

Janvier 2025

# Avis d'expert – Empreinte carbone et émissions évitées par E-CHO

CNDP – Elyse Energy

---

Céleste Grillet    Consultante sénior – Pôle Energie  
Michaël Margo    Senior Manager – Pôle Energie

[celeste.grillet@carbone4.com](mailto:celeste.grillet@carbone4.com)  
[michael.margo@carbone4.com](mailto:michael.margo@carbone4.com)

# Notre mandat d'experts carbone dans le cadre de la concertation

- Expliquer le cadre réglementaire d'évaluation de l'empreinte carbone des produits du projet E-CHO
  - Préciser le périmètre et les postes pris en compte dans le calcul ou non
  - Produire des recommandations sur le calcul d'Elyse Energy
- Indiquer si les études et bilans communiqués ont été réalisés dans les règles de l'art
- Conclure sur la pertinence et la complétude des études et des bilans menés
- Il ne s'agit pas de produire de nouvelles données, mais de porter un regard indépendant sur les études réalisées par Elyse Energy.

*NB : Le support présenté dans le cadre de cette réunion de suivi est une version allégée pour faciliter la présentation des enjeux en temps contraint. Le support complet, plus détaillé et autoportant se trouve en annexe de ce document.*

# Déroulé

- I. Les engagements européens de décarbonation
- II. Principes de la comptabilité carbone
- III. Emissions induites, évitées ou séquestrées
- IV. Le cas de la biomasse
- V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO

# Déroulé

## **I. Les engagements européens de décarbonation**

II. Principes de la comptabilité carbone

III. Emissions induites, évitées ou séquestrées

IV. Le cas de la biomasse

V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO

# L'UE a pris des engagements de réduction de ses émissions afin de respecter l'Accord de Paris qui sont déclinés dans des paquets réglementaires et par des objectifs sectoriels

## L'UE s'engage à réduire ses émissions

- L'Accord de Paris signé en 2015 par l'UE donne pour objectif de limiter le réchauffement planétaire global entre +1.5 et +2°C par rapports aux niveaux préindustriels.
- L'Union européenne s'engage à atteindre le Net-Zéro (équilibre des puits et des sources de GES à la maille de son territoire) en 2050 et se fixe un objectif intermédiaire de 55% de réduction de ses émissions en 2030 par rapport à 1990.

## L'UE met en place des réglementations pour répondre à ses objectifs

- Le paquet législatif « **Fit for 55** » est un ensemble de lois pour veiller à ce que les politiques de l'UE soient conformes aux objectifs climatiques arrêtés avec notamment la réforme de l'EU ETS qui est un des outils principaux de la décarbonation de l'UE et a déjà permis de diminuer les émissions des secteurs couverts de 41% depuis son introduction en 2005.
- Les **directives sur les énergies renouvelables (RED)** fixent un cadre méthodologique commun pour évaluer et fixer des exigences de durabilité et des seuils de décarbonation minimale pour les solutions décarbonantes

## Des objectifs sectoriels sont définis, notamment pour l'aviation et le maritime

- **ReFuelEU Aviation** : L'aviation représente **14,4% des émissions dues aux transports** dans l'UE. Cette initiative vise à **accroître l'offre et la demande de carburants durables<sup>1</sup> pour l'aviation jusqu'à 70%** en 2050 comme levier de décarbonation à court et moyen termes du secteur et afin de respecter les objectifs climatiques de l'UE.
- **FuelEU Maritime** : Le transport maritime représente **13,5% des émissions dues aux transports** dans l'UE. Cette initiative vise à **réduire jusqu'à 80 % l'intensité des émissions** de gaz à effet de serre de l'énergie utilisée à bord des navires d'ici à 2050.

