



Opportunités et enjeux socio-économiques et environnementaux de NUWARD SMR

Rapport pour



Juin 2023

compasslexecon.com



Sommaire

Introduction : contexte et présentation de la centrale NUWARD SMR 5

Analyse d'opportunités 10

Enjeux socio-économiques et environnementaux 29

Conditions de réussite de NUWARD SMR 36

Mandat et points d'attention

Mandat

- Compass Lexecon a été mandaté par EDF pour **analyser les opportunités liées au développement d'une série de NUWARD SMR en France à partir de 2035, et identifier les enjeux économiques, sociaux et environnementaux** dans le contexte de la transition énergétique en France.

Points d'attention

- Ce rapport **décrit et évalue les opportunités liées aux usages des vecteurs énergétiques électricité et chaleur**, avec une attention particulière aux usages de la chaleur produite par NUWARD SMR.
- Ce rapport **n'explore pas les aspects technico-économiques** liés au déploiement d'une série de NUWARD SMR en France, le stade de développement du projet ne permettant pas de fournir les données nécessaires pour mener cette analyse. Ce rapport devra être complété par une évaluation technico-économique (notamment afférente aux coûts et bénéfices comparés solutions de décarbonation) dès lors que le projet aura atteint un stade de développement suffisant.
- Les analyses présentées dans ce rapport n'engagent que leurs auteurs et ne représentent pas nécessairement celles de Compass Lexecon, de sa direction, de ses filiales, de ses sociétés affiliées, de ses employés ou de ses clients.

Objectifs et structure du rapport

Éclairer les débats relatifs au développement de NUWARD SMR dans le contexte de la transition écologique, nécessitant des solutions bas carbone adaptées aux besoins sociétaux et industriels pour les décennies à venir

- L'atteinte de la neutralité carbone nécessite le **développement de technologies** permettant de répondre à **l'évolution des besoins énergétiques** pour les décennies à venir.
- En particulier, de nombreux industriels s'intéressent à des **solutions bas carbone fournissant une quantité suffisante d'énergie** pour leurs applications industrielles.
- Le rapport se focalise sur la **contribution potentielle de la nouvelle solution technologique** de petit réacteur nucléaire modulaire, **NUWARD SMR**.
- Le rapport est structuré en **trois volets**.



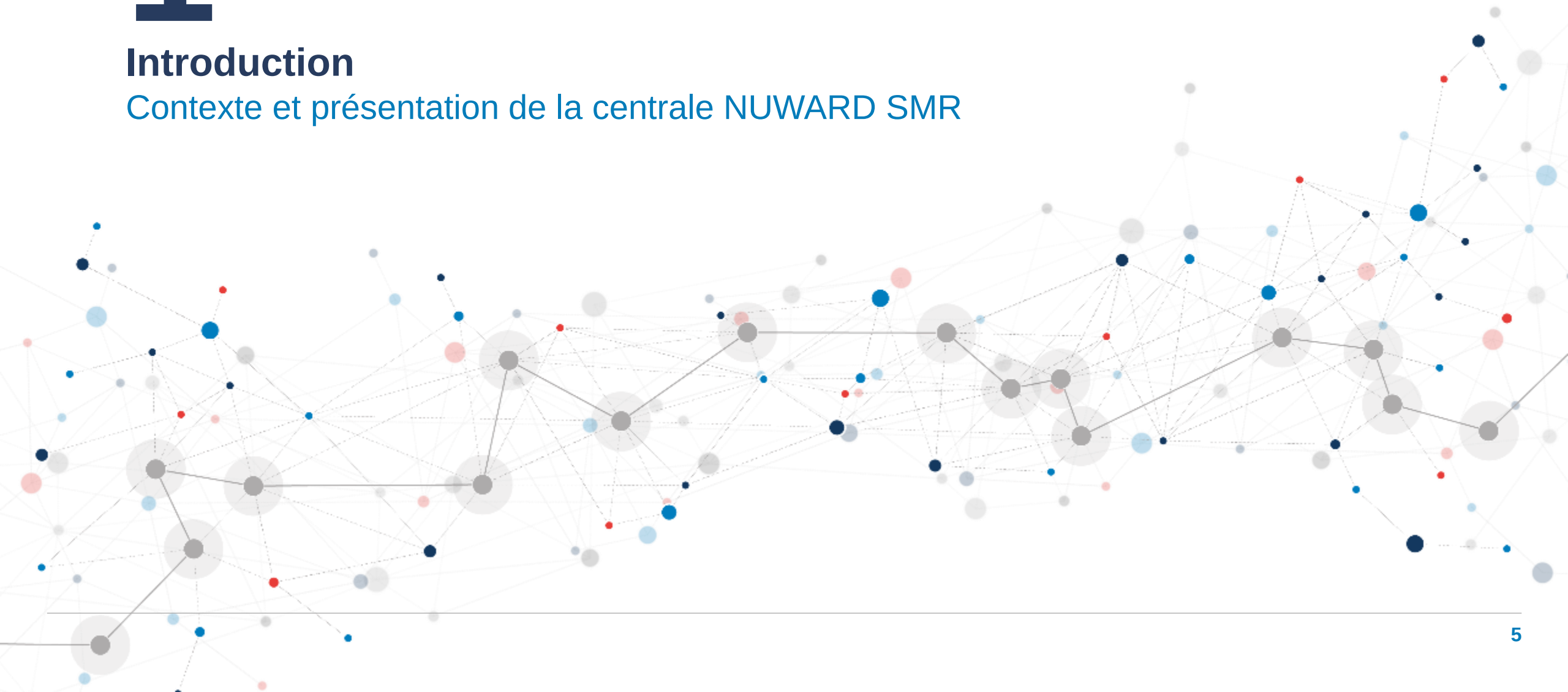
Objectifs et structure du rapport

- 1** Analyse des opportunités liées au développement d'une série de NUWARD SMR en France
- 2** Identification des enjeux socio-économiques et environnementaux des NUWARD SMR en France
- 3** Conditions de réussite du développement d'une série de NUWARD SMR en France

1

Introduction

Contexte et présentation de la centrale NUWARD SMR

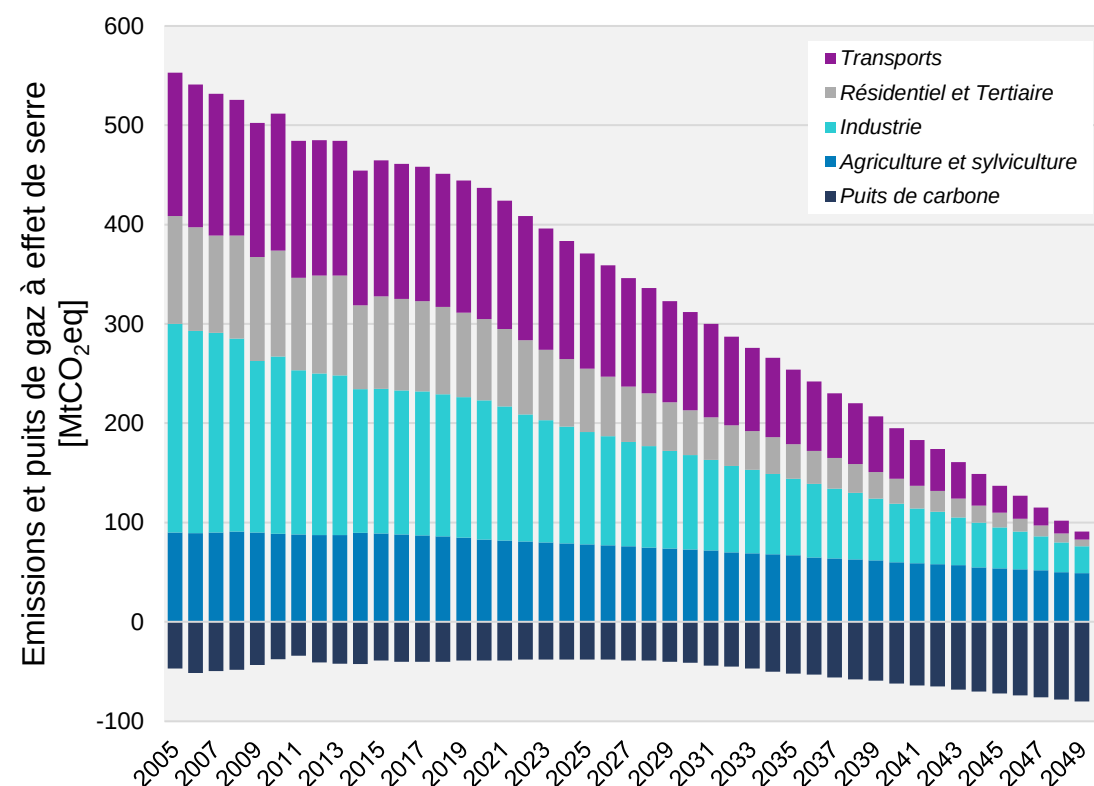


Contexte – Une année charnière pour la stratégie de décarbonation française

La stratégie nationale bas carbone (SNBC) sera actualisée en 2024

- À la suite des Accords de Paris en 2015,^[1] la France et l'UE visent la **neutralité carbone à l'horizon 2050** et mettent en place le cadre réglementaire permettant d'accompagner la transition énergétique.
- La stratégie de décarbonation française doit être actualisée en 2023^[3] et devra prendre en compte les enjeux associés à l'**indépendance énergétique**, ainsi qu'à la **compétitivité** et la **souveraineté économique et industrielle**, dont la nécessité a été rappelée par la crise du Covid et la guerre en Ukraine.
- L'atteinte de l'objectif de neutralité carbone en 2050 nécessite l'**électrification des usages**, mais également le **développement d'autres vecteurs énergétiques décarbonés (chaleur, hydrogène)**.
- Différentes technologies de production d'**électricité, de chaleur et d'hydrogène bas carbone** devront être mobilisées dans une logique de complémentarité.

Trajectoires d'émissions du scénario de référence de la SNBC 2020, en MtCO₂eq^{[2][3]}



Contexte – Les défis de la décarbonation des sources d'énergie en France

Enjeux liés au développement de différentes technologies de production d'électricité, de chaleur décarbonée et d'autres vecteurs énergétiques décarbonés tels que l'hydrogène

 Production d'électricité	 Production de chaleur pour l'industrie	 Production de chaleur et de froid pour le bâtiment	H ₂ Production d'hydrogène		
L'électrification des usages nécessitera une augmentation substantielle de la production d'électricité décarbonée, dans un contexte complexe du fait : - des enjeux liés à l'extension de la durée de vie du parc nucléaire et à son renouvellement ; - Des défis liés à l'augmentation attendue du rythme de déploiement des énergies décarbonées et de l'efficacité énergétique ; - des besoins de flexibilité croissants.	Pour les industries consommatrices de chaleur, la décarbonation de chaque processus nécessite un traitement spécifique. - Ainsi, l'électrification des procédés doit s'étudier au cas par cas. - Certaines applications industrielles ne sont pas adaptées à une électrification totale, mais pourront s'appuyer sur la chaleur décarbonée.	La décarbonation du chauffage des bâtiments résidentiels et tertiaire repose sur : l'électrification et les gains d'efficacité permis par les pompes à chaleur ; le développement des réseaux de chaleur et de froid ; - les efforts massifs de rénovation thermique performante.	Les besoins de production d'hydrogène décarboné augmenteront à moyen terme, notamment pour : - la décarbonation de procédés industriels ; - la production de carburants de synthèse pour l'aviation et le transport maritime notamment ; - l'apport de flexibilité et le stockage pour le système électrique.		
La décarbonation de l'économie doit se faire en lien avec les besoins spécifiques des territoires et sous une double contrainte écologique et socio-économique					
Biodiversité et écosystèmes	Artificialisation des sols	Préservation des ressources hydriques	Compétitivité industrielle et réindustrialisation	Création d'emplois	Indépendance stratégique

Nécessité de recourir à un éventail de solutions décarbonées, pour certaines pilotables, dont l'empreinte foncière et environnementale est maîtrisée, pouvant fournir électricité et chaleur au plus près des besoins locaux

