



LiCHEN

Lycée Edouard Vaillant



Programme

1. Pourquoi le projet LiCHEN ou comment construire un projet industriel ? – Point de vue industrie et économie



- Introduction
- Identification des opportunités
- Identification des ressources nécessaires
- La participation du public
- Les futures étapes

2. Pourquoi le projet LiCHEN ou comment s'inscrire dans la transition énergétique? – Point de vue climatique

- Enjeux du réchauffement climatique
- Les leviers de décarbonation
- Le secteur des transports
- La décarbonation de l'aviation



Vos interlocuteurs



Marianne Azario: garante de la CNDP
Roland Verger : garant de la CNDP



Stéphane Cadoux : Directeur de projet
Ludovic Lagay : Ingénieur développement

1



Point de vue industriel

LiCHEN





Identification des opportunités

LiCHEN



A PROPOS DE VERSO ENERGY

Verso Energy est un nouvel acteur de la transition énergétique spécialisé dans le développement, le financement et l'exploitation d'actifs de production d'énergie décarbonée



Xavier Caïtucoli, *Président & Co-fondateur*

Xavier Caïtucoli est un entrepreneur dans l'énergie. Il a cofondé la société Direct Energie en 2003, qu'il a dirigée jusqu'en 2018 au moment du rachat par TotalEnergies. Il a ensuite été senior VP Power&Gas Europe chez TotalEnergies.



Antoine Huard, *Directeur général & Co-fondateur*

Antoine Huard a été le Directeur du Développement du groupe Générale du Solaire de 2013 à 2021, dont il a également dirigé la filiale internationale depuis 2018. Territoire Solaire et administrateur de la fédération Enerplan.



50 M€

LEVÉE DE FONDS
EN 2023



70+

COLLABORATEURS

DES ACTIONNAIRES ENGAGÉS DANS LA
TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



Des projets de production d'Hydrogène en cours de déploiement

Verso Energy ancre son premier projet hydrogène à la frontière allemande

Le nouvel opérateur investira 450 millions d'euros dans son projet Caill'Yng. Les trois unités de production d'hydrogène, installées en lisière de la plateforme pétrochimique de Caillong, en Moselle, desserviront des installations sidérurgiques allemandes via un pipeline transfrontalier.



Hydrogène « vert » : un projet à un demi-milliard d'euros sur le port de Rouen

L'entreprise Verso Energy prévoit d'investir 500 millions d'euros pour produire de l'hydrogène « vert » et des carburants de synthèse sur le port de Rouen. Précisions.





Comment débiter un projet industriel ?

Les opportunités

- ✓ Identifier le domaine
- ✓ Recueillir l'expertise nécessaire
- ✓ Identifier les opportunités de marchés

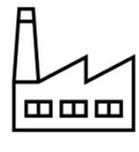


Comment débiter un projet industriel ?

Les opportunités

 Un projet dans le domaine de l'énergie

 Un projet positif pour la planète

 Un projet industriel innovant



Comment débiter un projet industriel ?

Les opportunités – Le marché



Faire une veille institutionnelle



Être en lien avec les infrastructures existantes et futures



Se positionner



Comment débiter un projet industriel ? Les opportunités – Le marché

Pacte Vert Européen et hydrogène
+ appel à projet d'un industriel

PROJET CarlHYng

Production d'hydrogène pour un aciériste allemand

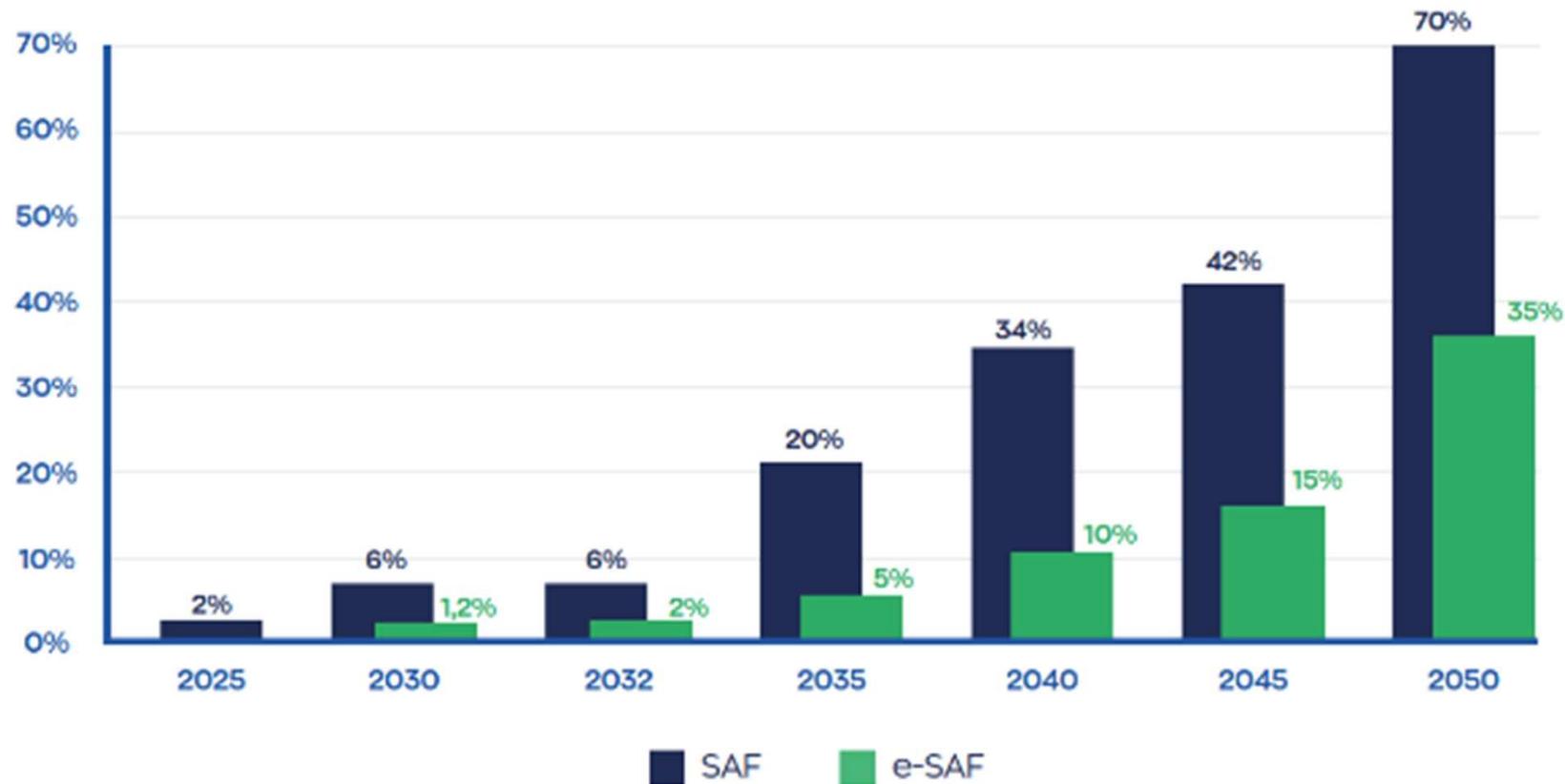


Comment débiter un projet industriel ?

Les opportunités – Le marché

RefuelEU Aviation

Le règlement européen ReFuel EU Aviation introduit des objectifs de décarbonation du secteur via l'incorporation de SAF et e-SAF





