

Les politiques de transition énergétique du Luxembourg, l'impératif climatique sous contraintes multiples

Transition énergétique : les défis du Luxembourg
pour la production et la distribution d'énergie

Tom Eischen

Head of Strategy, Innovation and Acquisition

30 septembre 2024



encevo

Dans cette présentation, nous abordons...

... le triangle énergétique



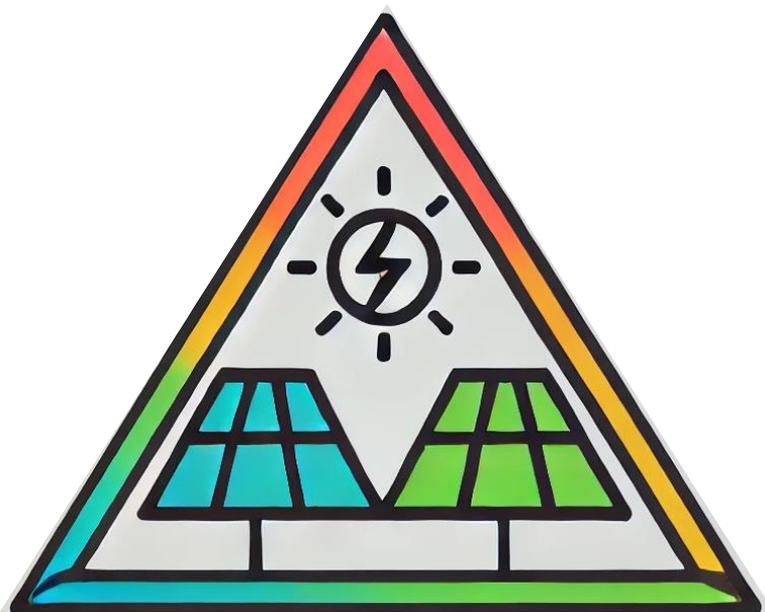
... les diagrammes circulaires énergétiques



