

PSLHDD Projet Social Libéral Humaniste pour le Développement Durable

BELGIQUE 2020-2050 : transition énergétique, plein emploi, renforcement du modèle Social-Démocrate

Un pays industrialisé qui ne dispose plus d'énergie bon marché est condamné à devenir un pays pauvre où les premiers à souffrir seront les gens d'en bas.

Une solution rapide mais temporaire est d'aider les plus faibles avec des primes, mais à plus long terme, pour garantir au moins le même confort de vie aux générations futures, nous devons mettre en place une politique d'indépendance énergétique durable.

Nous devons également permettre à plus de 1 million de personnes faiblement qualifiées de s'insérer sur le marché du travail et de participer ainsi à la construction d'un monde meilleur.

En s'unissant, il est possible d'associer plein emploi et transition énergétique. Au sein d'une BELGIQUE UNIE, RAPPROCHONS « l'ancienne GAUCHE » et « l'ancienne DROITE » pour relancer l'ACTIVITE INDUSTRIELLE et créer 1 500 000 NOUVEAUX EMPLOIS en construisant de 2020 à 2050 : 3 000 000 d'ECOLOGEMENTS sans TVA + 3 000 CENTRALES RENOUVELABLES et TRANSPORTER EN COMMUN 10 fois plus de personnes qu'aujourd'hui.

Ce projet permet le plein emploi pendant au moins 30 ans, le payement des pensions, une imposition moyenne réduite de 25% (TVA et IPP) et le maintien de la solidarité avec les plus faibles.

Aujourd'hui, en Belgique, nous sommes un peu moins de 12 millions d'habitants avec environ 7 millions de personnes âgées de 18 à 65 ans dont :

PSLHDD Projet Social Libéral Humaniste pour le Développement Durable

BELGIQUE 2020-2050 : transition énergétique, plein emploi, renforcement du modèle Social-Démocrate

- Environ 4.5 millions des personnes âgées de 18 à 65 ans travaillent.
- Environ 1.5 millions des personnes âgées de 18 à 65 ans ne travaillent pas bien qu'elles soient physiquement aptes.
- Environ 1.0 million des personnes âgées de 18 à 65 ans n'ont jamais travaillé ou ne travailleront plus (handicap, dépression, accident,...).

Chez les travailleurs, nombreux sont celles et ceux qui estiment ne pas pouvoir profiter suffisamment de leur travail : impôts et taxes trop élevés, temps de déplacement domicile-travail long, nécessité d'utiliser un véhicule personnel...

Chez les travailleurs, nombreux sont ceux aussi qui n'aiment pas trop leur travail, mais le font pour assurer le quotidien. Par exemple, travailler dans la fabrication d'armes qui seront utilisées pour tuer d'autres personnes, travailler dans le nucléaire en sachant que ça participe à la pollution de la planète, travailler dans une usine qui produit des engrais chimiques, travailler dans un aéroport...

Parmi les personnes qui ne travaillent pas, certaines aimeraient travailler pour améliorer leur pouvoir d'achat. On peut y trouver les exclus du système, des mères/pères de familles pour qui les horaires scolaires ne sont pas compatibles avec une vie professionnelle à 1 ou 2 heures de transports depuis la maison.

Il n'est pas possible de développer une société uniquement sur la base économique à court terme. Il faut penser aux anciens et surtout préparer le terrain pour les jeunes générations qui vont nous suivre ; elles devront vivre au moins aussi bien que nous !

Si ce n'est pas possible, alors, on a loupé quelque chose d'important.

Mais tous les économistes nous le répètent sans cesse ; « il faut équilibrer les comptes financiers », sinon c'est la faillite.

Oui, mais il ne faut pas oublier que les hommes ont inventé les systèmes financiers pour mieux faire tourner l'économie = pour faciliter le troc de biens et de services = pour améliorer le bien-être quotidien du maximum de personnes sur cette terre.

Malheureusement, de nombreux banquiers, à cause de la privatisation des banques, utilisent les systèmes économiques pour racler le maximum de monnaie plutôt que de produire le maximum de bien-être.

Ajoutons à cette constatation que nos sociétés développées utilisent beaucoup d'énergie pour bien fonctionner et décharger femmes et hommes de tâches harassantes.

Aujourd'hui, nous savons tous que pétrole, gaz, charbon et uranium permettent de réaliser beaucoup de choses, mais nous connaissons aussi tous les risques liés à l'exploitation de ces sources d'énergie.

Personne n'a envie de respirer des particules fines, de respirer de l'ozone, de respirer un air radioactif !

Depuis le premier choc pétrolier de 1973 et la prise de conscience environnementale, les pays industrialisés ont progressivement développé de nouvelles techniques pour produire de l'énergie ; éoliennes, panneaux solaires thermiques, panneaux solaires photovoltaïques, pompes à chaleur, isolation des logements.

Certains aimeraient y ajouter les centrales électriques nucléaires car elles ne produisent que très peu de CO2. C'est vrai, mais elles produisent aussi des déchets radio actifs, mortels durant des millénaires, dont on ne sait encore que faire aujourd'hui.

Nous savons que cela ne suffira pas pour de nombreuses bonnes raisons :

- 1) Les énergies renouvelables varient fortement entre jour et nuit, d'un jour au suivant, selon les saisons. Il faudrait pouvoir stocker les énergies renouvelables, mais ce n'est pas si simple.
- 2) Le toit d'une maison « normale » n'est pas assez grand pour y poser assez de panneaux solaires pour assurer le chauffage et l'électricité tout au long de l'année.
- 3) Notre consommation d'énergie augmente de + en + chaque année.
- 4) Le réseau électrique actuel ne permet pas d'absorber les énergies renouvelables (EnR).
- 5) Ou placer les bornes de recharge des véhicules électriques ? Sur les trottoirs ? Et les piétons marcheront où ? Sur les pistes cyclables qui n'existent pas ?
- 6) D'où viendra l'électricité pour alimenter nos infrastructures collectives ; entreprises, écoles, hôpitaux, administrations, grandes surfaces,...
- 7) Si on couvre +- 1000 kilomètres carrés de terres agricoles avec des panneaux solaires photovoltaïques, on pourrait produire assez d'électricité pour les 4 millions de vieux logements et 6 millions de voitures électriques, mais on ne pourra plus cultiver ces sols et la nuit, il n'y aura quand même plus d'électricité.

Avant d'équilibrer les comptes en € de la **Banque Centrale Européenne**, nous devons équilibrer les comptes **CO2** de la **BANQUE CENTRALE CLIMAT**.

En 2019, nous avons accumulé assez de connaissances pour construire de nouvelles infrastructures énergétiques qui n'utilisent que les énergies renouvelables.

Il s'agit principalement de construire des écolagements, des centrales électriques renouvelables et transporter 10 fois plus de personnes avec les transports en commun.

Les **Khmers verts** qui prônent la décroissance, qui veulent supprimer la consommation de viandes, les voyages en avion se trompent. Non seulement, ils se trompent mais ils font peur à la grande majorité de la population qui n'a plus comme seul réflexe que de dire « NON A L'ÉCOLOGIE, NON A LA TRANSITION ÉNERGETIQUE, ON VEUT DE NOUVELLES CENTRALES NUCLEAIRES ».

80% de la transition énergétique consiste donc en Belgique, de 2020 à 2050, à construire des écologements, des centrales électriques renouvelables et transporter 10 fois plus de personnes grâce aux transports en commun.

Mais c'est quoi un écologement ? Une maison comme à l'époque d'Astérix, en bois et en paille + 2 vaches pour chauffer la maison en hiver ? Et une centrale électrique renouvelable, ça fonctionne comment ?

Tout d'abord, il faut parler des besoins d'énergie existants et faire des hypothèses sur la façon dont on souhaite vivre dans 10 ans, 20 ans,... 1 siècle !

En Belgique, nous consommons différents types d'énergie pour des utilisations différentes ; combustibles voitures, chauffage maison, électricité, industrie, etc...

L'Etat met à disposition toute une série de statistiques fort intéressantes à propos de notre consommation d'énergie. C'est disponible ici →

Service public fédéral Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie

Rue du Progrès 50

1210 Bruxelles

N° d'entreprise : 0314.595.348

<https://economie.fgov.be>

tél. 0800 120 33

Avant d'analyser tous ces chiffres, un peu de mathématique et de physique, mais sans stresser ;-) sous forme de 3 exercices résolus.

Exercice 1

J'ai 2 plaques chauffantes électriques : une de 1000 watts et une autre de 2000 watts. Sur chaque plaque, je pose une casserole remplie d'eau froide. Les 2 casseroles sont identiques et remplies de la même quantité d'eau froide.

Après 12 minutes, l'eau bout sur la plaque de 2000 watts. Il faut 24 minutes sur la plaque de 1000 watts.

Formulaire

Puissance = énergie / temps → 1 WATT = 1 JOULE / 1 SECONDE

Energie = Puissance x temps → 1 JOULE = 1 WATT x 1 SECONDE

Energie consommée par la plaque de 2000 watts j

$$\begin{aligned} \text{énergie} &= 2000 \text{ [watt]} \times (12 \text{ [minute]} \times 60 \text{ [seconde]}/\text{[minute]}) = 2000 \times 12 \times 60 \text{ [watt]x[seconde]} \\ &= 1\,440\,000 \text{ [Joule]} = 1\,440\,000 \text{ [J]} = 1\,440 \text{ [KJ]} = 1,44 \text{ [MJ]} = 0,001\,44 \text{ [GJ]} = 0,000\,001\,44 \text{ [TG]} \\ &= 1,44 \times 10^6 \text{ [J]} = 1,44 \times 10^3 \text{ [KJ]} = 1,44 \times 10^0 \text{ [MJ]} = 1,44 \times 10^{-3} \text{ [GJ]} = 1,44 \times 10^{-9} \text{ [TJ]} \end{aligned}$$

Energie consommée par la plaque de 1000 watts

$$\begin{aligned} \text{énergie} &= 1000 \text{ [watt]} \times (24 \text{ [minute]} \times 60 \text{ [seconde]}/\text{[minute]}) = 1000 \times 24 \times 60 \text{ [watt]x[seconde]} \\ &= 1\,440\,000 \text{ [Joule]} \end{aligned}$$

Les deux plaques consomment la même quantité d'énergie mais appellent des puissances différentes sur le réseau. Plus la puissance est faible, plus il faut de temps pour réaliser le processus industriel.

Exercice 2

Je dispose de 1 tonne de pétrole brut ~ 1160 litres.

Son pouvoir calorifique est de +- 42 [GJ] = +- 42 000 000 000 [J].

C'est la quantité d'énergie que je pourrais obtenir en le brûlant.

Traditionnellement, on peut utiliser le terme « chaleur » à la place de « énergie » ou « travail », lorsque le combustible est brûlé. L'unité de référence reste le JOULE [J].

On peut encore rencontrer la calorie, le Wh et toute sa famille KWh (x 1 000), MWh (x 1 000 000), GWh (x 1 000 000 000), TWh (x 1 000 000 000 000).

La calorie est une unité de mesure « historique » de la chaleur ; 1 calorie = 4,18 joules.

Lorsque l'on travaille avec l'unité « KWh » et qu'il y a un doute, on précise « KWh_e » pour désigner une quantité d'électricité et « KWh_{th} » pour désigner une quantité de chaleur (th pour thermique).

Exercice 3

Je dispose de 1000 litres de diesel.

a) Si je le brûle dans une chaudière, j'obtiens une quantité de chaleur de :

$$Q_{th} = 1000 \text{ litres} \times \sim 10 \text{ KWh / litre} \times \sim 90\% = 9\,000 \text{ KWh} = 9\,000 \text{ KWh}_{th} = 9\,000 \times 3\,600\,000 = 32,4 \text{ GJ}$$

La chaudière a une puissance nominale de 25 KW. Elle peut fonctionner durant $9000/25 \text{ [KWh/KW]} = 360 \text{ [h]}$.

Nb : les 90% représentent la part de chaleur « flamme » qui passe réellement dans l'eau de chauffage. Les pertes valent donc $100\% - 90\% = 10\%$.

b) Si j'alimente le moteur diesel d'un groupe électrogène, j'obtiens de la force motrice et de la chaleur :

Si le groupe fonctionne à sa puissance optimale, son rendement mécanique à l'arbre sera d'au moins 35%. Les ventilateurs, pompe à huile et pompe à eau vont fonctionner environ 5%. Il reste donc le déchet chaleur $100\% - 35\% - 5\% = 60\%$.

Le moteur a aussi une puissance nominale de 25 KW. Il peut fonctionner durant

$$(9000 \times 0,35) / 25 \text{ [KWhx\%/KW]} = 126 \text{ [h]}$$

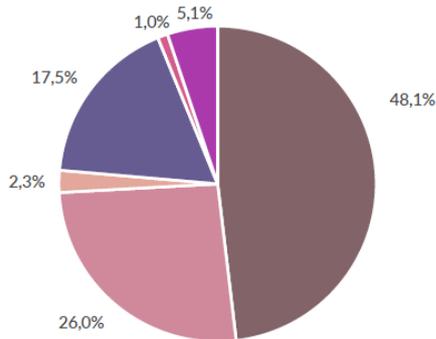
Si nécessaire, on peut récupérer la chaleur du moteur et chauffer de l'eau: $9000 \times 0,60 \text{ [KWhx\%]} = 5400 \text{ KWh}_{th}$.

CONSOMMATION

1.2. Consommation finale d'énergie en 2017

1.2.1. Par vecteur

Source d'énergie		Mtep	TJ
Produits pétroliers		19,4	812.541
Gaz naturel		10,5	438.870
Combustibles fossiles solides		0,9	38.123
Electricité		7,0	294.903
Chaleur		0,4	17.404
Energies renouvelables et déchets		2,1	86.419
Total		40,3	1.688.259



En 2017 la Belgique a donc consommé 1
 $688\,259 \text{ [TJ]} = 1\,688\,259\,000\,000\,000\,000 \text{ [J]}$
 $= 1\,688\,259\,000\,000\,000\,000 / 3\,600 \text{ [Wh]}$
 $= 469\,000\,000\,000\,000 \text{ [Wh]}$

1 année = $365 \text{ jours} \times 24 \text{ heures} \times 3600 \text{ secondes}$
 $= 31\,536\,000 \text{ [s]}$
 $1\,688\,259\,000\,000\,000\,000 \text{ [J]}$

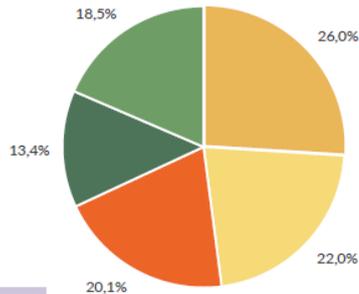
La puissance moyenne = -----
 $31\,536\,000 \text{ [s]}$
 $= 54\,000\,000\,000 \text{ [W]}$

Ce qui représente 54 millions de grille-pains de 1000 watts branchés en permanence !

Si nous devons produire cette énergie avec des PV qui produisent $\sim 200 \text{ KWh}$ par an et par m², il nous faudrait une surface de $469\,000\,000\,000\,000 / 200\,000 = 2\,350\,000\,0000 \text{ m}^2 = 2\,350 \text{ Km}^2 \sim 8\%$ de la surface de la Belgique !

1.2.2. Par secteur

Secteur		Mtep	TJ
Industrie		10,5	438.655
Transport		8,9	370.799
Résidentiel		8,1	339.394
Services et équivalent		5,4	226.756
Usages non énergétiques		7,5	312.656
Total		40,3	1.688.259



10

Le marché belge de l'énergie

Le tiercé gagnant est Industrie, transport, suivi de résidentiel !

A eux 3, ils représentent $438\ 655 + 370\ 799 + 339\ 394 = 1\ 148\ 848$ [TJ] soit 68% du total.

Dans la suite, nous verrons qu'il est possible de réaliser une transition énergétique qui permette, en 30 ans, de :

- réduire la consommation de combustibles fossiles d'au moins 80%.
- Fermer progressivement les centrales nucléaires. La 1ere vers 2030, la dernière vers 2040.

Remarque : les chiffres officiels ne donnent aucune information précise à propos de la consommation des combustibles fossiles pour marine militaire, marchande fluviale et maritime, aviation commerciale, militaire et de loisir.

Mais pourquoi donc faut-il détruire, progressivement, sur une période de 30 ans, les vieux logements pour y reconstruire 3 000 000 écologements 100% autonomes en énergies grâce à 3000 centrales renouvelables ?

Consommation moyenne d'énergie pour une famille moyenne qui vit dans une maison moyenne

Une famille moyenne de 2 adultes + 2 enfants a besoin de l'équivalent de +- 4 tonnes de pétrole (ou 4 TEP = l'équivalent énergétique de 4 tonnes pétrole ; ça peut être du pétrole, du gaz, de l'uranium, du bois, du charbon, de la tourbe, de l'électricité). Pour celles et ceux qui souhaitent approfondir le concept de TEP, nous les renvoyons vers le site de Wikipédia : https://en.wikipedia.org/wiki/Tonne_of_oil_equivalent
https://fr.wikipedia.org/wiki/Tonne_d%27%C3%A9quivalent_p%C3%A9trole

-> +- 2 TEP pour le chauffage.

-> +- 1 TEP pour la mobilité.

-> +- 1 TEP pour produire l'électricité.

+- 4 TEP pour une famille 2 TEP pour chauffer le logement, 1 TEP pour produire l'électricité et 1 TEP pour la mobilité.

En isolant, un vieux logement, on peut réduire les besoins de chauffage de 25 à 50% dans le meilleur des cas. Il reste toujours 50 à 75% de complément d'énergie de chauffage, principalement en hiver.

Attention ; isoler un vieux logement, c'est aussi y installer un système de ventilation double flux pour éviter les taches de moisissures. Une bonne ventilation double flux fonctionne grâce à 2 moteurs électriques qui consomment au moins 25 watts chacun. Sur une année, le surplus de consommation électrique est donc de :
 $2 \text{ moteurs} \times 25 \text{ watts/moteur} \times 365 \text{ jours} \times 24 \text{ heures/jours} = 438\,000 \text{ Wh} = 438 \text{ kWh} =$ la production annuelle de 2,5 m² de PV à 20% de rendement, orientés plein SUD, inclinés de 30° sur l'horizon.

Isoler une vieille maison n'apporte aucune solution pour fournir l'énergie renouvelable nécessaire pour le complément de chauffage, la production d'électricité et la mobilité.

-> +- 1 à 1,5 TEP pour le chauffage.

-> +- 1 TEP pour la mobilité.

-> +- 1 TEP pour produire l'électricité.

+ - 3 à 3.5 TEP pour une famille + 438 kWh de VMC.

Consommation d'énergie pour l'ensemble des citoyens qui vivent en Belgique

La Belgique compte un peu moins de 12 millions de personnes = +- 3 millions de familles.

Donc, les familles, à elles seules, ont besoin de +- 4 TEP x +- 3 000 000 = +- 12 000 000 TEP.

Wikipédia nous confirme que 1 TEP = 11630 KWh, donc les ménages Belges consomment chaque année, sous une forme ou une autre $12\,000\,000 \times 11\,630 = 139\,560\,000\,000$ KWh.

On y ajoute les écoles, les hôpitaux, les administrations, les entreprises, l'éclairage public... ça fait encore beaucoup plus de TEP ☹... !!!

Sur le site <https://economie.fgov.be/fr/publicaties/energie-chiffres-cles-2017> on trouve toute une série d'informations très intéressantes, dont notamment un résumé des différentes sources d'énergies qui permettent à la Belgique de « fonctionner ». Voyez les 3 graphiques pages suivantes.

Au total, la Belgique a besoin chaque année de $\sim 40\,300\,000$ TEP = $469\,000\,000\,000$ KWh.

Si on voulait produire cette énergie avec des panneaux photovoltaïques, sachant que 1m² de panneaux photovoltaïque orienté plein sud et incliné de 30 à 40° produit ~ 200 KWh / m² / an, il faudrait disposer d'une surface de :

PSLHDD Projet Social Libéral Humaniste pour le Développement Durable

BELGIQUE 2020-2050 : transition énergétique, plein emploi, renforcement du modèle Social-Démocrate

$$\frac{469\,000\,000\,000\text{ KWh}/\text{an}}{200\text{ KWh} / \text{m}^2 / \text{an}} = 2\,350\,000\,000\text{ m}^2 = 2350\text{ km}^2$$

En tenant compte des écartements pour éviter les ombres projetées, des allées de service pour réaliser la maintenance, les bâtiments techniques, transformateurs, etc... on aurait besoin d'une surface de $2350 \times 1,5 = 3500\text{ km}^2$.

Soit un carré de $\sim 60\text{ km}$ de côté... = impossible à réaliser !

On va tous mourir avec une langue d'un mètre sous un soleil caniculaire alors ?!

N O N, on va utiliser nos cerveaux et notre tissu industriel pour construire, en 30 ans, les équipements collectifs et individuels qui permettront à chaque citoyen de vivre dans la confort d'un pays industrialisé mais uniquement en faisant appel aux énergies renouvelables.

1^{ère} raison : à cause de l'impossibilité d'isoler efficacement les vieux logements dans le cadre d'une transition énergétique qui vise le 0% pollution (= plus de pétrole, plus de gaz, plus de charbon et plus d'uranium)

Dans un monde idéal, il suffirait de bien isoler les murs extérieurs des logements existants pour ne plus avoir besoin de les chauffer en hiver et de les climatiser en été.

Malheureusement, en Flandre, en Wallonie et à Bruxelles, presque tous les logements ont été construits de telle façon que les murs absorbent l'humidité ascensionnelle (vieux murs construits avec des vieilles briques). Il y a aussi beaucoup de ponts thermiques au niveau des portes, fenêtres et toiture.

C'est le vent qui souffle sur les murs qui permet d'évacuer l'humidité ascensionnelle.

Si on pose des isolants sur ces murs, ils deviennent étanches au vent = il n'y a plus de ventilation des murs mais les murs continuent d'absorber l'humidité ascensionnelle = apparition de taches noires sur les murs à l'intérieur et parfois apparition de mérule et de maladies pulmonaires pour les habitants.

Certains préconisent l'installation d'une ventilation double-flux = VMC, mais dans un vieux logement, elle n'est pas facile à installer et n'est pas suffisante pour évacuer cette humidité ascensionnelle. La VMC permet seulement d'évacuer l'humidité liée à la cuisine, la respiration, la salle de bain.

En ville, la VMC aspire l'air pollué extérieur pour le ressouffler dans la maison☹.

A cause de la surépaisseur de l'isolation extérieure (20 à 30 cm selon la technologie, pour obtenir $R \geq 8$) et du bardage, il faut changer tous les seuils de porte et de fenêtre, les descentes d'eau et certaines corniches.

Parfois, on doit aussi remplacer les portes et les fenêtres.

Certains trottoirs sont parfois tellement étroits que pour isoler la façade et garder une largeur de circulation suffisante sur le trottoir, il faudra réduire la largeur de la voirie. Ça veut aussi dire déplacer les avaloirs de certains égouts, les bordures, la signalisation routière ...

Pour que l'isolation extérieure soit efficace, il faut aussi qu'elle descende à +- 1 mètre de profondeur = ouverture trottoirs pour fixer mécaniquement isolants imputrescibles contre murs enterrés (conduites d'eau, de gaz, d'électricité, téléphone, internet, égouts = beaucoup d'impétrants = beaucoup de problèmes).

Et le vieux toit, il s'appuie sur quoi ? Bin, les vieux murs tin ! = courts-circuits thermiques.

Donc, il n'est pas impossible d'isoler correctement un vieux logement, mais les problèmes auxquels on doit faire face rendent la tâche difficile et donc chère.

Au final, c'est un emplâtre sur une jambe de bois et il faudra toujours avoir recours à beaucoup d'énergie pour assurer le confort thermique (eau chaude, cuisinière, frigo, chauffage...).

2^{ème} raison : les anciens logements ne disposent pas d'assez de surface de toiture pour produire assez d'énergie pour l'eau chaude, le chauffage et la mobilité.

Idéalement, un écologement standard (2 adultes + 2 enfants) doit posséder 30 m² de panneaux solaires thermiques et 150 m² de panneaux solaires photovoltaïques.

Pour capter le maximum de rayonnement solaire, il faut interdire les orientations des panneaux solaires vers l'ouest ou vers l'est et imposer de les orienter vers le SUD +/- 15°, pas plus de décalage (= entre l'azimut 165° et l'azimut 195°, en passant par le SUD).

Seulement ~10% des constructions actuelles rentrent dans les conditions d'orientation.

Et de ces ~10% très peu présentent assez de surface de toit non ombragé.

Les panneaux solaires thermiques PST doivent être inclinés entre 60° et 90° sur l'horizontale (60° = fort inclinés et 90° = à la verticale).

Pourquoi ? Pour favoriser la production d'eau chaude solaire durant la période de fin octobre à fin février, quand le soleil est plutôt rare et bas sur l'horizon. Par contre en été, il y a tellement de soleil, que ça ne change rien.

Remarque : poser les PST verticalement sur le mur sud des écolagements permet d'ajouter une isolation supplémentaire au mur (en général, les intempéries viennent du sud-ouest).

4 boilers de 500 litres chacun stockent la chaleur des PST durant plusieurs jours. Car on peut avoir du soleil certains jours et rien pendant d'autres. Il faut donc assez de boilers pour stocker cette chaleur. Dans une vieille maison, il est impossible d'installer autant de boilers. D'autant plus que pour limiter les déperditions, l'enveloppe isolante est assez épaisse pour offrir une résistance thermique ≥ 8 .

Les panneaux solaires photovoltaïques PV sont posés à 50° d'inclinaison pour produire le plus possible d'électricité quand il y a assez bien de soleil (de début avril à fin août).

Sur le toit, il faut prévoir 10% de surface libre en plus pour poser une échelle entre les PV afin que le technicien y accède facilement (nettoyage, démoussage, remplacement).

Remarque :

Nous gardons tout le parc nucléaire jusqu'en 2044 pour compenser quand il n'y a pas assez de soleil et de vent. On rechargera pour la dernière fois le premier réacteur à arrêter en 2040.

En 2050-55, on devrait recharger pour la dernière fois le dernier réacteur nucléaire encore en service.

Vers 2055-2060, toutes les centrales nucléaires « devraient » être fermées.

A partir de 2050, les panneaux PV posés en 2020 à 20% de rendement sont remplacés avec les nouvelles versions de PV (dont on espère un rendement de ~ 30%) on sera alors dans le marché de renouvellement des anciens PV par de nouveaux PV de ~ 30% de rendement.

PSLHDD Projet Social Libéral Humaniste pour le Développement Durable

BELGIQUE 2020-2050 : transition énergétique, plein emploi, renforcement du modèle Social-Démocrate

Ils permettront de produire beaucoup plus d'électricité pour compenser la disparition du nucléaire, du gaz, du charbon et du pétrole.

La surface de toiture au sud = $150 \text{ m}^2 \times 1,1$ (espace libre échelle) = 165 m^2 .

La projection horizontale de la toiture sud = $165 \times \cos(50^\circ)$ = 106 m^2 .

Ce qui signifie $2 \times 106 \text{ m}^2 = 212 \text{ m}^2$ bâti au sol, minimum, y compris le double garage.

Dans les éco quartiers, il n'y aura aucune d'éolienne (à cause du bruit, des ombres portées par les pales et du vent plus faible en ville)

Plutôt que de construire de beaux écologements spacieux, certains « écologistes » prônent la décroissance = construire des clapiers exigus isolés avec de la paille ou de la laine de mouton.

Et pour produire assez d'électricité photovoltaïque, ils utiliseront les terres agricoles et les recouvriront de PV... la logique de certains écolos n'est pas compatible avec le bien-être du PEUPLE !

Donc, la grande majorité des vieux logements n'est pas adaptée pour y poser les surfaces nécessaires de PST, PV et boilers qui garantissent le confort moderne et l'indépendance énergétique.

3^{ème} raison : le réseau électrique actuel n'est pas capable d'absorber l'énergie renouvelable quand il y a beaucoup de soleil.

C'est pour cela qu'actuellement, la puissance est limitée à 10 kilowatts de PV pour chaque particulier.

Dans un éco quartier de 1000 logements, lorsque le soleil brille fortement, on disposera d'une puissance de :
 $1000 \text{ logements} \times 150 \text{ m}^2 \times \sim 200 \text{ watts/m}^2 = \sim 30\,000\,000 \text{ watts} = \sim 30 \text{ mégawatts}$.

Même si 10% sont consommés directement, que fait-on avec le reste ? On bloque les onduleurs des PV pour ne pas perturber les vieux réseaux électriques ou on trouve une autre solution pour le bien du PEUPLE ?

→ On construit une centrale électrique renouvelable pour chaque éco quartier de 1000 éco logements. Les différents écologements sont interconnectés jusqu'à la centrale renouvelable avec des câbles électriques de section suffisante pour transporter toute la puissance disponible quand il y a beaucoup de soleil.

L'ensemble du réseau électrique actuel n'est pas conçu pour transporter les grandes quantités d'énergie électrique renouvelable qui garantissent le bien-être et l'indépendance énergétique.

4^{ème} raison : les centrales électriques actuelles ne sont pas capables d'absorber l'excédent d'énergie renouvelable.

Les nouvelles centrales renouvelables permettent de stocker l'excédent d'électricité renouvelable lorsqu'il y a beaucoup de soleil et/ou beaucoup de vent.

L'électricité est stockée de différentes façons :

- hydrogène + oxygène.
- batteries électriques.
- Éventuellement dans des contre poids si le prix des batteries devait exploser.

Ce sont là des solutions technologiques simples qui permettent de garantir le même confort de vie, sans combustibles fissiles ou fossiles.

Donc, il est impossible d'envisager la transition énergétique vers le 0% carbone avec le réseau électrique actuel et les centrales électriques actuelles.

5^{ème} raison : Cogénération en heure de pointe et utilisation rationnelle de l'énergie = URE

Lorsque l'on n'a plus d'autre choix que de brûler du carburant pour produire de l'électricité en heure de pointe, on a intérêt à récupérer la chaleur perdue dans le « convertisseur énergie chimique → énergie électrique ».

En effet, que le « convertisseur énergie chimique → énergie électrique » soit un moteur à explosion, un moteur à combustion ou une pile à combustible, il y a toujours des pertes thermiques.

Moteur à explosion (essence, éthanol, méthanol, méthane): 25-35% de rendement = 65-75% de pertes.

Moteur à combustion (diesel, huile végétale): 40-45% de rendement = 55-60% de pertes.

Pile à combustible (hydrogène H₂ + oxygène O₂) : 50-80% de rendement = 20-50% de pertes.

Le bio diesel et le bio éthanol sont des combustibles renouvelables. Malheureusement, ils consomment de la surface agricole pour y faire pousser les plantes qui seront transformées en combustible ; maïs, colza, blé, betterave principalement.

Il faut +-1 hectare pour 3000 à 6000 litres de bio-combustible = +- 4500 litres = +- 36000 KWh chimique = +- 36000 x 0,35 = +- 12600 KWhe = +- 12600 / 20 = 630 heures de fonctionnement d'une génératrice de 20 KWe.

Une génératrice de 20 KWe fonctionne 6 heures par jour de novembre à février pour alimenter 10 écolagements aux heures de pointe = 120 jours x 6 heures/jour = 720 heures = 720/630 hectare = 1,14

hectare de cultures énergétiques / 10 écolagements = 114 hectares de cultures énergétiques pour 1 écoquartier de 1000 écolagements.

Techniquement, ça marche, mais avant de produire de l'électricité en heure de pointe grâce à des bio-combustibles, il faudra nourrir l'humanité.

Il y aura donc certainement des endroits dans le monde où cela sera développé, mais certainement pas en BELGIQUE.

Concernant le bio méthane, cela restera aussi une solution locale ; proche des fermes, des stations d'épuration.

Le bio gaz sera consommé localement pour chauffer ou pour produire de l'électricité.

IL restera néanmoins intéressant d'évaluer la faisabilité d'un réseau de chaleur pour récupérer la chaleur des moteurs à explosion ou à combustion et les envoyer vers chaque écolagement.

Il ne reste donc que l'hydrogène H₂ qui puisse être produit en grande quantité par électrolyse.

L'hydrogène et l'oxygène sont produits par électrolyse de l'eau, en utilisant l'électricité renouvelable produite par les PV et les éoliennes, qui n'est pas consommée directement.

Développer la filière hydrogène ET oxygène présente un énorme avantage par rapport à tous les autres bio-combustibles; lorsque l'hydrogène pur est brûlé en présence d'oxygène pur, on évite la production d'oxydes d'azote.

En effet, les oxydes d'azote sont les résultats de la recombinaison des atomes d'oxygène et d'azote dans les moteurs à combustion (diesel) et explosion (essence). La raison : ces moteurs utilisent l'air atmosphérique comme comburant (l'air contient +-21% d'oxygène = le comburant et +-78% d'azote).

Estimation consommation H2 pour assurer puissance et énergie électrique à générer durant les heures de pointe de consommation électrique

Pour assurer les appels de puissance, principalement, de novembre à février, la centrale renouvelable doit être capable de fournir une puissance de 500 watts par habitant, 6 heures par jour.

Pour un écoquartier moyen de 1000 écologements moyens, cela représente :

$$P = 1000 \text{ écologements} \times 4 \text{ habitants/écologement} \times 500 \text{ watts/habitant} = 2\,000\,000 \text{ [W]} = 2 \text{ [MW]}$$

Pour moduler la puissance produite, tout en garantissant une certaine redondance, on peut imaginer que la puissance électrique soit générée par 6 PAC de 600 KW chacune. Les PAC de cette puissance permettent de compter sur un rendement de 75%.

Durant les 4 mois d'hiver, on peut estimer la quantité de H2 gazeux nécessaire ;

$$V_{H2} \text{ [Nm}^3\text{]} = (2\,000\,000 \text{ [W]} \times 6 \text{ [h/j]} \times 120 \text{ [j]}) / (3050 \text{ [Wh/m}^3\text{]} \times 75\%]) = 630\,000 \text{ [Nm}^3\text{]} \text{ ou encore } 875 \text{ Nm}^3 \text{ par heure.}$$

Récupération de la chaleur perdue dans les piles à combustibles.

Moyenne estimée, de novembre à février :

Déchet chaleur = 2 MW x 25% x 6 heures par jour = 3 MWh_{th} à distribuer à travers l'écoquartier.

Les piles à combustibles présentent un si bon rendement qu'il n'y a finalement plus beaucoup de chaleur à distribuer vers les écologements ;

Q chaleur 1 écologement / 24 heures = 3 MWh_{th} / 1000 écologements = 3 KWh_{th} / 1 écologement ! SANS TENIR COMPTE DES PERTES DE CHALEUR, DES PERTES DE CHARGE DES 20 A 30 KM DE CONDUITES + 1000 ECHANGEURS NI DE LA CONSOMMATION ELECTRIQUE DES CIRCULATEURS !

La technologie des Piles A Combustible évoluant, plus les elles produiront d'électricité et moins de chaleur (90% de rendement en 2050 !?) et moins le réseau de chaleur sera intéressant.

Par contre, à construction + isolation identique, les besoins de chaleur d'un écologement, surtout en hiver, seront toujours bien présents.

Nous verrons un peu plus loin qu'une bonne combinaison pompe à chaleur + panneaux solaires thermiques + boilers + citerne permet d'apporter une solution efficace et durable.

Génération de la puissance de pointe au niveau National Belge

En plus de la consommation « de base », nous avons supposé qu'il y aurait chaque jour 3 appels de puissance plus marqués dans chaque écoquartier de 1000 écologements ;

Appel de puissance du matin [MW]	1,5	Durée appel puissance du matin [h]	2,5
Appel de puissance de midi [MW]	2	Durée appel puissance du midi [h]	2
Appel de puissance du soir [MW]	2,5	Durée appel puissance du soir [h]	4

Bien évidemment, la situation sera différente selon les saisons.

Plus de KWh seront produits grâce aux PV en été, beaucoup moins en hiver.

Les Piles A Combustibles et les batteries seront plus sollicitées en hiver.

Les électrolyseurs seront plus sollicités en été.

PSLHDD Projet Social Libéral Humaniste pour le Développement Durable

BELGIQUE 2020-2050 : transition énergétique, plein emploi, renforcement du modèle Social-Démocrate

	% couverture appel de puissance du matin		% couverture appel de puissance de midi		% couverture appel de puissance du soir	
	par PV	par PAC + batteries	par PV	par PAC + batteries	par PV	par PAC + batteries
Janvier	0	100	30	70	15	85
Février	0	100	35	65	20	80
Mars	5	95	50	50	30	70
Avril	20	80	70	30	45	55
Mai	25	75	90	10	60	40
Juin	30	70	90	10	60	40
Juillet	30	70	90	10	60	40
Aout	25	75	90	10	60	40
Septembre	20	80	70	30	45	55
Octobre	5	95	50	50	30	70
Novembre	0	100	35	65	20	80
Décembre	0	100	25	75	15	85

Pour alimenter les pointes de demande d'électricité hivernale, on disposera en 2050 d'une puissance disponible dans les 180 secondes de :

3 000 centrales renouvelables x (6 x 600 Kilowatts) = 10 800 000 Kilowatts = 10,8 Gigawatts.

➔ PLUS DE RISQUE DE BLACK OUT !!! ... à condition de garantir l'appel de puissance durant les 180 premières secondes nécessaires au démarrage des piles à combustible ... tournez la page !

6^{ème} raison : Utilisation de batteries pour fournir les appels de puissance pendant le démarrage des Piles A Combustibles

On suppose que l'appel de puissance le plus important, en 2050, sera de 10 GW.

On suppose qu'avant l'appel de puissance MAXI, la consommation Nationale était de 5 GW. Cette puissance était déjà fournie par des Piles A Combustible.

On suppose que l'appel de puissance de 5 GW supplémentaire va s'étaler linéairement sur 60 minutes. Ce sont les Piles A Combustible encore disponibles qui vont fournir ce supplément de puissance.

On sait que l'on dispose d'assez d'hydrogène en stock pour alimenter les PAC H₂+O₂.

Mais le problème est la latence de ~3 minutes entre le démarrage et l'obtention de la puissance nominale.

Taux d'accroissement appel puissance = $(10 \text{ GW} - 5 \text{ GW}) / 60 \text{ minutes} = 5 \text{ GW} / 60 \text{ minutes}$.

Pour générer 5 GW, il faut $5\,000\,000\,000 \text{ W} / 600\,000 \text{ W} = 8333$ Piles A Combustible de 600 KW.

Nombre de Piles A Combustible à démarrer chaque seconde = $8333 / 3600 = 2,31 / \text{seconde}$.

Si on doit attendre 3 minutes pour qu'une Pile A Combustible fournisse toute sa puissance, alors on doit utiliser des batteries pour alimenter pendant 3 minutes l'appel de puissance.

Nombre de Piles à Combustible qu'il faut pallier au démarrage : $(3 \times 60) \times 2,31 = 416$.

Donc, le réseau National doit pouvoir générer $416 \times 600 \text{ KW} = 250 \text{ MW}$ pendant 1 heure, avec des batteries, pendant le démarrage des Piles A Combustible.

Quantité énergie batteries réseau National = $250 \text{ MW} \times 1 \text{ heure} = 250 \text{ MWh}$.

Pour pouvoir réaliser 6000 cycles de charge/décharge, on ne peut pas décharger les batteries de plus de 30% (DOD $\leq 30\%$) au taux de décharge $\leq C20$.

Critère DOD $\leq 30\%$; Si $30\% = 250 \text{ MWh}$, alors $100\% = 250 / 30\% = 833 \text{ MWh}$ de capacité nominale batterie.

Critère taux de décharge $\leq C20$; Si $C20 = 250 \text{ MW}$, alors $1C = 250 \text{ MW} \times 20 = 5000 \text{ MW}$.

Dans chacune des 3000 centrales électriques renouvelables, on trouvera $833 \text{ MWh} / 3000 = 278 \text{ KWh}$ de capacité nominale batterie. La puissance disponible à C20 sera de $250 \text{ MW} / 3000 = 83 \text{ KW}$.

A propos du taux de décharge des batteries :

1 Ah = 1 ampère heure = un courant de 1 ampère qui circule pendant 1 heure = $1 \text{ A} \times 1 \text{ h} = 10 \text{ A} \times 1/10 \text{ h} = 1/10 \text{ A} \times 10 \text{ h} = 1/1000 \text{ A} \times 1000 \text{ h} = \text{etc...}$

Si on décharge une batterie de N Ah en 10 heures = 600 minutes, on dit que le taux de décharge est de C 10.

Si on décharge une batterie de N Ah en 1 heure = 60 minutes, on dit que le taux de décharge est de 1 C.

Si on décharge une batterie de N Ah en 0,1 heure = 6 minutes, on dit que le taux de décharge est de 10 C.

Si on décharge une batterie de N Ah en 0,05 heure = 3 minutes, on dit que le taux de décharge est de 20 C.

C'est valable qu'elle que soit la technologie plomb-acide ou lithium.

Une batterie « lithium » de N Ah donnera à peu près le même nombre d'Ah qu'elle soit déchargée au taux de C10, 1C ou 10C.

Par contre, une batterie « plomb-acide » ne donnera pas le même nombre d'Ah selon le taux de décharge ;

Taux de décharge →	C20	C10	1C	10C	20C
Capacité restituée					
Batterie « plomb-acide »	100%	95%	90%	50%	impossible
Batterie « lithium »	100%	100%	100%	90%	60%