



Le barrage du Cornet de Roselend (Source : Photo de la Coccinelle issue du site Unsplash).

Le réseau de transport d'électricité face au changement climatique

La transition vers un monde bas carbone et les conséquences du changement climatique vont augmenter la sensibilité du secteur électrique au climat et à sa variabilité. Par conséquent, la prise en compte du changement climatique est une priorité dans les études prospectives. Cette approche doit être systématique, collaborative et impliquer tous les acteurs pour transformer les défis en opportunités et parvenir à un monde plus durable.

Laurent Dubus

Expert Emérite Météo & Climat, RTE ;
fondateur et directeur non-exécutif, WEMC

Le changement climatique n'est pas une hypothèse

Comme mentionné récemment par le programme européen Copernicus ¹ de surveillance de la Terre, l'été 2022 a été le plus chaud jamais enregistré en Europe. Selon Météo-France ², juin-juillet-

août 2022 est le deuxième été le plus chaud observé en France depuis au moins 1900 avec un écart de +2,3 °C par rapport à la moyenne 1991-2020 (derrière 2003, avec une anomalie de température de +2,7 °C). En France, l'année 2022 est la plus chaude jamais enregistrée, avec une température moyenne de 14,5 °C, loin devant 2020 qui détenait le précédent record.

Ces situations de fortes chaleurs s'accompagnent d'autres effets aggravants, dont les sécheresses hydrologiques et

agricoles, et les feux de forêt, qui ont particulièrement touché notre pays ces derniers mois. Toujours selon Météo-France, les fortes chaleurs sont devenues plus fréquentes depuis ces dernières années : huit des dix années les plus chaudes depuis le début du XX^e siècle sont postérieures à 2010. Et 2022 pourrait devenir la norme d'ici une vingtaine d'années.

Cet exemple n'est qu'un parmi de nombreux événements climatiques intenses voire extrêmes qui ont frappé notre

¹ www.climate.copernicus.eu

² <https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers/actualites/changement-climatique-lete-2022-et-ses-extremes-meteorologiques>

pays et de nombreux autres dans les dernières décennies, et dont le nombre et/ou la fréquence ont singulièrement augmenté.

Le sixième rapport du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC ou IPCC³ en anglais) [1] n'a fait que confirmer les rapports précédents sur la réalité du changement climatique, dû aux émissions humaines dites « émissions anthropiques » de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, essentiellement par utilisation de combustibles fossiles – charbon, gaz et pétrole.

Le système électrique est sensible au climat

RTE est le gestionnaire du réseau de transport d'électricité français. En sa qualité d'entreprise assurant une mission de service public, RTE assure l'exploitation, la maintenance et le développement du réseau à haute et très haute tension et garantit le bon fonctionnement et la sûreté du système électrique.

Celui-ci est dépendant des conditions météorologiques à toutes les échelles de temps [2]. La température de l'air et des rivières, les précipitations, le vent, l'ensoleillement, entre autres facteurs, ont en effet des impacts sur la consommation et la production d'électricité, mais aussi sur le fonctionnement du système électrique lui-même. Cette dépendance du secteur électrique en général, et du réseau de transport en particulier, va s'accroître dans les décennies à venir ; d'une part, le changement climatique modifie les relations existantes entre les paramètres environnementaux et les variables énergétiques ; d'autre part, l'accroissement de la part des énergies renouvelables dans le mix de production va le rendre plus sensible aux variations climatiques.

“ En sa qualité d'entreprise assurant une mission de service public, RTE assure l'exploitation, la maintenance et le développement du réseau à haute et très haute tension et garantit le bon fonctionnement et la sûreté du système électrique. ”

RTE étudie depuis de nombreuses années les impacts du climat et de ses changements à venir, sur ses deux principales activités opérationnelles que sont la gestion de l'équilibre entre l'offre et la demande (EOD – équilibre offre/demande) et la gestion des actifs du réseau de transport lui-même, c'est-à-dire essentiellement les liaisons aériennes et souterraines et les postes électriques.

Toutes les composantes du système électrique sont sensibles au climat et à ses variations, du court terme au long terme.

La consommation d'électricité en France est très sensible à la température d'une part et d'autre part à la couverture nuageuse qui influe sur le besoin d'éclairage dans les bâtiments, et leur chauffage naturel par le rayonnement solaire en l'absence de nuages. La dépendance à la température est prédominante, en raison de la forte proportion de chauffage électrique dans notre pays. Pour une baisse d'un degré de température extérieure en hiver à la pointe de consommation de 19h, la puissance consommée en France augmente environ de 2200 à 2400 MW, soit la production moyenne de deux réacteurs nucléaires.

