

CONSTRUIRE LES TRAJECTOIRES DE DÉCARBONATION DE L'EUROPE

LE SCÉNARIO D'ENGIE



12 JUIN 2023

NOS 5 CONVICTIONS

1 Actionner tous les leviers possibles de la décarbonation

-4 % / an émissions

pour concrétiser le « Net zéro émissions »
en moins de 30 ans

2 Allier l'électron et la molécule pour réussir la transition

450 TWh Gaz bas carbone

pour atteindre « Fit for 55 » d'ici 2030

3 Développer massivement les énergies renouvelables électriques

+80 %

Demande d'électricité **en Europe** d'ici 2050

x6

Production d'électricité à partir de l'énergie solaire
et éolienne

4 Anticiper dès maintenant les besoins de flexibilité

~ x4

Besoins en capacités de flexibilité **d'ici 2050**

5 Sobriété et efficacité énergétiques sont compatibles avec la croissance

34 %

Réduction de la demande énergétique d'ici 2050

SOMMAIRE

- 1** Notre approche
- 2** Une trajectoire Net Zéro Carbone pour l'Europe
- 3** Tous les leviers sont nécessaires à la décarbonation
 - 3.1** Les défis d'une électrification massive
 - 3.2** Le rôle clé des gaz décarbonés
 - 3.3** L'importance majeure des infrastructures
- 4** Conclusions & recommandations



SOMMAIRE

- 1 Notre approche
- 2 Une trajectoire Net Zéro Carbone pour l'Europe
- 3 Tous les leviers sont nécessaires à la décarbonation
 - 3.1 Les défis d'une électrification massive
 - 3.2 Le rôle clé des gaz décarbonés
 - 3.3 L'importance majeure des infrastructures
- 4 Conclusions & recommandations



UNE ANALYSE ISSUE D'UNE EXPÉRIENCE GLOBALE

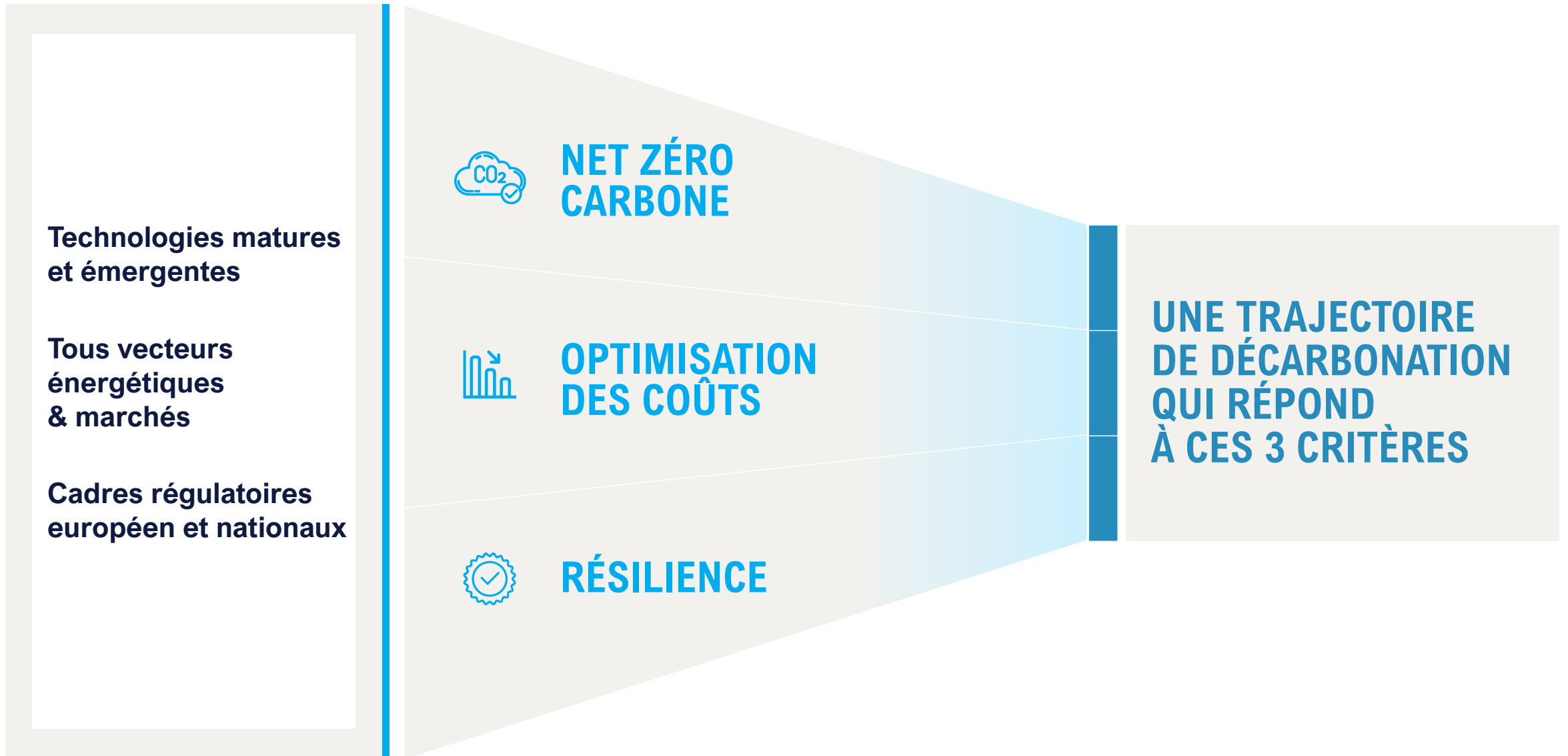
TOUS LES LEVIERS DE LA DÉCARBONATION



UNE EMPREINTE INTERNATIONALE



UNE APPROCHE PRAGMATIQUE DE LA DÉCARBONATION



UNE MÉTHODOLOGIE ROBUSTE



Une vision européenne

- Modéliser **15 pays européens**, dont les systèmes énergétiques sont fortement interconnectés



Un modèle intégrant une pluralité de vecteurs énergétiques

- S'appuyer sur les **interactions entre l'électricité, le méthane, l'hydrogène, les e-molécules et la chaleur**
- Modéliser avec une **granularité horaire** pour garantir les critères de fiabilité et de résilience



Une approche réaliste sur les choix techno-économiques

- S'appuyer sur des **technologies bas-carbone matures** (ex. : sans considérer l'énergie marine et la fusion nucléaire)
- Intégrer des **facteurs sociétaux** (ex. : limite du déploiement sur la capture et sur le stockage de carbone)
- Utiliser des **études et des benchmarks externes de référence** pour les sujets hors de notre champ d'expertise, ex. agriculture, foresterie (Commission Européenne, ADEME, etc.)

SOMMAIRE

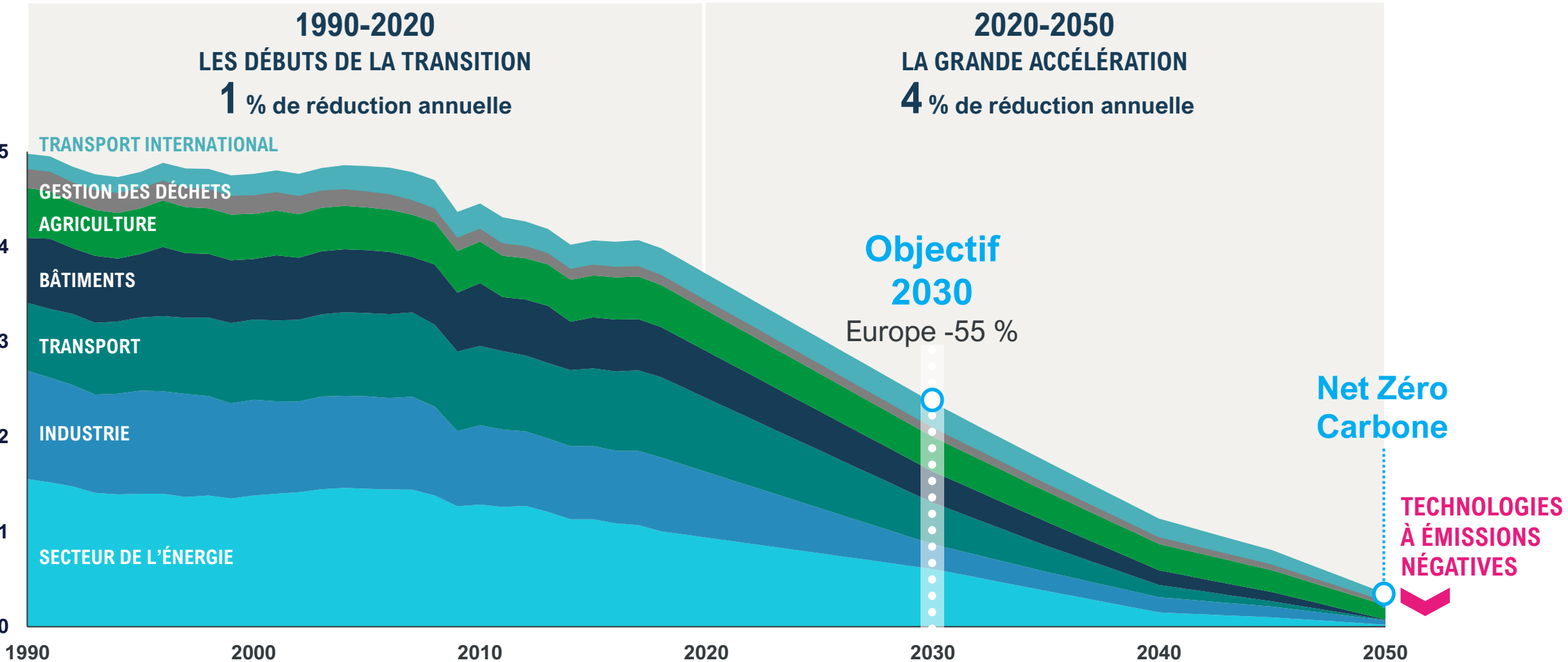
- 1 Notre approche
- 2 Une trajectoire Net Zéro Carbone pour l'Europe
- 3 Tous les leviers sont nécessaires à la décarbonation
 - 3.1 Les défis d'une électrification massive
 - 3.2 Le rôle clé des gaz décarbonés
 - 3.3 L'importance majeure des infrastructures
- 4 Conclusions & recommandations





