http://levenissian.fr/Electricite-et-CO2-le-tableau-europeen

Electricité et CO2 : le tableau européen

- Internationale - Rencontres internationalistes.... - Rencontres 2019 -

Date de mise en ligne : mercredi 2 octobre 2019

Copyright © Le Vénissian - Tous droits réservés

Le graphique ressemble à un tableau abstrait. Des patatoïdes colorés, dispersés sur la page blanche. Mais avec deux axes qui vous parlent de MWheures et d'émissions de CO2. Un tableau concocté par un twitto malin, à partir des chiffres de production d'électricité de dix pays européens et de leur contenu en CO2, le gaz à effet de serre au coeur du problème climatique. Le côté esthétique du tableau ne permet pas d'imaginer le mettre au Musée - quoique, aurait dit Devos... - mais sa charge didactique est remarquable. A condition de passer par quelques explications. Voici le tableau :

[http://levenissian.fr/sites/levenissian.fr/local/cache-vignettes/L400xH267/10000000000003da00000292da78001d-e7cf8.jpg] *Chaque tache de couleur représente les émissions de CO2 d'un pays (axe vertical en grammes équivalentCO2/kWheure) et la quantité d'électricité produite (axe horizontal, en MegaWattheures). Chaque point correspond à une heure de production et d'émission. L'étalement horizontal mesure la variation de la production au cours de l'année 2018. L'étalement vertical mesure la variation de l'intensité carbone de cette production.Les cercles noirs indiquent la moyenne annuelle de chaque pays. Plus la tache est haute, plus le système émet de CO2 par kWh produit, plus elle est proche de l'axe horizontal et plus elle est climato-compatible. BE Belgique, DE Allemagne, ES Espagne, FR France, GB Grande Bretagne, IT Italie, NO Norvège, PL Pologne, PT Portugal, SE Suède. Note : les productions d'électricité sont bien connues ; les émissions par sources le sont moins. L'auteur du graphique a utilisé la valeur médiane des analyses en cycle de vie complet des différentes technologies que publie le GIEC (p 1335 de l'annexe III du rapport du Groupe-3*). Cette médiane masque des disparités.

Bigrement informatif

Ce joli tableau est bigrement informatif des performances actuelles, du point de vue climatique, de ces différents pays en présentant une vision synthétique curieusement obtenue par des données extrêmement précises et nombreuses qui pourraient aboutir à la confusion. Or, c'est à l'inverse une image assez simple qui en ressort.

La taille des pays et donc leur volume de production d'électricité apparaît sur l'axe horizontal, ce qui provoque la dispersions des taches et rend donc lisible l'image globale malgré quelques superpositions. Cela permet de se concentrer sur les performances climatiques de chaque système électrique, sa moyenne et son évolution au cours d'une année entière.

Norvège rose, Pologne grise

Prenons l'exemple de la **Norvège**, en rose. Son nuage de points est tout en bas à gauche, en partie masqué par celui de la Suède (en bleu ciel). Sa position à gauche indique que sa production est modeste en volume, comparée à celle de la France (rouge) ou de l'Allemagne (orange). Pourtant, la Norvège est de très loin la championne du monde de la consommation d'électricité (environ 23 000 kWh par habitant, trois fois celle des Français). Mais voilà : nos amis Norvégiens obtiennent la presque totalité de leur jus de l'écoulement de l'eau sur leurs turbines. Du liquide plus de la gravité... et l'affaire est jouée. L'électricité norvégienne est donc climato-compatible quelque soit l'heure, le jour ou le mois de l'année comme nous l'indique la très faible étendue verticale de son nuage de points.

Tournons nous maintenant vers la tache grise, en haut du graphique. Plutôt concentrée au plan horizontal, elle indique une assez faible variation de la production au cours du temps. Son intensité maximale se situe, sur l'axe vertical, entre 650 geqCO2/kWh et près de 800 geqCO2/kWh. Un connaisseur a déjà deviné qu'il y a du charbon derrière des émissions aussi élevées. Bingo, il s'agit de la Pologne dont les centrales à charbon crachent le gaz à effet de serre à fond les ballons... et des particules fines accusées de mettre fin prématurément à des dizaines de milliers de vies, chaque année. Si la **Pologne** a déjà installé des milliers d'éoliennes terrestres, en nombre plus grand que le Danemark, cela ne lui permet de diminuer l'intensité carbone de son système électrique que peu de

Copyright © Le Vénissian

jours par an, ce qu'indiquent les points gris qui descendent péniblement vers les 500geqCO2/kWh. Pour améliorer la situation, les Polonais envisagent d'avoir plus de renouvelables, moins de charbon, plus de gaz et un programme électro-nucléaire.

