

Difficultés des renouvelables intermittents

Récemment, de plus en plus de voix compétentes en matière d'énergie s'élèvent pour dénoncer le **gaspillage des investissements prônés par l'UE** en poursuivant **l'utopie du 100% d'énergies renouvelables intermittentes** (ENRi : éoliennes et panneaux solaires) pour **produire l'électricité** dont nos sociétés auront besoin, surtout si l'on veut aller **vers** le « tout électrique » (autre utopie, mais ce n'est pas ici le sujet).

En témoigne la tribune publiée par le géochimiste Bernard Durand d'ASPO France, qui montre que « **L'électricité éolienne ne sert à rien...** ». [Ref.2]. Dans le cas de pays comme la France, ou la Belgique, qui disposent de beaucoup de nucléaire, les ENRi ont pour premier effet de brider cette dernière production nucléaire, elle-même décarbonée.

On pourrait aussi citer les nombreux **déboires actuels des sociétés d'éoliennes**, par exemple **Siemens Gamesa** qui perd plus de 30% en bourse suite à la réalisation qu'elle devra prendre en compte des **coûts de maintenance** qui avaient été grandement sous-évalués. [Ref.4]

Ou encore la **société Danoise Orsted** annonçant qu'elle **renonce à installer un parc éolien au large de la côte atlantique au Nord des Etats-Unis** en se rendant compte que les **subventions** néanmoins très généreuses du gouvernement américain ne **permettront pas de rentabiliser** le projet. [Ref.5]

Etude du Professeur Kunsch – première partie : comparaison 2022 / 2023 [Ref.1]

Le **Professeur Pierre Kunsch**, Dr.Sc.Ph., en administre la preuve **dans le cas de la Belgique** en se basant sur les **données réelles enregistrées** par l'ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity). [Ref.3]

Rendement énergétique

Rappelons tout d'abord que le facteur de charge d'une technologie particulière de production d'énergie, ici l'électricité, peut être considéré comme un **rendement énergétique**, çàd quelle est **l'énergie réellement récupérée** pour un **niveau donné de puissance installée**. Au travers des analyses et simulations réalisées par le Professeur Kunsch, on verra (pour paraphraser La Fontaine) qu'en termes de **rendement purement énergétique** « **L'énergie nucléaire est la meilleure, nous l'allons montrer tout à l'heure** » : énergie nucléaire : 80% à 90%, fossiles (gaz) : \approx 40%, ENRi : \approx 20% (ici il ne s'agit pas de chiffres théoriques, mais de données réelles).

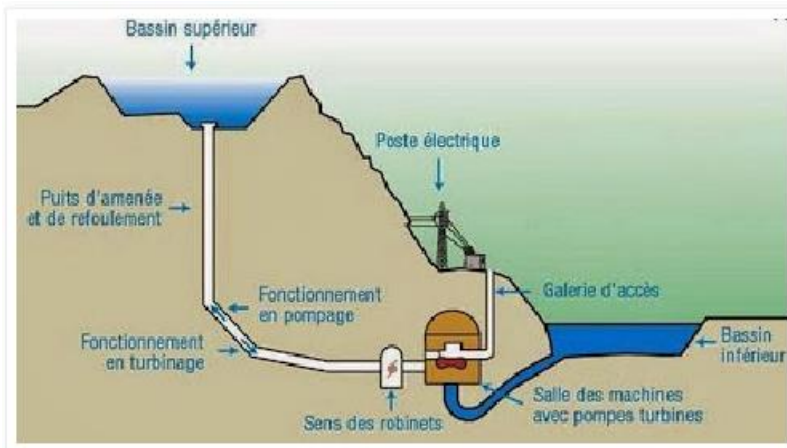
Apport des renouvelables intermittents

De plus, l'étude conclura dans sa 2^e. partie que les **énergies renouvelables intermittentes** (ENRi : éolienne et photovoltaïque) dont se gargarisent les médias et la majorité des politiques européens et onusiens, **sont incapables à elles seules de répondre à la demande**.

Le stockage peut-il sauver les ENRi ?

Ne peut-on améliorer la situation des ENRi en stockant les excédents et les réutilisant en périodes de manques ?