UNE INTENSIFICATION DES EFFORTS DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS INDISPENSABLE

Projections des émissions de gaz à effet de serre
CO₂e, Gt / an

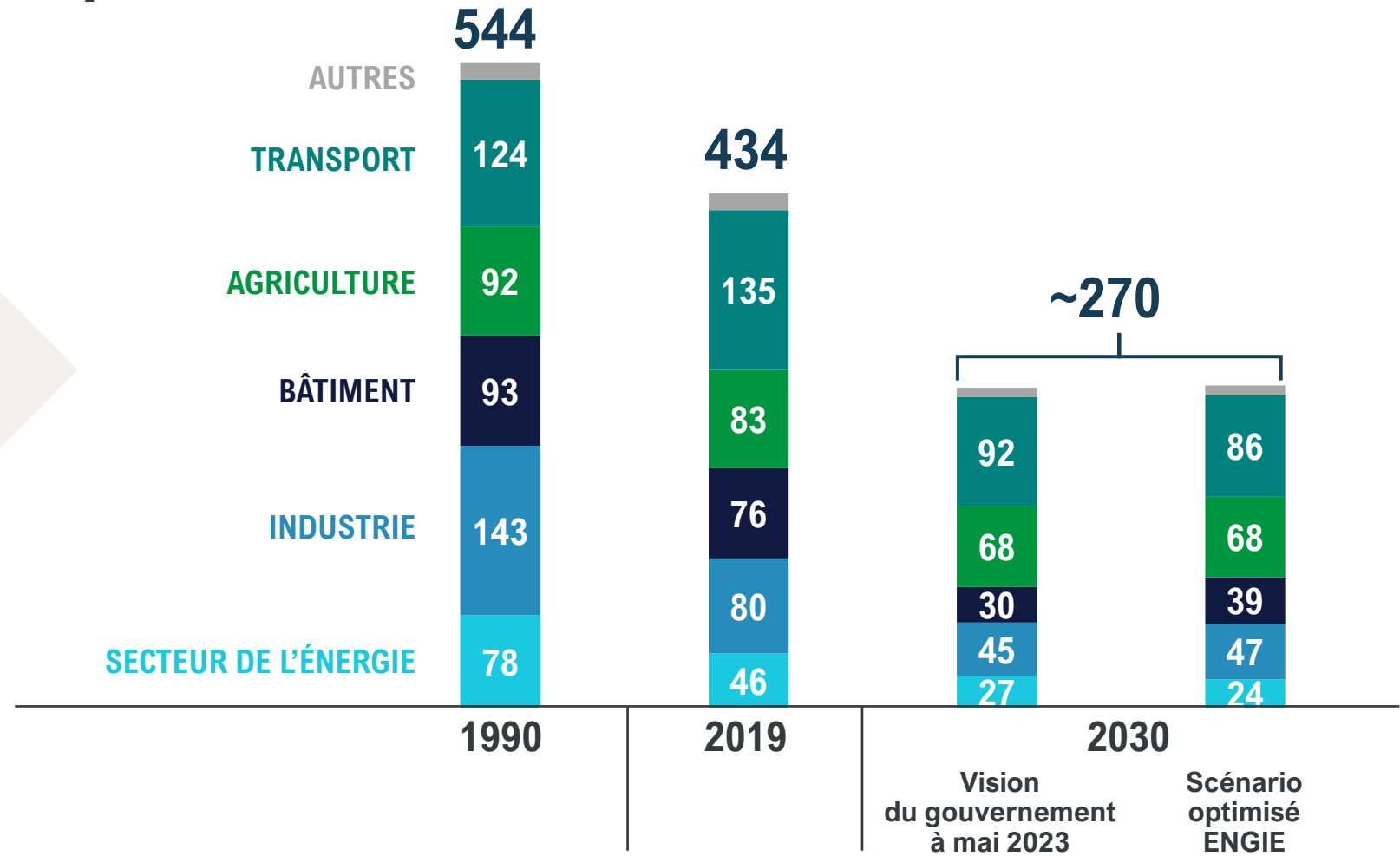


DIFFÉRENTS CHEMINS POSSIBLES POUR ATTEINDRE L'OBJECTIF DE FIT-FOR-55



**NOTRE APPROCHE
OPTIMISE LES COÛTS
en conservant
les mêmes objectifs
de baisse d'émissions
de CO₂**

Projections des émissions de gaz à effet de serre
Mt CO₂e, 2030



SOMMAIRE

- 1 Notre approche
- 2 Une trajectoire Net Zéro Carbone pour l'Europe
- 3 Tous les leviers sont nécessaires à la décarbonation**
 - 3.1 Les défis d'une électrification massive
 - 3.2 Le rôle clé des gaz décarbonés
 - 3.3 L'importance majeure des infrastructures
- 4 Conclusions & recommandations