# Déroulé

I. Les engagements européens de décarbonation

**II. Principes de la comptabilité carbone**

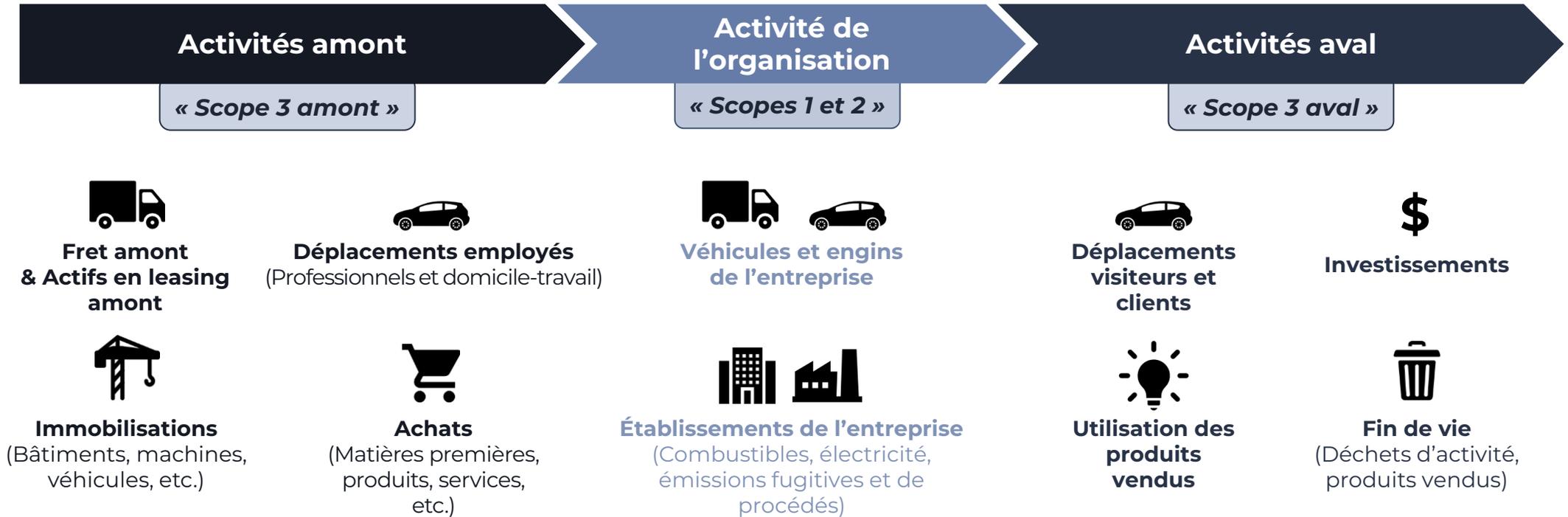
III. Emissions induites, évitées ou séquestrées

IV. Le cas de la biomasse

V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO

# Quelques grands principes de la comptabilité carbone

## Principaux postes d'émissions de l'empreinte carbone



Note 1 : les gaz à effet de serre comptés sont ceux inscrits dans le **protocole de Kyoto** : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et gaz fluorés.

Note 2 : Pour **regrouper sous une seule valeur l'effet additionné de tous les gaz** contribuant à l'accroissement de l'effet de serre. On utilise le Pouvoir de Réchauffement Global des gaz, pour obtenir un **indicateur exprimé en « équivalent CO<sub>2</sub> ou CO<sub>2</sub>e »** du fait que, par définition, l'effet de serre attribué au CO<sub>2</sub> est fixé à 1 et celui des autres substances relativement à la même masse de CO<sub>2</sub>.

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants référentiel applicable au e-biokérosène

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)

$E_{\text{totale}} =$

$E_{\text{ec}}$

Extraction et culture des  
matières premières

Calcul des émissions  
correspondant à ce poste avec  
les hypothèses prises par  Elyse

**29 700 tCO<sub>2</sub>e/an**

→ Dans **le cas du projet E-CHO**, les émissions comptabilisées par Elyse Energie sont celles fournies par la Commission Européenne pour les intrants de type « **Plaquettes forestières provenant de rémanents d'exploitation forestière** » avec une distance de transport comprise entre 1 et 500km. Elles prennent en compte les émissions associées à la culture, la transformation et au transport.

→ **Avis Carbone 4** : les données utilisées par Elyse pour prendre en compte les émissions associées à l'extraction et à la culture des matières premières ne prennent en compte qu'un seul type de biomasse forestière tandis que son approvisionnement sera a priori plus diversifié (plusieurs types de biomasse forestière, biomasse agricole ligneuse, déchets).

→ L'intrant choisi pour les calculs ne présente pas d'émissions à la culture, peu d'émissions de transformation et une distance de transport limitée – la valeur choisie est plutôt optimiste car elle ne présente pas d'émissions associées à la culture et a pour hypothèse une distance de transport limitée, elle devra être modifiée pour prendre en compte l'approvisionnement réel en biomasse du projet.

