

Simuler un système électrique à l'échelle mondiale avec plus ou moins de nucléaire, en 2100

Si la consommation d'électricité en 2100 est de 200 000 TWh, si la capacité éolienne est de 9000 GW, la capacité photovoltaïque de 81000 GW ; si la biomasse permet de produire 15 000 TWh, avec 5000 GW nucléaire la production à partir d'énergie fossile est de 68 000 TWh. C'est à peu près le scénario Message-supply. Avec 10000 GW nucléaire la production à partir d'énergie fossile est de 38000 TWh/an. Si la capacité nucléaire est de 20 000 GW, la production d'électricité se fait sans émission de CO2 donc sans avoir besoin de stocker le CO2. Si la consommation d'électricité est de 150 000 TWh, une capacité nucléaire de 12000 GW permet d'annuler les émissions sans voir besoin de stocker le CO2.

Aujourd'hui, la consommation finale d'énergie est, pour l'ensemble du monde, d'environ 10 milliards de tep, soit 120 000 TWh (térawattheures), dont 22000 TWh d'électricité. Par habitant, la consommation moyenne mondiale est la moitié de la consommation des pays de l'OCDE. D'ici 2100, dans les pays où la consommation par personne est très faible, la population augmentera beaucoup et ces pays voudront rapprocher leur standard de vie de celui des pays de l'OCDE.

Pour que les émissions de CO2 puissent être réduites à zéro, il faudra que l'énergie provienne seulement de la biomasse, de la chaleur du soleil ou de la terre et de l'électricité, avec stockage du CO2 si l'électricité est produite à partir d'énergie fossile.

L'utilisation de l'énergie sera plus efficace qu'aujourd'hui en utilisant des pompes à chaleur au lieu de chaudières et des moteurs électriques au lieu de moteurs thermiques. Au total en 2100, la consommation d'électricité pourrait être dans une fourchette de 150 000 à 200 000 TWh.

Les résultats de cette étude sont obtenus à l'aide d'un outil de simulation simplifié ; ils peuvent être discutés car cet outil est publié ; tout commentaire sera bienvenu.

La fourniture d'électricité doit être égale à chaque instant à la consommation. Cela est vrai à l'échelle mondiale comme à l'échelle nationale. En l'absence d'un réseau électrique qui couvre les parallèles et les méridiens, le soleil fournit de l'électricité là où se trouvent les panneaux photovoltaïques et le vent là où se trouvent les éoliennes. L'équilibre production consommation d'équilibre à l'échelle mondiale est donc la somme des équilibres obtenus à l'échelle régionale. Un même modèle de simulation peut être utilisé à l'échelle nationale, régionale ou mondiale.

La valeur des résultats dépend évidemment de la qualité des données introduites.

La fourchette des hypothèses possibles est large.

Le profil de consommation utilisé par le modèle de simulation est basé sur celui de la consommation en France. Il est différent dans les différentes zones du monde. Mais le modèle modifie le profil horaire de la consommation de façon à éviter autant que possible de produire de l'électricité à partir de gaz fossile. Ces déplacements de consommation peuvent se faire dans une certaine limite. Par exemple une consommation de 1 kW pendant 2 heures retardée ou avancée est un déplacement de consommation de 2 kWh.

Une simulation à l'échelle mondiale à partir des scénarios Message et de variantes avec plus de nucléaire

Les scénarios de production et de consommation d'énergie sont nombreux et proposent des hypothèses très variées.

Cette note s'appuie sur les trois scénarios Message supply, Message efficiency et Message mix, ainsi que sur les variantes de ces trois scénarios comportant plus de nucléaire, variantes étudiées par GISOC et publiées sous le titre « How much can nuclear energy do about global warming? ».

Les hypothèses retenues pour l'année 2100

La consommation :

Selon Message la consommation totale d'énergie est comprise entre 171 000 et 294 000 TWh par an. L'électricité représente 90 % de la consommation. On retient ici comme une hypothèse une consommation d'électricité de **200 000 TWh/an** ou une consommation de **150 000 TWh/an**.

Le profil horaire de consommation est celui de la France en 2013 ; le modèle de simulation déplace la consommation **dans la limite de 6 000 GWh** de façon à minimiser la production d'électricité à partir d'énergie fossile.

La production

Eolien : 3000 GW sur terre et 6000 GW en mer pouvant produire au total **30 000 TWh**.

Photovoltaïque : 81000 GW pouvant produire **122 000 TWh**.

Biomasse : selon Message, la production d'énergie venant de biomasse serait de 61000 TWh. On suppose ici que les deux tiers environ permettent de produire **15 000 TWh**, dont 5000 en base.

Nucléaire : la capacité supposée par Message va de **zéro** à 8600 GW. L'étude de GISOC suppose qu'elle peut aller **jusqu'à 20 000 GW**.

Le stockage par batteries, par steps ou en passant par la production de gaz de synthèse

On suppose que les batteries et les Steps peuvent délivrer 12 000 GWh.

Les résultats : la production d'électricité à partir d'énergie fossile

Voici quelques résultats selon la consommation d'électricité et la capacité nucléaire.

La consommation d'électricité est **de 200 000 TWh** par an (soit 214 000 TWh avant pertes en ligne).

Capacité	Production	Emissions de CO2	Possibilités	Production hydrogène.	
				Capacité GW	Conso. elec
Nucléaire GW	ex fossile		excédentaires		
5000 GW	63000 TWh	40000 MtCO2	56500 TWh	25000	41600
10000 GW	38200		68400	25000	48400
15000 GW	15800		82700	25000	56300
20000 GW	350		102750	35000	83000

La consommation finale d'électricité est **de 150 000 TWh** par an (160 000 TWh avant pertes en ligne).

Voici quelques résultats selon la capacité nucléaire : une capacité nucléaire de 12000 GW permet d'annuler les émissions de CO2 sans avoir besoin de stocker le CO2.

Capacité	Production	Emissions de CO2	Possibilités	Production hydrogène.	
				Capacité GW	Conso. elec
Nucléaire GW	ex fossile		excédentaires		
5000 GW	26800 TWh	20000 MtCO2	73000 TWh	25000	51000
10000 GW	6112		88900	25000	60000
12000 GW	30		97000	30000	72800