Portugal variable, Allemagne itou

La tache verte à gauche, très étendue sur l'axe vertical, nous parle du **Portugal**. Elle nous dit que les équipements hydrauliques (notamment en stockage par stations de pompage), éoliens et solaires du pays lui permettent parfois de diminuer très fortement ses émissions, affichant certains jours des performances quasi-norvégiennes. Mais elle nous dit aussi que, lorsque le vent, le soleil ou l'eau font défaut, les centrales à charbon et à gaz du pays font monter son intensité carbone à des valeurs... polonaises. La décarbonation du système électrique portugais passe donc par des solutions permettant de se passer de ces centrales aujourd'hui encore indispensables à son équilibre entre production et consommation.

L'Allemagne, c'est la grosse tache orange, dont la position très droite du graphique est en conformité avec le poids démographique du pays. Son étalement horizontal indique une forte variation des productions. Sa forte épaisseur montre des performances climatiques elles aussi très variables, allant de moins de 200 geqCO2/kWh à plus de 600 geqCO2/kWh. Avec une moyenne vers 420. Cette dispersion des résultats est conforme à une présentation différente de la production d'électricité pour l'année 2018 avecle graphique ci-dessous (tiré du site connaissance des énergies).

[http://levenissian.fr/sites/levenissian.fr/local/cache-vignettes/L400xH223/10000000000009c400000572e82888d8-b8d76.png]

> [http://levenissian.fr/sites/levenissian.fr/local/cache-vignettes/L350xH262/10000000000003c0000002d0bc4c3705-b5a17.jpg] Ajout le 8 mai : suite à des remarques dans les commentaires sur ce graphique produit par le Fraunhofer Institute (les chiffres sont incomplets car il manque l'autoproduction des industriels en particulier), je le complète par cet autre graphique qui semble plus complet (ci-contre). Il provient du rapport pour l´année 2018 de l´AG Energiebilanzen (AGEB 2019a) la production brute d'électricité allemande est donc de 646,8 TWh pour 2018 (les chiffres entre parenthèses sont ceux de 2017). Le graphique vient d'ici. Fin de l'ajout.

[http://levenissian.fr/sites/levenissian.fr/local/cache-vignettes/L222xH400/100002010000017d000002afb7995a5a-e61d3.png] Ce graphique - comme cet autre ci-contre de la production allemande le le 26 avril 2019 à 18h - montre également que la disparition de la production nucléaire d'ici la fin de 2022 risque de provoquer une augmentation des émissions de CO2 par la perte de 13% de l'électricité décarbonée qu'elle fournit. Ce graphique alerte aussi sur un point crucial : l'économie du système. Car les deux sources intermittentes, vent et soleil, ne fournissent encore que 29% du total annuel. Or, lorsqu'elles fonctionnent à plein et que la consommation est basse (ce fut le cas le week-end de Pâques) elles peuvent entraîner une chute de son prix sur le marché spot européen... en dessous de zéro. Une chute artificielle, bien sûr, puisque les subventions massives n'entrent pas dans le calcul des coûts, mais qui n'en déstabilise pas moins l'économie du système électrique.Comme indiqué ici par l'économiste de l'énergie Dominique Finon, tant que ce problème économique ne sera pas affronté et résolu l'espoir de construire des systèmes électriques essentiellement basés sur ces deux sources sera en difficulté.

