Une journée organisée par

atee
ASSOCIATION TECHNIQUE ENERGIE ENVIRONNEMENT

En partenariat avec

GOUVERNEMENT
Liberté
Égalité
Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

ACCÉDER AU WIFI

ID : Salons Hoche
MDP : hoche75008

Table ronde :
Audit énergétique et sa place dans la décarbonation

Animation : Marina BOUCHER, Coordinatrice du pôle Industrie, Déploiement et Territoires - ADEME

Comment aller plus loin avec l'étude d'opportunité du mix énergétique de PACTE Industrie :

- Complémentarité entre audit et étude d'opportunité
- Définir une feuille de route de décarbonation au niveau d'un site

Julien JAOUEN

Chef de projet énergie
PACTE Industrie

Jeremy DELEPLANQUE

Responsable Opérationnel en Industrie

Flavien VERJAT

Référent technique

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ADEME
AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

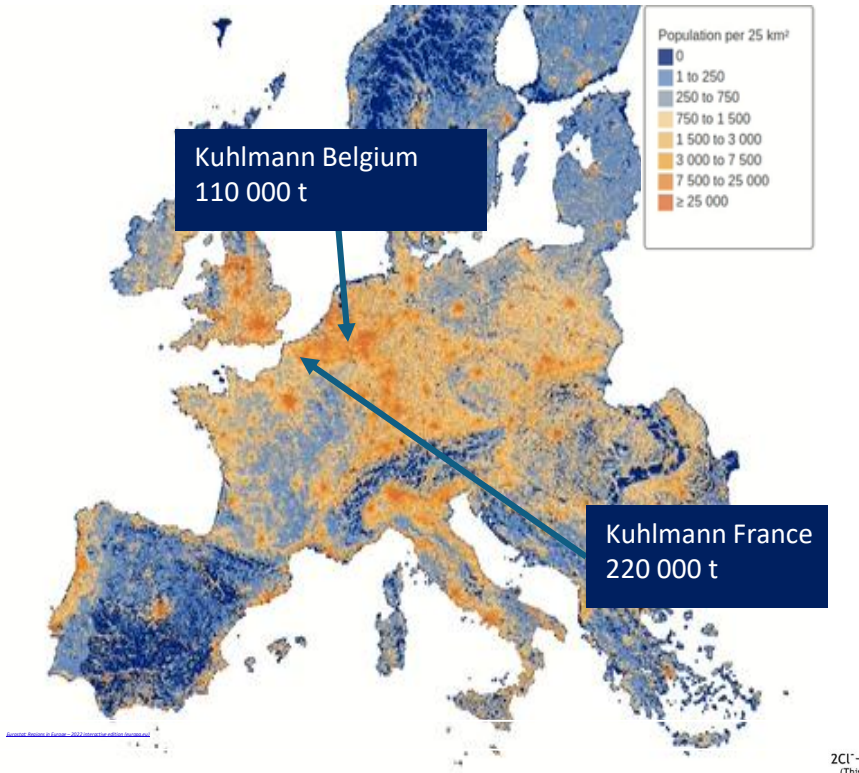
KUHLMANN
part of Tessenderlo Group
Europe