... la quadrature de la transition énergétique

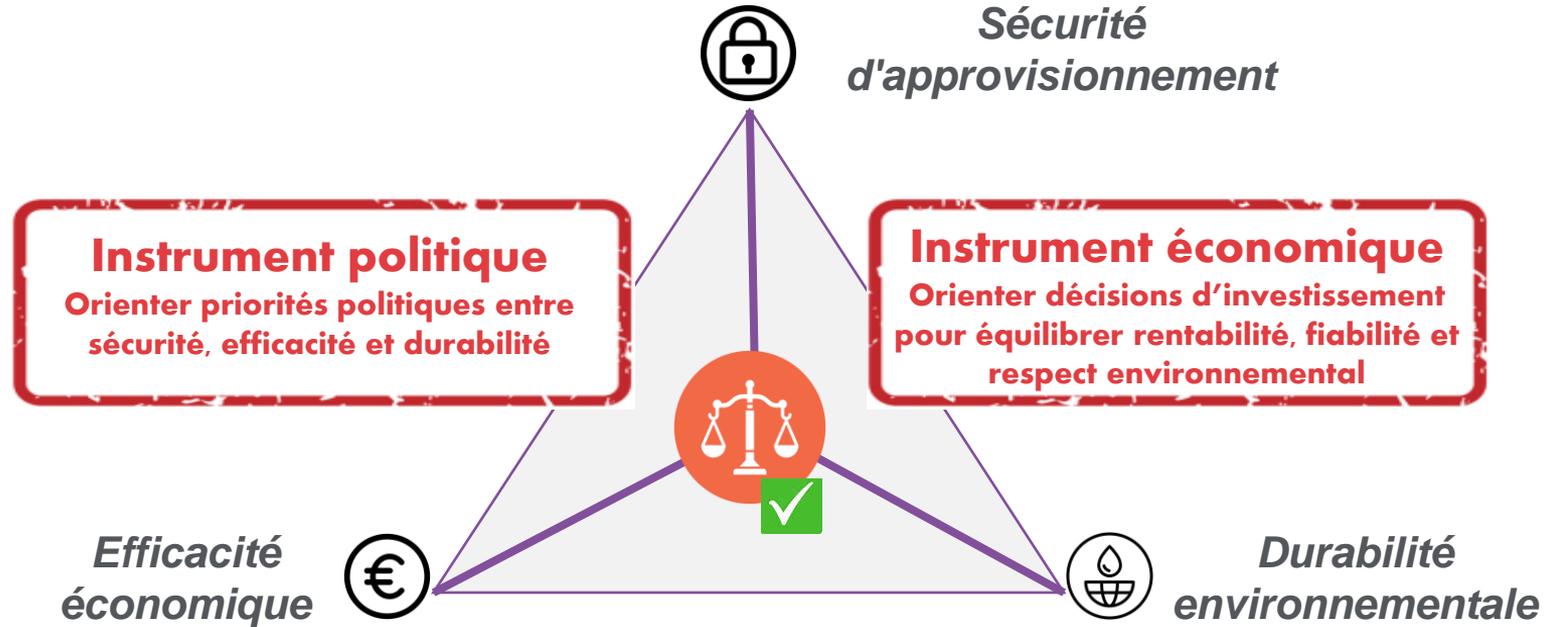


TRIANGLE énergétique



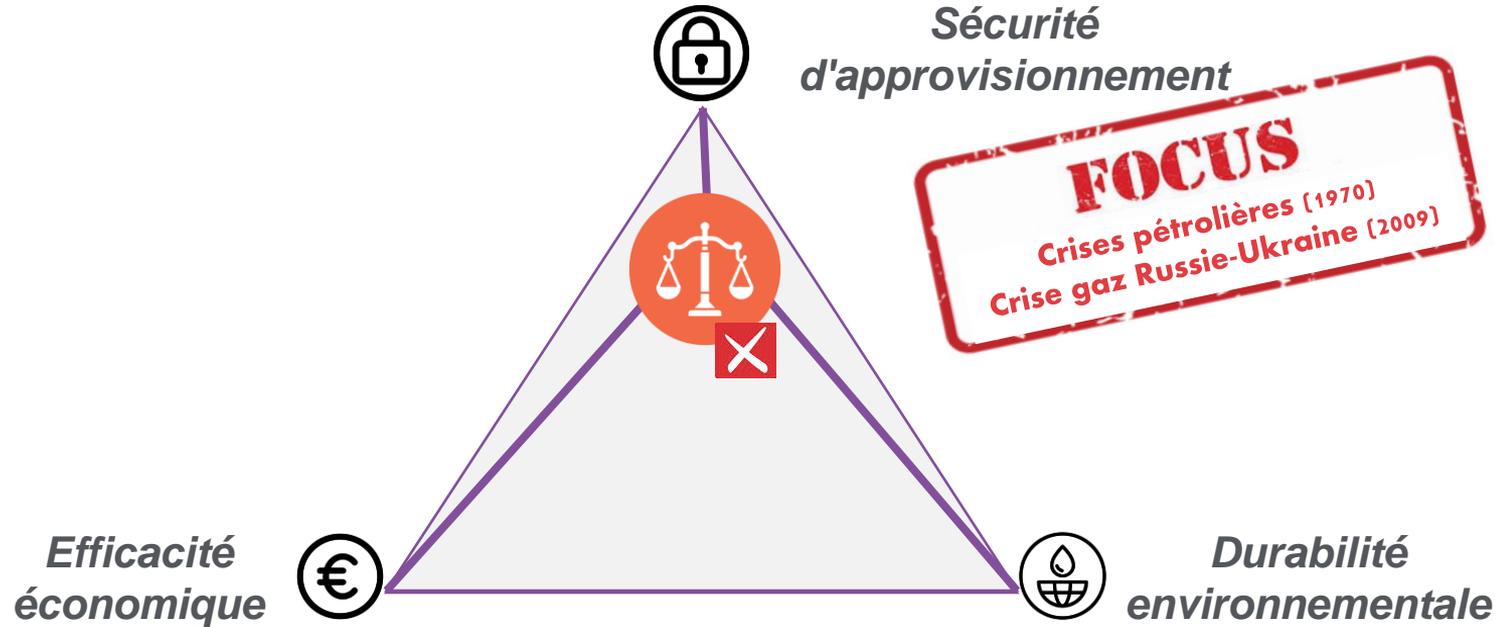


Le triangle énergétique



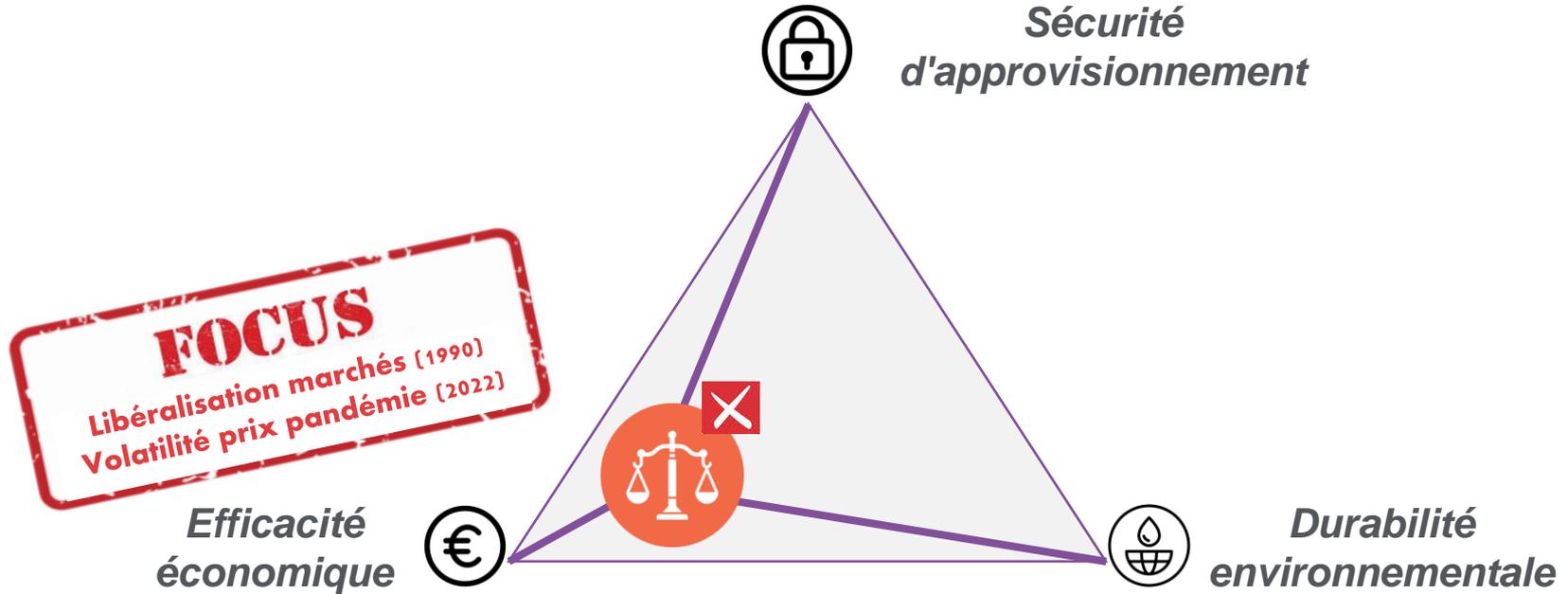


Le triangle énergétique



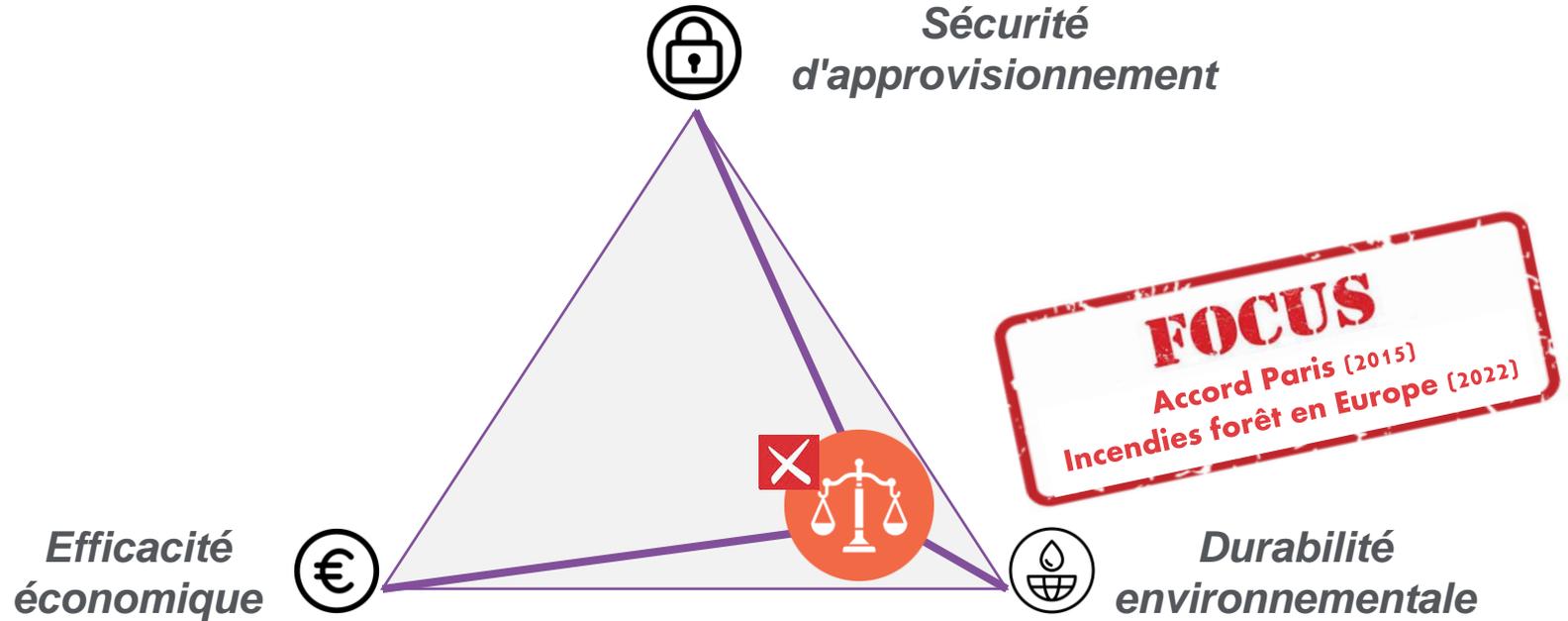


Le triangle énergétique





Le triangle énergétique





Le triangle énergétique

**ANCIEN
MONDE
ÉNERGÉTIQUE**



Sécurité d'approvisionnement

- Accès aux combustibles fossiles
- Diversification des ressources
- Création de réserves stratégiques

Efficacité économique

- Économies d'échelle grandes centrales
- Subventions combustibles fossiles/pas d'externalités
- Prévisibilité prix et contrats à long terme



Durabilité environnementale

- Émissions oxydes d'azote et de soufre (pluie acide)
- Pollution de l'air locale et smog
- Marées noires par pétroliers
- Finitude des ressources
 - Déchets radioactifs