La France climato-compatible

[http://levenissian.fr/sites/levenissian.fr/local/cache-vignettes/L300xH268/10000000000002ea0000029b82d4b9c3-17

Copyright © Le Vénissian

d4b.png] La tache rouge, très étalée horizontalement mais compacte dans le plan vertical, à droite et en bas du tableau, c'est la France. La forte variation de sa production témoigne de l'effet du chauffage électrique des bâtiments (la deuxième source de chaleur après le gaz) durant l'hiver. En revanche, sa très faible épaisseur montre, comme pour la Suède ou la Norvège, que son système électrique demeure climato-compatible tous les jours et chaque heure de l'année.

[http://levenissian.fr/sites/levenissian.fr/local/cache-vignettes/L300xH261/10000000000002f50000029571c7d116-2310e.png] Cette performance est certes due à son parc de production mais surtout à la productivité du nucléaire.

En effet si les 58 réacteurs nucléaires ne représentent que moins de 50% de la puissance installée, montre le graphique ci-contre au dessus, ils produisent entre 70 et 75% du jus suivant les années. Voici le dernier résultat mensuel connu, pour le mois de mars 2019, tiré des chiffres publié la semaine dernière par RTE. Ce bilan fait état d'une excellente performance climatique du système électrique français en mars. S'il provient pour l'essentiel du nucléaire, les énergies renouvelables s'en sortent bien car la baisse importante de la production hydraulique, due à la faiblesse des pluies depuis plusieurs mois, a été compensée en grande partie par une forte production éolienne durant la première moitié du mois. Mais, alors même que ce mois de mars fut très bon en production éolienne, la courbe de cette dernière explique pourquoi il n'est pas possible d'en faire le socle de la production d'électricité :

[http://levenissian.fr/sites/levenissian.fr/local/cache-vignettes/L400xH265/10000000000004620000002e5c974d050-eecdc.png]

Les à-coups de la production éolienne, passant en quelques heures de plus de 10 000 MW à moins de 3000 exigent bien sûr des moyens de production puissants et pilotables pour compenser les chutes de faibles durées. Mais le manque de vent durant plusieurs jours de suite, du 19 au 25 mars par exemple, débouche sur des productions éoliennes très faibles d'environ 1500 MW durant cette période. Cela suppose que ces moyens de production compensatoires soient de surcroît capables de fournir d'importantes quantités d'électricité durant des durées aussi longues. Et la météo peut allonger le manque de vent sur deux ou trois semaines fréquemment. En Allemagne, la part des énergies renouvelables peut ainsi atteindre 75% de la production (le 8 décembre 2018) mais également ne pas dépasser les 15% (le 11 janvier 2018). C'est ce problème qui explique pourquoi l'Allemagne a conservé de très importants moyens de production au charbon et au gaz, montant son parc total à plus de 200 GW, alors que le parc français n'est que de 132 GW. Cette surcapacité explique en partie les prix élevés de l'électricité allemande (voir graphique ci-dessous) et l'importance des exportations allemandes, y compris à prix négatifs lorsque l'électricité devient excédentaire.

[http://levenissian.fr/sites/levenissian.fr/local/cache-vignettes/L400xH200/10000000000009c4000004e207779dd6-489d8.png]

Sylvestre Huet

[http://levenissian.fr/sites/levenissian.fr/local/cache-vignettes/L362xH400/10000000000003160000036a22bec889-e4d92.png] Note : Le graphique proposé par Thomas Auriel provient d'un article de recherche sur le sujet : Real-Time Carbon Accounting Method for the European Electricity Markets, accessible en préprint ici, qui vise à mesurer les émissions de CO2 des systèmes électriques européens avec un pas de temps horaire et capable de tenir compte des imports/exports à travers les frontières pour distinguer l'intensité de la production de celle de la consommation de chaque pays. Les calculs sont faits pour l'année 2017 dans l'article et donc pour le graphique ci-dessus qui en est tiré, lui aussi très informatif, mais moins que le joli tableau car la moyenne des émissions annuelles (axe vertical) ne permet pas de visualiser la dispersion des résultats dans le temps. Ce graphique nous dit que la part des énergies non fossiles détermine le degré de décarbonation du système électrique (on s'en doutait...), il nous signale aussi que des petits pays peuvent afficher des performances assez différentes en production et en consommation lorsque les

Copyright © Le Vénissian

flux imports/exports sont massifs, comme le montre le cas du Danemark.

Copyright © Le Vénissian