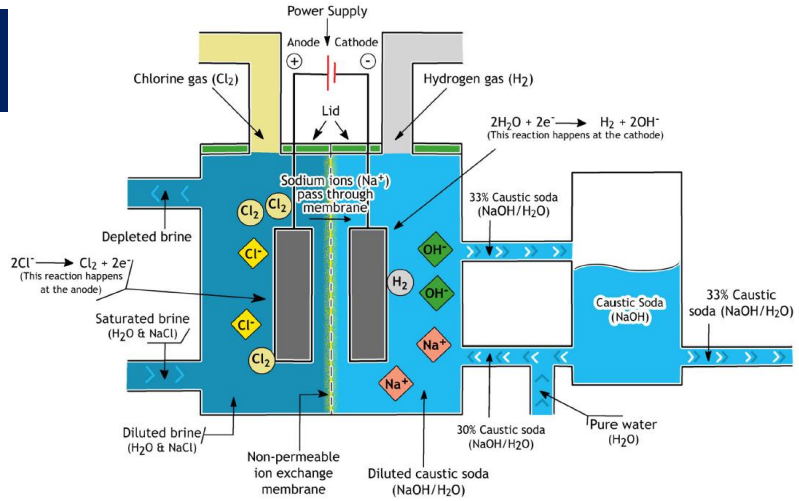
ECOGREEN ENERGY

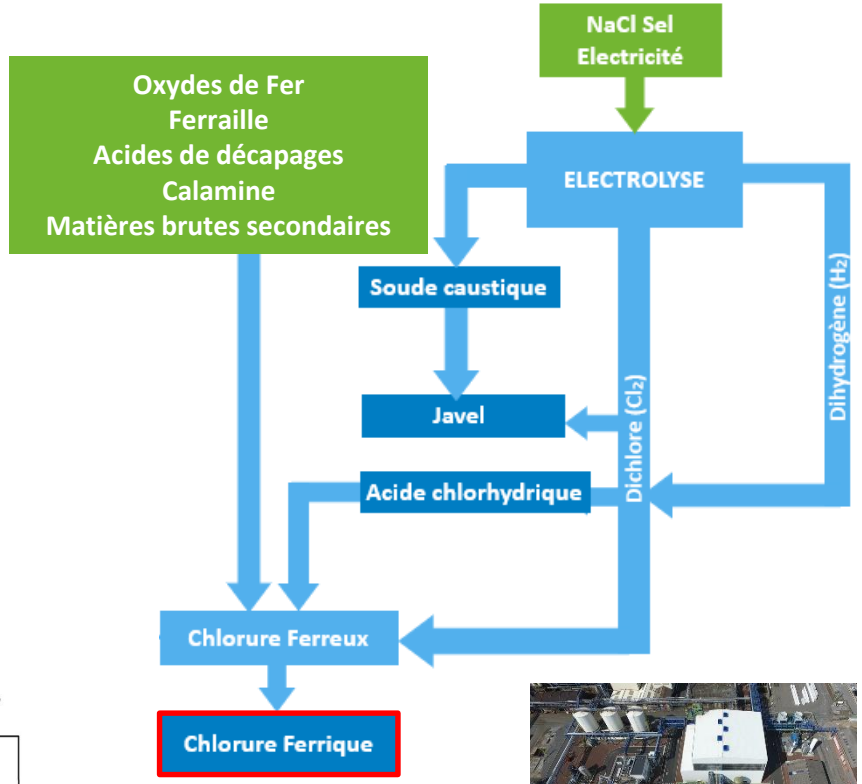
atee
ASSOCIATION TECHNIQUE ENERGIE ENVIRONNEMENT

Nos process de fabrication

KUHLMANN Europe, acteur majeur de la fabrication de Chlorure Ferrique pour la potabilisation de l'eau et le traitement des eaux usées



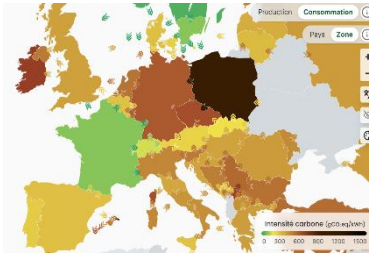




© Kuhlmann Europe, part of Tessenderlo Group

Etat des lieux - LOOS

- Site certifié ISO 9001, ISO 14001
- Site soumis à Audit Energétique, dernière réalisation en 2021
- Projet de certification ISO 50 001 en 2025, PRO-SMEn
- Formation PROREFEI réalisée 2024-2025
- Consommation Electrique de l'ordre de 90 GWh, consommation Gaz Naturel 27 GWh
- Volonté forte de Décarboner ses activités → Etude d'opportunité Mix Energétique



- *Facteurs d'émissions de CO_2 considérés dans cette étude (base empreinte ADEME)*