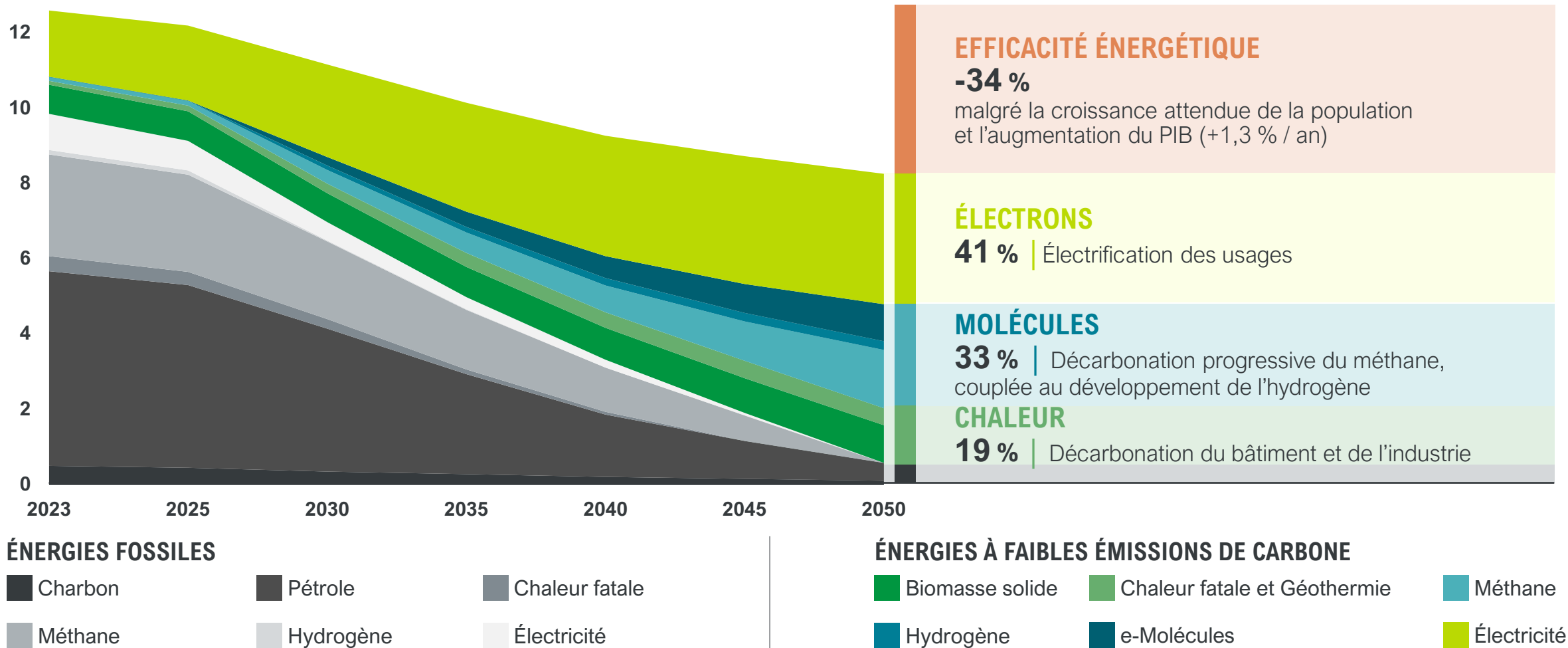


TOUS LES LEVIERS SONT NÉCESSAIRES À LA DÉCARBONATION

Mix énergétique final

Milliers de TWh

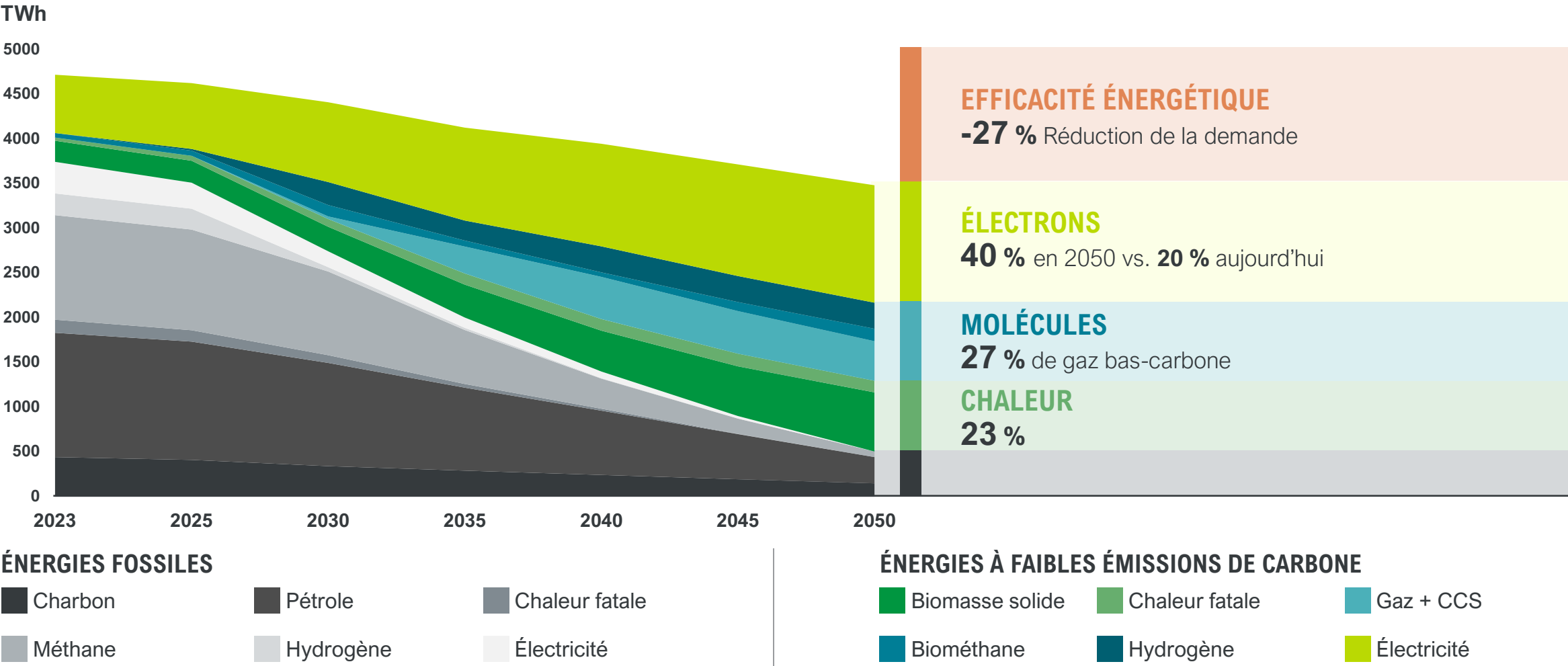
14





INDUSTRIE : L'ÉLECTRIFICATION ET LES GAZ DÉCARBONÉS, MOTEURS DE LA TRANSITION

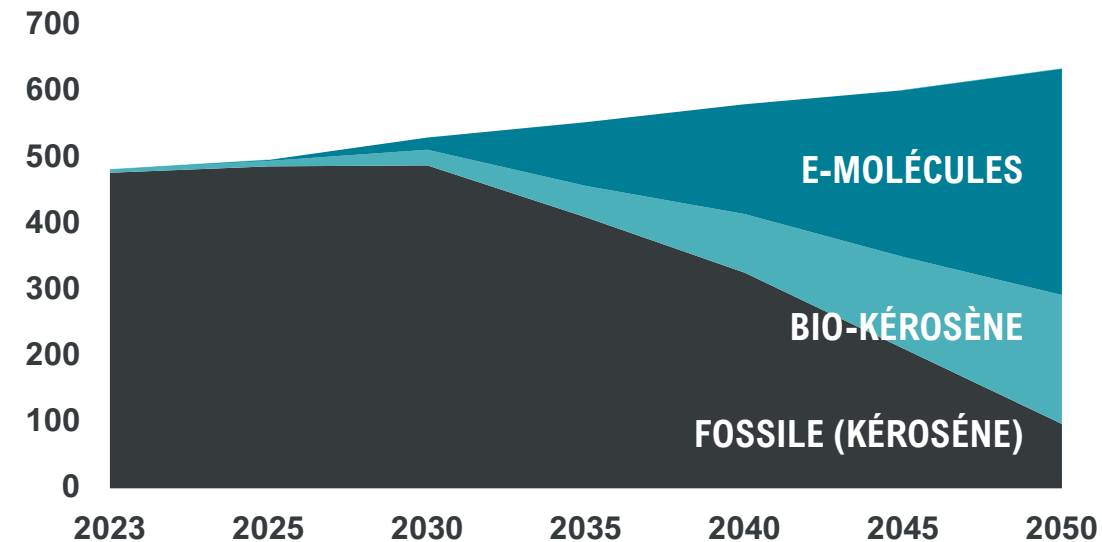
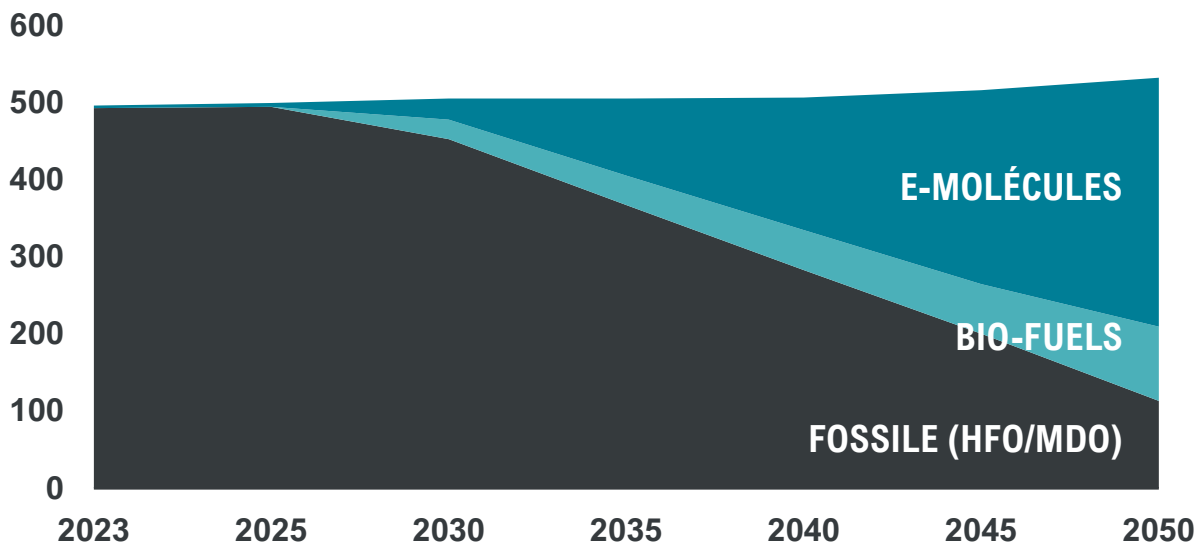
Mix énergétique final du secteur industriel



TRANSPORT MARITIME ET AVIATION : LES MOLÉCULES VERTES, PRINCIPAL VECTEUR DE LA DÉCARBONATION

Mix énergétique final

TWh



OBJECTIF DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE 80 % ATTEINT GRÂCE

- aux e-molécules dérivées de l'hydrogène faiblement carboné
- au bio-GNL et au bio-diesel pour le Transport maritime
- au bio-kérosène pour l'Aviation

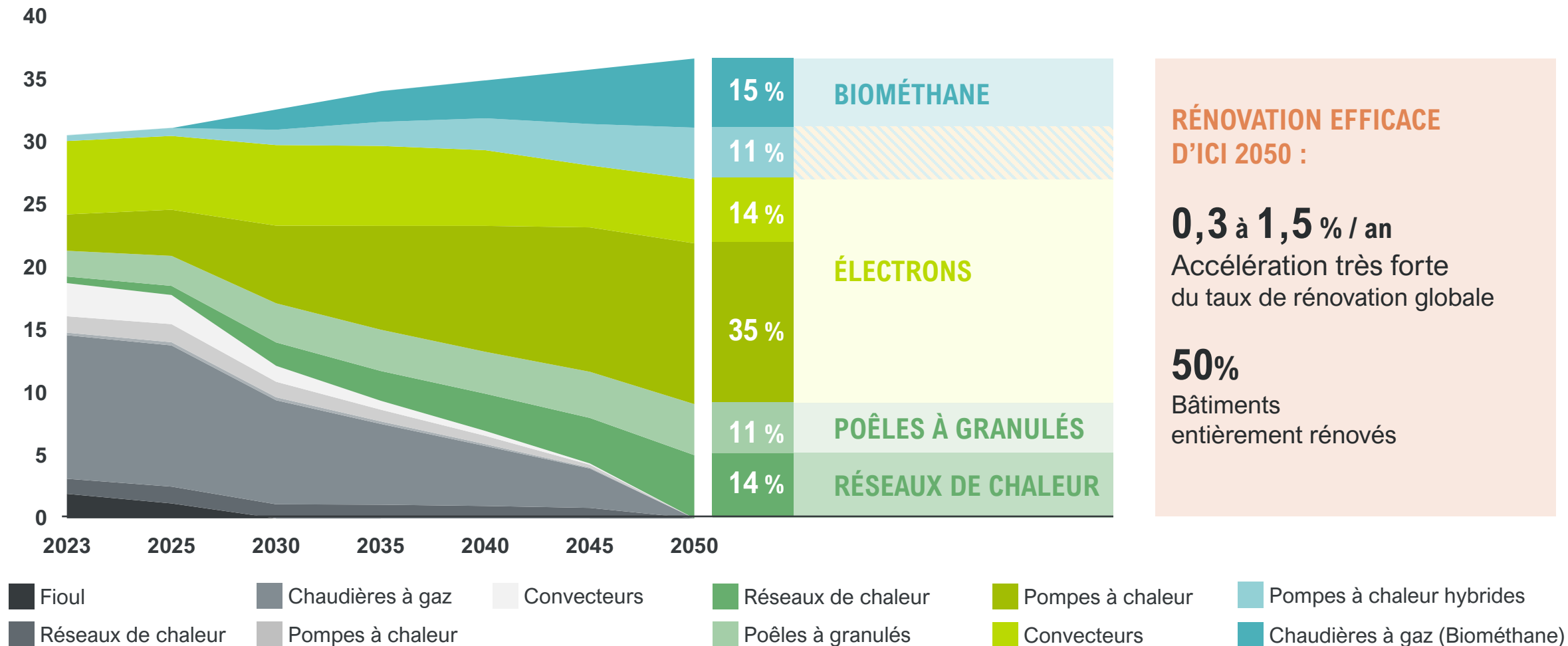
HFO: Heavy Fuel Oil,
MDO: Maritime Diesel Oil

BÂTIMENTS : LA NÉCESSITÉ D'UNE PLURALITÉ DE SOLUTIONS



Ménages français | Solutions de chauffage

Millions



BÂTIMENTS : LES POMPES À CHALEUR (PAC) HYBRIDES NÉCESSAIRES À LA RÉSILIENCE DU SYSTÈME ET À LA RÉDUCTION DES COÛTS



STRESS TEST

Pas d'installation de PAC hybrides

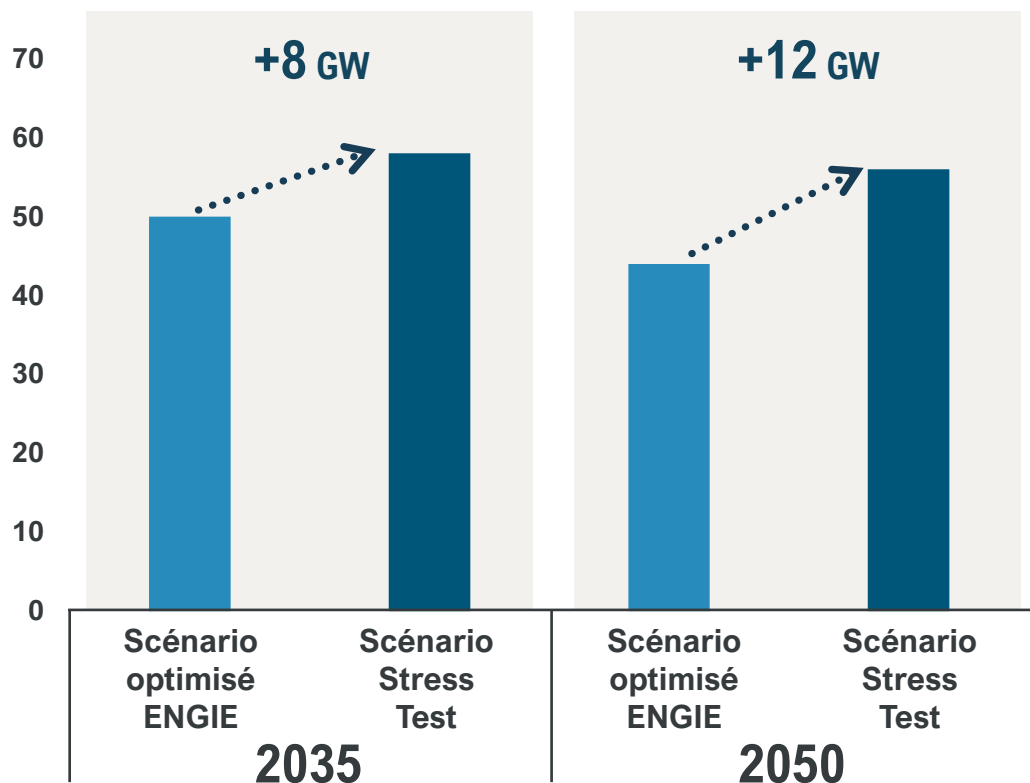
Remplacées à :

- 80 % par des PAC
- 20 % par des convecteurs



IMPLICATIONS

Contribution du chauffage à la pointe électrique
GW



+2,7 Mds€ / an

SOMMAIRE

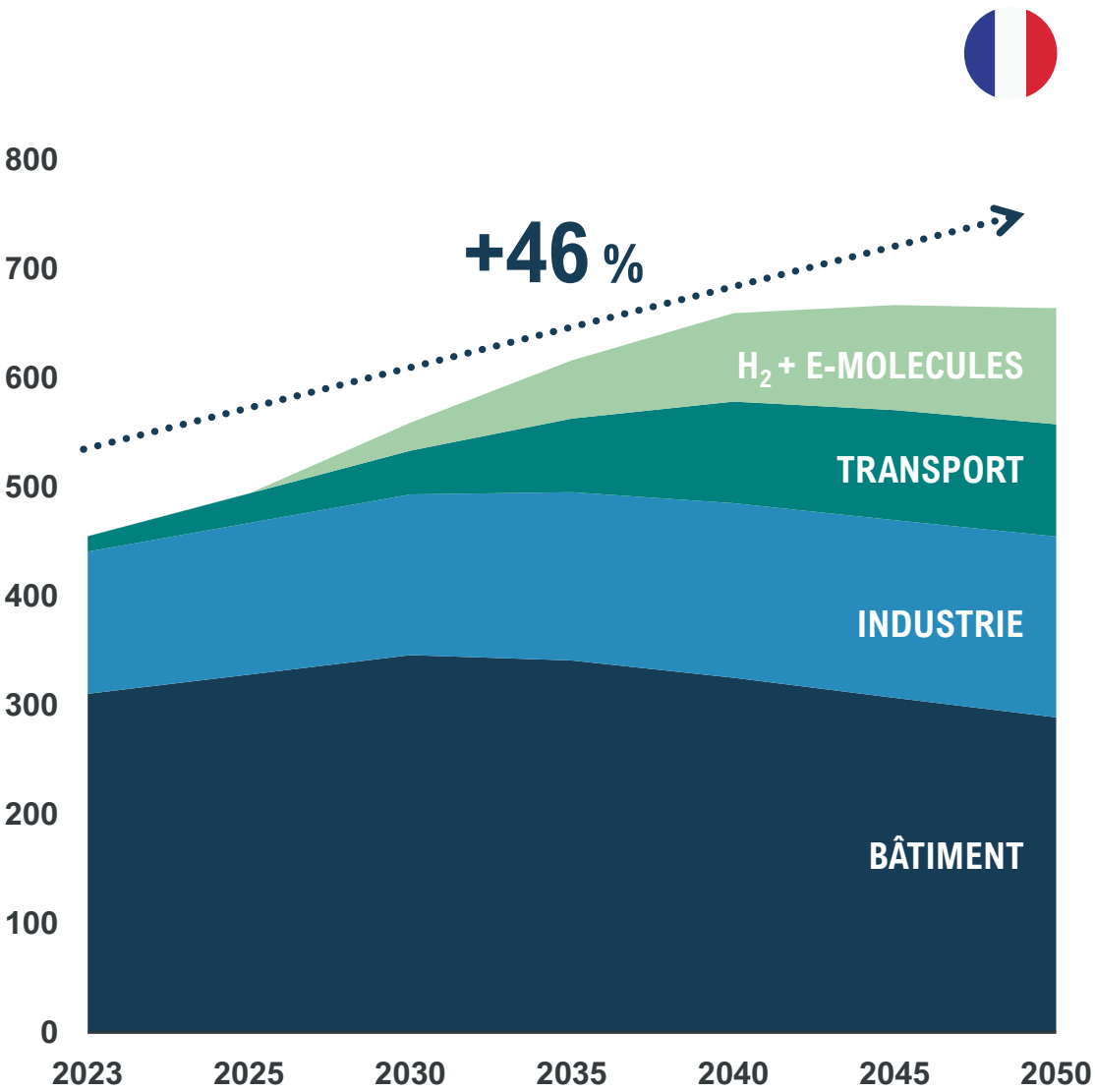
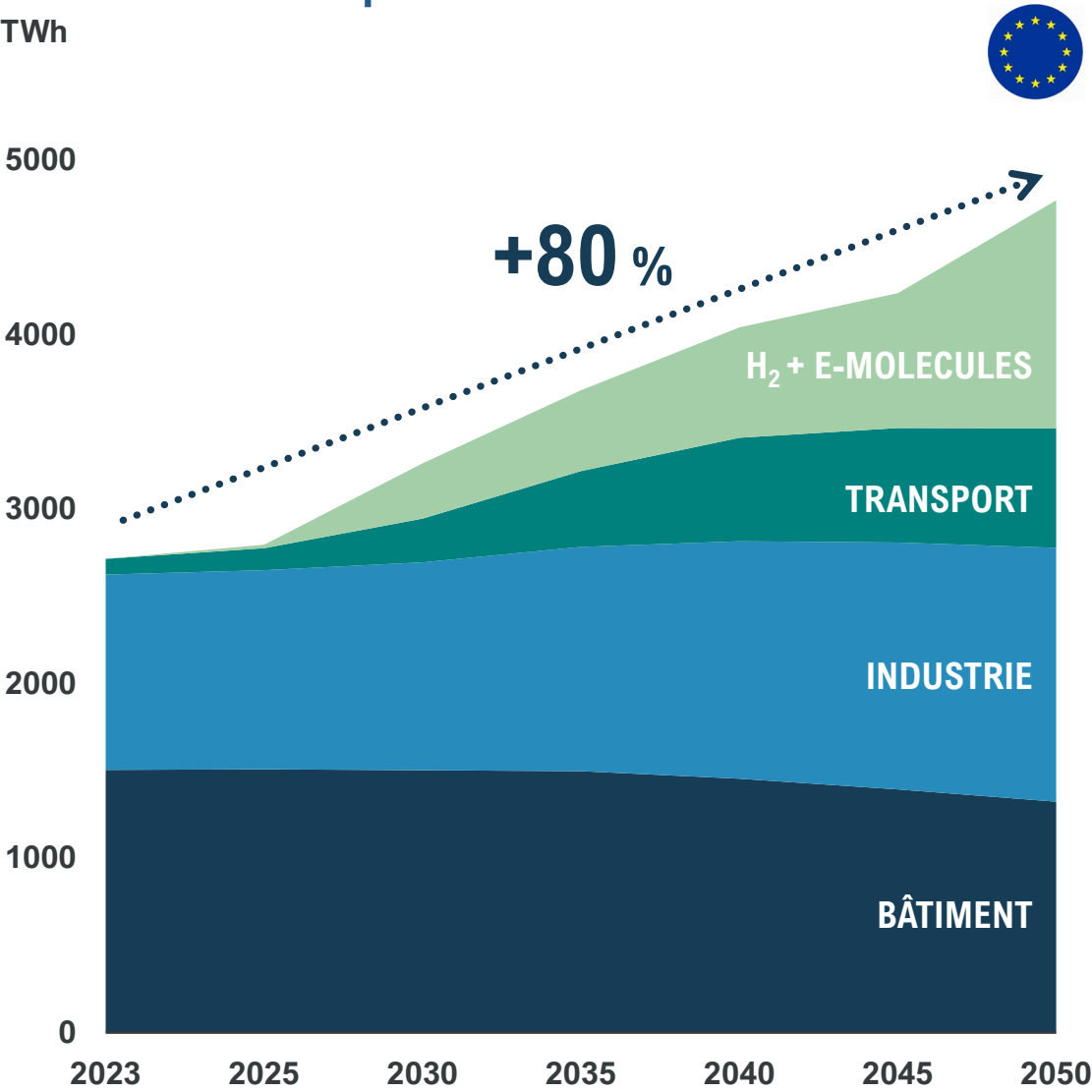
- 1 Notre approche
- 2 Une trajectoire Net Zéro Carbone pour l'Europe
- 3 Tous les leviers sont nécessaires à la décarbonation**
 - 3.1 Les défis d'une électrification massive**
 - 3.2 Le rôle clé des gaz décarbonés
 - 3.3 L'importance majeure des infrastructures
- 4 Conclusions & recommandations



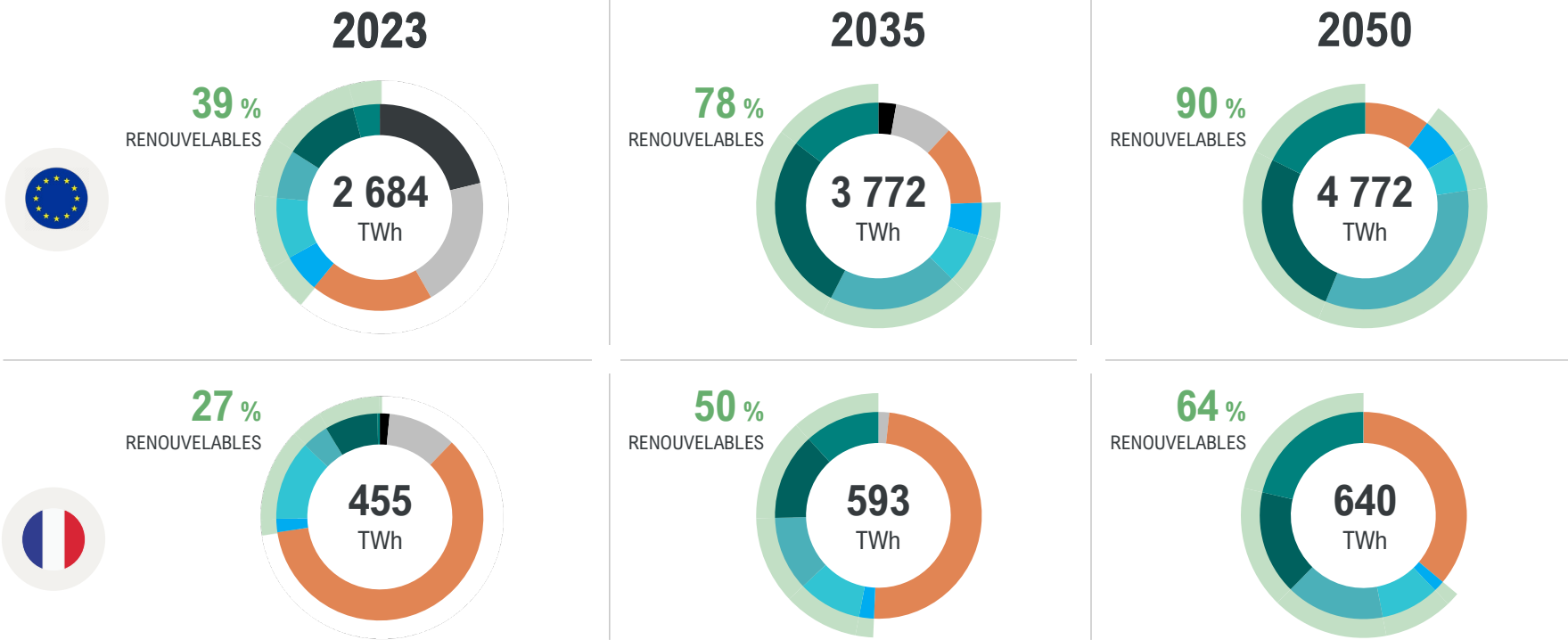
UNE CROISSANCE FORTE DE LA DEMANDE EN ÉLECTRICITÉ D'ICI À 2050

Demande électrique

TWh



UN DÉVELOPPEMENT MASSIF DE LA PRODUCTION ÉLECTRIQUE RENOUVELABLE



ÉNERGIES FOSSILES

- Charbon, Lignite & Pétrole
- Gaz fossiles

ÉNERGIES À FAIBLES ÉMISSIONS DE CARBONE

- Nucléaire
- Thermique décarboné
- Hydraulique
- Solaire
- Éolien terrestre
- Éolien en mer



Production
solaire et éolien

x6

d'ici à 2050



RENOUVELABLES : UNE ACCÉLÉRATION INCONTOURNABLE POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS CLIMATIQUES ET LIMITER LES COÛTS



STRESS TEST

Retard de 5 ans

dans le développement
du solaire, de l'éolien
et du réseau associé



IMPLICATIONS



**Non atteinte des objectifs
« Fit-for-55 »**



+3 Gt CO₂



+4 Mds€ / an jusqu'en 2050

LA CROISSANCE DES ENR, UNE ASSURANCE FACE AUX DÉFIS DU NUCLÉAIRE EN FRANCE



STRESS TEST

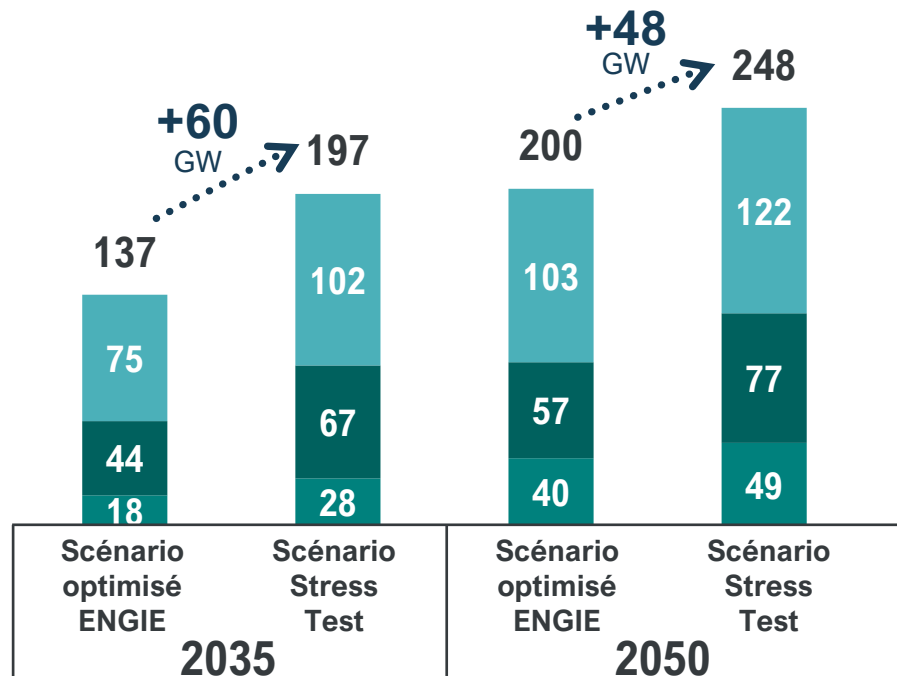
Faible disponibilité
du nucléaire historique

Retard de 5 ans
dans la construction
des nouveaux EPRs
(10 EPRs en 2050)

IMPLICATIONS

Perspectives de développement des renouvelables GW

■ Éolien en mer ■ Éolien terrestre ■ Solaire



Les énergies renouvelables
additionnelles **garantissent**
l'atteinte des objectifs
climatiques

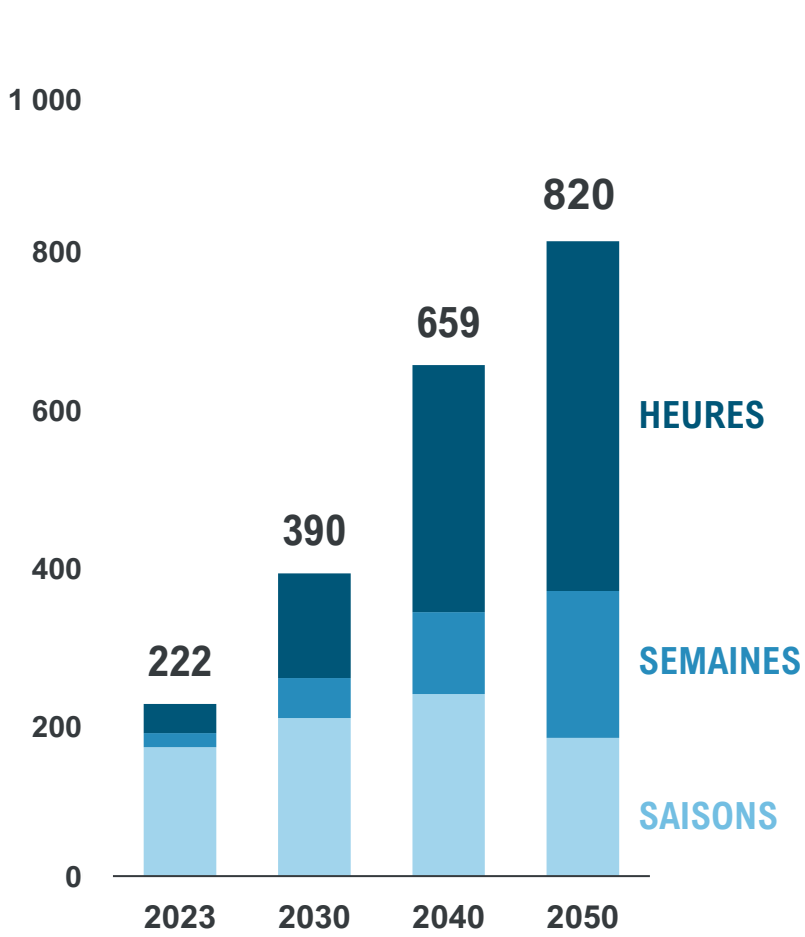
DANS LE CAS OÙ LES DIFFICULTÉS
SUR LE NUCLÉAIRE NE SE
MATÉRIALISENT PAS

- Coûts additionnels limités : **2 Mds€ / an**, qui couvrent l'assurance du nucléaire
- Émissions évitées additionnelles : **320 Mt CO₂e**
- Possibilité d'**accélérer sur la décarbonation** de l'hydrogène et des molécules



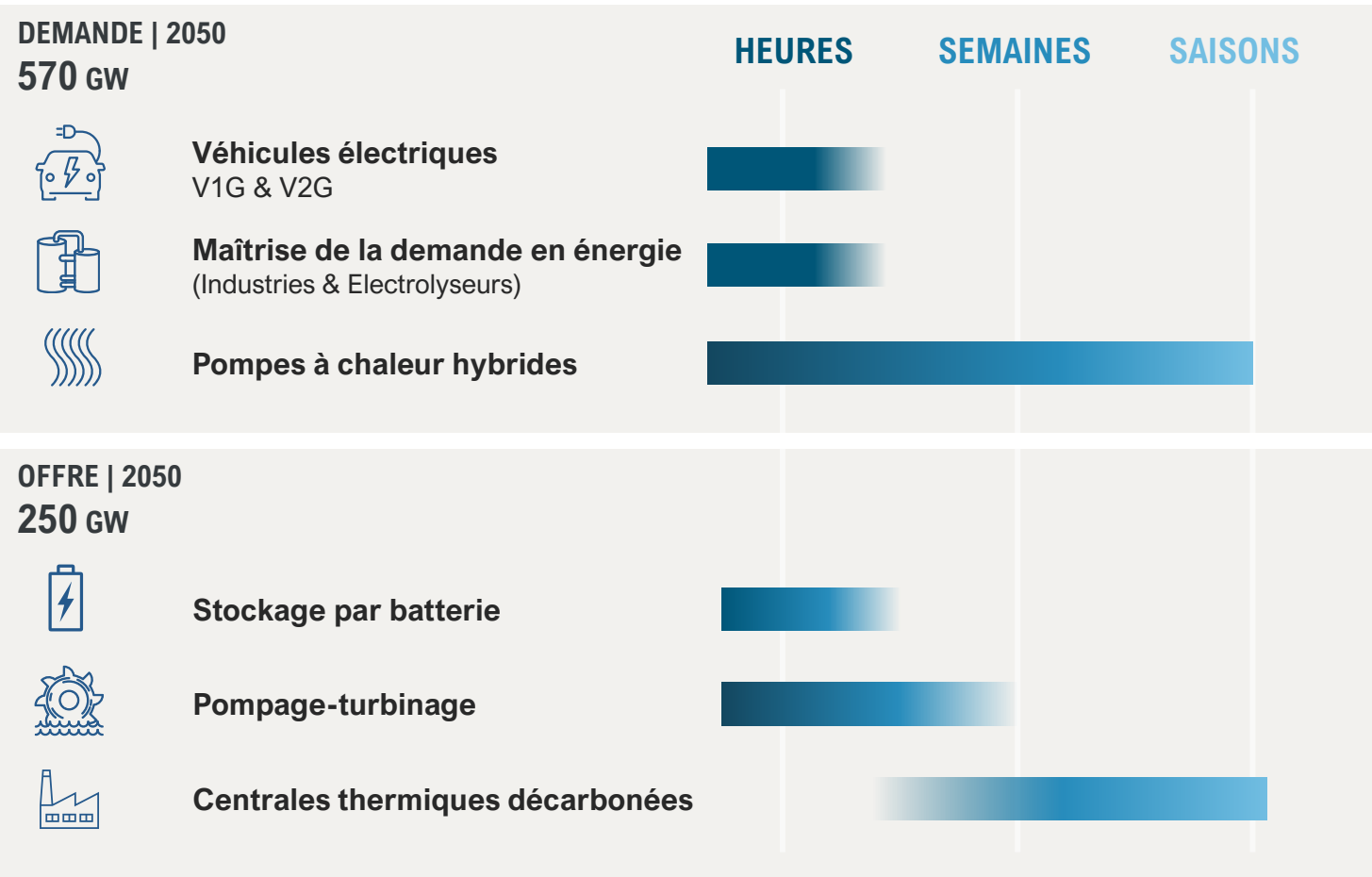
LES LEVIERS DE FLEXIBILITÉ, UN PRÉREQUIS ESSENTIEL AU DÉVELOPPEMENT DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Capacités flexibles GW



Technologies de flexibilité

Différentes technologies pour répondre à des besoins spécifiques



DES CENTRALES THERMIQUES DÉCARBONÉES NÉCESSAIRES À LA FLEXIBILITÉ SAISONNIÈRE



STRESS TEST

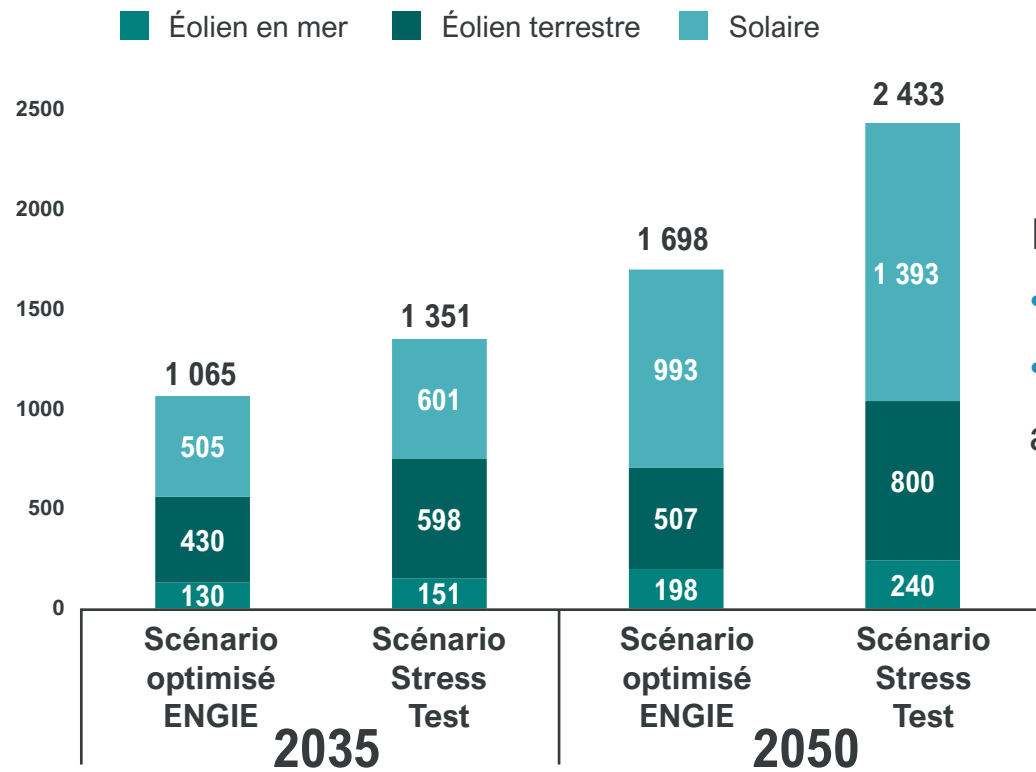
Pas de développement
additionnel du thermique
décarboné (105 GW)



IMPLICATIONS

Énergies Renouvelables

GW



Nécessité d'installer

- **+700 GW de renouvelables**
- **+200 GW de batteries** additionnels

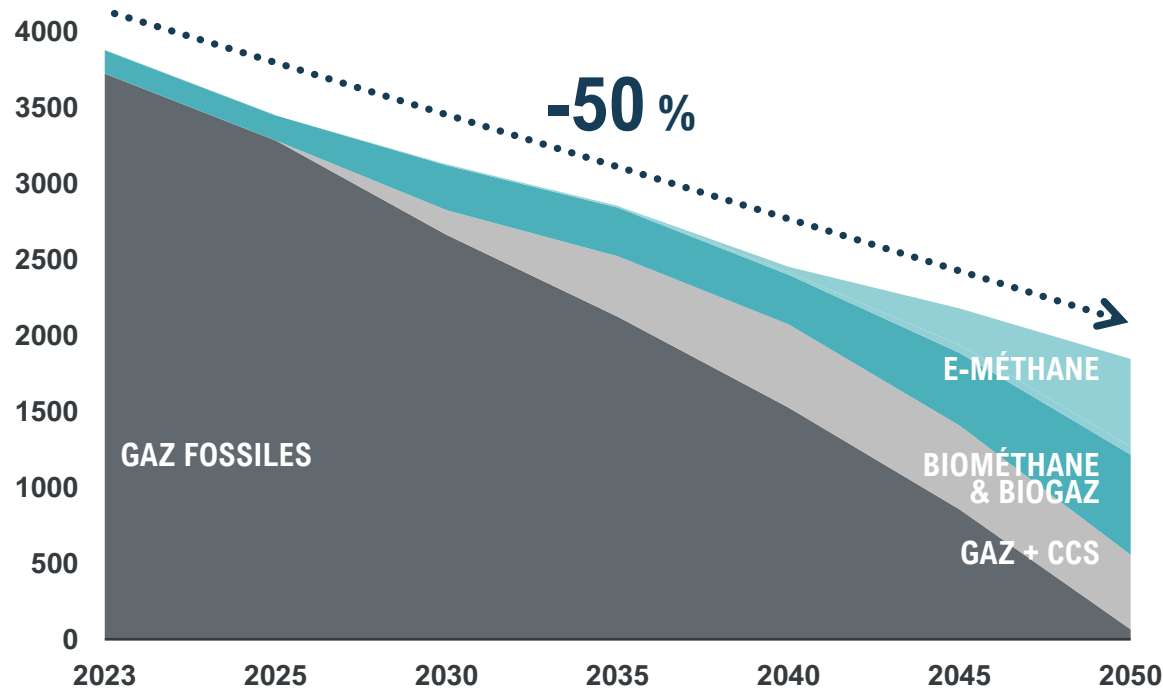
SOMMAIRE

- 1 Notre approche
- 2 Une trajectoire Net Zéro pour l'Europe
- 3 Tous les leviers sont nécessaires à la décarbonation
 - 3.1 Les défis d'une électrification massive
 - 3.2 Le rôle clé des gaz décarbonés
 - 3.3 L'importance majeure des infrastructures
- 4 Conclusions & recommandations

