UN MIX ÉLECTRIQUE 100% RENOUVELABLE ?

ANALYSES ET OPTIMISATION

CE SITE PRÉSENTE UN RÉSUMÉ EN 6 POINTS DES ENSEIGNEMENTS DE CETTE ÉTUDE MENÉE PAR L'ADEME :

L'étude prospective « scénarisation et exploration qui vous est présentée a pour objectif de **mieux comprendre les clés de fonctionnement d'un système électrique 100% renouvelable en France métropolitaine.** Sur le réseau électrique, la production d'électricité et la consommation doivent s'équiliser à chaque instant. Or les énergies renouvelables comme le photovoltaïque ou l'éolien produisent au gré de la météo. **Alimenter la mix électrique français avec 100% d'EnR est-il possible ?**

Les analyses s'appuient sur un modèle permettant de déterminer les parcs renouvelables optimaux région par région et de vérifier heure par heure que l'équilibre entre la production et la demande peut être réalisé. L'horizon d'un tel mix électrique serait probablement très éloigné (post-2050) et l'étude ne s'intéresse pas à la trajectoire temporelle d'évolution du système électrique actuel. Plusieurs scénarios prospectifs ont donc été construits et optimisés, de manière à balayer un champ des possibles.

Que retenir de cette étude ?

- Que plusieurs mix électriques semblent techniquement possibles pour atteindre 6h ou 100% de renouvelables, en satisfaisant la demande chaque heure de l'année.
- Qu'un tel mix 100% renouvelable nécessiterait des adaptations très importantes du système électrique, mais que son coût global serait vraisemblablement du même ordre de grandeur qu'un mix 40% renouvelable.

100% DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Décryptage.

LA COMBINAISON DES TECHNOLOGIES EST ESSENTIELLE

L'étude identifie plusieurs mix électriques 100% renouvelables possibles. Ils nécessitent tous des adaptations importantes du système de production-soit complémentaires. La répartition géographique des sources de production est optimale : plus de soleil-dans le sud,

53% DE LA CAPACITÉ DE PRODUCTION D'ORIGINE SOLAIRE TERRESTRE

Parc installé

France Métropolitaine

Energie produite	
40 GW	Eolien terrestre
20 GW	Eolien en mer
73 GW	Solaire
20 GW	Hydraulique
4 GW	Biomasse
1 GW	Geothermie
8 GW	Energies marines renouvelables
38 GW	Stockage

Pour déterminer un mix électrique pour 2050, il est nécessaire de s'appuyer sur quelques hypothèses pour bouquetter l'existe sur marge d'incertitude. En fonction de ces hypothèses, les mix électriques obtenus sont sensiblement très différents. La matrice « non-sont présentées » donnent en plus de scénario central : 16 le coût de développement du réseau électrique plus contraignant, le mix électrique se recentre autour des lieux de consommation.

Scenario central | Coût du réseau élevé | **Acceptabilité modérée** | Technologies émergentes accessibles

France Métropolitaine

Energie produite	
48 GW	Eolien terrestre
25 GW	Eolien en mer
90 GW	Solaire
20 GW	Hydraulique
4 GW	Biomasse
1 GW	Geothermie
8 GW	Energies marines renouvelables
40 GW	Stockage

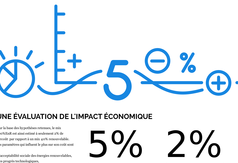
Si les technologies émergentes (énergies marines notamment) n'entrent en leur propres technologies et en grande important sur leurs coûts, ces dernières pourront prendre une place plus importante dans un mix électrique 100% renouvelable.

Si le coût de développement du réseau devient plus contraignant, le mix électrique se recentre autour des lieux de consommation.

UN SYSTÈME ÉLECTRIQUE INTELLIGENT ET FLEXIBLE

Dans le mix 100% EnR, la grande majorité de la production d'électricité est assurée par des éoliennes et des panneaux photovoltaïques. Ces sources ne sont pas pilotables. Elles ne peuvent pas ajuster leur production à la demande. Or, **l'électricité ne se stocke pas**. Il faut donc que la production et la demande soient en équilibre à chaque instant. Or les énergies renouvelables ne sont pas flexibles et ne sont flexibles de temps en temps. Il existe des moyens de rendre le système électrique de la demande plus souple, mais ils ne suffisent pas à eux seuls à ce que les échanges soient équilibrés. Dans le modélisation, le surcoût de l'électricité 100% renouvelable est compensé par des sources d'électricité renouvelable produite en France.

Flexibilité journalière | Flexibilité à long terme



Cet graphe vous présente la journée du 1 juin. La première crue représente la production renouvelable et la demande.

Le stockage journalier permet de déplacer une partie de la production renouvelable vers la demande. En dernier lieu, le stockage/déstockage journalier permet de ajuster au mieux la demande et la production disponible. Le stockage journalier ne suffit pas à ajuster la production à la demande. En dernier ieu, le stockage/déstockage journalier permet de ajuster au mieux la demande et la production disponible. Le stockage journalier ne suffit pas à ajuster la production à la demande. En dernier ieu, le stockage/déstockage journalier permet de ajuster au mieux la demande et la production disponible. Le stockage journalier ne suffit pas suffisante pour satisfaire la demande. En ultimit ainsi l'équilibre.