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)

$$E_{\text{totale}} = E_{\text{ec}} + E_{\text{l}}$$

<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"><b>Extraction et culture des matières premières</b></div>	+	<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"><b>Changement d'affectation des sols</b></div>
<p><i>Calcul des émissions correspondant à ce poste avec les hypothèses prises par Elyse </i></p> <p>29 700 tCO<sub>2</sub>e/an</p>		<p><i>Elyse </i></p> <p>0 tCO<sub>2</sub>e/an</p>

→ Dans **le cas du projet E-CHO**, il est considéré que la biomasse ne provoque pas de changement d'utilisation des sols. Terme compté à 0.

→ **Avis Carbone 4** : cette hypothèse est recevable dans le cas où l'approvisionnement en biomasse ne comprend pas de nouvelles cultures dédiées\* ce qui devra être confirmé dans le plan d'approvisionnement biomasse finalisé.

\*Qui ont suscité un changement d'usage des sols depuis 2008

Note : Les émissions résultant de la fabrication des machines et des équipements ne sont pas prises en compte. \*Qui ont suscité

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)

$$E_{\text{totale}} = E_{\text{ec}} + E_{\text{l}} + E_{\text{p}}$$

$E_{\text{ec}}$	$E_{\text{l}}$	$E_{\text{p}}$
Extraction et culture des matières premières	Changement d'affectation des sols	Transformation
Calcul des émissions correspondant à ce poste avec les hypothèses prises par Elyse 	Elyse 	Elyse 
29 700 tCO <sub>2</sub> e/an	0 tCO <sub>2</sub> e/an	46 400 tCO <sub>2</sub> e/an

→ Dans **le cas du projet E-CHO**, les émissions comptabilisées par Elyse Energie pour la transformation sont les émissions associées aux différents procédés : notamment la production d'hydrogène qui consomme une quantité très importante d'électricité et le procédé de transformation en lui-même (torréfaction, gazéification, synthèse) pour produire du e-biokérosène.

→ Elyse considère un mix électrique 50% renouvelable 50% réseau français pour la production d'H<sub>2</sub>.

→ **Avis Carbone 4** : les consommations énergétiques des procédés ne sont pas détaillées par Elyse à l'exception de la consommation des électrolyseurs pour la production d'hydrogène qui représente le premier poste d'émissions. La valeur utilisée est de 51,3kWh/kg d'H<sub>2</sub> et provient de sources opposables<sup>1</sup> mais nous semble sous-estimée de 5 à 15% au regard des données industrielles dont nous disposons en interne.

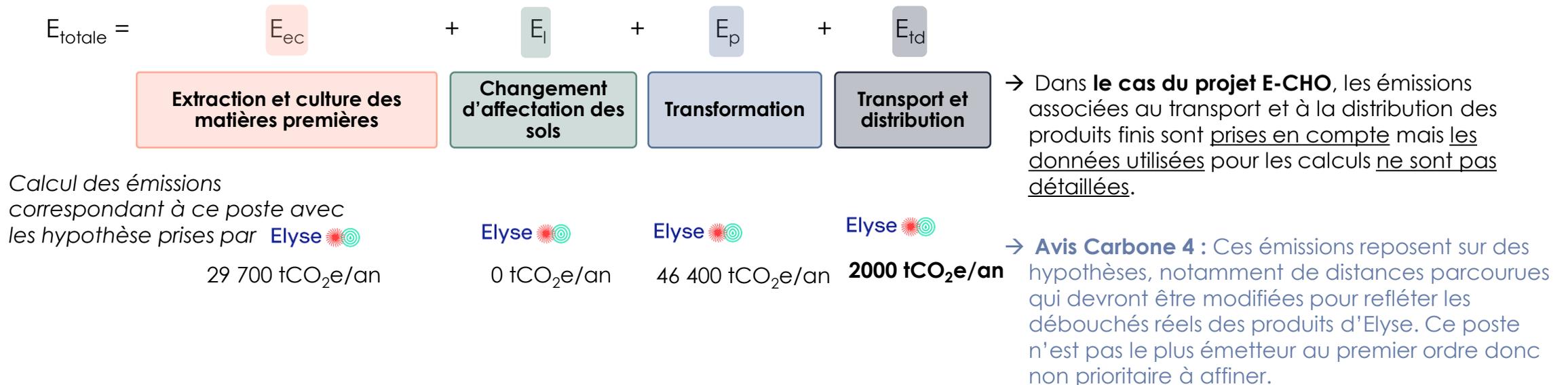
→ Les FE d'émissions utilisés sont cohérents à condition qu'Elyse respecte les critères d'approvisionnement pour l'électricité renouvelable.