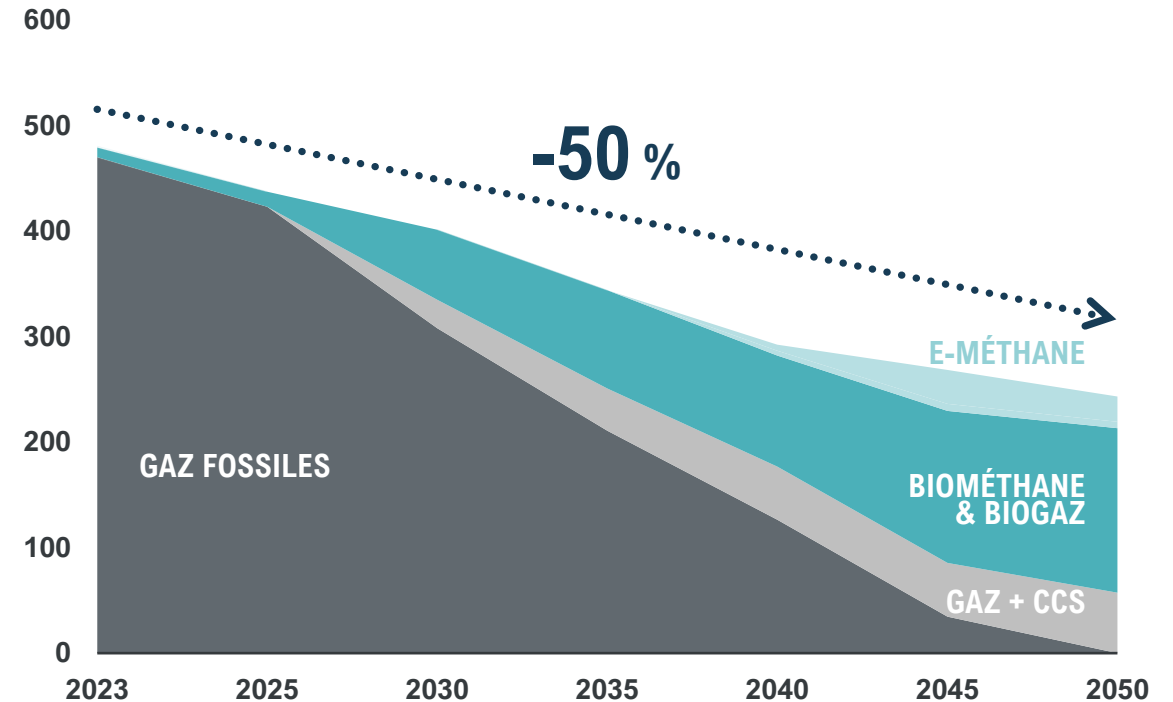


MÉTHANE : UNE DEMANDE DIVISÉE PAR DEUX ET PROGRESSIVEMENT DÉCARBONÉE

Demande de méthane
TWh



- 450 TWh de gaz bas-carbone nécessaires pour atteindre les objectifs « Fit-for-55 » d'ici 2030
- Les importations seront inférieures à 25 % du niveau actuel



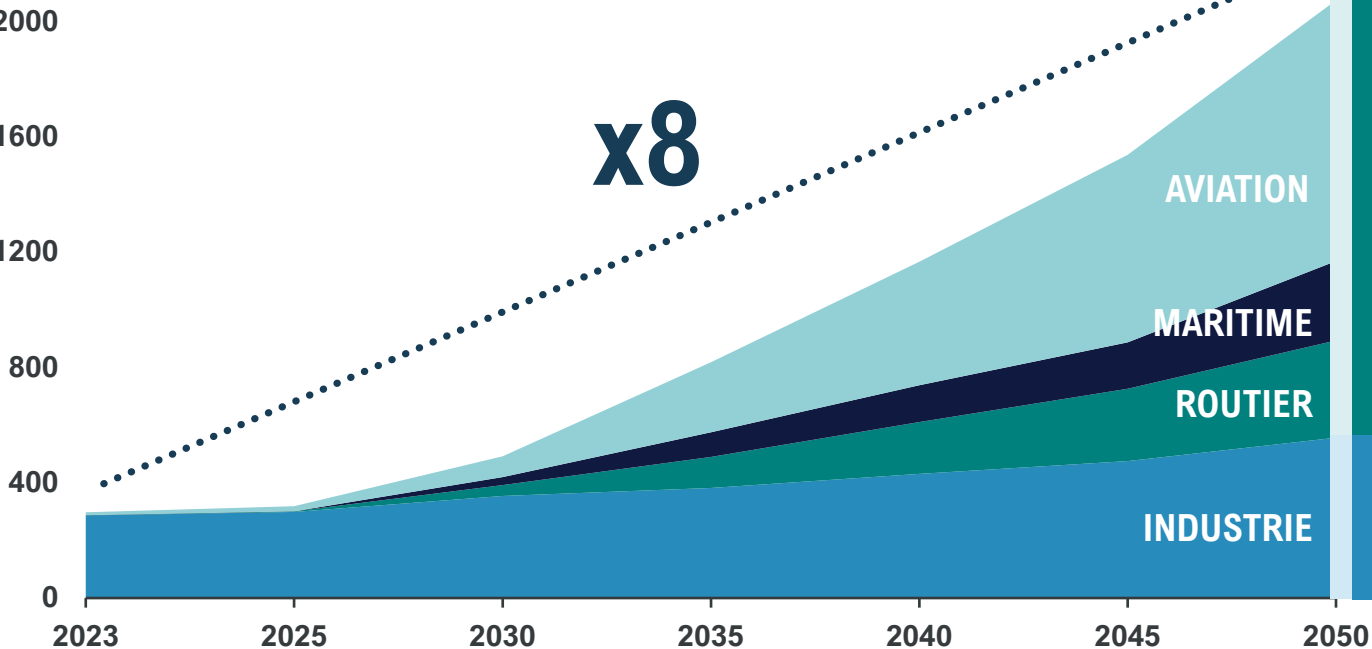
- 245 TWh de demande de gaz complètement décarboné d'ici 2050
- Le biométhane joue un rôle prépondérant (2/3 de la demande en 2050)



HYDROGÈNE ET E-MOLÉCULES : LA DEMANDE PORTÉE PAR LA MOBILITÉ LOURDE ET L'INDUSTRIE

Secteurs de l'économie de l'hydrogène

TWh

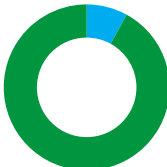
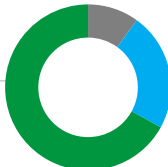


TRANSPORTS

75 % de la demande d'hydrogène, à travers les e-molécules¹

25 % utilisés pour des secteurs industriels difficiles à décarboner (acier et haute température)