Identification des ressources nécessaires

LiCHEN



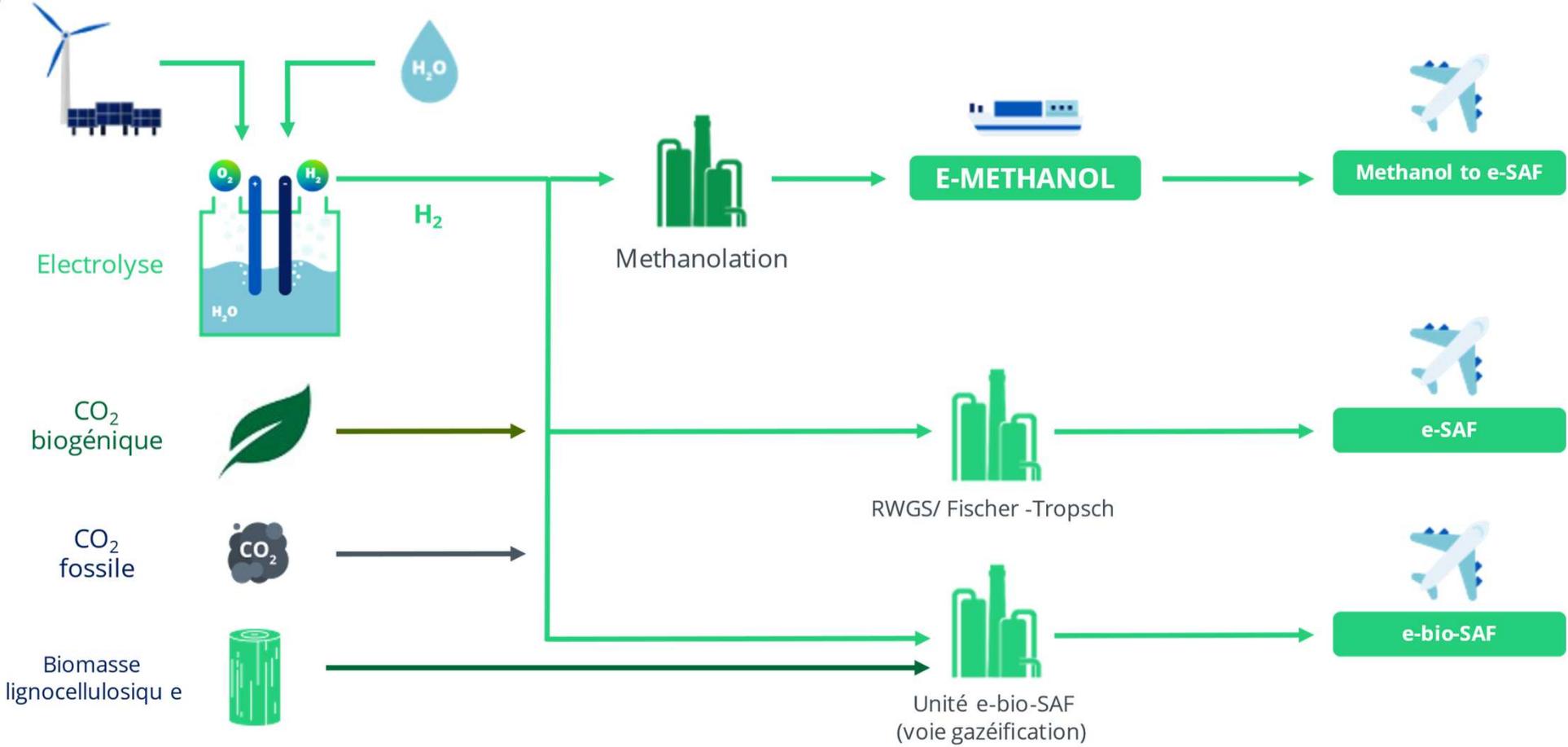


Les technologies

01

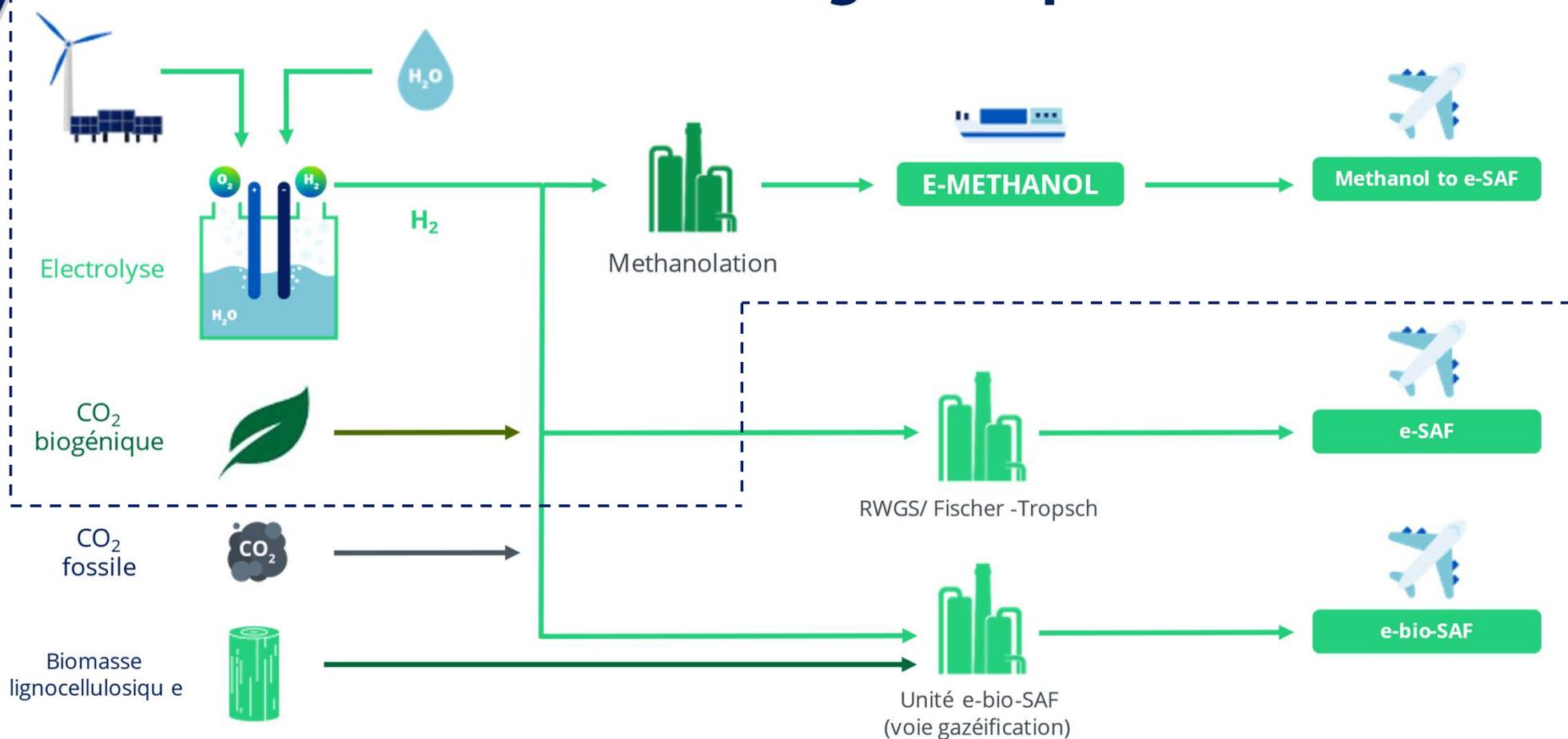
Comment débiter un projet industriel ?

Les ressources – Technologies de production d'e-SAF



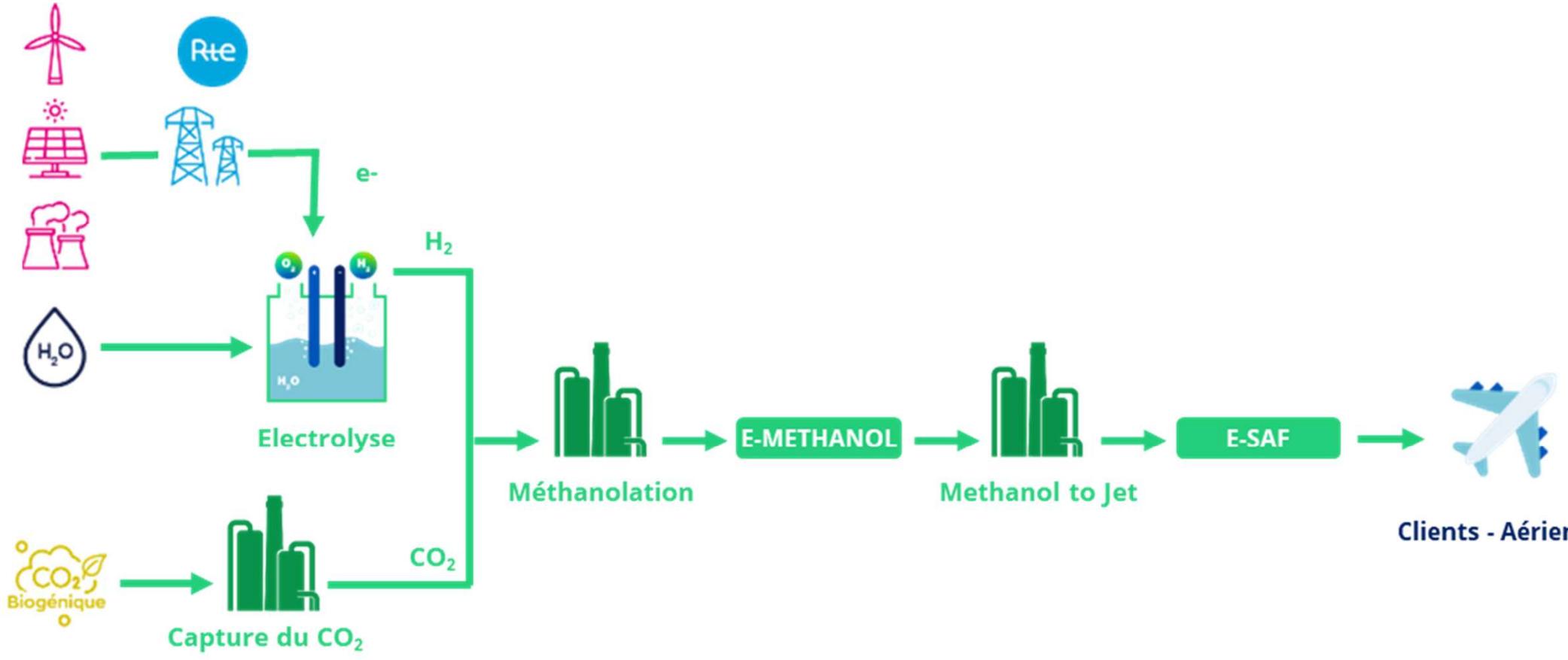
Comment débiter un projet industriel ?

Les ressources – Technologies de production d'e-SAF



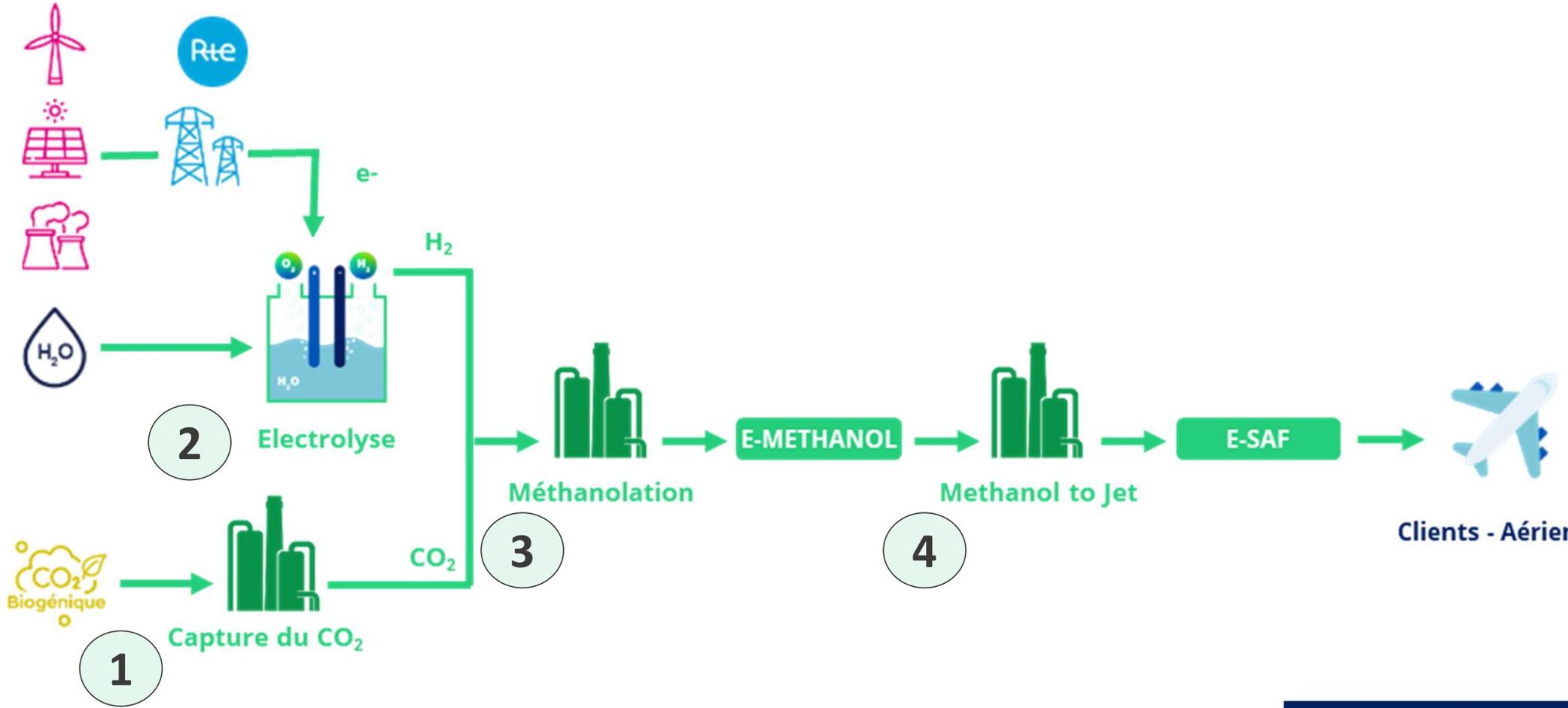
Comment débiter un projet industriel ?

Les ressources – Technologies de production d'e-SAF



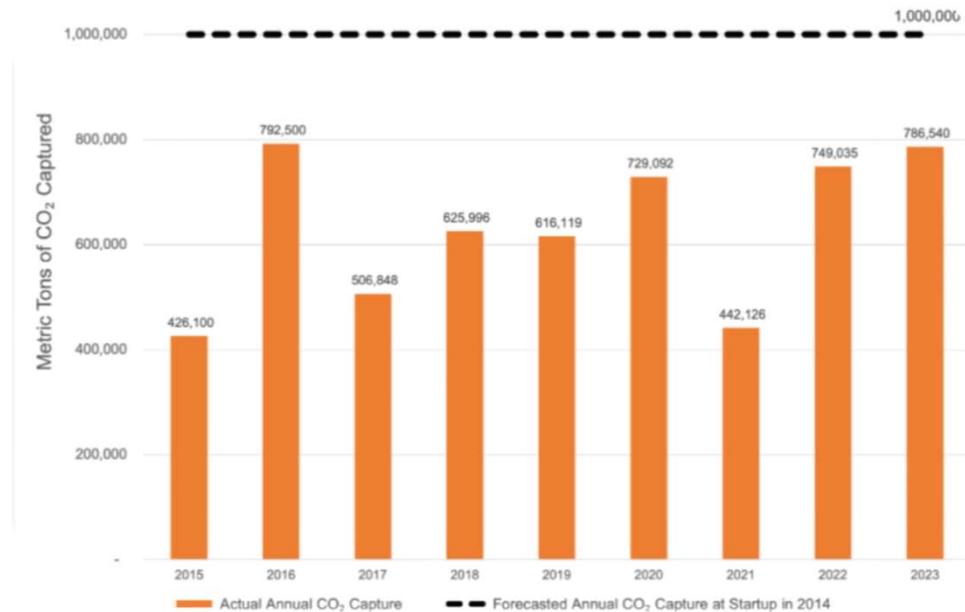
Comment débiter un projet industriel ?