La production d'énergie éolienne est bien entendu directement dépendante du vent, de même que le rayonnement solaire influe sur la production des panneaux solaires photovoltaïques. Pour ces derniers, la température et le vent ont également un impact sur la pro-

duction, en particulier en été, puisque des températures élevées et des vents faibles font augmenter la température à la surface des panneaux, et réduisent leur rendement (la perte de rendement est généralement estimée à -0.4 % par degré supplémentaire au-delà de 25°C de température ambiante).

La production hydro-électrique dépend fortement du cycle hydrologique, lui-même déterminé par plusieurs paramètres dont les précipitations (liquides et neigeuses) et la température (via notamment l'évaporation des lacs et cours d'eau à écoulement lent).

L'efficacité du processus de refroidissement des centrales nucléaires à partir de l'eau des rivières mais aussi de la mer, est altérée en cas de températures élevées et/ou de débits faibles pour celles en bord de fleuve. Il faut noter que ces baisses de capacité de refroidissement ne sont pas d'ordre technique, mais plutôt dictées par des contraintes réglementaires visant à assurer des conditions environnementales satisfaisantes aux écosystèmes, et des débits suffisants pour les autres usages de l'eau.

Les conditions météorologiques influent bien évidemment aussi sur le fonctionnement du réseau de transport (et du réseau de distribution). Les matériels et les installations sont soumis aux variations de température, d'humidité... et aux événements extrêmes qui entraînent la fatigue des matériels voire leur endommagement en cas d'événements extrêmes. Il est donc important

3 www.ipcc.ch

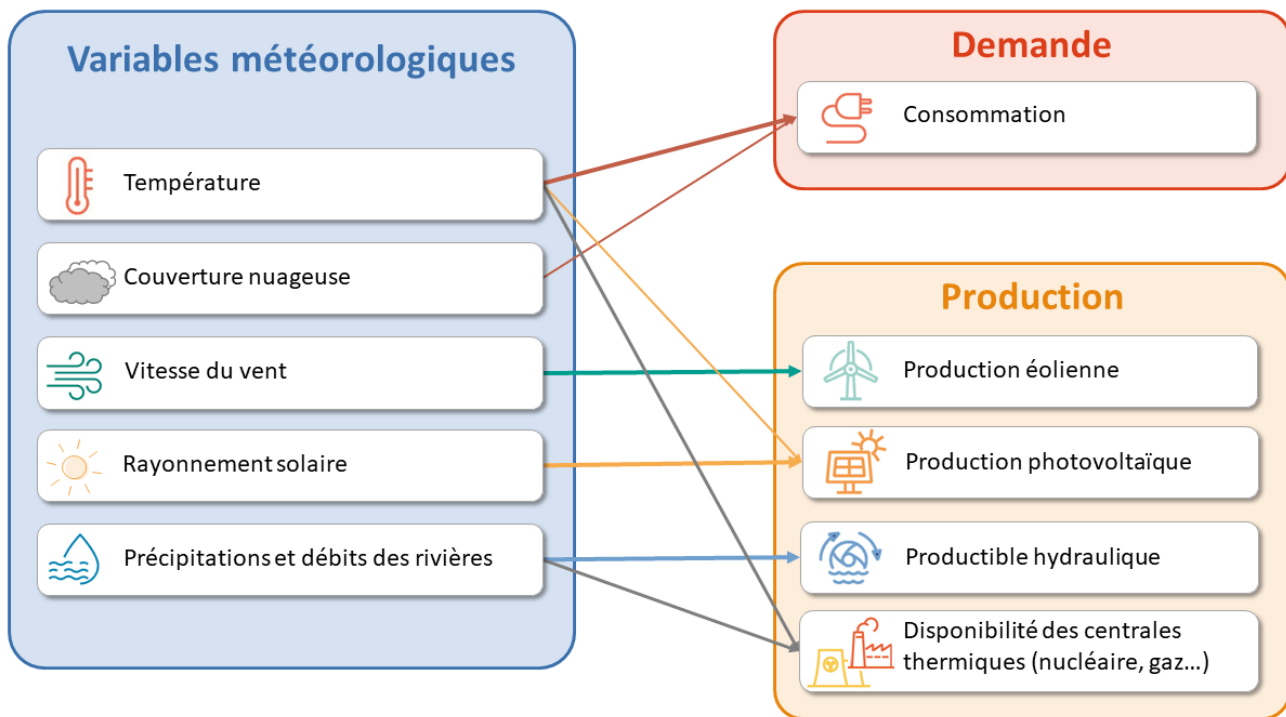


Figure 1 : Transformation des données climatiques en données en énergie pour les simulations du système électrique (Source RTE).

de connaître les plages de variations des paramètres météorologiques en climat actuel, mais aussi en climat futur, afin de pouvoir réhabiliter si besoin les anciens équipements, et de bien dimensionner les nouveaux pour les rendre résilients aux évolutions à venir des paramètres climatiques, et leur permettre de remplir leur fonction malgré des conditions météorologiques éventuellement plus contraignantes.