Contexte – Une nouvelle solution technologique : la centrale NUWARD SMR

EDF développe un modèle de petit réacteur modulaire (SMR), qui pourrait compléter les autres sources de production d'énergie bas carbone à partir de 2035

nuward SMR

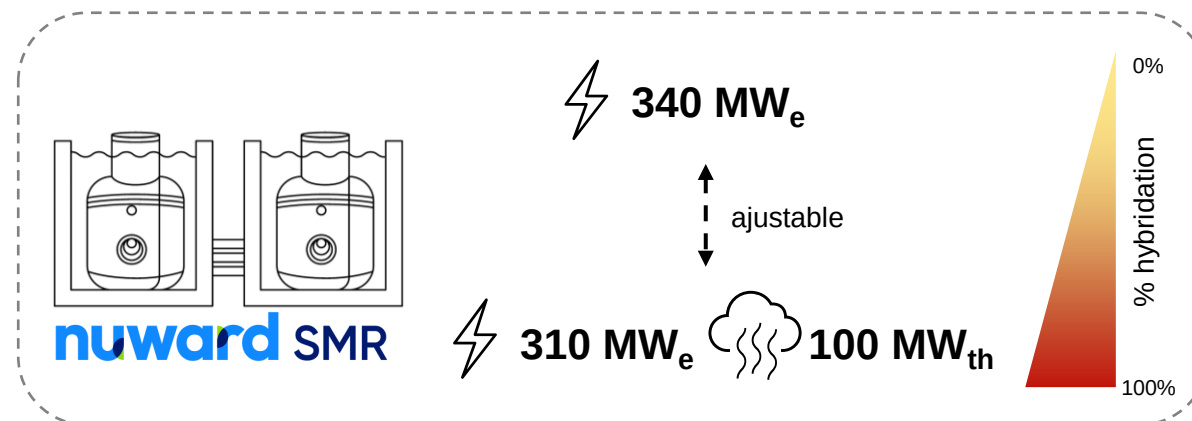
Deux unités indépendantes de **170 MW_e** chacune

Réacteur à eau pressurisée **Génération III+**

Durée de vie opérationnelle de **60 ans**

Conçu pour **valoriser sous forme de chaleur jusqu'à 10% de l'énergie** thermique produite^[1]

Production ajustable aux besoins de chaleur et d'électricité ^[2]



Caractéristiques principales de la centrale NUWARD SMR



Énergie décarbonée



Construction modulaire



Option d'hybridation
électricité et chaleur



Centrale pilotable
et flexible



Emprise foncière
maîtrisée



Sûreté passive grâce
au design du réacteur

Infographie de synthèse – Présentation de NUWARD SMR

NUWARD SMR visera une haute densité énergétique, d'après EDF

- NUWARD SMR nécessitera une surface au sol par unité d'énergie produite **du même ordre de grandeur que le nucléaire grande puissance**.^[1]
- Cela est de nature à favoriser l'implantation sur d'anciens sites thermiques ou près de sites industriels énergointensifs, **contribuant à un usage limité du foncier**.

Un design favorisant la résilience vis-à-vis des contraintes hydriques

- La consommation d'eau du NUWARD SMR rapportée à l'énergie produite sera **comparable au nucléaire de grande puissance**, d'après EDF.
- Du fait de ses dimensions, **NUWARD SMR nécessitera une consommation d'eau de l'ordre de 0,2 m³/s**,^[1] ce qui pourrait contribuer à la flexibilité dans le choix de la localisation et à la résilience face aux périodes sèches.

Possibilité de refroidissement en circuit ouvert, adapté à la localisation de NUWARD SMR en bord de mer ou de cours d'eau à débit adapté^[1]

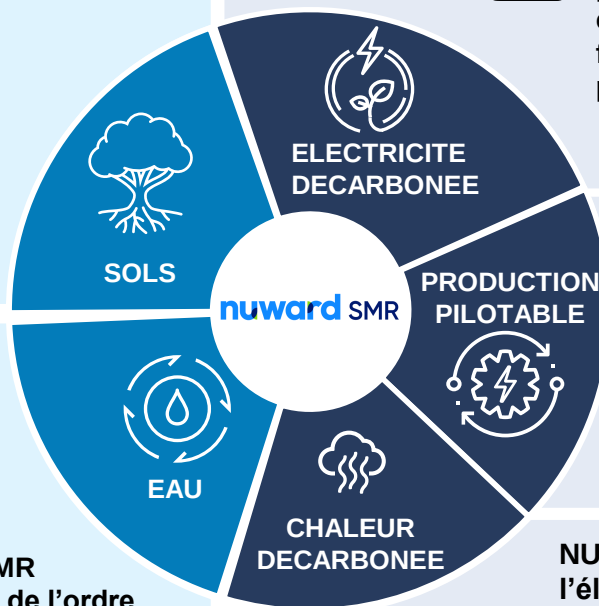
NUWARD SMR produira de l'électricité décarbonée



D'après EDF, **NUWARD SMR présentera une intensité carbone comparable à l'ensemble de la filière nucléaire**, entre 4-6 gCO₂eq par kWh_e produit.^{[1][2]}



D'après EDF, **le design simplifié et la modularisation** devraient favoriser **l'accélération des travaux de construction** et contribuer à la maîtrise des coûts et des émissions dans le cycle de vie de NUWARD SMR.^[1]



Une production d'électricité pilotable et flexible



- L'atteinte de la neutralité carbone en 2050 nécessite **d'augmenter la pénétration des énergies décarbonées** telles que le nucléaire et les énergies renouvelables.
- Avec des capacités de montée et de baisse de charge comparables à celles de l'EPR2,^[1] **la flexibilité des NUWARD SMR** pourrait également contribuer à l'intégration des EnR intermittentes.

NUWARD SMR pourra fournir de la chaleur décarbonée en complément de l'électricité (hybridation), pour environ un quart du coût de l'électricité d'après EDF.

PROPRIÉTÉS DE LA CHALEUR HYBRIDÉE^[1]

- Température : **entre 150-250°C**
- Puissance thermique : jusqu'à **100 MW_{th}**

USAGES POSSIBLES POUR CETTE CHALEUR

- Applications industrielles
- Chauffage
- Production de H₂
- Dessalement

Le rendement de ces deux derniers usages pourra être amélioré grâce à l'hybridation

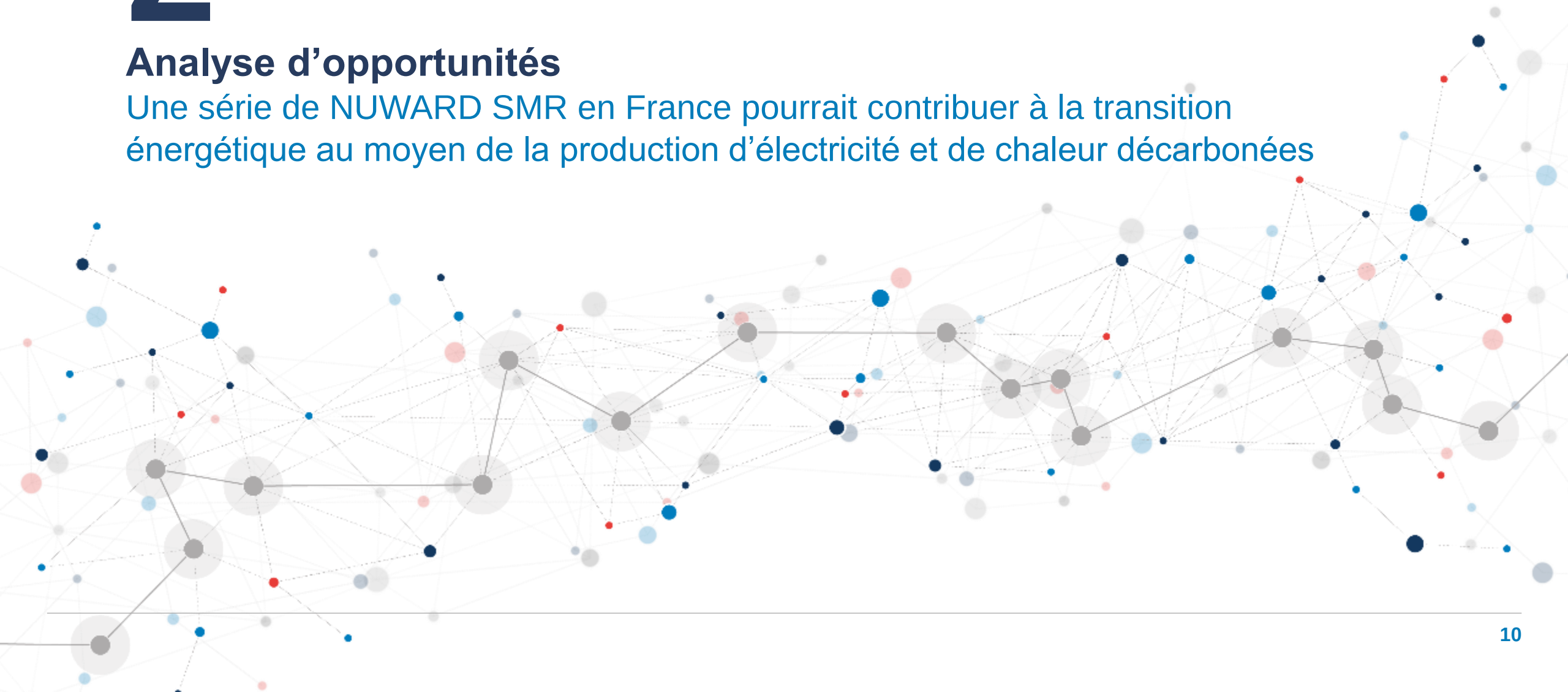
■ Emprise
environnementale

■ Caractéristiques
des produits

2

Analyse d'opportunités

Une série de NUWARD SMR en France pourrait contribuer à la transition énergétique au moyen de la production d'électricité et de chaleur décarbonées



Introduction: Méthodologie

Nous explorons les enjeux liés aux opportunités pour différents vecteurs énergétiques et illustrons les usages les plus prometteurs à travers d'exemples d'application potentielle de NUWARD SMR

Vecteurs énergétiques

Analyse d'opportunités

Exemples d'application potentielle



Chaleur

Enjeux et perspectives

Opportunité ①

Opportunité ②

Opportunité ③

Exemple d'application **nuward** SMR



Electricité



Production d'hydrogène



Dessalement

Approche méthodologique

Pour chaque vecteur énergétique, nous décrivons le **contexte et les perspectives** et explorons les enjeux liés à **chacune des opportunités principales** pour chaque vecteur énergétique produit par NUWARD SMR.

Étant donné l'intérêt particulier de l'usage couplé d'électricité et chaleur pour **l'hydrogène et le dessalement**, nous explorons ces opportunités individuellement.

Afin d'illustrer de façon concrète certaines opportunités, nous présentons des **exemples d'application potentielle** de NUWARD SMR.

Électricité – Les enjeux de la décarbonation du système électrique

La consommation d'électricité en France est appelée à continuer d'augmenter, tout en se décarbonant, ce qui nécessite le développement massif de nouvelles capacités de production bas carbone, dont certaines pilotables

L'augmentation de la consommation d'électricité pour la décarbonation des usages énergétiques nécessite le déploiement de nouvelles capacités de production bas carbone

- La France a défini un objectif de **neutralité carbone d'ici 2050**.^[1] Son atteinte nécessite non seulement des efforts en matière d'efficacité énergétique et de sobriété, mais également une électrification des usages et procédés.
- L'augmentation de la consommation d'électricité nécessite une **croissance très rapide des sources d'énergie décarbonée**. Cependant, des incertitudes demeurent quant à leur rythme de déploiement effectif.^[2]
- Dans ce contexte, il convient de **disposer d'un éventail de solutions** : les SMR peuvent ainsi venir en complément des énergies renouvelables et du nucléaire de grande puissance et contribuer à **diversifier les sources d'énergie décarbonée** et **sécuriser l'approvisionnement énergétique**.
- Le rapport se concentre sur **certains des enjeux clés** liés à la décarbonation du système électrique, présentés à droite.

Enjeux sur lesquels se concentre le rapport

- 1 Développement de **capacités de production pilotables** et **intégration des énergies renouvelables** intermittentes
- 2 **Maîtrise des contraintes réseau**
- 3 **Usage du foncier et acceptabilité des projets**
- 4 **Résilience face au stress hydrique dans un contexte de changement climatique**

Électricité – L'enjeu de la pilotabilité pour accompagner les EnR

NUWARD SMR pourrait contribuer à la pilotabilité du système électrique et à l'intégration des énergies renouvelables intermittentes

1 Complémentarité avec les sources d'électricité bas carbone et intermittentes

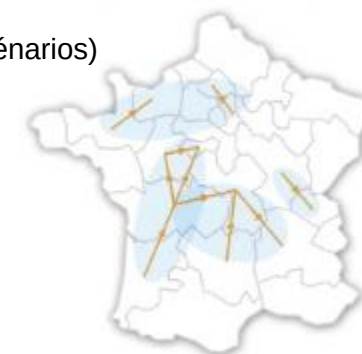
- Les **capacités de montée et de baisse de charge** (5% de la puissance nominale / min)^[1] prévues par EDF pour NUWARD SMR seront comparables à celles des réacteurs de grande et moyenne puissances.
- De ce fait, NUWARD SMR sera **compatible avec une pénétration élevée des énergies renouvelables intermittentes** sur le réseau, nécessaire pour atteindre la neutralité carbone.
- NUWARD SMR viendrait en complément de l'EPR2 et des autres sources pilotables en **diversifiant l'éventail des technologies pilotables disponibles**.