Le triangle énergétique

**NOUVEAU
MONDE
ÉNERGÉTIQUE**



Sécurité d'approvisionnement

- Intermittence énergies renouvelables
- Stockage (gaz, hydrogène, électricité, ...)
- Résilience infrastructures
- Numérisation et cybersécurité



Efficacité économique

- Coûts énergies renouvelables
- Volatilité prix de énergie
- Coûts des infrastructures
- Contrats et flexibilité
- Couplage des secteurs



Durabilité environnementale

- Émissions CO₂ et climat
- Efficacité énergétique
- Biodiversité
- Utilisation des terres
- Extraction ressources technologies vertes



Diagrammes CIRCULAIRES énergétiques





Un excursus technico-économique¹

Si un
véhicule à combustion
consomme

100 unités d'énergie

... un véhicule électrique
33 unités d'énergie

... un véhicule hydrogène
100 unités d'énergie

Si une
chaudière à gaz naturel
consomme

100 unités d'énergie

... une pompe à chaleur
25 unités d'énergie

... un chauffage hydrogène
170 unités d'énergie

Si le coût de l'énergie
pour le gaz naturel est de
100 unités d'euros

... l'électricité produite à partir du
gaz naturel

200 unités d'euros

... l'électricité renouvelable
(solaire/éolien)

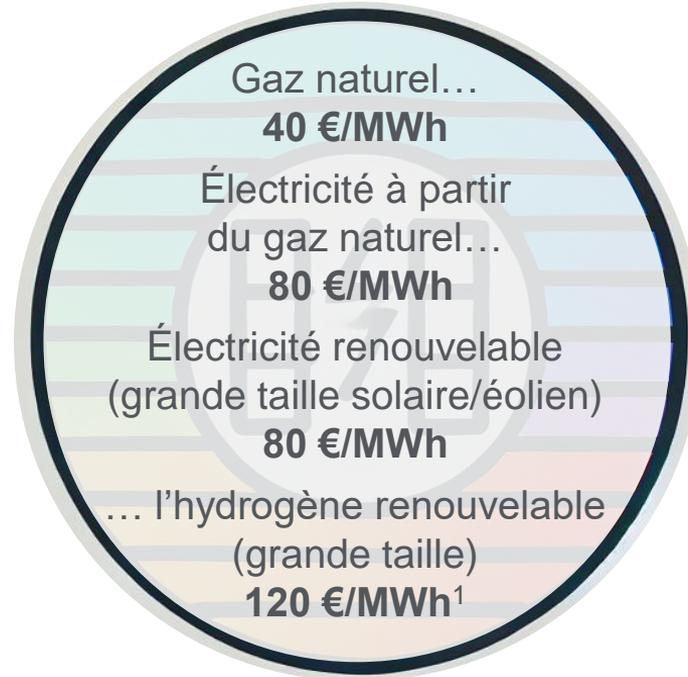
200 unités d'euros

... l'hydrogène renouvelable
300 unités d'euros

¹ ... en partant d'un prix du gaz naturel de 40 €/MWh, et un prix mix de l'électricité renouvelable (Éolien on-shore Luxembourg et Solaire 5 MW) de 80 €/MWh"