Les ressources – Technologies de production d'e-SAF



Le captage de CO₂, ça existe ?

Boundary Dam Carbon Capture Project



Sources: [SaskPower monthly and quarterly Boundary Dam 3 Status Updates](#).

- Canada
- Sask Power
- Mise en service en 2014
- Capacité : 1000 kt/an
- Stocké en cavité souterraine (CCS)

L'électrolyse, ça existe ?

Vemork (Norvège)

Aujourd'hui



Barrage hydraulique

En 1927



120 MW d'électrolyse
(engrais & eau lourde)

- Absence de développement ? Pas une raison technologique mais ... **économique** (compétition avec le gaz naturel)



- Découverte et compréhension du principe théorique de l'électrolyse: **1800 !**
(Carlisle & Nicholson)
- **1900 → 1940**, l'électrolyse (**alcaline**) était la solution privilégiée pour la production d'hydrogène à échelle industrielle

Le e-méthanol, ça existe ?

1^{ère} Référence Industrielle: l'usine George Olah



- Islande
- Carbon Recycling International
- Mise en service en 2012
- H₂ électrolytique
- 4 000 tonnes/an e-MeOH
- Usage : mobilité

La synthèse de e-fuel, ça existe ?

Projet Haru-Oni



- Chili
- Procédé Methanol to Gasoline (MTG)
- Mise en service en 2022
- 130 000 litres par an

Méthanol to oléfines



- Chine
- Procédé Methanol-to-oleifin
- 6 unités actuellement en service depuis 2013
- Jusqu'à 800 000 tonnes d'oléfine par an



Les consommations

Les ressources nécessaires ?



CO₂ biogénique



Foncier



Eau



Electricité



Sylvamo

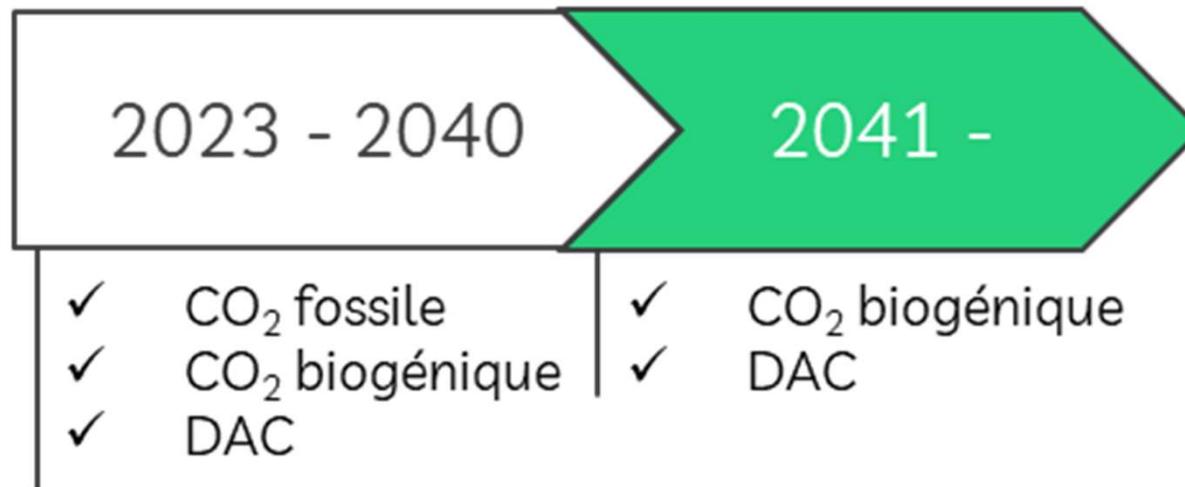


Disponible à proximité

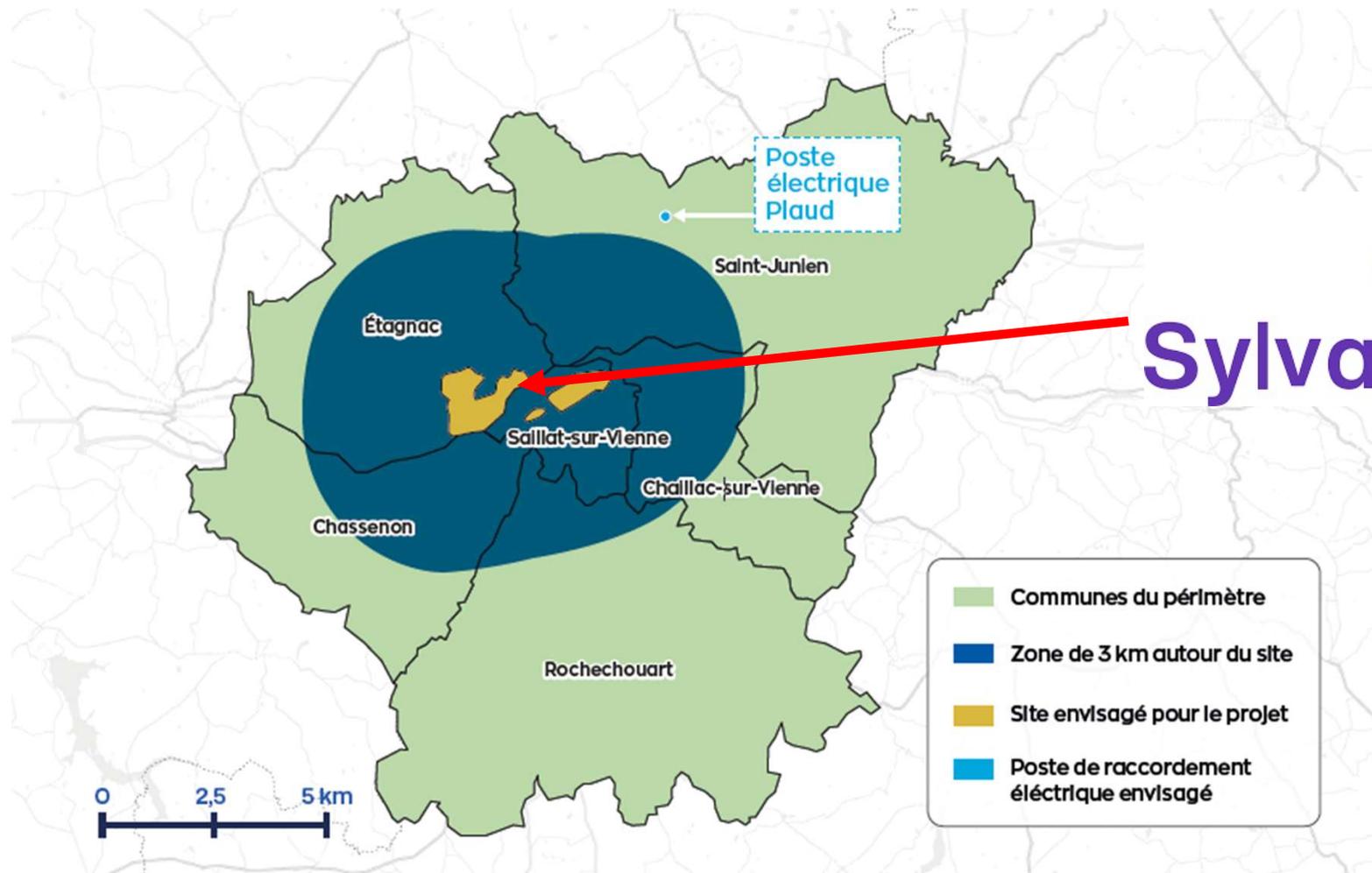


Les ressources nécessaires ?

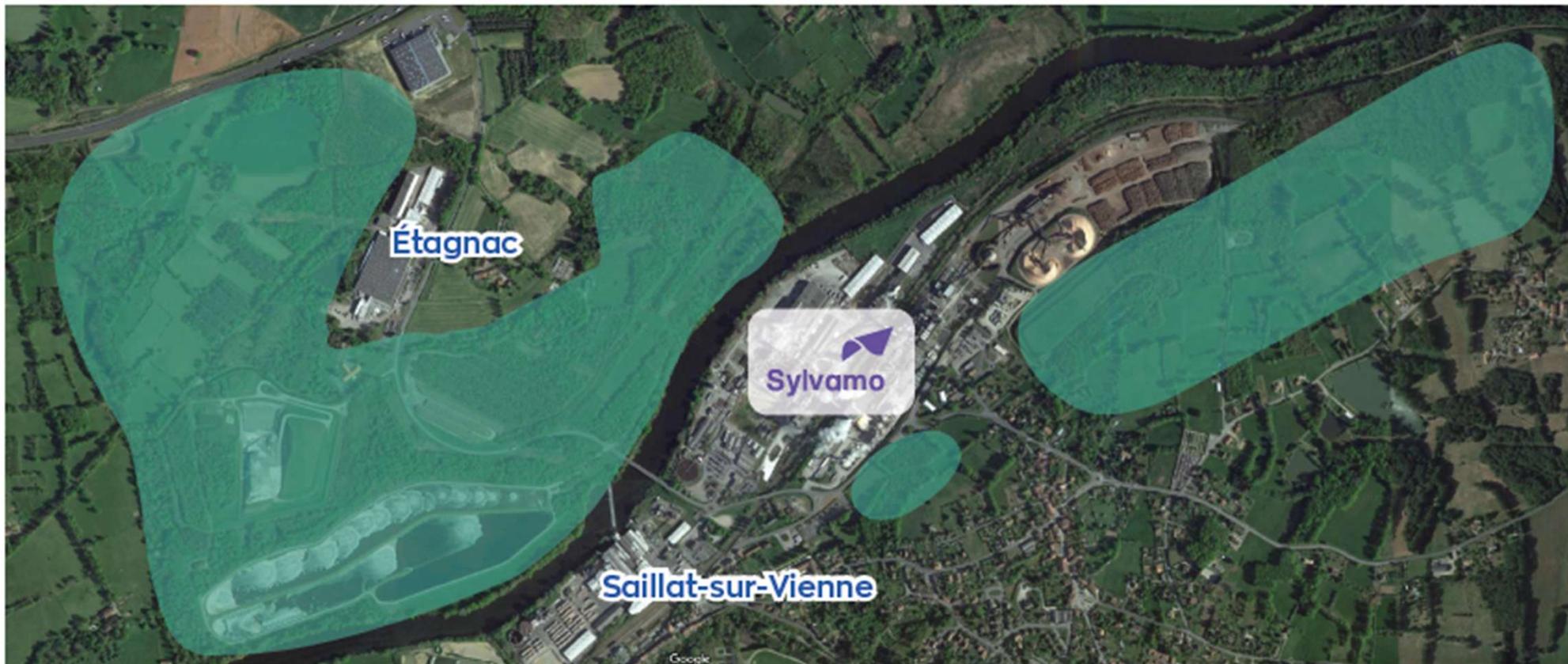
Sources de CO₂ autorisées par le règlement



Les ressources nécessaires ?