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)



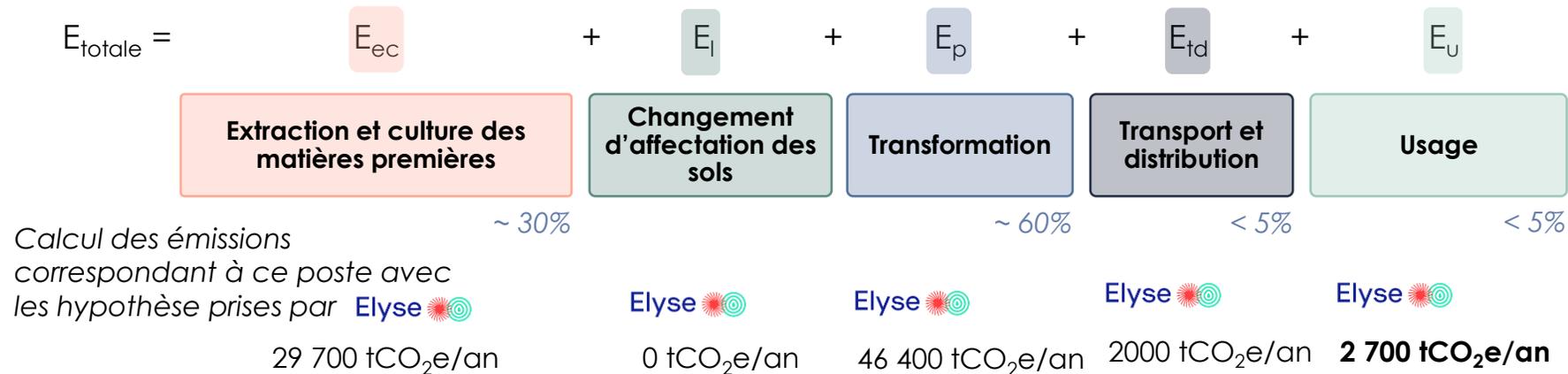
\* Y compris les émissions de CO<sub>2</sub> correspondant à la teneur en carbone des apports fossiles, qu'ils aient ou non été réellement brûlés durant le processus.

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)



→ Dans le cas du projet E-CHO, les émissions comptabilisées par Elyse Energie à l'usage s'appuient sur des données de la Commission Européenne applicables à un seul type de biomasse forestière.

→ **Avis Carbone 4** : les données ne prennent en compte qu'un seul type de biomasse forestière tandis que l'approvisionnement sera a priori plus diversifié (plusieurs types de biomasse forestière, biomasse agricole ligneuse, déchets).

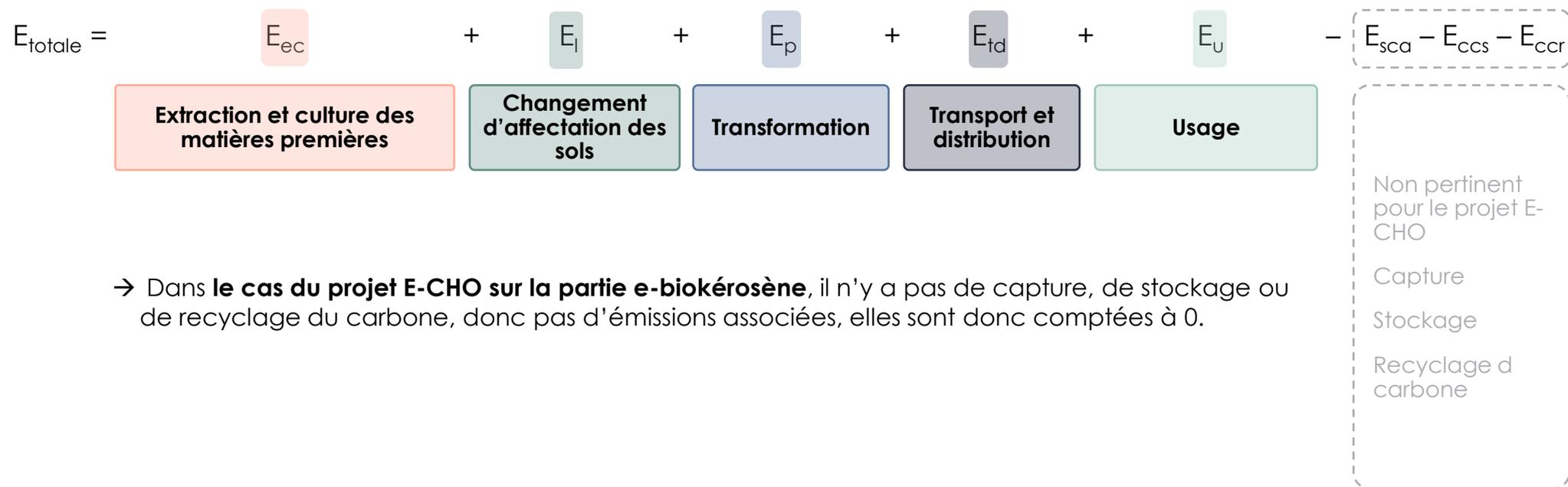
→ L'intrant choisi présente une valeur conservatrice d'émissions de N<sub>2</sub>O et de CH<sub>4</sub> associées à sa combustion