... et sa conclusion en termes de coûts

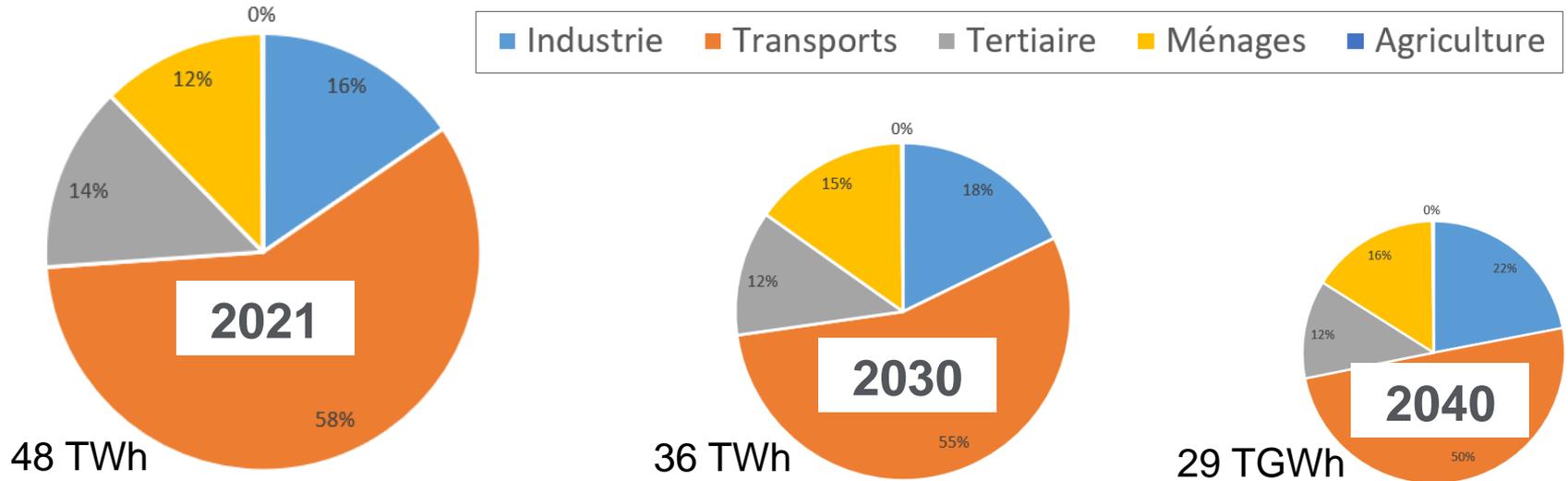


¹ La valeur de 120 €/MWh correspond à un prix de 10 €/kg d'hydrogène



Les diagrammes circulaires énergétiques

Évolution de la consommation finale totale par secteur d'ici 2040

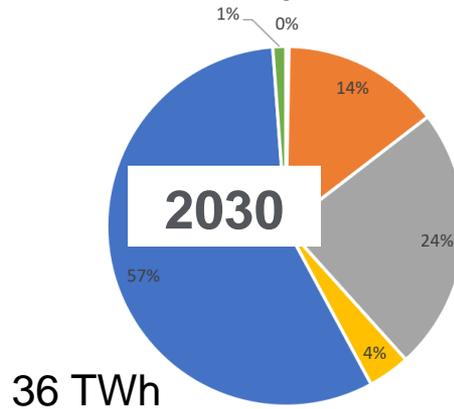
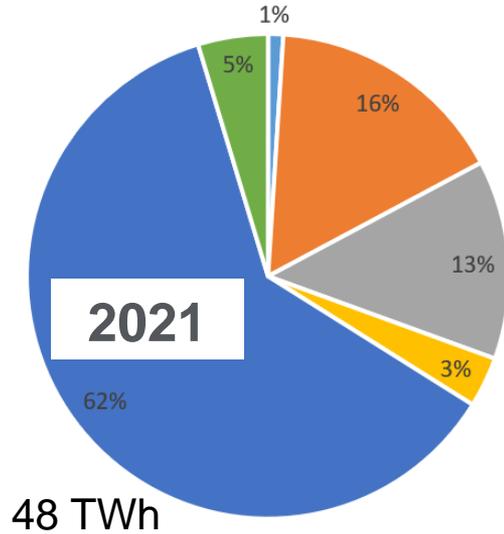


- ▶ Réduction de 40 % de la consommation finale nationale
- ▶ Répartition entre secteurs ne change que marginalement



Les diagrammes circulaires énergétiques

Évolution de la consommation finale totale par vecteur énergétique d'ici 2040



- ▶ Réduction de 80 % du gaz naturel et de 60 % du pétrole
- ▶ Augmentation de 60 % de l'électricité