Même avec les stockages les plus efficaces connus actuellement que sont les STEPs, les simulations montrent que les ENRi ne peuvent pas équilibrer à elles seules la consommation et conduisent à des investissements démesurés en capacité installée. Dans beaucoup de cas, dont la Belgique, les stockages sont tout simplement irréalisables.

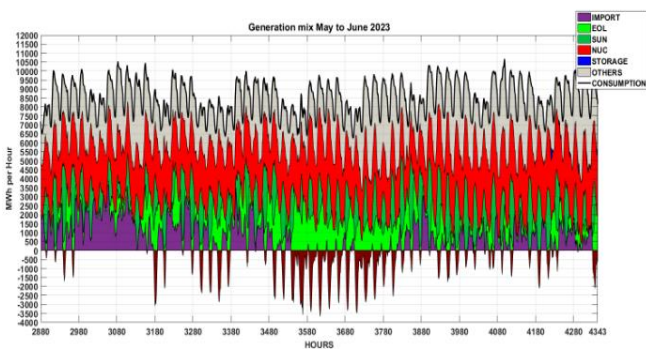
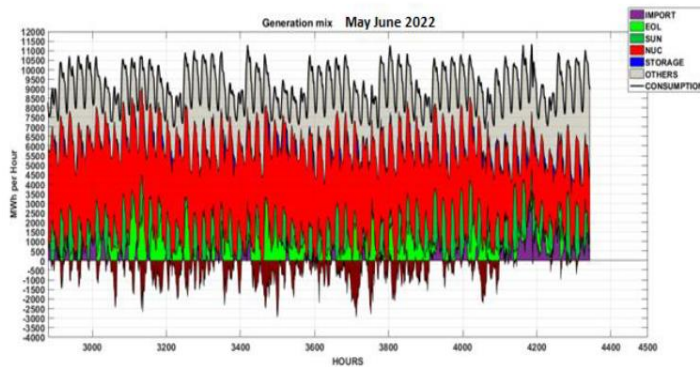


Le **pompage turbinage avec les STEP** (Station de Transfert d'Énergie par Pompage) [Ref.6] est la **seule solution réaliste** ⁽¹⁾ pour le **stockage à grande échelle** des excédents. Son **potentiel est limité en Belgique** : puissance pompage 1,3 GW (Capacité de stockage environ 6,5 GWh (5 h) avec un rendement global de 72%).

(1) *Projet d'installer en France à Saint-Avoid une « méga-centrale » de stockage par batteries d'une puissance de 35 MW pour une capacité de stockage de 44 MWh. Par comparaison, la STEP de Montézic,*

dans l'Aveyron a une capacité de stockage de 38.800 MWh, soit l'équivalent de 882 « mégacentrales » de stockage par batteries telles que celle projetée [Ref.7]

Comparaison des premiers semestres 2022 et 2023 (extraits mai – juin)



Les courbes ci-contre représentent le **profil temporel** de la production électrique heure par heure et par source pour les mois mai – juin en 2022 et 2023. Rappelons que l'énergie effectivement produite est mesurée par les aires sous les courbes.

NB : Les excédents apparaissent en négatif : ils sont diminués du STEP pompage (stockage hydraulique)

De 2022 à 2023 on observe une **perte de 2 GW nucléaire** donc diminution des puissances pilotables, et un **gain de capacités ENRi**, surtout PV.