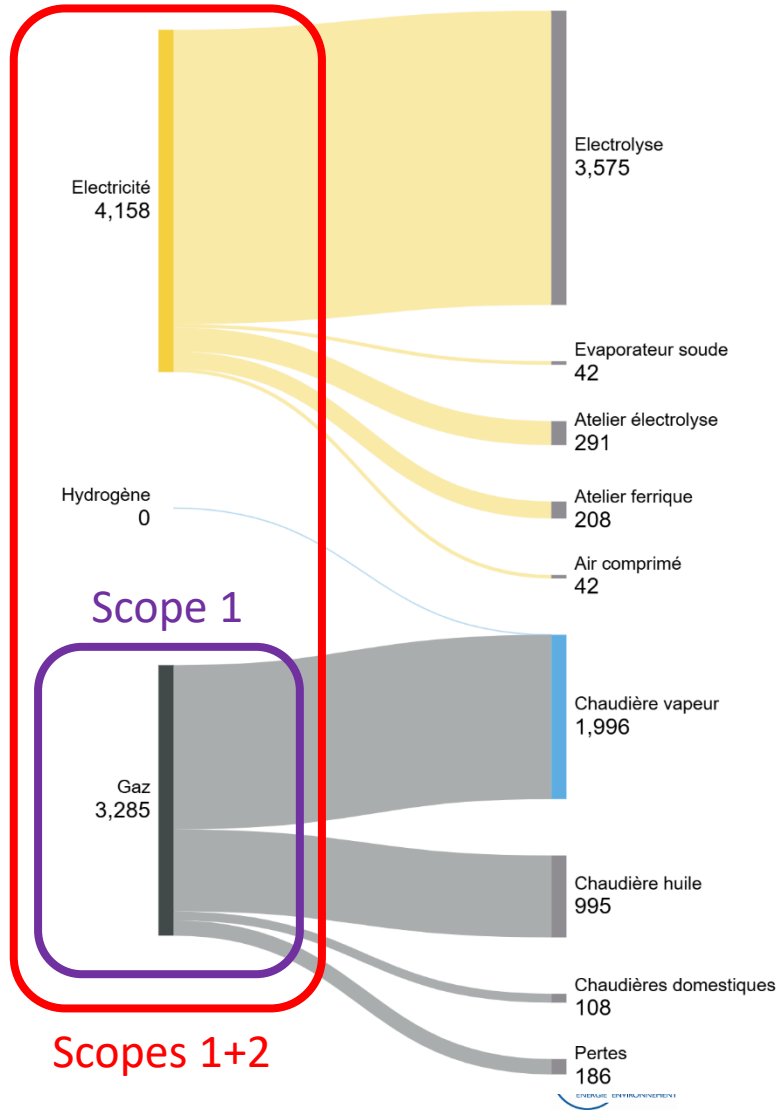
Coefficients d'émissions base empreinte	
Gaz naturel - 2022/mix moyen/consommation	215 kg éq. CO_2/MWh_{PCS}
Electricité - 2022/mix moyen/consommation	52 kg éq. CO_2/MWh

- *Bilan des émissions*

		2021	2022	2023	Référence
Gaz naturel	Consommation (MWh_{PCS})	35 772	27 653	19 999	16 434
	Impact GES catégorie 1 (tonnes $CO_{2éq}$)	7 691	5 945	4 300	3 533
Electricité	Consommation ($MWh_é$)	79 380	91 576	79 950	91 576
	Impact GES catégorie 2 (tonnes $CO_{2éq}$)	4 128	4 762	4 157	4 762
Total	**Impact GES catégorie 1+2 (tonnes $CO_{2éq}$)**	**11 819**	**10 707**	**8 457**	**8 295**

Point de départ du projet de décarbonation

Eq. Tonnes de CO_2



© Kuhlmann Europe, part of Tessenderlo Group

L'étude d'opportunité sur le mix énergétique : du diagnostic à la feuille de route de décarbonation du site industriel

Audit énergétique

Caractériser la consommation énergétique et les niveaux de température des différents procédés

Evaluer les **gains d'efficacité énergétique**

Identifier les opportunités de **recours aux énergies renouvelables et de récupération**

Evaluer les **températures des rejets de chaleur fatale**

Hiérarchiser les actions d'économies d'énergie et les actions de recours aux énergies renouvelables

Objectif

Se projeter à court et moyen termes sur **des actions de décarbonation** pertinentes **à l'échelle du site**

Etude d'opportunité

Etudier **l'ensemble des leviers de** décarbonation liés à l'énergie, notamment les **énergies renouvelables** et les **synergies locales**

Appliquer une **méthodologie innovante** et réaliser une **analyse multicritère** prenant en compte des solutions avec des TRB jusqu'à 15 ans