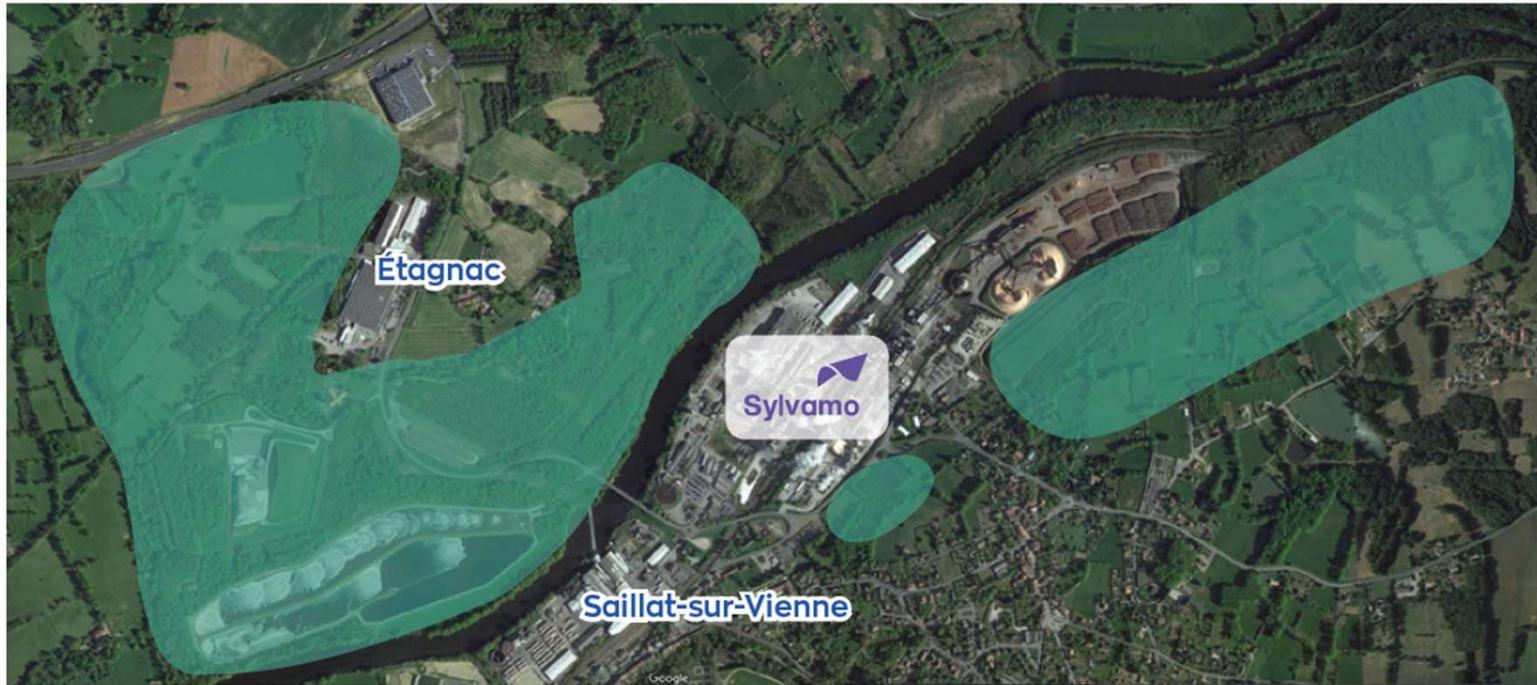


Les ressources nécessaires ?





Le foncier



Capture de CO₂



Electrolyse



Méthanolation



Méthanol-to-jet fuel



Les ressources nécessaires ?

Produits

Jusqu'à
153 kt/an de e-SAF
($\approx 190\,000\text{ m}^3$)

Intrants

Jusqu'à 225 m³/h
Consommation
d'eau nette

630 kt/an de CO₂
Capturé sur le site

Caractéristiques techniques

650 MWe
Unité d'électrolyse +
auxiliaire

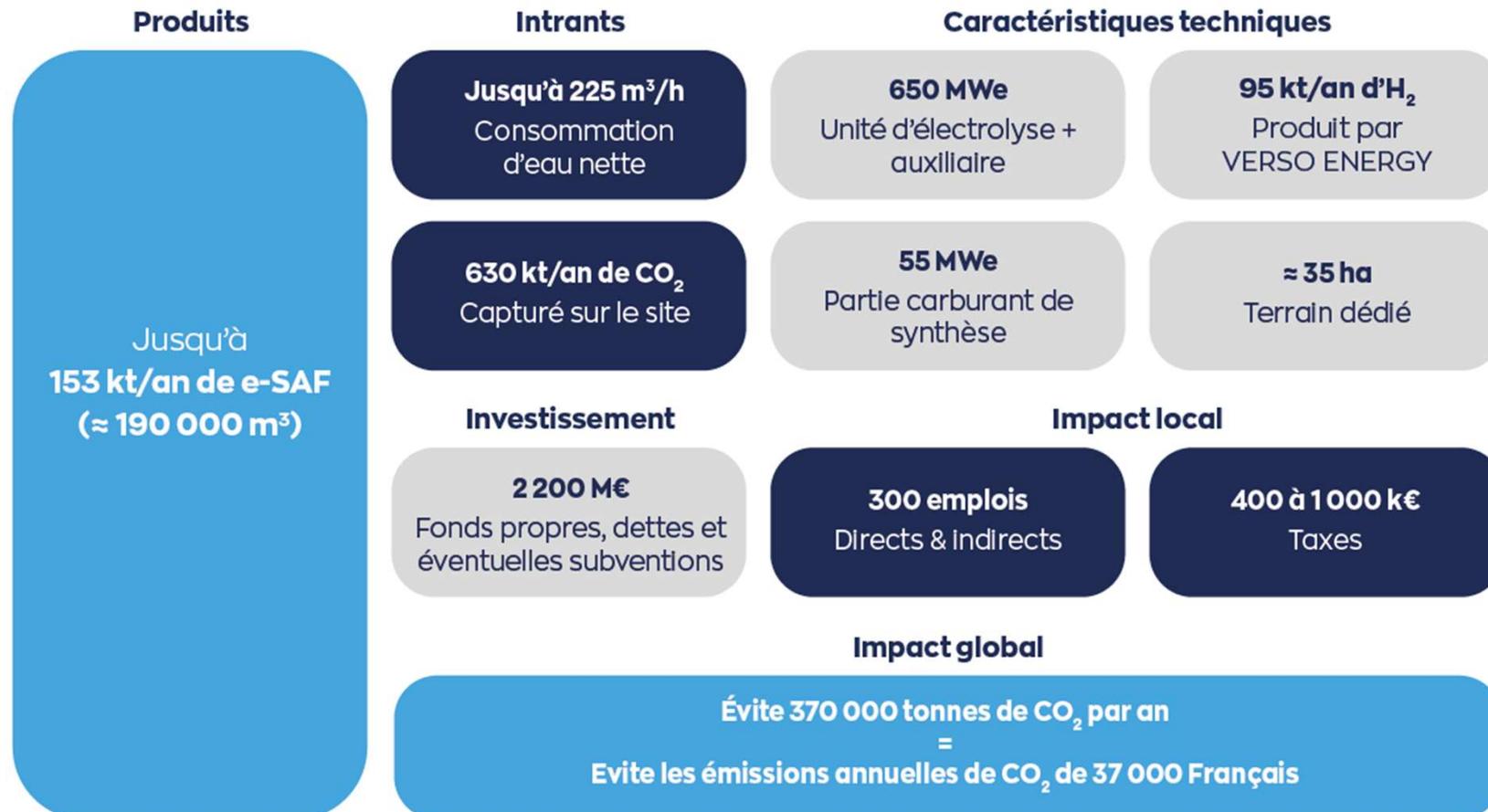
95 kt/an d'H₂
Produit par
VERSO ENERGY

55 MWe
Partie carburant de
synthèse

$\approx 35\text{ ha}$
Terrain dédié



Les ressources nécessaires ?





Retombées économiques



Emploi local



Retombées économiques

Phase chantier	1000 personnes/jour pendant 3 ans Avec des pics à 1 800 personnes
Phase exploitation	300 emplois directs et indirects

Types d'emplois créés : postes d'exploitation des sites, de maintenance, de direction et d'administration, de gardiennage et d'entretien des sites

Le projet participe à la mise en place d'une **filière de carburant d'aviation porteuse d'avenir** et contribue au développement économique local

- ✓ **Investissement estimé d'2,2 milliard €** (unités de e-SAF, capture de CO₂, et raccordement électrique)
- ✓ Complément de revenu pour Sylvamo, activité s'inscrivant pleinement dans la stratégie de diversification



Externalités

LES RESSOURCES



Eau

Soutirage	375 m ³ /h
Consommation nette	225 m³/h
Rejet	150 m ³ /h



Electricité

Puissance électrique requise : 900 MW_e

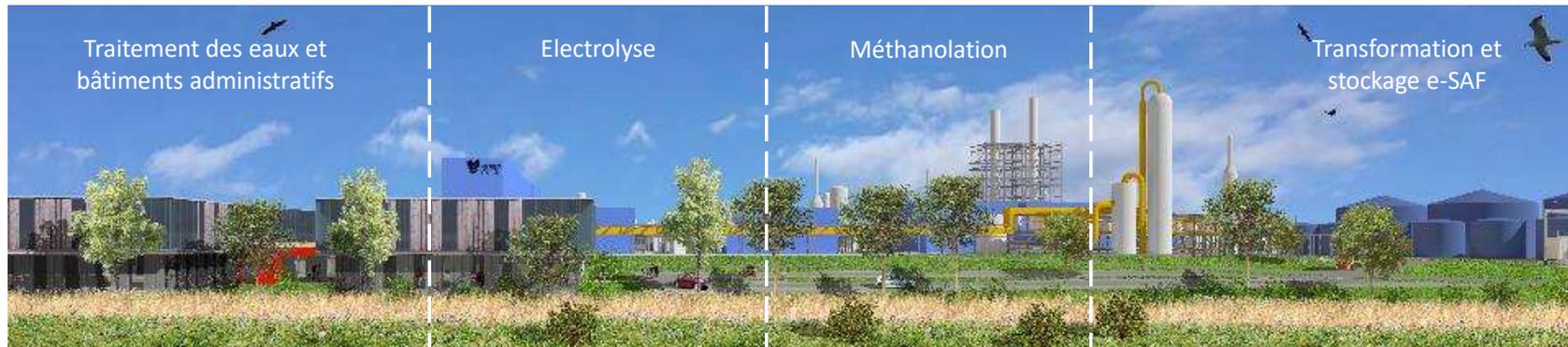
L'ENVIRONNEMENT

✓ LiCHEN :

- ✓ Pas de poussières
- ✓ Pas d'odeur
- ✓ Pas d'émission atmosphérique (hors rejet d'O₂)
- ✓ Export du e-SAF par train & pipeline et non par camions

~ 9 millions de tonnes de CO₂ fossile évitées pendant 25 ans de projet (*)

