

Electricité et CO₂ pour les Nuls

Berger A., Institut d'Astronomie et de Géophysique G. Lemaître, Université catholique de Louvain

Les multiples déclarations sur les solutions à apporter en matière de production d'électricité n'ont d'intérêt que si leur efficacité peut être démontrée quantitativement. Cet article n'a d'autres buts que de fournir les chiffres et les opérations nécessaires pour faire facilement le calcul;

La production d'électricité se mesure en kWh. C'est l'énergie fournie après une heure de fonctionnement par une machine dont la capacité de production électrique est 1 kW. Un kilowatt désigne une puissance de 1000 Joules par seconde. Comme il y a 3600 secondes dans une heure, 1 kWh représente une énergie de 3 600 000 Joules. A titre d'exemple, c'est l'énergie nécessaire pour vaporiser 1,44 litre d'eau.

En Belgique, l'électricité est produite à partir de centrales nucléaires, de centrales thermiques et de sources d'énergie renouvelables. En 2005⁽¹⁾, les 87 TWh⁽²⁾ d'électricité venaient des centrales nucléaires à concurrence de 54,7 %, des centrales thermiques pour 40,8 % (le charbon représentant 9,4%, le pétrole 2,0 % et le gaz 28,9 %), des sources renouvelables pour 3% (biomasse 2,4%, hydro-électrique 0,3% et vent 0,3%) et de l'eau entreposée dans le réservoir des barrages par pompage (1,5%).

La production d'électricité en 2005 a émis 29,9 MtCO_{2eq} (millions de tonnes de CO₂ équivalent⁽³⁾) sur un total de 143,8. Comme les émissions globales de gaz à effet de serre (GES) en 1990 se montaient à 145,6 MtCO_{2eq}, notre engagement dans le Protocole de Kyoto (-7,5% en 2010) requiert que les émissions de 2005 soient au plus égales à 137,4 MtCO_{2eq}⁽⁴⁾. Par conséquent, en 2005 nos émissions étaient excédentaires de 6,4 MtCO_{2eq}⁽⁵⁾ ou encore de 4,4 points pour-cent.

Il n'est pas difficile à partir de ces données de calculer ce qu'auraient été ces émissions sous différents scénarios de production d'électricité. Un d'entre eux consisterait par exemple :

1. à remplacer les centrales nucléaires dont la capacité de production se monte à 5,8 GW⁽⁶⁾ par des centrales thermiques conventionnelles qui en 2005 émettaient 0,842 kg CO₂ par kWh produit ;
2. à réduire le fonctionnement des centrales thermiques actuelles dont la capacité de production estimée⁽⁷⁾ se monte à 4,43 GW et ce, à partir d'éoliennes.

Ce dernier point requiert toutefois que deux conditions soient remplies.

D'abord, il faut assurer la sécurité d'approvisionnement, car les éoliennes ne produisent du courant que par intermittence. Pour cela, il est indispensable que tout MW⁽⁶⁾ éolien soit doublé d'un MW thermique. Les centrales nucléaires fonctionnent au maximum d'efficacité à plein régime, alors que les centrales thermiques peuvent plus ou moins bien s'adapter à l'intermittence des éoliennes.

Dans ces conditions, la puissance installée en centrales thermiques se monterait à 10,12 GW (5,8 + 4,32), conduisant à l'installation de 5060 éoliennes de 2 MW. Dans ces conditions, la production totale d'électricité, inchangée (87 TWh), serait réalisée par les centrales thermiques à raison de 71,3% et par les éoliennes⁽⁸⁾ pour 27,6%.

Les émissions du secteur électricité se monteraient alors à 50 MtCO_{2eq} (1,66 fois les actuelles) portant les émissions totales à 164 MtCO_{2eq}, c'est-à-dire un excédent sur Kyoto de 19 points pour-cent ou de 26,3 MtCO_{2eq}.

Une seconde condition doit toutefois être remplie : celle de l'espace disponible en Belgique. Celle-ci laisse supposer que l'on ne puisse guère dépasser 10 TWh produits à partir de quelque 2.160 éoliennes de 2 MW⁽⁷⁾ (un maximum peut-être géographiquement possible, mais pas nécessairement socialement accepté !). Dans ces conditions, les 5,8 GW de puissance nucléaire seraient remplacés par des seules centrales thermiques qui dès lors assureraient 84% de la production totale d'électricité, le reste étant dû aux 2.160 éoliennes de 2 MW. Les émissions du secteur électrique seraient multipliées par 2 et le total se monterait à 175 MtCO_{2eq}, 26 points pour-cent au dessus de Kyoto ou encore 38 MtCO_{2eq}. Même en supposant que les nouvelles centrales thermiques (celles qui remplaceraient les centrales nucléaires) soient moins polluantes et n'émettent plus que 500 gCO₂ par kWh produit, nous resterions encore 15 points pour-cent ou 22 MtCO_{2eq} au dessus de notre engagement de Kyoto.

En conclusion, il est clair que l'abandon des centrales nucléaires conduit dans tous les cas à un non-respect de Kyoto dans des limites inacceptables. Par contre, le maintien des centrales nucléaires et l'utilisation de 1600 éoliennes de 2 MW permettraient un respect strict de notre engagement Kyoto grâce à une diminution de nos émissions de 6,4 MtCO_{2eq}. Mais ces éoliennes ne sont pas indispensables, car la même diminution peut être obtenue en améliorant l'efficacité des centrales thermiques existantes en réduisant leurs émissions de 21% (les amenant à 662 gCO₂ par kWh produit) ou encore en réduisant de 11% les émissions des secteurs Transport et Résidences-Commerces. A vous de choisir.

Notes

(1) L'année 2005 est choisie, car c'est l'année la plus récente pour laquelle toutes les informations d'électricité et de gaz à effet de serre sont disponibles à partir de : EU Energy and Transport in figures, 2008, Office for Official Publications of the European Communities, 212p. et de <http://unfccc.int> (Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques).

(2) 1 TWh = 10⁹ kWh

(3) Le CO₂ équivalent est un gaz virtuel qui tient compte de tous les gaz à effet de serre (GES). En Belgique, c'est du CO₂ à 86 %.

(4) Ce calcul résulte d'une interpolation linéaire entre 1990 et 2010 pour 2005 (-7,5 x 15/20 = -5,625 %)

(5) A partir de ces chiffres, il est possible d'estimer le coût du dépassement de Kyoto en les multipliant par le prix de la tonne de CO₂ excédentaire. Ici, à 10 € la tonne, cela coûterait à la Belgique 64 millions d'Euros !

(6) MW = mega watt = 1 million de Watt = 10⁶ W
GW = giga watt = 1 milliard de Watt = 10⁹ W

(7) Calcul basé sur un fonctionnement hypothétique des centrales thermiques de 22,5 heures par jour (35,5 TWh = 4,32 GW x 22,5 h x 365 jours). Quand elles spléent aux éolines, on suppose qu'elles travaillent 16 h. par jour (22.5 – 6.5)

(8) Les éoliennes continentales fonctionnent en moyenne environ 6,5 h/jour