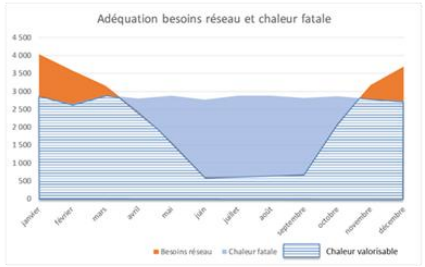
Valider la **compatibilité des solutions** entre elles

Etablir une **feuille de route** permettant de planifier les investissements

L'étude d'opportunité sur le mix énergétique : du diagnostic à la feuille de route de décarbonation du site industriel

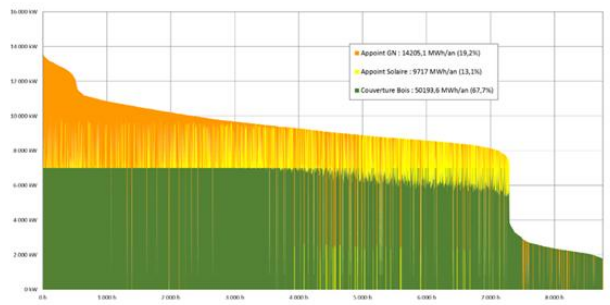
Levier 0 : Efficacité Energétique

Levier 1 : Récupération de chaleur fatale

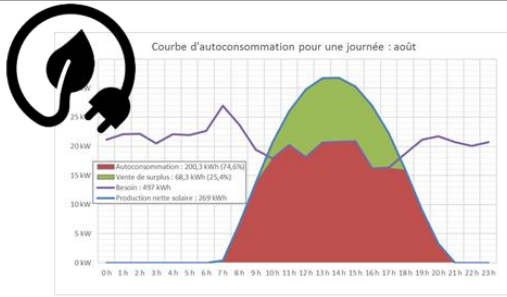


Monotone du réseau avec couverture des besoins par la chaleur fatale

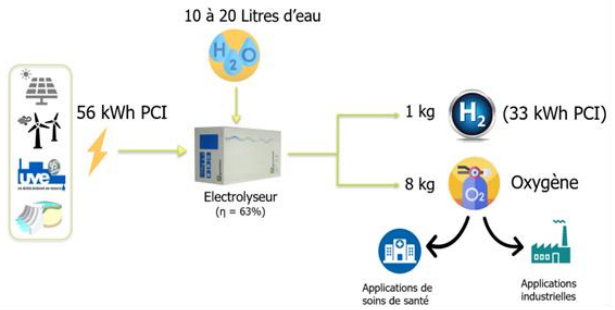
Levier 2 : Production EnR chaleur
(ici multi source bois et solaire)



Levier 3 : Electrification des procédés et production électrique renouvelable



Levier 4 : Autres pistes Production d'hydrogène vert



OBJECTIFS

Réduire l'impact carbone de mon produit, engager mon entreprise dans une démarche éco-responsable

Limiter l'impact des taxes carbones (Quotas CO2, TIGCN…) sur ma compétitivité

Décarboner mon mix énergétique

Stabiliser ma facture énergétique à long terme en utilisant les EnR&R

L'étude d'opportunité sur le mix énergétique : du diagnostic à la feuille de route de décarbonation du site industriel

Proposer une feuille de route prenant en compte :