La moitié produite localement en 2050

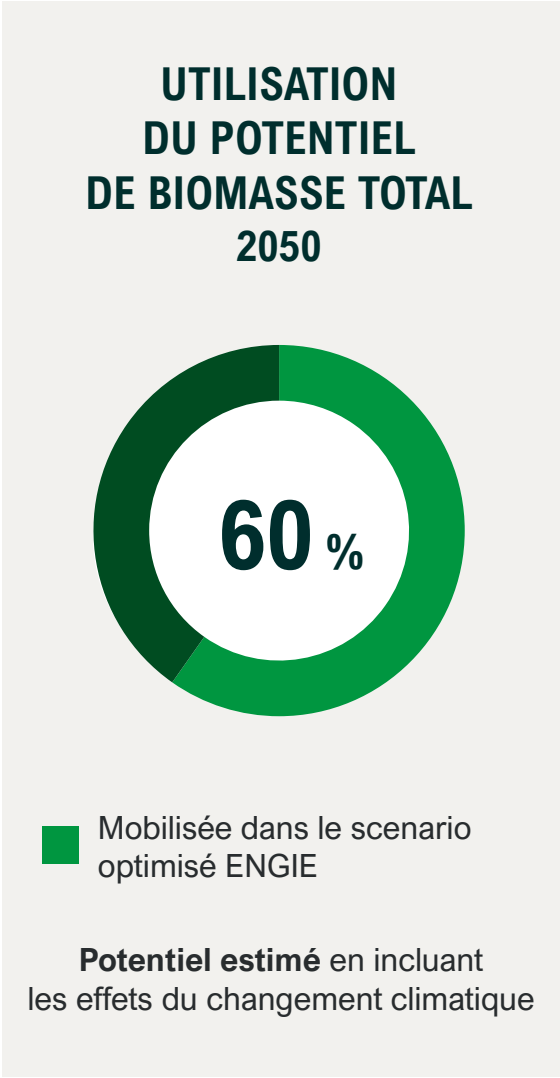
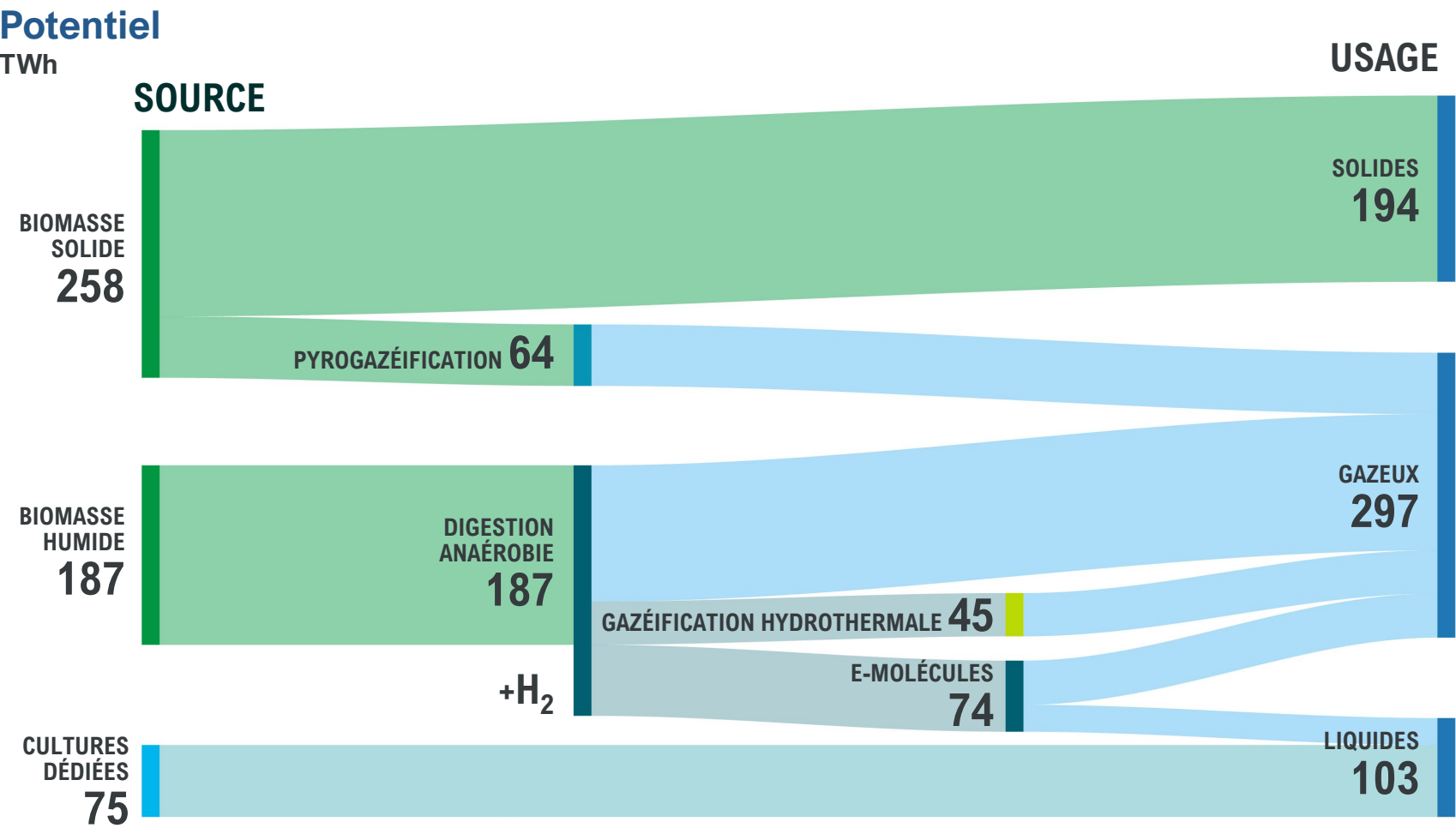


H₂ mix

■ Gris ■ Bleu ■ Vert

¹ e-ammoniac, e-methane, e-methanol, e-kérosène, e-diesel

BIOMASSE : UN POTENTIEL SUFFISANT POUR COUVRIR LES BESOINS



Sources : ADEME, IGN and INRAE, IPCC & France Agrimer

SOMMAIRE

- 1 Notre approche
- 2 Une trajectoire Net Zéro Carbone pour l'Europe
- 3 Tous les leviers sont nécessaires à la décarbonation
 - 3.1 Les défis d'une électrification massive
 - 3.2 Le rôle clé des gaz décarbonés
 - 3.3 L'importance majeure des infrastructures
- 4 Conclusions & recommandations



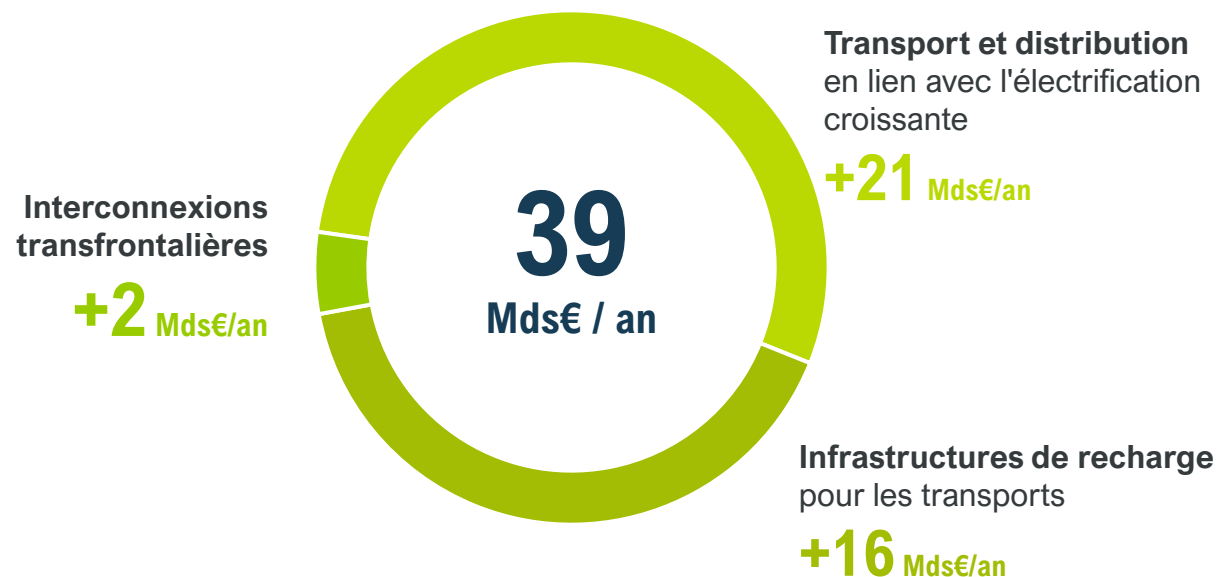


INFRASTRUCTURES ÉNERGÉTIQUES : UN LEVIER INDISPENSABLE À LA RÉUSSITE DE LA DÉCARBONATION



ÉLECTRICITÉ

Augmenter significativement les investissements jusqu'en 2040



MÉTHANE & HYDROGÈNE

S'appuyer sur les infrastructures existantes



Les infrastructures électriques permettent le déploiement des énergies renouvelables
Les infrastructures gazières jouent un rôle essentiel de fourniture de pointe et de flexibilité au système énergétique

SOMMAIRE

- 1 Notre approche
- 2 Une trajectoire Net Zéro Carbone pour l'Europe
- 3 Tous les leviers sont nécessaires à la décarbonation
 - 3.1 Les défis d'une électrification massive
 - 3.2 Le rôle clé des gaz décarbonés
 - 3.3 L'importance majeure des infrastructures
- 4 Conclusions & recommandations



LES PRINCIPAUX ATOUTS D'UN MIX ÉNERGÉTIQUE ÉQUILIBRÉ



ATTEINTE DU NET ZÉRO

Alignement sur les objectifs
européens

Sans pari technologique

Équilibre entre les contributions
des différents secteurs



COÛTS OPTIMISÉS

Recours à un plus large panel
d'options de décarbonation
compétitives

Meilleure utilisation
d'infrastructures / équipements
existants

Optimisation à la maille européenne
et mondiale via des importations
mesurées



RÉSILIENCE RENFORCÉE

Mix diversifié qui nous assure
face à des risques industriels

Optimisation des solutions
de flexibilité

Garantie de la fiabilité du système
énergétique

QUELQUES VERROUS CONCRETS À LEVER

ACCÉLÉRATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES ÉLECTRIQUES ET GAZIÈRES

- Stabiliser le **cadre d'investissement**
- Faciliter et accélérer le **raccordement** aux réseaux et l'**obtention de permis**

DÉVELOPPEMENT DE LA FILIÈRE HYDROGÈNE en agissant sur toute la chaîne de valeur

- Finaliser le **cadre réglementaire européen** en prévoyant des clauses de revoyure rapide
- Assurer la rapidité d'octroi de **financements publics adaptés** et le financement de la **reconversion des infras gazières** pour l'H₂

MAXIMISATION DU POTENTIEL DE BIOMÉTHANE en mobilisant tous les leviers

- S'assurer de mécanismes efficaces de **soutien à la production** (prix et intrants) en France et en Europe

DÉVELOPPEMENT DE LA FLEXIBILITÉ

- Développer des **modèles de rémunérations adaptés** (effacement, batteries, CCGT décarbonées etc.)
- Accélérer le **l'obtention de permis**

DÉCARBONATION DU BÂTIMENT en soutenant l'ensemble des solutions

- Développer fortement le raccordement à des **réseaux de chaleur vertueux**, dont la géothermie
- **Prioriser l'usage du biométhane** pour le bâtiment **et les solutions hybrides** (PAC, PAC hybrides, relèves de chaudières...)
- Simplifier l'accès **des aides pour le logement** avec un guichet unique regroupant les dispositifs actuels

DÉCARBONATION DE L'INDUSTRIE

- **Accélérer l'utilisation de l'énergie fatale perdue** (fonds de garantie et abaissement des seuils)
- Pérenniser le **financement** (Fonds BCIAT en France)
- Maintenir la **biomasse locale** comme ENR

CONSTRUIRE LES TRAJECTOIRES DE DÉCARBONATION DE L'EUROPE

LE SCÉNARIO D'ENGIE



12 JUIN 2023