Pour assurer ses missions, RTE doit donc prendre en compte les variations météorologiques au jour le jour, mais aussi ce qu'elles deviendront dans le futur, sous l'effet du changement climatique.

L'approche de RTE pour la prise en compte du changement climatique

RTE utilise des projections climatiques, établies par Météo-France, qui consistent en trois ensembles de 200 années climatiques simulées, représentatives respectivement :

- du climat autour des années 2000 ;
- du climat autour des années 2050 selon un scénario d'émissions intermédiaires RCP4.5⁴ ;
- du climat autour des années 2050 selon un scénario d'émissions fortes RCP8.5.

Ces scénarios climatiques ont été simulés avec le modèle ARPEGE-Climat⁵ de Météo France, et fournissent les valeurs de température de l'air, de précipitations, de rayonnement solaire et de vitesse du vent à 10 m et 100 m, sur

⁴ Les "Representative Concentration Pathways" sont des trajectoires représentatives des émissions de gaz à effet de serre définies pour les travaux du GIEC, le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat. Pour en savoir plus, consulter par exemple cette fiche de l'ONERC : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Fiche_scenarios_evolution_GES_GIEC.pdf

⁵ ARPEGE-Climat est le modèle de circulation générale de l'atmosphère, utilisé dans les simulations du système Terre de Météo-France. <https://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article124>

toute l'Europe, à une résolution de 20 x 20 km² (soit 37 000 points sur tout le domaine), et ceci à une résolution temporelle horaire, indispensable pour les modèles de simulation de fonctionnement du système électrique. En effet, l'outil de simulation ANTARES⁶ de RTE simule l'équilibre offre-demande sur l'ensemble du système électrique français et européen pour les 8760 points horaires de chaque année climatique simulée. Il permet d'analyser les performances économiques, l'impact environnemental et la sécurité d'approvisionnement des systèmes énergétiques, ainsi que la contribution de leurs composants (unité de production, interconnexion, stockage, etc.) à ces trois axes.

Les données climatiques sont ensuite utilisées pour calculer les chroniques temporelles de données en énergie nécessaires aux études, ainsi que le montre la figure 1.

⁶ <https://antares-simulator.org/>

Le scénario RCP4.5 est considéré comme référence dans les études RTE ; les émissions correspondantes sont très au-dessus de la limite à ne pas dépasser pour respecter les objectifs de l'accord de Paris. C'est pourtant plus ou moins la trajectoire que suivent les émissions mondiales actuellement. Le scénario RCP8.5, plus pessimiste est lui utilisé en complément, notamment dans des « *stress-tests* » afin d'explorer les effets potentiels d'un climat extrême, en particulier en matière de température.

Changement climatique, équilibre offre-demande et sécurité d'approvisionnement

RTE utilise depuis plusieurs années les scénarios climatiques de Météo-France présentés plus haut dans ses études prospectives, qu'il s'agisse des Bilans Prévisionnels à Moyen Terme (sur les 10 prochaines années) ou l'étude Futurs Énergétiques 2050 [3]. Cette dernière, publiée début 2022, présente une analyse approfondie de six scénarios de mix électrique en France et en Europe, dans l'optique de l'atteinte des objectifs de décarbonation à l'horizon 2050. Le fonctionnement du système électrique européen a été simulé pour chacun de ces scénarios de mix, et les 200 années de chacune des trois bases climatiques. Celles-ci permettent de prendre en compte d'une part l'effet du changement climatique entre la période actuelle et 2050, par comparaison des résultats des simulations avec le climat 2000 et celles avec le climat 2050 et d'autre part la sensibilité des résultats en climat futur 2050 par comparaison des résultats des simulations obtenus avec les deux scénarios du GIEC.

Etant donné la sensibilité des systèmes électriques français et européen aux canicules, aux vagues de froid, aux sécheresses ou encore à l'absence de vent, la prise en compte des situations extrêmes dans les simulations est très importante. Avec chacune des 200 années, les bases climatiques utilisées permettent donc

“ Etant donné la sensibilité des systèmes électriques français et européen aux canicules, aux vagues de froid, aux sécheresses ou encore à l'absence de vent, la prise en compte des situations extrêmes dans les simulations est très importante. ”

d'envisager un grand nombre de situations météorologiques, et notamment de réaliser des études spécifiques au cours desquelles certaines situations extrêmes ont été analysées en détails.