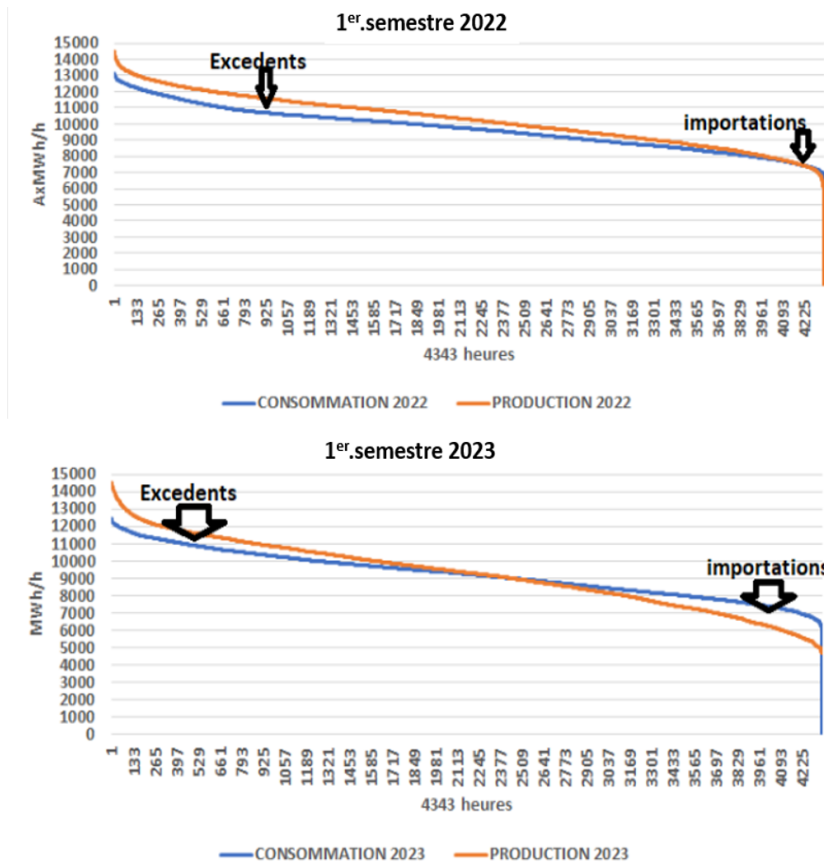
On voit aussi que les **importations** explosent, les excédents diminuent (ils sont soit exportés, soit perdus, soit utilisés pour le stockage STEP).

La production gaz naturel et des **autres sources pilotables assurent l'équilibre** production / consommation à chaque instant et font que les

émissions de CO2 augmentent, le stockage STEP disponible n'a qu'un effet marginal à peine visible en mai-juin.

Les chiffres de l'étude montrent que du 1^{er} semestre 2022 au 1^{er} semestre 2023, l'intensité des **émissions de CO2 a augmenté** d'environ 14% (elle passe de 158 à 180 gCO₂/kWh).

Courbes monotones de production et de consommation



Les courbes ci-contre représentent les **monotones** de la production et de la consommation : elles ordonnent les puissances horaires de la plus grande à la plus petite.

*(L'abscisse ne représente donc pas une heure précise comme dans un profil temporel, mais le nombre d'heures ayant vu une puissance produite ou consommée égale ou supérieure à la valeur en ordonnée. On les appelle aussi **courbe de charge** (ou « **Load curve** »))*

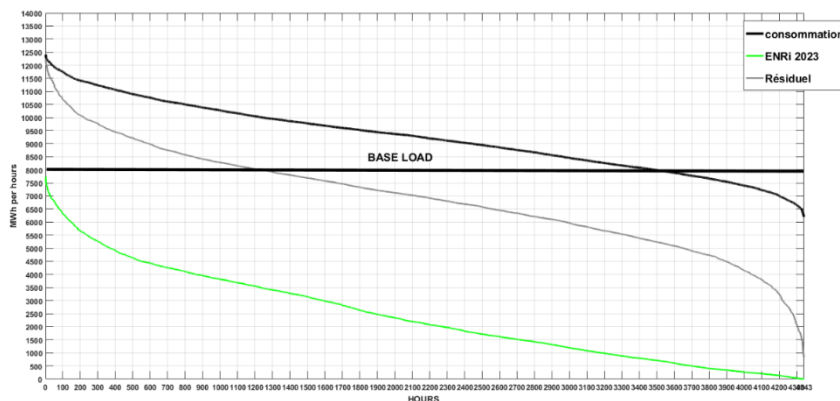
Les énergie produites sont mesurées par les aires sous les courbes, qui ne sont toutefois pas synchrones. Dès lors le calcul correct des excédents et des importations doit se faire heure par heure. Ce schéma est toutefois indicatif de leurs importances respectives.

importations.

De 2022 à 2023, les excédents diminuent, les « manques » augmentent , et les importations explosent.

Equilibrage du réseau

**Comment piloter pour l'équilibre
Production = Consommation (chaque sec)?**



pendant les 4343 heures du semestre on doit au minimum garder active cette puissance qui est le socle de la production pour satisfaire en permanence la consommation.