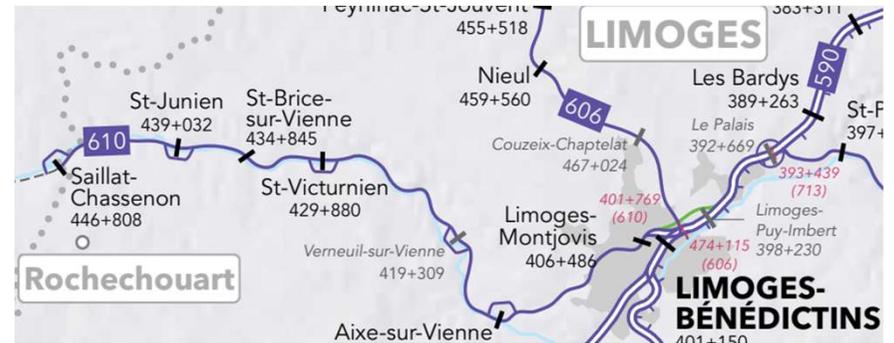
Esquisse du site d'e-SAF



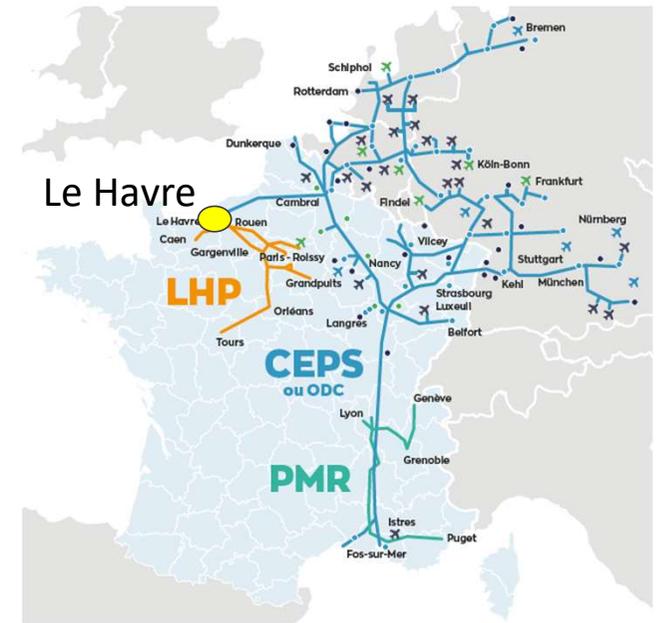


La logistique

1 EXPORT PAR TRAIN VIA L'AXE FERROVIAIRE SAILLAT - LIMOGES



2 RÉCEPTION AU HAVRE SUR LE TERMINAL DE LA CIM



3 INJECTION DANS LE CENTRAL EUROPEAN PIPELINE SYSTEM (CEPS) OU LE LE HAVRE-PARIS (LHP)



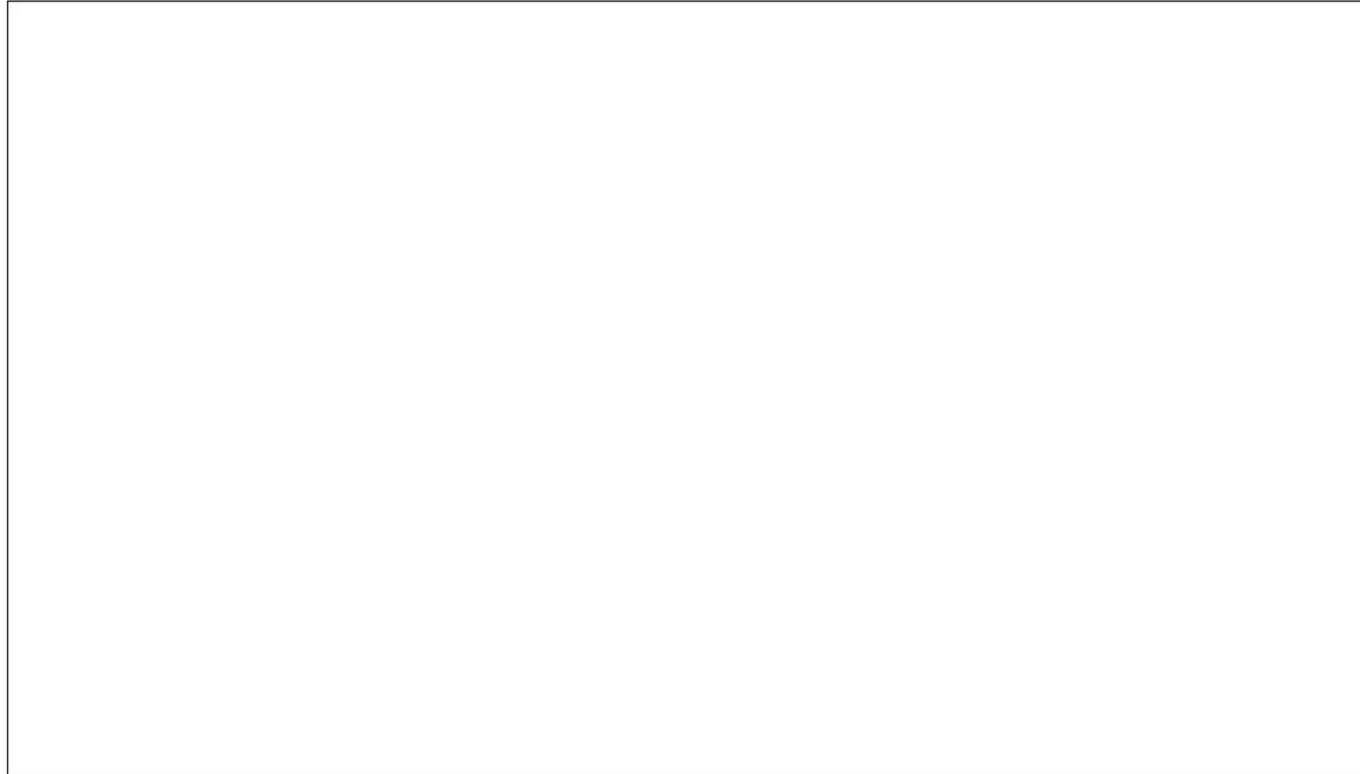
La participation du public

LiCHEN





La CNDP



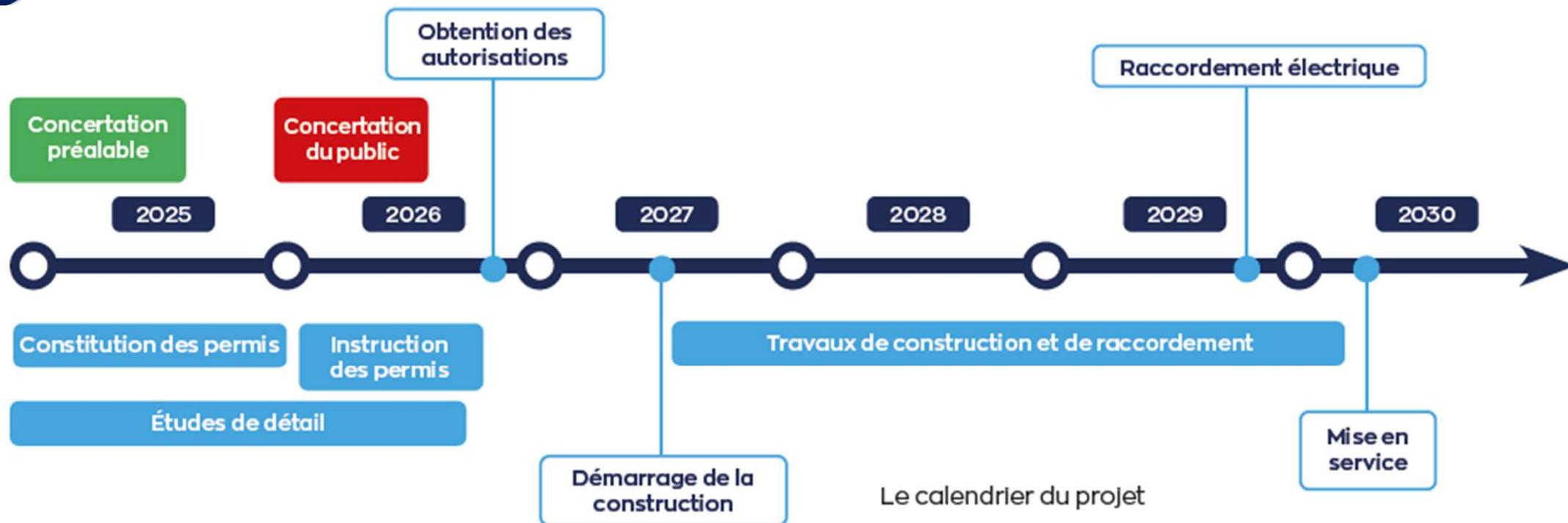


Les futures étapes

LiCHEN



Calendrier du projet



2



Point de vue climatique

LiCHEN





Les enjeux du réchauffement climatique

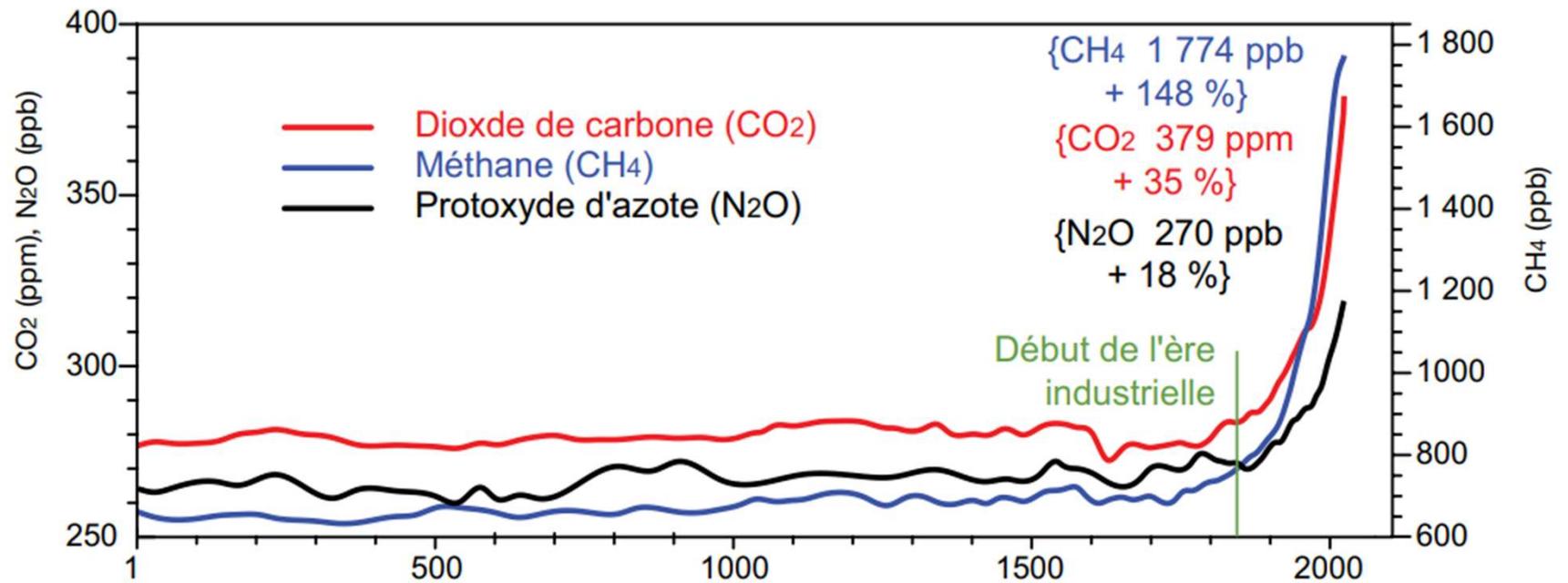
LiCHEN





Les enjeux du réchauffement climatique

Concentration de Gaz à effets de serre dans l'atmosphère de l'an 1 à 2005 ^[1]