On rappelle ci-dessous les principaux enseignements de l'étude, le lecteur intéressé pourra se rapporter au chapitre 8 disponible en ligne ⁷.

- L'augmentation de la température rend le système moins dépendant aux vagues de froid intenses, qui seront plus rares et moins longues, même si de telles situations pourront toujours se produire ; il en résulte une baisse globale de la consommation pour le chauffage en hiver. En parallèle, cette augmentation de la température en été entraînera une croissance de la demande pour les besoins de froid et de climatisation.
- Les projections climatiques ne montrent pas de tendance importante sur le vent et le rayonnement solaire, et donc sur les facteurs de charge ⁸ éolien et solaire. Les faibles variations constatées ne sont pas significatives, et sont en tout cas d'un ordre de grandeur inférieur à la variabilité interannuelle (naturelle) observée sur ces productions. Les incertitudes sur l'éolien et le solaire sont donc plutôt liées aux

évolutions technologiques, et aux taux réels de déploiement de ces énergies.

- L'augmentation des températures et la baisse des précipitations moyennes entraînent une diminution du productible hydraulique en moyenne sur l'année, de relativement faible amplitude ; cette dernière masque toutefois une disparité saisonnière, avec une augmentation des apports aux centrales hydrauliques en période humide, de décembre à mai, et une diminution de plus forte amplitude en période sèche, de juin à novembre. Il faut toutefois noter que les projections sur les précipitations sont entachées de fortes incertitudes.

- Enfin, les centrales nucléaires pourraient voir leur disponibilité diminuer, à cause de l'augmentation de la température des rivières, et/ou de leur baisse de débits. Les centrales doivent en effet respecter une réglementation propre à chaque cours d'eau, visant à garantir un débit minimum pour les autres usages, et à contenir l'échauffement de l'eau entre l'amont et l'aval de la centrale dans des limites compatibles avec la vie aquatique et les écosystèmes.

L'étude montre ainsi l'importance de la prise en compte des effets du changement climatique dans la prospective, en visant la bonne représentation d'un grand nombre de situations météorologiques. Les études de « stress tests » montrent en particulier que la France sera moins sensible aux vagues de froid extrêmes en janvier et février (le risque majeur pour la sécurité d'approvisionnement aujourd'hui), car elles seront globalement

⁷ https://assets.rte-france.com/prod/public/2022-06/FE2050%20Rapport%20complet_8.pdf

⁸ Le facteur de charge d'une installation de production, ou d'un parc complet, est le rapport entre la production réelle et la capacité installée, qui varie donc entre 0 (production nulle) et 1 (production à pleine puissance)

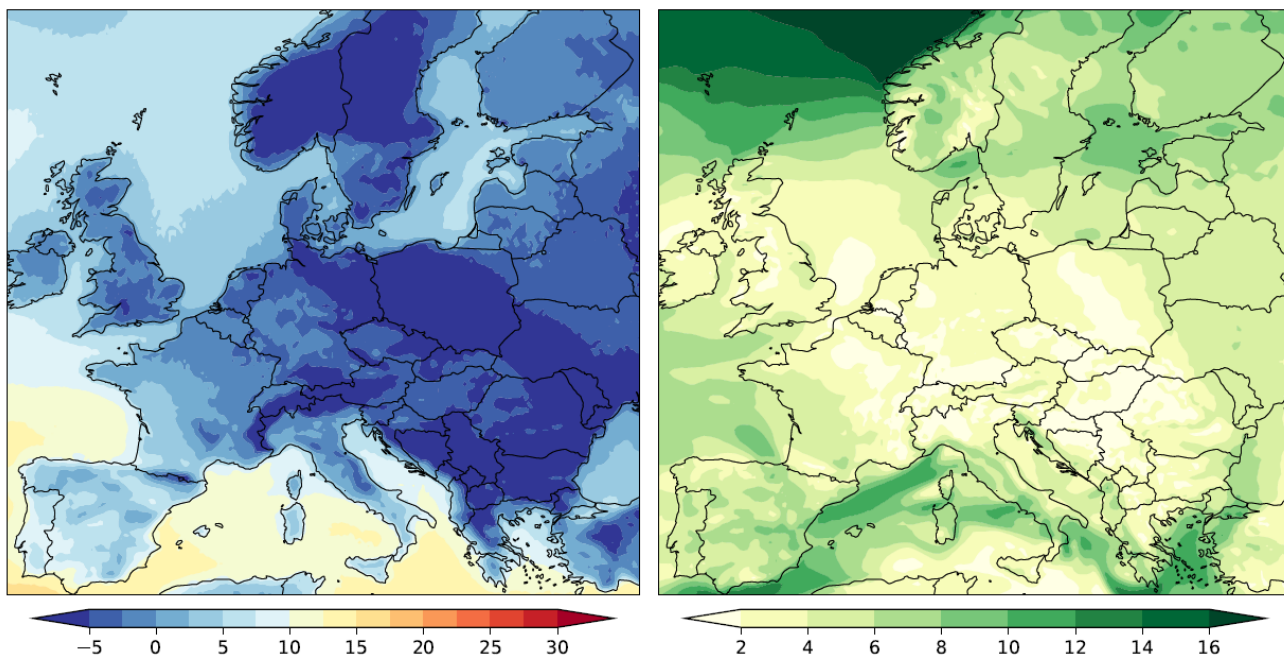


Figure 2 : Exemple de journée présentant un risque sur la sécurité d’approvisionnement en 2050, en raison de températures froides sur une grande partie de l’Europe et de l’absence de vent (Source RTE).

●●● moins fréquentes et moins intenses. Cependant, la sécurité d’approvisionnement sera davantage soumise aux aléas conjoints combinant température froide et absence de vent et ce sur une période plus étendue, de novembre à mars (un exemple de cartes de température et de vent sur une telle journée est présenté sur la figure 2). Ces risques seront bien entendus renforcés en cas de stress hydrique réduisant la capacité de production hydro-électrique.

La nature des périodes de risque évoluera donc sous le double effet du changement climatique lui-même, et de la nature du mix électrique.

Impacts du changement climatique sur les infrastructures et résilience du réseau

La maintenance et le développement du réseau de transport doivent bien évidemment se faire en considérant le climat auquel seront soumis les actifs, liaisons aériennes, liaisons souterraines et postes électriques. Ces ouvrages sont destinés à durer plusieurs décennies, jusqu’à 80 ans pour les lignes aériennes. Il est donc impératif d’avoir une bonne connaissance

“ La maintenance et le développement du réseau de transport doivent bien évidemment se faire en considérant le climat auquel seront soumis les actifs, liaisons aériennes, liaisons souterraines et postes électriques. ”

des comportements de ces matériels en fonction des conditions climatiques, de s’interroger sur la bonne adéquation de leurs prescriptions techniques au climat futur, et les faire évoluer si besoin afin que les nouvelles infrastructures soient d’emblée robustes au changement climatique.

Une cartographie des risques liés au climat a été réalisée il y a quelques années (figure 3). Elle a permis de caractériser ces risques en fonction de leur portée géographique. Compte tenu de la diminution observée et attendue du nombre et de l’intensité des vagues de froid d’une part, et du programme dit de sécurisation mécanique réalisé après les tempêtes de 1999 pour rendre le réseau robuste aux tempêtes extrêmes, les travaux les

plus récents se sont attachés à traiter les risques de canicule et d’inondations par débordement ou montée du niveau de la mer, au sein d’un projet « RESILIENCE ».

Ce projet a exploité les bases climatiques de Météo-France, en retenant comme scénario central le RCP4.5, mais en regardant aussi le scénario RCP8.5, plus extrême notamment en température.

Le risque canicule a ainsi été évalué pour les liaisons aériennes et souterraines, ainsi que pour les postes électriques. Les résultats, bien que non finalisés, ont déjà permis de montrer que les canicules, y compris en climat futur, ne devraient pas avoir d’impacts significatifs sur les liaisons souterraines, en raison d’une part de l’inertie thermique du sol qui ralentit

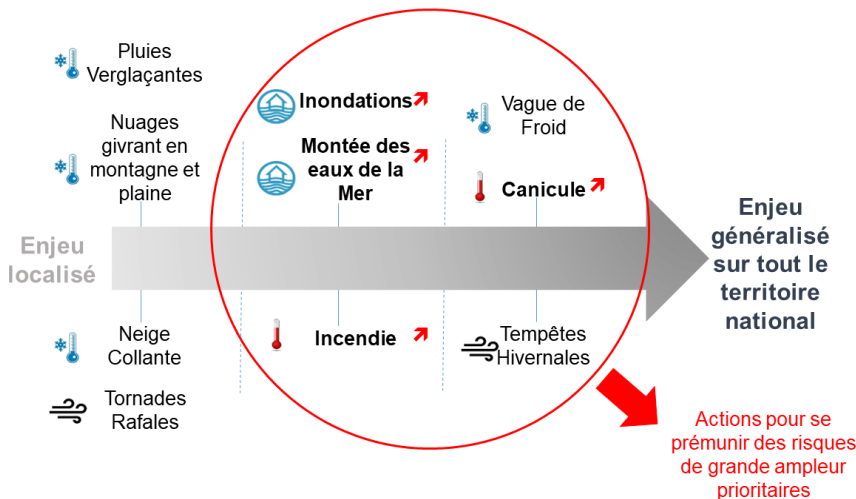


Figure 3 : Classification des risques climatiques auxquels est soumis le réseau RTE (Source RTE).