Les diagrammes circulaires énergétiques

Évolution projetée de l'électricité renouvelable d'ici 2040



► Augmentation de l'électricité des renouvelables de 200%

► Trois quarts de la production sont hautement volatils et difficile à prévoir

¹ Déchets renouvelables, Gaz naturel, Incinération de déchets

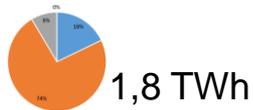


Les diagrammes circulaires énergétiques

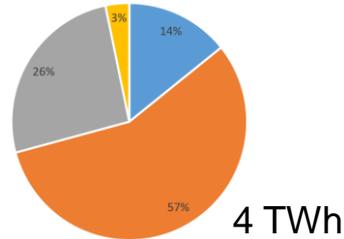
Évolution projetée de la chaleur renouvelable d'ici 2040



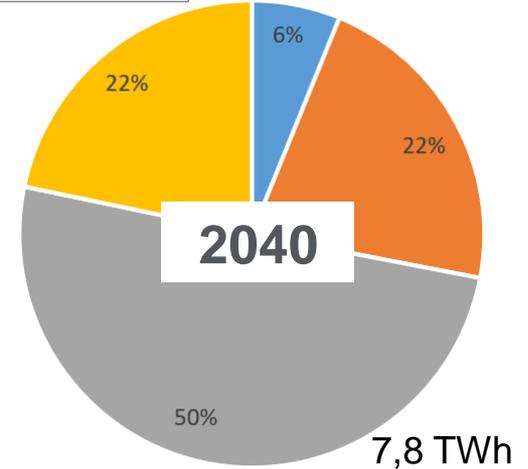
2021



2030



2040



► Augmentation de la chaleur renouvelable de 340%

► Moitié vient de pompes à chaleur, un quart biomasse, un quart hydrogène

¹ Panneaux solaires thermiques, Déchets renouvelables (centralisés), Biomasse solide (décentralisée), Biogaz (centralisé)

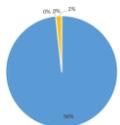


Les diagrammes circulaires énergétiques

Évolution projetée des carburants renouvelables d'ici 2040

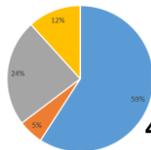
■ Biocarburants - routier ■ Hydrogène ren. - routier ■ Hydrogène ren. - aérien ■ Electricité - route et rail

2021



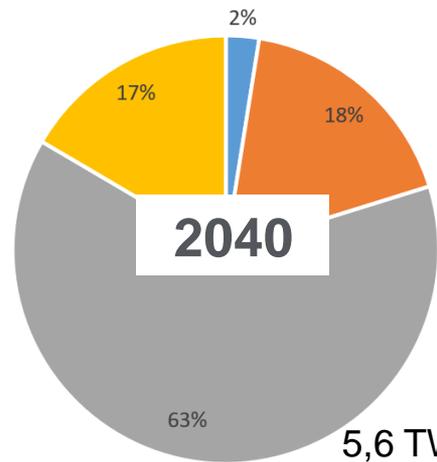
1,5 TWh

2030



4 TWh

2040



5,6 TWh

▶ Augmentation des carburants renouvelables de 280%

▶ Trois quarts Hydrogène pour aviation et route, un cinquième électricité

QUADRATURE de la transition énergétique





Quadrature « Réseaux »

ÉLECTRICITÉ

- **Renforcement**
 - ▶ Électrification tous secteurs
- **Digitalisation**
 - ▶ Intermittences et cybersécurité

GAZ

- **Désinvestissement**
 - ▶ Frontloading & Coût réseau croissant
- **Repurposing**
 - ▶ *Hydrogène ou biogaz « readiness »*

HYDROGÈNE

- **Création infrastructure dédiée**
 - ▶ pipelines, stockage compression
- **Sécurité d'investissement**
 - ▶ garanties injection/prélèvement