2 Contribution à l'atténuation de contraintes réseau

- Les scénarios *Futurs énergétiques 2050* de RTE^[2] montrent que **des contraintes structurelles sur le réseau** de transport sont susceptibles d'émerger à l'horizon 2050.
- La puissance de NUWARD SMR ouvrira un éventail **de localisations possibles**.
- Des choix judicieux de localisation, couplés à la flexibilité annoncée de NUWARD SMR, pourront contribuer à **l'atténuation des contraintes du réseau dans les zones tendues**.

Estimation des contraintes structurelles sur le réseau de transport aux horizons 2035 et 2050^[2]

2035 (tous scénarios)



2050



Scénario EnR + nucléaire
(N02)

Fréquence annuelle de surcharge: — Modérée — Moyenne — Forte

Électricité – Les enjeux d'intégration au réseau et d'usage du foncier

D'après EDF, NUWARD SMR nécessitera une consommation d'eau limitée et pourra être installé sur des sites déjà artificialisés, libérés par la fermeture des centrales à combustibles fossiles

3 Possibilité de réutiliser d'anciens sites industriels, contribuant à un usage limité du foncier

- La réutilisation d'anciens sites est de nature à **contribuer à un usage limité du foncier et à faciliter l'accès aux ressources** nécessaires (eau, infrastructures de transport, raccordement au réseau).
- Elle peut également **faciliter l'acceptabilité des projets**.

4 Résilience face au stress hydrique dans un contexte de changement climatique

- D'après EDF, la taille des centrales NUWARD SMR impliquera des besoins de **consommation nette d'eau (par évaporation) limités de l'ordre de 0,2 m³/s**, prélevant environ 0,5 m³/s et restituant au cours d'eau 0,3 m³/s.^[1]
- NUWARD SMR bénéficiera ainsi d'une certaine **flexibilité de localisation** pour s'adapter aux contraintes de la ressource en eau.
- Ces spécificités sont de nature à favoriser la **résilience de la gestion de la ressource en eau** dans un contexte de changement climatique.

Estimation de la variation des débits fluviaux à horizon 2046-2065^[2]



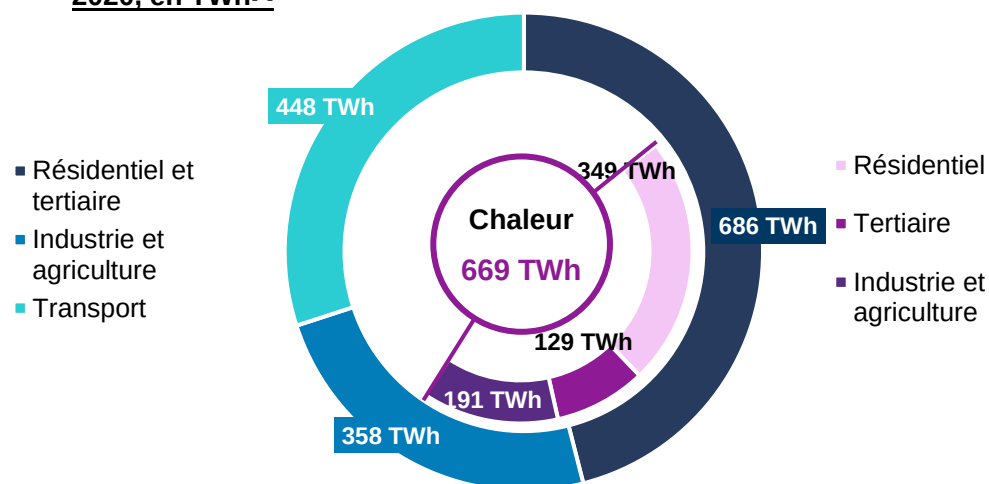
Variation du débit moyen entre 1961-1990 et 2046-2065

Variation (%)	0%	-10%	-20%	-30%	-40%	-50%
+10%	0%	-10%	-20%	-30%	-40%	-50%

Chaleur – Les enjeux de la décarbonation

En 2020, près de 45% de l'énergie finale consommée en France correspond à des besoins de chaleur, dont près de 60% reste à décarboner

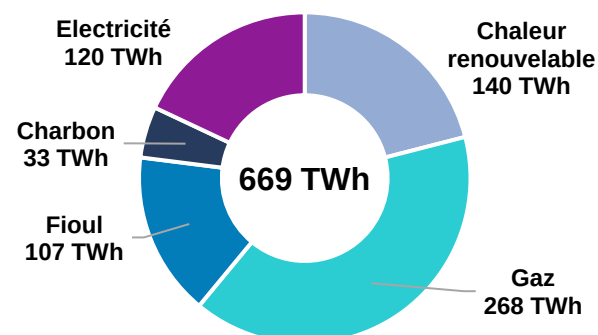
Part des usages dans la consommation finale d'énergie en France en 2020, en TWh^[1]



45% de l'énergie finale est consommée sous forme de chaleur en France

- En 2020, la consommation finale d'énergie en France est de **1 492 TWh** dont **45% concerne la chaleur, soit 669 TWh**, en prenant en compte tous les secteurs (résidentiel, tertiaire, industriel et agricole).
- La part du chauffage pour les bâtiments résidentiels et tertiaires représente **478 TWh** en 2020.^[1]

Répartition des sources de chaleur en France en 2020, en TWh^[1]



60% de la chaleur consommée en France est produite à partir de combustibles fossiles

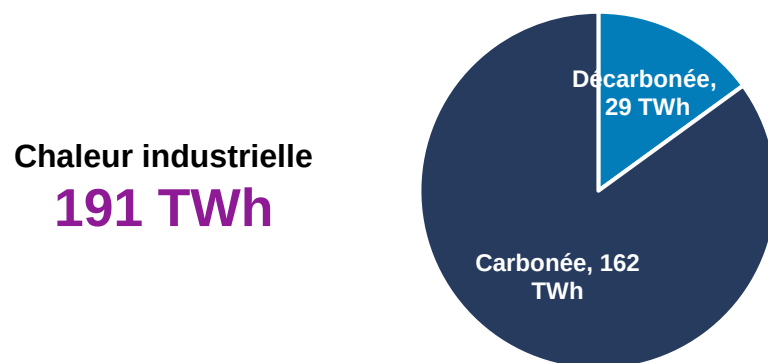
Chaleur industrielle – La chaleur décarbonée peut compléter l'électrification

À date, environ 85% des besoins de chaleur industrielle sont couverts avec des moyens carbonés. D'ici 2050, la SNBC prévoit une électrification profonde complétée par la chaleur décarbonée.

En 2020, les processus industriels utilisaient principalement de la chaleur carbonée

- En 2020, seuls 15 % des 191 TWh de chaleur consommés par l'industrie étaient décarbonés.
- En 2030, selon nos estimations, jusqu'à 45% de la chaleur industrielle pourrait être décarbonée.^[1]

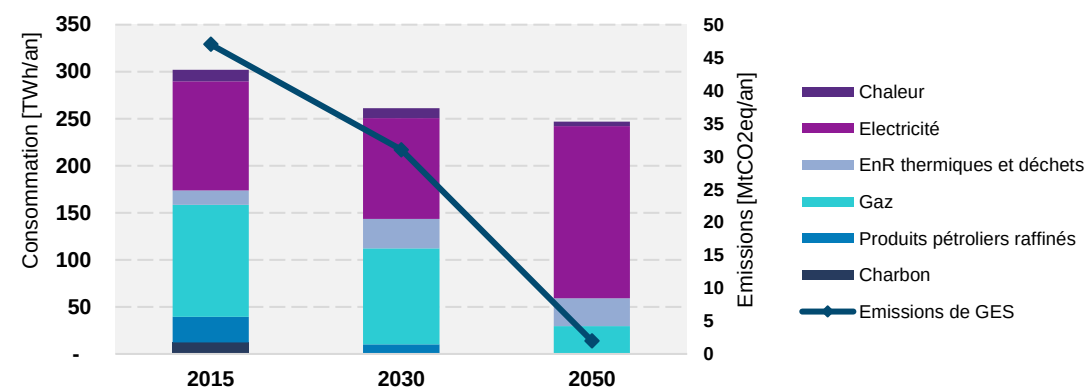
Production de chaleur finale dans les industries françaises en 2020 par type de source, en TWh^[2]



A l'horizon 2050, si la SNBC mise sur l'électrification, la chaleur décarbonée peut compléter ces efforts pour des applications industrielles spécifiques, avec un gain d'efficacité énergétique

- L'électrification est au centre de la stratégie de décarbonation actuelle. Ainsi, la SNBC favorise la décarbonation par électrification, avec une part de chaleur décarbonée limitée.
- La contribution de la chaleur décarbonée à la transition énergétique pourrait toutefois être significative.

Consommation d'énergie et émissions de GES dans l'industrie en 2015, 2030 et 2050, en TWh et MtCO₂eq par an^[7]



Chaleur industrielle – Secteurs aux besoins compatibles avec le SMR (1/2)

La chimie, le papier et l'agroalimentaire présentent des débouchés potentiels pour la chaleur produite par hybridation du SMR, au regard des quantités de chaleur consommées, des températures nécessaires et des perspectives de long-terme

Caractéristiques de
NUWARD SMR^[1]

Production de chaleur
d'un NUWARD SMR

0,8 TWh_{th} par an

Température de la chaleur produite par
NUWARD SMR

150-250°C

Durée opérationnelle de NUWARD SMR

2035-2105

Critères de
criblage

Consommation de chaleur

**Exigences en matière de
température**

**Continuité des besoins
de chaleur industrielle**

- **Chimie et pétrochimie:** 1^{er} demandeur de vapeur et gaz naturel en 2020 (12 – 34 TWh)^[2]
- **Agroalimentaire :** 2^{ème} demandeur de gaz naturel en 2020 (environ 26 TWh)^[2]
- **Verre :** 3^{ème} demandeur de gaz naturel en 2020 (17 TWh)^[2]
- **Papier :** 2^{ème} demandeur de vapeur en 2020 (11-17 TWh de chaleur)^{[2][3]}
- **Métallurgie :** 4^{ème} demandeur de vapeur en 2020 (12 TWh)^[2]

- **Chimie et pétrochimie:** <250°C, utilisation pour les procédés chimiques^[4]
- **Papier :** <250°C, utilisation pour le séchage, le blanchiment, le désencrage...^[4]
- **Agroalimentaire :** <250°C, utilisation pour la dissolution, la pasteurisation, la cuisson...^[4]

- **Chimie et pétrochimie:** perspective de croissance modérée (+1,6%/an entre 2019 et 2030)^[5]
- **Papier :** perspective de croissance modérée (+ 1,8%/an entre 2021-2030)^[3]
- **Sucre :** perspective stable (+0,3%/an entre 2020-2030)^[6]

Chaleur industrielle – Secteurs aux besoins compatibles avec le SMR (2/2)

Trois industries clés présentent des sites individuels dont les besoins de chaleur sont compatibles avec la production annuelle d'un NUWARD SMR, les parcs industriels offrant également des opportunités complémentaires à étudier



Éthylène (industrie pétrochimique)

- Consommation moyenne de chaleur d'un grand site : **2 - 4 TWh/an**^[1]
- **Processus** : vapocraquage
- La demande devrait demeurer stable à l'horizon 2030.^[2]
- Enjeu de **contribuer à la décarbonation**, en faisant évoluer les processus pétrochimiques pour réduire les émissions carbonées et polluantes.



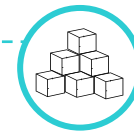
Papiers et cartons

- Consommation moyenne de chaleur d'un grand site : **0,3 - 0,6 TWh/an**
- **Processus** : lavage, séchage, blanchiment, désencrage, caustification, évaporation
- **Demande de chaleur estimée stable** à l'horizon 2030 (environ 26 TWh/an).^[3]
- Enjeu de compléter, voire **remplacer la biomasse** pour orienter sa valorisation vers les usages non substituables (ex. production de carburants synthétiques)



Parcs industriels

- Consommation moyenne de chaleur d'un grand parc : **0,8 TWh/an**
- **Processus** : tout besoin de chaleur en base, géographiquement concentré et d'un volume suffisant, nécessitant une température <250°C
- **Création de "Pôles de compétitivité"** par la France visant à favoriser l'innovation et les synergies dans les secteurs clés.



