



SOCIÉTÉ

ÉCOLOGIE

Marianne

MENU



Emmanuel Macron s'est félicité de l'inauguration d'un parc éolien en mer au large de Saint Nazaire.
EPA/MAXPPP

Article abonné

Énergie

M Éolien et solaire : pourquoi les intégrer au réseau électrique n'est pas si facile

Par Louis Nadau

Publié le 30/09/2022 à 11:45



Il ne suffit pas de planter une éolienne pour produire de l'électricité verte. Si le débat autour de l'énergie se focalise souvent sur la façon de produire de l'électricité et la composition de notre mix, l'intégration des renouvelables au réseau électrique est une dimension largement ignorée du grand public. Pourtant, les défis ne manquent pas en la matière.

« C'est le début du chemin, une première étape vers le développement

massif des énergies renouvelables. » Ce jeudi 22 septembre, tandis que le président vogue au large de Saint-Nazaire, l'Élysée se félicite de l'inauguration d'un parc éolien en mer de 80 éoliennes d'une puissance nominale de 480 mégawatts (MW). Sur ce fameux « *chemin* », certaines embûches sont déjà bien connues, entre refus des populations locales, occupation de la surface, production à l'étranger et intermittence. Il en est pourtant une qui, quoiqu'envisagée de longue date par les experts de la question énergétique, est pratiquement absente du débat : l'adaptation du réseau électrique à cette nouvelle manière de produire de l'électricité. « *Le débat public sur le secteur électrique porte largement sur les sources de production, mais sa réalité opérationnelle est de constituer une industrie de réseau : toutes les sources de production et les sites de consommation y sont connectés en permanence, avec une exigence d'équilibre instantané qui n'existe dans aucune autre industrie*, rappelle RTE, le gestionnaire du réseau électrique français, dans le rapport de référence *Futurs énergétiques 2050*. Ainsi, toute nouvelle installation de production, de stockage ou de consommation implique un raccordement et éventuellement une adaptation du réseau. »

VARIABILITÉ

Pour bien cerner l'ampleur du problème, un rappel sur certains grands principes de fonctionnement dudit réseau ne semble pas inutile. En 2021, les sources d'énergie renouvelables ont assuré 24 % de la production électrique (hydraulique, éolien, solaire, bioénergies), le nucléaire 69 %, et les combustibles fossiles 7 %. Dans l'immense majorité des cas, cette électricité – qui se déplace dans un fil à environ 200 000 km par seconde – est produite en direct : allumer une lampe signifie qu'à l'autre bout de la prise, une unité de production tourne au même instant.

Soit, mais pourquoi ne pas stocker de l'électricité ? D'une part, la technologie des batteries n'est pas assez performante pour le faire à grande échelle. D'autre part... nous le faisons déjà, mais indirectement. En France, les Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP) sont des barrages d'un genre bien particulier : ils convertissent la surproduction d'électricité en réserve d'énergie en pompant de l'eau. Inversement, ils utilisent l'énergie mécanique de cette eau pour entraîner une turbine et produire de l'électricité. Tout à fait maîtrisée, cette

technique limitée par des contraintes géographiques est déjà pratiquement exploitée au maximum de son potentiel aujourd'hui. Du fait de ces limites, l'objectif fondamental de la gestion électrique est donc de maintenir un équilibre constant entre production et consommation, laquelle est anticipée très finement grâce aux données historiques et à des modèles de prévision.

A LIRE AUSSI : Électricité : quel est le plan si le courant vient à manquer cet hiver ?

La mesure de la stabilité du réseau, c'est la fréquence de rotation synchronisée des turbo-alternateurs dans toutes les centrales électriques de France et d'Europe, fixée par convention à 50 Hertz. Si cette fréquence baisse légèrement, les appareils électriques branchés au réseau peuvent mal fonctionner. Si elle baisse beaucoup, par exemple en cas de défaillance de plusieurs centrales en même temps, certains appareils peuvent être endommagés, de sorte que les centrales électriques se déconnectent automatiquement du réseau pour éviter la casse. C'est le black-out. Pour éviter cette situation, le réseau électrique français – interconnecté au réseau européen – peut compter sur différentes réserves, à commencer par l'énergie cinétique produite par la rotation des turbo-alternateurs, l'utilisation d'une marge de production supplémentaire prévue dans des centrales nucléaires et la mise en route de moyens de production fossiles pilotables.

Autrement dit, la variabilité des énergies renouvelables, qui oscille entre 0 et 100 % de leurs capacités selon la météo, n'est pas seulement un problème d'efficacité d'un moyen de production, mais un enjeu pour la pérennité de l'ensemble du réseau électrique. **Dans un rapport de janvier 2021**, « Conditions et prérequis en matière de faisabilité technique pour un système électrique avec une forte proportion d'énergies renouvelables à l'horizon 2050 », RTE et l'International energy agency identifient à ce titre un axe important de développement : *« Notamment en raison des caractéristiques météorologiques locales et de la faible taille des unités de production éolienne et solaire, prévoir avec précision leur production, même avec un préavis de quelques heures, présente une difficulté spécifique, écrivent les experts. (...) Des efforts sont donc nécessaires pour améliorer l'observabilité en temps réel de la production renouvelable. »*

FOISONNEMENT

L'éolien et le photovoltaïque représentent donc un défi intrinsèque pour la stabilité du réseau : non seulement l'intermittence ne permet pas d'être certain qu'une unité de production suffira en elle-même à compenser une éventuelle défaillance, mais l'absence d'un rotor synchronisé au reste du réseau à 50 Hertz – puisque l'éolienne tourne à la vitesse du vent – prive le réseau de la réserve d'énergie issue de l'inertie des alternateurs. Notons toutefois que ce défaut peut être compensé par des solutions techniques (les « compensateurs synchrones »), mais que ces dernières ne sont pas encore à pleine maturité.

Dans notre mix actuel, ces inconvénients sont minimes, parce que le nucléaire sert de base pilotable fixe avec une forte inertie, tandis que les renouvelables et les fossiles représentent la part variable permettant des ajustements à court terme. Avec un mix incluant une part beaucoup plus importante de renouvelables intermittents, la donne est très différente et demande de grandes adaptations du réseau pour pallier cette incertitude. Pour compenser sur la variabilité de la production électrique renouvelable, nous misons en effet sur le « foisonnement », c'est-à-dire sur l'idée qu'il y aura toujours du vent quelque part. Agréger la production électrique sur une plus grande zone géographique permet de lisser les variations de puissance fournie.

À LIRE AUSSI: "Jamais aucune ambiguïté" sur la prolongation du parc nucléaire ? Élisabeth Borne victime d'amnésie

Oui mais voilà : même à l'échelle européenne, cela ne suffit pas. Gardons en tête qu'une baisse de 10 % de la vitesse du vent entraîne une réduction de 30 % de la production d'électricité d'une éolienne, et que le GIEC envisage une baisse de 6 à 8 % de la vitesse du vent sur le continent d'ici 2050, comme le rappelait récemment *Les Échos*. Une des solutions pour compenser le fait que les éoliennes ne tournent pas partout à plein régime en permanence serait de surdimensionner le parc renouvelable. Le raisonnement est enfantin : deux éoliennes qui tournent à 40 % de leur facteur de charge produisent plus d'électricité qu'une seule éolienne tournant à la même vitesse. Idéalement, les surproductions momentanées pourraient être employées par des secteurs n'ayant pas besoin d'électricité en permanence. On parle alors de « flexibilité de la

besoin d'électricité en permanence. On parle alors de « flexibilité de la

demande ». Exemple concret, déjà existant : les chauffe-eau qui se mettent en route la nuit.

DOUBLER LA CADENCE

On le devine : l'étalement des moyens de production renouvelables et le besoin de flexibilité qui les accompagne requièrent des infrastructures beaucoup plus nombreuses – et donc une surface au sol occupée beaucoup plus grande. *« Dans le cas d'une évolution vers un système à haute part en énergies renouvelables, les évolutions de structures à apporter au réseau sont majeures, écrit RTE dans son rapport Futurs énergétiques 2050 : nouveaux axes traversant nord-sud mais également est-ouest, renforcement des interconnexions, raccordement de grands parcs en mer (posés ou flottants). Dans le même temps, les investissements nécessaires pour renouveler les infrastructures les plus anciennes (lignes construites dans les années 1950 et 1960) continueront de croître. »*

Concrètement, il s'agit de passer d'un réseau « centralisé », où l'électricité s'écoule dans un seul sens de grands points de production dans des « autoroutes » (le réseau dit « de transport », géré par RTE) jusqu'aux compteurs électriques (le réseau dit « de distribution », aux mains d'opérateurs comme Enedis), à un réseau beaucoup plus diffus et étendu, demandant un maillage plus dense et une bidirectionnalité afin de répondre aux besoins de flexibilité.

À LIRE AUSSI : *Marché unique européen de l'électricité : un grand bienfait... sauf pour les consommateurs*

Selon les différents scénarios de transition établis par le gestionnaire de réseau, la longueur des réseaux de transport varie ainsi d'un peu plus de 110 000 kilomètres (contre 106 000 aujourd'hui) dans la projection incluant le moins d'énergies renouvelables à un peu moins de 140 000 kilomètres dans le scénario 100 % renouvelables. Pour donner un ordre de grandeur, cette différence représente une longueur de câble équivalente à 0,75 fois la circonférence de la Terre. Tout cela a bien sûr un coût : *« Les besoins d'investissement dans le réseau de distribution seront ainsi plus importants dans les scénarios avec une part importante d'énergies renouvelables (...) », explique RTE.*

Débat des lecteurs

40 en ligne

Doit-on investir massivement dans les énergies renouvelables ?

Oui

Non

81 votes - [Voir le résultat](#)

Ci Vik

NON

Mais bien sûr, encore des milliards en pure perte dans des moulins à vent qui coûtent une fortune, hachent menu les oiseaux, défigurent le paysage et ...[Lire plus →](#)

Dans les scénarios M (allant de 0 à 13 % de nucléaire dans le mix) et N1 (74 % d'ENR, 26 % de nucléaire), « *le rythme du schéma décennal de développement du réseau doit être plus que doublé* ». Sur la seule période 2021-2035, les investissements nécessaires sont estimés à 61 milliards d'euros pour « *intégrer la production variable et non pilotable, accueillir une demande d'électricité croissante et l'électrification des usages d'adaptations du réseau public de transport selon les scénarios et accompagner de nouvelles formes de consommation* ». Vaste programme.



Par Louis Nadau

PLUS DE SOCIÉTÉ**L'affaire du dimanche****À l'Ille sur Têt, un cycliste découpé en morceaux, une veuve mythomane et une énigme criminelle**

Martin Mollet le 02/10/2022

**Sous l'eau****M Bientôt, avec un peu de chance, vous aurez chacun votre petit sous-marin**

Nicolas Carreau le 02/10/2022



Sport

M Lebœuf, Corbière, Buffet... Ils boycotteront (ou pas) le Mondial de foot au Qatar

Anthony Cortes , Hadrien Mathoux , Soazig Quéméner et Vladimir de Gmeline
le 01/10/2022



C'est déjà arrivé

M Séisme, massacre... Le 19 septembre et le 24 août, ces dates maudites

Yovan Simovic le 01/10/2022



Brèves

M Macron reviendrait à 55 ans, Hollande n'irait pas au Qatar : le bêtisier de la semaine

Marianne le 01/10/2022



Religion hexagonale

M Deux ans après les annonces de Macron, où en est l'islam de France ?

Rachel Binhas le 01/10/2022



DÉCOUVREZ LE NUMÉRO DE LA SEMAINE

N°1333 - DU 29 SEPTEMBRE AU 6 OCTOBRE



[LIRE LE MAGAZINE](#)

LES ARTICLES LES PLUS LUS

1. **Christophe Trivalle, gériatre : "Non, Elizabeth II n'est pas 'morte de vieillesse' !"**
2. **Une fillette voilée pour promouvoir l'éducation : la Commission européenne plaide "l'erreur"**
3. **Macron reviendrait à 55 ans, Hollande n'irait pas au Qatar : le bêtisier de la semaine**
4. **Vers une nouvelle hausse de l'immigration en France en 2022**
5. **Dettes, mauvais choix, changement d'ère : qui a tué Camaïeu ?**

Débat des lecteurs

40 en ligne

Doit-on investir massivement dans les énergies renouvelables ?

81 votes - Voir le résultat

[Sujets - voir le résultat](#)

Ci Vik

NON

Mais bien sûr, encore des milliards en pure perte dans des moulins à vent qui coûtent une fortune, hachent menu les oiseaux, défigurent le paysage et ...**Lire plus** →

“ LE GOÛT DE LA VÉRITÉ N'EMPÊCHE PAS DE PRENDRE PARTI ”

ALBERT CAMUS

POLITIQUE ▼

SOCIÉTÉ ▼

ÉCONOMIE ▼

MONDE ▼

AGORA ▼

CULTURE ▼

ART DE VIVRE ▼

NEWSLETTERS

ARCHIVES ▼

LE MAGAZINE



[Déposer vos annonces légales](#)

[Voir nos annonces légales](#)

NOS RÉSEAUX SOCIAUX



[Facebook](#)



[Twitter](#)

[Foire aux questions](#)

[Mentions légales](#)

[Données personnelles et cookies](#)

[Gérer mes cookies](#)

[CGU et CGV](#)

[Formulaire de rétractation](#)

[Postuler à un stage](#)

[Flux RSS](#)