Il est impossible avec des ENRi seules, dont la courbe de production, en vert, a une forme exponentielle tout à fait différente, d'épouser exactement la courbe de consommation. Il faut remplir toute l'aire entre la courbe ENRi et la courbe de consommation par des énergies de sources différentes ou par des importations de pays

La « base load » est la « charge de base du réseau », capacité qui reste au même niveau pendant l'ensemble des heures de la période . Dans notre cas, pour le **premier semestre 2023** on peut voir que cette consommation de base se situe entre 7 et 8 GW, qui est une valeur quasi constante en Belgique depuis 2000 (toutefois elle est en diminution depuis l'arrêt de 2 GW des réacteurs nucléaires, étant dans le passé plus proche de 8 GW pendant les 8.760 heures d'une année). Ceci veut dire que

voisins, ce qui a été fait avec le nucléaire pour la plus grande partie de la base load, et les autres pilotables pour couvrir la semi-base et la pointe de consommation dont le pic se situe autour de 12,5 GW.

Contrairement à ce que prétendent les lobbys des énergies renouvelables, il est évident que l'énergie nucléaire reste la meilleure pour assurer la « base load », surtout si on tient compte des émissions de CO2.

Conclusions de la première partie :

Avec des **capacités pilotables proches de 14 GW** on pouvait **couvrir en permanence la consommation d'électricité** dont le pic se situe en général en février (la valeur historique de 13,7 GW sert de référence).

La **production ENRi** qui a priorité sur le réseau se fait **d'abord au détriment du nucléaire** que l'on bride souvent (surtout en été du fait des pics PV) pour éviter des excédents trop importants (possibilités d'exportations limitées vers les pays voisins, prix négatifs).

Les **importations nettes** étaient plus **faibles** en **2022** avant l'arrêt de Doel 3 et Tihange 2.

Du fait que l'on **bride le nucléaire**, non émetteur, les **émissions de CO2** ne sont **pas réduites** par rapport à la situation qu'on aurait **avec peu d'ENRi** et un **facteur de charge nucléaire non bridé** proche de **90%**.

Dans ce **contexte de puissances pilotables suffisantes**, il n'y avait **aucun problème d'assurer la charge résiduelle par le gaz** dont le facteur de charge moyen était bas, autour de 40%. Avec beaucoup d'ENRi, ceci posait le problème d'utilisation non optimale du gaz avec usage accru de combustible et davantage d'émissions NOX .

Bernard Durand a raison : les ENRi ne servent quasi à rien sur les réseaux en Belgique ! »

Etude du Professeur Kunsch – deuxième partie : simulations [Ref.1]

Dans une deuxième partie, le Professeur Kunsch procède à des **simulations suivant 7 scénarios** d'abandon progressif des sources fossiles et nucléaire, les derniers scénarios étant tous « 100% Enri ».

7 Scénarios de simulation

Scénario	Nucléaire	Pilotables autres	ENRi	Stockage
1	50% TWh 2023	GW 2023	1,5 x TWh2023	STEP 2023
2	50% TWh 2023	50% GW 2023	2 x TWh 2023	STEP 2023
3	0 TWh	50% GW 2023	2 x TWh 2023	STEP 2023
4	0 TWh	50% GW 2023	2 x TWh 2023	Puissance excédent x 24h
5	0 TWh	0 TWh	2 x TWh 2023	Puissance excédent x 24h
6	0 TWh	0 TWh	3 x TWh 2023	Puissance excédent x 24h
7	0 TWh	0 TWh	4 x TWh 2023	Puissance excédent x 24h

Chaque scénario est illustré par le profil temporel des mois de mai – juin 2023, par les courbes de charge monotones sur l'ensemble du semestre et par les mix de consommation et de production : voir [Ref.1]

Simulations qui conservent du pilotable

Dans les scénarios 1 à 4, où l'on diminue et puis abandonne le nucléaire en conservant une certaine capacité de « pilotables », on constate qu'on peut **équilibrer la consommation** grâce aux **pilotables** et aux **importations**. La **production directe baisse et sans les importations**, la Belgique serait en **situation de pénurie**.