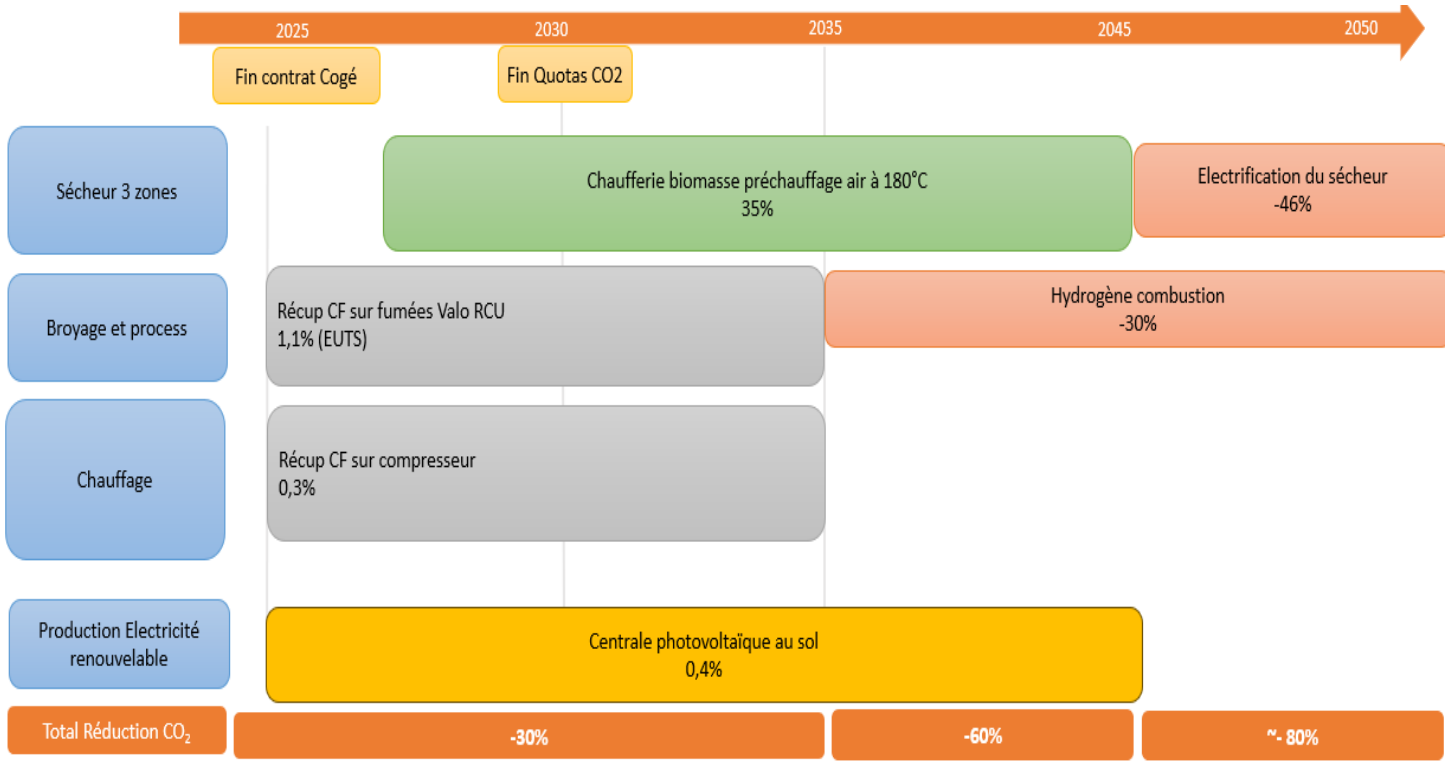
✓ **Une hiérarchisation des solutions :**

1. Efficacité énergétique
2. Valorisation de chaleur fatale en interne
3. Synergie locale (valorisation chaleur fatale en externe ou raccordement RCU, etc.)
4. Energies renouvelables ou électrification (solutions matures)
5. Solutions plus long terme (électrification, combustion H_2, pyrogazéification, etc.)

✓ **Les gains CO2e**

✓ **Les investissements et TRB**

Exemple de feuille de route fictive



Cas d'étude – Etude d'opportunité d'évolution du mix énergétique

Changement de vecteur énergétique

Atelier 1 : **Vapeur 3 bars** → **Boucle d'eau chaude 95°C**

consommateur final ayant la température la plus haute = 89°C
→ 17% des usages du site couverts par la boucle

Atelier 2 : **Huile thermique 130°C** → **Boucle d'eau chaude 85°C**

1 consommateur requérant > 115°C à alimenter en vapeur
consommateur final ayant la température la plus haute = 70°C
→ 14% des usages du site couverts par la boucle

Intérêts multiples :

- Favoriser l'utilisation d'EnR&R
- Améliorer le rendement de distribution (pertes thermiques, purges condensats…)
- Supprimer la chaudière et boucle d'huile thermique

Récupération de chaleur fatale

Source : Refroidissement process par eau de canal à 25°C → Relève en température via pompe à chaleur boucle à 85°C → **Consommateurs : Réchauffage produit de 3 lignes process jusqu'à 70°C**

