

FORMATION BATIMENT DURABLE

POMPE À CHALEUR : CHOIX ET CONCEPTION

AUTOMNE 2024

Pompe à chaleur

Retour d'expérience d'un fournisseur

Sébastien SCHNOECK



Thema
creative energy solutions



- ▶ Mettre en avant la diversité de produits dans le monde de la pompe à chaleur
 - Pompes à chaleur électriques ou gaz
 - Pompes à chaleur monobloc ou split
 - Réfrigérants synthétiques ou naturels
- ▶ Sensibiliser les participants à l'importance de l'hybridation
 - Quid d'une solution 100% électrique ?
 - Quelle part de puissance réservée à la PAC en hybridation ?
- ▶ Eveiller l'esprit critique des participants quant à différents type de solution
 - Impact de la cogénération
 - Impact des variations des prix du gaz et de l'électricité



ETAT DU MARCHÉ

- ▶ **Types de pompes à chaleur**
- ▶ **Pompes à chaleur électriques**
- ▶ **Pompes à chaleur au gaz**
- ▶ **Pompes à chaleur industrielles**
- ▶ **Autres éléments de chauffage**

MARCHÉ DES ÉNERGIES

ÉTUDE COMPARATIVE

- ▶ Description de l'outil
- ▶ Cas d'étude 1
- ▶ Cas d'étude 2
- ▶ Cas d'étude 3

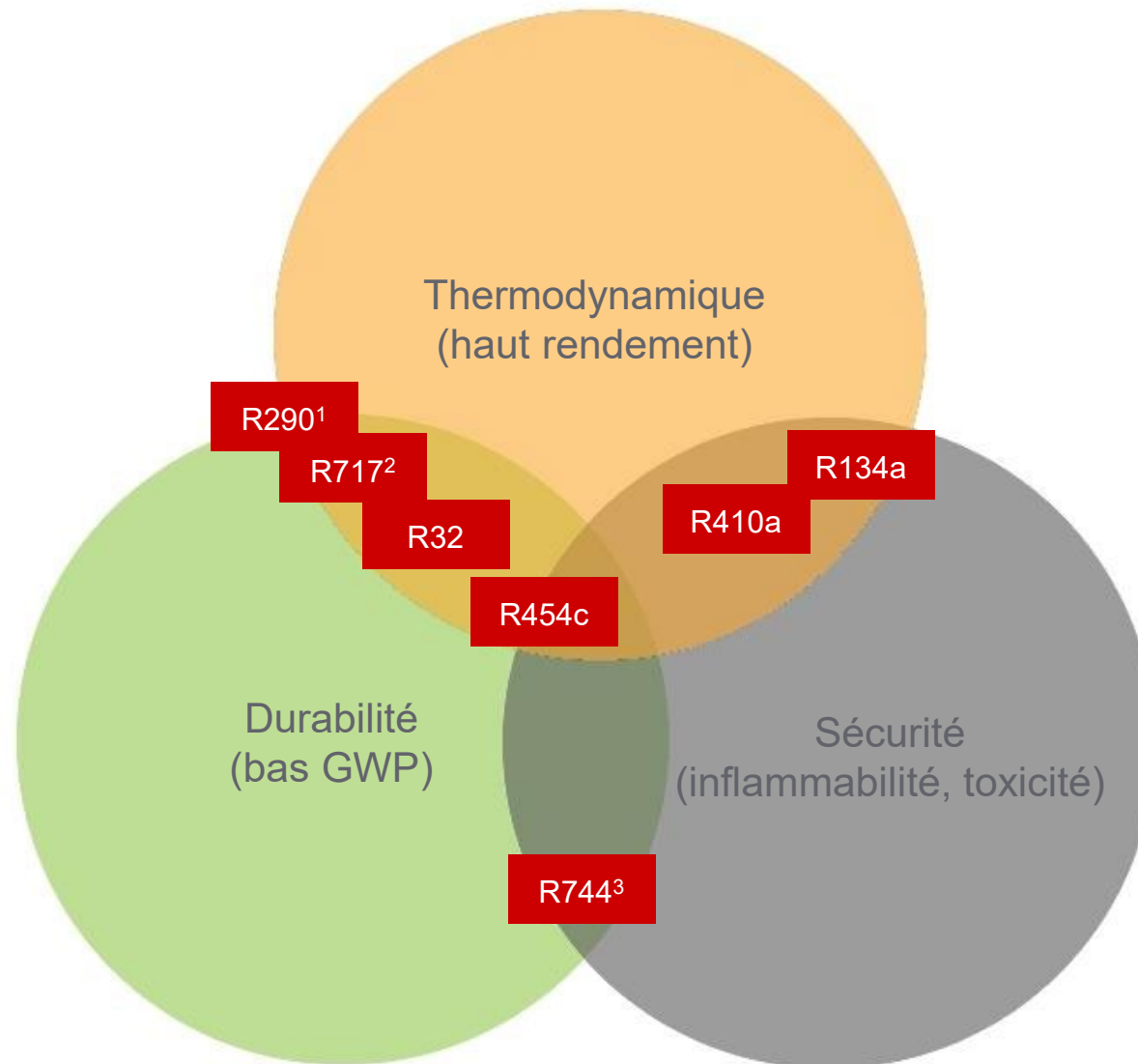


TYPES DE POMPES À CHALEUR (PAR SOURCES)

Source froide	Types de PAC	Captage			Terminologie
		Air extérieur		Air intérieur	
AIR	air / air	PAC à détente directe			A7/A20 L7/L20
	air / eau	PAC mixte		-	A7/W35 L7/W35
		Capt. horiz.	Capt. vert.	Nappe phréa.	
SOL	sol / sol	PAC à détente directe	-	-	G4/G30 E4/E30
	sol / eau	PAC mixte	-	-	G4/W35 E4/W35
	eau glyc. / eau	PAC à fluides intermédiaires		-	S0/W35 B0/W35
EAU	eau / eau	-	-	PAC à fluides intermédiaires	W10/W35



TYPES DE POMPES À CHALEUR (PAR FLUIDES FRIGO)



¹ R290 = propane

² R717 = NH₃

³ R744 = CO₂



6 POMPES À CHALEUR ÉLECTRIQUES

Pompe à chaleur « **split** »AVANTAGES

- Ultra silencieuse
- Ne requiert pas de protection anti-gel
- Travaille à plus haute température
- Légères

INCONVÉNIENTS

- Réalisation des liaisons frigorifiques
- Distance entre UI et UE limitée
- Prix plus élevé
- Puissances limitées

Pompe à chaleur « **monobloc** »AVANTAGES

- Liaison en eau
- Moins de contraintes de distances
- Toute gamme de prix
- Hautes puissances

INCONVÉNIENTS

- Bruyantes (protections acoustiques)
- Protection anti-gel nécessaire
- Travaille généralement à moyenne voire basse t°
- Poids en toiture



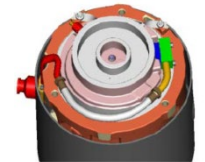
« split » ≠ « monobloc + module hydraulique »



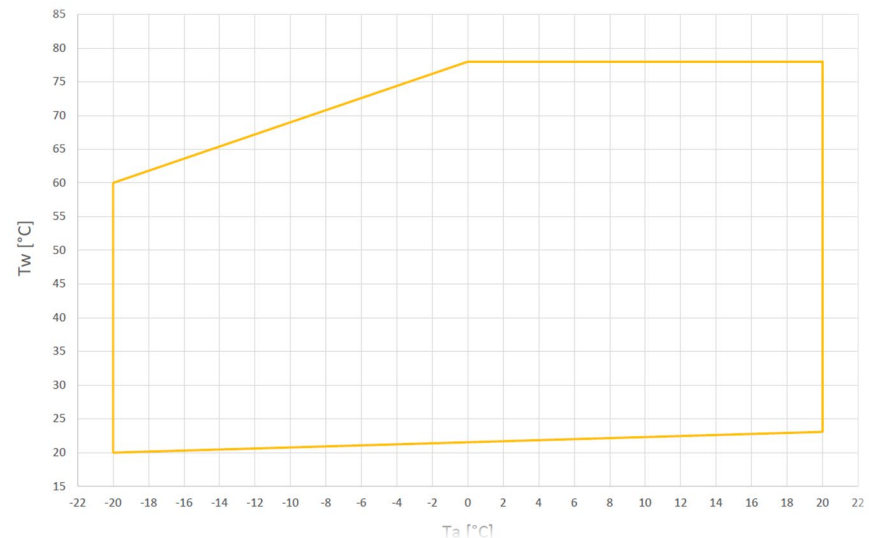
7 POMPES À CHALEUR ELECTRIQUES

Optimisations

- ▶ Technologie EVI
 - Augmentation du rapport de pression → travaille à HT par BT extérieure
 - Aplanissement de la courbe de puissance → éviter le surdimensionnement
- ▶ Inverter
 - Modulation de la pompe à chaleur
 - Diminue les contraintes sur le compresseur
 - Attention à la variation du COP
- ▶ Nouveaux fluides
 - PAC au R290



⇒ **68°C par -10°C !**



POMPES À CHALEUR GAZ

Avantages vis-à-vis des électriques

- ▶ Ne nécessite pas de raccordement lourd au réseau électrique
 - Ex. pour 70 kW de froid : $P_{\text{élec}} \text{ PAC gaz} : 1,66 \text{ kW}_e \mid P_{\text{élec}} \text{ PAC élec.} : 24,8 \text{ kW}_e$
 - Solution de production de froid quand réseau électrique saturé.
- ▶ Permet de réaliser des économies financières
 - Retour sur investissement quand production de chaud et de froid.



Gains financiers (coût gaz = 0,05 EUR/kWh | coût élec. = 0,22 EUR/kWh)

- ▶ PAC électriques

A fournir	Rendements	Conso.	Coût	Coût total
$E_{\text{chauf.}} = 70 \text{ kWh}$	SCOP = 3,5	20,0 kWh	4,4 EUR	8,6 EUR
$E_{\text{froid}} = 53 \text{ kWh}$	SEER = 2,8	18,9 kWh	4,2 EUR	

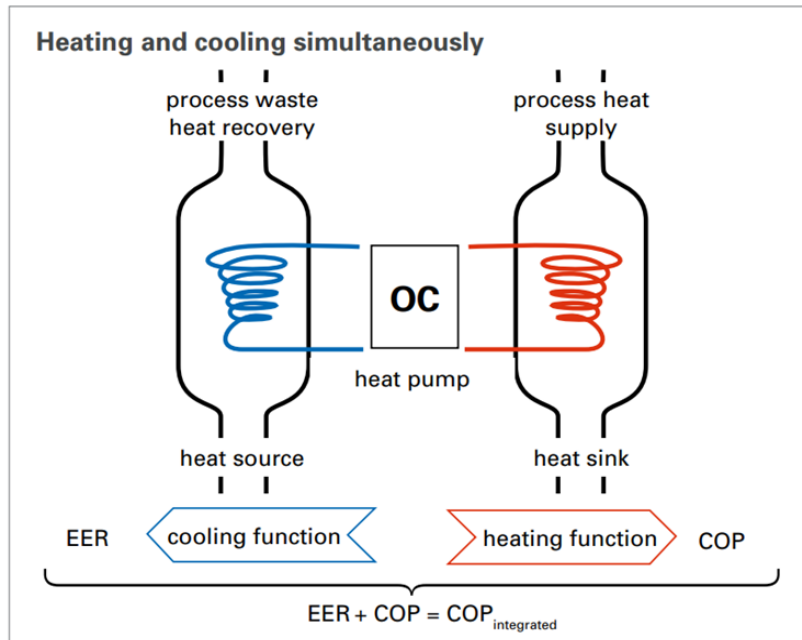
- ▶ PAC au gaz

A fournir	Rendements	Conso.	Coût	Coût total
$E_{\text{chauf.}} = 70 \text{ kWh}$	$\eta_{\text{ch}} = 1,5$	46,7 kWh	2,3 EUR	4,3 EUR
$E_{\text{froid}} = 53 \text{ kWh}$	$\eta_{\text{fr}} = 1,32$	40,2 kWh	2,0 EUR	

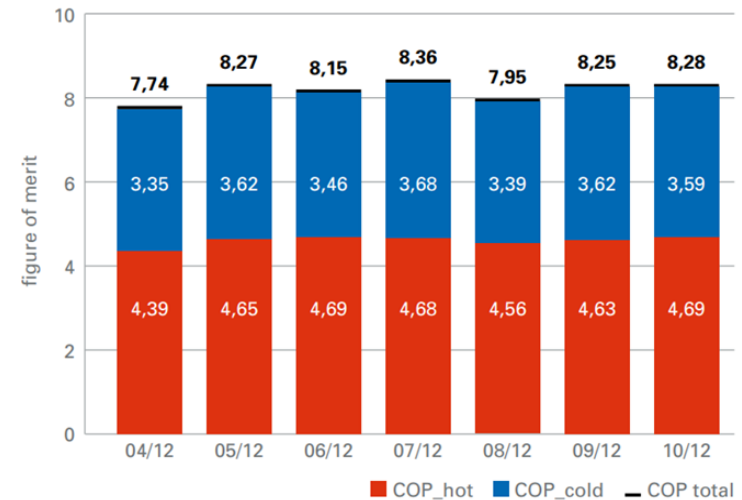


9 POMPES À CHALEUR INDUSTRIELLES

► Notion de « COP combinés »



Results of measurement Vattenfall office building, Hamburg



Approx. 50 % of the demand of cooling/heating will be covered by heat displacement

Source : Ochsner Energietechnik

- Pompes à chaleur vapeur
- Récupération de chaleur fatale
- etc...

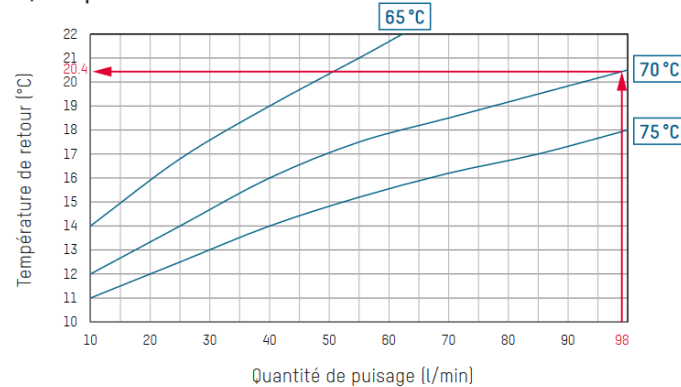


AUTRES ÉLÉMENTS DE CHAUFFAGE

- ▶ Cogénérations
 - Permet de produire localement son électricité pour alimenter la PAC
- ▶ Chaudières électriques
 - Pour les projets 100% gaz-free
- ▶ Production ECS optimisée
 - Ne pas négliger l'investissement dans une production ECS adaptée



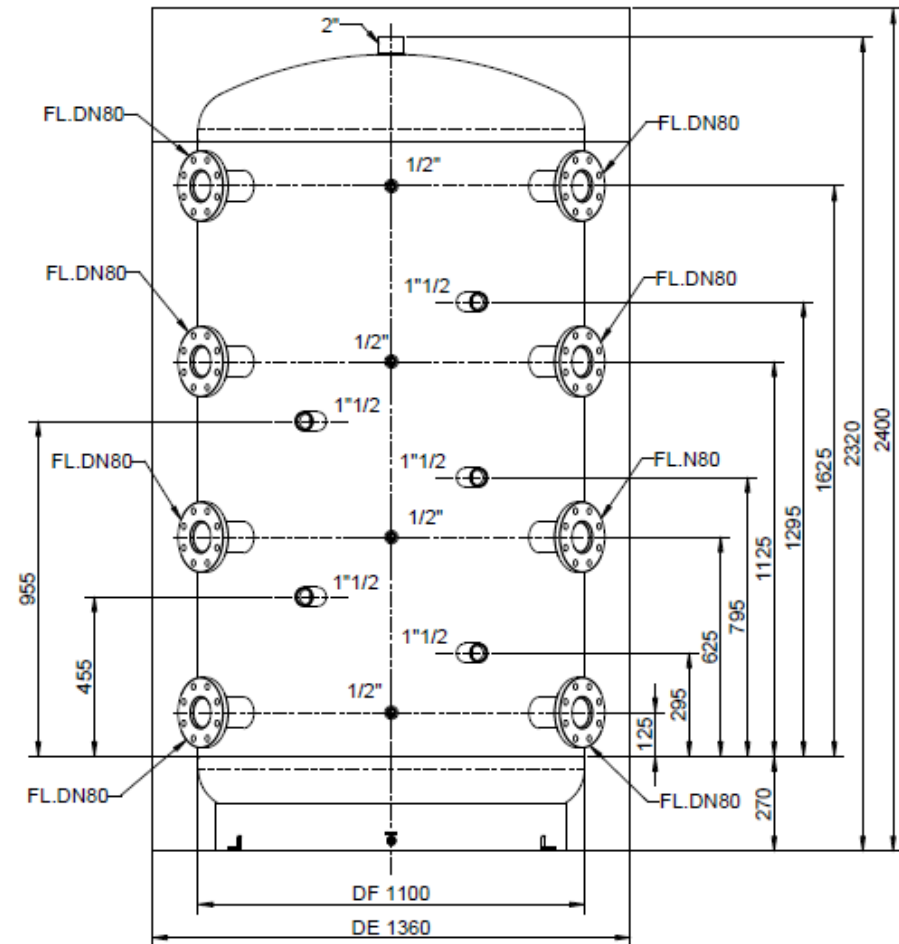
C) Températures de retour





Utiliser des ballons bien adaptés aux pompes à chaleur !

- ▶ Exemple :
 - Grand volume ;
 - 8 brides DN 80 ;
 - Sondes haute et basse ;
 - Raccords pour rés. élec.



ETAT DU MARCHÉ

- Types de pompes à chaleur
- Pompes à chaleur électriques
- Pompes à chaleur au gaz
- Pompes à chaleur industrielles
- Autres éléments de chauffage

MARCHÉ DES ÉNERGIES

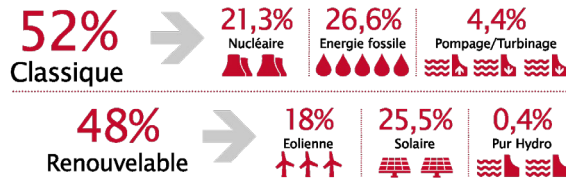
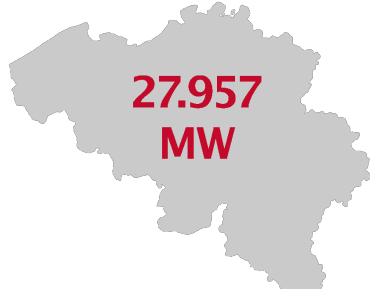
ÉTUDE COMPARATIVE

- Description de l'outil
- Cas d'étude 1
- Cas d'étude 2
- Cas d'étude 3

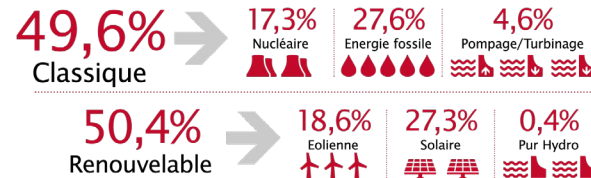
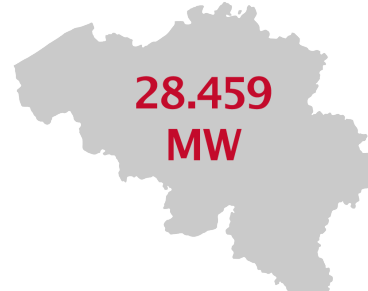


Capacité :

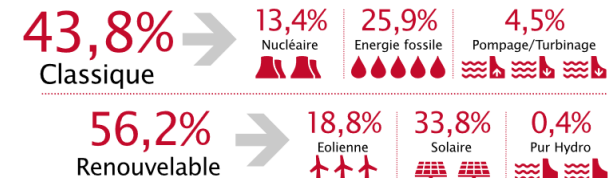
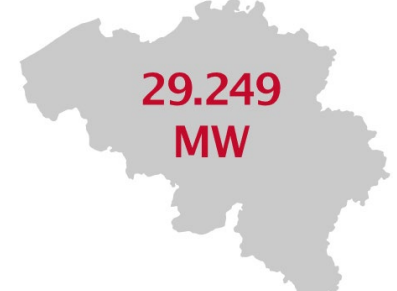
2021



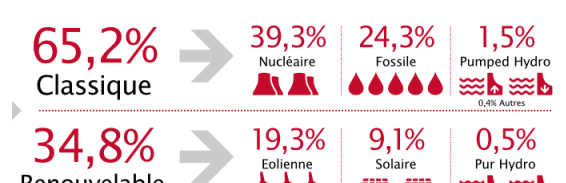
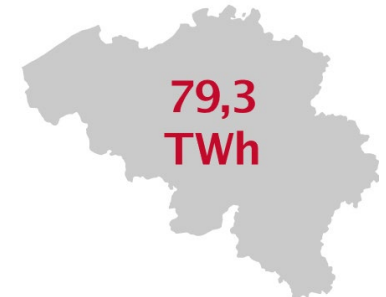
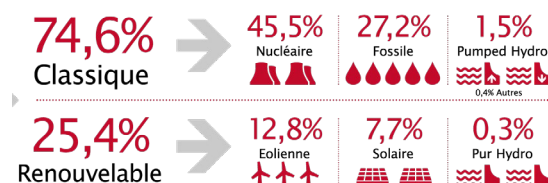
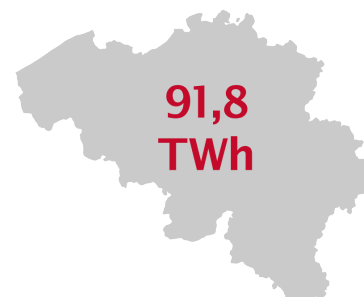
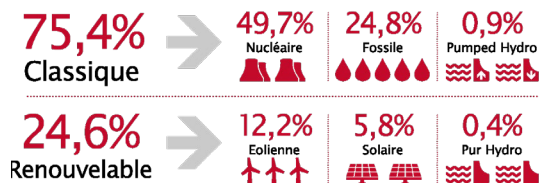
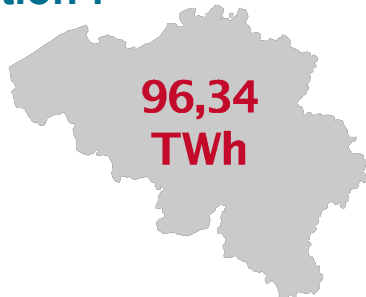
2022



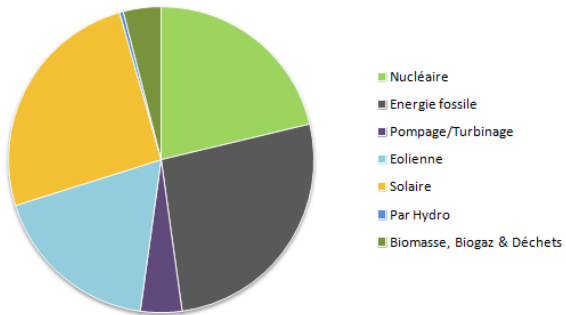
2023



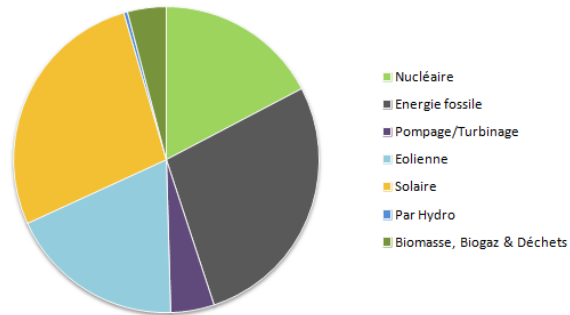
Production :



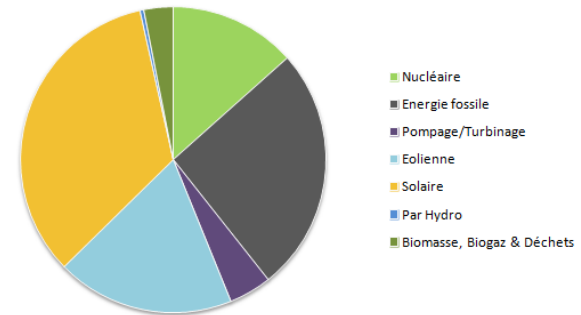
Capacité 2021



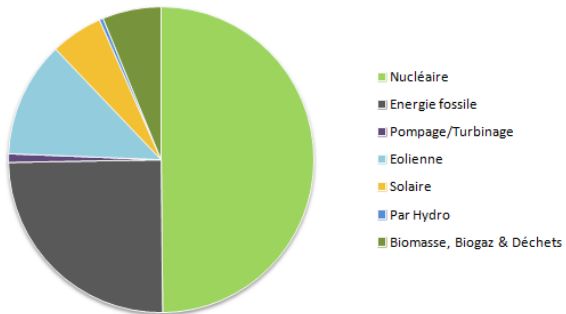
Capacité 2022



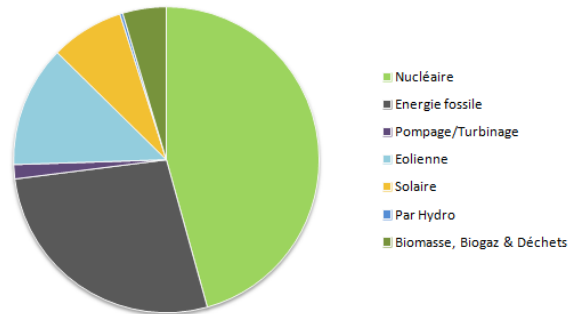
Capacité 2023



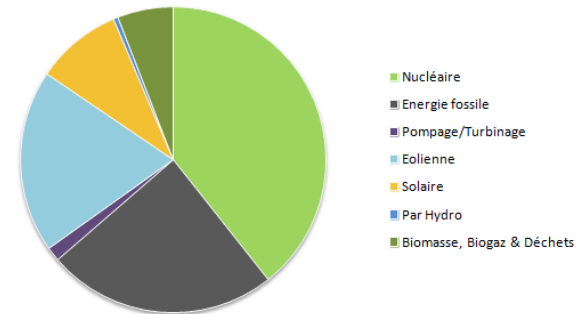
Production 2021



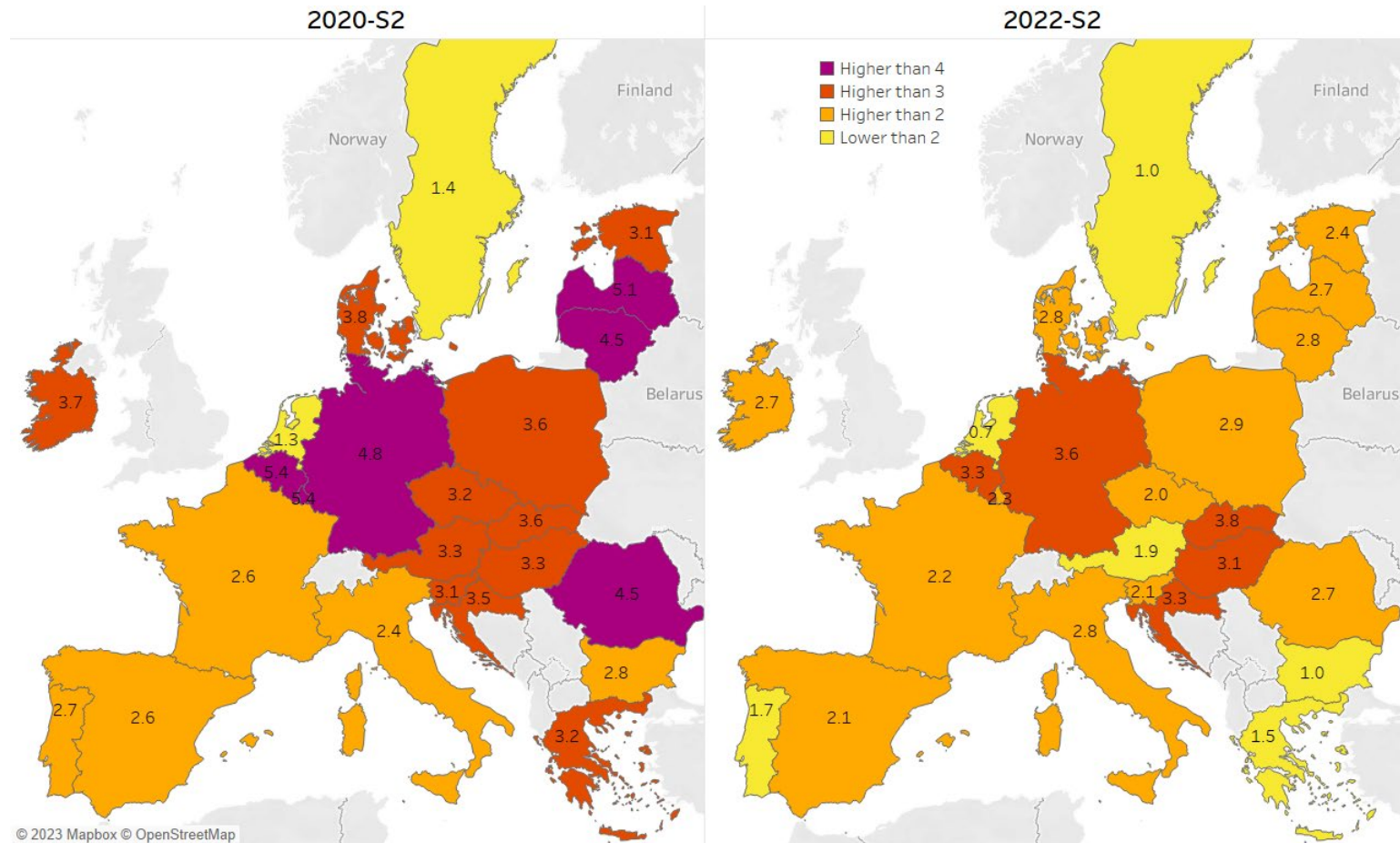
Production 2022



Production 2023



Prix de l'énergie – ratio prix électricité/prix gaz



- Ratio moyen actuel en Belgique (de juin 2023 à juin 2024) = 4,2

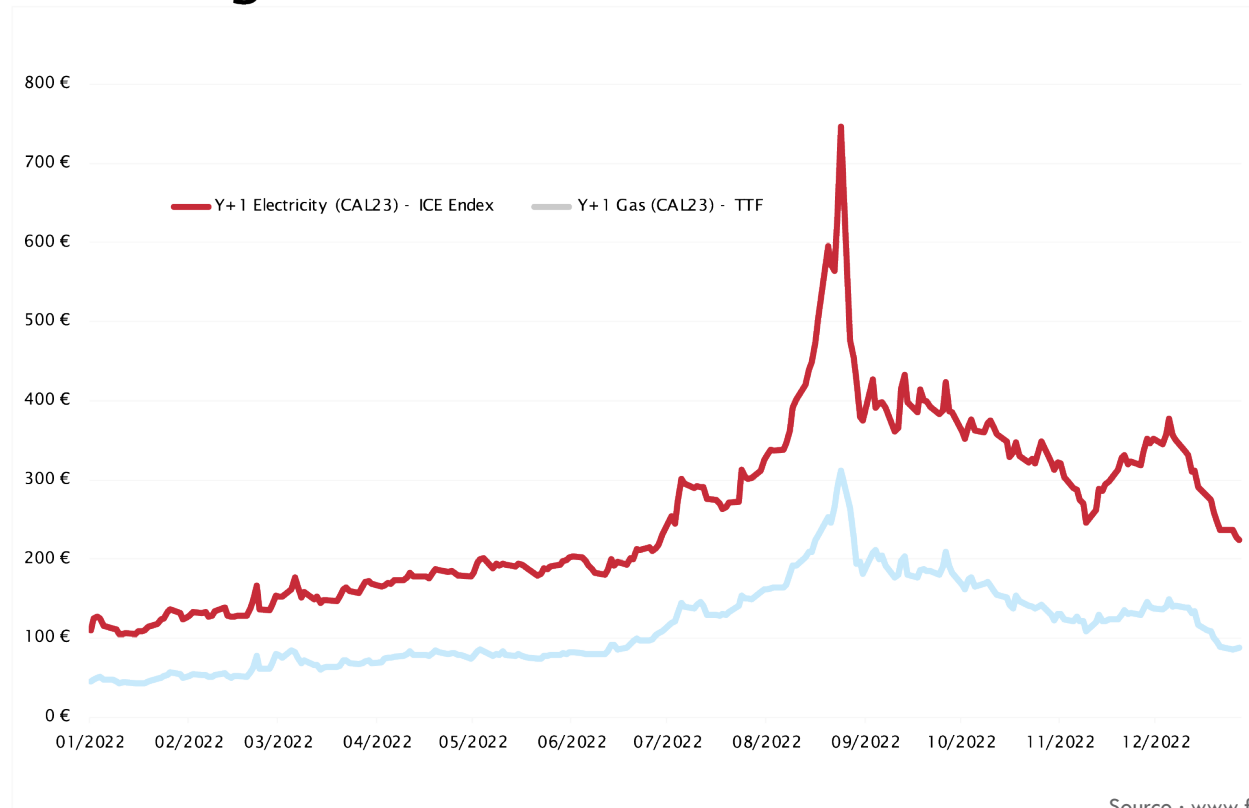
Source : Eurostat-VITO



Prix de l'énergie

Marchés de gros du gaz et de l'électricité

Marchés à long terme: corrélation quasi parfaite des vecteurs gaz & électricité



Source : www.febeg.be





- ▶ Il existe beaucoup de sortes de pompes à chaleur différentes...
 - Attention à choisir le produit adapté à votre projet ;
 - Attention aux notions de performances (COP / EER) ;
 - Attention aux notions de températures de départ max.
- ▶ Il n'existe pas une solution unique qu'il suffit de copier/coller !
 - Garder l'esprit critique ;
 - Procéder projet à projet.
- ▶ Puissance $\neq$ Energie
 - Exemple : 25% de la puissance installée $\rightarrow$ 81% de l'énergie fournie.
- ▶ L'hybridation permet de réaliser des économies de CO2 et financières !
- ▶ L'hybridation permet de se protéger face aux variations du coût des énergies.



Sébastien SCHNOECK

Directeur technique

✉ sebastien.schnoeck@thema-sa.be

Benjamin HARDY

Ingénieur projets

✉ benjamin.hardy@thema-sa.be

Thema
creative energy solutions

THEMA SA

[F] +32 (0)4 246 95 75

[N] +32 (0)3 329 30 05



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