la pénétration en profondeur des fortes chaleurs, et de marges dans le dimensionnement thermique, d'autre part. Les modèles de propagation de la température de l'air dans le sol sont toutefois anciens, et ne prennent pas bien en compte la nature du sol et son taux d'humidité. Cette question est complexe et nécessite des travaux de recherche complémentaires qui seront menés prochainement. Les canicules peuvent en revanche avoir un impact sur les liaisons aériennes, en réduisant leur capacité de transit.

Le risque inondations est étudié via une collaboration avec la Caisse Centrale de Réassurance⁹ (CCR) qui a réalisé des simulations avec les différentes bases climatiques en entrée de ses modèles hydrologiques, pour caractériser les inondations actuelles et futures par crues de débordement et de ruissellement et la submersion marine due à la hausse du niveau de la mer. Les modèles de la CCR permettent ainsi de caractériser pour différentes périodes de retour (ici, de 20, 50, 100 et 200 ans), les niveaux d'eau des rivières et de la mer, les débits des rivières et autres paramètres, et de les croiser avec la cartographie du patrimoine RTE, pour établir une classification de sévérité des risques auxquels sont soumis les postes électriques et les pylônes

RTE. Ces résultats sont toujours en cours d'analyse, et viendront alimenter les études que RTE mène actuellement dans le cadre du prochain Schéma Décennal de Développement du Réseau, qui sera publié en 2024. La figure 4 présente un exemple de ces travaux, avec la carte des niveaux d'eau pour un aléa de période de retour de 20 ans en climat actuel sur le site de Trans en Provence.

La comparaison entre les événements historiques subis par les ouvrages d'une

part, et les modélisations à climat actuel et climats futurs d'autre part devraient permettre de mieux appréhender l'évolution des risques avec le changement climatique et de définir les adaptations à mettre en place en conséquence, à la fois pour les ouvrages existants et pour les ouvrages futurs, tout en recherchant l'optimum technico-économique.

Vers une intégration plus efficace du changement climatique dans la prospective

L'électrification est une des solutions pour décarboner nos sociétés. Toutefois, le changement climatique lui-même et la croissance de la part des moyens de production renouvelables vont accroître la dépendance au climat du système électrique, et donc du réseau de transport. La prise en compte du changement climatique est donc primordiale pour toutes les études prospectives de sécurité d'approvisionnement et de développement de réseau.

La communauté scientifique et les producteurs de données climatiques sont aujourd'hui en mesure de fournir de

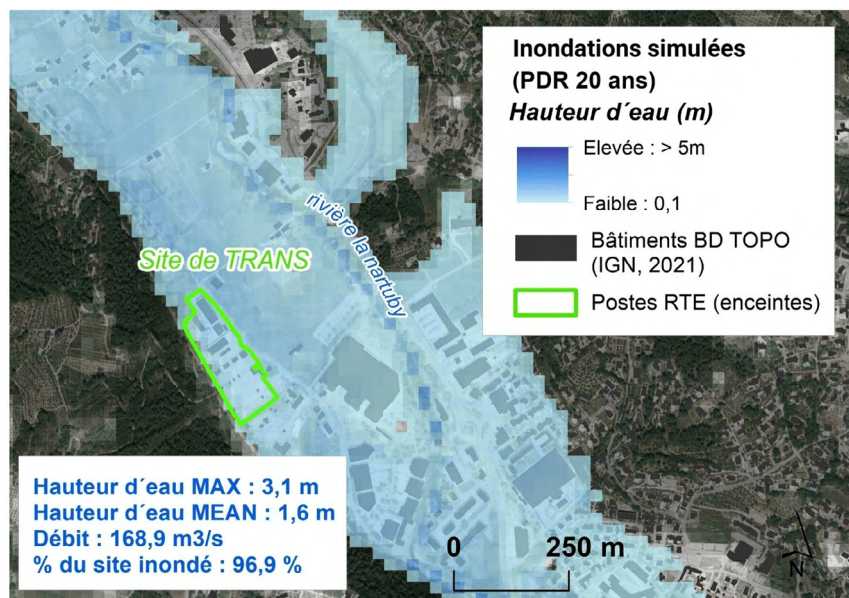


Figure 4 : Carte des hauteurs d'eau de l'aléa vingtennal en climat actuel pour le site de Trans en Provence, qui a été inondé en 2010 (Source CCR & RTE).