→ Chiffres clés :

-3,2 GWh_{PCS} /an de gaz

-700 tonnes/an de $CO_{2éq}$
20% des émissions GES directes

FONDS CHALEUR — CEE Les certificats D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE
Potentiel de subventions
440 000€

ROI = 3 ans

Cas d'étude – Etude d'opportunité d'évolution du mix énergétique

Réseaux de chaleur

Entreprises à proximité

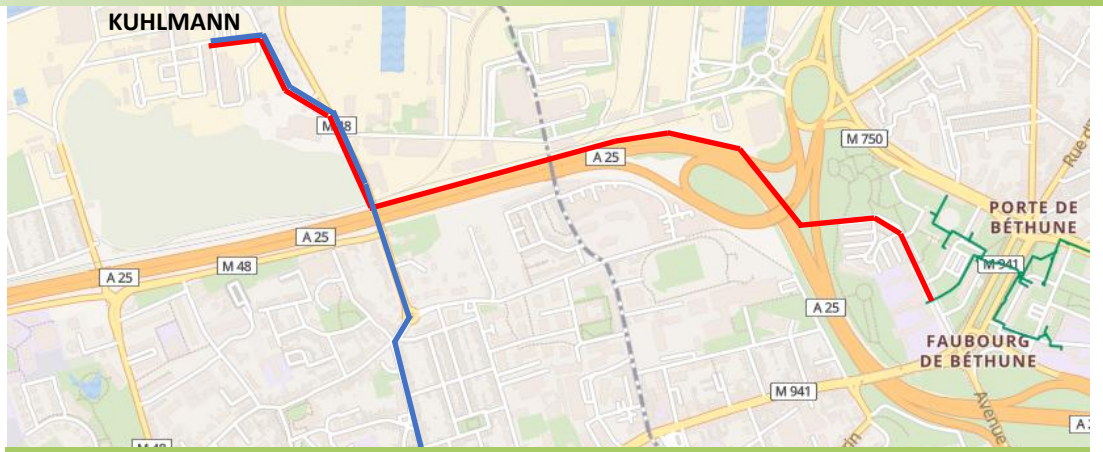
- Pas de synergies identifiées

Réseau de chaleur de la métropole Lilloise

- Extension prévue passant à 1,3 km
- Opportunité d'accéder à de la chaleur peu carbonée

Le bilan de l'étude conclut Que Kuhlmann n'a de besoin de fourniture de chaleur externe

Kuhlmann est capable de fournir de la chaleur au RCU en envoyant sa chaleur fatale excédentaire



Raccordement recommandé par exemple pour un site en défaut de chaleur fatale

EnR

Géothermie
(sur nappe, sur sondes, profonde)

Non pertinent car chaleur fatale disponible sur site
(ex : réseau tours aéro-réfrigérantes)

Solaire photovoltaïque
(en ombrières, sur toiture, au sol)

Exemple ombrières :

- 118 MWh autoconsommables
- prix de revient de l'énergie /20 ans =108€/MWh

Solaire thermique
(en ombrières, sur toiture, au sol)

En concurrence sur les surfaces avec le photovoltaïque
Pas de besoin de source de chaleur supplémentaire

Cas d'étude – Etude d'opportunité d'évolution du mix énergétique

Hydrogène

- Dans une étude standard, solution ultime de décarbonation (ex : électrification impossible)
- Adaptation de l'étude au site qui dispose d'hydrogène émis par son process en surplus
  - ✓ Utilisation dans une chaudière H_2 dédiée

-13 GWh_{PCS} /an de gaz

-2 800 tonnes/an de $CO_{2éq}$
79% des émissions GES directes

ROI = 1,3 ans

Electrification

Chaudière vapeur électrique

- Pour reliquat de besoin vapeur du process encore produit au gaz naturel
- **-1,2 GWh_{PCS} /an de gaz**

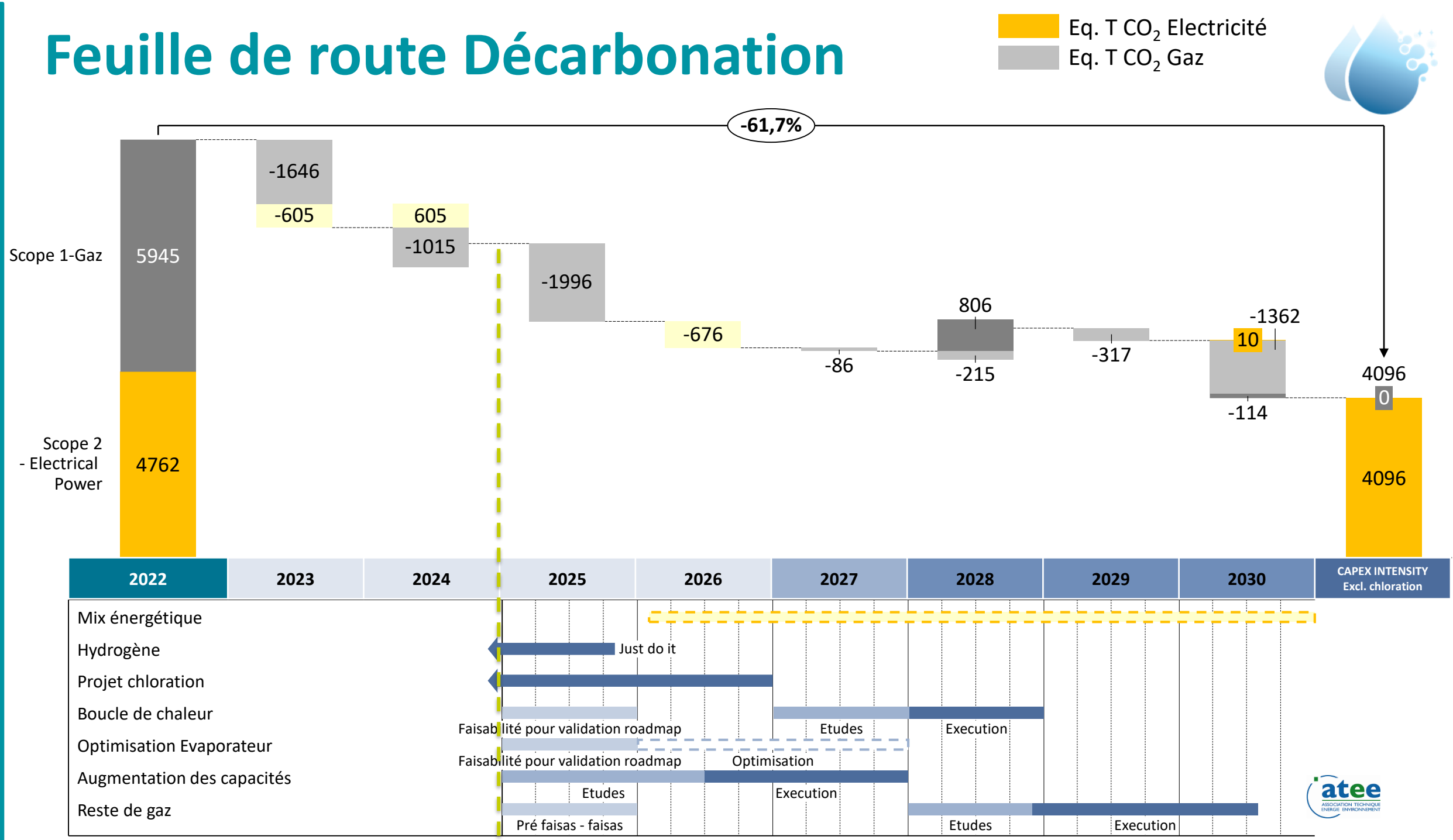
Compression mécanique de vapeur

- Pour évapo multi-effets n°1
- Permettrait d'aller « au-delà » de l'effacement des émissions directes de GES
- Contrainte de corrosion chimique à prendre en compte
- **-7,9 GWh_{PCS} /an de gaz**

Compression mécanique de vapeur

- Pour évapo multi-effets n°2
- Permettrait d'aller « au-delà » de l'effacement des émissions directes de GES
- Contrainte de corrosion chimique à prendre en compte
- **-2,5 GWh_{PCS} /an de gaz**

Feuille de route Décarbonation



Questions - Réponses