



Décarboner l'Europe : les perspectives du nucléaire

Maxence Cordiez

Aix-en-Provence, le 20 mars 2026

PRT-HXN-26-0222 rév. A

Niveau de sensibilité de l'information contenue :

Public

Interne

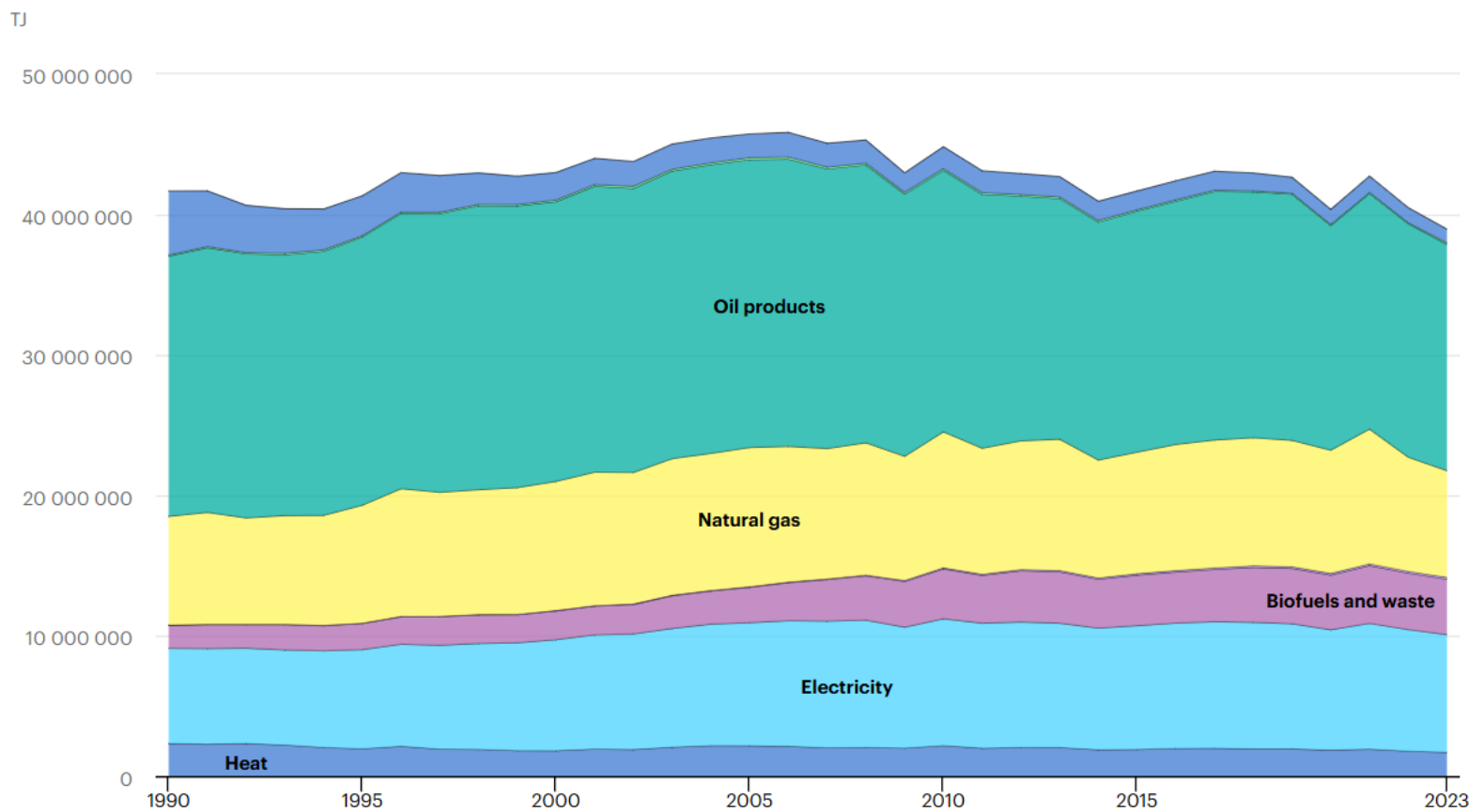
Restreint

Confidentiel

L'énergie en Europe aujourd'hui



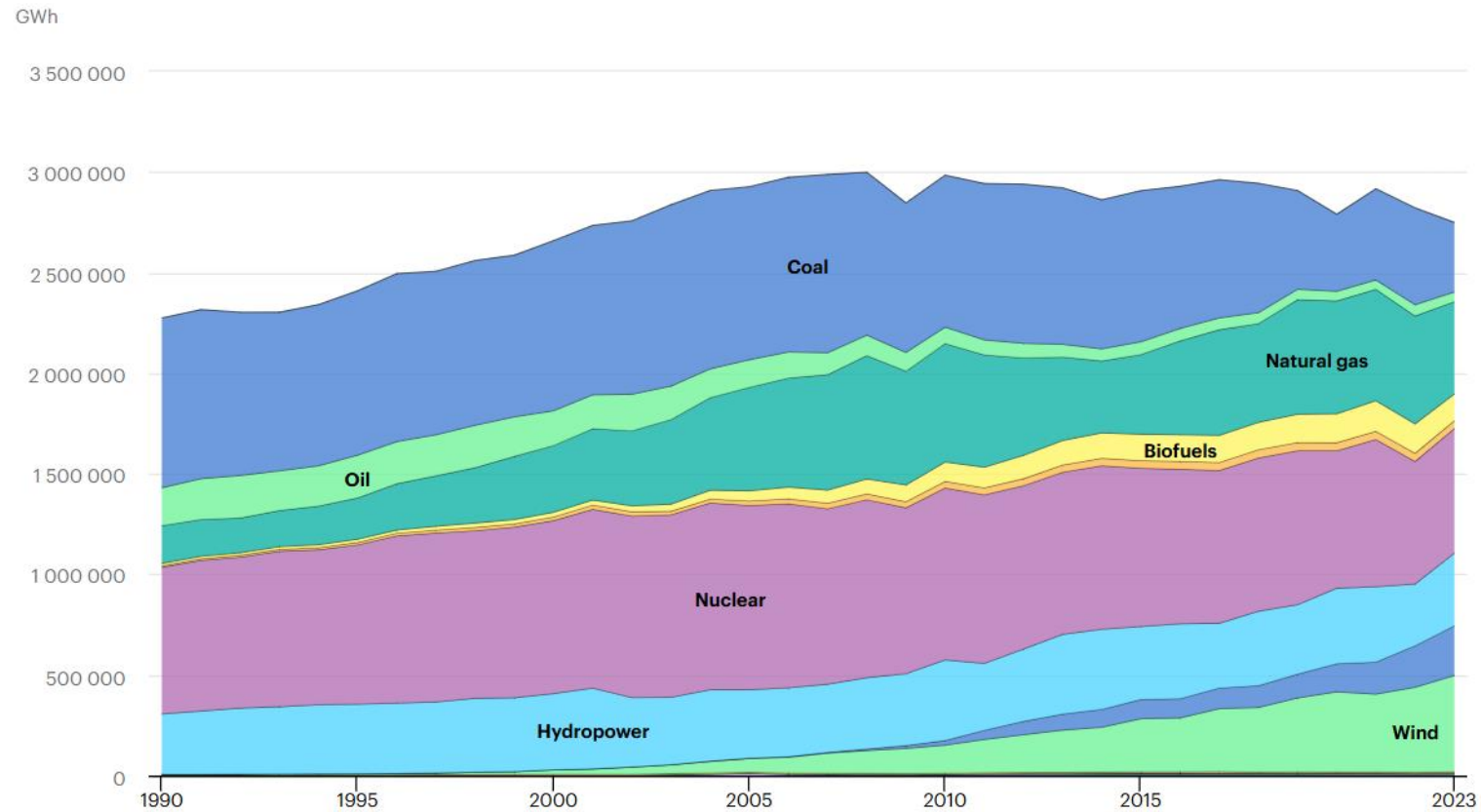
Un bouquet énergétique final dominé par les fossiles



IEA. Licence: CC BY 4.0

● Coal and coal products ● Primary oil ● Oil products ● Natural gas ● Solar, wind and other renewables ● Biofuels and waste ● Electricity ● Heat

Des progrès sur l'électricité mais beaucoup reste à faire

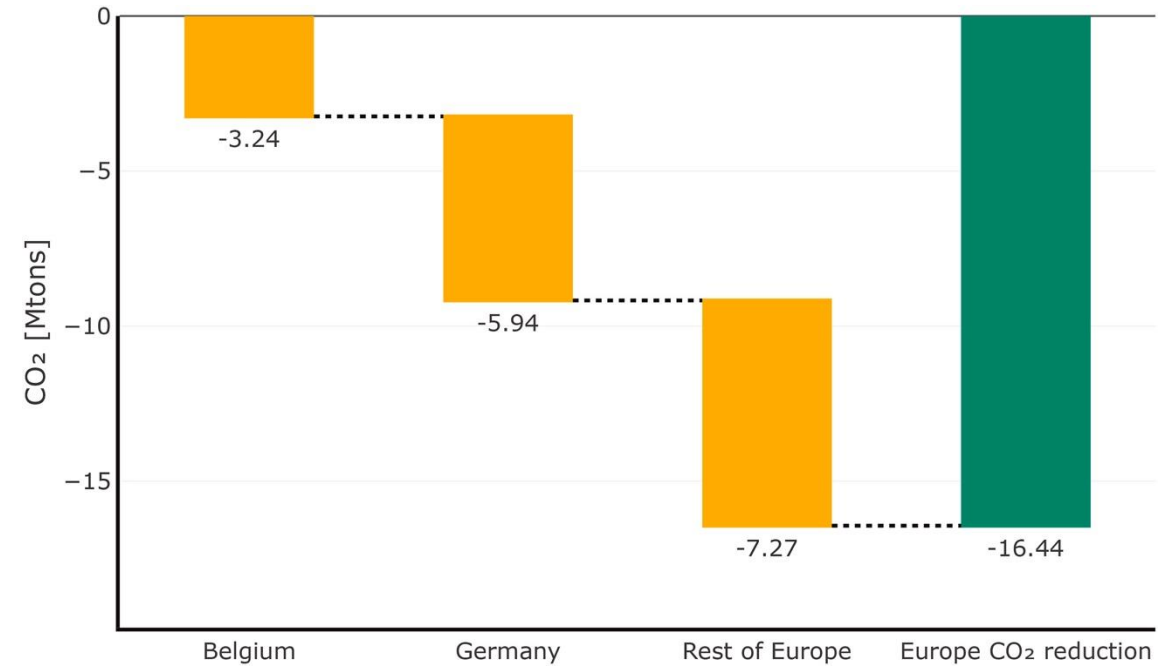


IEA. Licence: CC BY 4.0

- Coal
- Oil
- Natural gas
- Biofuels
- Waste
- Nuclear
- Hydropower
- Solar PV
- Wind
- Geothermal
- Tide
- Other sources
- Solar thermal

Politiques nucléaires nationales, conséquences européennes

- **Décennie 2010 antinucléaire**
 - Post-Fukushima
 - Gaz de schiste très bon marché
 - EnR de moins en moins chères
 - Enjeux de flexibilité non encore perçus
- **Des conséquences européennes**
 - Interconnexions
 - Faible coordination européenne
- **Moins de nucléaire, plus de fossiles**
 - Ce que l'énergie nucléaire ne produit pas à un instant donné est remplacé par la capacité marginale, souvent fossile (gaz ou charbon)
 - Impact direct sur les émissions de CO₂

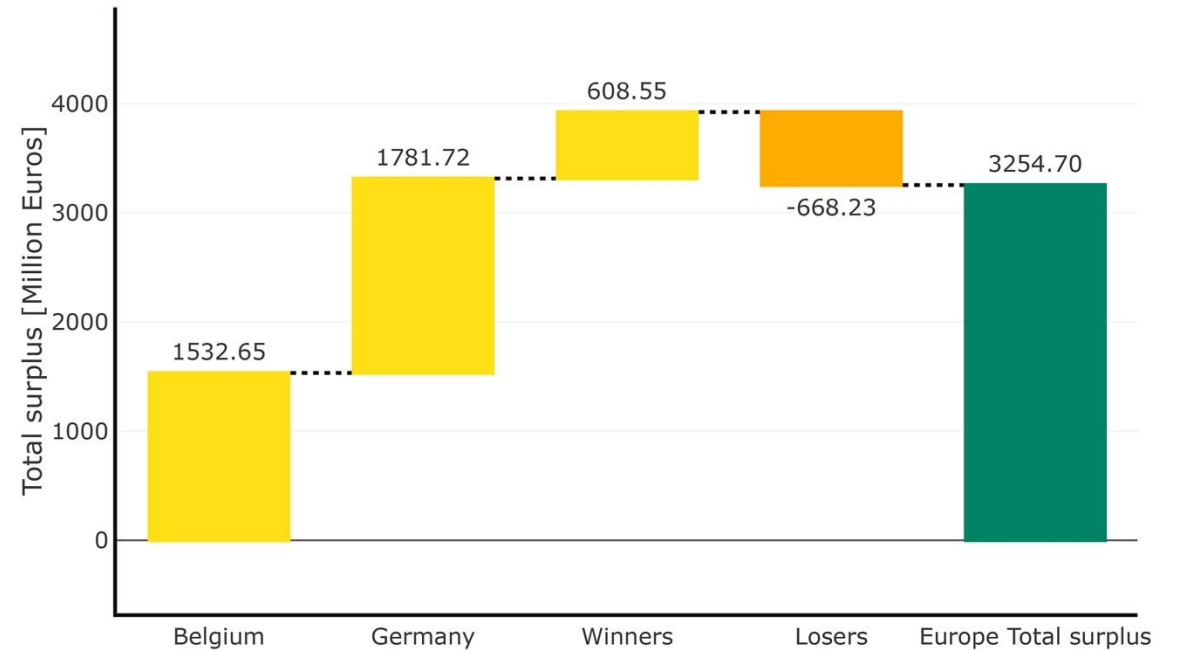


Répartition des émissions évitées entre un scénario de maintien de 4 GW de nucléaire en BE et 4 GW en DE par rapport à une sortie totale du nucléaire

Source : S. L. Vargas Aranda, E. Ramirez, B. Charmaison, M. Cordiez et E. Moulan, Cross-border impacts of nuclear phase-out policies on the European power system: Economic and environmental insights for strategic energy planning », *Energy Strategy Reviews*, Volume 64, 2026, 102179, Mars 2026

Les enjeux ne se limitent pas au CO₂

- **Sortir du nucléaire a un coût opérationnel**
 - Surconsommation de gaz et charbon
 - Augmentation des prix pour les consommateurs
 - Augmentation des importations
- **Ces coûts se propagent en Europe**
 - Essentiellement des pays perdants
 - Mais aussi certains gagnants (via des exportations accrues et à meilleur prix)



Répartition des émissions évitées entre un scénario de maintien de 4 GW de nucléaire en BE et 4 GW en DE par rapport à une sortie totale du nucléaire

Source : S. L. Vargas Aranda, E. Ramirez, B. Charmaison, M. Cordiez et E. Moulan, Cross-border impacts of nuclear phase-out policies on the European power system: Economic and environmental insights for strategic energy planning », *Energy Strategy Reviews*, Volume 64, 2026, 102179, Mars 2026

Des objectifs européens contrastés pendant la décennie passée

- **Forte ambition sur le climat**
 - **Objectifs de décarbonation**
 - -55% d'émissions en 2030
 - Neutralité carbone en 2050
 - **Mise en œuvre : paquet « Fit for 55 »**
 - Mise à jour du droit sectoriel
 - Adaptation du marché du carbone
- **Mais...**
 - **Confusion entre objectifs et moyens**
 - **Restriction du champ des solutions**
 - Directive sur les énergies renouvelables
 - **Politique globalement antinucléaire**
 - Exclusion de l'énergie nucléaire de la plupart des fonds, etc.
- **Changement depuis 2022**
 - **Crise gazière 2021-22**
 - **Crise gaz et pétrole 2026**



U. Von der Leyen au Sommet sur l'énergie nucléaire du 10 mars 2026

Quels enjeux et perspectives pour l'énergie nucléaire en Europe ?



Priorité numéro 1 : préserver l'existant

- **De nombreux réacteurs fermés pendant la décennie passée**
 - Raisons politiques : DE, BE, SE, FR.
 - Raisons techniques : GB.
- **Empêcher les nouvelles fermetures**
- **Redémarrer ce qui peut l'être**
 - BE : Tihange 1 (1000 MW), Doel 1 et 2 (500 MW)
 - Enjeu de pouvoir redémarrer au moins Tihange 1
- **Le meilleur réacteur, c'est celui qu'on n'a pas à construire !**



Centrale nucléaire de Tihange (Belgique)

Priorité numéro 2 : construire de nouveaux réacteurs

- **2 enjeux :**
 - Préparer le remplacement de l'existant
 - Accroître les capacités
- **De nombreux pays envisagent des constructions :**
 - FR, SE, FI, NL, BE, CZ, IT...
 - Mais enjeux de financement, administratifs et réglementaires
 - Peu de fournisseurs de technologies
 - Enjeux géopolitiques (exemple PL)

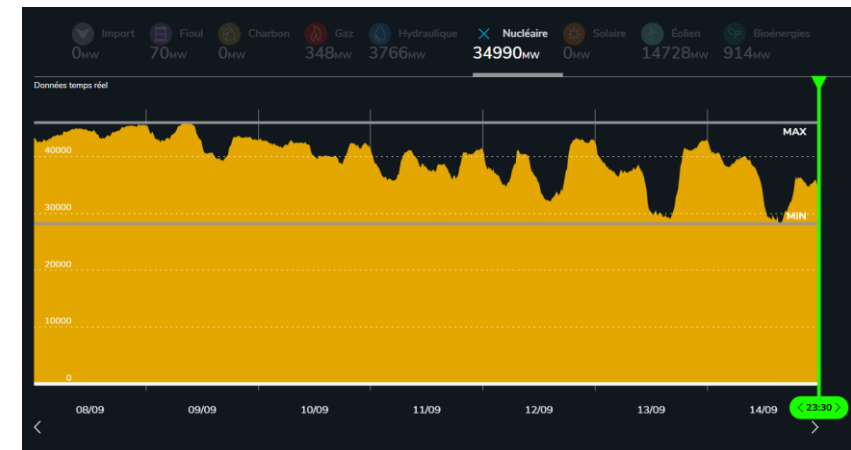
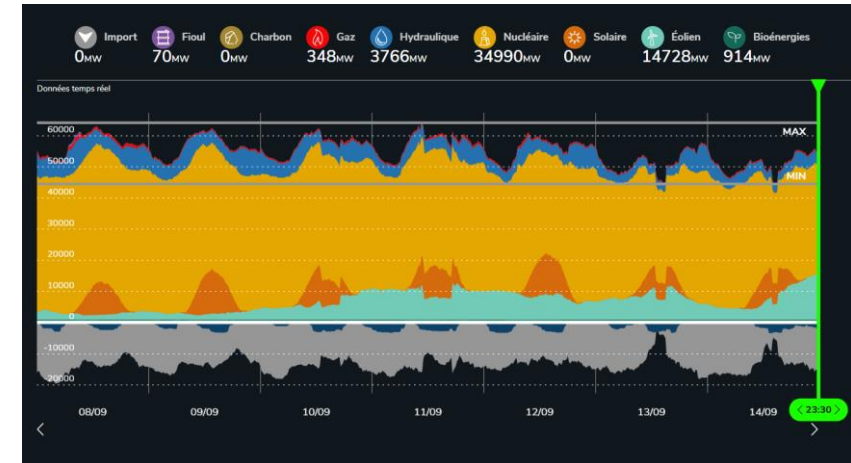


EPR de Flamanville

La flexibilité électrique, un enjeu qui croît rapidement

Enjeu d'accroissement de la modulation

- **Accroissement de la modulation**
 - Jusqu'en 2022 surtout nucléaire
 - Aujourd'hui nucléaire + PV + éolien
 - Quid dans 10 ou 20 ans ?
- **Intérêt économique à court terme**
- **A long terme : perte de valeur**
 - Nucléaire : coûts fixes élevés, coûts variables faibles
 - Augmente le coût de production au MWh.
 - Besoin d'autre leviers de flexibilité
- **Quel modèle économique pour le futur parc ?**
 - Aujourd'hui 63 GW de nucléaire
 - Est-il envisageable – sur le plan du modèle économique – de les remplacer à terme par 63 GW d'EPR ?

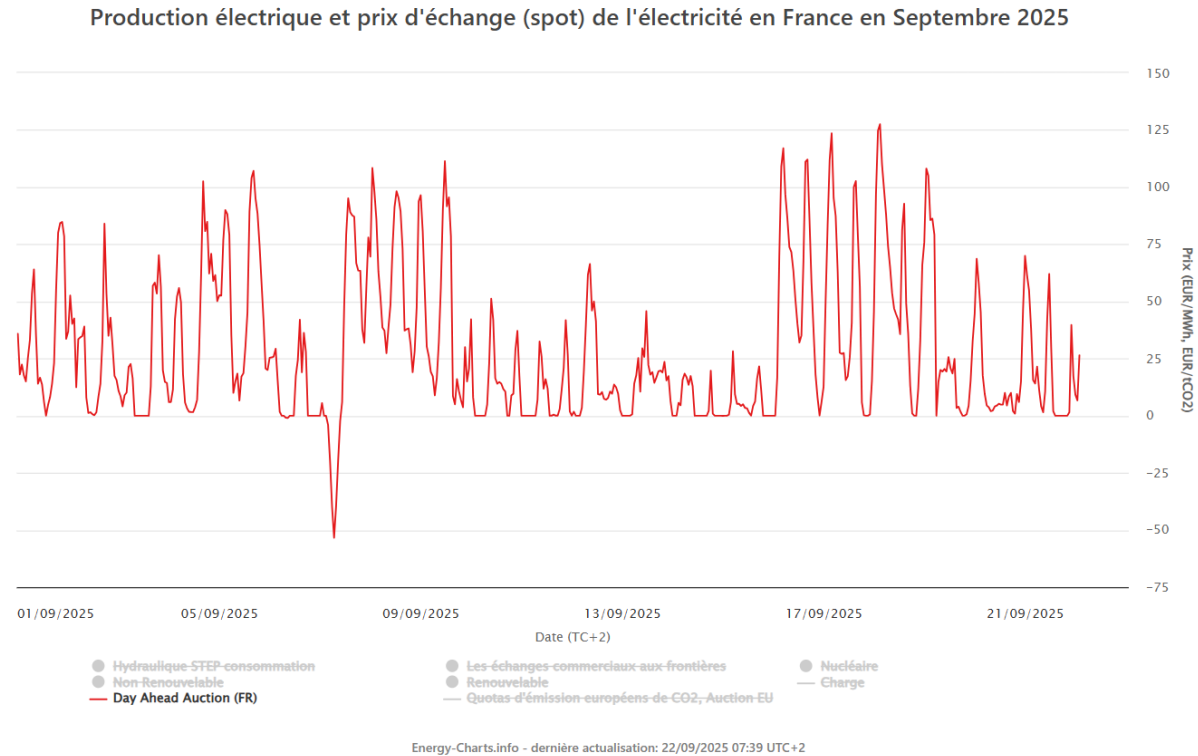


*Production électrique française
du 8 au 14 septembre 2025*

La flexibilité électrique, un enjeu qui croît rapidement

Enjeu économique (actuel)

- **Prix SPOT de plus en plus volatil**
 - Développement des EnR
- **Enjeu à concentrer la production pendant les périodes de prix spot élevé**
 - Même en l'absence de besoin de moduler
 - Intérêt à sortir l'électricité en soirée plutôt que l'après-midi
- **Enjeu croissant**
 - Une solution à cet enjeu gagnera en valeur avec le temps
 - Moins de concurrence sur ce segment que sur les réacteurs destinés à produire en base



*Prix SPOT de l'électricité
en septembre 2025*

Intérêt au couplage réacteur – stockage thermique

• Penser le futur

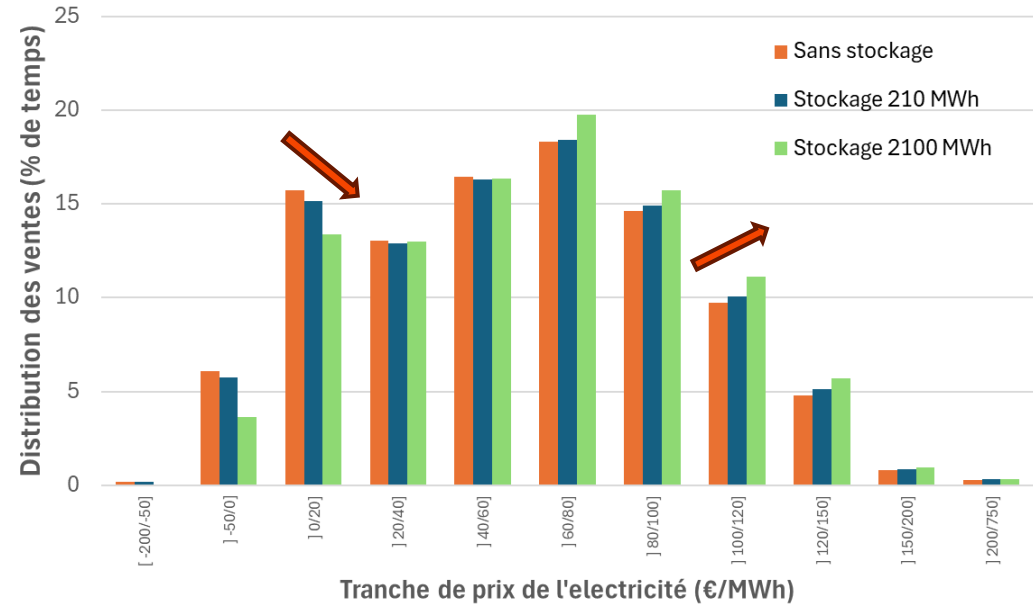
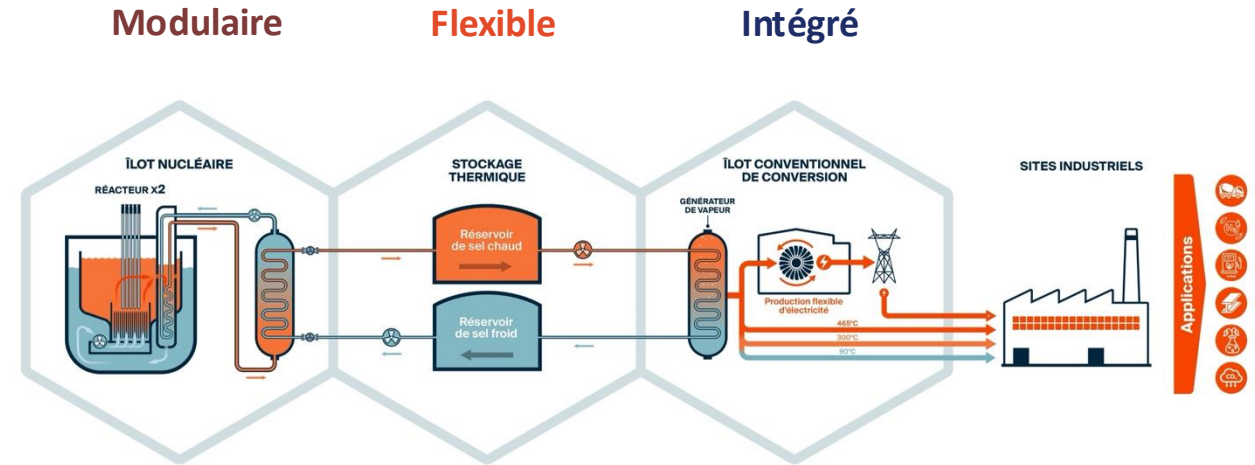
- Grande inertie du secteur énergétique et nucléaire
- Ne pas penser les infrastructures futures selon les enjeux d'il y a 20 ans

• L'avenir du nucléaire dépend

- De la maîtrise des chantiers (délais surtout pour maîtriser le coût du capital)
- De la capacité à être flexible de manière compétitive, c'est-à-dire sans affecter le fc réacteur

• Pertinence du stockage thermique

- Dans le système électrique actuel :
 - Impact LCOE : 2%
 - Augmentation des revenus : 9%
 - Retour sur investissement : 6,5 ans
 - Tendance qui s'améliore d'année en année !



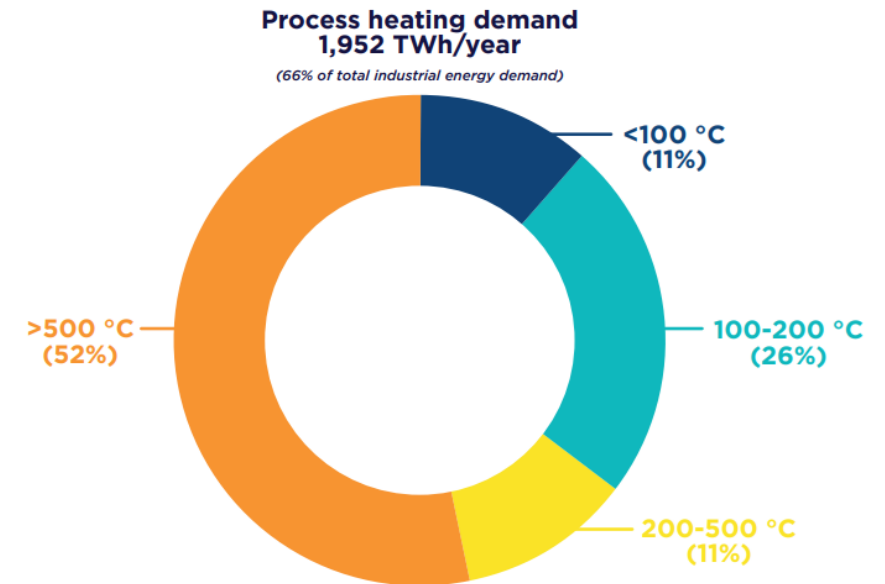
Impact du stockage sur les prix de vente d'électricité par HEXANA

Le nucléaire ce n'est pas que de l'électricité

• Chaleur haute température pour l'industrie

- **Industries difficiles à décarboner :**
 - Besoin de chaleur à différentes températures
 - Besoin de visibilité sur les coûts de l'énergie
- **Même pour chaleur > 500°C :**
 - Intérêt du préchauffage (notamment lorsqu'il a des transitions de phase)
- **Gérer la sécurité d'approvisionnement en chaleur à l'échelle locale**
 - Redondance des réacteurs
 - Surcapacités
 - Valorisation sous forme d'électricité (coproduite) en cogénération

Figure 3. Process heating demand in Europe by temperature range



Source: de Boer, R., Marina, A., Zühlsdorf, B., Arpagaus, C., Bantle, M., Wik, V., Elmegaard, B., Corberán, J., & Benson, J. (2020). Strengthening Industrial Heat Pump Innovation. Decarbonizing Industrial Heat