9 www.ccr.fr

●●● grandes quantités d'informations de qualité pour réaliser ces études. Le développement des services climatiques, en France et en Europe, notamment via le programme Copernicus permet aujourd'hui de disposer facilement d'un suivi régulier et précis du climat actuel, et de fournir des scénarios d'évolution pour le futur ; ces services orientés vers les utilisateurs sont construits pour en faciliter l'appropriation par les différents acteurs économiques et institutionnels. Pour autant, il reste beaucoup de chemin à parcourir pour assurer une meilleure prise en compte des évolutions climatiques à venir dans l'ensemble du secteur de l'énergie.

Les sciences du climat sont complexes et nécessitent un dialogue approfondi avec les utilisateurs, pour assurer leur déclinaison efficace dans les études, mais aussi pour que les scientifiques comprennent bien les besoins et les contraintes des industriels. Il y a donc besoin d'une interface efficace entre producteurs et utilisateurs des données ; cette interface peut être assurée par les services de R&D des entreprises, ou par des sociétés spécialisées. L'intérêt d'une R&D interne est cependant évident car elle a une meilleure connaissance des besoins.

Parmi les défis actuels, on peut citer des questions liées aux extrêmes conjoints de type canicule/sécheresses/feux de forêt, ou encore vague de froid/absence de vent, qui seront de plus en plus des événements à fort impact sur les systèmes électriques. L'amélioration de la représentation des extrêmes en climat futur est également importante, car elle impacte les études de sécurité d'approvisionnement et les études de dimensionnement ; les techniques d'intelligence artificielle, de plus en plus répandues en science du climat, permettent par exemple de générer des extrêmes en grand nombre à partir d'un nombre restreint de simulations de modèles climatiques. Un sujet majeur touche aux impacts du changement climatique sur le cycle de l'eau et donc sur la production

électrique. Cette question va bien au-delà des précipitations et des débits des cours d'eau, puisqu'elle touche aussi aux modifications de la couverture végétale des sols, de leur utilisation pour différents usages, questions qui nécessitent d'élargir le dialogue à d'autres communautés de recherche. Ce qui plaide pour une ouverture à des études pluridisciplinaires.

Par ailleurs, l'état des connaissances sur le climat évolue régulièrement, et les bases de données s'enrichissent continûment. Par exemple, il est aujourd'hui possible de considérer de nombreux modèles climatiques et non pas un seul, ce qui est particulièrement important quand on s'intéresse à des échelles de temps longues. Les approches « multi-modèles » permettent en effet d'échantillonner convenablement les incertitudes liées aux modèles climatiques eux-mêmes. Ces progrès posent toutefois des défis d'utilisation des données, que seule la collaboration entre producteurs et utilisateurs permettra de résoudre ; celle-ci doit s'accompagner d'une recherche de convergence et de rationalité a minima sur les données climatiques entre les utilisateurs.

En effet, au sein du secteur électrique lui-même, l'hétérogénéité des approches entre les différents acteurs pose question dès lors qu'il s'agit de faire converger des objectifs de long terme. Comment comparer des résultats d'études réalisées avec des hypothèses climatiques différentes, en particulier quand certaines sont encore réalisées en utilisant des données du passé comme climat possible pour le futur ? Si RTE utilise des projections climatiques dans tous ses exercices prospectifs, d'autres gestionnaires de réseaux de transport, y compris des membres d'ENTSO-E¹⁰, utilisent toujours des données du passé. Un travail important est cependant en cours

10 ENTSO-E, pour European Network of Transmission System Operators for Electricity, est l'association européenne de gestionnaires de réseaux de transport.

L'auteur

Laurent Dubus est chercheur senior, expert émérite sur les applications météo et climat chez RTE, le gestionnaire du réseau de



transport d'électricité français. Il travaille sur la prospective à long terme du système électrique, la résilience au changement climatique mais aussi sur les prévisions des énergies renouvelables du court terme aux échelles saisonnières. Il est également co-fondateur et directeur non exécutif du World Energy & Meteorology Council.

Ses compétences et expériences vont de la modélisation du système climatique, aux prévisions météorologiques et climatiques, la gestion des systèmes électriques et la conception et le développement de services climatiques. Ses activités sont dédiées à l'amélioration et à l'intégration d'informations météorologiques et climatiques pertinentes pour la planification du secteur de l'énergie, la gestion des risques et les activités opérationnelles, afin de faciliter la transition énergétique.