UN MIX ÉLECTRIQUE ROBUSTE AUX ALÉAS MÉTÉOROLOGIQUES

Le mix a été testé sur 2 années de température, d'ensoleillement et de vent

Une journée sans vent - 28 février

Le vent souffle peu sur cette journée. On constate que la courbe de demande (pointée) est concentrée sur les heures de midi, ou la production solaire est importante. Les moyens de stockage sont fortement sollicités. On observe un solde globalement exportateur sur cette journée : le système électrique ira jusu bassin de pouvoir dans énergie des pays voisins malgré la pénurie de vent.

Données à ajouter

-10 GW	Stockage	-10 GW	Déstockage	+10 GW	Eolien terrestre
-10 GW	Eolien en mer	-10 GW	Solaire	-10 GW	Energies marines renouvelables
-10 GW	Hydraulique	-10 GW	Geothermie	-10 GW	Biomasse
-10 GW	Import	-10 GW	Export	-10 GW	Demande

LE DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU EST NÉCESSAIRE ET PERMET DE MUTUALISER LES POTENTIELS

Le réseau joue un rôle de mutualisation des potentiels. Sans un mix renouvelable, son importance croît : par rapport à aujourd'hui, bassin en Espagne hiver-température augmente de 30%. Même si les moyens de production du mix 100% EnR sont dimensionnés différemment, d'acheminer l'électricité quelles produisent ou soyées localement au gré de la météo pour composer des déficits de production affectent sur le territoire : c'est le « foisonnement ».

Le modèle proposé ne repose pas sur l'autarcie décentralisée de la France, qui est déjà largement interconnectée avec ses pays voisins en ex-ya. Les interconnexions avec les pays voisins sont donc prises en compte, ce réseau à ce que les échanges soient équilibrés. Dans le modélisation,

Toutes les importations d'électricité sont compensées par des exports d'électricité renouvelable produite en France

Import annuel d'énergie en volume de bilatéralisme

Export annuel d'énergie en volume de bilatéralisme

Europe du Nord	France	17,85 TWh
Belgique	France	8,44 TWh
Europe centrale	France	11,95 TWh
Europe du Sud	France	7,98 TWh
Royaume-Uni & Irlande	France	3,95 TWh
France	Europe du Nord	11,34 TWh
France	Belgique	15,70 TWh
France	Europe centrale	4,97 TWh
France	Europe du Sud	13,43 TWh
France	Royaume-Uni & Irlande	15,71 TWh

UNE ÉVALUATION DE L'IMPACT ÉCONOMIQUE

Sur le bilan des hypothèses retenues, le mix électrique 100% renouvelable coûte plus cher annuel, par rapport à un mix 40% renouvelable. Les paramètres qui influent le plus sur son coût sont :

- l'acceptabilité sociale des énergies renouvelables, qui conditionne leur déploiement ;
- la mobilisation de la demande (Energie, Dans « mieux-informées pour ne différentes parameters gérant des exercice de Electricity energie-mix 2050 et 4 gCO2, A contrôle, l'accès à ex-ante, Ademe Cité d'Ambiéré partant une baisse de 4,5% de ex-coût.

Ce coût prend en compte l'ensemble des coûts de production de l'électricité, de réseau et de stockage et de décomposer de la manière suivante :

- coût de production renouvelable (65% de 4% coût),
- développement du réseau (27% de coût),
- stockage et flexibilité de la demande (8% de coût).

5% C'est le surcoût de (électricité en cas de faible matrice de la demande.

2% C'est le surcoût du scénario 100% renouvelable par rapport à un scenario 40% renouvelable

Décomposition des coûts

- 65% Moyens de production renouvelable
- 27% Coût du réseau
- 8% Stockage et flexibilité de la demande

L'ÉQUILIBRE DE LA PRODUCTION ET DE LA DEMANDE EST ATTEINT TOUTE L'ANNÉE, SUR UNE BASE HORAIRE

L'année heures-en-année de même jour à la fin mai. Ce graphique représente la production et la demande. Ce diagramme permet de simuler ou faire complet et d'implémenter ses parties réalisés et calculerait de l'hydrologie Ceci et barrages principalement.

RETROUVEZ LITTLE COMPLETE SUR LE SITE DU GROUPE DE LA FORME ENERGIES RENOUVELABLES, RECHERCHE, INNOVATIONS, CONSTRUIRE, ENERGIES PROSPECTIVES, ECONOMIES (#10-#20-#30)PRÉVOIR, ALLOUER, APPRENDRE (VIA-UNIVERSITÉ)

Plus | Production | Données à ajouter

Données à ajouter

-10 GW	Stockage	-10 GW	Déstockage
-10 GW	Eolien terrestre	-10 GW	Eolien en mer
-10 GW	Solaire	-10 GW	Energies marines renouvelables
-10 GW	Hydraulique	-10 GW	Geothermie
-10 GW	Biomasse	-10 GW	Import
-10 GW	Export	-10 GW	Demande

© 2015 Ademe - Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
Mentions légales http://www.ademe.fr/mentions-legales