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)



Note : Les émissions résultant de la fabrication des machines et des équipements ne sont pas prises en compte mais Elyse en a réalisé une estimation qui montre un ordre de grandeur négligeable au regard des autres postes < 10%.

# Déroulé

I. Les engagements européens de décarbonation

II. Principes de la comptabilité carbone

**III. Emissions induites, évitées ou séquestrées**

IV. Le cas de la biomasse

V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO

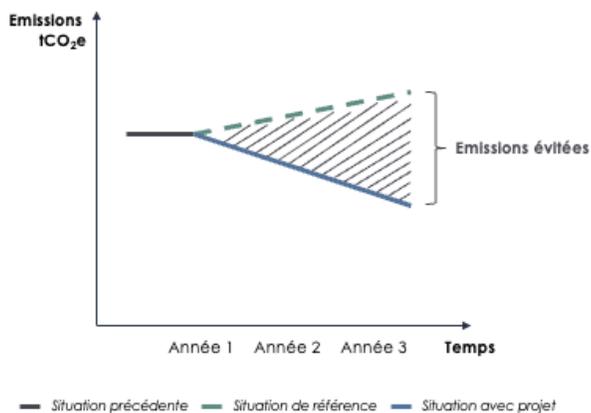
# Le périmètre et la situation de référence : un choix déterminant dans le calcul des émissions évitées

Les émissions évitées **mesurent la contribution d'un projet à la décarbonation de l'économie en dehors de son périmètre d'activité.**

Elles sont **estimées au regard d'un scénario de référence contrefactuel** qui traduit la situation la plus probable qui aurait eu lieu en l'absence de la solution bas carbone.

**Une solution évite des émissions si elle permet une réduction par rapport à la situation de référence.**

Calcul des émissions évitées :  
une comparaison des émissions induites dans deux scénarios



En pratique, il n'existe **pas de norme qui définit précisément comment calculer des émissions évitées** et choisir la situation de référence

En prenant **des situations de référence différentes**, le résultat du calcul pour une même technologie varie et **rend difficile la comparaison des résultats pour juger du potentiel de décarbonation réel.**

*Ex : pour une pompe à chaleur, l'entreprise 1 communique sur des émissions évitées par rapport à une chaudière au fioul et l'entreprise 2 par rapport au mix de chauffage résidentiel français (fioul, gaz, biomasse, électricité), le résultat est donc artificiellement plus favorable à l'entreprise 1.*

