTION DE LA PRODUCTION THEORIQUE PAR RAPPORT A LA SITUATION DE REFERENCE (%) (*)
<b>BUGEY</b> (1 820 MW CIRCUIT OUVERT ; 1 760 MW CIRCUIT FERME)	Oui (150 m <sup>3</sup> /s)	Oui (2 tranches)	Diminution la plus marquée sous l'effet du changement climatique (Prod à Pmax passe de 97% du temps en ref à 83% du temps pour la projection la + pessimiste)	Annuel : -4% [-2%;-5%] Août ; -19% [-11% ;-27%] (tranches ouvertes)  0% (tranches fermées)
<b>SAINT ALBAN</b> (2 600 MW)	Non	Oui	Fréquence la plus élevée des 3 CNPE en circuit ouvert (96% à Pmax en ref)	Annuel : -3% [-1% ;-5%] Août :-17% [-9% ;-25%]
<b>TRICASTIN</b> (3 600 MW)	Non	Oui	Fréquence la plus faible des 3 CNPE refroidies en circuit ouvert (99% à Pmax en ref)	Annuel : -2% [-1% ;-3%] Août ; -13% [-6% ;-22%]
<b>CRUAS</b> (3 600 MW)	Non	Non	-	0% (tranches fermées)

(\*) Evolutions essentiellement liées à l'évolution des températures de l'eau

Table 1. Projection des baisses de production électrique sous l'effet du changement climatique. Source:

BRLi (2023) CC BY-NC-ND

Des études à l'échelle du bassin hydrologique seront essentielles pour anticiper les débits fluviaux et leur évolution à long terme : une première étude est en cours sur le bassin du Rhône (BRLi, 2023) où est générée ¼ de la production électrique nationale (nucléaire et hydroélectrique). En ce qui concerne la production nucléaire, le changement de débit du fleuve pourrait forcer à une réduction de puissance théorique, qui pourrait aller jusqu'à 20 %-25 % en saison estivale (Table 1).

## **9. Fin de l'abondance**

La production annuelle d'hydroélectricité estimée, qui dans le bassin s'élève à plus de 17 000 GWh et couvre 3,4 % de la demande nationale, serait en revanche globalement stable. Avec des écarts saisonniers marqués par une tendance à la hausse des débits disponibles pour la production d'hydroélectricité en automne, mais à la baisse entre juillet et octobre.

Ces analyses ne concernent que le Rhône, qui est caractérisé pour des installations au fil de l'eau, et ne prennent pas en compte ses affluents. Aussi, que ce soit pour l'hydroélectricité ou pour le nucléaire, ils ne considèrent pas l'évolution de la demande en électricité à laquelle l'offre répond.

La planification intégrée à long terme et saisonnière entre secteurs serait donc la seule solution pour un futur durable. C'est véritablement « la fin de l'abondance », comme le disait Macron en août 2022.

## REFERENCES

Bizeul & Prax, 2023. Incendies en Gironde : l'inquiétude en Gironde après l'absence de mesures pour lutter contre le feu. Article en ligne, Franceinfo. [Link](#)

BRLi, 2023, *Étude de l'hydrologie du fleuve Rhône sous changement climatique*. [Link](#)

CBS News & AFP 2023. Crack in French nuclear reactor pipe highlights maintenance issues for state-run EDF's aging plants. 8 Mars 2023. [Link](#)

Élysée 2023. Discours du Président de la République. 30 mars 2023. [Link](#)

Hove, Wursthorn, Latour, 2022. Incendies en Gironde : quelles sont les conséquences pour l'environnement et le tourisme ? Article en ligne, France 2. [Link](#)

Le Figaro & AFP (2021). Nucléaire : Macron annonce un investissement d'un milliard d'euros d'ici à 2030.

Le Figaro Economie. 12 Oct 2021 [Link](#)

Meteofrance 2023. 2022, année la plus chaude en France. Article en ligne. [Link](#)

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, Ministère de la Transition énergétique, 2023. Examen du projet de loi sur l'accélération du nucléaire au Sénat. [Link](#)

Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, 2023. L'eau en France : ressource et utilisation – Synthèse des connaissances en 2022. [Link](#)

Ministère de la Transition énergétique, 2023. Projet de loi relatif à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes. [Link](#)

RTE 2022. Bilan électrique 2022. [Link](#)

RTE 2022b. Futurs énergétiques 2050. [Link](#)

[Wehrmann, B.](#) 2023. "Catastrophic" winter drought in France bodes ill for Europe's power production in 2023. Clean Energy Wire, 01 Mar 2023. [Link](#)

# CLIMAT & DEBATS

## DERNIERES PARUTIONS

Transaction behaviours of actors on the European carbon market - A focus on auctions **N° 2022-06**  
Marie RAUDE

Insight on the impact on energy security of different climate change pathways in the EU **N° 2022-05**  
Matteo Le HERISSE

Toward an EU Gas-Purchasing Cartel **N° 2022-04**  
Peter CRAMTON, François LEVÊQUE, Axel OCKENFELS, Stevens STOFT

How should we value improvements in our health? **N° 2022-03**  
Daniel HERRERA-ARAUJO

Electricity distribution systems in Europe : An overview of contemporary regulatory challenges **N° 2022-02**  
Pedro H. PERICO E. SANTOS, Olivier MASSOL

Les risques de rendements en agriculture Française : une analyse du lien entre fertilisation azotée et assurance récolte **N° 2022-01**  
Edith KOUAKOU, Marielle BRUNETTE, Philippe DELACOTE, Richard KOENIG

**Directeurs de Publications : Climat & Debats :**  
Marc Baudry, Philippe Delacote, Olivier Massol

Les opinions exprimées dans ces documents par les auteurs nommés sont uniquement la responsabilité de ces auteurs. Ils assument l'entière responsabilité de toute erreur ou omission.  
*The views expressed in these documents by named authors are solely the responsibility of those authors. They assume full responsibility for any errors or omissions.*

La Chaire Économie du Climat est une initiative de l'Université Paris Dauphine, de la CDC, de Total et d'EDF, sous l'égide de la Fondation Institut Europlace de Finance  
*The Climate Economics Chair is a joint initiative by Paris-Dauphine University, CDC, TOTAL and EDF, under the aegis of the European Institute of Finance.*