Sucre (agroalimentaire)

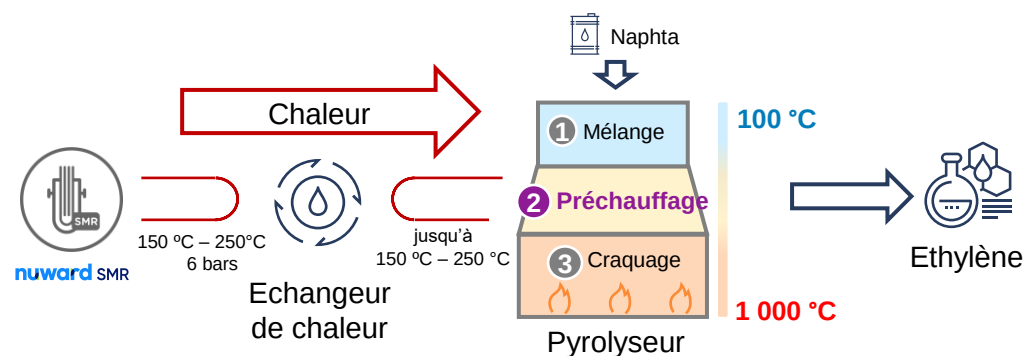
- Consommation moyenne de chaleur d'un grand site : **0,9 TWh/an**^[4]
- **Processus** : transformation par dissolution
- **Demande de chaleur estimée stable** d'ici 2030 à environ 7 TWh/an.^[2]
- Enjeu **d'amélioration de l'efficacité** des processus et de gestion des besoins énergétiques focalisés sur la saison automne-hiver.

Production de chaleur d'un NUWARD SMR
0,8 TWh/an

Chaleur industrielle – Exemple d'application potentielle de nuward SMR

L'emploi de la chaleur générée par une centrale NUWARD SMR pour le préchauffage d'un vapocraqueur destiné à la production d'éthylène permettrait d'éviter l'émission d'environ 190 ktCO₂/an

Schéma simplifié de l'hybridation d'un NUWARD SMR pour l'alimentation de la pyrolyse d'un vapocraqueur d'éthylène^[1]



Dimensions du pyrolyseur du vapocraqueur et calcul des émissions évitées^[2]

	Niveaux	Commentaires
Consommation annuelle	3 TWh _{th} /an	Correspondant à une production d'environ 400-500 ktonnes par an d'éthylène
Part carbonée actuelle	100% de gaz	Méthane émanant du naphta utilisé pour entretenir la combustion
Émissions CO2 évitées avec un NUWARD SMR ^[2]	188 ktCO ₂ /an	Intensité carbone de 240 gCO ₂ /kWh _{th} ^[3] pour le gaz contre 1-2 gCO ₂ /kWh _{th} pour la chaleur produite par NUWARD SMR



Opportunités dans l'industrie pour NUWARD SMR

- NUWARD SMR pourrait fournir de la chaleur **en base à un grand site ou parc industriel**.
- Il serait **particulièrement adapté dans un contexte de décarbonation de l'industrie** pour certains usages thermiques énergointensifs.



Points d'attention pour l'hybridation avec applications industrielles

- En cas de besoin de baisse de charge (par exemple pour équilibrer l'offre et la demande d'électricité), la **chaleur fournie par le SMR pourrait être complétée** par des moyens thermoélectriques.
- NUWARD SMR pourrait fournir de la chaleur jusqu'à 250°C et utiliser l'électricité décarbonée pour **compléter les besoins thermiques jusqu'à la température de craquage**, au moyen de résistances (ou de pompes à chaleur à l'avenir).

Chaleur urbaine – Des besoins croissants de chaleur décarbonée d'ici 2050

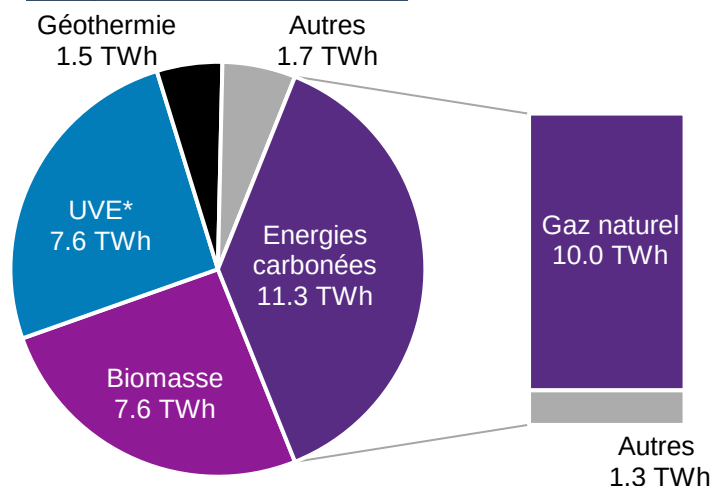
D'ici 2050, 35 TWh/an de chaleur bas carbone seraient nécessaires en complément des besoins identifiés par la PPE, en supposant une augmentation de la pénétration des réseaux de chaleur pour le chauffage

Aujourd'hui

En 2020, les réseaux urbains fournissent **6% du chauffage résidentiel et tertiaire en France** soit 30 TWh.^[1]

Dans les réseaux urbains, 11 TWh restent à décarboner (**38% du total**).

Mix énergétique des réseaux de chaleur français en 2020, en TWh^[1]



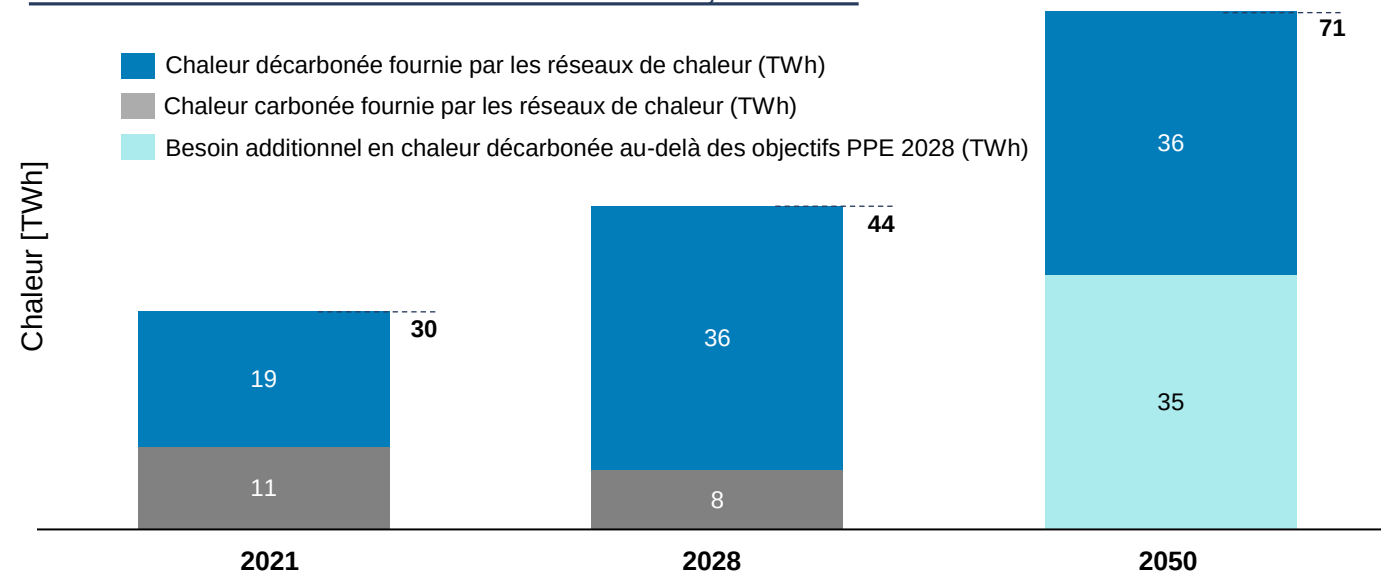
2028 – Objectifs PPE

- **10% de pénétration** des réseaux de chaleur
 - -1,15%/an de besoin de chauffage 2020-28
- **Entre 31 et 36 TWh/an** de chaleur décarbonée livrée

2050 – scénario Compass Lexecon

- **20% de pénétration** des réseaux (x2)
 - -1%/an de besoin de chauffage 2028-50
- **+35 TWh/an** de chaleur décarbonée au-delà des cibles PPE pour 2028**

Estimation de la croissance des réseaux de chaleur et des besoins en chaleur décarbonée à l'horizon 2050 basée sur scénarios ADEME, en TWh**



* UVE: Unités de Valorisation Energétiques, considérées ici décarbonées. ** Méthodologie : hypothèse Compass Lexecon de diminution du besoin de chaleur de 1%/an, basé sur tendanciel [2] et augmentation de la pénétration des réseaux de chaleur à 20% du besoin résidentiel et tertiaire d'ici 2050. Cette hypothèse CL correspond à une croissance conservatrice du taux de pénétration des réseaux de chaleur (de l'ordre de 13% en 2028 selon les chiffres de la PPE à 20% en 2050). Le besoin total de chaleur livrée aux réseaux s'établit à 71TWh en 2050 soit la valeur moyenne entre les scénarios 'Réglementaire' et 'Alternatif' de l'ADEME prévoyant une accélération du déploiement des réseaux de chaleur, voir ADEME, Figure 15. Source: [1] FEDENE, [2] Consommation énergétique du secteur résidentiel par usage, de 1990 à 2021, SDES

Chaleur urbaine – Le SMR serait adapté aux réseaux de grande taille

Les NUWARD SMR pourraient contribuer à la décarbonation de certains réseaux de chaleur présentant des besoins du même ordre de grandeur que la capacité de production de chaleur d'une centrale

Critères de criblage des réseaux de chaleur urbaine adaptés à la production d'un NUWARD SMR

Grande taille du réseau et/ou expansion prévue

- Le niveau de production de NUWARD SMR sera **particulièrement adapté aux réseaux de chaleur de taille importante**, permettant de maximiser la valorisation de la chaleur décarbonée produite par la centrale.
- Un NUWARD SMR **pourrait alimenter plusieurs réseaux de chaleur de villes proches**, avec des chaufferies suffisamment proches du SMR.

Part de sources carbonées encore importante

- Atteindre les objectifs de décarbonation des réseaux de chaleur implique un **besoin de production décarbonée**, pour ceux encore largement alimentés en combustibles fossiles.
- NUWARD SMR pourra **contribuer aux efforts de substitution des combustibles fossiles** dans les réseaux de chaleur à partir de 2035.

Production de chaleur de NUWARD SMR pendant la période de chauffe^[1]

440 GWh_{th} en 6 mois

(équivalent au besoin en chauffage de 110 à 150 mille habitants)

Potentiel géothermique limité à proximité

- Le profil de production et le caractère bas carbone de l'énergie géothermique en font une **source d'énergie adaptée à l'alimentation des réseaux de chaleur**, dès lors qu'elle est disponible localement.^[2]
- NUWARD SMR serait **adapté pour les territoires sans potentiel de géothermie identifié**, et compléterait la géothermie où le potentiel n'est pas suffisant pour couvrir les besoins.

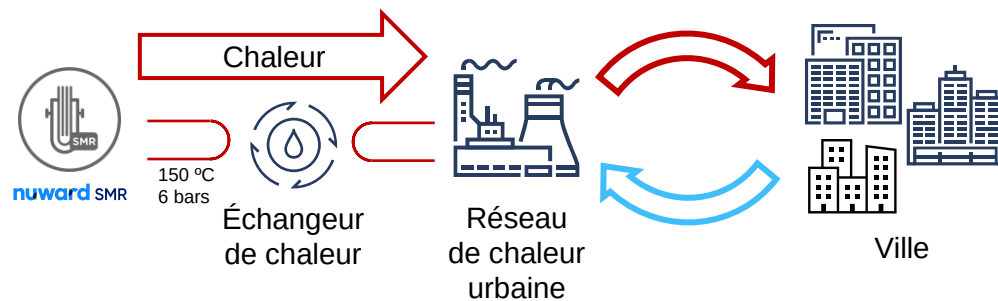
Possibilités de valorisation industrielle de la chaleur

- **Les synergies avec le tissu industriel local** peuvent être sources de **valorisation de la chaleur d'un NUWARD SMR** dans des réseaux de chaleur de plus petite taille.
- La demande de chauffage urbain étant saisonnière, l'utilisation de la chaleur hybridée par des consommateurs industriels permettrait la **valorisation de la chaleur produite par NUWARD SMR** tout au long de l'année.