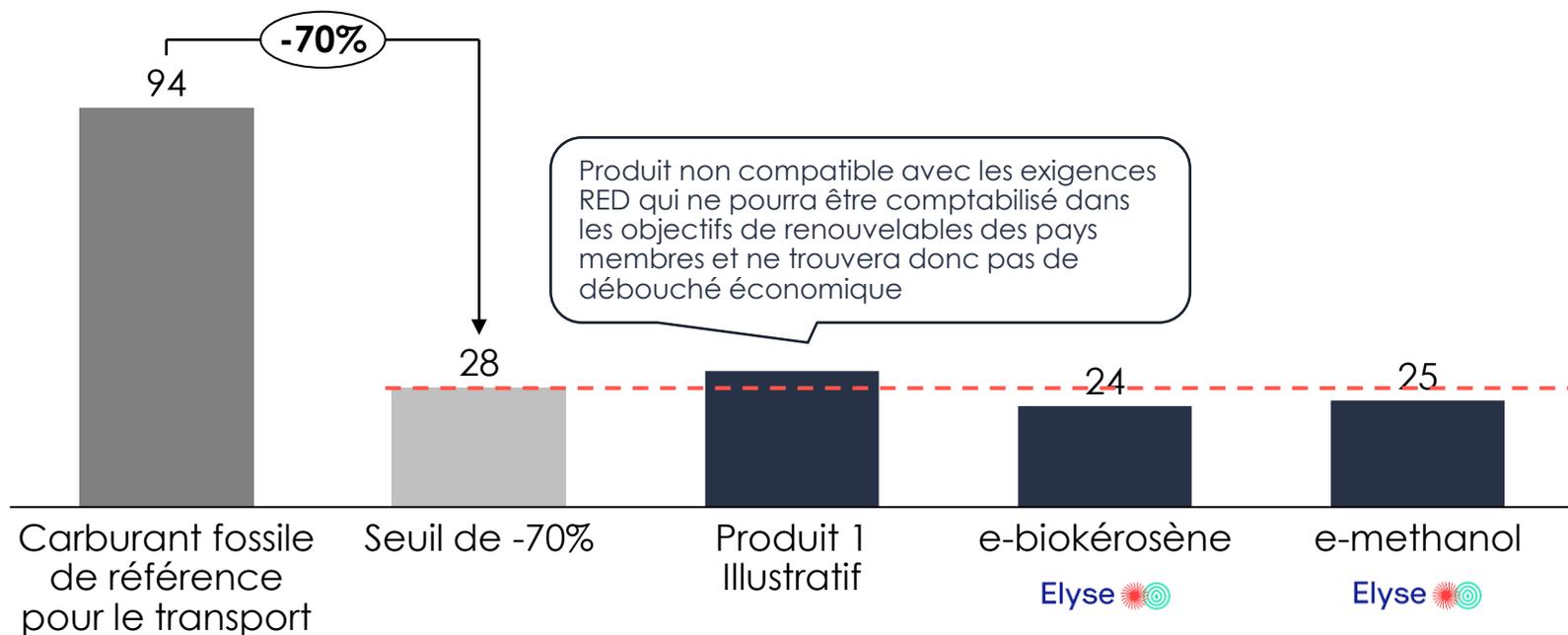
**RED définit une valeur d'émissions de référence auquel comparer le produit bas-carbone**, le plus souvent celle du combustible fossile le plus couramment utilisé dans le secteur. Cela permet de :

- 1. rendre les différentes solutions comparables** entre elles en termes de réduction d'émissions
- 2. définir un seuil de réduction minimum** en-dessous duquel le produit ne peut pas être comptabilisé dans les objectifs de renouvelable des pays membres

# RED fixe la « situation de référence » en définissant un carburant fossile de référence propre à chaque secteur

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe également le seuil auquel le carburant bas-carbone doit se comparer, toujours afin de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.**
- Pour le secteur des transports, le carburant de référence à une empreinte de 94 gCO<sub>2</sub>e/MJ, ce qui signifie que **les carburants bas-carbone doivent présenter une empreinte inférieure à 28,2 gCO<sub>2</sub>/MJ** (-70% d'émissions).

## Comparaison de différentes alternatives « bas-carbone au seuil de référence RED III



# Déroulé

I. Les engagements européens de décarbonation

II. Principes de la comptabilité carbone

III. Emissions induites, évitées ou séquestrées

**IV. Le cas de la biomasse**

V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO

# Le GIEC prend en compte les émissions de CO<sub>2</sub> de la combustion de la biomasse dans le secteur AFOLU<sup>1</sup> et non à la combustion des produits biogéniques pour éviter les doubles comptes

« La biomasse est un cas particulier :

L'approche globale du GIEC concernant les émissions de gaz à effet de serre dues à la combustion de biomasse [...] permet une couverture complète des émissions et des puits.

**Les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) provenant de la combustion de biomasse [...] sont prises en compte** dans les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur AFOLU **par le biais des variations estimées des stocks de carbone** résultant de la récolte de la biomasse.

Cette décision d'estimer et de déclarer toutes les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la biomasse [...] dans le secteur AFOLU<sup>1</sup> a été introduite [...] **pour la raison pragmatique d'éviter le double comptage**.

