



Énergies, nucléaire & climat : à l'heure du choix

Céline Van Rompaye, conseillère politique à DéFI Wallonie

Avant-propos

La présente étude est le fruit d'un travail approfondi mené par Céline Van Rompaye , conseillère politique à DéFI Wallonie, en vue de l'organisation de l'Université politique de DéFI qui s'est déroulée le 18 septembre dernier à Wavre et qui avait pour thème la politique énergétique.

Préalablement, ce qui était une note de travail avait été adressée à l'ensemble des membres de l'Intergroupe parlementaire (ndlr: l'équivalent du Bureau politique) du parti, qu'il s'agissait d'éclairer sur comment atteindre les objectifs climatiques de 2050 tout en conservant une sécurité suffisante d'approvisionnement électrique au vu des besoins de la population de notre pays, et ce dans la perspective de l'organisation de l' Université d'été (cfr supra).

Cette note de travail est valorisée comme étude dans le cadre de l'éducation permanente car outre le fait qu'elle investit de manière significative et avec vulgarisation, la question générale du secteur de l'énergie en Belgique avec un focus particulier sur l'énergie nucléaire, les rapports entre l'énergie et la lutte contre le dérèglement climatique, elle se veut en prise avec l'actualité politique car en cette fin d'année 2021, le Gouvernement fédéral doit décider soit de prolonger les derniers réacteurs nucléaires pour une durée déterminée soit de sortir l'énergie nucléaire du mix énergétique futur constitutif de l'approvisionnement énergétique producteur d'électricité, dans notre pays.

Comment assurer cette transition énergétique ? Doit-on rompre définitivement avec l'énergie nucléaire comme il est actuellement légalement prévu en 2025 ? Doit-on se focaliser sur l'efficacité énergétique et l'électricité renouvelable pour le mix énergétique ? Comment s'assurer une capacité de production flexible, que l'on peut augmenter ou diminuer rapidement

quand cela s'avère indispensable, pour assurer cet équilibre constant entre l'offre et la demande sur le réseau électrique ?

Autant de questions qui seront abordées dans cette étude et auxquelles il sera donné des orientations de réponse.

A l'heure où ces lignes sont écrites, nous ne connaissons pas encore le choix exprimé par le Gouvernement fédéral : il est en tout cas révélateur d'une part d'une tension entre deux politiques publiques essentielles, assurer la sécurité d'approvisionnement énergétique et lutter efficacement contre le dérèglement climatique, et d'autre part d'une question lancinante de ce début du XXI^e siècle- doit-on aller vers une énergie totalement décarbonée, et tourner le dos résolument aux sources d'énergie fossiles.

Cette étude sera largement diffusée auprès des acteurs énergétiques et environnementaux, tant publics que privés.

Merci à Céline Van Rompaye pour cette contribution considérable qui enrichit le travail réflexif mené par notre centre d'études.

Christophe VERBIST

Directeur du Centre d'études Jacques Georgin

L'étude sera structurée de la manière suivante:

1. Le secteur de l'énergie
2. les rapports entre énergie et climat
3. le focus sur l'énergie nucléaire
4. les orientations

Table des matières

Avant-propos	1
Introduction	6
Le b-a ba du climat	6
Ce que dit l'accord du Gouvernement Vivaldi	6
1. Le secteur de l'énergie en Belgique	7
1.1. La production d'énergie	8
Quelles énergies ?	8
La dépendance à l'égard des pays fournisseurs	10
Nucléaire (combustible)	10
Gaz (énergie primaire)	11
Electricité (énergie secondaire)	11
Pétrole	11
1.2. La consommation d'énergie	12
Les chiffres	12
A quoi utilise-t-on cette énergie ?	14
1.3. Les compétences institutionnelles	14
Quelques chiffres	15
2. Rapports entre énergie et climat	16
2.1. Les contraintes et objectifs	16
2.1.1. L'objectif européen : - 55% de CO ₂	16
2.1.2 En Belgique : sortir du nucléaire en 2025 ?	16
2.2.Émissions de CO ₂ : la situation actuelle	17
2.2.1. Les émissions de CO ₂ liées à la production d'énergie	19
2.2.2. Quelques questions connexes	20
2.2.2.2.Le prix de l'énergie	20
2.2.2.3. L'implantation de la 5G : quel impact sur nos consommations d'énergie ?	22
2.2.2.4. L'essor significatif des véhicules électriques : est-ce vraiment la solution ?	23
2.2.2.5 Comment choisir les leviers à actionner pour décarboner notre énergie ?	24
2.3. Piste pour l'avenir : quelle énergie pour demain ?	24
2.3.1. Hydrogène	25
2.3.2. Les sels de thorium	25
2.3.3. Les petits réacteurs nucléaires modulaires ou SMR	26
2.3.4. Les biocarburants	26
2.3.5. Innovations : l'énergie des vagues, des algues ou des ... Doritos	27
3. Focus sur l'énergie nucléaire	29

3.1. Situation actuelle	29
3.2. Force et faiblesses du nucléaire	29
3.2.1 Forces	29
Une production sans CO ₂	29
3.2.2. Faiblesses	30
La gestion des déchets nucléaires	30
Le risque d'accident nucléaire	30
3.3. Sortir du nucléaire ?	32
3.3.1. Rétroactes	32
Calendrier théorique d'arrêt des réacteurs nucléaires belges	32
3.3.2. Sortir du nucléaire... maintenant ?	33
3.4. Pourquoi sortir du nucléaire ?	33
3.5. Les conséquences de la sortie du nucléaire	34
3.6. Par quoi remplacer les 420 twh du nucléaire ?	35
3.6.1. Par la diminution drastique de nos consommations d'énergie	35
Des réponses pragmatiques	35
3.6.2. Par l'investissement dans les énergies renouvelables	36
Construire des centrales au gaz ?	38
La capacité de production subsidiée : le CRM	39
Pourquoi les certificats verts pour compenser les émissions de CO ₂ ?	41
3.6.4. Par l'importation d'électricité en provenance de pays limitrophes ou non.	41
3.7. Comment ça se passe ailleurs?	42
3.7.1. En Allemagne : l'hydrogène pour remplacer le nucléaire	42
3.7.2. En France : le nucléaire, à 69%	42
3.7.3. Au Danemark : de l'éolien, du fossile et des importations	43
3.7.4. En Suisse : une gestion différenciée entre haute et basse tension	43
3.7.5. Le marché européen des énergies renouvelables	44
4. Conclusion	45
Recommandations du Centre d'Études Jacques Georgin	47
ANNEXES	50
Lexique et notions de base	50
Nos propositions politiques en matière d'énergie (2018-2019)	52
Au niveau européen	52
Au niveau fédéral	52
Au niveau régional	52
Au niveau local	53
En savoir plus	53

Introduction

Le b-a ba du climat

Quel est le lien entre une toiture mal isolée et la survie du corail des mers du sud ?

L'approvisionnement en énergie belge est issu à 80% de combustibles fossiles, (pétrole, gaz, charbon - à haute teneur en carbone et non renouvelable), que l'on brûle pour produire de l'énergie.

Cette combustion produit de la chaleur - de l'énergie donc - et du CO₂ à l'état gazeux. Ce gaz forme une couche autour de la planète, qui agit comme une serre, augmentant sensiblement la température de l'atmosphère.

Cette augmentation de température est la cause de changements climatiques : augmentation de la température des océans, fonte des glaciers, évaporation plus rapide de l'eau, pluies plus abondantes et phénomènes extrêmes.

Ces changements climatiques ont un impact sur la nature et la biodiversité, y compris sur la vie humaine, les inondations cataclysmiques subies dans différentes provinces du pays en juillet dernier constituant une preuve flagrante du dérèglement climatique, corroboré par le rapport alarmant du GIEC publié le 9 août dernier¹.

Pour limiter cette augmentation de température, il est indispensable d'agir sur la quantité de CO₂ dans l'atmosphère. Plusieurs pistes pour cela :

- Diminuer nos consommations d'énergie, et particulièrement d'énergie fossile : l'industrie, le transport, le chauffage des habitats représentent en Belgique 88,1% des émissions de gaz à effet de serre.
- Isoler les bâtiments publics et les habitats, adapter les moteurs des voitures à une énergie non carbonée et faire évoluer la gestion de l'énergie dans les industries sont des pistes d'action essentielles.
- Produire en plus grande quantité une énergie sans combustion de carbone : l'éolien, le solaire, l'hydraulique ou le nucléaire entrent dans cette catégorie.
- Augmenter la capacité d'absorption du CO₂, notamment en misant par exemple sur le végétal, qui s'en nourrit via le processus de photosynthèse - ou, bien entendu, en plantant des arbres, des haies, en créant des espaces verts, en protégeant les forêts.

Ce que dit l'accord du Gouvernement Vivaldi

L'accord du Gouvernement fédéral Vivaldi l'annonce en préambule

"La Belgique s'inscrit complètement dans les ambitions climatiques de Paris et dans le Green Deal européen. L'ambition est de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 55 % à l'horizon 2030 et de parvenir dans notre pays à la neutralité climatique pour 2050.

¹ Le rapport du GIEC du 9 août 2021 fait le point sur les connaissances scientifiques actuelles en matière de réchauffement climatique. Il établit de façon certaine l'influence humaine sur le climat, l'ampleur du dérèglement observé et les conséquences de celui-ci. En savoir plus : <https://climat.be/changements-climatiques/changements-observees/rapports-du-giec/2021-les-elements-scientifiques>

Non seulement les changements climatiques nous poussent à faire ce choix, mais le passage à une économie durable implique davantage d'emplois et de nouvelles possibilités de croissance.. La Belgique est le pays européen qui a le plus à gagner d'une stratégie climatique ambitieuse. La crise du coronavirus et les nécessités d'un redéploiement sont pour notre pays une occasion historique de basculer dans un autre modèle économique, plus résilient et plus durable. Pour ce faire, le Gouvernement va coopérer avec les entités fédérées qui sont compétentes pour bon nombre de leviers dans des domaines comme le logement, l'énergie, la mobilité et la biodiversité.

Le Gouvernement fera de la transition environnementale une préoccupation transversale et de tous les instants. En matière d'énergie tout d'abord, il développera le renouvelable - en particulier l'éolien et le solaire - et il favorisera leur implantation surtout le territoire, de la mer du Nord à la région germanophone. Il agira de manière à ce que l'énergie renouvelable, et les économies d'énergie contribuent plus largement au remplacement des sources d'énergie polluantes, dont le nucléaire."

1. Le secteur de l'énergie en Belgique

Imaginer une journée sans électricité, gaz ni essence donne un aperçu assez vertigineux de nos besoins en énergie. On utilise de l'énergie dans l'industrie, dans les transports (carburant : essence, électricité), dans les secteurs d'activités économiques et dans le secteur public (y compris l'éclairage) dans l'habitat (se chauffer, s'éclairer et faire fonctionner les électroménagers), dans les télécommunications.

Le coût de l'énergie en Belgique est important : la Belgique est le 3^e pays de l'Union européenne où les ménages paient leur électricité le plus cher selon les dernières données d'Eurostat (286 €/MWh au second semestre 2019), après le Danemark et l'Allemagne².

Du producteur au consommateur... en passant par quelques intermédiaires

Entre la génération d'énergie - qu'elle soit produite par une éolienne ou dans une centrale nucléaire - et sa consommation par votre chaudière, ou votre voiture, les étapes et les intermédiaires sont nombreux. En Belgique, le marché de l'énergie est libéralisé depuis 2007.

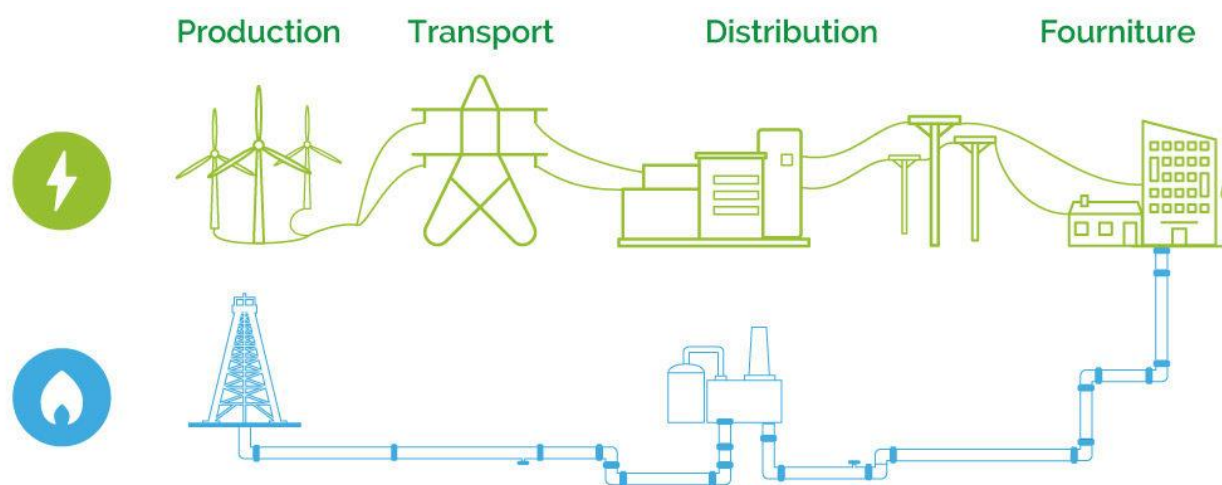


Image : <https://blog.mega.be/comprendre-le-marche-energetique-en-belgique-notre-expert-vous-eclaire/>

² Source : <https://www.connaissancedesenergies.org/belgique-la-sortie-du-nucleaire-en-questions-201123>

La production d'énergie en Belgique se fait selon différentes sources. Cette énergie est soit produite en Belgique (nucléaire, éolien, solaire), soit importée (gaz, pétrole,...).

Rappelons qu'il existe deux types d'énergie :

- L'énergie primaire, qui est une énergie brute, sans stockage ni transformation, comme le gaz, par exemple
- L'énergie secondaire, produite au départ d'une source (vent, eau, atome, ...) dont la transformation (mouvement, combustion, fission) va produire de l'énergie, par exemple de l'électricité qui peut être ensuite directement consommée.

Cette énergie (primaire ou secondaire) est ensuite transportée depuis le lieu de production vers les réseaux de distribution locaux, via un réseau à haute tension. Elia a la charge du transport d'électricité en Belgique, et Fluxys celle du gaz.

Le gestionnaire de réseau de distribution régional (Sibelga, ORES, Tecteo) assure la gestion du réseau via lequel le fournisseur commercial (celui qui achète l'énergie aux producteurs : Engie, Méga, Lampiris, Luminus, ...) va acheminer l'énergie vers le lieu de consommation finale.

Le régulateur de marché veille au bon fonctionnement du marché de l'énergie. Il existe un régulateur au niveau fédéral (la CREG) et un pour chaque région (à Bruxelles : Brugel, en Flandre : Vreg, en Wallonie : la Cwape)³.

1.1. La production d'énergie

Quelles énergies ?

L'approvisionnement en énergie en Belgique se fait au départ de plusieurs sources : de l'éolien, du gaz, du pétrole (dont l'essence des voitures et le mazout de chauffage), du nucléaire, du solaire (dont les panneaux photovoltaïques des particuliers)...⁴

Les énergies dites "grises" font appel à des combustibles fossiles non renouvelables : (gaz, charbon, pétrole)... Les énergies "vertes" utilisent des ressources renouvelables : (vent, soleil, eau, biomasse) , ... A cela s'ajoute le nucléaire.

Ces trois grandes catégories représentent plus de 80% de l'énergie en Belgique..

En matière de production d'électricité, le mix énergétique varie d'année en année selon qu'une centrale nucléaire soit à l'arrêt ou pas, selon les fluctuations de production de renouvelable (liées notamment à la météo : il faut du vent pour qu'une éolienne tourne), etc.

Récapitulatif de la composition du mix énergétique belge ces trois dernières années (Source : Elia).

En %	En 2018	En 2019	En 2020
Nucléaire	31,2%	48,8%	39,1%

³ En savoir plus

<https://www.creg.be/fr/consommateurs/le-marche-de-lenergie/qui-fait-quoi-sur-le-marche-de-lenergie>

<https://www.resa.be/fr/a-propos/les-acteurs-du-marche-liberalise/>

⁴ Informations complètes sur les différents modes de production d'énergie en Belgique :

<https://www.febeg.be/fr/moyens-de-production>

Gaz	24,4%	27,2%	34,4 %
Eolien maritime (off shore)	3,8%	5,5%	8,3%
Eolien terrestre	3,4%	4%	5%
Solaire	4,1%	4,2%	5,3%
Importation	20%	-2,1%	-0,3%
Autre	13,1%	12,5%	8,2%

Éléments à souligner pour compléter ce récapitulatif

- La part d'électricité renouvelable devrait croître de 17,3% en 2017 à 40,4% en 2030, selon les prévisions de la FEBEG (Fédération belge des entreprises électriques et gazières).
- Les énergies renouvelables (vent + soleil) voient leur quantité augmenter d'année en année, passant de 9,9 Twh (10,8%) en 2018 à 15,1 Twh (18,6%) en 2020.
- En 2018, notre importation représentait 20%. Aujourd'hui, elle est quasi nulle.
- Le nucléaire fournissait en 2018 31,2%, en 2019 : 48,8%, en 2020 : 39,1% de notre production électrique. Dans tous les cas, il représente environ ⅓ de notre énergie.
- Pour mémoire, en 2018, plusieurs centrales ont été mises à l'arrêt,. Dans les faits, la capacité du nucléaire n'a été exploitée qu'à 50%. En cause : des soucis de béton à Doel 4 (4 mois d'arrêt), Tihange 2 et Tihange 3, des fuites à Doel 1 et Doel 2. avec pour effet immédiat , la part d'énergie importée qui est montée à 20%⁵.

Production mensuelle d'électricité en Belgique selon la source

Que nous dit l'évolution du mix énergétique belge depuis juin 2020 ?

La différence entre les saisons d' hiver et d' été est de 30% environ

- Les mois d'hiver, où la consommation d'énergie est plus importante, sont aussi ceux où la production d'énergie solaire est la plus faible, et la part d'éolien est la plus importante.
- La proportion d'énergie thermique non renouvelable (fossile) est relativement stable.
- La part du nucléaire oscille du simple au double, montant jusqu'à 4500 GWh les mois d'hiver.

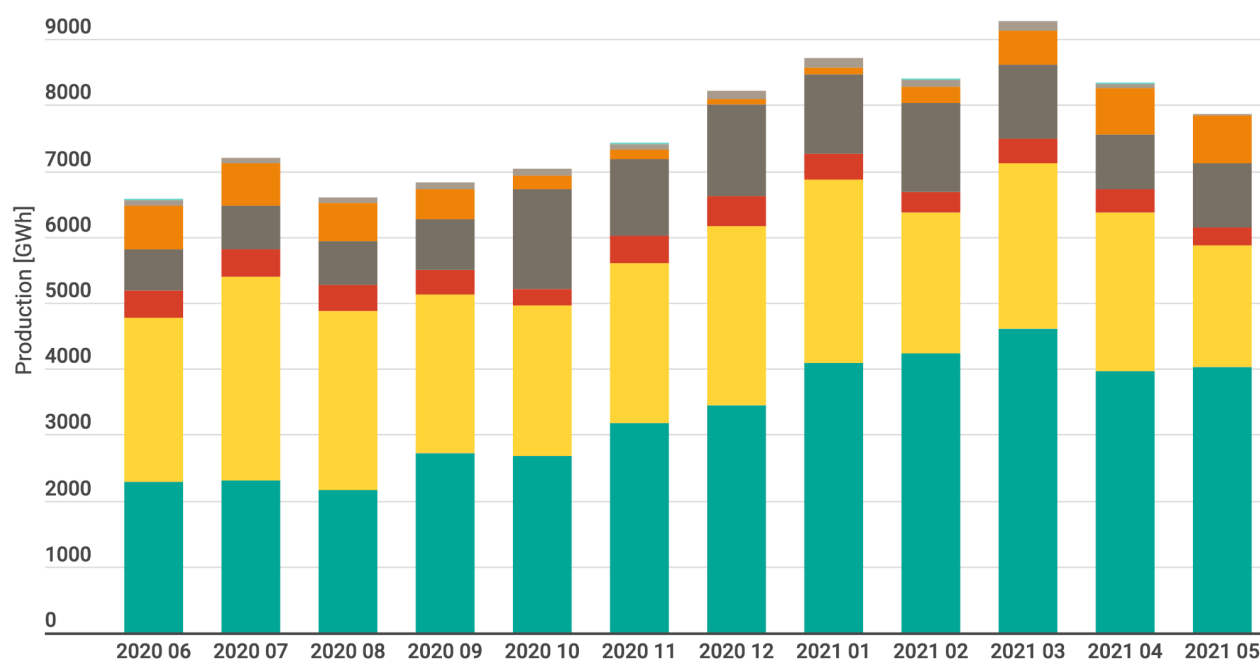
Le site Electricity Map recense pays par pays la production et la consommation énergétique et ce au jour le jour. C'est ainsi que le 10 août 2021 , le mix énergétique de la Belgique se présentait comme suit:

- 57,77 % de l'électricité disponible en Belgique était produite par le nucléaire
- 16,28% par l'énergie solaire
- 9,22% par le gaz
- 5,58% en éolien
- 3,82 % en biomasse

La dépendance à l'égard de l'énergie nucléaire demeure donc patente.

⁵ Source :

<https://plus.lesoir.be/198452/article/2019-01-03/en-2018-les-centrales-nucleaires-ont-tourne-un-jour-sur-deux>



Production mensuelle d'électricité par source d'énergie en GWh



Source : <https://economie.fgov.be/fr/themes/energie/lenergie-en-chiffres/production-mensuelle>

La dépendance à l'égard des pays fournisseurs

Vu que nous n'avons pas de production propre d'uranium, de pétrole, de gaz, de charbon... notre autonomie en matière de production d'énergie est très limitée.

Il faut en effet tenir compte à la fois des importations d'énergie produite (quasi nulle) mais aussi des importations de combustibles.

Pour 2019, la dépendance énergétique de la Belgique, (rapport entre les importations nettes et la consommation d'énergie) s'élevait à 76,7%, alors que la moyenne européenne était de 60,7% pour la même année.

Cette dépendance joue évidemment un rôle dans les relations que nous entretenons avec les pays fournisseurs, parmi lesquels le Kazakhstan (nucléaire), la Russie (gaz et pétrole), le Canada (nucléaire), les Pays-Bas (gaz) ou encore la Norvège (gaz).

Nucléaire (combustible)

En Belgique, c'est la société Synatom qui est chargée d'acheter l'uranium et d'assurer toutes les étapes jusqu'à l'obtention de l'uranium enrichi, qui sera utilisé en centrales par Electrabel.

Les principaux pays producteurs d'uranium sont le Kazakhstan (41% de la production mondiale), le Canada, l'Australie, le Niger, la Namibie, la Russie, l'Ouzbékistan, les États-Unis, la Chine et l'Ukraine.

La production mondiale des mines d'uranium s'est élevée à 56 217 tonnes en 2014.

Synatom en achète chaque année une tonne pour la Belgique. Les réserves de minerais connues à ce jour permettent de couvrir la demande mondiale actuelle pendant un siècle.

Pour des raisons stratégiques, aucun des pays fournisseurs ne fournit plus de 20% d'uranium. L'uranium est ensuite enrichi à l'étranger (en France, principalement) avant d'approvisionner nos centrales).

Gaz (énergie primaire)

Le gaz naturel que l'on consomme en Belgique provient principalement des Pays-Bas, de la Norvège, du Royaume-Uni, du Qatar, et de l'Allemagne. Il est livré par divers gazoducs souterrains et sous-marins et aussi par bateaux, sous forme liquide, via le terminal de Zeebrugge.

Electricité (énergie secondaire)

La Belgique importe peu d'électricité, elle a plutôt tendance à exporter.

Toutefois, en 2018, lorsque plusieurs de nos centrales nucléaires étaient à l'arrêt, nous avons importé jusqu'à 20 % de notre énergie.

En 2019, la Belgique était en surcapacité et son exportation nette d'électricité atteignait 1,8 TWh — une première depuis près de 10 ans.

En 2020, la situation s'est quelque peu équilibrée. Notre exportation nette reste positive et vaut 0,2 TWh. Il n'y a donc pas eu d'importantes importations d'électricité, malgré une plus faible production nucléaire. Cela s'explique principalement par deux causes :

- les mesures liées à la crise de la COVID-19 qui a diminué la consommation d'électricité (7 % de moins que la moyenne des 5 dernières années),
- la hausse de production d'énergies renouvelables.

Source : Elia

Pétrole

Le pétrole est source d'énergie pour les transports (essence et diesel), le chauffage, les industries. Il sert également de combustible pour les centrales thermiques au fuel. Le pétrole acheminé dans notre pays pour être transformé dans les raffineries est issu de plusieurs régions du monde :

- Russie 32 %
- Moyen-Orient avec 23 % (15 % pour l'Arabie Saoudite)
- Mer du Nord (14 %)
- Afrique (Nigeria) 11 %

Au total, 35 % du pétrole brut importé provient des pays de l'OPEP.

En 2019, la consommation totale de carburants de transport en Belgique s'est élevée à 10.304.540 m³, un résultat quasi stable depuis 10 ans.

Le transport a représenté 58,5 % de la consommation intérieure de produits pétroliers (mazout non compris) et les 41,5 % restants ont été utilisés comme matière première dans le secteur pétrochimique.

Les recettes d'accises sur les carburants ont rapporté à l'État belge 5,64 milliards d'euros en 2019.: par rapport à 2010 (4,57 milliards €), il s'agit d'une augmentation de 23 %⁶.

⁶ Source : PretrolFed.be

1.2. La consommation d'énergie

La consommation d'énergie primaire de la Belgique par habitant en 2018, atteignait 4,66 tonnes équivalent pétrole. C'est un niveau 2,5 fois supérieur à la moyenne mondiale, dépassant de 27 % celui de la France, mais inférieur de 32 % à celui des États-Unis.

Les émissions de CO₂ liées à l'énergie de la Belgique s'élevaient en 2018 à 7,98 T CO₂ par habitant, niveau supérieur de 81 % à la moyenne mondiale et de 77 % à celui de la France mais inférieur de 5 % à celui de l'Allemagne.

Les chiffres

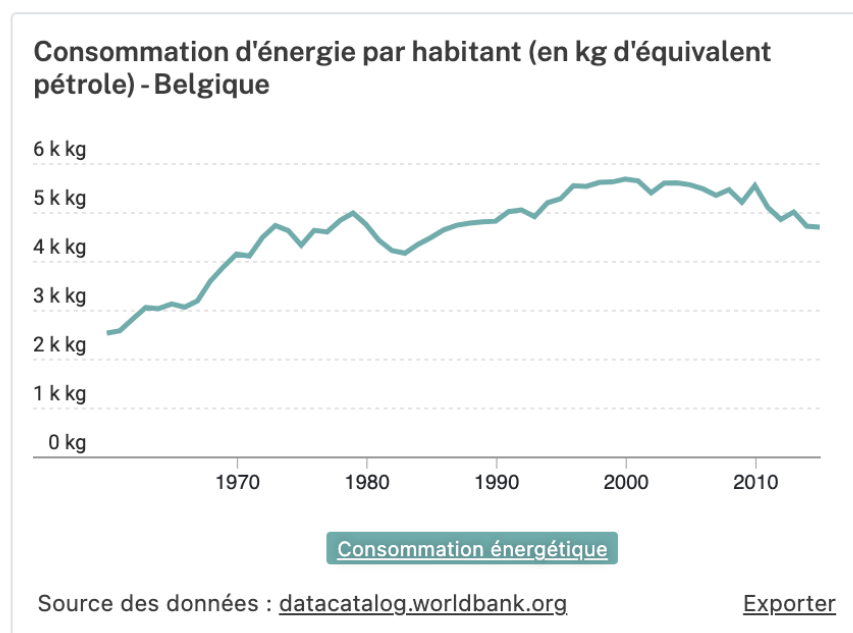
- En Wallonie, la CWaPE estime la consommation moyenne à 2000 kWh par ménage ;
- En Flandre, la VREG relève une consommation d'électricité de 3305 kWh ;
- À Bruxelles, Brugel affirme que la consommation est aux alentours de 2036 kWh.

Ces données sont des moyennes globales, qui peuvent changer selon que vous soyez un petit ou un gros consommateur d'électricité :

Les petits consommateurs sont généralement des personnes vivant en studio ou des étudiants logés en kot, leur moyenne de consommation avoisine les 600 kWh/an ;

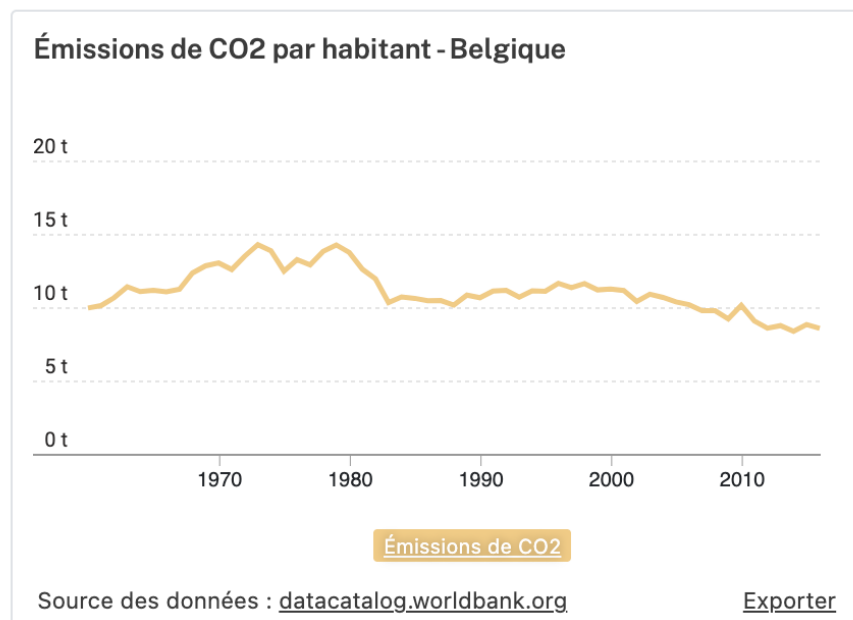
Les gros consommateurs sont des familles nombreuses ou des ménages ne fonctionnant qu'avec l'électricité ; dans ce cas leur consommation peut atteindre les 7500 kWh voire même les 12 500 kWh par an.

CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR HABITANT (EN KG D'ÉQUIVALENT PÉTROLE)



Commentaires

ÉMISSIONS DE CO2 PAR HABITANT



Source : <https://datacommons.org/>

Selon le Professeur van Ypersele du GIEC, les émissions de CO₂ dans l'atmosphère augmentent en moyenne de 1,65 % par an depuis 1850, alors qu'elles devraient décroître.

A quoi utilise-t-on cette énergie ?

En 2019, les consommations d'énergie étaient réparties entre les différents secteurs suivants⁷ :

- Ménages : 24 %
- Industrie : 33,2 %
- Transports : 26,6 %
- Services : 13,7 %
- Agriculture : 2,4 %

En 2020, notre consommation en énergie a drastiquement chuté pendant la période de premier confinement, les transports étant extrêmement limités.

Nous avons donc produit 13% de CO₂ en moins, et cela est dû à une diminution drastique de l'activité industrielle (-27%), de la production d'énergie (-24%) et des transports (-9%).

Cela ne concerne pas que la Belgique : le constat a été fait au niveau mondial, sur les courbes d'émissions de CO₂ et de pollution. Et quand la demande est moindre, la production diminue également.

1.3. Les compétences institutionnelles

La répartition des compétences entre l'Etat fédéral et les **entités fédérées** en matière d'énergie s'effectue comme suit⁸:

L'**Etat fédéral** est compétent pour

- la sécurité d'approvisionnement ;
- les études prospectives concernant l'électricité et le gaz ;
- le cycle du combustible nucléaire ;
- les grandes infrastructures de production, de stockage et de transport de l'énergie ;
- les tarifs.

Les **Régions** sont compétentes pour

- la distribution d'électricité ;
- le transport d'électricité au moyen de réseaux dont la tension nominale est inférieure ou égale à 70.000 volts ;
- la distribution publique du gaz ;
- les réseaux de distribution de chaleur produite à distance ;
- les sources nouvelles d'énergie à l'exception de celles liées à l'énergie nucléaire ;
- la récupération d'énergie par les industries et autres utilisateurs ;
- l'utilisation rationnelle de l'énergie.

La concertation se fait au sein du groupe de concertation CONCERE (ENOVER en néerlandais), qui rassemble des délégués des 4 administrations et des 4 cabinets responsables de l'énergie, la Représentation Permanente de la Belgique auprès de l'Union européenne (UE) et la Direction générale Coopération et Affaires européennes du SPF Affaires étrangères.

⁷ Détail des chiffres par secteur et par type d'énergie :

<https://bestat.statbel.fgov.be/bestat/crosstable.xhtml?view=a1449145-61ef-4d13-a33f-5d6bbc5517c9>

⁸ Article 6 §1er VII de la loi spéciale de réformes institutionnelles

Comme pour tout enjeu qui a un impact au niveau planétaire, l'éclatement des compétences augmente le risque de politiques à deux vitesses, de dilution des responsabilités, d'inégalités entre citoyens, et d'incapacité à tenir une position univoque au nom de la Belgique.

En l'occurrence, plusieurs éléments méritent que l'on soit vigilant quant aux potentiels aspects communautaires et régionaux.

Ainsi, le offshore éolien est, en toute logique, unilatéralement situé en Flandre: quelles garanties d'approvisionnement pour la Wallonie en cas de régionalisation de la compétence ?

Les approches sont également différentes pour la construction du mix énergétique. Aujourd'hui déjà, on constate une nette différence de réactions face aux demandes de créations de centrales TGV (turbines gaz vapeur) entre la Flandre (majoritairement opposée à la construction de nouvelles centrales à gaz -exemple: permis refusé à Vilvrorde) et la Wallonie (plusieurs permis ont déjà été accordés). De même, les prix et la taxation sur l'énergie diffèrent fortement d'une région à l'autre.

Or, les enjeux climatiques exigent vraiment une approche coordonnée, tout comme la pandémie de covid.

Quelques chiffres

- L'énergie en Belgique est majoritairement d'origine nucléaire (en moyenne **35%** de la production annuelle).
- Il n'y a pas de stockage de l'énergie produite : on produit en temps réel ce que l'on consomme.
- En 2019, la Belgique a produit **116,7 millions de tonnes -éq. CO₂**, ce qui représente une baisse de 20,1 % par rapport à 1990.
- En Belgique, la moyenne des émissions est de **10 tonnes éq CO₂ par personne et par an**.
- Le CO₂ représente **85,5%** des gaz à effet de serre émis en Belgique.
- Construire une centrale nucléaire prend environ **5 ans**.
- La consommation de la Belgique sur un an s'élève à **420 térawatts heures (twh)**.
- La consommation moyenne des ménages en Belgique s'établit à **+/- 3.500 kWh** d'électricité et +/- 15.000 kWh de gaz.
- Le record de production en énergie solaire est de 683 GWh sur un mois (en mai 2020).
- En 2020, les énergies renouvelables ont couvert la moitié de notre consommation pendant **5 jours** ... sur 365.
- Le record de production d'électricité par les éoliennes terrestres belges est de 629 GWh en un mois (février 2020).
- Le record de production d'électricité par les nouvelles éoliennes offshore est de 681 GWh en un mois (octobre 2020).
- Selon Engie, pour remplacer une centrale nucléaire de 1000 MW, il faudrait implanter 1100 éoliennes de 3 MW ou 80 km² de panneaux solaires, ce qui équivaut à la moitié de la superficie de la région bruxelloise.
- la Belgique est le 3e pays de l'Union européenne où les ménages paient leur électricité le plus cher selon les dernières données d'Eurostat (286 €/MWh au second semestre 2019), après le Danemark et l'Allemagne⁹.

⁹ Source : <https://www.connaissancedesenergies.org/belgique-la-sortie-du-nucleaire-en-questions-201123>

2. Rapports entre énergie et climat

2.1. Les contraintes et objectifs

2.1.1. L'objectif européen : - 55% de CO₂

Pour limiter le réchauffement climatique, il faut impérativement et drastiquement réduire nos émissions de CO₂, et ce, à l'échelle de la planète.

Les objectifs à atteindre se négocient lors des Conférences mondiales sur le Climat.

L'accord de Paris est le tout premier accord mondial juridiquement contraignant sur le changement climatique, adopté lors de la conférence de Paris sur le climat (COP21) en décembre 2015. Il a pour objectif de limiter le réchauffement climatique à 2°C, de poursuivre les efforts pour rester sous les 1,5°, et de préparer les différents pays à faire face aux changements climatiques que cette hausse des température entraîne.

Les pays signataires établissent des Plans Nationaux Climat (en Belgique : le PNEC), et définissent leur CDN (contribution déterminée au niveau national).

L'Europe s'est fixé à ce moment-là comme objectif de diminuer les émissions de gaz à effet de serre (GES) de **40% à l'horizon 2030**, par rapport à l'année de référence 1990.

Dans ce cadre, la Belgique doit réduire de 35 % en 2030 par rapport à 2005, pour les émissions de gaz à effet de serre des secteurs non couverts par le système européen d'échange de droits d'émissions.

En décembre 2020, lors du sommet de Bruxelles, les chefs d'États européens se sont accordés pour réduire de **55%** les émissions européennes de CO₂ d'ici 2030. L'effort à fournir est donc nettement plus important¹⁰.

2.1.2 En Belgique : sortir du nucléaire en 2025 ?

Depuis 2003, l'arrêt des réacteurs nucléaires belges est prévu après 40 ans d'exploitation, soit entre 2015 et 2025. Cette durée a été remise en cause et finalement prolongée en 2015 pour les 3 réacteurs les plus anciens.

En septembre 2020, le gouvernement Vivaldi a confirmé sa volonté de sortir du nucléaire entre 2022 et 2025, en se gardant la possibilité de prolonger 2 réacteurs si l'approvisionnement en électricité par d'autres biais ne pouvait être suffisamment garanti. La décision doit être prise en tout état de cause avant la fin de l'année 2021.

¹⁰ En savoir plus :

https://www.rtbef.be/info/belgique/detail_les-nouvelles-ambitions-climatiques-de-la-belgique-encore-plus-de-re-duction-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre?id=10651859

<https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/climate-change/paris-agreement/>

Ce que dit l'accord de Gouvernement :

" (...) le gouvernement reconfirme résolument la sortie du nucléaire. Le calendrier légal de sortie du nucléaire sera respecté, comme prévu. Fin novembre 2021, un rapport complet sur les projets sélectionnés au terme de l'enchère sera soumis au gouvernement. Ce rapport analysera notamment la sécurité d'approvisionnement et l'impact sur le prix d'électricité. Si ce monitoring montre qu'il y a un problème inattendu de sécurité d'approvisionnement, le gouvernement prendra des mesures adéquates comme l'ajustement du calendrier légal pour une capacité pouvant aller jusqu'à 2 GW. Dans ce cas, le gouvernement prévoira des exigences strictes en matière de sécurité de sécurisation, de disponibilité de la capacité de production durant les mois d'hiver, de flexibilité en hiver et en été, et en matière de rente nucléaire.

Un impact négatif éventuel de cette adaptation pour les projets sélectionnés sur le CRM sera examiné et, le cas échéant, compensé."

L'arrêt des centrales nucléaires en toute sécurité et la préparation en vue du démantèlement dans un environnement sûr figurent parmi les priorités du gouvernement. Le savoir-faire accumulé dans le domaine du démantèlement deviendra un atout essentiel que nous pourrions exporter dans d'autres pays dans le cadre d'une stratégie de sortie du nucléaire.

Sur un plan politique, Ecolo-Groen a tout intérêt à démontrer dans le rapport que la sécurité d'approvisionnement est tout à fait garantie et qu'il faut s'en tenir à la position de principe exprimée dans l'accord de Gouvernement, à savoir respecter le calendrier légal de sortie du nucléaire "in globo".

Or, si l'on s'en réfère aux chiffres cités plus haut, rien ne garantit à ce stade cette sécurité d'approvisionnement et à ce jour peu d'informations filtrent quant au "monitoring" et ses modalités.

Suite à la confirmation par le gouvernement Vivaldi de la volonté de sortir du nucléaire en 2025, Electrabel a annoncé en décembre 2020 ne plus faire d'investissements pour prolonger la durée de vie des centrales nucléaires belges, mettant la pression sur le gouvernement Vivaldi¹¹.

Cette sortie du nucléaire serait compensée par la mise en service de centrales au gaz, lesquelles, contrairement au nucléaire, dépendent de l'énergie fossile et donc émettent des quantités de CO₂ non négligeables (cfr infra).

2.2.Émissions de CO₂ : la situation actuelle

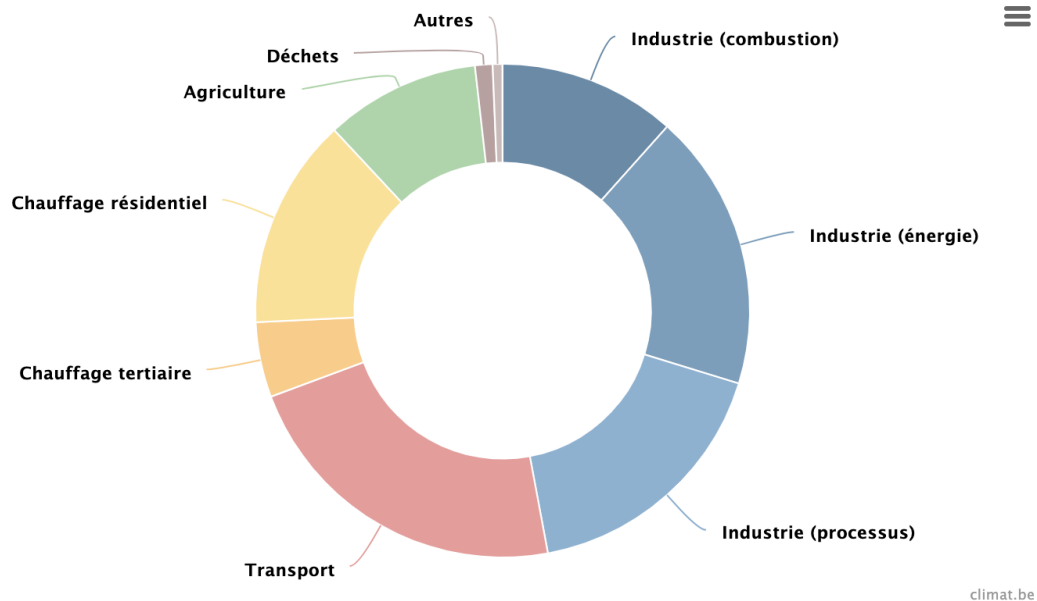
Les derniers chiffres consolidés concernent l'année 2019.

En 2019, les émissions totales de GES (gaz à effet de serre) -hors activités liées à l'exploitation des terres et forêts- en Belgique se sont élevées à 117 millions de tonnes équivalent CO₂. C'est 20,1 % de moins qu'en 1990. Si la baisse a été régulière entre 2004 et 2014, elle a nettement ralenti depuis. Entre 2018 et 2019, on ne constate plus qu'une légère diminution (1,05 %).

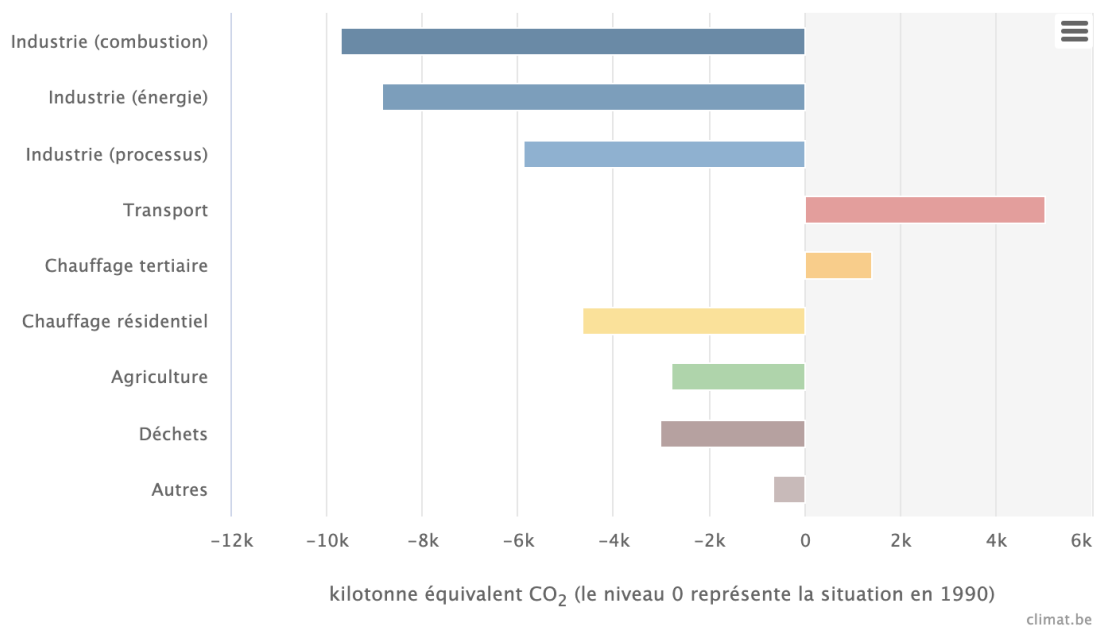
¹¹ Source :

<https://www.revolution-energetique.com/belgique-sortie-du-nucleaire-confirnee-en-2025-engie-jette-leponge/>

Part des différents secteurs dans les émissions totales en 2019 (%)



Évolution des différents secteurs (1990-2019)



Ce schéma montre clairement une forte augmentation des émissions dans le secteur du transport (+24,0 %). Les émissions du secteur tertiaire (chauffage des bâtiments) sont également en augmentation (+33,0 %).

Les émissions pour le secteur résidentiel ont par contre chuté de 22,4 %. Les autres secteurs ont également enregistré des baisses notables sur l'ensemble de la période 1990-2019.

2.2.1. Les émissions de CO₂ liées à la production d'énergie

Quel mode de production d'énergie est le moins générateur de CO₂ ?

Tableau 1 : Emissions pour la production d'électricité en équivalent CO₂ (CO₂e) en gramme par kilowattheure d'énergie finale :

Combustible	Emission de CO ₂
Eolien (en mer)	9 gCO ₂ e/kWh
Eolien (en terre)	10 gCO ₂ e/kWh
Hydroélectrique	10 gCO ₂ e/kWh
Centrale nucléaire (Moyenne GIEC)	12 gCO ₂ e/kWh
Biomasse (déchets de bois avec turbine à vapeur)	32 gCO ₂ e/kWh
Géothermie	38 gCO ₂ e/kWh
Electricité (chauffage)	210 gCO ₂ e/kWh
Gaz naturel	443 gCO ₂ e/kWh
Pile à combustible	664 gCO ₂ e/kWh
Centrale fioul-vapeur	730 gCO ₂ e/kWh
Pétrole lourd	778 gCO ₂ e/kWh
Centrale à charbon	1 058 gCO ₂ e/kWh

A cela, il convient d'ajouter les émissions en amont (générées par l'énergie consommée pour l'extraction des minerais ou combustibles, la fabrication des éoliennes, ...). Cette analyse complexe est faite notamment dans le cadre de la comptabilité carbone¹².

Tableau 2: Récapitulatif des émissions de CO₂ par énergie de chauffage pour la consommation d'1 kilowattheure

Système de chauffage	Emission de CO ₂
Chaudière à bois	30 gCO ₂ e/kWh
Pompe à chaleur	49 gCO ₂ e/kWh
Réseau de chaleur	100 gCO ₂ e/kWh
Radiateur électrique	147 gCO ₂ e/kWh
Chaudière gaz	227 gCO ₂ e/kWh
Chaudière mazout	324 gCO ₂ e/kWh

¹² En savoir plus ;

https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?renouvelable.htm

2.2.2. Quelques questions connexes

2.2.2.1. Quels choix individuels et collectifs pour quelles énergies?

Les consommations d'énergie sont pour partie le fait de nos choix individuels.

Toutefois, les grandes orientations de société que nous prenons ont, elles aussi, un impact non négligeable sur nos émissions de CO₂.

La question de l'arrêt des centrales nucléaires belges aura en tout état de cause un impact immédiat sur le prix de notre électricité et sur nos émissions de gaz à effet de serre (dont le CO₂).

D'autres choix de société jouent un rôle certain.

Citons par exemple :

- en matière de mobilité : les transports sont la deuxième source d'émission de CO₂. L'Europe prône l'électrification des véhicules et, le projet est dans les cartons belges également, la suppression des moteurs thermiques. Mais passer aux véhicules électriques, est-ce la solution ?
- la politique industrielle et de consommation : relocaliser la production de bien de consommation en Belgique ou en Europe aura nécessairement un impact sur les émissions de CO₂ générées par l'importation de biens - que ce soit via le transport aérien ou via la mer, et les porte-containers
- en matière d'infrastructures : on pense au dossier de la nouvelle liaison à haute tension dite "boucle du Hainaut" mais aussi à l'impact de la 5G sur nos consommations d'énergie

2.2.2.2. Le prix de l'énergie

Selon Statbel, le prix de l'énergie en Belgique ne cesse d'augmenter.

Plus précisément : il a augmenté de 56% en 14 ans, là où, pour la même période, l'indice des prix à la consommation a évolué de 14%. L'électricité et le gaz sont d'ailleurs les deux produits qui pèsent le plus sur cette hausse de 14%¹³.

La CREG publie tous les six mois une analyse de l'évolution des prix de l'énergie en Belgique et dans les pays voisins, pour les clients résidentiels et professionnels, pour le gaz et l'électricité.

Cela dit, la hausse de prix n'est pas la même selon les régions, et n'est pas liée qu'au seul prix de l'énergie.

A. Prix de l'électricité .

- le prix du MWh facturé aux ménages a en moyenne augmenté de 56 % (250,34 euros en 2020 contre 160,05 euros en 2007). On estime la hausse des factures pour une consommation moyenne par ménage de 3.500 kWh par an, de 446 euros en Flandre , de 333 euros en Wallonie et de de 169 euros à Bruxelles.

¹³ Source <https://statbel.fgov.be/fr/themes/prix-la-consommation/indice-des-prix-la-consommation> et <https://www.lesoir.be/369489/article/2021-04-30/energie-depuis-2007-le-prix-de-lelectricite-augmente-de-56-et-celui-du-gaz-de-4>

- le prix de l'électricité proprement dite a augmenté de 47 % en Flandre (notamment suite à la fin d'une mesure de gratuité partielle) et de 6 % à Bruxelles et en Wallonie.
- les contributions « énergie renouvelable et cogénération » ont fortement augmenté (+ 302 % par rapport à 2007)
- le tarif de réseau de distribution a lui aussi gonflé : + 120 % en Flandre, de + 30,5 % à Bruxelles et de + 53 % en Wallonie.
- l'augmentation la plus spectaculaire est liée à l'inflation des « prélèvements publics » (cotisation fédérale, certificat vert, financement du raccordement de l'éolien offshore, réserve stratégique ...). On relève + 98, % en Flandre, + 142 % à Bruxelles et + 552 % en Wallonie).
- la taxe sur l'énergie et la TVA ont augmenté en moyenne de 81 % en Flandre, de 26 % à Bruxelles et de 51 % en Wallonie.

B. Prix du gaz

- le prix total moyen en Belgique pour les ménages a augmenté de 4 % (49,8 euros le MWh en 2020 contre 47,9 euros le MWh en 2007).
- Depuis 2007, le prix total du MWh a baissé de 1,65 euro en Flandre et de 1,25 euro à Bruxelles, tandis qu'il a augmenté de 8,65 euros côté wallon.
- Si le prix du gaz a diminué de 12% en moyenne, le tarif de réseau de distribution a augmenté de 15 % en Flandre, de 2,5 % à Bruxelles et de 66 % en Wallonie.
- Les prélèvements publics sur la facture de gaz ont littéralement explosé : + 154,11 % en Flandre, + 160,96 % à Bruxelles et + 1.089,44 % en Wallonie. Une « hausse historique », relève la Creg, qui « *résulte principalement de l'augmentation de la cotisation fédérale et de la surcharge clients protégés, ainsi que d'un nouveau prélèvement en Wallonie et à Bruxelles, et de l'impôt des sociétés sur les activités de réseau des gestionnaires de réseau de distribution à compter de 2015, qui est répercuté dans les prélèvements locaux en Wallonie et à Bruxelles* ».
- La taxe sur l'énergie et la TVA ont diminué de 4,5 % en Flandre, de 3,5 % à Bruxelles et ont augmenté de 15 % en Wallonie.

C. Quel prix demain ?

Selon les interlocuteurs, le discours est évidemment différent.

Pour Ecolo, la sortie du nucléaire n'aura aucun impact sur la facture finale adressée au consommateur.

Selon Damien Ernst, *"Si l'on prend en compte ces deux causes d'augmentation, le mécanisme du CRM et l'évolution des prix du gaz et de la tonne de Co2, "on s'oriente entre 2021 et 2025 vers une augmentation de la facture de 150 euros par ménage par an. Je crois que c'est une estimation correcte"*¹⁴ .

Selon la CREG, avec une estimation du coût du CRM à 614 millions d'euros, *"l'impact sur la facture des ménages s'élevait entre environ 31 et 57 euros/an (pour une consommation moyenne de 3500 kWh/an)"*. Ces calculs devront être revus selon le coût réel du CRM, estimé aujourd'hui à entre 238 et 253 millions - estimation contestée par la CREG.

¹⁴ Source :

https://www.rtbf.be/info/belgique/detail_vote-a-la-chambre-du-projet-de-loi-qui-permettra-de-financer-les-alternatives-au-nucleaire-un-pas-vers-la-fermeture-des-centrales-quelles-consequences?id=10716927

2.2.2.3. L'implantation de la 5G : quel impact sur nos consommations d'énergie ?

Les évolutions technologiques sont sources de diminution de nos émissions de CO₂, grâce à l'amélioration des performances, notamment en matière d'habitat, de domotique, d'électroménager.

Elles génèrent également de nouvelles consommations : les véhicules électriques déplacent la question de la consommation d'énergie fossile (gaz, essence, diesel) vers une consommation accrue d'électricité.

La 5G pose question en termes de consommation d'énergie, et d'impact environnemental: comment trouver le juste équilibre entre une légitime aspiration au progrès et au confort, et un impact environnemental moindre ? C'est là qu'un discours rationnel, chiffré, évalué peut nous permettre d'adopter des positions les plus justes possibles. Il n'est ni envisageable de s'enfermer dans un non catégorique qui ne tiendrait pas compte des besoins exprimés par les entreprises - et notamment l'argumentaire de l'Union Wallonne des Entreprises dans le cadre du plan de relance - ni de donner un blanc-seing au déploiement massif, sans tenir compte des besoins réels et des impacts énergétiques.

L'Europe a pour objectif le déploiement de la 5G sur l'ensemble du territoire.

Avec quel effet sur nos consommations ? Sur cet aspect spécifiquement, des estimations concrètes sont disponibles auprès de nos voisins français.

Si la 5G transporte plus de données, plus rapidement, les avancées technologiques du réseau permettront de réaliser des économies d'électricité.

Selon The Shift Project, un think tank sur la transition énergétique, estime que ces innovations permettront d'économiser 30 à 40% d'électricité par rapport à une antenne 4G.

Mais cela ne sera semble-t-il pas suffisant pour compenser l'augmentation de la consommation de données mobiles. En effet, selon l'Arcep (Autorité de Régulation des Communications électroniques des postes et de la distribution de la presse -FRANCE), cette augmentation de la performance va générer une augmentation des consommation de données mobiles.

Ainsi, Olivier Roussat, le président de Bouygues Télécom déclarait en juin 2020 : *"Il est donc erroné d'affirmer que la 5G permettra des efforts en matière d'énergie. Après la première année de déploiement, la consommation énergétique de tous les opérateurs affichera une augmentation importante."* De plus, cette nouvelle fonctionnalité exigera le remplacement des terminaux (gsm, antenne, ...). L'impact énergétique global, s'il est difficilement estimable à ce stade, risque donc d'être conséquent.¹⁵

De son côté, l'opérateur français Orange, *"espère que la consommation d'énergie par gigabit sera de l'ordre de 10 à 30 fois inférieure aux technologies actuelles. Toutefois, « si l'on se réfère à l'augmentation du trafic attendue dans la même période, un nécessaire travail de pédagogie et d'accompagnement sur les usages clients devra aussi être réalisé pour tendre vers une sobriété énergétique optimale. »*¹⁶

¹⁵ Source :

https://www.liberation.fr/checknews/2020/07/17/la-5g-est-elle-extremement-consommatrice-d-energie-comme-l-affirme-julien-bayou_1793102/

¹⁶ Source :

2.2.2.4. L'essor significatif des véhicules électriques : est-ce vraiment la solution ?

Autre changement de paradigme qui aura un impact certain sur le paysage énergétique belge : l'électrification accentuée du parc automobile qui, en Belgique, n'a pas encore été chiffrée en termes de besoins en énergie .

Le CEG, notre centre d'études, a organisé un webinaire sur le sujet en octobre dernier, webinaire largement évoqué dans le Dimension n° 12.

Le CEG avait, en conclusion, formulé les observations suivantes :

1.

La voiture électrique en fonctionnement n'émet aucun polluant à l'échappement vu qu'il n'y a pas de combustion, pas de moteur thermique et donc pas de pot d'échappement, Si les émissions en polluants sont effectivement plus importantes lors de la fabrication d'un véhicule électrique par rapport à un véhicule thermique, sur toute la durée de vie de celui-ci, le bilan est nettement en faveur de l'électrique.

-Ainsi, au niveau des émissions de gaz à effet de serre - responsables du changement climatique - une voiture électrique a des émissions de CO₂ inférieures de 17 à 30 % par rapport à une voiture thermique, selon le mix énergétique de l'UE. Et l'écart sera considérablement plus élevé en 2050 : - 73 % grâce à l'essor des énergies renouvelables.

Moins de polluants mais aussi moins de bruit, une nuisance de plus en plus omniprésente et coûteuse pour la santé dans les agglomérations urbaines. Les véhicules électriques sont silencieux, ce qui n'est pas le cas, notamment des diesel.

Outre le silence de son fonctionnement – moins de pollution sonore donc, la voiture électrique est bien plus écologique qu'une voiture thermique. "En moyenne, en Europe, on parle de 55% de réduction des émissions de CO₂. Le bilan carbone est toujours plus favorable pour un véhicule électrique dans un pays européen."

2.

Néanmoins, son empreinte carbone n'est pas nulle, car il faut tenir compte de la pollution due à la production de l'électricité et des batteries - même si elles sont recyclables, elles nécessitent des composants chimiques dans leur fabrication -, ainsi que des particules produites par l'usure des pneus et des freins.

Ce serait la fabrication et la gestion de fin de vie des batteries des voitures électriques qui les rendraient extrêmement polluantes d'après leurs détracteurs.

En effet, la fabrication des batteries lithium-ion demandent des matériaux comme le cobalt, le lithium, le cuivre, le nickel ou les terres rares mais l'extraction de lithium indispensable aux batteries n'est pas plus polluante ou problématique que d'autres.

Au final, on parle de 40% de l'empreinte environnementale (climat et écosystème) des voitures électriques est liée à la fabrication des batteries, ce qui laisse une marge de progression importante en développant les atouts d'une économie circulaire, "de la conception des batteries (écoconception et développement de nouvelles chimies) au recyclage, en passant par l'optimisation des usages des véhicules et la réutilisation des batteries en seconde vie.

https://www.lemonde.fr/les-decodeurs/article/2020/09/23/la-5g-va-t-elle-reduire-ou-augmenter-la-consommation-d-energie_6053336_4355770.html

Nul doute que la conversion de la flotte de voitures thermiques en électrique demandera également des investissements massifs dans la production d'électricité et probablement le recours à des centrales thermiques, ce qui en réduira le bénéfice.

2.2.2.5 Comment choisir les leviers à actionner pour décarboner notre énergie ?

Comment savoir quelles mesures sont les plus efficaces pour diminuer nos émissions de CO₂ ? Le SPF Santé Publique a mis au point un outil de modélisation performant, qui permet l'élaboration de divers scénarios, pour arriver à une neutralité carbone (-95% d'émission de GES) de notre pays à l'horizon 2050..

-> Tester l'outil : <https://climat.be/2050-fr/outil-pour-experts>

Les leviers à activer impliquent des mesures en matière d'énergie, bien sûr, mais aussi de construction, de mobilité, de transport, d'industrie, de démographie, d'agriculture, d'import-export, de comportements individuels ((voyages, régime alimentaire, habitat, consommation)...

Il s'accompagne d'un rapport détaillé, en anglais, qui explore les différents scénarios possibles. Quatre scénarios principaux prévoient des effets selon les mesures prises en termes de comportements individuels, de développements technologiques, selon le mix énergétique utilisé et la demande en énergie.

Dans tous les scénarios, la demande d'énergie diminue sensiblement et les combustibles fossiles sont progressivement éliminés grâce à l'électrification et à l'utilisation de combustibles neutres en carbone.

Par rapport au scénario « REFERENCE », la baisse de la demande d'énergie finale s'élève en 2050 à 57 % dans le scénario « CORE-95 » (62 % dans le scénario « BEHAVIOUR » et 33 % dans le scénario « HIGH DEMAND » - cf. Figure 3).

L'électrification des secteurs de la demande, associée à un système de production d'électricité reposant entièrement ou presque entièrement sur des sources d'énergie renouvelables, constitue la principale voie pour éliminer progressivement le recours aux combustibles fossiles, l'électrification n'étant pas possible pour toutes les consommations finales de l'énergie, elle doit être complétée par le déploiement de combustibles neutres pour le climat.

La biomasse sera utilisée dans une certaine mesure mais son potentiel, bien qu'important, reste limité et est fortement lié aux choix d'affectation des sols.

L'hydrogène et les combustibles synthétiques seront nécessaires pour combler l'écart, notamment pour être utilisés comme matières premières industrielles.

Enfin, la faible quantité de combustibles fossiles résiduelle dans l'industrie doit être combinée avec du captage, du stockage ou de l'utilisation du carbone (CCUS en anglais).¹⁷

2.3. Piste pour l'avenir : quelle énergie pour demain ?

Au-delà du fantasme des voitures qui rouleraient à l'eau, sans produire la moindre pollution, la science-fiction est prolifique pour imaginer de nouvelles formes d'énergie.

Dans la réalité, plusieurs pistes existent également, certaines à l'état de concept théorique, d'autres à un stade plus avancé de la mise en œuvre.

¹⁷ Le résumé du rapport est disponible en français à cette adresse : <https://climat.be/doc/climate-neutral-belgium-by-2050-resume.pdf>

Citons notamment la fusion nucléaire, ou la génération d'électricité par hydrogène, via le mouvement des vagues, via des centrales nucléaires modulaires (SMR) ou encore en valorisant les déperditions d'énergie liée à l'activité industrielle.

Malheureusement, certaines de ces technologies ne seront pas disponibles suffisamment tôt pour répondre aux défis du climat.

2.3.1. Hydrogène

Piste sérieusement étudiée par la Belgique, la production d'énergie au départ d'hydrogène est notamment au programme du plan de relance wallon. Des investissements conséquents sont annoncés,

Comme l'électricité, le dihydrogène H₂ (hydrogène) est principalement un vecteur énergétique et non une énergie en tant que telle, car il est produit au moyen d'une réaction chimique à partir d'une ressource primaire.¹⁸

L'hydrogène est potentiellement un vecteur propre. Cela dépend toutefois de la façon dont son processus d'exploitation sera mis en œuvre. L'hydrolyse électrique produit du dihydrogène (H₂) et de l'oxygène.

Il n'y a donc pas d'émissions de CO₂ à condition que l'électricité utilisée soit elle-même une électricité d'origine renouvelable. Revers de la médaille : l'hydrogène produit en utilisant de l'électricité verte coûte actuellement quatre fois plus cher que l'hydrogène produit à partir de ressources fossiles.¹⁹

2.3.2. Les sels de thorium

La Chine a annoncé récemment sa volonté de commercialiser la production d'énergie via les sels de thorium.

Si la technologie n'est pas encore tout à fait opérationnelle, certains y voient une piste intéressante pour faire évoluer le nucléaire vers une technologie plus sûre en termes de risques, une disponibilité plus grande à l'état naturel, et une gestion des déchets "plus courte" (quelques siècles, contre des milliers d'années pour l'uranium).

D'autres dénoncent la dangerosité de son extraction et la problématique de gestion des déchets, certes moindre, mais toujours là.

Des recherches sont menées depuis les années 50, et ce processus est actuellement étudié en Chine, donc, mais aussi en Inde, au Japon, en Norvège, aux Etats Unis ou encore en France.

"Le réacteur nucléaire à sel fondu, qui fonctionne au thorium liquide plutôt qu'à l'uranium, devrait être plus sûr que les réacteurs traditionnels, car le sel fondu se refroidit et se solidifie rapidement lorsqu'il est exposé à l'air, isolant le thorium, de sorte que toute fuite potentielle éjecterait beaucoup moins de rayonnement dans le milieu environnant par rapport aux fuites des réacteurs traditionnels. Le réacteur prototype devrait être achevé et les premiers tests commencent dès septembre 2021. Cela ouvrira

¹⁸ Source : <https://energie.wallonie.be/fr/hydrogene.html?IDC=10267>

¹⁹ En savoir plus :

<https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/energie-renouvelable-hydrogene-il-energie-propre-906/> et dans Le Vif , numéro 28-29, 15 juillet 2021

la voie à la construction du premier réacteur commercial, dont la réalisation est prévue d'ici 2030."²⁰

2.3.3. Les petits réacteurs nucléaires modulaires ou SMR

Les SMR sont de petites centrales nucléaires d'une puissance de 10 à 300 MW (à titre de comparaison : les centrales nucléaires traditionnelles telles que Doel 4 ou Tihange 3 ont une puissance de 1000 MW).

De nombreuses grandes entreprises du secteur nucléaire travaillent au développement des SMR, notamment aux États-Unis, en Chine, en Russie et au Japon.

En Europe, il y a un intérêt particulier au Royaume-Uni, où Urenco travaille sur la « U-battery ».

Les SMR²¹ se composent généralement de modules. Cela permet de les construire beaucoup plus rapidement et à moindre coût. De ce fait, ils peuvent également être produits en série. Et, bien sûr, ils sont plus faciles à transporter.

L'avantage consiste dans le fait que le carburant reste opérationnel plus longtemps et le risque de prolifération (utilisation de matières nucléaires à des fins militaires ou terroristes) est encore plus faible qu'avec les centrales classiques.

Comme pour les grandes centrales nucléaires de troisième génération les plus modernes, les systèmes de refroidissement passif sont privilégiés. Ces systèmes sont contrôlés par l'utilisation pratique de la gravité ou de la circulation naturelle du réfrigérant. Ils fonctionnent pendant plusieurs jours sans intervention humaine et ne nécessitent pas de source d'énergie externe, ce qui constitue un avantage majeur en matière de sécurité.

Le caractère innovant de la nouvelle génération de centrales nucléaires attire également de nouveaux acteurs. L'idée du Traveling Wave Reactor est soutenue aux États-Unis par TerraPower, qui appartient au milliardaire et partisan de l'énergie nucléaire Bill Gates :

« Les énergies renouvelables dont nous disposons aujourd'hui, comme l'éolien et le solaire, ont fait beaucoup de progrès et pourraient constituer une voie vers un avenir énergétique sans carbone. Mais étant donné l'ampleur du défi, nous devons explorer de nombreuses voies différentes, ce qui signifie que nous devons également inventer de nouvelles approches. Le nucléaire est l'une des directions dans lesquelles nous devrions innover. »

(Bill Gates, CEO TerraPower, à l'occasion de la conférence COP21 sur le climat à Paris)

2.3.4. Les biocarburants

Un biocarburant est produit à partir de végétaux non fossiles comme complément ou substitut aux produits pétroliers (essence, diesel). L'éthanol et le biodiesel sont produits à partir de colza, mais aussi de betterave, tournesol, de céréales, déchets agricoles, de résidus forestiers, etc.

²⁰ Source :

<https://trustmyscience.com/chine-souhaite-commercialiser-reacteurs-nucleaires-thorium-2030/?fbclid=IwARoVt3kWy9-wnAeCMt9ITBhP6dVAobuVBCi6yw-3ZoBVCdiVFne9FN5W2F8>

En savoir plus : <https://www.sortirdunucleaire.org/Le-reacteur-au-thorium-une-nouvelle-impasse>

²¹ Source :

<https://www.forumnucleaire.be/theme/innovation/small-modular-reactors-dimensions-xs-avantages-xl>

Présentés il y a une dizaine d'années comme la solution miracle pour remplacer l'essence, les biocarburants émettent certes moins de CO₂ que les produits pétroliers lors de leur combustion. Mais, selon Greenpeace, en tenant compte de l'ensemble de la chaîne de production, le bilan est nettement moins positif, tant en matière de CO₂ que de déforestation et de biodiversité.

2.3.5. Innovations : l'énergie des vagues, des algues ou des ... Doritos

1.

Parmi les ressources potentielles peu exploitées et qui inspirent les projets les plus fous figure également **la génération d'électricité au départ de la mer.**

Le projet Wave Star²², implanté en mer, transformerait donc le mouvement naturel des vagues en électricité, via un système de flotteurs qui montent et descendent au rythme des vagues et activent ainsi des pistons hydrauliques, reliés à un générateur électrique qui fonctionne en continu (contrairement au soleil ou aux éoliennes). Le projet - non commercialisé encore - est à l'étude au Danemark. A terme, le potentiel pour chaque centrale serait une production de 6 MW.

2.

Autre innovation, belge cette fois : **le chauffage à base de chips.** Enfin, plus précisément la récupération de la chaleur émise par les processus industriels pour générer le chauffage d'habitat. Le projet est porté à Anvers, par la start up Noven, spécialisée dans la production d'énergie durable pour les immeubles d'habitation existants.

*Le Suikerpark de Veurne, un projet prestigieux cofinancé par BNP Paribas Fortis : "Nous y avons construit le premier réseau de chaleur de Flandre, entièrement alimenté par la chaleur résiduelle industrielle de l'usine voisine de chips PepsiCo, dotée de la plus grande ligne de production de Doritos au monde. Nous chauffons toute la zone résidentielle avec la vapeur des pommes de terre."*²³

3.

Enfin, citons aussi ces travaux menés en France, où les chercheurs ont mis au point **du pétrole synthétique, à base d'algues microscopiques.**

Les chercheurs du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) font en tout cas partie de ceux qui y croient.

Ils s'emploient à transformer les algues en carburant propre : on capte du carbone en cultivant des microalgues, les algues produisent de l'huile, on transforme cette huile en carburant, celui-ci brûle dans un moteur en n'émettant pas plus de CO₂ que celui que capteront à nouveau les algues, et la boucle est bouclée.

La piste est encourageante, mais celle-ci comme les autres réclame encore de la patience avant d'arriver à maturité. « *Le principal défi qu'il nous reste à relever, c'est d'arriver à produire à la fois beaucoup de lipides et beaucoup de cellules. Pour l'instant, nous arrivons à rendre les microalgues très productives en lipides en les mettant en situation de stress, mais cela freine du*

²² En savoir plus : <http://wavestarenergy.com/> et <https://www.smartgreenpost.com/2019/09/09/wavestar-the-platform-that-create-clean-energy-from-the-waves/>

²³ Source : <https://www.lecho.be/connect/bnppf/autrepreneurs/l-energie-durable-en-tant-que-service/10324118.html>

même coup la multiplication des cellules. À l'inverse, favoriser les cellules ralentit la production de lipides. Et dans les deux cas, le rendement reste trop faible », résume David Pignol. ²⁴

²⁴ Source : <https://usbeketrica.com/fr/article/microalgues-eternelle-promesse-carburant-propre>

3. Focus sur l'énergie nucléaire

3.1. Situation actuelle

La Belgique compte deux centrales nucléaires, qui totalisent une puissance de 5943 MW et une capacité de production annuelle de 40 Twh.

Les centrales sont exploitées par Electrabel, filiale d'Engie, qui investit chaque année environ 200 millions d'euros pour assurer leur fonctionnement (Source : Forum nucléaire).

- à Doel : 4 réacteurs, puissance cumulée de 2934 MW
 - Doel 1 : 433 MW - mise en service en 1975
 - Doel 2 : 433 MW - mise en service en 1975
 - Doel 3 : 1006 MW - mise en service en 1982
 - Doel 4 : 1039 MW - mise en service en 1985

- à Tihange : 3 réacteurs, puissance cumulée de 3009 MW
 - Tihange 1 : 962 MW - mise en service en 1975
 - Tihange 2 : 1008 MW - mise en service en 1983
 - Tihange 3 : 1038 MW - mise en service en 1985

Tihange produit chaque année environ 20 milliards de KWh, soit un quart de la production belge.

La durée de vie théorique d'une centrale nucléaire est fixée à 40 ans. Les trois réacteurs les plus anciens (Doel 1 et 2, Tihange 1) auraient donc dû fermer en 2015 mais ont été prolongés de 10 ans par les (gouvernements Michel et Di Rupo).

Cette prolongation a exigé de l'exploitant 1300 millions d'euros d'investissements.

3.2. Force et faiblesses du nucléaire

3.2.1 Forces

Une production sans CO₂

Un des arguments qui plaident en faveur du nucléaire est le fait qu'une centrale nucléaire ne produit pas de CO₂ pour produire de l'électricité.

De plus, la production des centrales est relativement stable, hormis les nécessaires travaux d'entretien, de plus en plus fréquents au fur et à mesure du vieillissement des infrastructures.

3.2.2. Faiblesses

La gestion des déchets nucléaires

Pour éviter toute contamination nucléaire, les déchets radioactifs issus des centrales doivent être traités et stockés avec les plus grandes précautions, jusqu'à ce qu'ils ne représentent plus un danger(environ 300 ans).

On estime que les 5% les plus radioactifs des déchets nucléaires concentrent 97,5% de la radioactivité totale des déchets nucléaires belges.

À l'heure actuelle, on estime que l'activité nucléaire en Belgique produit, sur une période de 100 ans, environ :

- 70 000 m³ de déchets de faible activité (82% du volume total des déchets nucléaires : seringues, matériel médical, ...)
- 11 000 m³ de déchets de moyenne activité (13%) (éléments, vannes, tuyauteries contaminés dans les centrales, ...)
- 4500 m³ de déchets de haute activité (5%), essentiellement issus de la production d'électricité. Cela correspond à environ deux piscines olympiques pour 100 ans.

Le principe est d'enfermer ces déchets dans des caissons étanches, de béton ou d'acier, et de les stocker à l'abri.

L'uranium utilisé dans les centrales nucléaires, le déchet de haute activité, monte à des températures avoisinant les 350°C. Il faut donc d'abord refroidir longuement ces déchets avant de les stocker définitivement. C'est ce long temps de traitement qui fait que le démantèlement des centrales nucléaires n'est prévu qu'à partir de l'année 2118 car on n'arrête pas une centrale nucléaire en 5 minutes.

Lorsque l'énergie nucléaire a été lancée en Belgique, dans les années 70, on ne disposait pas encore de système de gestion des déchets satisfaisant. L'idée était que, vu la longue période qui s'écoulerait avant qu'on ne doive gérer les premiers déchets (il faut une centaine d'années pour le refroidissement et la stabilisation des combustibles), la recherche aurait entre-temps trouvé une solution.

A ce jour, il n'y a toujours pas de politique de gestion des déchets à long terme, c'est-à-dire au-delà de leur traitement (vitrification ou mise en caisson). Le scénario envisagé actuellement est l'enfouissement à 400m de profondeur.

La gestion quotidienne des déchets radioactifs est confiée à l'ONDRAF (Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies) et sa filiale Belgoprocess.

Synatom (cfr supra) est chargé de l'approvisionnement en uranium enrichi et de la gestion de l'entreposage des déchets usagés en centre de refroidissement.

Après démantèlement des centrales, le coût du stockage de l'ensemble des déchets est estimé à 11,2 milliards.

Le risque d'accident nucléaire

Nous avons tous en mémoire les catastrophes de Tchernobyl ou, plus récemment, de Fukushima en 2011. Les conséquences environnementales d'un accident nucléaire sont lourdes et perdurent plusieurs dizaines d'années.

L'irradiation, c'est-à-dire l'exposition au rayonnement nucléaire, peut entraîner des problèmes de santé à court ou long termes, brûlures, maladies de la thyroïde, cancers, voire la mort. Elle peut également entraîner de graves malformations dans les générations suivantes.

Au-delà des dégâts causés par l'explosion, la dispersion de matière radioactive contamine l'air, l'eau, les sols, les aliments et a des conséquences sur l'habitabilité de régions entières, sur la faune et la flore, et bien sûr, sur la santé humaine.

Il va sans dire que plus les installations sont vieillissantes, plus le béton présente des risques de détérioration et donc de fuites.

En Belgique, on compte trois autres sites nucléaires, en plus des centrales de Doel et Tihange :

- Centre d'Etude pour l'Energie Nucléaire (SCK-CEN) et Belgoprocess (dans la région de Mol-Dessel)
- Institut National des Radioéléments (à Fleurus)

En sus, deux centrales se trouvent à proximité de nos frontières :

- Centrale nucléaire de Delta (à Borssele aux Pays-Bas)
- Centrale nucléaire d'Electricité de France (à Chooz en France).



Le plan national d'urgence nucléaire (2018) intègre ces 7 sites.

L'Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire (AFCN) a en charge la protection de la population, des travailleurs et de l'environnement contre les dangers des rayonnements ionisants.

Depuis 2018, le nouveau plan de sécurité nucléaire belge²⁵ a étendu le rayon de distribution des comprimés d'iode - qui permettent de réduire les risques de cancer de la thyroïde en cas d'irradiation - à 100 kilomètres autour des centrales nucléaires, ce qui revient à couvrir l'ensemble de la population.

Or, aujourd'hui (ndlr: 11 mars 2021) , 8 millions de Belges n'ont toujours rien reçu, "Depuis le début de la campagne en mars 2018, il s'avère que seulement 722.926 boîtes de comprimés d'iode ont été distribuées. Les retraits ont même chuté en 2020,

La prochaine campagne d'information n'est légalement prévue qu'en 2023.

3.3. Sortir du nucléaire ?

Actuellement, le projet belge est d'arrêter totalement les réacteurs nucléaires d'ici 2025, sauf si on ne peut suffisamment garantir l'approvisionnement en énergie.

Cela dit, plusieurs questions se côtoient :

- arrêter la production au départ des centrales les plus anciennes uniquement
- arrêter toute production d'énergie nucléaire en Belgique
- ne plus consommer d'énergie nucléaire (ni belge, ni importée)

Ces trois approches ont des implications différentes.

3.3.1. Rétroactes

2003 : vote d'une première loi prévoyant l'arrêt des réacteurs belges au bout de 40 ans d'exploitation.

Cela impliquait donc la fermeture de Doel 1, Doel 2 et Tihange 1 dès 2015, les 4 réacteurs restants devaient être arrêtés entre 2022 et 2025.

2009 : la durée de vie des 3 réacteurs de 1975 passait à 50 ans (décision votée par le Parlement en juin **2015**).

Mars **2018** : un nouvel accord prévoit la fermeture entre 2022 et 2025.

Septembre **2020** : le gouvernement Vivaldi confirme la sortie du nucléaire, avec une réserve toutefois : la sécurité d'approvisionnement et l'impact sur le prix de l'électricité doivent être évalués.

Novembre **2021** : Le rapport d'évaluation sur la sécurité d'approvisionnement doit être présenté. Si un "problème inattendu de sécurité d'approvisionnement" devait se présenter, le gouvernement pourrait prolonger Tihange 3 et Doel 4, à concurrence de 2 GW. (cfr supra)

Calendrier théorique d'arrêt des réacteurs nucléaires belges

- Doel 3 devrait fermer en 2022, et Tihange 2 en 2023 (après 40 ans d'exploitation)
- Doel 1 & 2 et Tihange 1 devraient fermer d'ici 2025 (après 50 ans d'exploitation).

²⁵ En savoir plus :

<https://afcn.fgov.be/fr/situations-durgence/que-font-les-autorites/plan-durgence-nucleaire-et-radiologique>

<https://www.risquenucleaire.be/>

https://www.rtbef.be/info/belgique/detail_nucleaire-huit-millions-de-belges-n-ont-toujours-pas-recu-de-pastilles-d-iode?id=10716607

- Doel 4 et Tihange 3 pourraient être prolongés.

3.3.2. Sortir du nucléaire... maintenant ?

On ne peut nier que certaines de nos centrales sont en fin de vie (certaines ont été prolongées de 10 ans, soit au-delà des termes prévus). Cela entraîne une série de dysfonctionnements (fissures, fuites) qui, au final, les rendent bien moins productives. Il serait sage, en effet, de les arrêter.

D'autres arrivent au terme théorique des 40 ans.

Selon www.energyville.be²⁶, la fermeture des centrales nucléaires belges sera partiellement compensée par des importations d'électricité à hauteur de 10%.

Maintenir deux réacteurs (pour un total de 2GW) diminuerait ces importations à 7,4 % de la demande annuelle.

Du point de vue des émissions de CO₂, une prolongation de 10 ans réduirait les émissions de 25 Mt, et de 45 Mt si pour 20 ans.

On avance le chiffre de 600 millions d'investissement nécessaires pour prolonger les deux réacteurs de 40 ans.

L'impact financier de cette prolongation est estimé à 1€ par Mw, soit 106 à 134 millions d'euros.

De nombreuses questions nécessitent des éléments techniques et chiffrés pour formuler une réponse rationnelle et dépassionnée :

- Que gagnerions-nous à prolonger 2 réacteurs ?
- Ces investissements sont-ils rentables ? Après combien de temps ?
- Combien coûterait l'investissement en renouvelable nécessaire pour produire la même quantité d'énergie ? Et combien de temps cela prendrait-il ?
- Est-ce que la prolongation est suffisamment efficiente pour se justifier ?
- Pendant combien de temps peut-on prolonger ces réacteurs, d'un point de vue technique et d'un point de vue financier ?

3.4. Pourquoi sortir du nucléaire ?

Depuis des années, un consensus posait la sortie du nucléaire comme un acte responsable, vu les dangers liés à la génération d'énergie par fission nucléaire. C'est la posture tenue par Ecolo, qui en fait un préalable à toute discussion énergétique.

Des voix se font entendre aujourd'hui²⁷ pour poser la question sous un autre angle : le nucléaire n'est certes pas l'énergie de demain, mais elle est actuellement un moyen de production d'énergie neutre en CO₂. Il ne s'agit donc pas d'être pour le nucléaire mais bien d'être contre les énergies fossiles, productrices de CO₂.

Ainsi, le Professeur Chefneux, invité à participer aux Amarantes 2021 (ndlr: Université d'été du 18 septembre 2021), pointe du doigt nos technologies nucléaires qui, faute de pouvoir être

²⁶ Source :

<https://www.energyville.be/en/news-events/energyville-introduces-additional-energy-system-scenarios-electricity-provision-belgium>

²⁷ Lire notamment :

<https://plus.lesoir.be/376917/article/2021-06-08/carte-blanche-construire-de-nouvelles-centrales-gaz-en-peine-crise-climatique-na>

modulées, imposent parfois d'arrêter les éoliennes, à défaut de pouvoir mettre en pause les centrales nucléaires.

Toutefois, avec beaucoup de logique, il dénonce également la loi de 2003 qui interdit tout développement nucléaire neuf en Belgique, et la décision politique de sortir du nucléaire à l'horizon 2025. Il plaide pour un arrêt immédiat de tout subventionnement des énergies fossiles -y compris les centrales TGV via le principe de CRM (voir infra).

Enfin, il propose d'adjoindre aux centrales nucléaires une capacité de production hydrogène, pour une solution rapide de génération d'H2 non carboné.

3.5. Les conséquences de la sortie du nucléaire

Dans ce débat, soulignons cependant d'entrée qu'il est très compliqué de faire la part des choses entre, d'une part, la garantie de produire une grande quantité d'électricité en Belgique (volume annuel produit, ce à quoi le nucléaire contribue en grande part) et, d'autre part, la sécurité d'approvisionnement pendant de rares moments potentiels de pénurie (ce à quoi le nucléaire ne contribue pas plus que les autres moyens de production pilotables, voire moins).

- quant à la sécurité d'approvisionnement

L'approvisionnement en combustible dépend largement de l'importation. Certes, nous avons le vent, le soleil, la biomasse. Le pétrole et le gaz sont importés. Pour le nucléaire, nous devons importer de l'uranium. En cas de fermeture des centrales nucléaires, notre approvisionnement énergétique sera encore largement dépendant d'autres pays.

- quant au démantèlement

Le chiffre avancé par la Ministre Tinne Van der Straeten (Groen) pour évaluer le coût du démantèlement des centrales est de 40 milliards d'euros .

Selon quel scénario ? Le démantèlement et le stockage des déchets est actuellement estimé à 18 milliards en théorie (dont 13,8 sont déjà provisionnés).

Or, vu le long temps de refroidissement et d'arrêt des réacteurs, la mise en stockage des déchets commencera au plus tôt à l'horizon 2118.

Si on tient compte de l'inflation prévisible d'ici un siècle, cela conduit à un montant réel de 40 milliards.

D'autres secteurs seront impactés par ces fermetures :

- l'emploi :

La centrale de Doel compte environ 1000 collaborateurs, chiffre qui peut doubler lors de grands chantiers ou travaux d'entretien, et Tihange tout autant. Quelles seront les perspectives pour ces travailleurs après 2025 ?

- les finances publiques :

- Que ce soit les finances locales ou les budgets fédéraux, la sortie du nucléaire aura un impact important. La centrale de Tihange rapporte chaque année

quelques 15 millions d'euros à la Ville de Huy²⁸, soit environ un tiers de son budget ordinaire annuel.

3.6. Par quoi remplacer les 420 twh du nucléaire ?

3.6.1. Par la diminution drastique de nos consommations d'énergie

Dans tous les cas, nos consommations d'énergie devront diminuer.

Pour paraphraser "L'énergie *la moins chère est celle que l'on ne consomme pas*" "

Certains estiment qu'il est possible de diminuer encore d'un quart la consommation nationale. Plusieurs moyens pour y arriver : en misant sur des technologies plus efficaces, en changeant les comportements individuels, sur base volontaire ou imposée.

Toute une série d'incitants et de campagnes de sensibilisation existent : les primes à la rénovation, les labels énergétiques de l'électroménager, l'écolabel sur les denrées alimentaires...

Certains le font de façon volontaire.

Citons par exemple le projet de "Réserve citoyenne solidaire", un réseau de citoyens qui se portent volontaires pour diminuer leurs consommations dans les moments de pénurie, afin d'éviter les black out.

Selon une étude allemande, la Belgique pourrait décider de réduire volontairement sa consommation d'électricité en cas de déficit de production ou d'importation.

Elle peut par exemple éteindre l'éclairage de ses autoroutes les soirs d'hiver lors des pics de consommation, activer des contrats de flexibilités avec des clients industriels – qui peuvent suspendre leur consommation d'électricité durant quelques heures, contre rémunération – ou encore activer un plan de délestage – coupures planifiées dans certaines zones non cruciales. Une panne généralisée de courant en Belgique est donc évitable.

Dès lors, l'institut environnemental allemand de Munich conclut que la Belgique dispose des capacités de production suffisantes pour couvrir sa consommation, même sans nucléaire – et donc aussi sans nouvelles centrales au gaz, (notons que la gestion de la demande d'électricité avec des mesures disruptives telles que la limitation de la puissance électrique des ménages à certaines heures du jour est en première ligne des revendications des associations environnementales telles que l'IEW)

Des réponses pragmatiques

Le discours politique qu'on entend le plus – le fait d'Ecolo principalement – est que nous devons réduire nos consommations d'énergie, pour réduire les émissions de CO₂ et limiter le réchauffement climatique.

Cela suscite le plus souvent dans notre imaginaire des images de restrictions et d'inconfort, et d'atteintes à notre liberté de choix. Quantité d'actes peuvent être posés avec intelligence et pragmatiques, pour apporter des réponses concrètes à une thématique dont les enjeux sont vertigineux. En misant sur l'efficacité énergétique du bâti, du chauffage, de la mobilité, il est possible d'infléchir nettement nos productions de CO₂ sans perte de confort.

²⁸ Source : <https://medor.coop/magazines/medor-n18-printemps-2020/huy-la-fission-budgetaire/?full=1>

Même si ces adaptations sont pertinentes, on peut craindre qu'elles ne suffisent pas à garantir un approvisionnement en énergie suffisant pour tous sans faire appel au nucléaire.

Exemple concret : le cas de l'éclairage public.

Sur notre planète, l'éclairage public est responsable de 6% des rejets de gaz à effet de serre. Les communes sont compétentes pour gérer l'éclairage public sur leur territoire (cela veut dire type d'ampoules utilisées, horaires, ...). Il y a donc des leviers à activer au niveau local également, et de véritables résultats à atteindre tout simplement en ...changeant les ampoules.

Ainsi, à Namur (territoire équivalent à la région bruxelloise), le remplacement des ampoules à mercure par des ampoules LED a permis une réduction de CO₂ de 20% en deux ans, et une économie de l'ordre de 300 000 euros par an²⁹.

Autre exemple concret, l'éclairage adaptatif en temps réel sera mis en place prochainement sur les bretelles d'autoroutes et les aires de repos modernisées **en Wallonie**, a annoncé en octobre 2020 le consortium Luwa, issu d'un partenariat entre le privé et le public (PPP). Grâce à cela, l'intensité lumineuse des luminaires s'adapte de manière automatique et instantanée lorsqu'un véhicule y sera détecté.

La Wallonie entend disposer, d'ici deux ans et demi, des premières autoroutes connectées d'Europe, capables notamment d'adapter leur éclairage à la densité du trafic³⁰.

3.6.2. Par l'investissement dans les énergies renouvelables

On considère qu'une éolienne fonctionne à plein régime 10% du temps. Le chiffre est à peu près équivalent pour les panneaux solaires. Une centrale nucléaire fonctionne à plein rendement environ 80% du temps.

Selon Engie, pour remplacer une centrale nucléaire de 1000 MW, il faudrait implanter 1100 éoliennes de 3 MW ou 80 km² de panneaux solaires, ce qui équivaut à la moitié de la superficie de la région bruxelloise.

Actuellement, l'éolien maritime belge compte 399 turbines réparties sur huit parcs éoliens, avec une capacité installée de 2,26 Gigawatts (GW) et une production moyenne de 8 TWh. D'importants investissements sont prévus pour porter la production d'électricité en mer à 4GW à l'horizon 2030, avec une mise en service des premiers parcs en 2026-2027.. Les appels d'offres liés à ces chantiers sont en cours, auprès de l'administration fédérale.

Souci : La présence de ces éoliennes en mer n'est pas sans effets négatifs sur la biodiversité. Si on peut se réjouir de la colonisation des sites par un nouvel écosystème, on constate également que la diversité des espèces présentes est moins grande.

De même, si de nombreux oiseaux parviennent à éviter les turbines, les parcs éoliens exercent un effet dissuasif sur plusieurs espèces d'oiseaux, et perturbent les itinéraires qu'ils empruntent habituellement.

Pendant la construction des parcs, ils observent aussi, l'échouage de nombreux marsouins communs dû probablement à la forte intensité sonore sous-marine."

²⁹ Source :

https://www.rtbef.be/info/regions/detail_namur-l-eclairage-public-entierement-remplace-par-du-led

³⁰ Source :

https://www.rtbef.be/info/belgique/detail_l-eclairage-adaptatif-en-temps-reel-sur-les-autoroutes-wallonnes-pourrait-reduire-de-32-la-facture-energetique-actuelle?id=10618347

La sortie du nucléaire aura pour effet de créer un appel positif pour les énergies renouvelables et pour stabiliser le secteur de l'électricité, souligne l'étude allemande :

Entre-temps, les centrales nucléaires belges sont également devenues si peu fiables qu'elles mettent en danger la sécurité de l'approvisionnement au lieu de la renforcer.

Les pannes imprévues sont de plus en plus fréquentes et, avec elles, des situations dans lesquelles une grande quantité d'électricité doit être fournie immédiatement pour compenser une lourde charge pour le système électrique bel – ge. Les facteurs de stabilisation sont principalement attribuables aux énergies renouvelables. Leur croissance au cours des dernières années peut compenser une partie de l'énergie nucléaire. Cependant, l'inverse est également vrai : plus on ferme de centrales nucléaires, plus on crée de possibilités pour les énergies renouvelables. Les investissements, notamment dans les centrales éoliennes, augmenteront alors à nouveau. Pour cette raison également, une sortie rapide du nucléaire en Belgique assurerait une plus grande stabilité du secteur de l'électricité."

Dans la perspective d'un arrêt total du nucléaire en 2025, la Belgique devra tripler sa production d'énergies renouvelables pour compenser la sortie de l'atome, ce qui est possible selon le secteur (l'éolien offshore va, à lui seul, doubler pour atteindre 4,5 GW).

Cette croissance actuelle et future des renouvelables permettra progressivement de stocker et d'utiliser massivement l'électricité verte et, à partir de là, commencer à réduire l'usage du gaz en Belgique et ainsi diminuer nos émissions de CO₂³¹.

3.6.3. Par la construction de nouvelles centrales à gaz : avantages et surtout inconvénients

Supprimer 30 à 45% de notre production d'énergie ne peut se faire sans prévoir des solutions de remplacement.

On peut bien sûr diminuer nos consommations d'énergie, mais pas à cette proportion. Il faut dès lors prévoir de nouvelles sources d'approvisionnement.

La piste qui se précise le plus est celle de **la construction de nouvelles centrales au gaz**. Et qui dit gaz, dit énergie fossile, donc production de CO₂.

Or, pèsent également dans la balance nos engagements à réduire drastiquement nos émissions de CO₂ d'ici 2030, dans le but de limiter à 1,5° le réchauffement climatique.

Pour atteindre ces objectifs dit de Paris, nous devons réduire nos émissions de CO₂ de 8% chaque année, soit le même effort que celui réalisé pendant le confinement de 2020.

On l'a vu plus haut, les centrales au gaz augmentent drastiquement la quantité d'émissions de Co₂ au niveau de la Belgique mais pas au niveau européen ; en effet , le secteur énergétique

³¹ En savoir plus :

<https://economie.fgov.be/fr/themes/energie/sources-denergie/energies-renouvelables/exploitation-en-mer-du-nord/energie-eolienne-belge>

https://odnature.naturalsciences.be/downloads/mumm/windfarms/winmon_report_2020_final.pdf

<https://www.revolution-energetique.com/impact-environnemental-des-eoliennes-offshore-globalement-benefique-pour-la-biodiversite/>

relève du système européen SEQUE-UE selon lequel toutes les centrales doivent respecter des quotas d'émission par tonne de CO₂ rejetée .

C'est l'argument principal utilisé par Ecolo qui considère que les nouvelles centrales TGV n'augmentent pas le total des émissions de CO₂ car celles-ci sont comptabilisées au niveau européen dans un pot commun (ETS) qui détermine une trajectoire avec des quotas qui diminuent progressivement au fil des ans.

Selon le think thank britannique Ember, la Belgique sera le seul pays d'Europe à émettre plus de CO₂ en 2030 qu'aujourd'hui. Ce qui fera de nous l'un des plus mauvais (et des plus polluants) élèves de la classe." (ndlr en cas de construction de nouvelles centrales au gaz)

Maarten Boudry, philosophe, titulaire de la chaire Etienne Vermeersch à l'université de Gand et Mark Lynas, journaliste scientifique britannique, auteur de «Six degrés – Que va-t-il se passer?»

Construire des centrales au gaz ?

Plusieurs acteurs souhaitent développer une capacité de production supplémentaire via la construction de centrales au gaz : Engie, Luminus, Eneco ... Plusieurs projets font déjà l'objet de demandes de permis régionaux.

Etat des demandes au 04 août 21 :

Permis octroyés

- aux Awirs à Flémalle (pas avant 3 ans) (Electrabel, 870 MW)
- sur le site d'Amercoeur à Charleroi (Electrabel, 330 MW)
- à Seraing (Luminus, 870 MW)
- à Wondelgem (Gand) (230 MW)

Permis refusés

- à Vilvorde, par Electrabel, sur le site BASF d'Anvers (880 MW), (permis refusé début août 21)
- à Dilsen-Stokkem, dans le Limbourg également (Advanced Power, une société suisse, 920MW)

Procédure en cours

- A Manage : le permis est soumis à une condition : Eneco doit faire la preuve de sa capacité à absorber ⅓ du CO₂ produit par la centrale à Gaz
- A Tessenderlo (Limbourg), 900 MW, réponse attendue en octobre

On estime qu'il faut augmenter notre capacité de production de 2300 MW pour garantir une quantité d'énergie suffisante sans le nucléaire.

Avec les projets déjà approuvés, on arrive à une capacité de production au gaz de 2304 MW supplémentaires, juste suffisante. Augmenter encore cette capacité de production avec quelques projets supplémentaires garantirait une plus grande concurrence et un marché plus dynamique.

Les projets déjà approuvés pourront participer à la vente aux enchères du CRM, prévue en octobre 2021.

Du point de vue financier, on estime que ces nouvelles centrales au gaz entraîneront une augmentation de 50 à 150 € de la facture annuelle d'électricité des ménages et des entreprises pendant 10 ans au moins.

D'un point de vue environnemental comme d'un point de vue social, cette solution est peu efficace, voire contre productive !

D'un point de vue climatique, le recours à des centrales au gaz est problématique, car cela augmentera nettement nos émissions de CO₂.

Le CREG (régulateur énergie fédéral) impose que toute construction de nouvelles centrales au gaz devrait se faire sans émettre de gaz à effet de serre. Concrètement, cela ne veut pas dire que ces centrales n'émettent pas de CO₂, mais bien que ce CO₂ sera compensé financièrement, via l'achat de certificats verts³².

Les investisseurs potentiels doivent s'engager par écrit dans leur dossier à atteindre des émissions nulles ou négatives de gaz à effet de serre d'ici 2050 au plus tard.

Pour François De Smet, président de DéFI, " C'est une étrange conception que celle consistant à penser que les quelques 40 millions de tonnes de CO₂ (sur 10 ans) produites par la sortie du nucléaire en 2025 (via les centrales au gaz) ne comptent pas, sous prétexte qu'elles sont comptabilisées par le mécanisme ETS.

Ce mécanisme est un droit de polluer qui déresponsabilise les Etats. Dire que le CO₂ des centrales au gaz belges sera compensé par l'énergie renouvelable d'autres pays revient aussi à dire, par exemple, que l'éolien offshore belge va compenser les mines de charbon polonaises.

*Que ces 40 millions de tonnes s'affichent dans un tableur excel ETS ne change rien au fait que ce carbone va surtout bel et bien polluer l'atmosphère et aggraver la crise climatique, alors que ces rejets étaient largement évitables."*³³

La capacité de production subsidiée : le CRM

Le fédéral a fait le choix de mettre en place un mécanisme de rémunération de la capacité (CRM). Qu'est-ce donc ?

Imaginons... Une entreprise construit une centrale au gaz. Mais, pour une raison ou une autre, par exemple s'il y a suffisamment d'éolien ou de solaire produits, il y a suffisamment d'énergie disponible sans faire appel à cette centrale au gaz. Celle-ci reste à l'arrêt. Elle ne rapporte rien. L'investissement est non rentable. Pour compenser ce risque potentiel, l'entreprise qui s'engage à produire de l'énergie ou à en économiser reçoit un subside pour sa capacité de production, qu'elle soit ou non utilisée, et quelle que soit la technologie utilisée. Ce CRM peut donc être alloué autant à un consortium citoyen qui développerait un champ photovoltaïque qu'à un grand groupe qui construirait une centrale au gaz³⁴.

³² Source : Le Soir

<https://plus.lesoir.be/372235/article/2021-05-14/les-nouvelles-centrales-gaz-devront-se-passer-denergie-fossile-selon-la-creg>

³³ Source : In Le Soir, 8.06.21, Carte blanche de Maarten Boudry, philosophe, titulaire de la chaire Etienne Vermeersch à l'université de Gand et Mark Lynas, journaliste scientifique britannique, auteur de «Six degrés – Que va-t-il se passer?»

<https://plus.lesoir.be/376917/article/2021-06-08/carte-blanche-construire-de-nouvelles-centrales-gaz-en-peine-crise-climatique-na>

³⁴ En savoir plus :

<https://economie.fgov.be/fr/themes/energie/securite-dapprovisionnement/mecanisme-de-remuneration-de>
<https://www.renouvelle.be/fr/une-facture-deelectricite-plus-chere-et-plus-polluante-reduisons-plutot-la-puissance/>
<https://www.febeq.be/fr/domein/crm-capacity-remuneration-mechanism>

Or, ce CRM n'est a priori par la seule piste pour inciter les investissements énergétiques. Un Règlement européen (contraignant, donc) indique une hiérarchie dans les solutions à envisager pour garantir la sécurité d'approvisionnement, où le CRM n'arrive qu'en dernier. Pour être mis en œuvre, ce système, présenté comme préalable nécessaire à l'arrêt des centres nucléaires, a été approuvé en août 2021 par la Commission Européenne.

.Avons-nous besoin pour autant de nouvelles centrales au gaz ?

La question fait débat.

Pour certains, ces centrales au gaz sont une nécessité car nous ne pourrions pas compenser la fermeture du nucléaire par la diminution de nos consommations en énergie ou l'augmentation de production d'énergie propre

Pour d'autres, la Belgique a désormais suffisamment de capacité de production pour se passer de ces infrastructures productrices de CO₂. Selon Renouvelles (ndlr: magazine spécialisé de l'actualité de l'énergie durable), le paysage énergétique belge a changé entre 2016 et 2021 : "un total de 1341 mégawatts de capacité de production d'électricité de base a été ajouté en Belgique. Le parc éolien a plus que doublé, tandis que des centrales au gaz ont été construites ou réactivées."³⁵

Toujours selon cette association, les nouvelles connexions au réseau allemand et anglais, facilitant l'importation, une restriction suffisante de nos consommations et l'augmentation de la production d'énergie renouvelable (à multiplier par 3 d'ici 2025) suffiraient à garantir l'approvisionnement en quantité suffisante.

Une étude publiée en octobre 2020 par l'Institut environnemental de Munich³⁶ arrive à la conclusion, selon laquelle la Belgique peut se passer de nouvelles centrales au gaz

Cette étude est réalisée par un institut allemand ; or l'Allemagne a fait le choix politique en 2011 de sortir progressivement du nucléaire et réussit aujourd'hui sa transition énergétique en maîtrisant ses émissions de CO₂.

L'étude souligne le changement de contexte : si la situation était particulièrement tendue sur le marché belge de l'électricité voici quelques années encore, faisant paraître impossible une sortie du nucléaire, les conditions générales ont changé, ce qui est peu connu du public.

Entre 2016 et 2020, un total de 1341 mégawatts de capacité de production d'électricité de base a été ajouté en Belgique. Le parc éolien a plus que doublé, tandis que des centrales au gaz ont été construites ou réactivées.

Pendant des années, les pénuries potentielles d'approvisionnement en Belgique ont été compensées par des importations d'électricité. Or de nouvelles interconnexions relient désormais le réseau belge aux réseaux anglais et allemand, ce qui augmente nos capacités d'importation.

Ce nouveau contexte réduit fortement le risque de pénurie.

https://www.rtbf.be/info/belgique/detail_electricite-la-belgique-attend-d-ici-peu-un-feu-vert-europeen-pour-son-mecanisme-de-soutien-a-la-sortie-du-nucleaire?id=10814135

³⁵ Source : Renouvelles, 18 janvier 2021

<https://www.renouvelles.be/fr/sortie-du-nucleaire-la-belgique-na-pas-besoin-de-nouvelles-centrales-au-gaz/>

³⁶ Source :

https://www.amisdelaterre.be/IMG/pdf/factsheet_securite_de_l_approvisionnement_en_electricite_en_belgique_francais.pdf

L'étude prend ainsi des hypothèses extrêmes : en hiver, le soir, la puissance nécessaire pour couvrir la consommation électrique belge s'élève à 9.329 MW (pas de production photovoltaïque en soirée et vent faible avec seulement 3% d'éolien garanti).

En cas de sortie totale du nucléaire, le déficit potentiel s'élève à 4.371 MW, à importer. Or nos interconnexions transfrontalières portent désormais nos capacités d'importation à 6.500 MW.

A l'automne 2018, la Belgique a connu une situation où, durant 4 semaines, seul un réacteur nucléaire était disponible – en raison de pannes et défaillances sur ses autres réacteurs. L'approvisionnement a pu être sécurisé par l'électricité importée uniquement de France et des Pays-Bas.

Pourquoi les certificats verts pour compenser les émissions de CO₂?

C'est un système mis en place par les Régions pour soutenir les producteurs d'énergie verte.

Pour une même quantité d'énergie produite, une turbine gaz/vapeur produira une certaine quantité de CO₂, tandis que les producteurs d'énergie renouvelable n'en produiront pas..

C'est cette non-production de CO₂ qui est récompensée par un certificat vert. Le certificat ainsi obtenu peut être revendu à des entreprises plus polluantes, qui abaissent ainsi artificiellement leurs émissions de CO₂. Ce n'est donc pas à proprement parler une réduction d'émission.

Un certificat vert correspond à la production d'un MWh électrique sans émission de CO₂, soit une économie de 456 kg de CO₂. Son prix sur le marché se négocie entre 65 et 100 €.

3.6.4. Par l'importation d'électricité en provenance de pays limitrophes ou non.

Si nous ne pouvons produire suffisamment d'énergie, il reste toujours l'option d'importer de l'énergie auprès des pays voisins. Or, il n'y a aucune garantie de ne pas importer du nucléaire, ce qui serait un comble après avoir décidé d'arrêter nos propres réacteurs.

Nous payerions plus cher à d'autres pour importer une énergie que nous étions en capacité de produire nous-mêmes !

Cette solution palliative présente d'autres désavantages :

- elle augmente les coûts de transports, qui sont directement répercutés sur la facture de l'utilisateur
- elle ne constitue pas une garantie certaine : les autres pays limitrophes sont confrontés aux mêmes objectifs climat, et aux mêmes augmentations de consommation : comment garantir la sécurité d'approvisionnement en énergie dans ce contexte ?
- elle comporte des enjeux géopolitiques non négligeables : à part les Pays-Bas, les pays exportateurs de gaz ne sont pas des modèles de stabilité et se lier à cette ressource revient à accroître la dépendance vis-à-vis de gens peu recommandables

3.7. Comment ça se passe ailleurs?

<https://www.lemondedelenergie.com/nucleaire-capacites-production-monde/2019/09/24/>

3.7.1. En Allemagne : l'hydrogène pour remplacer le nucléaire

L'électricité produite en Allemagne (20,5% de la consommation totale d'énergie) est issue

- 43,6 % des centrales à combustibles fossiles (lignite : 18,6 %, charbon : 9,3 %, gaz naturel : 14,9 %, pétrole : 0,8 %),
- 39,9 % renouvelable (éolien : 20,5 %, photovoltaïque : 7,8 %, biomasse : 7,3 %, déchets : 5,8 %, hydraulique : 3,3 %, géothermie : 0,2 %).
- 12,3 % nucléaire
- 4,2 % autres sources (part non renouvelable des déchets, pompage-turbinage, etc).

En 2011, suite à la catastrophe de Fukushima, l'Allemagne a décidé la fermeture de ses 17 centrales nucléaires. pris le pari de faire succéder l'hydrogène au nucléaire.

Une seule centrale nucléaire doit encore être déconnectée du réseau, d'ici 2022.

Ensuite, l'Allemagne entend produire à compter de 2024 les plus grosses quantités au monde d'hydrogène vert.

Un électrolyseur de 50 mégawatts capable de produire une tonne d'hydrogène vert par heure , soit près de 9000 tonnes par an , et ce grâce au courant produit par un parc éolien offshore, ce qui suffirait pour remplacer 20% de la consommation actuelle d'hydrogène fossile de la raffinerie et éviter l'émission de 80000 tonnes de tonnes de CO2 par an; un autre projet toujours situé dans la ville de Lingen prévoit de construire le plus gros catalyseur d'Allemagne , avec une capacité de 100 MW en 2024 , 300 MW à terme.

L'Allemagne entend parvenir à la neutralité climatique en 2045 , ce qui impliquera que la part des énergies renouvelables devra être portée à 65% d'ici 2030.

Notons que ce n'est qu'en 2020 que pour la première fois que l'électricité issue des SER (éolien et solaire) injectée dans le réseau dépasse la barre des 50% du mix électrique contre 15 % en 2010. Les centrales nucléaires n'ont pas été remplacées par les centrales à charbon , même si celui-ci représente toujours 25% du mix électrique .

Quant à savoir si l'hydrogène vert peut, à l'instar de l'Allemagne se substituer en Belgique à l'énergie nucléaire , il apparaît que ce soit assez prématuré : en effet, l'hydrogène est un vecteur d'électricité et non pas une énergie en soi et à cet égard il faudrait assurément une production renforcée notamment en éolien offshore pour espérer développer de l'hydrogène vert, sans parler de la construction du catalyseur .

3.7.2. En France : le nucléaire, à 69%

L'électricité produite chez nos voisins français provient pour

- 69 % du nucléaire³⁷ ;
- 19 % des sources d'énergie renouvelables : production hydroélectrique : 11 %, éolien : 6 % et énergie solaire : 2 % ;
- 11 % des centrales thermiques fossiles.

³⁷ A lire : <https://usbeketrica.com/fr/article/france-nucleaire-2050>

3.7.3. Au Danemark : de l'éolien, du fossile et des importations

Si plus de la moitié de sa production d'électricité provient de l'éolien, le réseau danois repose toujours sur des importations issues du nucléaire et du fossile³⁸.

Le Danemark dispose de ressources naturelles fossiles (gaz et pétrole), et de ressources renouvelables (éolien, biomasse).

La consommation danoise d'énergie primaire par habitant était en 2018 supérieure de 56 % à la moyenne mondiale, mais inférieure de 20 % à celle de la France et de 19 % à celle de l'Allemagne.

En 2019, la production d'électricité était issue :

- 18,2 % sur des centrales thermiques à combustibles fossiles (surtout charbon : 11,1 % et gaz naturel : 6,3 %),
- 79,1 % sur les énergies renouvelables, en particulier les éoliennes (55,2 %) et la biomasse (23,3 %) ; la part du solaire augmente : 3,3 %.

La part de l'électricité dans la consommation finale d'énergie atteignait 19,0 % en 2018 et celle de la production de chaleur de réseau 18,1 %.

Du fait de son utilisation encore importante de charbon et surtout de pétrole, le Danemark émettait 5,53 tonnes de CO₂ par habitant en 2018 (émissions de CO₂ liées à l'énergie), 25 % au-dessus de la moyenne mondiale mais 13,4 % au-dessous de celle de l'Union européenne, 23 % au-dessus de la France et 63 % au-dessus de la Suède, mais 34 % au-dessous de l'Allemagne.

3.7.4. En Suisse : une gestion différenciée entre haute et basse tension

L'électricité produite en Suisse est issue

- à 74,6% des énergies renouvelables (66,1% par la seule filière hydroélectrique)
- à 19,1% du nucléaire
- à 8,4% des filières renouvelables hors hydraulique : solaire, éolien, biomasse, géothermie, etc.

La Suisse, pays bien avancé dans la transition, a estimé qu'il était socialement acceptable de recourir, de manière très occasionnelle, à des mesures de réduction de consommation d'électricité.

Ainsi, dans certaines régions où les capacités d'approvisionnement sont plus réduites, les ménages disposent de deux circuits électriques distincts : un pour les appareils de forte puissance (lave-linge, cuisinière, séchoir, ...) et un pour ceux de moindre puissance. L'alimentation du premier circuit, dit de puissance, est interrompue deux fois une heure, tous les jours.

Ces réductions locales de la puissance électrique sont bien comprises et intégrées dans le quotidien des ménages et ne causent pas d'embarras (les aliments surgelés n'ont pas le temps de dégeler, la lessive sera reportée d'une heure, etc).

En Europe, une [étude](https://www.liberation.fr/environnement/le-vent-ne-suffit-pas-a-faire-tourner-le-danemark-20210504_MDEHR4GOLJBEBUHT5ZES6AVMY/) du Fraunhofer Institut préconise cette gestion active de la demande en basse-tension (le réseau utilisé par les ménages). C'est également les stratégies envisagées

³⁸ En savoir plus :

https://www.liberation.fr/environnement/le-vent-ne-suffit-pas-a-faire-tourner-le-danemark-20210504_MDEHR4GOLJBEBUHT5ZES6AVMY/

par les acteurs énergétiques en Allemagne et aux Pays-Bas, où la gestion décentralisée et la concertation démocratique sont plus avancées.

Par ailleurs, la Cour de justice européenne a donné raison à l'entreprise Tempus Energy, spécialisée dans l'usage de la flexibilité basse-tension, contre la loi anglaise qui ne prévoyait initialement pas la possibilité pour les solutions flexibles basse-tension, de rejoindre son Mécanisme de Rémunération de Capacité.

En Belgique, la basse tension représente plus de 3 GW des consommations en soirée d'hiver (environ 25% des consommations électriques durant ces périodes), de quoi répondre en tout ou grande partie aux besoins de flexibilité identifiés par Elia et la CREG.³⁹

3.7.5. Le marché européen des énergies renouvelables

Depuis 1996, l'Europe adopte diverses mesures en matière d'énergie qui ont un rôle immédiat sur le marché européen de l'énergie, tant en termes d'approvisionnement que d'infrastructures.

L'objectif est de garantir un marché performant offrant un accès équitable et un niveau élevé de protection des consommateurs, ainsi que des niveaux appropriés de capacité d'interconnexion et de production.

Ces mesures

- concernent l'accès au marché, la transparence du marché et la réglementation de celui-ci, ainsi que la protection des consommateurs, en soutenant l'interconnexion et des niveaux adéquats d'approvisionnement.

- visent à mettre en place un marché de l'électricité européen plus compétitif, axé sur les consommateurs, flexible et non discriminatoire, avec des prix de fourniture fondés sur le marché. Ce faisant, elles renforcent et développent les droits des clients individuels et des communautés énergétiques, luttent contre la précarité énergétique, précisent les rôles et responsabilités des acteurs du marché et des régulateurs et agissent sur la sécurité de l'approvisionnement en électricité, en gaz et en pétrole, ainsi que sur le développement des réseaux transeuropéens de transport de l'électricité et du gaz⁴⁰.

En janvier 2020, le Parlement a adopté une résolution sur le pacte vert pour l'Europe, dans laquelle il insiste sur l'importance d'interconnexions transfrontalières et de l'intégration du marché de l'énergie de l'Union dans le renforcement de la sécurité de l'approvisionnement énergétique et dans la mise en place d'une économie à zéro émission nette de gaz à effet de serre, et souligne qu'il est nécessaire de doter l'Agence de coopération des régulateurs de l'énergie d'un financement suffisant.

³⁹ Source :

<https://www.renouvelle.be/fr/une-facture-delectricite-plus-chere-et-plus-polluante-reduisons-plutot-la-puissance/> et https://www.stiftung-mercator.de/content/uploads/2020/12/Agora_European_Flexibility_Challenges_Integration_Benefits.pdf

⁴⁰ Source : <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/45/marche-interieur-de-l-energie> et <https://www.environnement-magazine.fr/energie/article/2019/08/27/125602/marche-europeen-des-energies-renouvelables-porte-bien>

4. Conclusion

L'énergie - sa production, sa consommation - joue un rôle fondamental dans le réchauffement climatique.

Les principaux secteurs d'émissions de CO₂ sont à ce jour l'industrie, le transport et l'habitat (chauffage). Une des pistes qui se dégagent pour diminuer les émissions liées à ces secteurs passe par la décarbonation de l'énergie, et donc une électrification plus importante, à condition, bien sûr, que l'électricité soit produite via des processus non émetteurs de CO₂. Pétrole, gaz et charbon ne remplissent pas cette exigence, contrairement au renouvelable (éolien, solaire, ...) et au nucléaire.

Or, la Belgique a voté en 2003 la sortie du nucléaire à l'horizon 2025.

Toutefois, à la veille de cette échéance cruciale, force est de constater que la part de production d'électricité via le renouvelable n'est pas suffisante que pour alimenter le pays, notamment lors des pics de consommation hivernaux.

La solution envisagée par le gouvernement fédéral est donc de recourir à des centrales au gaz - des anciennes, fortement polluantes, et des nouvelles, dont la première pierre n'est pas encore posée - pour assurer la transition vers le 100% renouvelable.

Ce positionnement du gouvernement Vivaldi est un paradoxe : le pays se fixe des objectifs ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre et, dans le même temps, décide de recourir au gaz via des centrales dont l'activité émettra 40 fois plus de CO₂ que la production atomique. Ce choix est dicté notamment par le discours du parti Ecolo, pour qui la lutte contre le nucléaire est un axiome fondateur. Or, si chacun est conscient du risque et des enjeux du nucléaire, la question du climat ne peut être retirée de l'équation : ce serait là faire fi de l'état de la planète, ce qui est un non-sens pour tout mouvement qui se soucie des questions écologiques.

La question posée aujourd'hui par le gouvernement belge contraint donc un choix cornélien : il faudrait choisir entre le nucléaire et le climat.

Logiquement, le débat se pose entre ceux qui estiment qu'il faut sortir du nucléaire à tout prix, et ceux qui estiment qu'une prolongation de dix ans au moins est justifiée et même nécessaire, pour des raisons d'approvisionnement mais aussi climatiques. Il est utile de prendre un peu de hauteur pour montrer ce que ce débat révèle sur la réappropriation nécessaire, par tous les partis, des enjeux écologiques.

L'écologie politique s'est largement fondée sur le refus du nucléaire, basée sur la dénonciation du risque que cette énergie représente et l'absence de solution réelle pour en traiter les déchets. La loi de 2003 est la consécration de ce combat.

Or, l'aggravation et l'accélération du réchauffement climatique, qui placent la réduction des gaz à effet de serre comme impératif, confrontent l'écologie politique à une contradiction idéologique sérieuse : renoncer au nucléaire aujourd'hui, énergie décarbonée, alors que le renouvelable seul ne peut suffire à subvenir à nos besoins, nécessite de recourir à des énergies fossiles polluantes qui vont aggraver la dégradation de notre environnement. Ce genre de contradiction est le propre de toute pensée politique, philosophique et religieuse, et nul n'y échappe.

Le sort des centrales nucléaires belges devra être tranché avant la fin 2021. Nous l'avons vu, les enjeux ne se limitent pas à la génération d'électricité à destination des ménages et des entreprises. Le nucléaire questionne l'éthique - le risque d'accident et la gestion des déchets laissée aux générations futures. Le recours au gaz interpelle tout autant. Est-il plus éthique de léguer des déchets nucléaires ou un climat totalement dérégulé par les gaz à effet de serre ? La question pourrait animer quelques passionnantes discussions.

Le gouvernement Vivaldi s'est toutefois réservé une porte de secours : prolonger les deux réacteurs les plus récents, d'une capacité de 2000 MW.

A ce stade avancé du dossier, l'entreprise gestionnaire des centrales atomiques clame que la prolongation, même partielle, n'est plus possible d'ici 2025, vu qu'il faut 5 ans de procédure (adaptation des lois, maintenance technique, achat des combustibles) pour pouvoir assurer cette prolongation. Une décision gouvernementale était nécessaire fin 2020. Celle-ci faisant défaut, l'exploitant a considéré le dossier de la prolongation comme clos. Il apparaît aussi que la Belgique est le dernier pays où cette entreprise a une activité nucléaire telle, et que l'arrêt de nos centrales nucléaires est finalement une opportunité pour l'exploitant de se positionner sur l'axe de l'énergie de demain, prioritairement renouvelable.

L'histoire scientifique et industrielle nous apprend que les choix énergétiques sont toujours des paris sur l'avenir; en tant que tels ils recèlent toujours une part d'incertitude. Les choix politiques à faire consistent à encadrer ou assurer au mieux cette part d'incertitude.

Dans cet avenir incertain mais possible, le CEG considère que deux horizons se dessinent, et ils ne sont pas nécessairement concurrents.

L'un consiste à investir dans un nucléaire de dernière génération (SMR), via des centrales supposées modulables (ce qui permettrait d'adapter le nucléaire selon la production renouvelable disponible, et non l'inverse), plus petites, moins onéreuses et produisant moins de déchets. Ces centrales pourraient participer à un mix décarboné associant le renouvelable et se reposant sur le nucléaire comme variable d'ajustement. Problème: ces technologies n'existent pas, sont en développement et - si elles aboutissent - ne seront pas prêtes avant 2035 voire 2040. Et, même si elles les limitent, elles reproduisent à petite échelle les mêmes difficultés et rencontrent donc les mêmes objections que le nucléaire ancien: du danger, même si encore moins probable, et des déchets, même si bien moindres.

L'autre avenir incertain, mais qui nous est promis comme seul horizon d'espoir par l'écologie politique, prévoit 100% renouvelable pour 2050. Nous pouvons et allons d'évidence nous en rapprocher.

Mais allons-nous l'atteindre pour de bon ? Cela comporte aussi une large partie de pari : il faudra que les technologies renouvelables soient interconnectées entre elles, puisque par définition vent, eau et soleil ne produisent que par intermittence ; il faudra que les progrès en stockage d'énergie par batteries soient gigantesques ; il faudra que les technologies alternatives se développent de manière fulgurante. Et il faudra surtout que cette production soit apte à absorber une consommation électrique qui, pour des raisons... écologiques, va augmenter substantiellement - songeons à l'électrification à marche forcée des voitures. Un défi auquel la sobriété énergétique, vendue par certains écologistes comme variable d'ajustement, ne pourra à l'évidence pas suffire à répondre. Enfin, rappelons que même une énergie 100% renouvelable ne sera pas... 100% propre: les éoliennes, les panneaux photovoltaïques sont des produits dont la fabrication a aussi un coût pour l'environnement.

Le 100% renouvelable et les petits réacteurs nucléaires appartiennent donc à la même catégorie hypothétique, celle du futur : ils sont possibles voire probables, mais chacun encore très incertain. Il n'y a pas de sens aujourd'hui à se priver de l'un et de l'autre dans le champ des possibles. Il faut donc que la recherche se déploie librement dans toutes les directions.

L'idée qu'essaie de nous vendre une partie de l'écologie politique et selon laquelle il faudrait délibérément se couper de toute recherche, de toute réflexion dans une direction - la prolongation du nucléaire ou le développement des SMR - parce qu'elles empêcheraient le développement du renouvelable est un non-sens intellectuel et un piège idéologique.

La loi de 2003 du nucléaire n'a pas empêché la Belgique de devenir une championne de l'éolien offshore, ce dont tout le monde se réjouit. Demander de s'arrêter de penser dans une direction ou l'autre est précisément ce à quoi on reconnaît le dogmatisme.

C'est la raison pour laquelle, dans l'intervalle, le fait de se priver totalement de la ressource nucléaire dont nous disposons aujourd'hui - les deux réacteurs les plus récents et qui pourraient être prolongés - n'est pas seulement une faute politique, économique et environnementale; c'est aussi l'occasion manquée de poser ses pas dans le sens d'une écologie réformatrice et non dogmatique. Non seulement les plus grands doutes peuvent être maintenus sur la capacité d'approvisionnement, et ce même avant 2025 (le CRM ne propose que 3,4 MG sur le 6 dont nous avons besoin pour suppléer le nucléaire), non seulement le maintien des prix ne pourra être garanti que par l'intervention de l'Etat - donc du contribuable -, non seulement ceci enverra jusqu'à 40 millions de tonnes supplémentaires de CO2 dans l'atmosphère selon le Bureau du Plan, mais en plus cela nous prive de l'une de nos rares certitudes en ces temps de pari : nous aurions pu continuer à produire de l'énergie décarbonée pour 10 ou 15 ans, de quoi nous rapprocher du 100% renouvelable ou des SMR, ou des deux, sans aggraver la crise climatique... S'en priver restera une erreur qui nous livrera de manière plus dépendante aux incertitudes de l'avenir.

Recommandations du Centre d'Études Jacques Georgin

Au vu de l'urgence climatique, il apparaît indispensable d'encourager toutes les formes d'économie d'énergie possibles, de repenser notre système de production d'électricité, et de lever le tabou dogmatique qui pèse sur le nucléaire aujourd'hui.

1.

La première source d'énergie doit indiscutablement être le renouvelable : l'éolien, dans lequel la Belgique investit massivement et notamment en Mer du Nord, et le solaire sont les piliers de cet axe. Ils se complètent de toute source renouvelable, notamment la valorisation énergétique des déchets de type biomasse.

Toutefois, parce que le solaire n'est pas disponible en continu, que l'éolien est irrégulier, que les infrastructures sont insuffisantes à ce jour, que l'installation d'éoliennes est fortement ralentie par les réticences de la population locale (phénomène Nimby) et une procédure administrative longue, les énergies renouvelables seules ne peuvent rencontrer le besoin en approvisionnement électrique de la Belgique.

2.

Dès lors, **une deuxième source**, si possible modulable (pour s'adapter au niveau de production électrique du renouvelable) est nécessaire.

Les projets de centrales au gaz, même de dernière génération, sont difficilement acceptables, celles-ci étant fortement génératrices de CO₂.

Une prolongation des centrales nucléaires pour 10 ou 20 ans permettrait de garantir 2000 MW de capacité de production électrique avec des émissions de CO₂ quasi-nulles. Cela laissera le temps aux technologies en cours de développement d'arriver à maturité.

Cela dit, si le nucléaire est voué à l'arrêt dans sa forme actuelle en Belgique, il serait regrettable de fermer totalement la porte aux SMR, ces petits réacteurs modulables, une technologie qui s'annonce plus sécurisée et génératrice d'une quantité de déchets moindre. Pour cela, la loi de 2003 - la même qui décidait de la fermeture des centrales actuelles - devrait être modifiée, pour permettre la construction de nouvelles centrales, si pas demain, peut-être après-demain.

L'hydrogène est une des ressources du futur sur laquelle mise la Belgique : d'importants investissements sont prévus, notamment via le plan de relance économique wallon. Cela ne fera sens que si l'hydrolyse est réalisée à partir d'électricité elle-même décarbonée, ce qui n'est pas envisageable dans l'immédiat.

Dans tous les cas, il semble indispensable de continuer à soutenir la recherche, tant sur la gestion des déchets que sur la fusion et les technologies nouvelles. **Le savoir-faire belge en matière de nucléaire est une force qu'il convient de garder vivace.**

3.

En matière d'approvisionnement, le gouvernement fédéral confirme la sortie du nucléaire, il apparaît clairement que les importations d'électricité augmenteront. Or, la capacité d'exportation d'électricité de nos voisins n'est pas certaine à long terme. Par contre, la Belgique est au carrefour de nombreuses interconnexions des réseaux électriques. Dès lors, le **développement d'un véritable marché européen de l'énergie** sera une opportunité pour notre pays.

4.

Les fortes augmentations du prix de l'énergie en 2021 doivent également nous amener à envisager le projet d'un **droit universel à l'énergie**, et à soutenir les initiatives citoyennes de production d'énergie.

D'un point de vue politique, constatons que plusieurs partis ont récemment revu leur position sur la sortie du nucléaire dès 2025. Ce qui pourrait être reproché comme de l'inconsistance peut être vu comme le début d'une appropriation sérieuse des enjeux climatiques par les partis traditionnels, libérés de l'emprise psychologique représentée par la loi de 2003.

Les différences résident en revanche dans la place résiduelle laissée aux énergies non renouvelables, dans le recours ou non à une forme de sobriété énergétique comme variable d'ajustement... mais surtout dans la manière d'ouvrir ou de fermer la porte aux technologies d'avenir.

Quel que soit son aboutissement, ce dossier constitue selon le CEG un point de rupture: celui où, définitivement, la question énergétique et environnementale aura échappé au monopole écologiste.

Tous les partis démocratiques, désormais, se dotent de leur expertise; et si le consensus subsistera sur le constat, il n'existe plus un seul chemin tracé vers la réduction des gaz à effet

de serre, mais plusieurs. Le dogme anti-nucléaire fera place à la réforme et à la liberté des lectures et des projets politiques aptes à relever à la fois les défis du climat et de l'énergie.

ANNEXES

Lexique et notions de base

Energie

- Caractère d'un système matériel capable de produire du travail.
- capacité à modifier un état ou à produire un travail entraînant un mouvement ou générant un rayonnement électromagnétique - de la lumière, par exemple - ou de la chaleur.

L'énergie est mécanique, électrique, thermique, chimique, nucléaire.... Cela va donc de la chaudière à pellets au haut-fourneau, du moteur de voiture au générateur électrique. Pour produire de l'énergie, on va utiliser la combustion, le mouvement, la réaction chimique ou nucléaire.

Energie thermique

Le principe de l'énergie thermique est de brûler un combustible pour produire de la chaleur qui va dilater les corps (exemple : l'eau liquide devient vapeur) et par la force de pression ainsi générée, activer un mouvement (un piston, par exemple).

Le problème des moteurs thermiques est que brûler un combustible, le plus souvent composé de carbone, produit du CO₂, principal gaz à effet de serre, responsable du réchauffement climatique.

Énergies renouvelables / énergies vertes

Les énergies non renouvelables sont celles qui utilisent un combustible dont la disponibilité à l'état naturel est limitée. C'est le cas du pétrole, du gaz, du charbon, mais aussi de l'uranium.

A contrario, les énergies renouvelables sont produites à partir d'une source théoriquement inépuisable : le vent, le soleil, l'eau.

Certaines énergies sont produites par combustion de combustible fossile, riche en carbone, ce qui produit du CO₂. C'est le cas du pétrole, du charbon, du gaz.

D'autres sont produites sans émission de CO₂ : c'est le cas du nucléaire.

Ainsi, **décarboner**, c'est modifier le processus, le système, pour qu'il n'utilise plus de carbone ou ne produise plus de CO₂.

Energie primaire: c'est l'énergie disponible dans l'environnement et directement exploitable sans transformation. Étant donné les pertes d'énergie à chaque étape de transformation, stockage et transport, la quantité d'énergie primaire est toujours supérieure à l'énergie finale disponible.

CRM : Mécanisme de rémunération de la capacité (voir point 3.6.4 Construire des centrales au gaz)

SMR : Small modular reactor ou petit réacteur modulaire (nucléaire, voir point 2.3., les pistes pour l'avenir)

TGV : centrales à turbine gaz-vapeur

Térawatt-heure ou Twh : unité de mesure d'énergie correspondant à 10 puissance 12 wattheures, le wattheure étant l'énergie consommée par un appareil d'une puissance d'un watt fonctionnant pendant une heure.

Unités de Puissance : térawatts (TW), Gigawatts (GW), Mégawatts (MW), Kilowatts (kW) et Watts (W) sont des unités de puissance. Elles sont utilisées pour exprimer par exemple la puissance nominale d'une installation de production.

Les puissances suivantes sont équivalentes :

- 1 Térawatt
- 1.000 Gigawatts ou 10^3 GW
- 1.000.000 Mégawatts
- 1.000.000.000 Kilowatts

Gaz à effet de serre (GES) : gaz qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations au sein de l'atmosphère terrestre, phénomène appelé effet de serre. Le principal est le CO₂, présent à l'état naturel mais dont la quantité connaît une augmentation exponentielle, au point d'entraîner le réchauffement du climat à l'échelle planétaire. Les autres principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau, l'ozone et le méthane.

Chaîne d'approvisionnement en énergie : l'ensemble des étapes allant de la production d'énergie à la réception de l'énergie dans votre salon.

Contribution fédérale pour l'énergie : il s'agit d'une indemnité qu'un consommateur client final paie au gouvernement par kWh consommé. Elle sert à payer certaines obligations de service public. Le montant de cette contribution est imposé par le gouvernement fédéral et est donc le même pour tous les fournisseurs d'énergie.

Réseau haute tension : L'électricité est transportée sur de longues distances par ce canal. Il est composé de tuyaux qui assurent le transport de l'énergie des centrales de production aux réseaux de distribution.

En savoir plus

www.climat.be

<https://climat.be/en-belgique/climat-et-emissions/emissions-des-gaz-a-effet-de-serre/inventaire-national>

www.comparateur-energie.be

<https://www.energuide.be/>

www.renouvelle.be

<https://blog.mega.be/comprendre-le-marche-energetique-en-belgique-notre-expert-vous-eclaire/>

www.killmybill.be

<https://statbel.fgov.be/fr/themes/energie/statistiques-de-lenergie-par-secteur-economique-et-par-source-denergie>

https://www.lexpress.fr/actualite/monde/asie/catastrophes-de-fukushima-et-tchernobyl-les-7-differences_1772375.html

www.ondraf.be

www.energuide.be

<https://www.petrolfed.be/>

<https://indicators.be/>

<https://www.revolution-energetique.com/>

<https://www.connaissancedesenergies.org/>

<https://www.febeg.be/fr/domein/crm-capacity-remuneration-mechanism>

<https://callmepower.be/>

<https://www.febeg.be/fr/statistiques-electricite>

<https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/energie-energie-15884/>

<https://www.greenpeace.fr/fausse-bonne-idee-agrocarburants/>

En vidéo

La production d'énergie en Belgique, par Electrabel (1'47) : <https://youtu.be/yjyhGtEgEy4>