Chaleur urbaine – Exemple d'application potentielle de nuward SMR

Un NUWARD SMR produirait 440 GWh_{th} au cours de la période de chauffe, ce qui correspondrait à près de trois quarts des besoins de chaleur d'un réseau urbain alimentant 150 à 200 000 habitants

Schéma de l'hybridation d'un NUWARD SMR pour l'alimentation d'un réseau de chaleur urbaine^[1]



Principales caractéristiques d'un réseau de chaleur approprié^[2]

	Niveaux	Commentaires
Consommation annuelle	600 GWh _{th} /a	Couverture de 15-20% de la population d'une ville d'un million d'habitants
Part carbonée	75% de Gaz	
Émissions CO2 évitées avec un NUWARD SMR ^[2]	104 ktCO ₂ /an	Permet d'éviter 440 GWh de consommation de gaz en alimentation d'une chaudière à intensité carbone de 240 gCO ₂ /kWh _{th} ^[3]



Opportunités du couplage

- NUWARD SMR pourrait être le **socle de production en base d'un grand réseau de chaleur**, en extension / remplacement des moyens existants, adapté aux sites sans potentiel géothermique ni renouvelable.
- En été, NUWARD SMR pourrait **alimenter la production de froid** ou opérer en mode électrogène.



Points d'attention pour l'hybridation sur les réseaux de chaleur

- NUWARD SMR pourra être **complété par des moyens de pointe thermiques** pour répondre aux pics de consommation lors de situations de froid intense.
- Les réseaux de chaleur de 4^{ème} génération^[4] verront une **baisse des températures de fonctionnement, qui élargissent l'éventail des solutions** possibles, dont NUWARD.

Dessalement – L'enjeu des ressources hydriques à l'horizon 2050

A l'horizon 2050, l'adaptation à des sécheresses plus fréquentes en France pourrait nécessiter des capacités de dessalement d'eau de mer pour sécuriser l'approvisionnement

Plusieurs défis en matière d'utilisation durable de l'eau ont déjà été mis en évidence dans le sud de la France

- La France dispose d'**importantes réserves hydriques théoriques**, mais est dépendante des précipitations pour reconstituer ses aquifères.^[1]
- A l'horizon 2050, **l'adaptation au changement climatique pourrait nécessiter des capacités de dessalement d'eau de mer**. A titre d'exemple, d'après des études sur l'hydrologie de la Garonne et du Rhône, la tension hydrique serait amenée à augmenter d'ici 2050.^{[2][3]}
- Le **dessalement peut contribuer à la résilience face à la tension hydrique**, notamment pour sécuriser l'approvisionnement en eau potable.^[5]
- Toutefois, les unités de dessalement **ne sont pas exemptes d'impacts environnementaux** (notamment l'enjeu de la gestion des saumures issues du dessalement).

Le changement climatique accentue les sécheresses^[4]



Augmentation du nombre de sécheresses par décennie pendant la période 2041-70, par rapport à la période 1981-2010

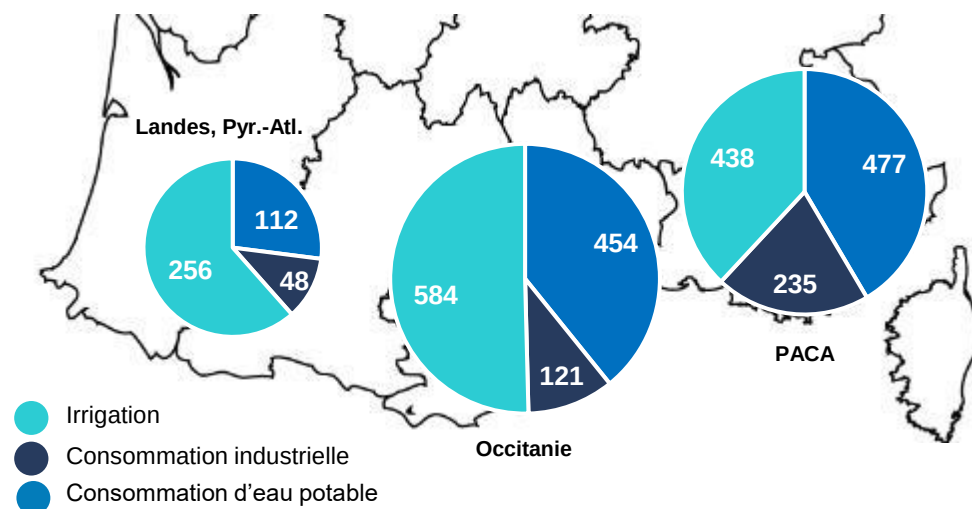


- Les sécheresses **pourraient devenir plus fréquentes** pour les décennies à venir, ce qui contribuera à accentuer la tension hydrique des territoires.
- Cette augmentation serait plus marquée dans certaines parties du Sud de la France.

Dessalement – Exemple d'application potentielle de nuward SMR

Le couplage de NUWARD SMR avec une unité de dessalement permettrait de produire de l'eau potable pour renforcer la sécurité d'approvisionnement

Consommation d'eau dans le sud de la France en 2020, en million m³/an^[1]



L'hybridation de NUWARD SMR et son couplage à une unité de dessalement pourraient contribuer à renforcer la sécurité d'approvisionnement en eau potable

- À horizon 2050, l'Agence Adour-Garonne prévoit une **augmentation des volumes d'eau consommés** dans le sud de la France de l'ordre de 8%, portée principalement par l'augmentation des besoins d'irrigation à cause du changement climatique,^[2] tandis que les débits des fleuves pourraient diminuer.
- Dans ce contexte, le dessalement peut permettre d'apporter une **valeur assurancielle à l'approvisionnement en eau potable** en réduisant la pression sur les débits d'étiage*, en complément des efforts d'adaptation mis en place par les pouvoirs publics.
- NUWARD SMR présenterait une **taille adaptée pour la fourniture d'électricité et de chaleur pour l'industrie du dessalement**, qui peut nécessiter des quantités d'énergie significatives. De plus, d'après EDF, NUWARD SMR peut fonctionner en **circuit ouvert utilisant l'eau de mer comme source froide**, moyennant des adaptations légères.

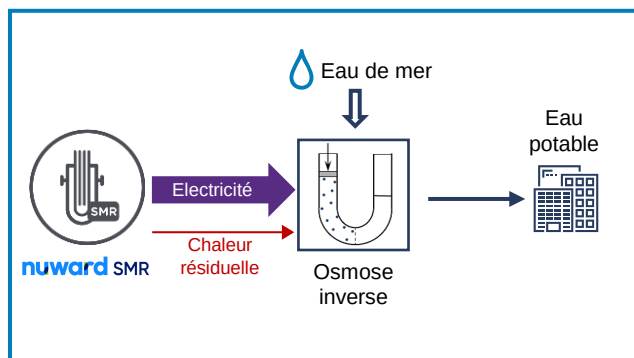
Dessalement – Exemple d'application potentielle de nuward SMR

10% de l'énergie produite par un NUWARD SMR sous forme de chaleur alimentant une usine de distillation couvrirait la consommation d'eau potable annuelle d'environ 180 000 habitants

Schéma des couplages possibles de NUWARD SMR avec des usines de dessalement

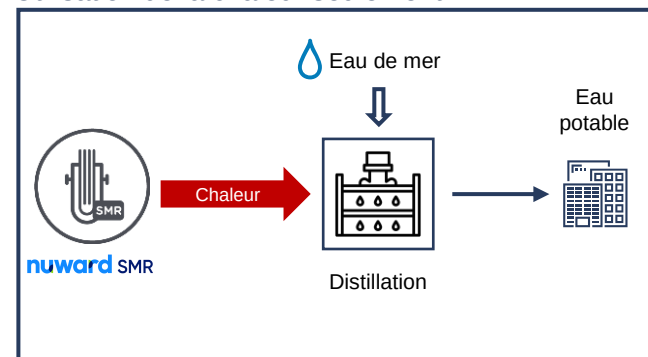
Osmose inverse

Utilisation de l'électricité et de la chaleur résiduelle



Distillation multi-étage (MSF)

Utilisation de la chaleur seulement



Dimensionnement de l'usine de dessalement*

10% d'un NUWARD SMR
(100 MW_{th} ≈ 25 MW_e)
de chaleur hybridée
en distillation multi-étage

10 Mm³/an
d'eau potable

En osmose inverse,
4,3 MW_e
d'électricité nécessaires
pour le même volume

Eau potable pour environ
180 mille habitants



Opportunités du couplage

- Le rendement de l'osmose inverse s'améliore avec un préchauffage de l'eau entrante à environ 30°C. **La chaleur résiduelle du circuit de refroidissement des NUWARD SMR** pourrait être utilisée pour cette fonction, **améliorant le rendement** du processus jusqu'à 20%.^[3]
- La distillation est reconnue pour sa robustesse et la qualité de l'eau produite, tandis que **l'osmose inverse a un meilleur rendement**.



Points d'attention pour l'hybridation avec le dessalement

- **L'osmose inverse nécessite des arrêts ponctuels pour le nettoyage** des membranes utilisées pour filtrer le sel de l'eau.
- Le dimensionnement des usines de dessalement dépend du **besoin projeté**, des **pertes dans le réseau**, ainsi que des **contraintes environnementales**, notamment concernant le traitement des saumures.

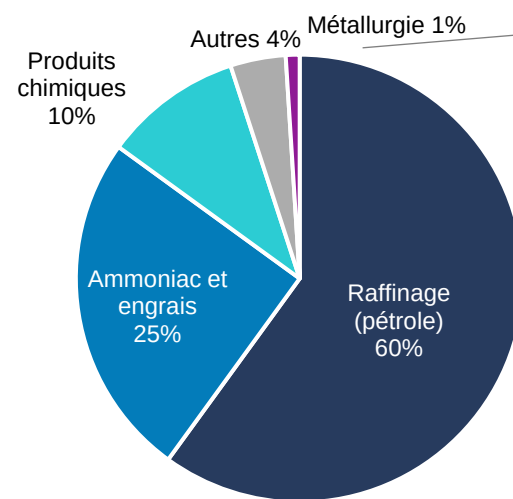
Hydrogène – Enjeux du développement de la production d'H₂ décarboné

En 2020, 95% de l'H₂ consommé en France est produit à partir de sources fossiles. RTE anticipe une augmentation de 50% de la demande d'ici 2050, ce qui nécessitera le déploiement de nouvelles capacités de production d'H₂ décarboné

Le développement de la production d'hydrogène décarboné constitue un enjeu clé

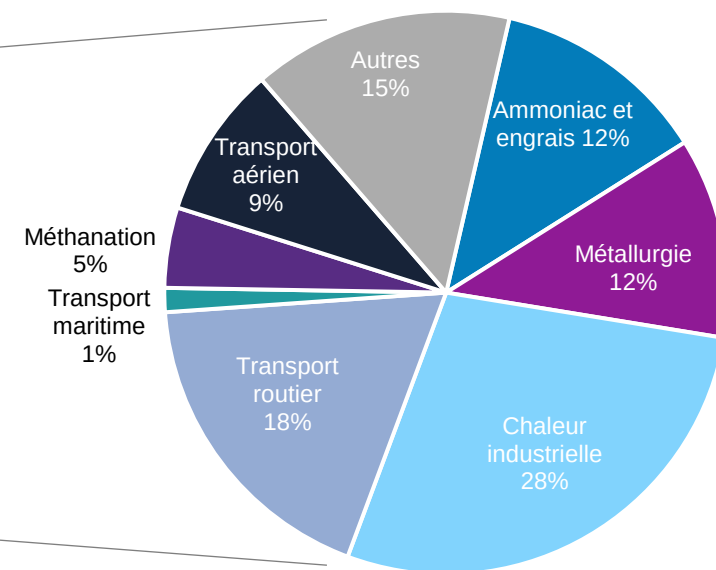
- Le marché français de l'**hydrogène industriel avoisine 1 million de tonnes*** par an.^[1]
- Aujourd'hui, les principales **sources d'énergie utilisées pour produire l'hydrogène en France sont les combustibles fossiles**, en particulier le gaz naturel, qui représentent près de 95% de la production d'hydrogène.^[1]
- En 2020 la production d'hydrogène est responsable de 11,5 Mt d'émissions de CO₂ en France, soit environ **3% des émissions nationales**.^[1]
- RTE anticipe d'ici 2050 dans son scénario de référence basé sur les trajectoires de la SNBC **une croissance d'environ 50% de la consommation d'hydrogène** par rapport à 2020.^[2]

Répartition de la consommation d'H₂ en France par usage en 2020^[3]



Consommation d'H₂ en France en 2020
29 TWh

Répartition de la consommation en 2050 selon le scénario de référence de RTE^[2]



Consommation d'H₂ estimée pour 2050^[2]
43 TWh

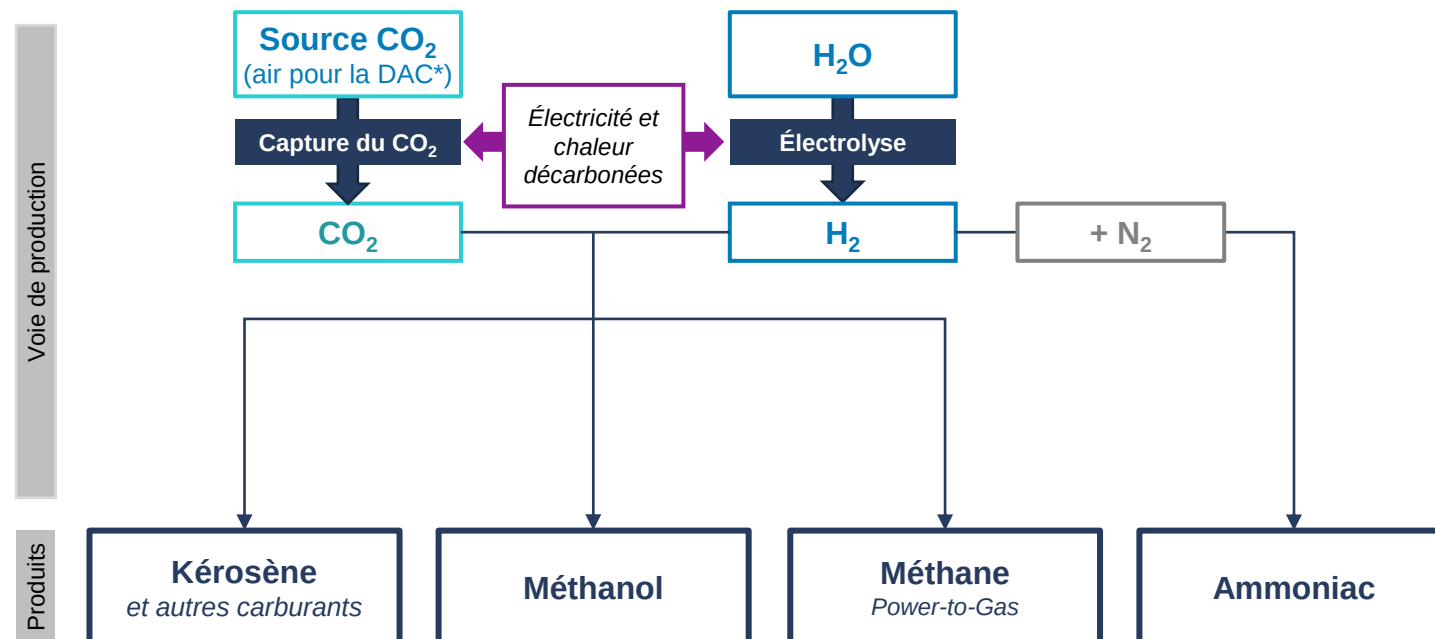
Hydrogène – Enjeux liés à la production de carburants de synthèse

La production d'H₂ et la capture de CO₂ sont nécessaires pour la production de carburants de synthèse bas-carbone, et nécessitent aussi bien de l'électricité que de la chaleur décarbonée

Les e-carburants peuvent contribuer à la réduction des émissions carbonées sur les usages du transport difficilement électrifiables

- À date, certains modes de transport, notamment l'aviation, disposent de peu d'alternatives technologiques aux combustibles fossiles. Face à l'impératif de la transition énergétique, **les carburants de synthèse**, produits avec des intrants décarbonés et/ou renouvelables, **peuvent être décisifs pour la décarbonation de certains secteurs**^[2] (en particulier le secteur aérien).
- La production d'intrants pour ces e-carburants, par la capture du CO₂ et l'électrolyse, nécessitera non seulement de l'électricité décarbonée mais aussi des **sources de chaleur décarbonée, telles que NUWARD SMR**.
- Le **couplage de l'électrolyse avec la capture directe du CO₂ dans l'air** (au moyen d'énergies décarbonées) permettrait théoriquement de **fermer le cycle du carbone***.

Principaux processus chimiques de synthèse de carburants à partir de CO₂, H₂ et N₂^[1]



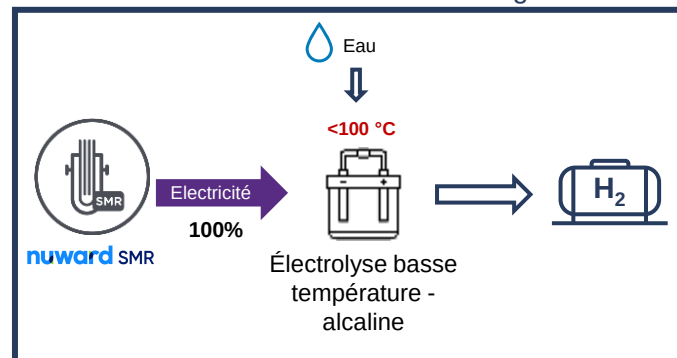
Hydrogène – Exemple d'application potentielle de nuward SMR

Dès lors que les électrolyseurs haute température seraient commercialisés, l'hybridation d'un NUWARD SMR permettrait d'éviter jusqu'à 600 ktCO₂/an en substitution du vaporeformage, avec un rendement amélioré

Schéma du couplage d'un NUWARD SMR avec un électrolyseur, par technologie

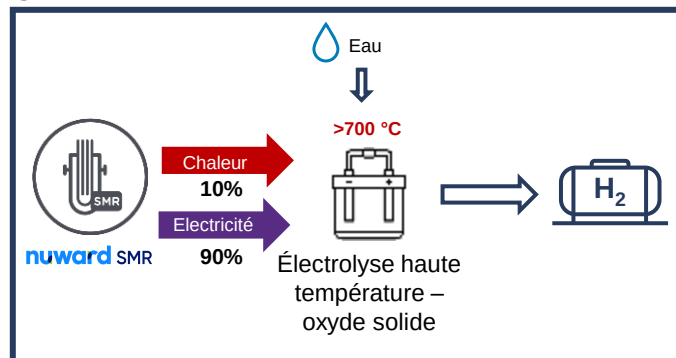
Électrolyse basse température (LTE)

Utilisation NUWARD SMR 100% électrogène



Électrolyse haute température (HTE)

Utilisation de la chaleur et de l'électricité



Dimensionnement de l'électrolyseur et calcul des émissions évitées par rapport au vaporeformage de H₂

	LTE	HTE	Commentaires
Puissance consommée	Électricité : 340 MW _e	Électricité : 310 MW _e Chaleur : 100 MW _{th}	Pour le HTE, la chaleur du SMR chauffe l'eau en entrée de l'électrolyseur
Production d'hydrogène ^[1]	60 kt H ₂ /an	69 kt H ₂ /an	
Emissions CO ₂ évitées par électrolyse avec NUWARD SMR vs Vaporeformage du gaz naturel ^{[2][3]}	0,51 MtCO ₂ /an	0,6 MtCO ₂ /an	



Opportunités du couplage

- Le couplage avec l'électrolyse permettrait de **décarboner l'hydrogène**, remplaçant le vaporeformage du gaz.
- D'après EDF, la **chaleur hybridée produite par NUWARD SMR pourra vaporiser l'eau** à l'entrée des électrolyseurs HTE, réduisant le besoin d'énergie électrique pour son électrolyse.



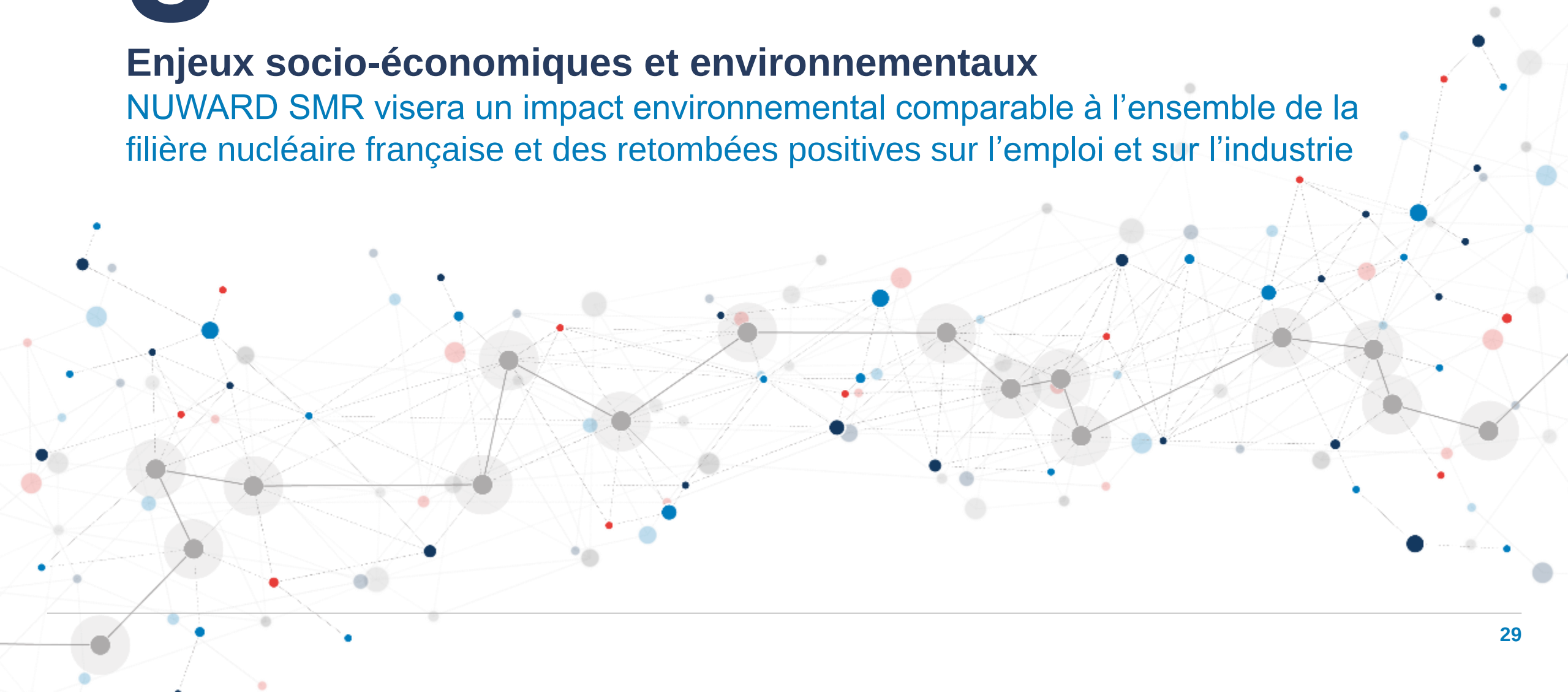
Points d'attention pour l'hybridation avec l'électrolyse

- L'électrolyse **LTE ne consomme que de l'électricité**, tandis que la HTE combinera consommation de chaleur et d'électricité pour atteindre un meilleur rendement.^[1]
- Actuellement en phase de démonstration technologique, l'électrolyse haute température **pourrait atteindre la maturité technique et commerciale vers 2030-2040**, ce qui serait compatible avec le déploiement de la série de NUWARD SMR.

3

Enjeux socio-économiques et environnementaux

NUWARD SMR visera un impact environnemental comparable à l'ensemble de la filière nucléaire française et des retombées positives sur l'emploi et sur l'industrie



Introduction: Méthodologie

Nous identifions les externalités environnementales et socio-économiques liées au développement d'une série de NUWARD SMR en France*

Externalités environnementales



Intensité carbone



Emissions polluantes
(NOx, SOx, PM...)