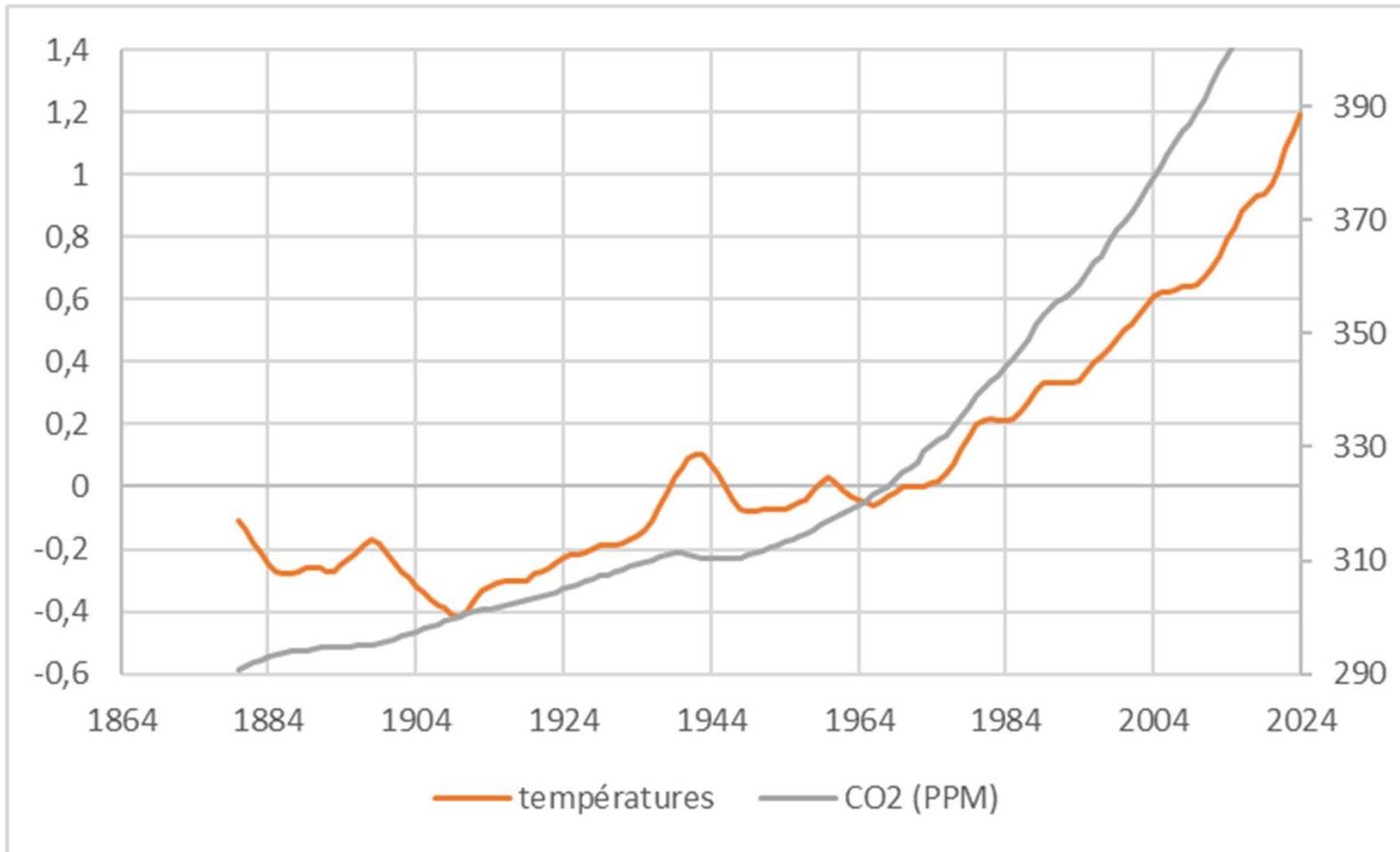


^[1] Giec, 1er groupe de travail, 2007



Les enjeux du réchauffement climatique

Variation de température par rapport à la moyenne entre 1951 et 1980 (°C)



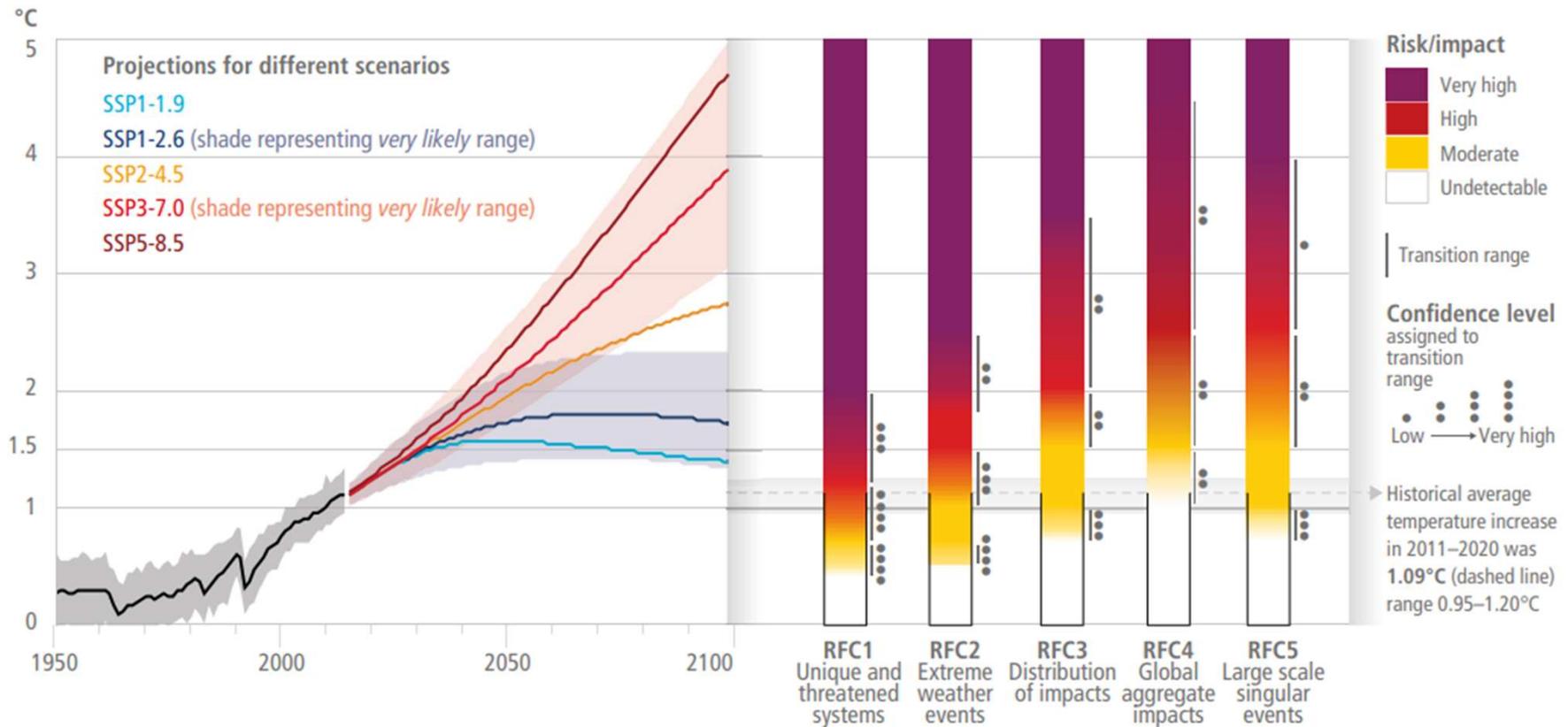
CO2 (ppm)



Les enjeux du réchauffement climatique

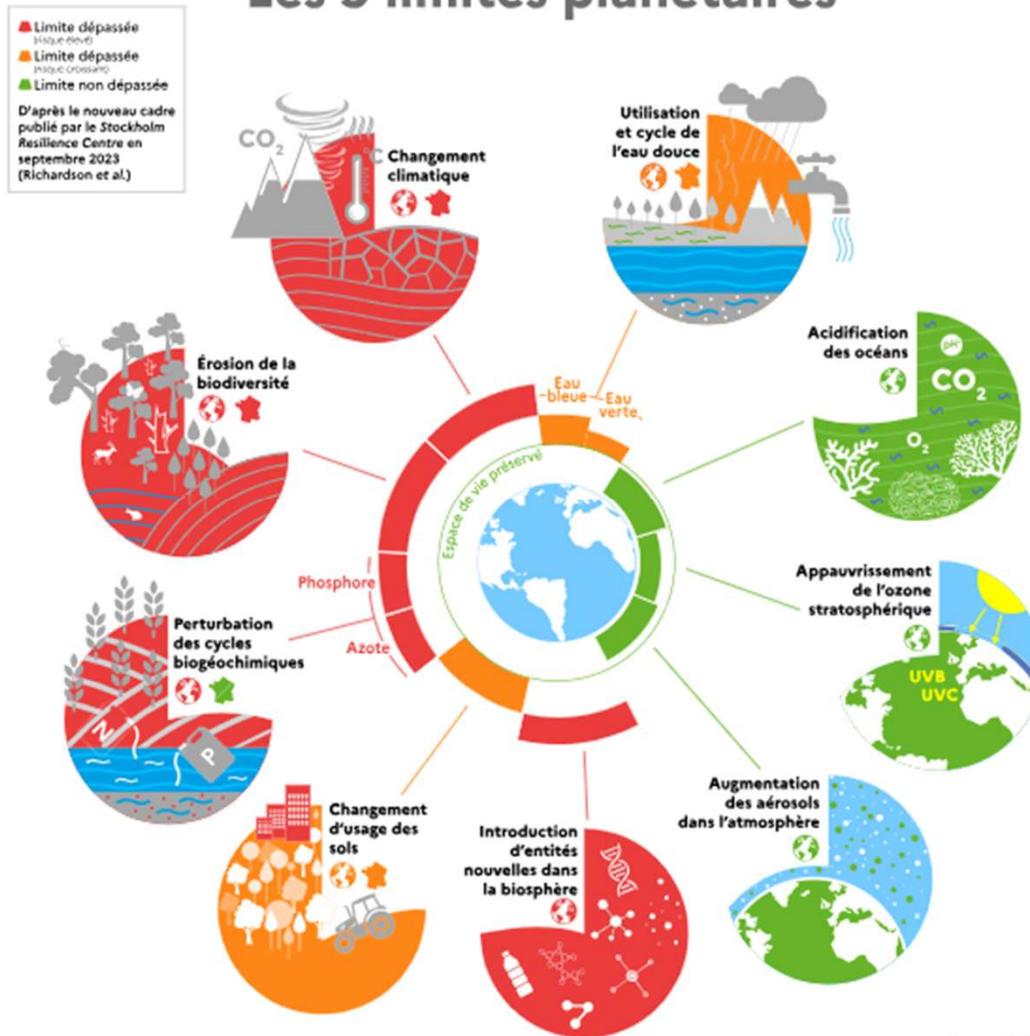
(a) Global surface temperature change
Increase relative to the period 1850–1900

(b) Reasons for Concern (RFC)
Impact and risk assessments assuming low to no adaptation



Les enjeux du réchauffement climatique

Les 9 limites planétaires



Source : CGDD, 2023



Les leviers de décarbonation

LiCHEN





La réponse politique

2015

L'Accord de Paris (COP 21 2015)

A donné un cadre international à l'atténuation du dérèglement climatique :

- Limiter les gaz à effet de serre dans une bande, de **40 % à 70 %** d'ici 2050 en rapport par rapport aux niveaux de 1990 ;
- Maintenir le réchauffement planétaire sous les +2°C de préférence sous 1,5°C
- Lutter contre les effets du changement climatique.

2019

Pacte vert (Green Deal - 2019)

- l'Union Européenne a établi une feuille de route pour atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050. la **réduction d'au moins 55 % des émissions d'ici 2030** (par rapport à 1990),
- l'investissement massif dans les **énergies renouvelables** et la rénovation énergétique des bâtiments,
- la **fin progressive des moteurs thermiques** (voitures essence/diesel),
- un mécanisme de **taxation carbone aux frontières**,
- des aides financières (comme le Fonds pour une transition juste) pour accompagner les régions et travailleurs les plus affectés

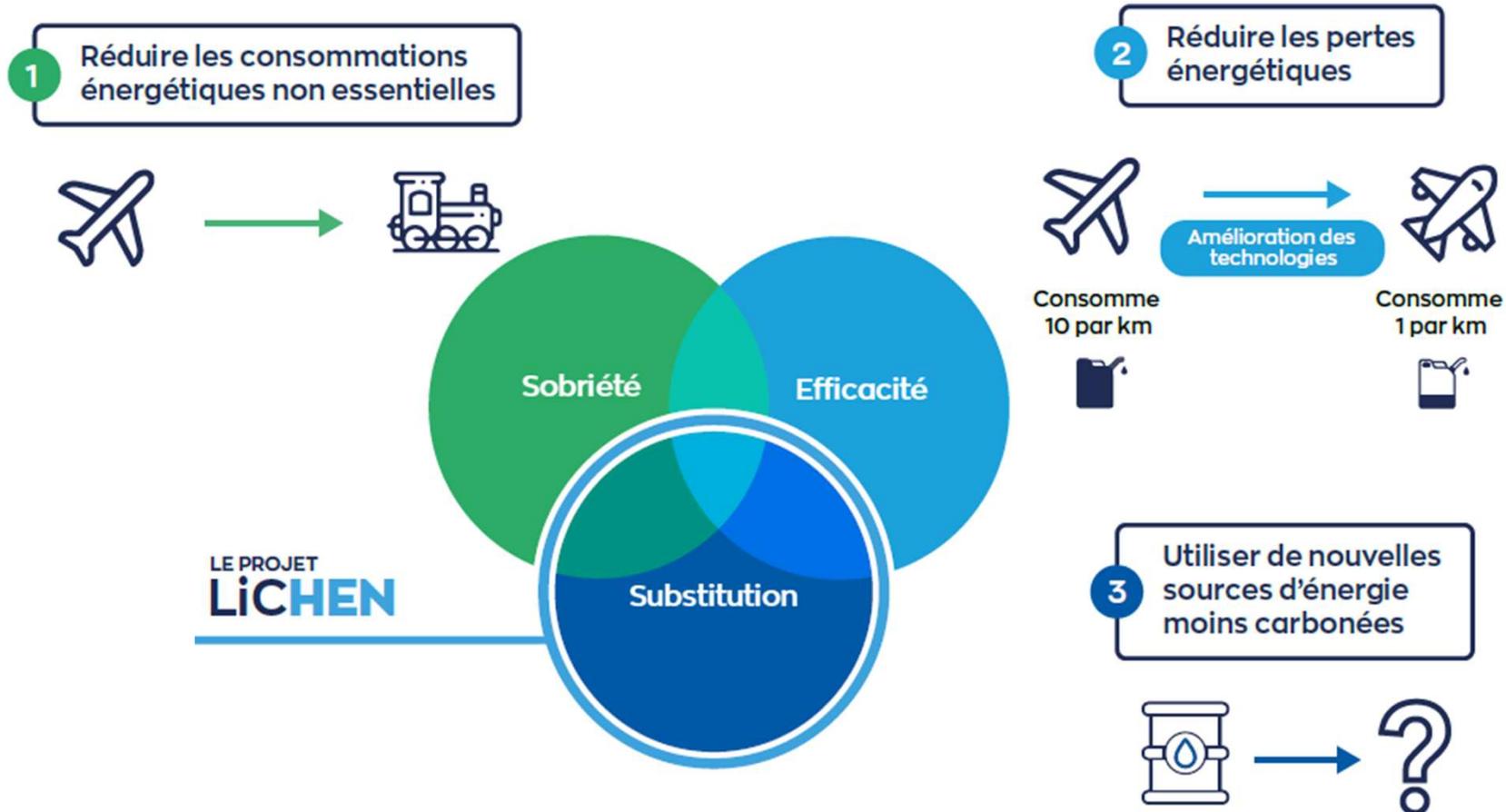
2021

Paquet législatif Fit for 55 (2021)

Ce paquet vise une réduction des émissions nettes d'au moins -55 % d'ici à 2030 par rapport aux niveaux enregistrés en 1990.

Comment débiter un projet industriel ?

Les opportunités – La décarbonation de l'aviation





La décarbonation des transports

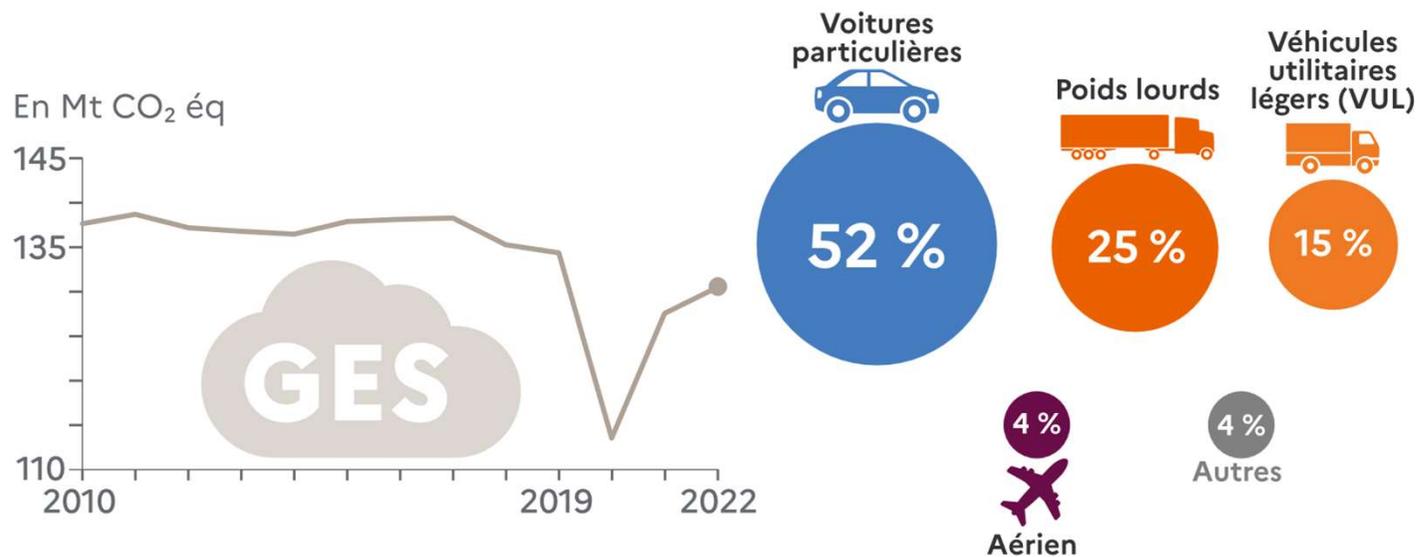
LiCHEN



Les transports 32% des émissions en France

Émissions de gaz à effet de serre des transports intérieurs

130,5 millions de tonnes équivalent CO₂



Source : SDES, Bilan annuel des transports en 2022 - Édition 2023

2025-05-22 - Lycée Edouard Vaillant - LiCHEN



Sobriété

Co-voiturage

Mobilités douces

Report modal

...