DIOXYDE DE CARBONE

- **Création infrastructure dédiée**
 - ▶ pipelines, compression
- **Sécurité d'investissement**
 - ▶ Sécurisation demande et garanties





Quadrature « Production/Fourniture »

ÉLECTRICITÉ

- **Investissements renouvelables**
 - ▶ Éolien, solaire, biomasse et stockage
- **Paysage contractuel**
 - ▶ Tarifs flexibles, prosommateur, PPA

GAZ

- **Offre gaz renouvelables**
 - ▶ Gaz durables, GOs, ETS, ...
- **Croissance déconnexions**
 - ▶ Gestion achat et portefeuille gaz

HYDROGÈNE

- **Identifier injecteurs/producteurs**
 - ▶ Garanties injection long terme
- **Identifier préleveurs**
 - ▶ Contrat long terme, clause adaptation

DIOXYDE DE CARBONE

- **Détermination possibles rôles**
 - ▶ Capture, utilisation et/ou stockage
- **Identification cas d'entreprise**





Quadrature « Services énergétiques »

INSTALLATIONS

- Énergie solaire
- Batterie
- Pompe à chaleur
- Chargeurs véhicules électriques

SERVICES LIÉS À L'INSTALLATION

- Financement
- Assurance
- Maintenance
- Gestion des installations

SERVICES LIÉS FOURNITURE

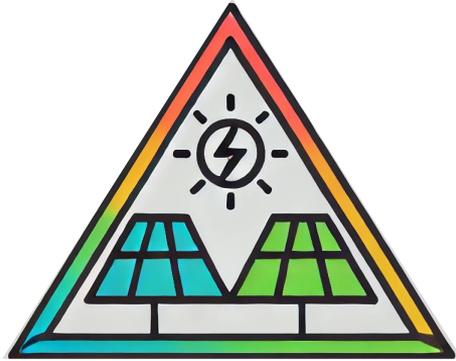
- Tarifs d'électricité adaptés
- Commercialisation renouvelables
- Commercialisation flexibilité
- Contrats d'achat d'électricité (PPA)

SERVICES LIÉS À L'ÉNERGIE

- Services liés flexibilité
- Services liés recharge véhicules
- Services de partage d'énergie
- Communautés énergétiques



Conclusions



Conclusions

INFRASTRUCTURE

❖ **Électricité :**

- ❖ Renforcement et digitalisation des réseaux d'électricité
- ❖ Gestion de la volatilité la production renouvelable et des profils de consommation en évolution

❖ **Gaz :**

- ❖ Désinvestissement progressif et, si possible, adaptation pour l'hydrogène ou le biogaz

❖ **Hydrogène :**

- ❖ Création de nouvelles infrastructures dédiées et sécurité des investissements

PRODUCTION/COMMERCE

❖ **Électricité :**

- ❖ Investissements dans énergies renouvelables et contrats flexibles pour faciliter l'intégration

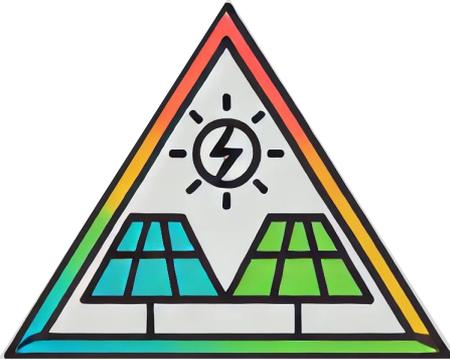
❖ **Gaz :**

- ❖ Développement des gaz renouvelables (biogaz, hydrogène)

❖ **Hydrogène :**

- ❖ Sécurisation des producteurs et des utilisateurs via des contrats à long **terme.**

Le défi de la balance du TRIANGLE et la QUADRATURE du CERCLE des investissements, de la transition et des ambitions renouvelables



MERCI DE VOTRE ATTENTION

DRIVING THE ENERGY TRANSITION