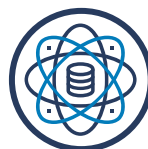
Utilisation des sols



Consommation d'eau



**Consommation
de ressources
minérales critiques**



Gestion des déchets



Cycle du combustible



Impact santé humaine

Externalités socio-économiques



Effets sur l'emploi



**Développement
industriel**



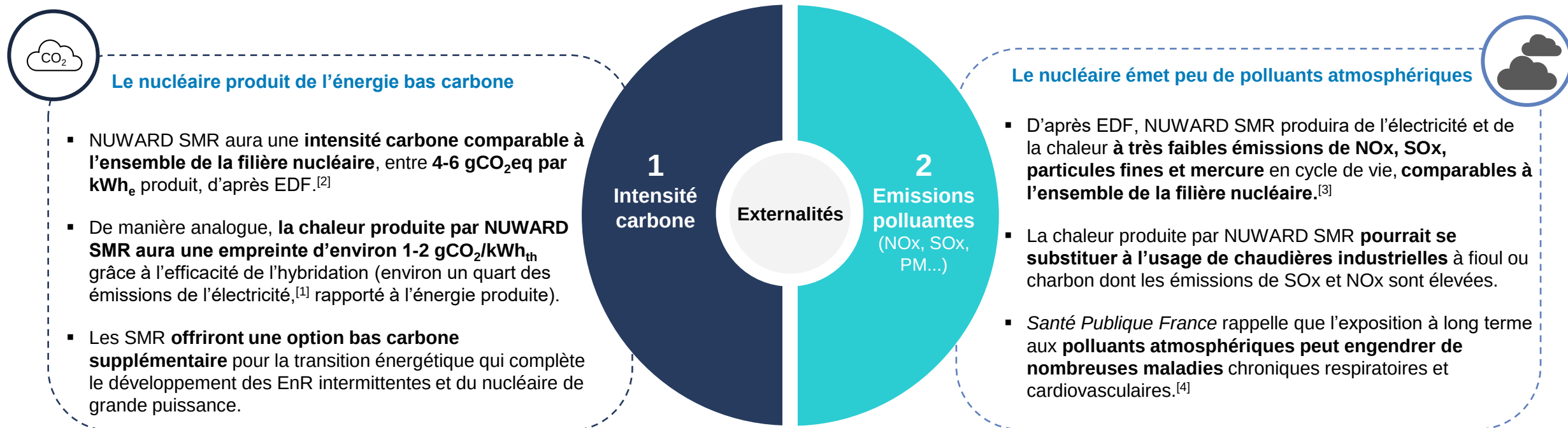
**Contribution à la
réindustrialisation**



**Opportunités pour
l'industrie du titane**

Impact environnemental – CO₂ et polluants atmosphériques

NUWARD SMR produira de l'électricité et de la chaleur bas carbone et à faibles émissions polluantes, en ligne avec l'ensemble de la filière nucléaire



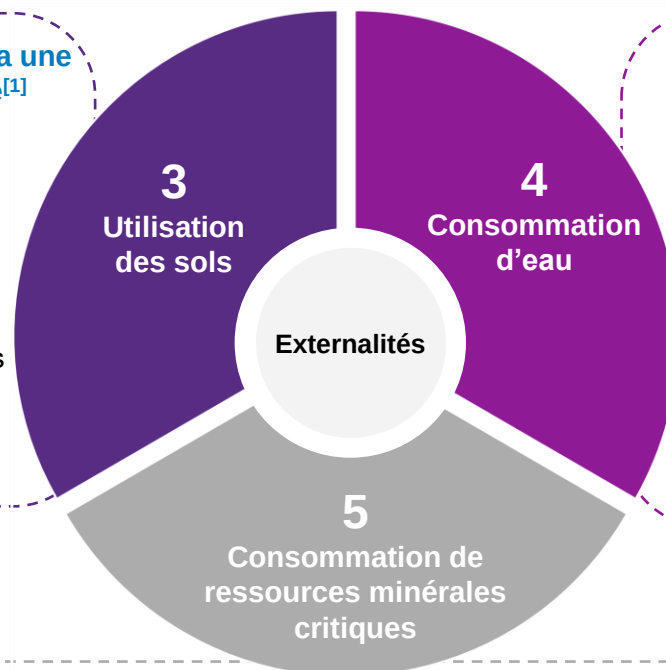
Impact environnemental – Empreinte sur les sols et les ressources

De par sa taille réduite, NUWARD SMR aura une emprise foncière, des besoins en eau de refroidissement et une consommation de ressources minérales critiques limités



En termes d'emprise foncière, NUWARD SMR visera une densité énergétique similaire à la grande puissance^[1]

- NUWARD SMR visera une haute densité énergétique, nécessitant **une surface au sol par unité d'énergie produite du même ordre de grandeur que le nucléaire grande puissance**,^[2] et contribuant à une pression limitée sur les écosystèmes terrestres.
- Ses dimensions favoriseraient l'implantation sur d'anciens sites thermiques démantelés ou près de sites industriels énergointensifs, **contribuant à un usage limité du foncier**.



Un design favorisant la résilience vis-à-vis des contraintes hydriques^[1]

- D'après EDF, un SMR prélèvera un débit **d'environ 0,5 m³/s, dont 0,2 m³/s sera consommée par évaporation**, en circuit fermé, et 0,3 m³/s seront restitués dans la source froide.*
- Ce niveau de consommation d'eau, ainsi que les autres configurations possibles (circuit ouvert) permettraient de la **flexibilité dans le choix de la localisation** et pourraient contribuer à la résilience face aux périodes sèches.
- S'agissant des rejets liquides, d'après EDF, NUWARD SMR aura un **impact environnemental similaire à celui de la filière nucléaire existante**.

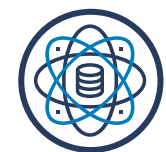


NUWARD SMR induira une consommation de ressources comparable à l'ensemble de la filière nucléaire^[1]

- En ligne avec les besoins de la filière nucléaire, la construction des **NUWARD SMR nécessitera des quantités significatives d'acier et titane**,^[1] métaux dont la chaîne d'approvisionnement n'est pas à fort risque de perturbation.^[3]
- D'après EDF, NUWARD SMR nécessitera des **quantités de matériaux critiques** (rapportées à l'énergie produite) **comparables à l'ensemble de la filière nucléaire française**,^[1] notamment de métaux sous tension tels que le cuivre, le nickel et des métaux rares.

Impact environnemental – Risques et gestion des déchets

D'après EDF, NUWARD SMR pourra s'appuyer sur l'expérience de la filière nucléaire française en matière de gestion des déchets, cycle du combustible et minimisation de l'impact radiologique*



Les déchets de NUWARD SMR subiront un traitement similaire à ceux du nucléaire existant*[3]

- Les typologies de déchets produits par NUWARD SMR seront **similaires à ceux des réacteurs en opération** en France.[1]
- NUWARD SMR pourra ainsi **s'appuyer sur l'expertise et les installations industrielles de la filière nucléaire française** en matière de gestion des déchets.
- D'après EDF, le système industriel actuel permet à tous les **déchets produits par le parc de réacteurs à eau pressurisée d'être pris en charge en sûreté** dans des installations dédiées.



Le cycle du combustible pour NUWARD SMR s'appuiera sur celui du nucléaire grande puissance*[2]

- D'après EDF, les combustibles utilisés par NUWARD SMR ne demanderont pas de changements significatifs dans les usines de traitement du combustible et pourront **profiter de la maîtrise du cycle de la filière nucléaire française**.
- NUWARD SMR aura **une gestion combustible en cœur d'environ deux ans** avec un changement de la moitié du cœur à chaque arrêt, selon EDF.
- La sécurité d'approvisionnement en uranium sera garantie de la même façon pour NUWARD SMR que pour le parc nucléaire grande puissance, d'après EDF.



NUWARD SMR visera les meilleurs standards de la filière nucléaire française en matière d'impact radiologique*

- **L'objectif de sûreté de NUWARD SMR sera le même que pour la grande puissance**, mais le chemin pour y parvenir est différent et pourrait conduire à une meilleure faisabilité sociétale.
- D'après EDF, NUWARD SMR visera les meilleurs **standards de la 3^{ème} génération**** en matière de sûreté et de protection radiologique.

* Les éléments concernant le design technique et la sûreté de la centrale nucléaire sont directement fondés sur des informations transmises par EDF.

** Les réacteurs nucléaires de « 3^{ème} Génération » intègrent des systèmes de sûreté, d'utilisation du combustible et de réduction des déchets au niveau des meilleurs standards.

Sources: [1] Données EDF [2] Ministère de la Transition Energétique [3] ASN

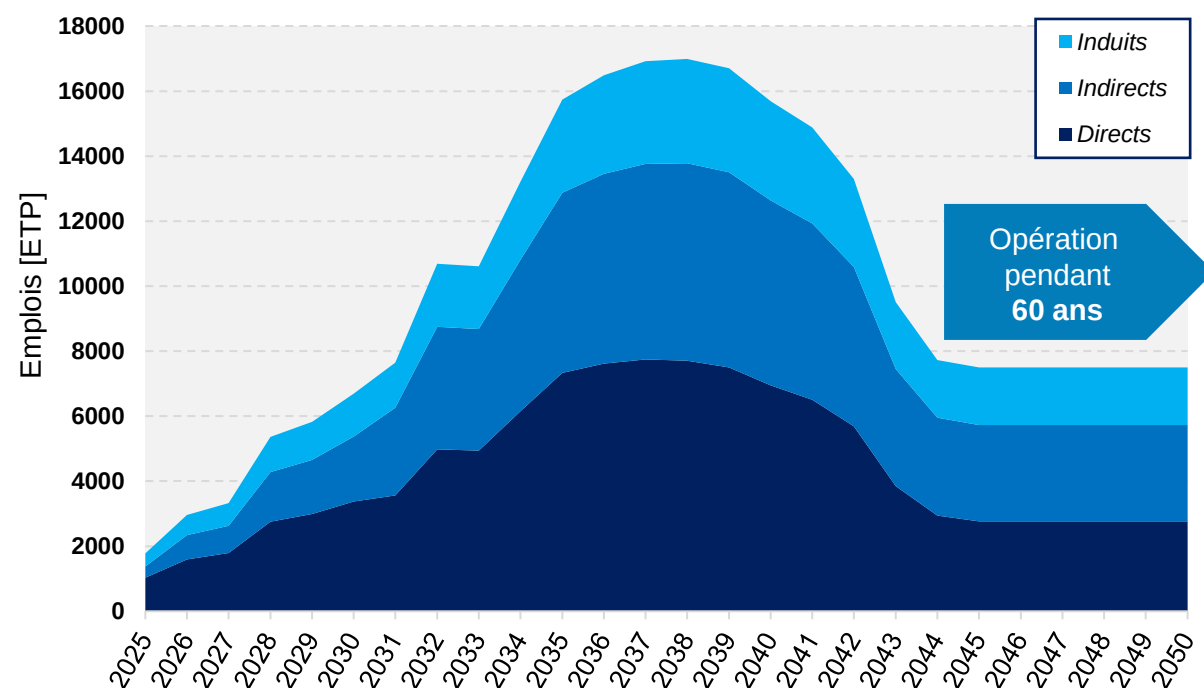
Impact socioéconomique – Effets sur l'emploi

Selon les données fournies par EDF, une série de NUWARD SMR pourrait créer environ 12 500 emplois par an en moyenne pendant la construction

Le projet NUWARD SMR pourrait générer environ 12 500 emplois par an pendant la durée de construction d'une série en France^[1]

- En supposant la mise en service d'une centrale NUWARD SMR par an de 2035 jusqu'en 2044 et à partir des données fournies par EDF sur les emplois générés dans les différentes années et phases développement d'une centrale, la construction d'une série de dix NUWARD SMR **mobiliserait environ 5 500 personnes (ETP*) par an** en moyenne de 2030 à 2045 au sein du Groupe EDF.
- De plus, la construction d'une série de SMR **créerait de l'emploi auprès des fournisseurs d'EDF** (appelés emplois *indirects*), et l'ensemble des emplois directs et indirects auront un **effet sur la consommation menant à la création d'emplois induits**.
- A partir des données EDF pour le plan Nouveau Nucléaire Français et de l'étude Emplois SMR de la R&D EDF, l'ensemble de **ces emplois représenterait environ 7 000 personnes (ETP) par an** en moyenne de 2030 jusqu'à 2045, pour un total d'environ 12 500 emplois par an créés par le projet NUWARD SMR.
- L'opération d'une série de NUWARD SMR **créerait des emplois stables pendant les 60 ans** de durée de vie opérationnelle de ces centrales, avec **environ 7 500 personnes employées (ETP) par an** au total, comprenant emplois directs, indirects et induits.