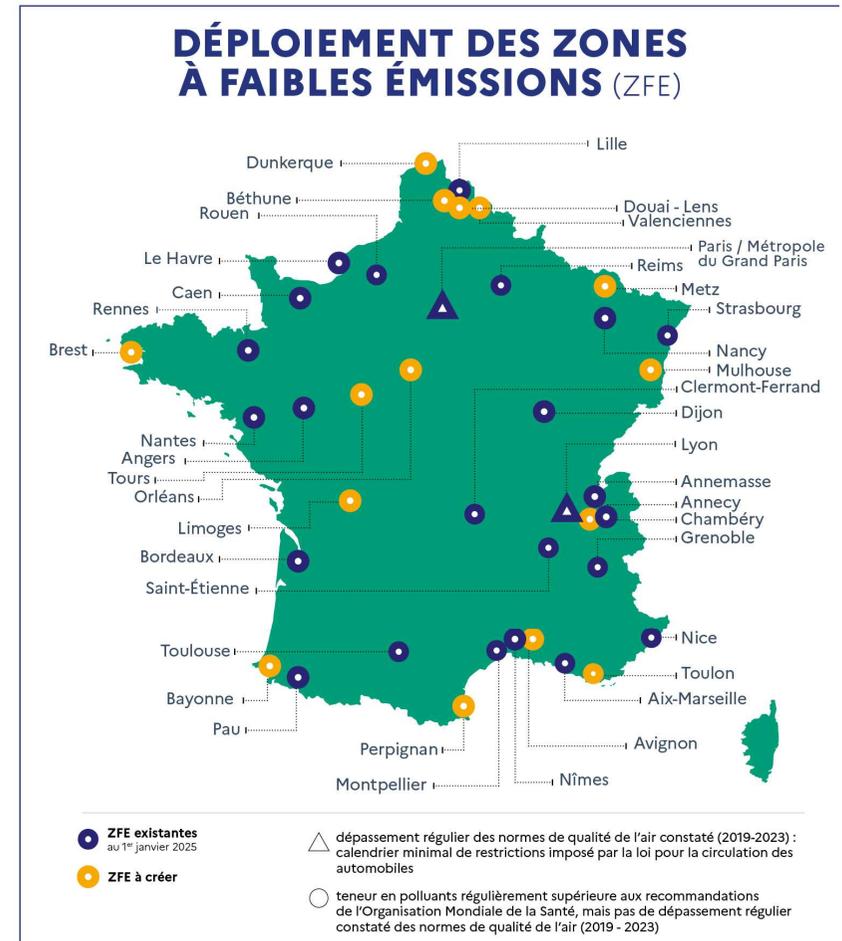


Efficacité

Véhicules plus récents

Véhicules plus légers

Amélioration des moteurs, filtres,
aérodynamisme





Substitution

Véhicules électriques

Véhicules à hydrogène

Biocarburants

E-carburants



La décarbonation de l'aviation

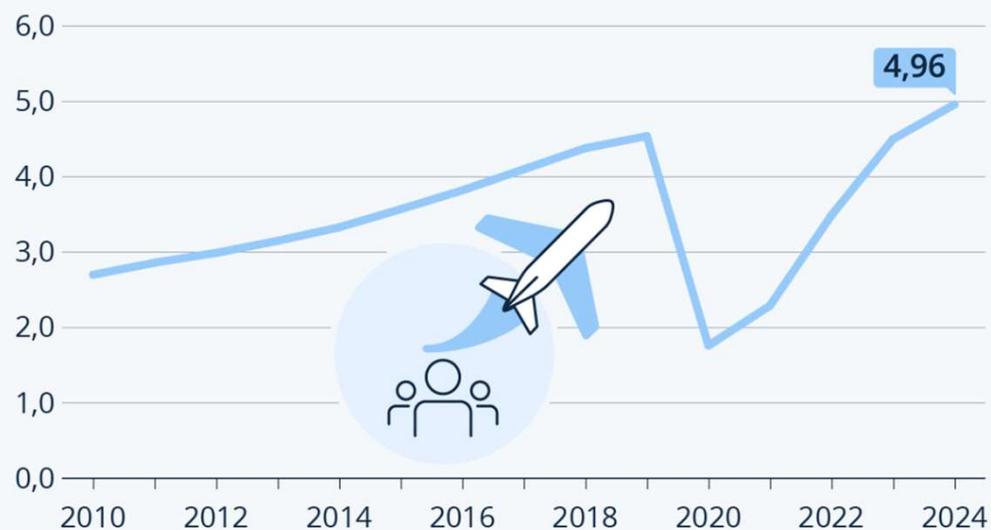
LiCHEN





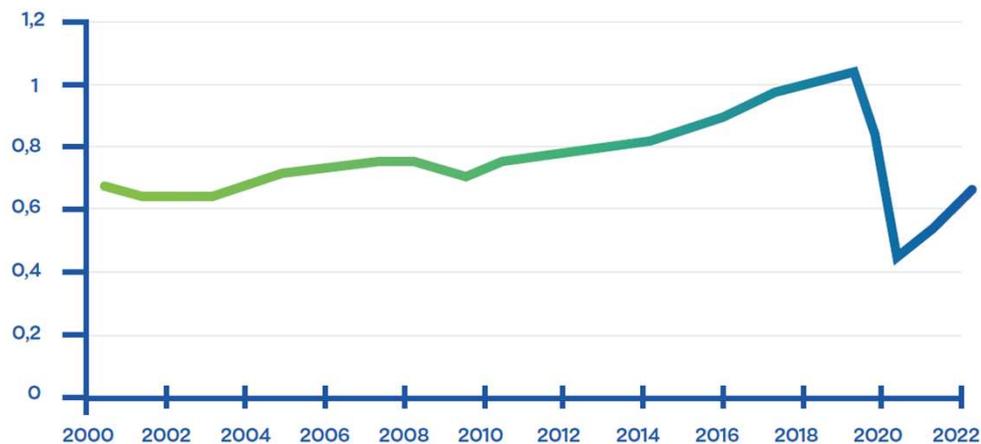
Le trafic aérien mondial

Évolution du nombre de passagers de l'industrie mondiale du transport aérien (en milliards)*



* 2023 : estimation. 2024 : prévision en date de juin 2024.

Source : International Air Transport Association



Emission de GES mondiales de l'aviation depuis 2000 en milliards de tonnes



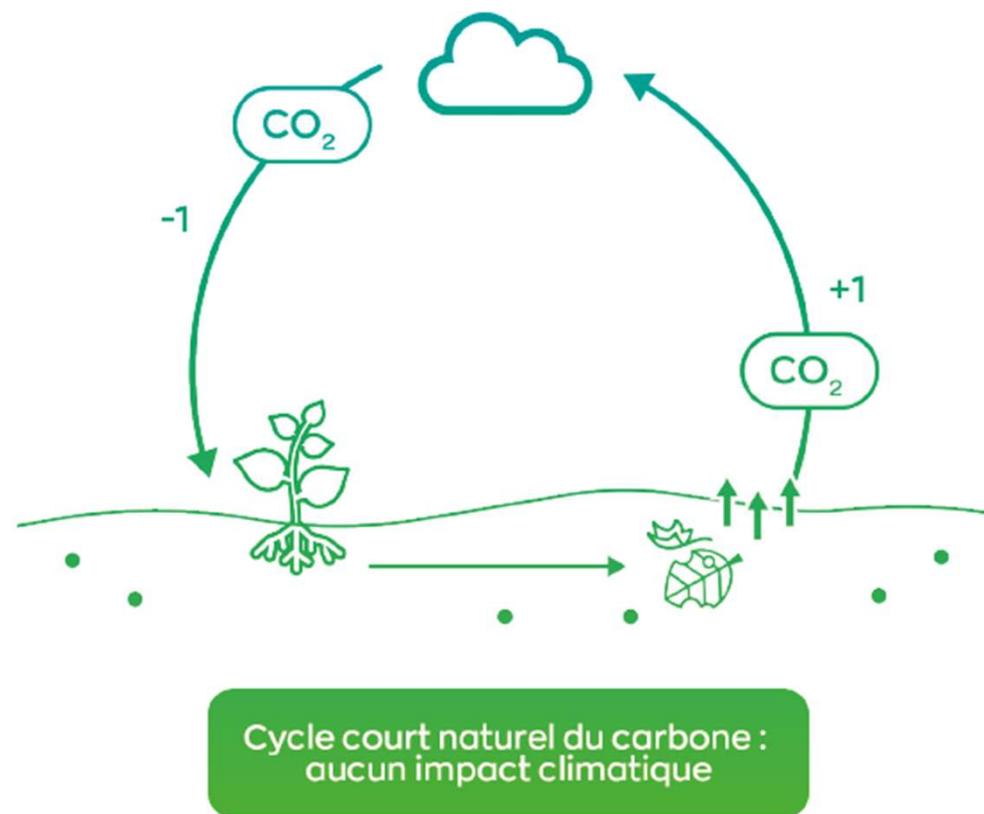
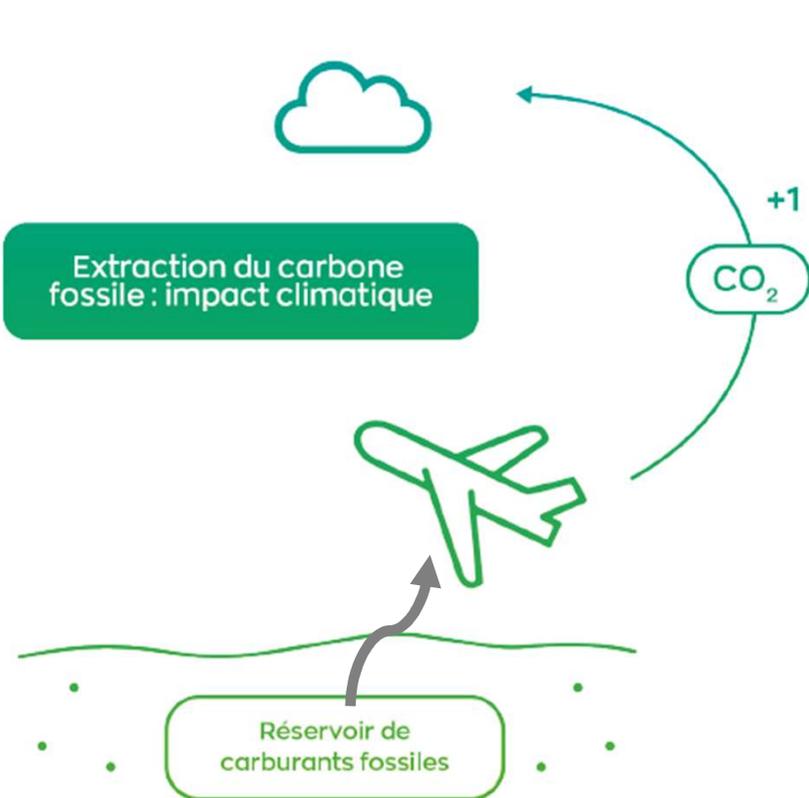
Effcacité

- ❖ Ces différents objectifs seront atteints principalement grâce :
 - ❖ Amélioration des rendements thermopropulsifs
 - ❖ Meilleures performances aérodynamiques
 - ❖ Gains de masse
 - ❖ Opération sol : Roulage, électrification du matériel au sol, etc
 - ❖ Opération vol : trajectoires horizontales, trajectoires verticales, etc

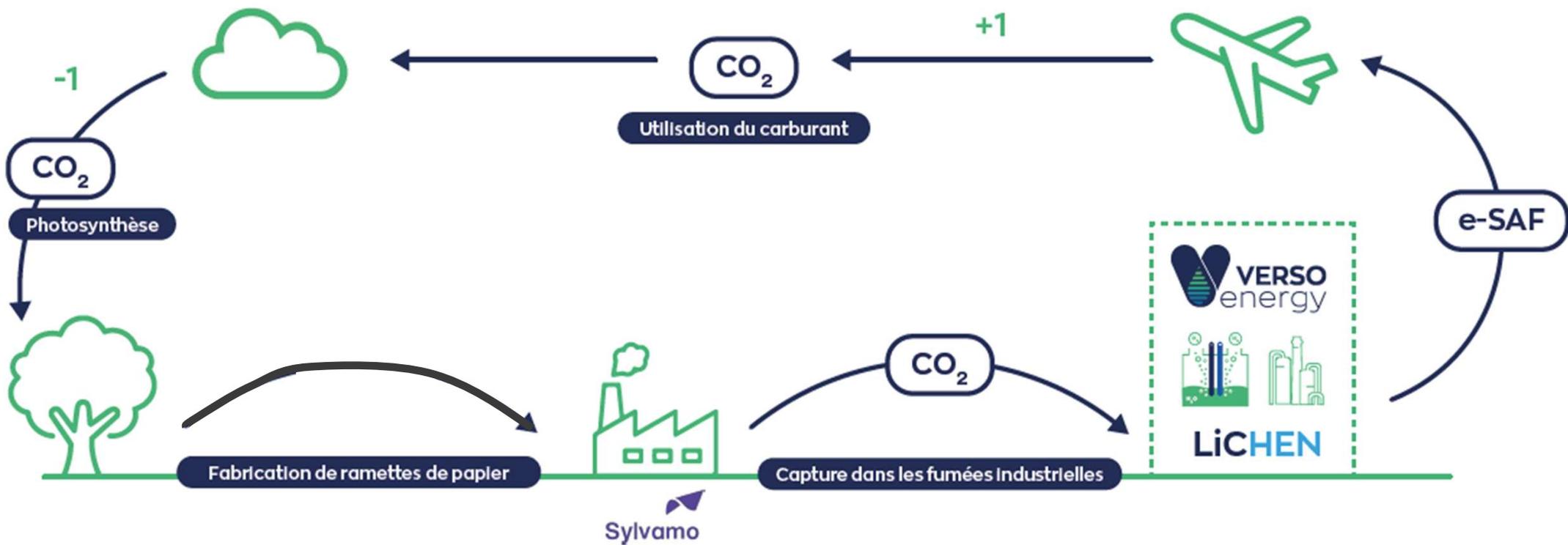
Substitution

Méthode actuelle Combustibles fossiles	Biocarburants Carburants à partir de biomasse	Avion électrique Electrification directe décarbonée des usages	Avion à hydrogène	Carburants de synthèse (e-carburants ou e-SAF)
<p>Kérosène</p>  <ul style="list-style-type: none">⚠ Émissions de CO₂⚠ Dépendance énergétique de la France à des importations	<p>Biomasse durable</p>  <ul style="list-style-type: none">✓ Pas d'émission de CO₂ fossile✓ Production domestique possible⚠ Consommation de biomasse, avec des enjeux de gestion durable	<p>Énergies renouvelables et nucléaire</p>  <ul style="list-style-type: none">✓ Pas d'émission de CO₂ fossile✓ Production domestique possible✓ Pas de consommation supplémentaire de biomasse⚠ Inadaptée à l'aviation longue distance en raison de la taille des batteries requises	<p>À partir d'hydrogène</p>  <ul style="list-style-type: none">✓ Pas d'émission de CO₂ fossile✓ Production domestique possible✓ Pas de consommation supplémentaire de biomasse⚠ Technologies pas prêtes avant l'horizon 2050⚠ Infrastructures inexistantes	<p>À partir d'hydrogène électrolytique décarboné, seul ou combiné avec du CO₂ biogénique</p>  <ul style="list-style-type: none">✓ Pas d'émission de CO₂ fossile✓ Production domestique possible✓ Pas de consommation supplémentaire de biomasse✓ Adapté aux infrastructures et motorisations actuelles

Le CO₂ biogénique



Le CO₂ Biogénique



RefuelEU Aviation

Le règlement européen ReFuel EU Aviation introduit des objectifs de décarbonation du secteur via l'incorporation de SAF et e-SAF