Importance du modèle économique

- **Pour de nouveaux marchés, le sujet ne se limite pas au LCOE ou LCOH**
 - Le coût n'est qu'une partie de l'équation.
 - L'enjeu est de s'assurer que quel que soit le service, des clients sont prêts à payer un prix supérieur au coût.
 - Minimiser le coût NE SUFFIT PAS à assurer un marché : exemple de l'A380.
 - **Pas « juste » de l'énergie :**
 - Électricité : capacité à concentrer la production aux moments de prix élevés (pas juste écrêter quand c'est faible)...
 - Chaleur industrielle : disponibilité, température, puissance, flexibilité...
- **Pour s'assurer des marchés, HEXANA mène de nombreuses études de cas :**
 - **Etudes technico-économiques avec des industriels européens**
 - Assurer la pertinence du marché, conditions de compétitivité, comparaison aux alternatives, compréhension croisée des enjeux de l'industriel (pour HEXANA) et des technologies nucléaires (pour l'industriel)
 - Etudes bilatérales, mais à présent aussi multilatérales avec plusieurs industriels voisins afin d'optimiser la réponse à l'ensemble de leurs besoins.
- **Attention à ne pas négliger l'économie sur les nouveaux marchés**
 - Qu'il existe un besoin de chaleur à X °C ne suffit pas à assurer un marché à un réacteur produisant de la chaleur à cette température.

Le cycle du combustible, une spécialité européenne

- **Europe en pôle position parmi les pays occidentaux sur le sujet**
 - **Amont** : Orano et URENCO
 - **Aval** : Orano, mais historiquement aussi BE et GB
- **Chine et Russie accélèrent**
 - L'Europe doit accélérer et viser le marché mondial
 - Ne pas se limiter aux marchés domestiques au risque de disparaître
 - Préparer le cycle pour les besoins futurs, pas les besoins passés (notamment aval)
- **Essentiel de collaborer en Européens**
 - Capter le marché mondial
 - Définir les standards pour les nouvelles technologies du cycle
 - Diversifier les usines du cycle (notamment aval)



Usine d'Orano La Hague (France)

Le rôle de l'Europe



Le contexte international impose une action ferme

- **Fort soutien au développement du nucléaire aux Etats-Unis**
 - Règlements, financements, etc.
- **L'Europe ne doit pas rester velléitaire.**
 - **Exemple de l'Alliance européenne sur les SMR :**
 - Peu de résultats
 - Réouverture de l'Alliance à de nouveaux projets attendue depuis près d'un an !
- **Besoin de mesures fortes et rapides**

Vers la neutralité technologique

- **Revenir sur les politiques discriminant le nucléaire et limitant le champ des outils de décarbonation**
 - Neutraliser technologiquement le droit sectoriel : directive sur les énergies renouvelables -> bas carbone
 - Supprimer les exclusions de l'énergie nucléaire des fonds européens
 - Revoir les critères d'inclusion de l'énergie nucléaire à la taxonomie des investissements durables
- **Renforcer les outils de financement**
 - L'accès au capital est la principale limite au déploiement de l'énergie nucléaire : rôle central de la BEI
- **Rôle réglementaire pour accélérer le déploiement de l'énergie nucléaire**
 - Travailler au rapprochement des exigences de sûreté en Europe
 - Coordonner au sein des Etats membres une « désurtransposition » du droit européen

Conclusion

- **Période de forte accélération du nucléaire en Europe**
 - Intérêt renouvelé, nouveaux marchés, nouveaux projets
- **Pour faire de cette volonté une réalité, des progrès nécessaires**
 - Réglementation
 - Financement
 - **Réflexions sur le marché des réacteurs (approche « techno-push » ne suffit pas)**
 - Concevoir les réacteurs et le système pour les enjeux futurs et non pas passés
 - Tenir compte du contexte international pour ne pas se laisser distancer
- **Approche européenne (et entre européens) indispensable**
 - Réacteurs ET cycle



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Cette présentation ainsi que toute information qu'elle contient et/ou divulguée dans le cadre de toute discussion en lien avec elle, sont confidentielles et protégées par les dispositions légales applicables en matière de propriété intellectuelle et du droit secret des affaires.

Toute reproduction, modification, publication totale ou partielle de cette présentation ou transmission à tout tiers, est interdite sans l'accord préalable écrit d'HEXANA.

Cette présentation et toute information qu'elle contient ne doivent en aucun cas être utilisées à d'autres fins que celles pour lesquelles elles ont été partagées.

Tout acte de contrefaçon ou tout manquement aux obligations ci-dessus est passible de sanctions disciplinaires et de poursuites judiciaires.