Dans le secteur de l'énergie, les émissions de CO<sub>2</sub>, de méthane (CH<sub>4</sub>) et d'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) provenant de la combustion de biomasse [...] pour la production d'énergie sont comptabilisées mais les émissions de CO<sub>2</sub> sont reportées à titre informatif puisque déjà incluses dans les émissions de l'AFOLU.»

*GIEC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 2*

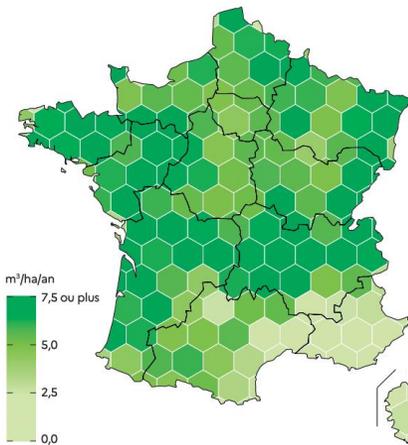
**Au-delà des normes comptables, pour qu'il n'y ait pas un report d'augmentation d'émissions dans le secteur AFOLU, il faut que la biomasse utilisée provienne d'un écosystème dans lequel la production nette de biosphère (nette de la mortalité etc...) soit supérieure au prélèvement réalisé.**

# La Nouvelle Aquitaine se situe dans la moyenne des régions en termes de bilan des flux de bois sur la période 2013-2021

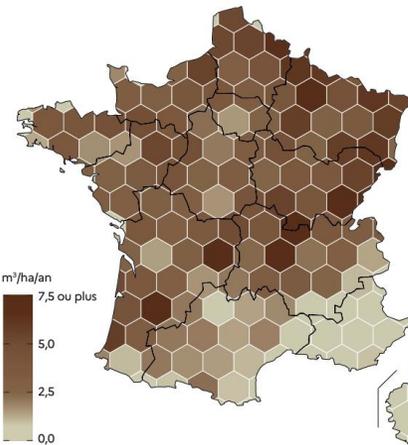
- Au-delà des règles de comptabilité conventionnelles, il faut garder en tête que **la forêt française est plutôt en train de se dégrader, plutôt que d'aller de mieux en mieux**. Cela ne veut pas dire qu'il faut arrêter d'exploiter la forêt, mais qu'il faut prendre garde à **prioriser ce qu'on fait, où, et dans quelle proportion**, et se poser la question de sa résilience face au changement climatique.

Période 2013-2021

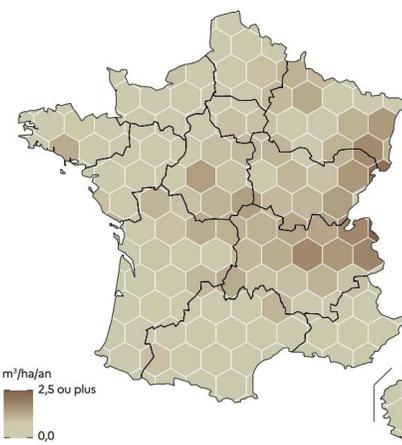
Production biologique



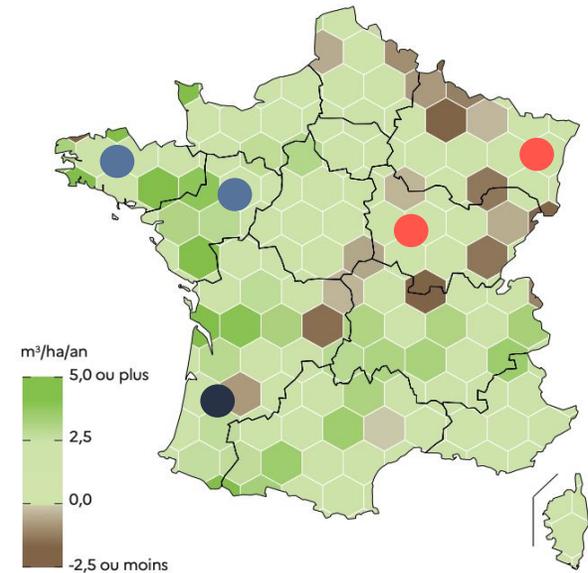
Prélèvements de bois



Mortalité



Bilan des flux de bois



## Bilan des flux très positif

- Bretagne : 2,6 m³/an/ha
- