UNE WALLONIE 100 % RENOUVELABLE... C'EST FAISABLE?

Martin NEVE, Chargé de Mission Energie-Climat

CANOPEA



CONSOMMATION ACTUELLE D'ÉNERGIE



ÉNERGIE… KWH, M³ DE GAZ, LITRE DE MAZOUT

kWh? kilowattheure

1.000 x Watt x heure





2 jours

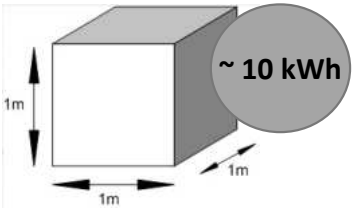
30 W x 48 h = 1.440 Wh
= 1,44 kWh



1 heure

2.000 W x 1 h = 2.000 Wh
= 2 kWh







1 L



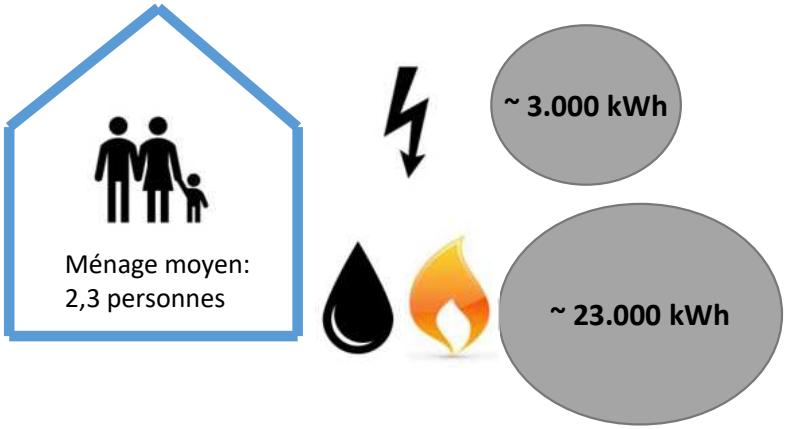
Énergie… kWh, MWh, GWh, TWh



1 heure

2000 W x 1 h = 2000 Wh
= 2 kWh





11.300 kWh/an.pers

600.000.000.000 kWh

600.000.000 MWh **(MégaWattheure)**

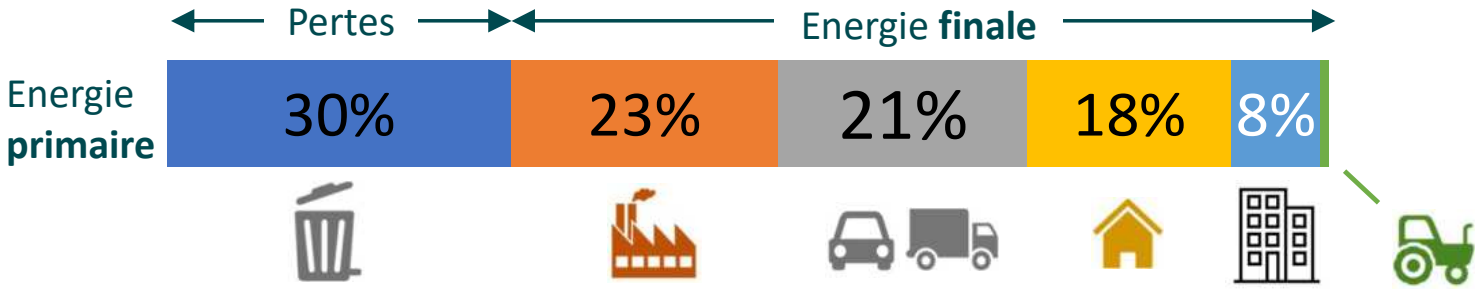
600.000 GWh **(GigaWattheure)**

600 TWh **(teraWattheure)**

54.000 kWh/an.pers

Source : SPF Economie, Energy Key Data Edition fev.2022

Energie consommée pour...



ENERGIE « PRIMAIRE » = ÉNERGIE « FINALE » + PERTE

Energie **primaire**

Energie **finale** Pertes





Voiture à essence :

33% mouvement + 67% (chaleur)





Voiture électrique :

95 % mouvement + 5 % (chaleur)





Pertes: 45%





Voiture élec.:

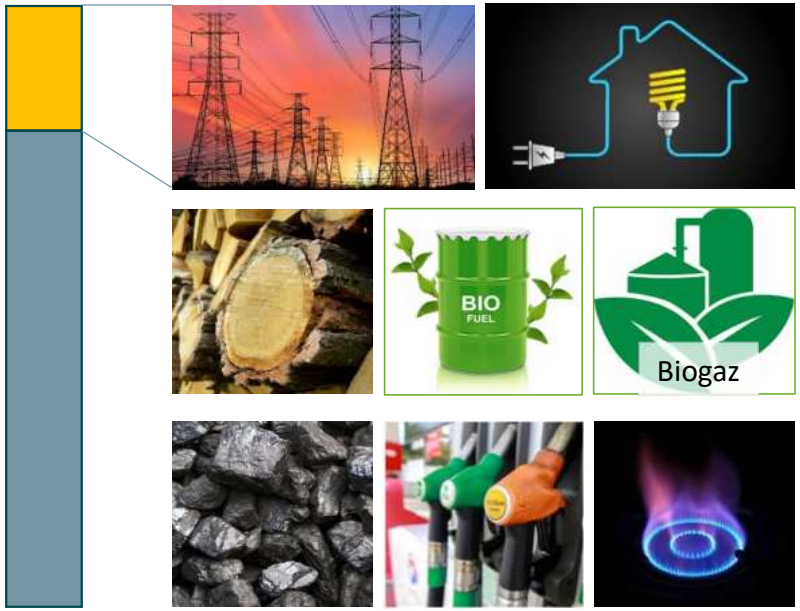
52 % mouvement + 48 % (chaleur)

CANOPEA

L'énergie consommée en Belgique est principalement combustible

Électricité (20%)

Combustibles & carburants (80%)



Fossile
Nucléaire
Renouvelable

Renouvelable

Fossile

AUGMENTER LA PART DE RENOUVELABLE

40 % de renouvelable pour 2030 en Europe

Nucléaire

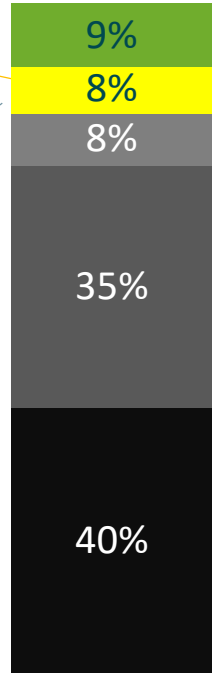
- → Importée
- → Gestion des déchets radioactifs
- → Vieillissement des centrales



Fossile (83%)

- → Importée
- → Emet du CO2
- → Contraire aux accords de Paris





« Renouvelable »

2,2%	Incinération déchets	MAX
0,06%	Hydroélectricité	Quasi max
2,2%	Eolien & solaire	Développable
0,2%	Biométhane	Développable
2,4%	Bois & pellet	MAX + import
1,0%	Agrocarburant	Import 97%



CANOPEA

A VOTRE AVIS...

Quel pourcentage de l'énergie (primaire) consommée en Belgique est importée?

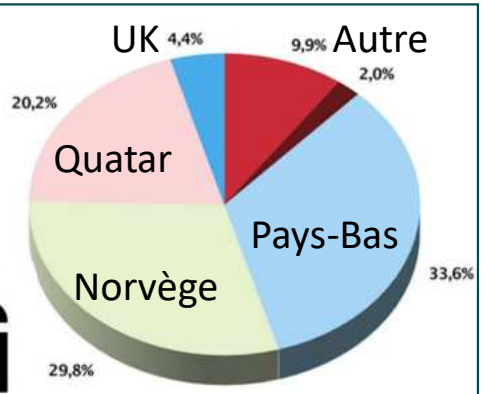
La Belgique importe 95% de son énergie primaire

2020

5% belge

95%
Europe & Monde

Importation de **gaz** en Belgique par pays d'origine (IEA) (285 TWh)

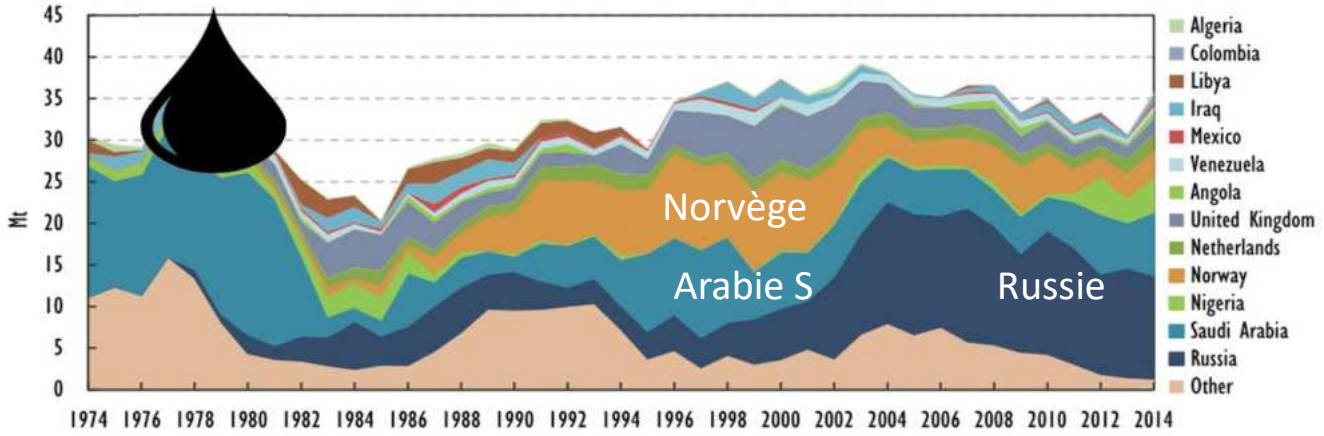


Site Febeg

40% de l'uranium belge est lié à la Russie

Article Le Soir 5 mai 2022

Importation de **pétrole** brute en Belgique par pays d'origine (IEA)



Source: IEA (2015c), *Oil Information 2015*, www.iea.org/statistics/.

A VOTRE AVIS...

Comment réduire notre consommation d'énergie?

DIMINUER LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Facilite l'autonomie énergétique





Efficacité
(technique)

+



Sobriété
(comportement individu & organisation sociale)

CANOPEA

L'EFFICACITÉ EST CONSENSUELLE

De meilleurs équipements sans changer le comportement



Isolation = ÷3



Pompe à chaleur = ÷3

} ÷9 l'énergie !



Voiture électrique = ÷3 l'énergie !

CANOPEA




Freedom Battery

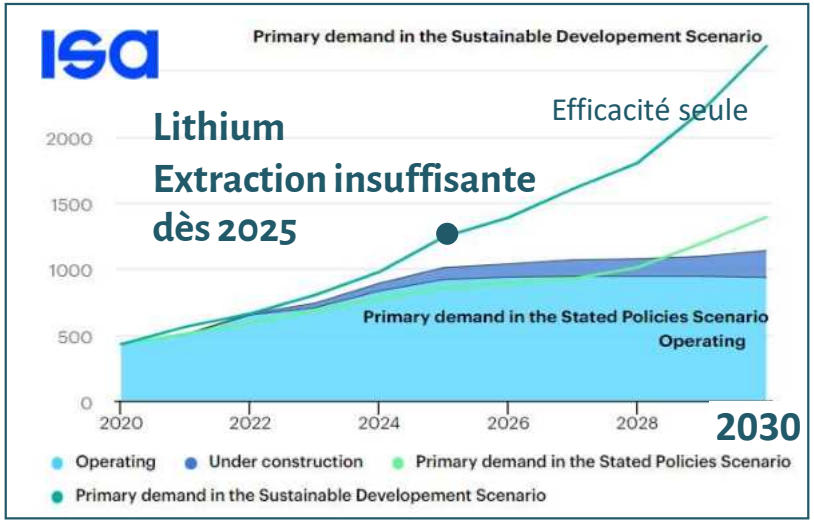
Modérer la consommation d'énergie

… car la transition est aussi gourmande en matériaux précieux



Electrification & renouvelable :

- câbles
- batteries
- équipements





Quantité limitée & Dépendance géopolitique :
Cobalt, lithium, Nickel, Cuivre, Zinc, Terres Rares



Impact à l'extraction
Mines en Europe ?
En Wallonie ?



Impacts du recyclage
Complexité du recyclage

www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/reliable-supply-of-minerals

CANOPEA

L'efficacité seule ne suffit pas : Effet Rebond









Besoin de Sobriété!

CANOPEA

La sobriété, un retour en arrière ?





CANOPEA

La sobriété, un retour en arrière ?



CANOPEA

DÉFINITION GIEC

“Sufficiency policies are a set of measures and daily practices that avoid demand for energy, materials, land and water while delivering human wellbeing for all within planetary boundaries.”

Limiter les demandes en énergie (matériaux, terre, eau)

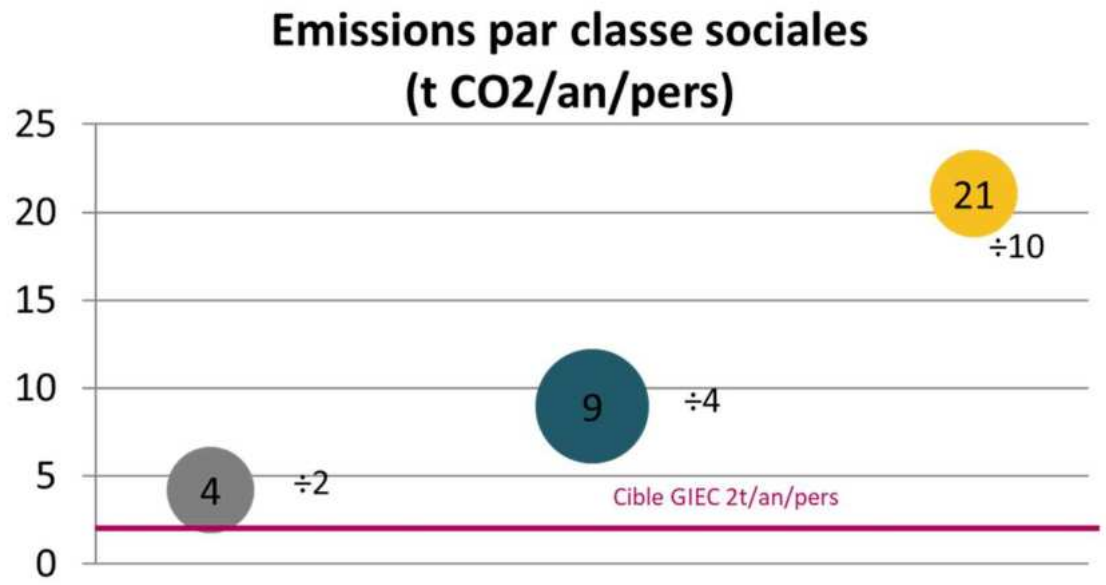
en assurant le bien-être de tous

dans les limites de la planète.

CANOPEA

Inégalités sociales des émissions (Europe)

Rapport Oxfam décembre 2020





Les plus pauvres | Intermédiaire | Aisés

Pourcentage de la population

SOBRIÉTÉ, UN NOUVEAU CONCEPT?







CANOPEA

LA SOBRIÉTÉ : DIFFÉRENTS AXES

Du changement individuel à l'infrastructure partagée



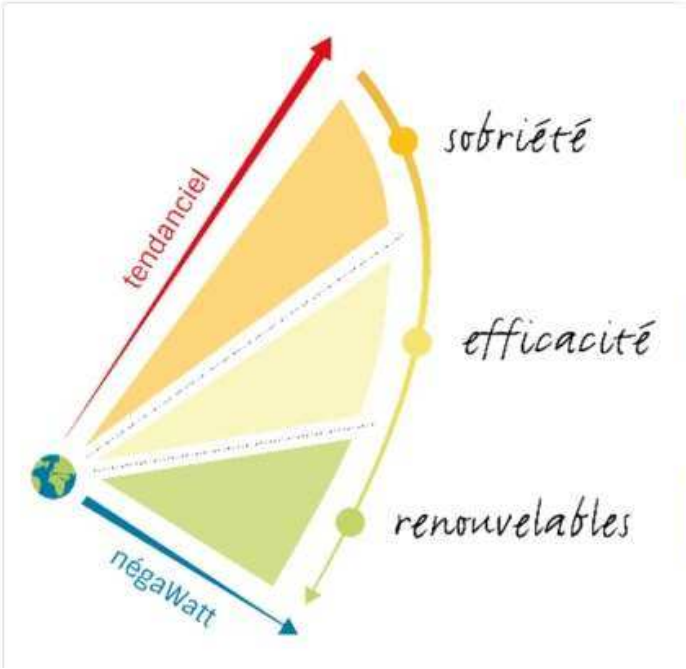
source : Yves Marignac, négaWatt France, 2022

CANOPEA

LE TRIO GAGNANT !

La démarche négaWatt

Une démarche systématique pour répondre à un problème systémique

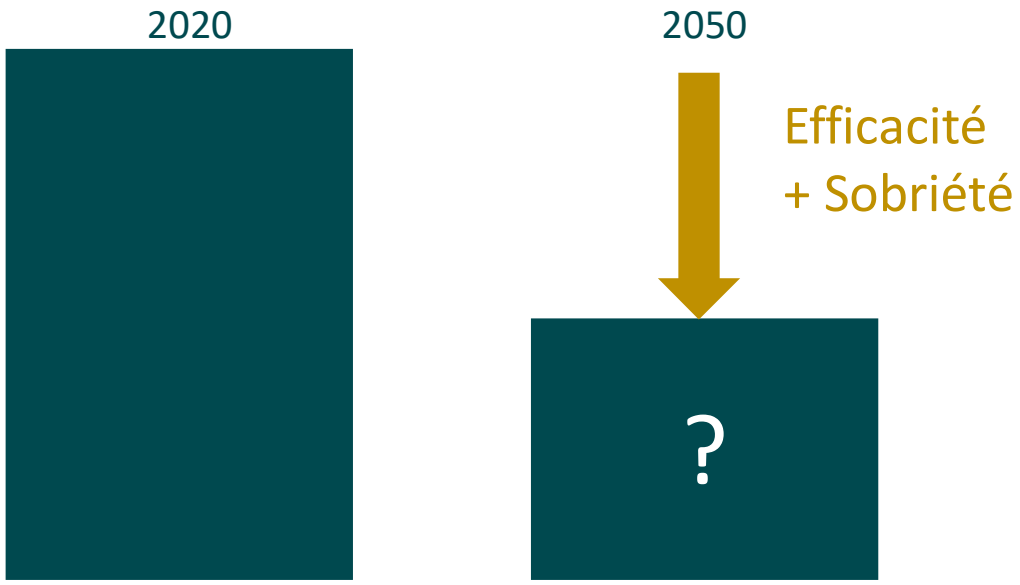


Partir des usages
pour remonter aux ressources

1. Agir collectivement et individuellement sur le niveau d'usage en priorisant et redimensionnant les services rendus
2. Réduire le ratio ressources / usages en améliorant les performances à toutes les étapes de transformation
3. Remplacer les ressources moins soutenables (stocks) par des ressources plus soutenables (flux)

CANOPEA

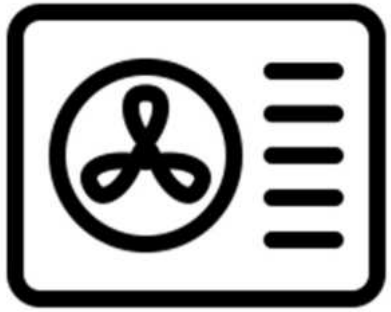
Réduire la consommation: Quel pourcentage est possible?



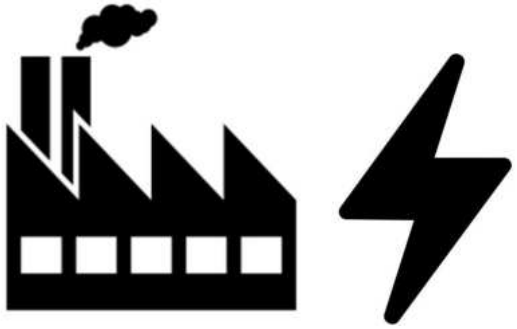
Efficacité par l'électrification



Voiture et trottinette électrique



Pompe à chaleur



Electrification industrielle

CANOPEA

A VOTRE AVIS...

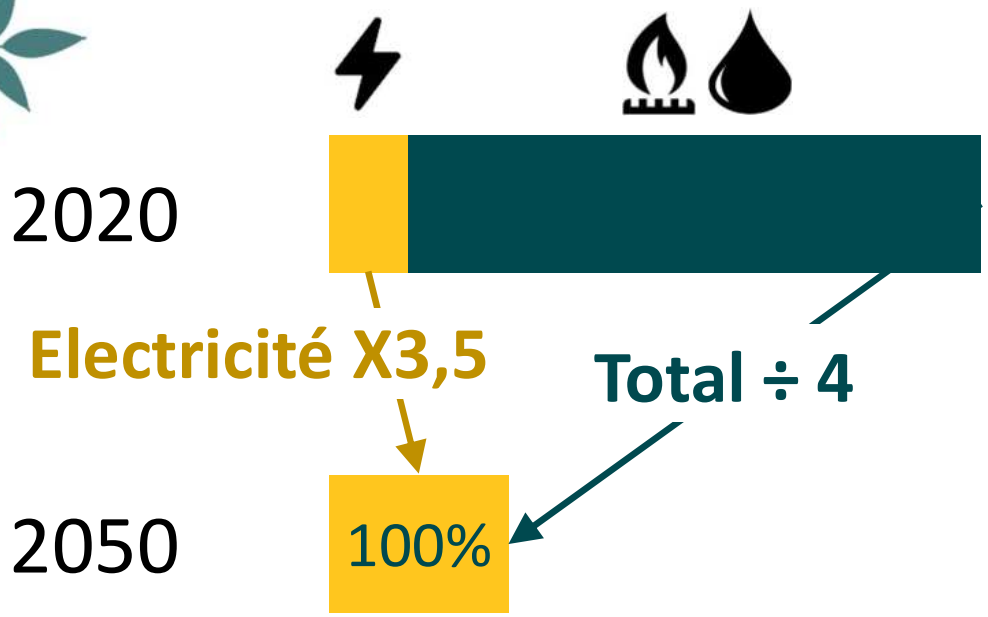


En Belgique en 2050, la quantité d'électricité va augmenter de combien?

+10%	+50%
X 2	X 5

CANOPEA

ELECTRIFICATION ET ISOLATION (SANS SOBRIÉTÉ)



3.000 kWh électricité (éclairage,…)
23.000 kWh (mazout / gaz)
15.000 km voiture essence (1.500 L essence)
Total ~ 41.000 kWh/an

÷ 4 au total

3.000 kWh électricité (éclairage,…)
2.500 kWh chauffage (isolation + PAC)
5.000 kWh en voiture électrique
Total = 10.500 kWh/an

L'électricité triple mais l'énergie totale diminue par 4!

CANOPEA

Rappel





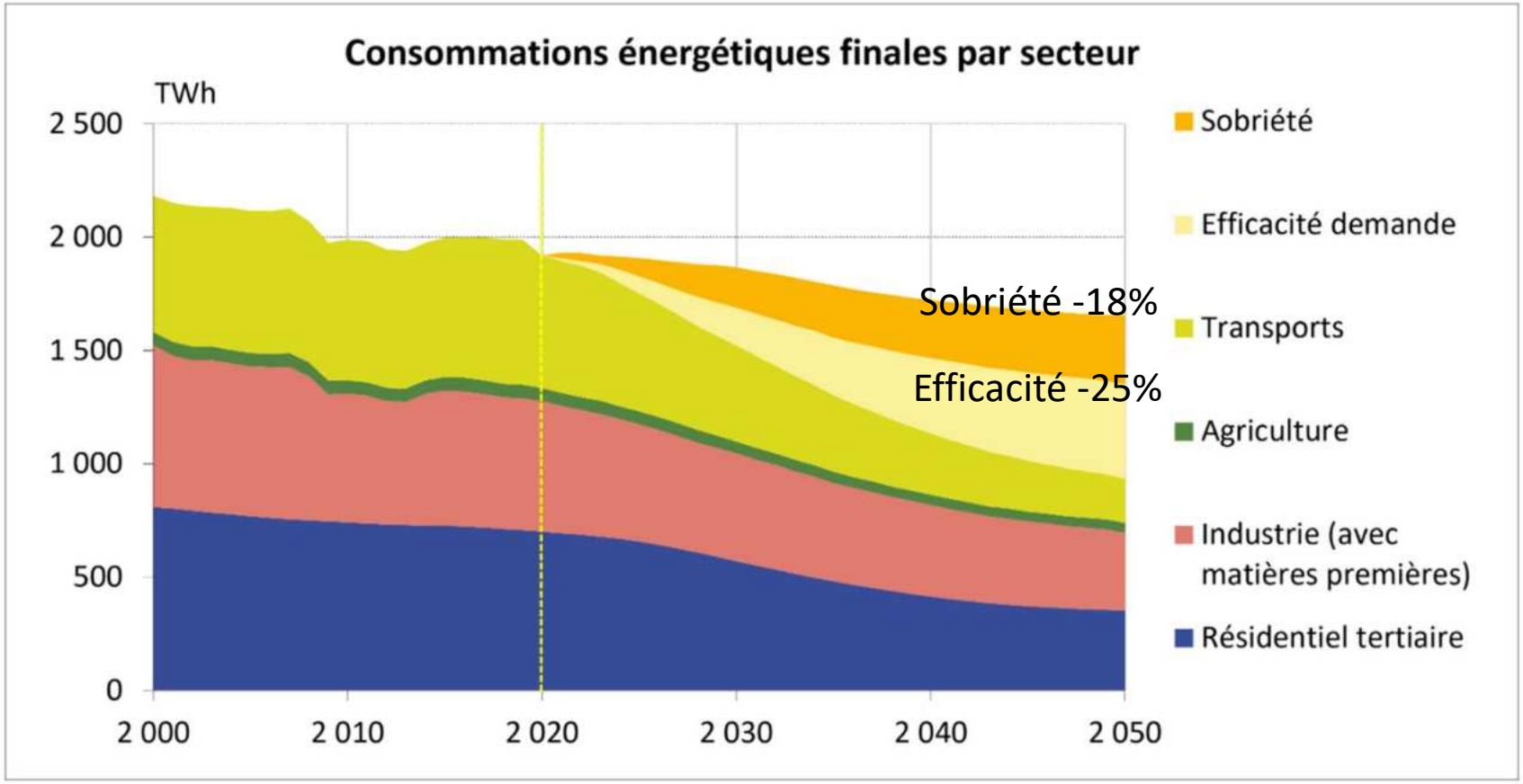


Besoin de Sobriété!



NÉGAWATT FRANCE

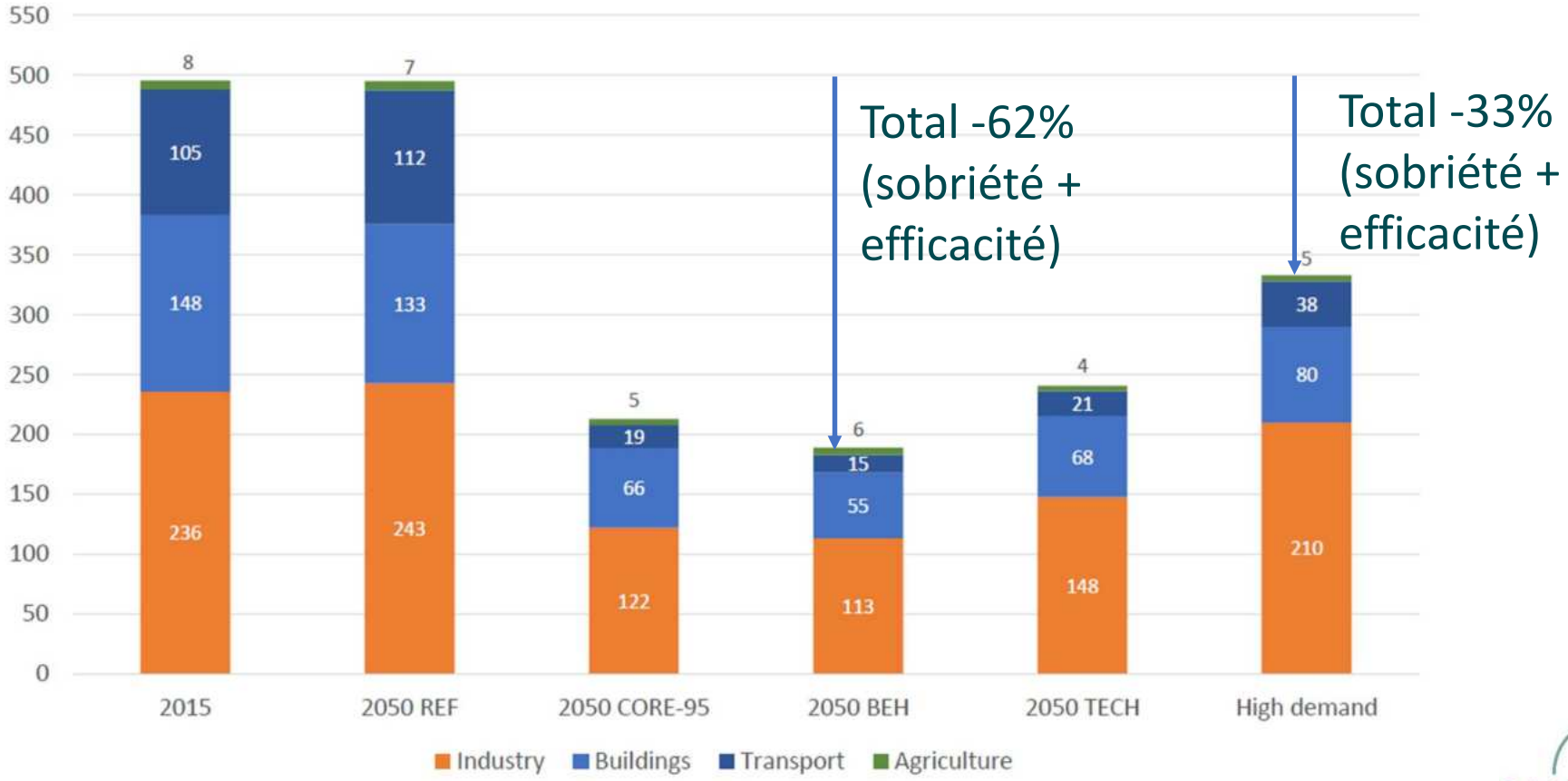
Total = -43%
(énergie finale)



CANOPEA

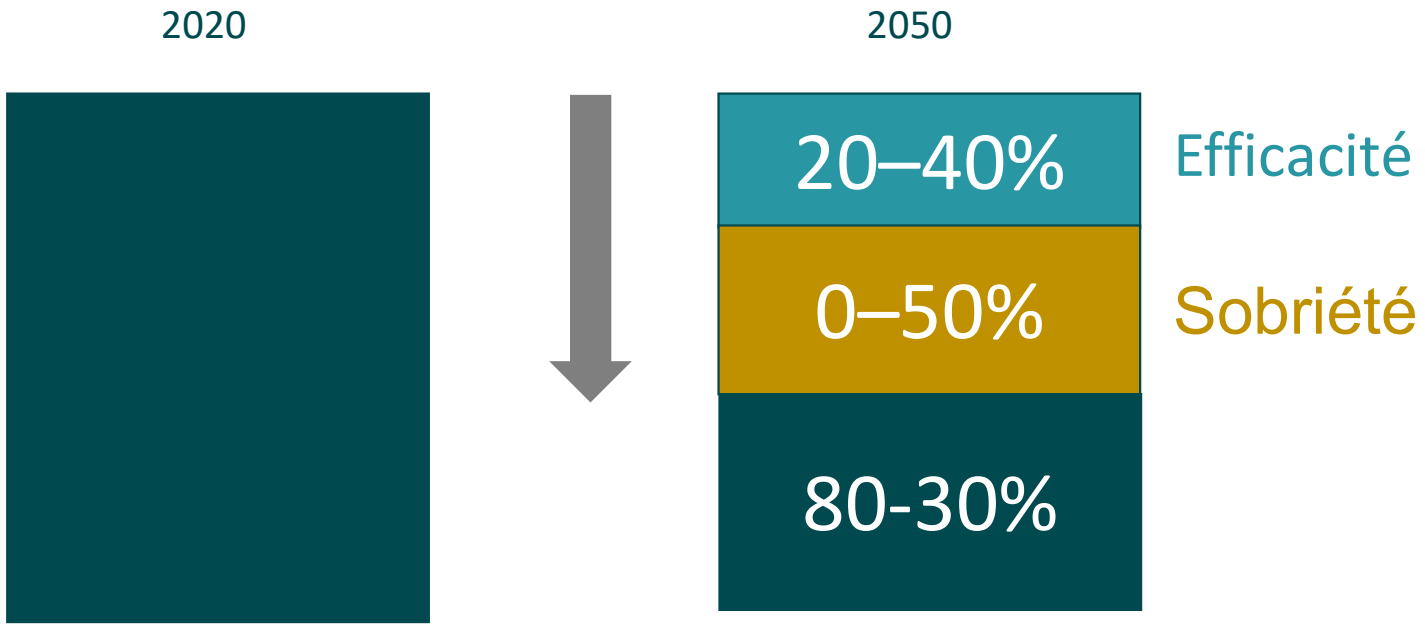
SPF – CLIMACT 2021

Demande d'énergie finale (TWh/an, incluant les usages « non-énergétiques »)



CANOPEA

Réduire la consommation: Quel pourcentage est possible?



Réduire de 50% la consommation d'énergie par efficacité et sobriété est réaliste.

Atteindre cette réduction nécessite un choix politique et de le mettre en œuvre.

CANOPEA

EN ROUTE VERS 2050

Imaginons l'approvisionnement en énergie en Wallonie en 2050



CANOPEA

Wallonie 100% Renouvelable et 100% Local



3.650.000

100.000 GWh/an

(50% de réduction Sobriété/Efficacité)

100% local
0% import

100%

1M de panneaux = 420 GWh/an

Combien de million de panneaux?

Combien de panneaux / personne?

CANOPEA

Wallonie 100% Renouvelable et 100% Local



3.650.000

100.000 GWh/an

(50% de réduction Sobriété/Efficacité)

100% local
0% import

100%

1M de panneaux de 400 W = 420 GWh/an

238 millions de panneaux (95 GW)

65 panneaux / personne

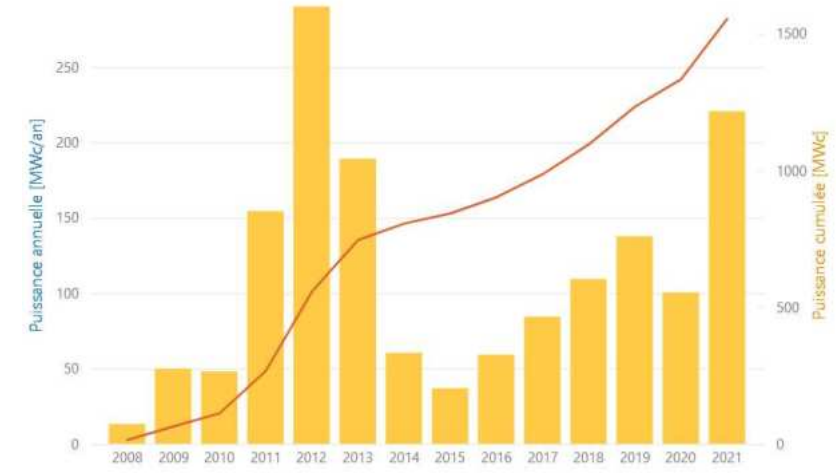
Aujourd'hui : 1,2 panneaux/pers

x 54

Wallonie 100% Renouvelable et 100% Local



Potentiel PV : 30.000 GWh



Nombre

Potentiel surface des toitures = 30 GW

= 20 panneaux/pers

Contre 1,2 aujourd'hui → **X 16**

Source : Bregilab

Vitesse d'installation

30 GW en 2050 ?

vs 1,5 GW depuis 15 ans

Installer 10 fois plus vite

CANOPEA

Wallonie 100% Renouvelable et 100% Local



3.650.000

100.000 GWh/an

(50% de réduction Sobriété/Efficacité)

100% local
0% import

100% ?

1 Eolienne 4 MW (150 m) =
8,8 GWh/an

Combien d'éoliennes ?

CANOPEA

Wallonie 100% Renouvelable et 100% Local



3.650.000

100.000 GWh/an

(50% de réduction Sobriété/Efficacité)

100% local
0% import

100%

1 Eolienne 4 MW (150 m) = 8,8 GWh/an

11.364 éoliennes de 4 MW
(45,5 GW)

Aujourd'hui : 500 de 3 MW
(1,5 GW) **x30**

CANOPEA

Wallonie 100% Renouvelable et 100% Local



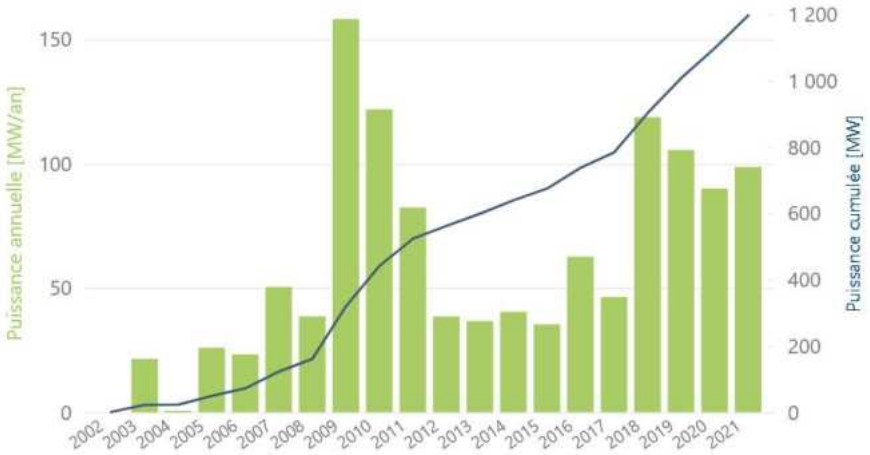


Potentiel Eolien : 25.000 GWh

Nombre

Potentiel éolien = 11,4 GW
= 2.850 éoliennes 4MW Wallonie
contre 500 aujourd'hui : **X6**

Source : Bregilab



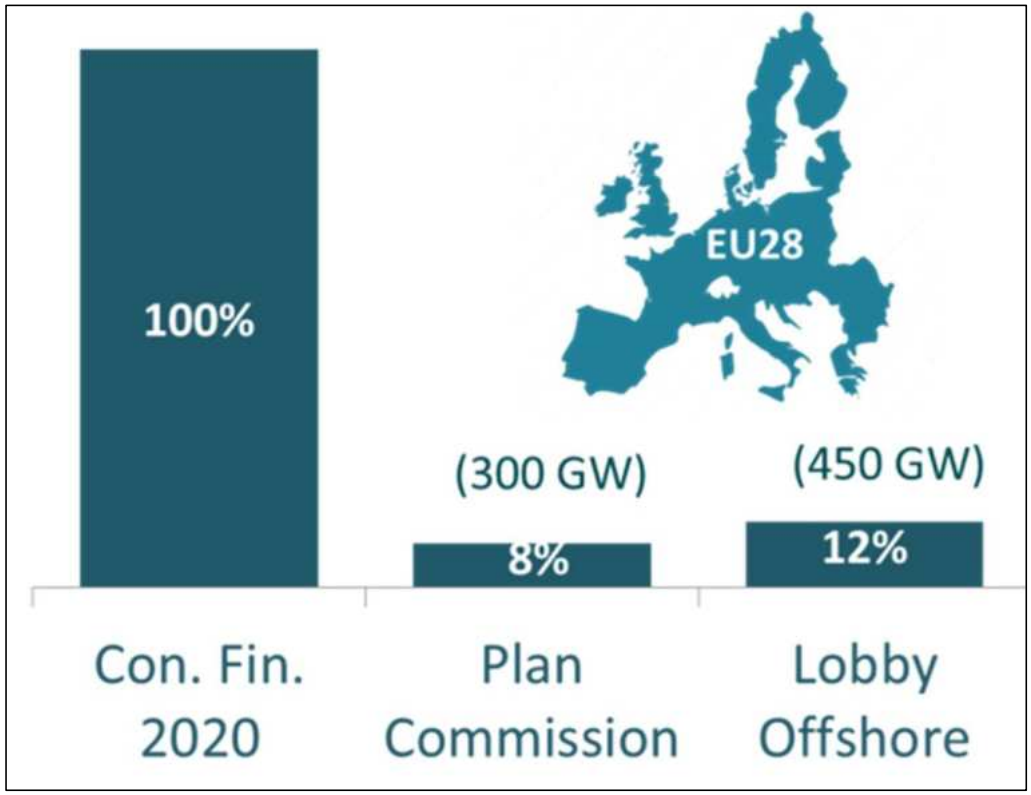
Vitesse d'installation

11,4 GW en 2050 vs 1,5 GW en 15 ans

Installer 3,5 fois plus vite

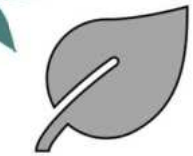
CANOPEA

L'ÉOLIEN OFFSHORE





Les autres énergies renouvelables en Belgique?



Biomasse : max 25 TWh/an (5% de la conso actuelle 500 TWh/an)

- Bois
- Déchets agricoles et alimentaires
- Culture (maïs, colza…) mais…!



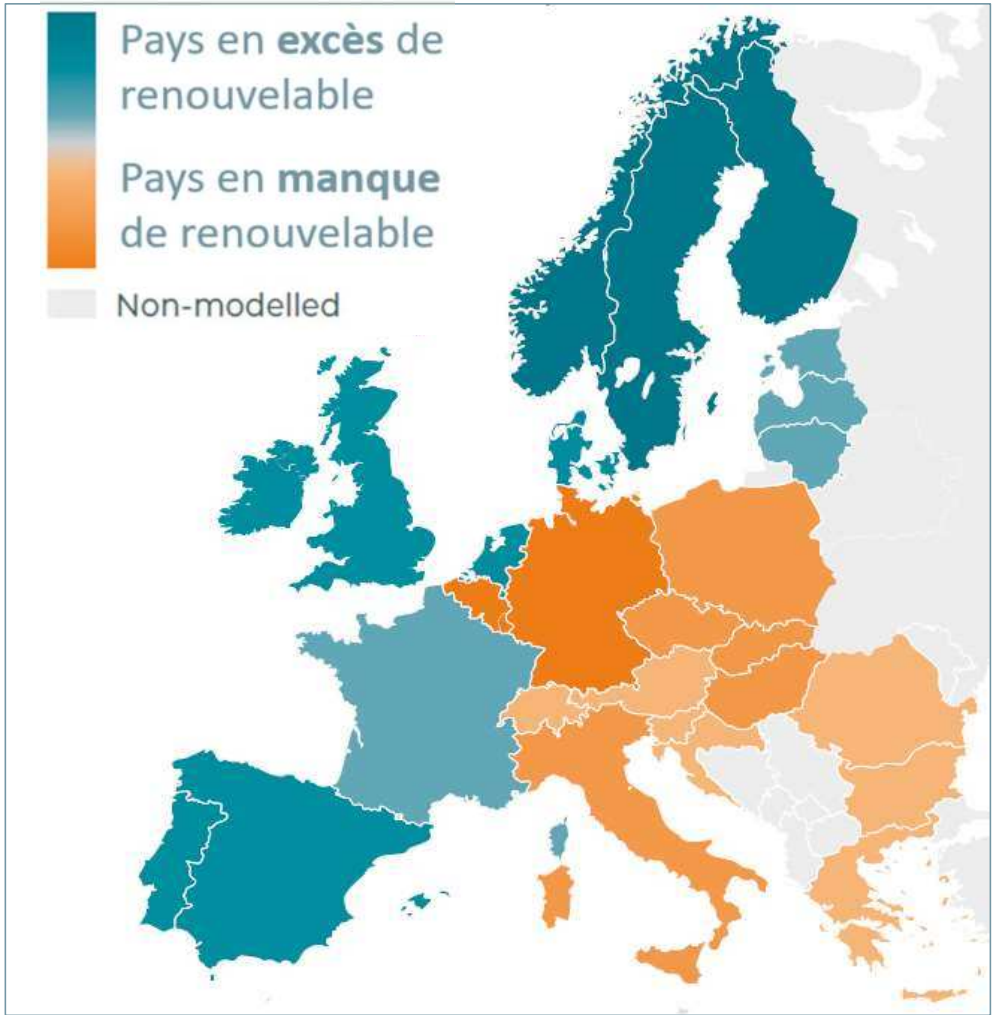
Hydroélectricité : 0,3 TWh/an et quasi maximum
(<0,1% de la conso actuelle de 500 TWh/an)



Géothermie : grande inconnue

CANOPEA

Importation et Interconnexion

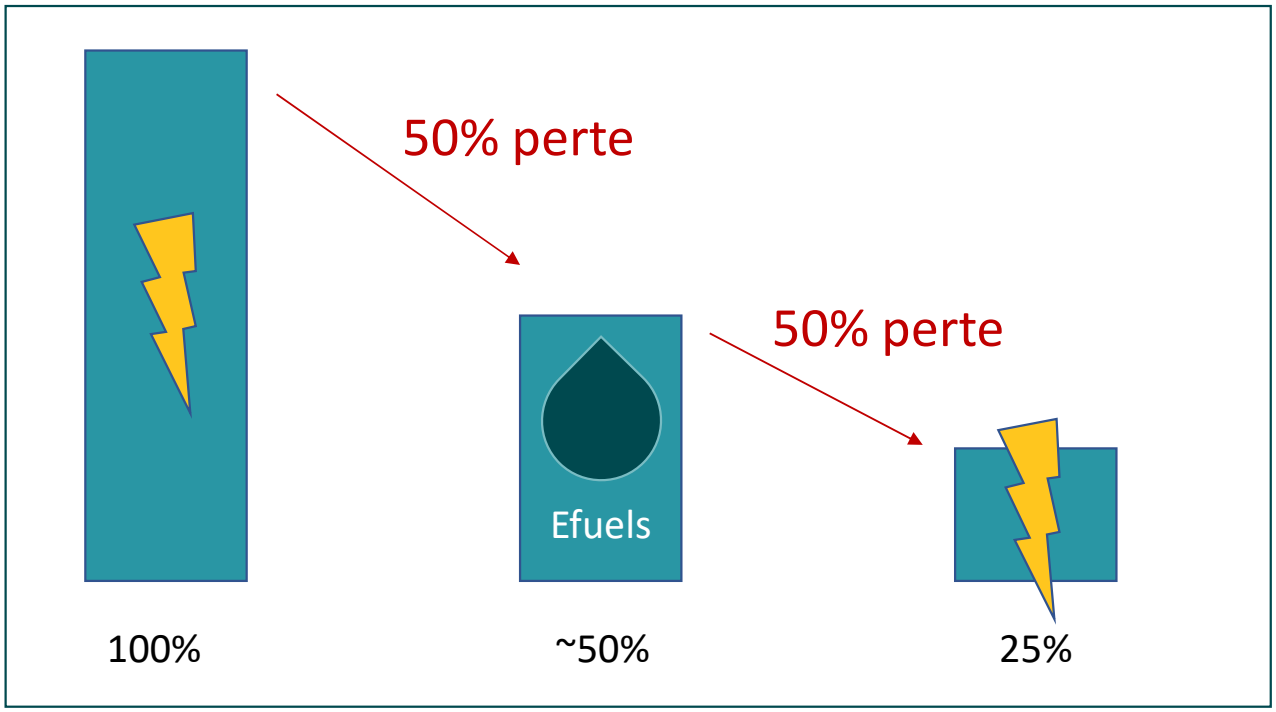


Elia, nov 2021, « Roadmap to Net Zero »

CANOPEA

Hydrogène et « eFuels » : Beaucoup de pertes

E-fuel = carburant fabriqué à partir d'excédent d'électricité renouvelable



« Rendement de la chaîne hydrogène », ADEME 2020

Exemples d'efuels :
Hydrogène = H2
Ammoniac = NH3

Méthane = CH4
Méthanol = CH3OH
Ethanol = C2H5OH

CANOPEA

WALLONIE 100% RENOUVELABLE ET RÉALISTE



3.650.000

100.000 GWh/an
(50% de réduction Sobriété/Efficacité)

Biomasse + hydro + géothermie
→ 20.000 GWh (estimation de la CEN)

Mix local +
importation autorisée

Reste 80.000 GWh

Production Locale :
……GWh
……%

Importation:
……GWh
……%

PV :
……GWh
……PV/pers

Eolien :
……GWh
……Eoliennes

Rappel
1 éolienne 4 MW = 8,8 GWh/an
1M panneaux PV = 368 GWh/an

CANOPEA

WALLONIE 100% RENOUVELABLE ET RÉALISTE



3.650.000

100.000 GWh/an
(50% de réduction Sobriété/Efficacité)

Biomasse + hydro + géothermie
→ 20.000 GWh (estimation de la CEN)

Mix local +
importation autorisée

Reste 80.000 GWh

Production Locale :
75.000 GWh
75%

Importation:
25.000 GWh
25%

PV :
30.000 GWh
20 PV/pers

Eolien :
25.000 GWh
2.850 Eoliennes

Rappel
1 éolienne 4 MW = 8,8 GWh/an
1M panneaux PV = 368 GWh/an

CANOPEA

UN SCENARIO RÉALISTE



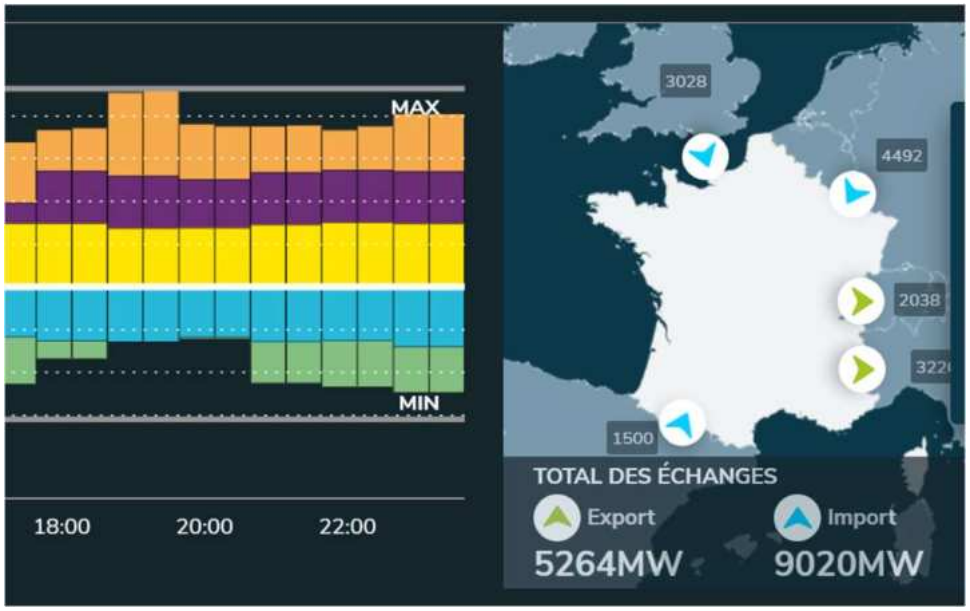
IMPORTER LA MOITIÉ



CANOPEA

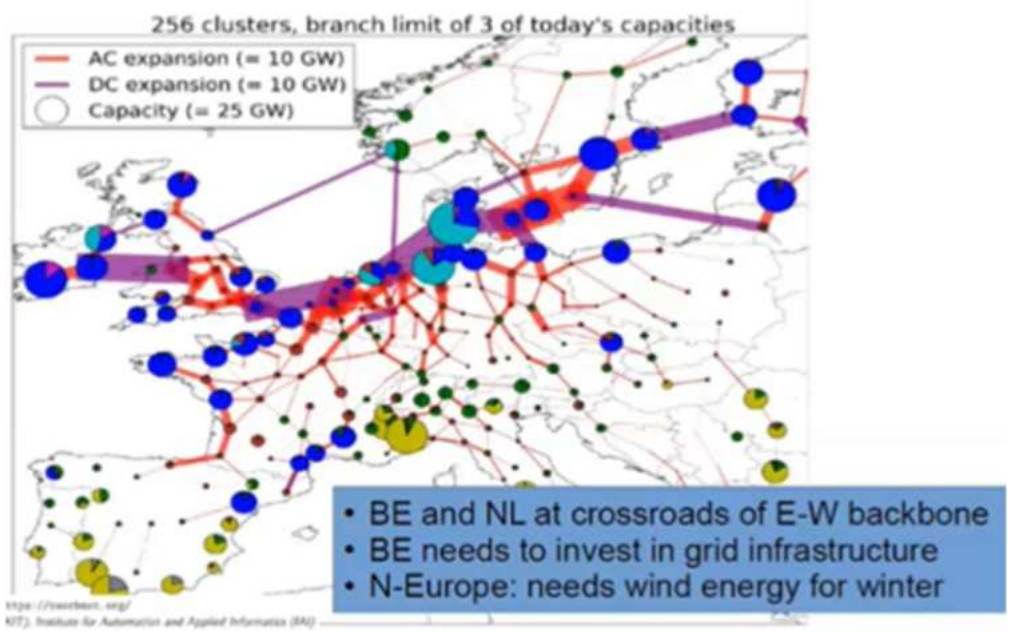
INTERCONNEXIONS ÉLECTRIQUES EUROPÉENNES

Déjà existantes et utilisées à tout instant



Site RTE France

Développement prévu :
« colonne vertébrale Est-Ouest »



CANOPEA

IMPORTATIONS D'HYDROGÈNE, AMMONIAC

Libre ECO

Energie

- Une mission royale a lieu, en ce moment, à Oman.
- Tinne Van der Straeten compte sur le sultanat pour nous fournir de l'hydrogène vert.
- Cette filière pourrait avoir de grosses retombées économiques. Surtout en Flandre.

"L'hydrogène est devenu un enjeu géostratégique"



la densité de population est une clé

Belgique	Namibie	Oman
375 hab/km²	5 hab/km²	15 hab/km²







Oman :
Panneaux solaires
→ H2 → NH3

→

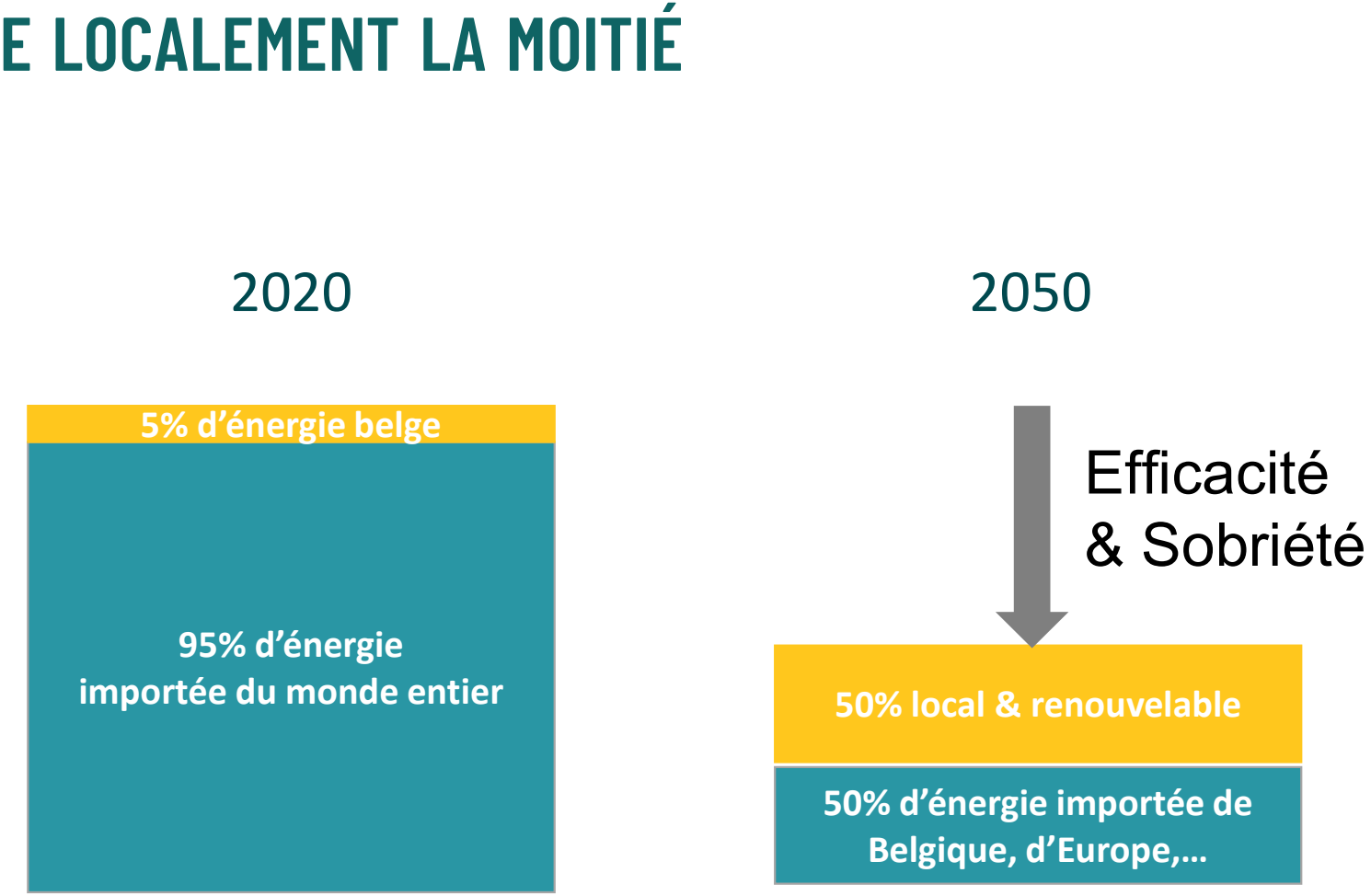
Bateau
NH3

→

Belgique
Port d'Anvers

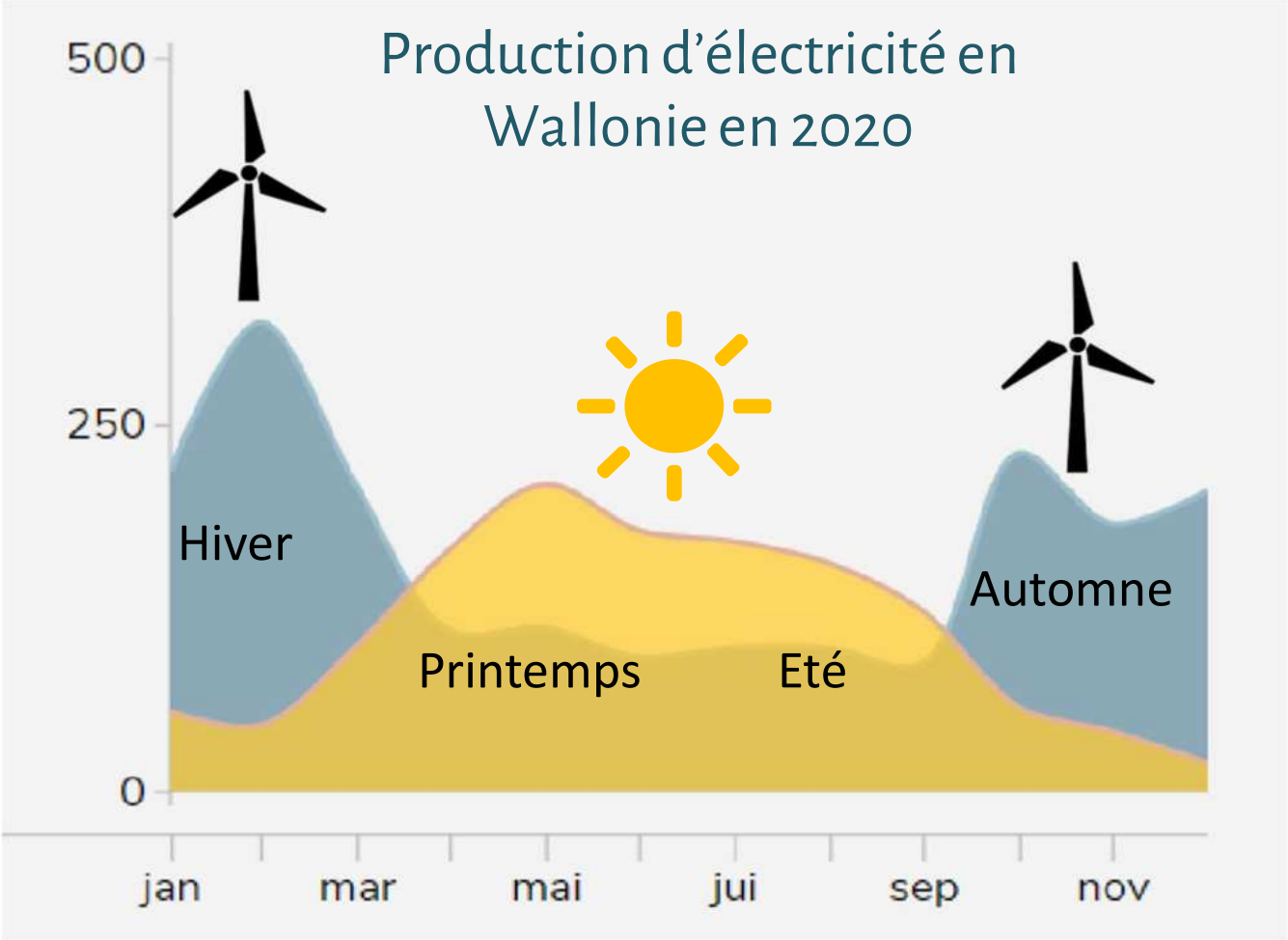
CANOPEA

PRODUIRE LOCALEMENT LA MOITIÉ



CANOPEA

Complémentarité Solaire et Eolien





Stocker le solaire pour l'hiver = 30 tonnes de batterie par personne

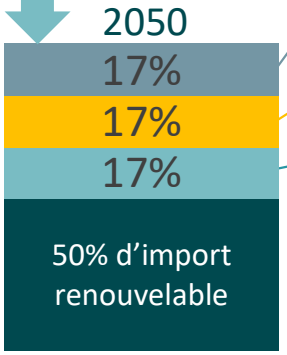
CANOPEA

SCÉNARIO PROPOSÉ PAR LA CEN

Activer trois leviers de solution



1. Réduire le besoin par 2



3. Produire durable localement

Bioénergie + hydro + géothermie
Potentiel max — X4

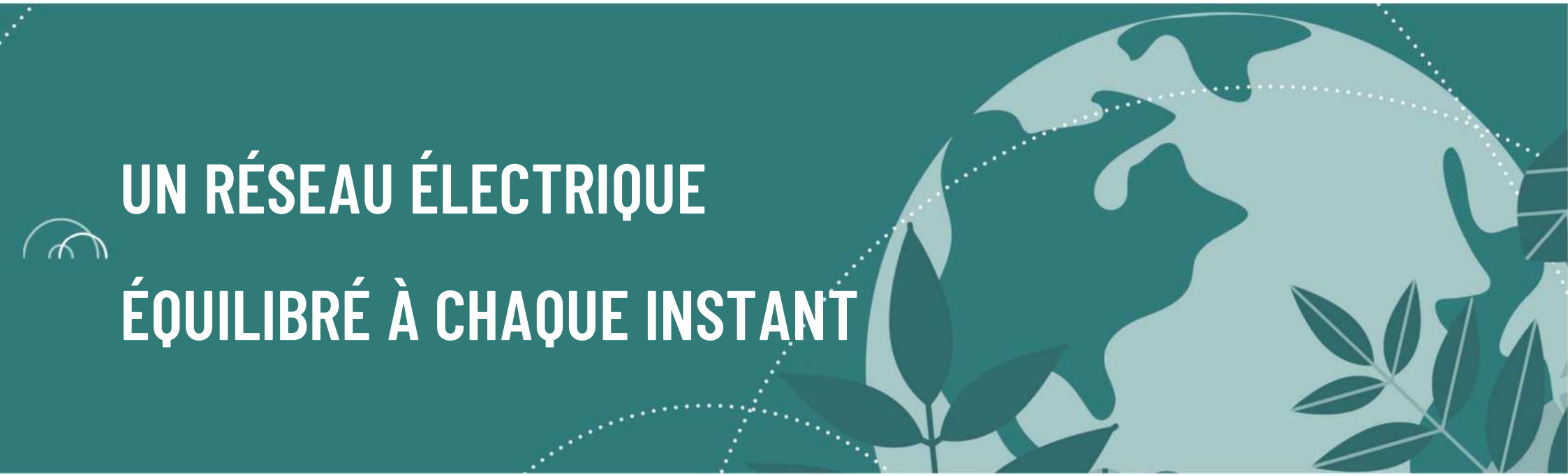
16 panneaux solaires par personne — X12
(aujourd'hui = 1,2/pers)

2.220 éoliennes de 4 MW — X4
Ou
1.625 éoliennes de 5 MW — X3
(aujourd'hui = 500 de 3 MW)

2. Imports durables

- **Eolien offshore + interconnexion européenne**
- **Pellet & biocarb Europe**
- **H2, NH3 du monde**

UN RÉSEAU ÉLECTRIQUE ÉQUILIBRÉ À CHAQUE INSTANT



TOUT CE QUI EST CONSOMMÉ DOIT ÊTRE PRODUIT

Pas de réservoir intermédiaire.
La production doit suivre instantanément les caprices de millions de consommateurs

Pas assez d'électricité

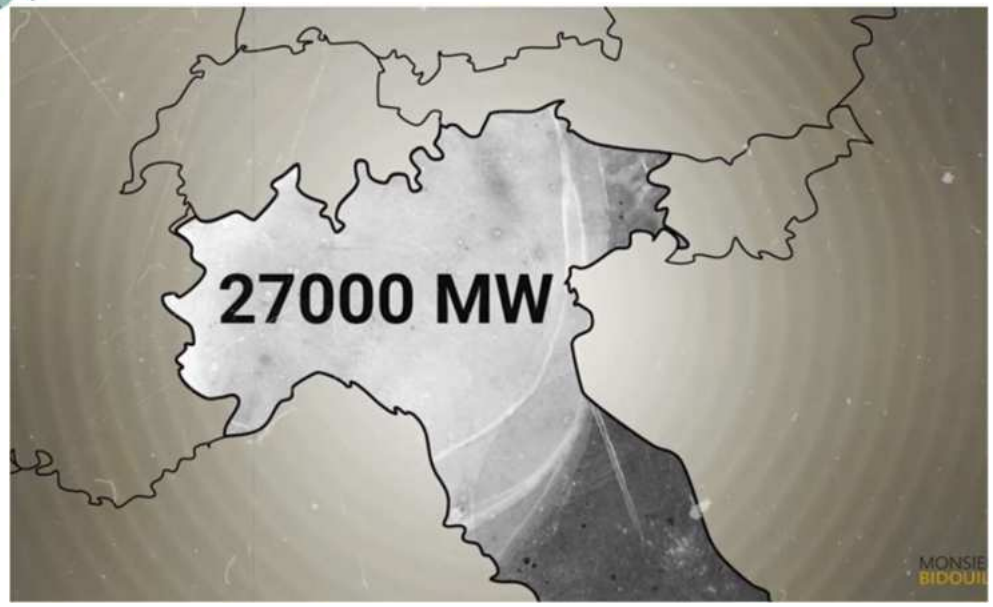


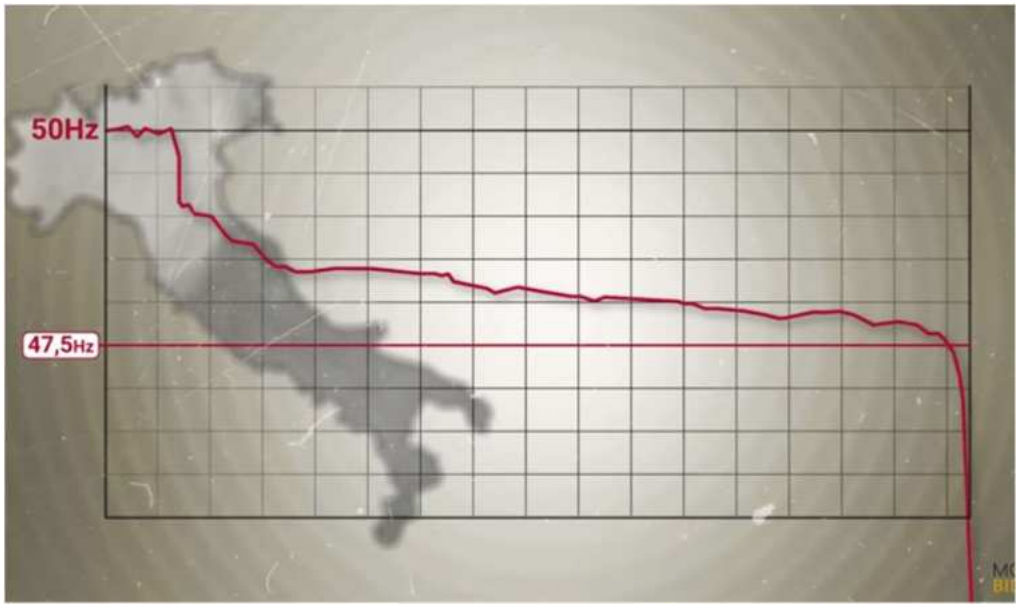
Trop d'électricité



CANOPEA

Black out électrique en Italie 2003

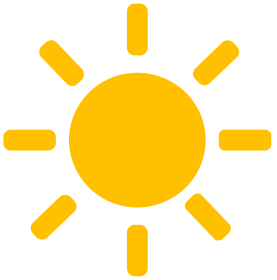




https://www.youtube.com/watch?v=-iSXF2lraR0

CANOPEA

Deux problèmes à résoudre



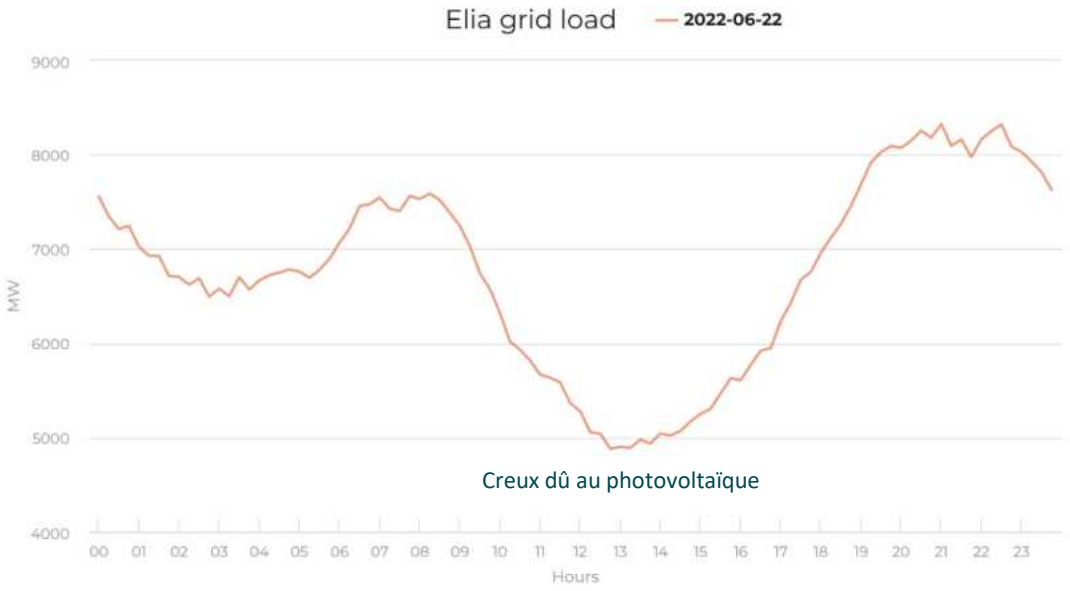
Eté
Trop d’énergie



Hiver
Pas assez d’énergie

SAISONNALITÉ DE LA CONSOMMATION

Eté ~5-8 GW



Creux dû au photovoltaïque

2050 ~ 15 GW

Hiver ~8-11GW



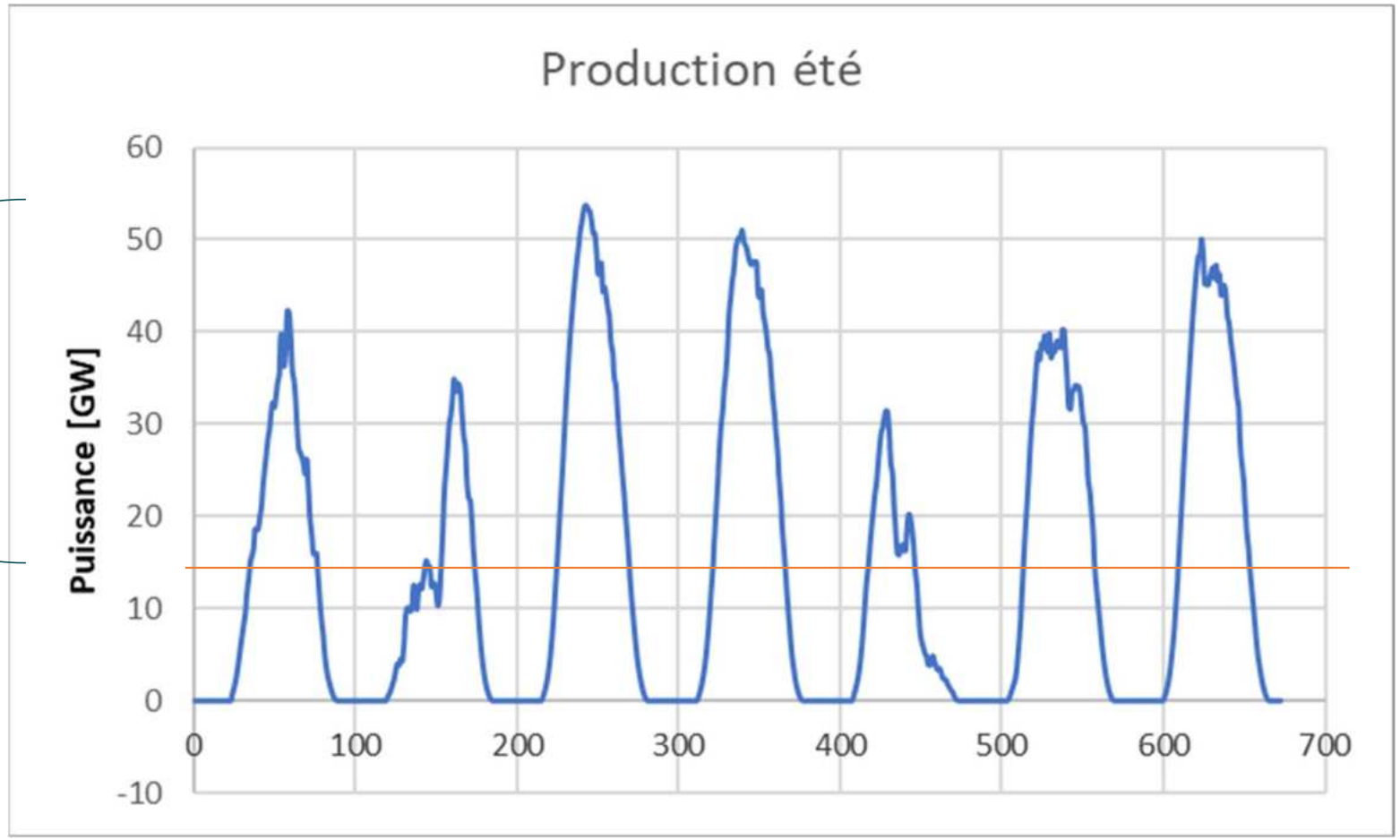
2050 ~ 20 GW

CANOPEA

ÉTÉ EN 2050

75 GW installé en 2050 (6 GW en 2022) → Solaire 2021 x12,5

Détruit le réseau électrique



Conso 15 GW

Recalculé à partir de données solaires extraites
https://www.elia.be/en/grid-data/power-generation/solar-pv-power-generation-data

CANOPEA

QUELLES SOLUTIONS EN ÉTÉ POUR GÉRER LA SURPRODUCTION?

1. Chacun prend 2 minutes pour y penser individuellement et écrire sur ses idées sur une feuille

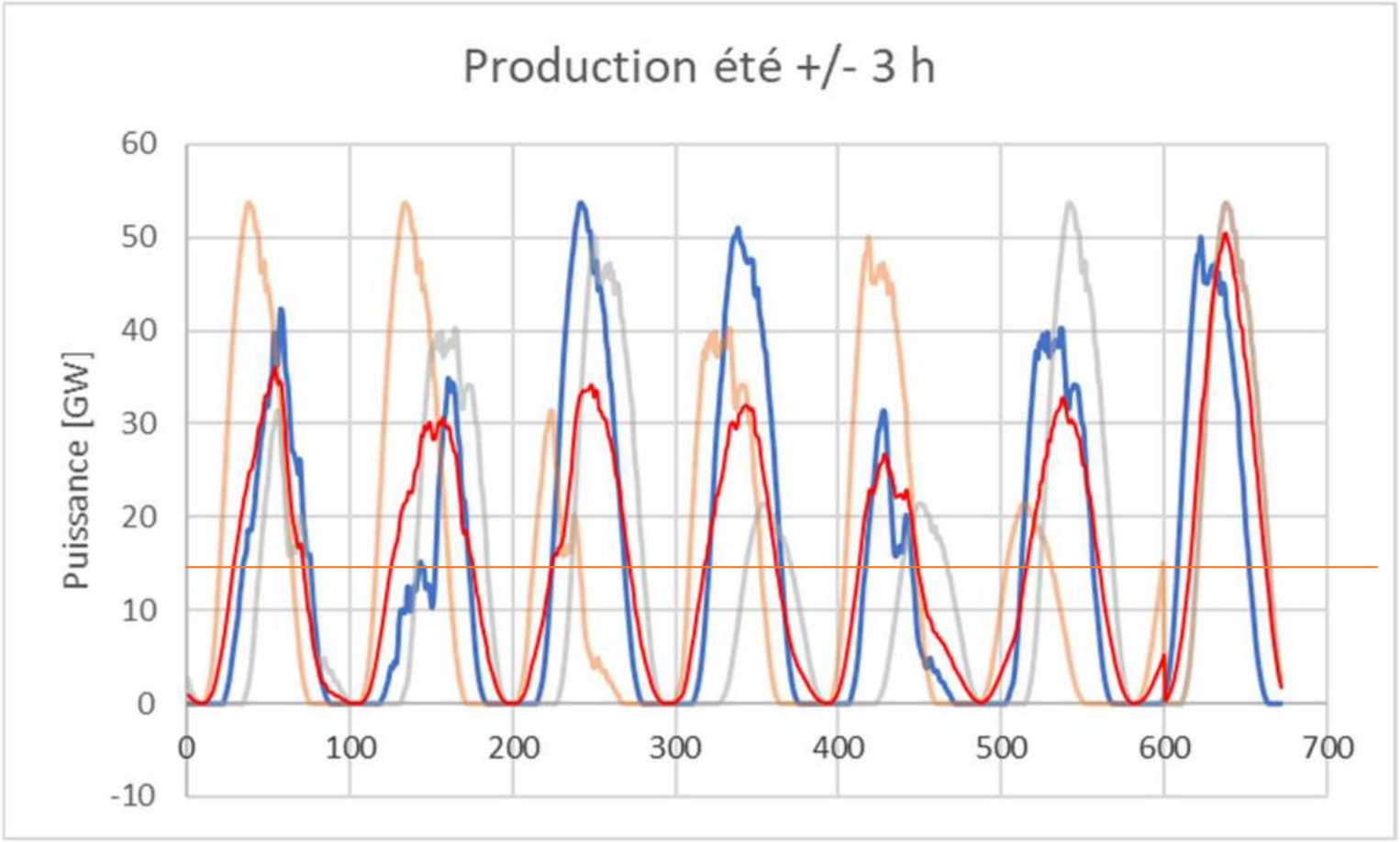
2. Chacun présente ses idées à sa table

3. Débat au sein de la table et sélection de 3 idées importantes (+2 secondaires)

4. A tour de rôle, chaque groupe présente une nouvelle idée à l'assemblée

CANOPEA

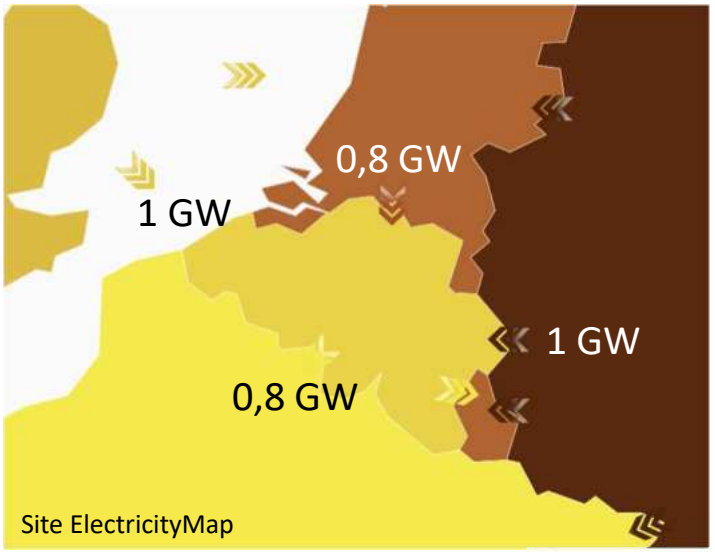
L'INTERCONNEXION RÉDUIT LES PICS



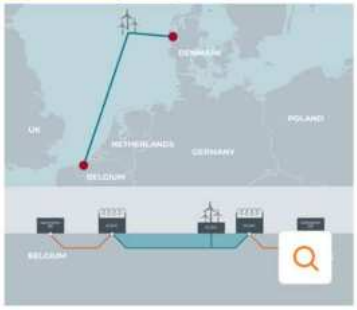
CANOPEA

INTERCONNEXIONS EUROPÉENNES : LIGNES HAUTES TENSION

Déjà existantes et utilisées à tout instant : 3,6 GW

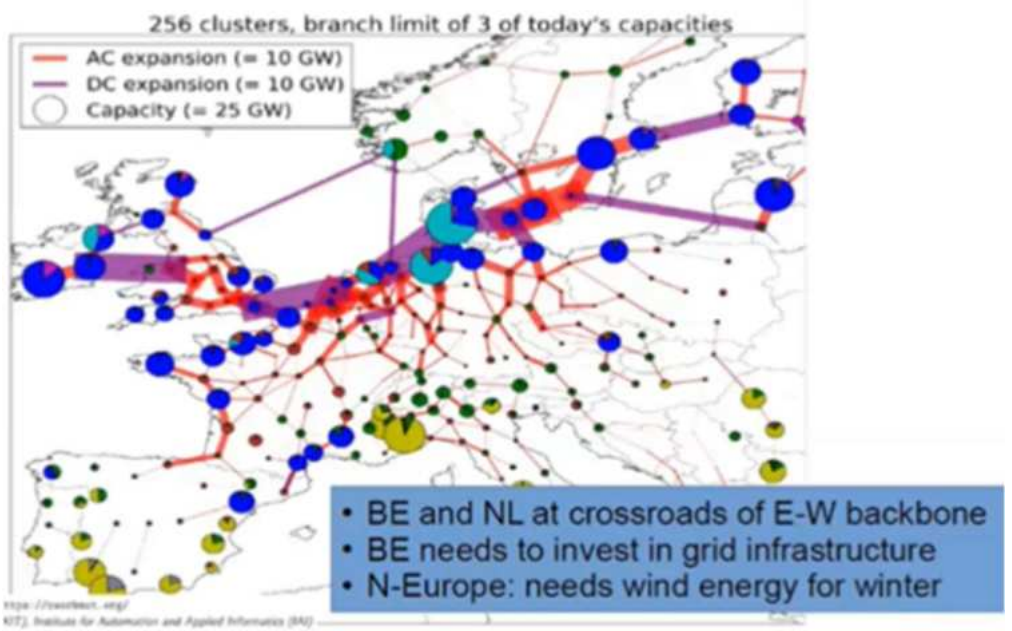


Prévu avec Danemark 1,4 GW



+ Site RTE France

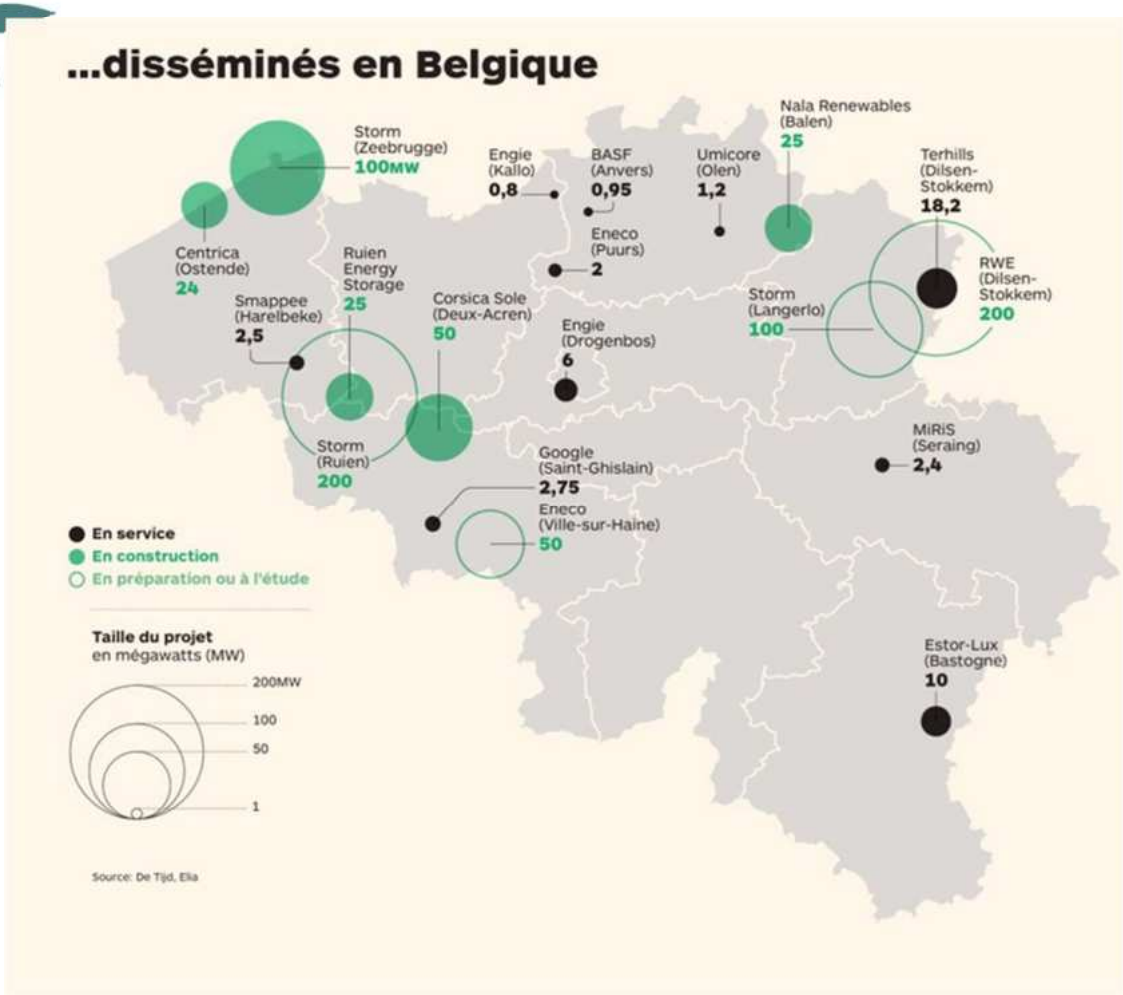
Développement prévu : « colonne vertébrale Est-Ouest »

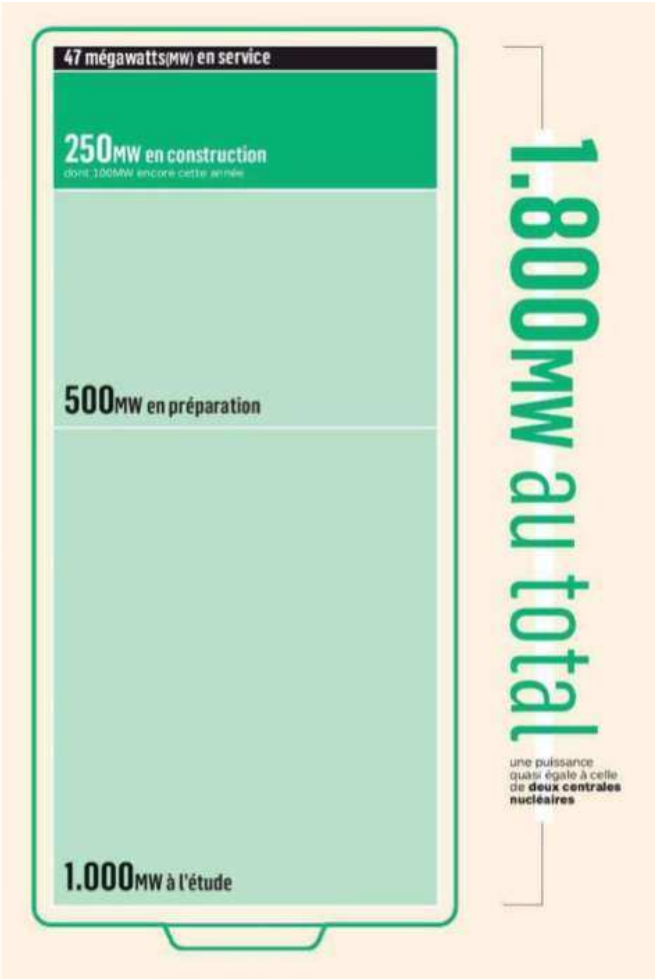


CANOPEA

STOCKAGE INDUSTRIEL PAR BATTERIE… EN DÉVELOPPEMENT

1,8 GW déjà en vue





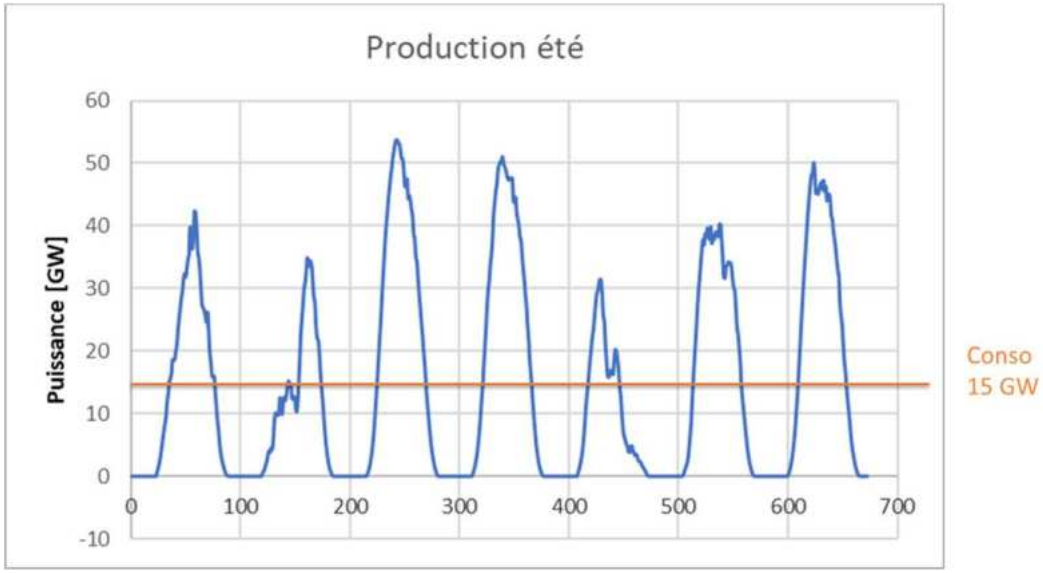
BATTERIE DE VOITURE

1 million de voitures électriques
avec petite batterie de 40 kWh
(6 millions de voiture aujourd'hui).

Charge ou décharge en 4h.

Puissance
= 10 GW





CANOPEA

PRODUCTION E-FUELS

Une capacité de 5 à 10 GW d'électrolyseur à hydrogène est probable (rentabilité ?)

La première usine belge d'hydrogène vert attend son permis d'ici mi-2022

INNOVATION & RECHERCHE | PUBLIÉ LE 10 MARS 2022

Le bureau d'ingénieurs Sweco membre du cluster ecobuild.brussels accompagne le trajet d'obtention du permis de l'unité de production d'hydrogène vert de 25 mégawatts à Zeebrugge. C'est une première pour la Belgique, qui renforce nos ambitions en matière d'hydrogène. Le client est le consortium Hyoffwind (Virya Energy et Fluxys), qui a choisi John Cockerill et BESIX comme partenaires technologiques et comme partenaires pour la conception et la réalisation.

https://ecobuild.brussels/la-premiere-usine-belge-dhydrogene-vert-attend-son-permis-dici-mi-2022/

John Cockerill développera une "gigafactory" d'électrolyseurs en Belgique

Christophe HAVEAUX, le 13 mai 2022



L'industriel wallon, leader mondial des électrolyseurs de grande capacité, développe une filière hydrogène 100% européenne pour décarboner l'industrie et la mobilité.

https://www.renouvelle.be/fr/john-cockerill-developpera-une-gigafactory-delectrolyseurs-en-belgique/

CANOPEA

Conclusions été



- Pic de l'été à 55 GW
- Consommation de 15 GW

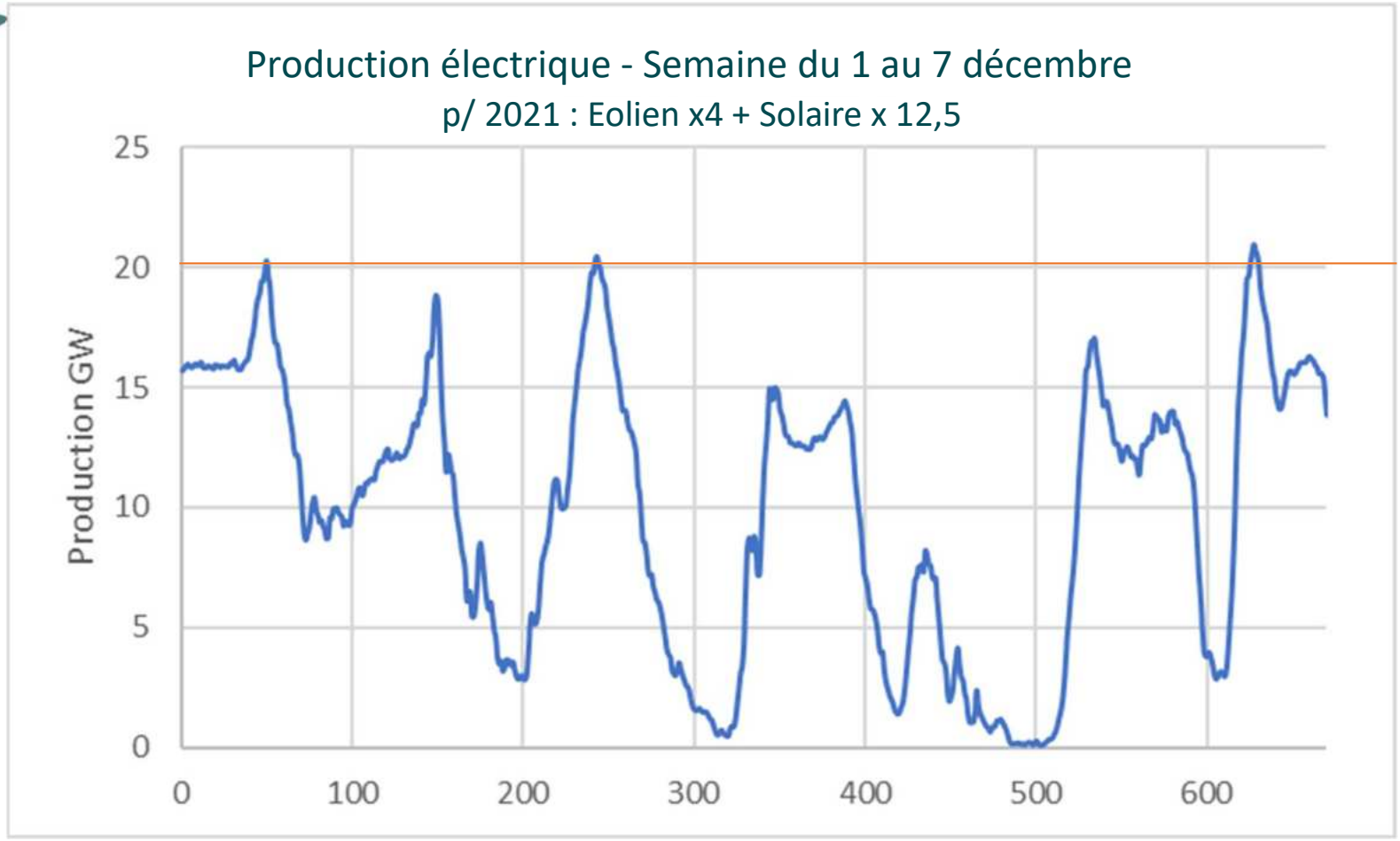
→ **Excédent de 40 GW**

- Interconnexion BE-EU : 5 à 10 GW
- Batterie industrielle : 2 à 5 GW
- 1-2 millions Voitures électriques : 10 à 20 GW
- Electrolyseur : 5 à 10 GW

→ **Total = 22 à 45 GW**

CANOPEA

Hiver 2050



Conso
20 GW

Simulation en 2050, à partir de données de 2022 de Elia https://www.elia.be/en/grid-data/power-generation

CANOPEA

QUELLES SOLUTIONS EN HIVER POUR GÉRER LA SOUS- PRODUCTION?

1. Chacun prend 2 minutes pour y penser individuellement et écrire sur ses idées sur une feuille

2. Chacun présente ses idées à sa table

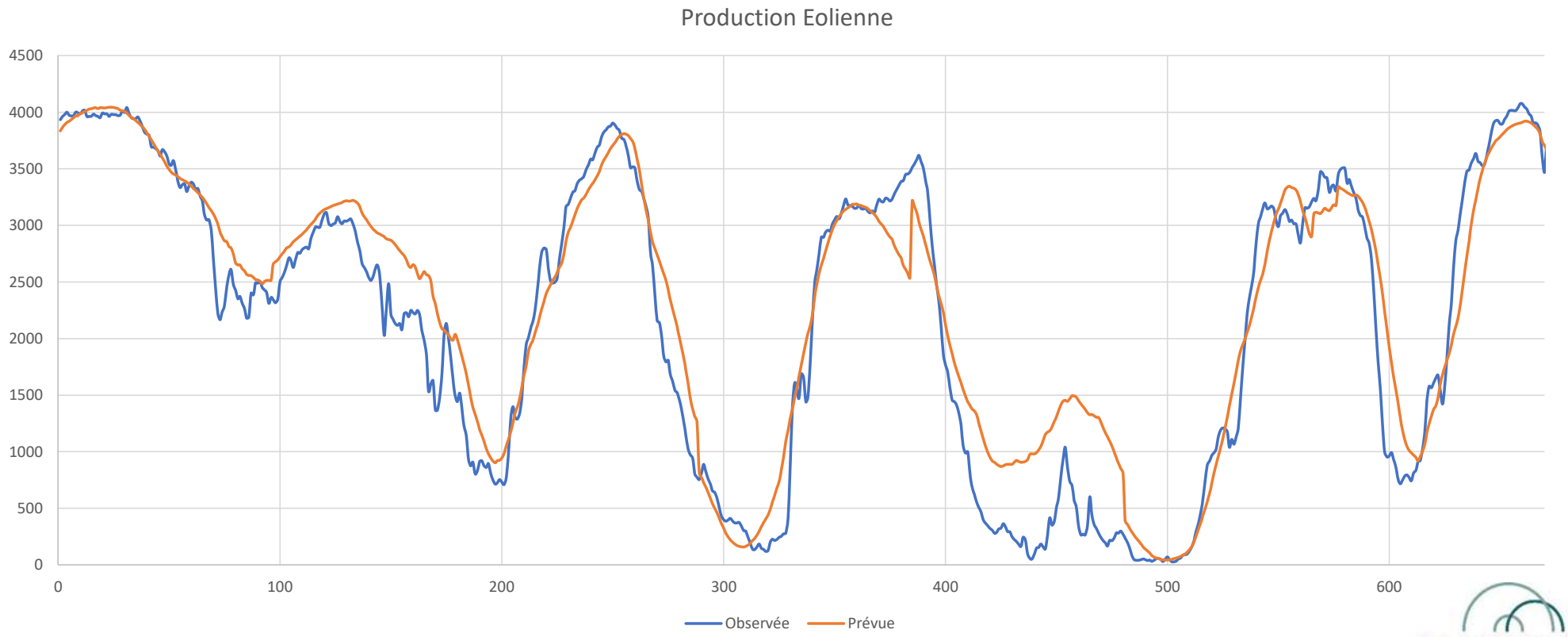
3. Débat au sein de la table et sélection de 3 idées importantes (+2 secondaires)

4. A tour de rôle, chaque groupe présente une nouvelle idée à l'assemblée

CANOPEA

EN HIVER LA PRÉDICTION SERA ESSENTIELLE

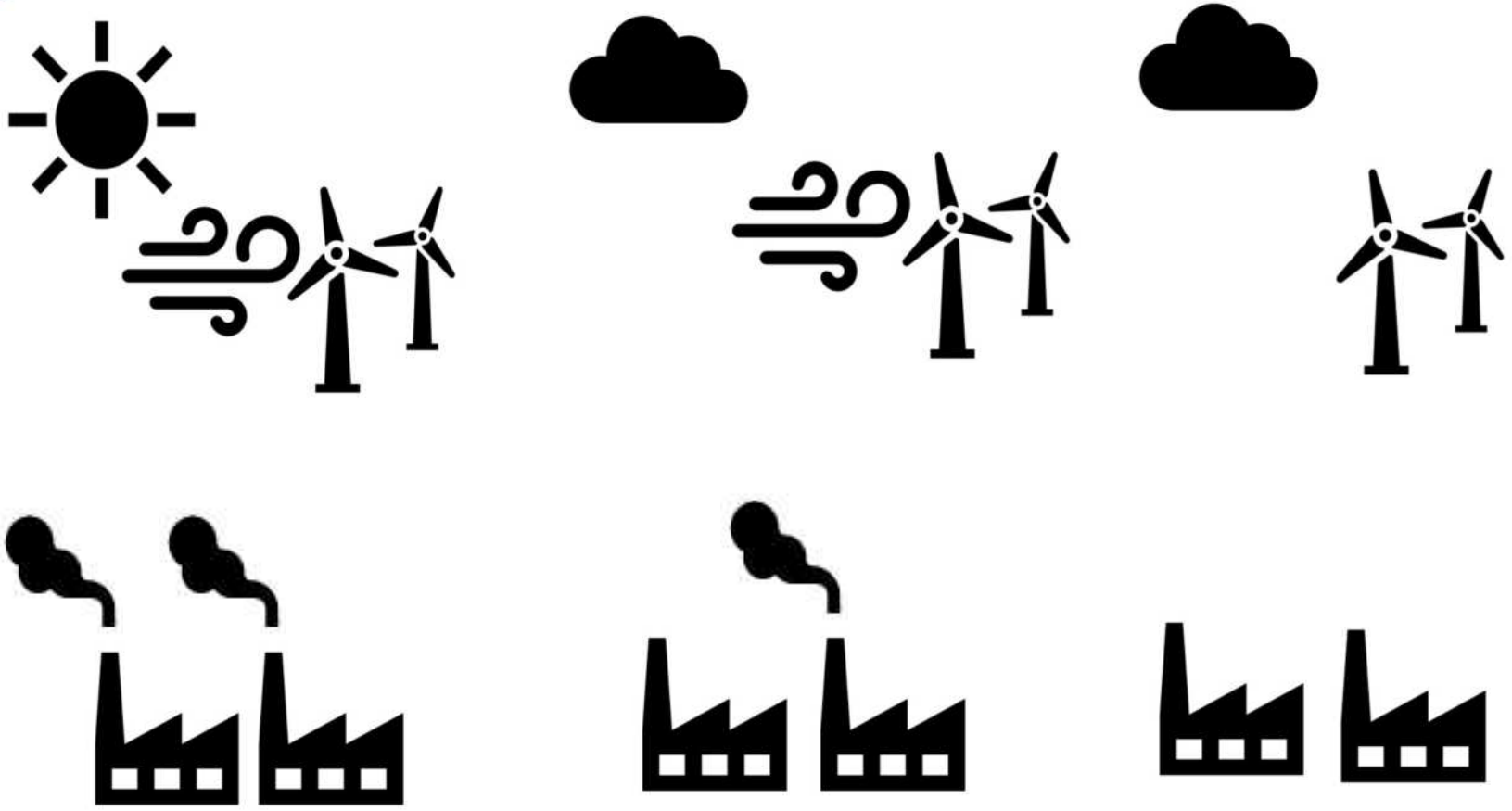
Eolien (Elia) : prédiction et mesure à J-1 (semaine de décembre 2021)



https://www.elia.be/en/grid-data/power-generation/wind-power-generation

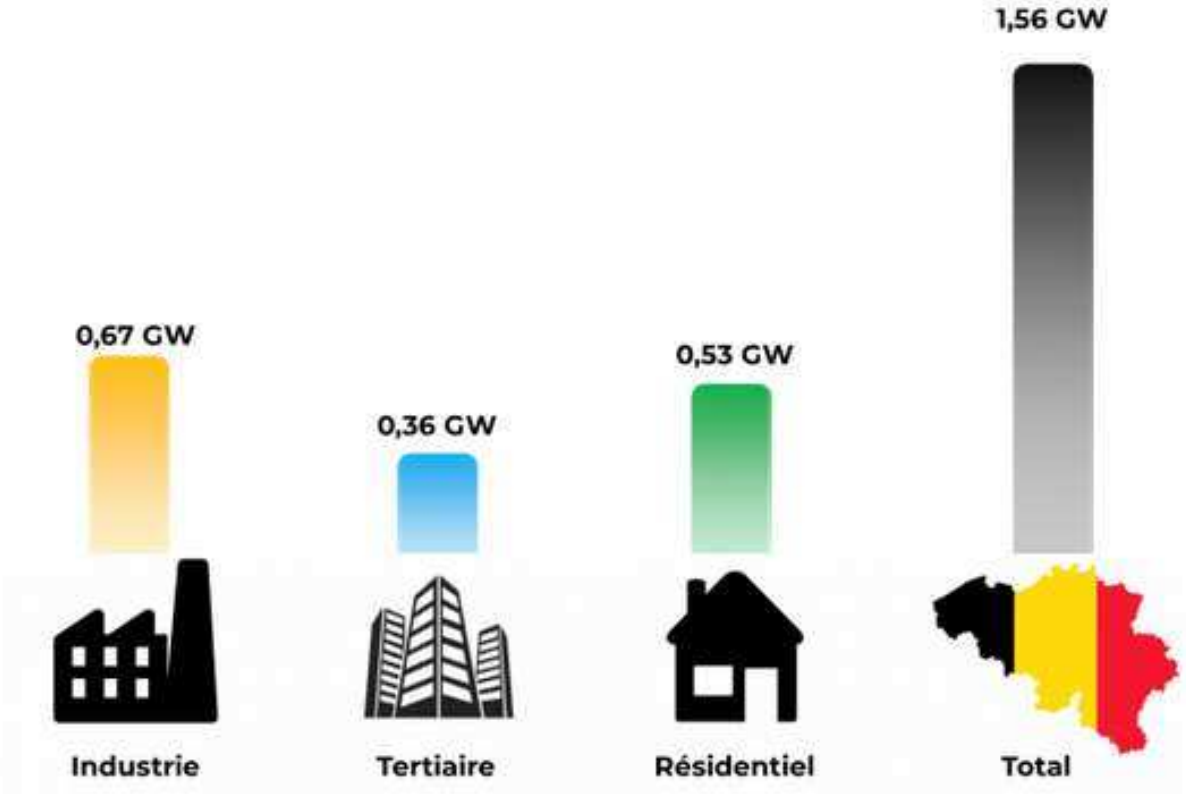
CANOPEA

Flexibilité industrielle



CANOPEA

Flexibilité aussi dans les bâtiments



Potentiel de charges flexibles en Belgique (SOURCE : SIA Partners, 2013)

Conclusions hiver

Importation par interconnexion

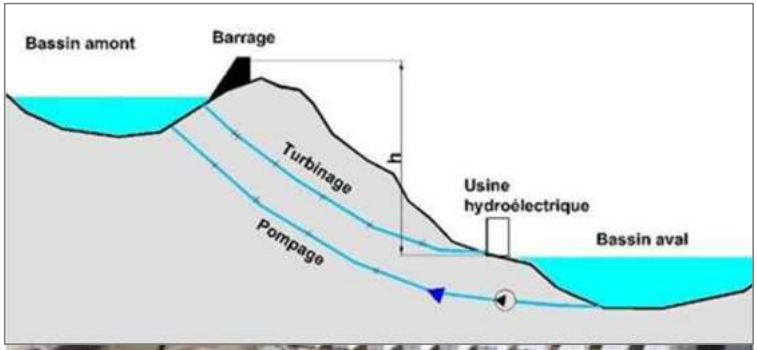


Centrale électrique à biogaz et à efuels (hydrogène, …)



Cogénération

Stockage





Flexibilité de la demande (réduction conso)





Changer la source de chauffage

Poelle à pellet, poelle à bois, biogaz, cogen…

CONCLUSIONS



Ce qu'il faut retenir de cette présentation

100 % renouvelable c'est possible... Si et seulement si:

- Réduction de la conso : **Efficacité ET Sobriété**
- Approvisionnement extérieur **fiable et durable**
- **Adaptation conséquente du système électrique**

CANOPEA

Merci pour votre attention!

Canopea asbl (anc. IEW)
Boulevard E. Mélot 5 bte 12 - 5000 Namur
info@iew.be – 081 390 750 - iew.be
RPM Liège - division Namur
N° d'entreprise: 0414.894.140

CANOPEA



Arnaud Collignon
Energie
a.collignon@canopea.be



Noé Lecocq
Climat & Mobilité
n.lecocq@canopea.be



Eva Joskin
Energie
e.joskin@canopea.be



Martin Neve
Energie
m.neve@canopea.be