Estimation des emplois par an créés par une série de 10 SMR en France^[1]



Impact socioéconomique – Effets sur l'industrie

Une série de NUWARD SMR aura des retombées économiques et industrielles positives pour la France et les territoires, d'après EDF



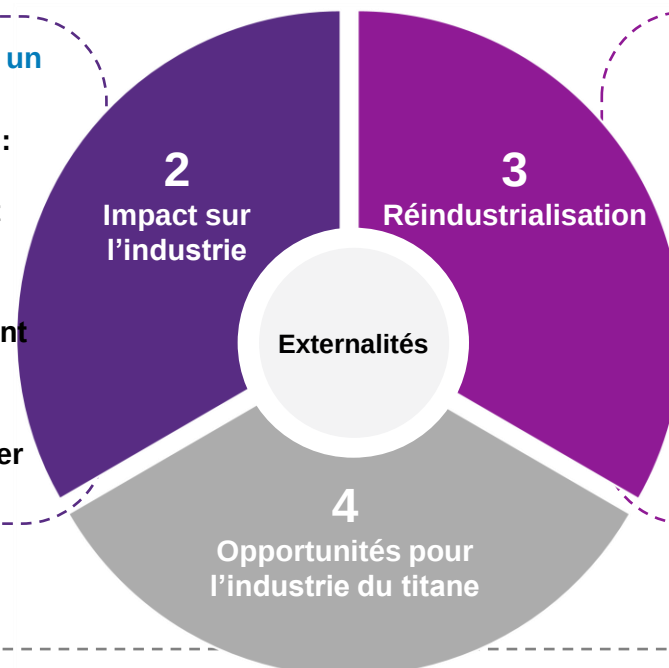
Le design modulaire de NUWARD SMR pourrait être un atout industriel pour le tissu économique français

- NUWARD SMR sera basé sur un **design modulaire**^[1] : des parties importantes de la centrale pourront être assemblées en usine plutôt que sur site, ce qui **pourrait permettre de réduire les temps de construction**.
- Le développement d'une série de NUWARD SMR permettrait **d'assurer une visibilité sur l'investissement industriel** et sur la pérennité des emplois.
- L'usine NUWARD SMR contribuerait à **dynamiser le tissu industriel au niveau régional**, ainsi qu'à **renforcer la souveraineté industrielle** européenne, d'après EDF.



NUWARD SMR pourrait contribuer à la **réindustrialisation**

- D'après EDF, une partie importante de la **chaîne d'approvisionnement NUWARD SMR** pour la construction d'une série de SMR sera **située en France**, contribuant ainsi aux **efforts de réindustrialisation décarbonée du pays**.
- NUWARD SMR pourrait produire de la chaleur décarbonée par hybridation et à coût compétitif d'après EDF, ce qui permettrait le développement de **nouvelles industries exploitant une chaleur décarbonée compétitive** et créant des **opportunités d'adaptation des procédés industriels** (y compris par la production d'H₂).



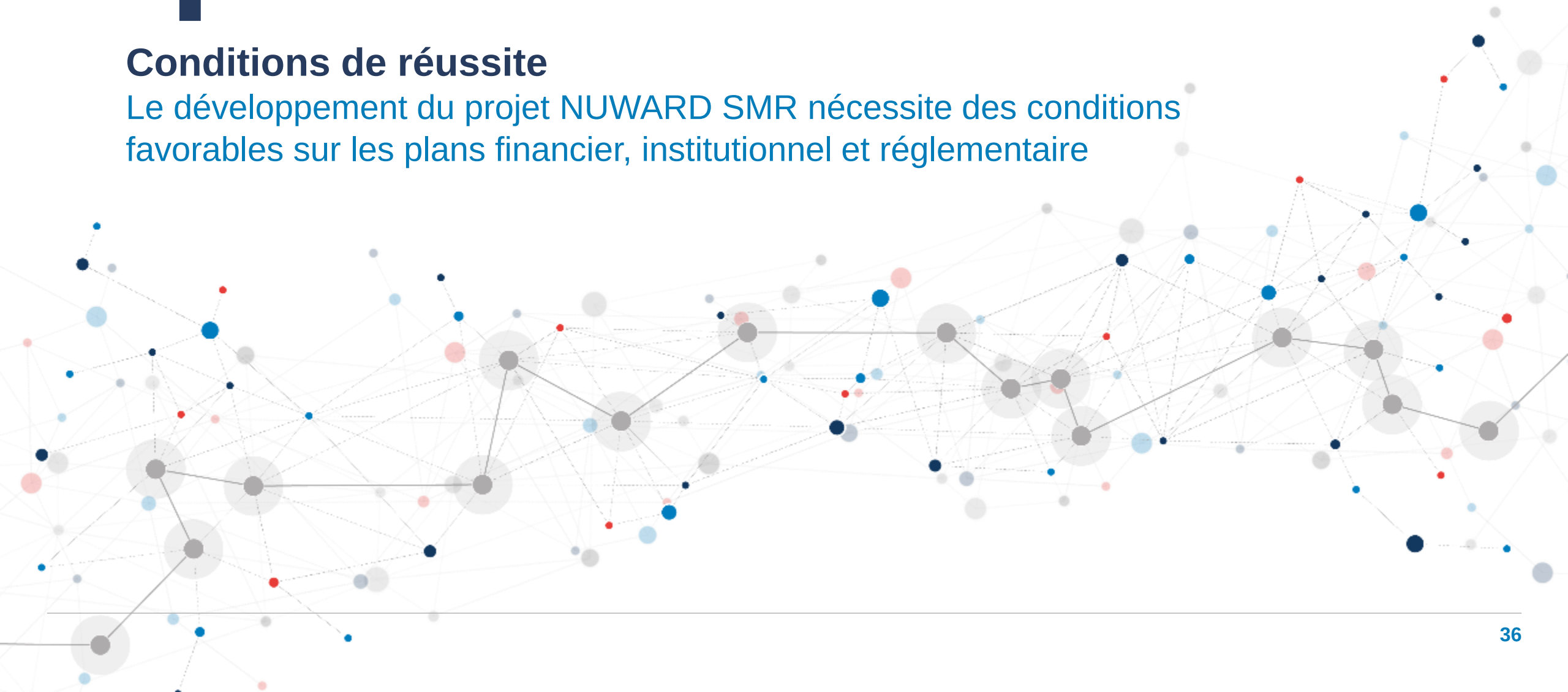
NUWARD SMR contribuerait à la **consolidation d'une chaîne de valeur du titane**

- Le **design novateur du générateur de vapeur de NUWARD SMR** nécessitera environ 200 tonnes de titane par centrale d'après EDF.
- D'après le CESE et la *Royal Society of Chemistry*, le titane est un **métal stratégique mais abondant, avec des usages industriels en essor**, et dont la chaîne d'approvisionnement n'est pas à fort risque de perturbation en France et en Europe.^[2] NUWARD SMR pourra contribuer à la **consolidation de la filière industrielle du titane en France** couvrant l'ensemble du cycle de vie, et valorisant les synergies avec l'industrie aérospatiale notamment.^[3]

4

Conditions de réussite

Le développement du projet NUWARD SMR nécessite des conditions favorables sur les plans financier, institutionnel et réglementaire



Conditions de réussite de **nuward** SMR

Le développement du savoir-faire de l'industrie nucléaire, un cadre réglementaire adapté et des politiques publiques ambitieuses seront nécessaires pour assurer le développement de NUWARD SMR



Valorisation et développement des compétences et du savoir-faire industriel

- Renforcer les moyens **pour la recherche et le développement dans le nucléaire de pointe.**^[1]
- Développer la **formation dans les compétences clés de la construction nucléaire**, notamment la soudure et la chaudronnerie,^[2] afin d'optimiser le rythme de déploiement et la création d'emplois à haute valeur ajoutée.
- **Développer le savoir-faire industriel** sur la modularisation et sur la manufacture de composants complexes en titane, **s'appuyant sur des synergies** avec les autres filières industrielles, dont l'aérospatiale.^[3]



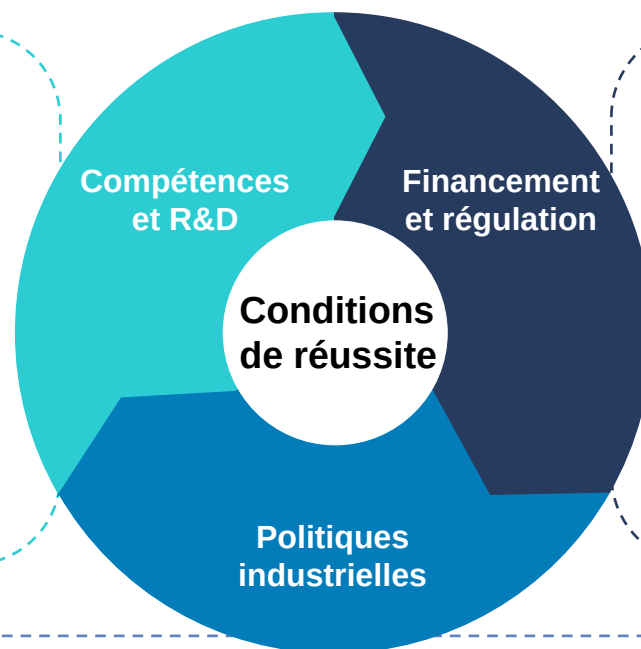
Politiques publiques favorisant le développement industriel et la réindustrialisation française et européenne

- Lancer une **stratégie industrielle spécifique au NUWARD SMR** pour anticiper la mise en place de la chaîne de valeur.
- Partager les opportunités offertes par la chaleur bas carbone et NUWARD SMR **avec les acteurs du territoire**, en lien avec leurs projets de développement.
- Consolider une **chaîne de valeur du titane** en France, compte tenu de son importance pour des produits de haute technologie.
- Développer un **dispositif d'accompagnement public sur la promotion commerciale à l'international** de NUWARD SMR.



Cadre réglementaire fournissant une prévisibilité de long terme adaptée aux grands projets nucléaires

- Considérer les **opportunités offertes par la chaleur décarbonée** dans la programmation énergétique.
- Faciliter la **création de nouveaux sites**, ainsi que la réutilisation d'anciens sites thermiques et industriels afin d'accélérer le déploiement.
- Disposer de **conditions contractuelles et financières adaptées** articulant les conditions futures de marché et les mécanismes réglementaires.



Clause de non-responsabilité

Cette présentation a été préparée par la société FTI France SAS sous le nom de Compass Lexecon (« Compass Lexecon ») à l'attention d'EDF, conformément à l'acte d'engagement signé avec EDF (le « Contrat »).

Compass Lexecon décline toute responsabilité et rejette toute obligation de diligence envers quiconque (à l'exception d'EDF aux termes du Contrat) pour le contenu de la présentation. En conséquence, Compass Lexecon rejette toute responsabilité pour toutes conséquences résultant du fait qu'une personne (autre qu'EDF sur la base ci-dessus) aurait agi, ou se serait abstenue d'agir, en se fondant sur cette présentation, ou de décisions prises ou non prises au titre de cette présentation.

Cette présentation contient des informations obtenues ou provenant de diverses sources. Compass Lexecon n'accepte aucune responsabilité concernant la vérification ou l'établissement de la fiabilité de ces sources, ni concernant la vérification des informations ainsi fournies.

Compass Lexecon ne fait aucune déclaration, ni ne donne aucune garantie, expresse ou tacite, d'aucune sorte à quiconque (à l'exception d'EDF aux termes du Contrat) quant à l'exactitude ou l'exhaustivité de la présentation.

Cette présentation est rédigée sur la base des informations dont Compass Lexecon dispose à la date de sa rédaction. Il ne tient pas compte des informations nouvelles éventuelles qui auraient pu être portées à notre connaissance après la date de la présentation. Nous ne sommes aucunement tenus de mettre à jour la présentation, ni d'informer un destinataire de la présentation de ces nouvelles informations.

Tous droits d'auteur et autres droits de propriété intellectuelle sur la présentation demeurent la propriété de Compass Lexecon. Tous droits sont réservés.

Avis relatif aux Droits d'Auteur

© 2023 FTI France SAS. Tous droits réservés.

CONTACTS

Fabien Roques

Energy Practice - Executive Vice President

FRoques@compasslexecon.com

Florian Bourcier

Energy Practice – Senior Economist

FBourcier@compasslexecon.com

Julio Quintela Casal

Energy Practice - Economist

JQuintela@compasslexecon.com

Berlin

Kurfürstendamm 217
Berlin, 10719

Brussels

23 Square de Meeûs
Brussels, 1000

Copenhagen

Bredgade 6
Copenhagen, 1260

Düsseldorf

Kö-Bogen
Königsallee 2B
Düsseldorf, 40212

Helsinki

Unioninkatu 30
Helsinki, 00100

London

5 Aldermanbury Square
London, EC2V 7HR

Madrid

Paseo de la Castellana 7
Madrid, 28046

Milan

Via San Raffaele 1
Milan, 20121

Paris

22 Place de la Madeleine
Paris, 75008

Singapore

8 Marina View
Asia Square Tower 1
Singapore, 018960