Le **stockage joue un rôle minime** dans les scénarios 1, 2 et 3, comme dans la situation actuelle. Dans le **scénario 4** (comme pour les scénarios suivants), on fait **l'hypothèse d'une capacité de stockage plus importante** que celle actuelle en Belgique en partant de la puissance de l'excédent maximum (pour le scénario 4 : environ $20.000 - 12.000 = 8.000$ MW multipliée par 24hr), ce qui représente un surplus de capacité très irréaliste pour la Belgique.

Simulations 100% ENRi

Dans ces scénarios 5 à 7, **on ne s'en sort pas sans importations massives**.

Dans le scénario 5, avec 2 fois plus de production renouvelable, on n'a pratiquement plus d'excédent et les possibilités de stockage ne réduisent que très marginalement les importations.

Pour les scénarios 6 et 7, avec 3 fois et 4 fois plus de production renouvelable, le **stockage** peut jouer un **rôle de plus en plus important** et permet de **réduire mieux les importations**, mais de toute façon, **ne peut compenser à lui seul toute l'intermittence**.

Ce qui frappe surtout, c'est « **l'explosion** » de la **puissance maximum** jusqu'à environ 30.000 MW pour le scénario 7, ce qui implique une puissance installée encore plus grande. L'augmentation de la part des ENRi (jusqu'à 100% dans les scénarios 6 et 7) conduit à un **investissement démesuré en puissance installée** : un peu plus de 50 GW dans le scénario 7 pour satisfaire toujours la même consommation de ~40 TWh qui ne varie pas d'un scénario à l'autre.

Augmenter la part des ENRi conduit inévitablement à la dégradation de la production, **même avec un stockage important des excédents** : la couverture à 100% de la demande de 2023 n'est pas assurée, même dans le scénario 7 extrême et totalement irréaliste. Il faut nécessairement y adjoindre une autre source pilotable (nucléaire, fossiles, hydro, ... qui reste égale ici à 12,5 GW), ou compter sur des importations

massives, problématiques si les pays voisins suivent des politiques renouvelables similaires à celles de la Belgique et de l'Allemagne.

Conclusions de la deuxième partie :

Pour s'en sortir avec **moins de pilotables**, ou **plus du tout**, on devra **accepter la pénurie**, même avec **2, 3 ou 4 fois plus de capacités ENRi** (photovoltaïques et éoliennes) qu'en 2023 (irréalisable en Belgique).

Aucun réseau ne pourrait supporter ces surcapacités qui **produiraient toujours moins d'électricité** qu'en 2022 et dont une **grande partie resterait inutilisable** - même en supposant des capacités de stockage accrues (irréalistes en Belgique).

Une **électrification accrue serait impossible sans nouvelles capacités pilotables**. **Si on refuse le nucléaire, on aurait en plus nécessairement une croissance des émissions de CO2** avec le gaz naturel ou le charbon que l'on devra rajouter, même à consommation constante, comme supposé ici.

Pierre Kunsch (Dr.Sc.Ph)

Références :

[1] SEII Vendredi 27 octobre 2023, déjeuner – conférence, “Vers le tout électrique avec moins de nucléaire et de fossiles : progrès ou régression ?”

<https://seii.org/wp-content/uploads/2023/10/2023-10-27-DC-Pierre-Kunsch-Enseignement-des-chiffres.pdf>

[2] L'éolien ne sert à rien en France, mais revient très cher aux Français.

Tribune de Bernard Durand, 24 juillet 2023. [Voir document](#)

[3] Données ENTSO-E (opérateurs de transport eu, Elia en BE, RTE en FR)

<https://transparency.entsoe.eu/generation/r2/actualGenerationPerProductionType/show>

[4] Mauvaises performances éoliennes : Siemens Energy dévisse douloureusement !

<https://pan.be/article/mauvaises-performances-eoliennes-siemens-energy-devisse-douloureusement-603>

[5] « How the U.S. Market Went Sideways for a Wind-Power Giant - Ørsted's pullback from East Coast wind farms left the region scrambling ...

<https://www.wsj.com/business/energy-oil/how-the-u-s-market-went-sideways-for-a-wind-power-giant-7e517a5c>

[6] STEP <http://www.8-e.fr/2013/11/>

[7] <https://www.revolution-energetique.com/une-megabatterie-dans-une-centrale-a-charbon-francaise-pour-quoi-faire/>