Il est titulaire d'un diplôme d'ingénieur en environnement marin de l'Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées et d'un doctorat en océanographie physique de l'Université de Bretagne Occidentale.

à ENTSO-E, en collaboration avec le service climatique Copernicus, pour faire évoluer la base climatique de référence des études européennes ; ce travail permettra prochainement de disposer d'une base de référence sur le climat à l'état de l'art et en *open source*. Elle prendra en compte le changement climatique et

inclura différents modèles climatiques et plusieurs scénarios d'émissions de gaz à effet de serre [4]. L'objectif à terme serait que, a minima, tous les gestionnaires de réseaux de transport utilisent la même base climatique et les indicateurs en énergie qui en découlent, dans leurs travaux prospectifs.

Il existe également un fort besoin d'harmonisation des pratiques, des hypothèses et des normes concernant les matériels. Ceux-ci devraient dès maintenant prendre en compte, dès leur phase de conception, les futurs climats possibles ; la normalisation peut aider en ce sens,

en incitant les fournisseurs à adopter les meilleures pratiques.

Vu la diversité des approches actuelles, le chemin à parcourir vers une intégration efficace et coordonnée du changement climatique dans les études prospectives est donc encore long. Les éléments nécessaires pour y arriver sont toutefois bien présents ; les fondements scientifiques sont bien établis ; les services climatiques qui permettent de les transmettre efficacement de manière opérationnelle aux secteurs applicatifs sont bien développés ; et une dynamique a été enclenchée par différents acteurs dont RTE et Elia qui prennent

déjà en compte le changement climatique dans leurs études de long terme. ENTSO-E y travaille activement avec le développement de sa nouvelle base climatique, et on peut espérer que, dans les prochaines années, l'ensemble des gestionnaires de réseaux de transport, et de tout le secteur, s'aligneront sur ces pratiques. Il en va de la résilience du système électrique de demain, qui jouera un rôle majeur dans la transition énergétique.

L'auteur remercie tous ses collègues ayant participé à ces travaux, en particulier Bénédicte Jourdié et Catherine Le-long, pilote du projet RESILIENCE. ■

Références

- [1] IPCC, 'Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen', Cambridge University Press, no. In Press, p. 3949, 2021.
- [2] WMO, 'WMO best practices for integrated weather & climate services in support of net zero energy transition', WMO-No. 1312, 2023.
- [3] RTE, 2022: Futurs Énergétiques 2050. Disponible en ligne : <https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques#Lesdocuments>.
- [4] L. Dubus et al., 'Towards a future-proof climate database for European energy system studies', Environmental Research Letters, vol. 17, no. 12, p. 121001, Nov. 2022, doi: 10.1088/1748-9326/ACA1D3.

Résumé

Le secteur électrique est exposé à la variabilité météorologique et climatique à toutes les échelles de temps, avec des impacts sur la consommation, la production, le transport et la distribution d'électricité. Cette dépendance va croître en raison du changement climatique et de la croissance des moyens de productions renouvelables, éolien, solaire et hydraulique. Les études prospectives sur les mix électriques, la sécurité d'approvisionnement et le dimensionnement du réseau de transport doivent donc prendre en compte le changement climatique et ne plus se baser sur des données du passé. En utilisant des projections climatiques fournies par Météo-France, RTE étudie les effets du changement climatique à l'horizon 2050 sur la consommation et la production d'énergie, ainsi que sur la résilience du réseau. La prospective nécessite une approche homogène à l'échelle européenne, a minima pour la définition des bases climatiques, en lien avec les objectifs de décarbonation de l'Union européenne. Des travaux en cours au niveau d'ENTSO-E, en partie pilotés par RTE, visent à atteindre cet objectif. ■

Abstract

The electricity sector is exposed to meteorological and climatic variability at all time scales, with impacts on consumption, production and transmission and distribution of electricity. This dependence will increase due to climate change and the growth of renewable means of production, wind, solar and hydropower. Prospective studies on the electricity mix, the security of supply and the sizing of the transmission network must therefore take climate change into account and no longer be based on data from the past. By using climate projections provided by Météo-France, RTE is studying the effects of climate change by 2050 on energy consumption and production, as well as on the resilience of the network. Foresight requires a homogeneous approach on a European scale, at least for the definition of the climate bases, in connection with the decarbonization objectives of the European Union. Ongoing work at ENTSO-E, partly led by RTE, aims to achieve this objective. ■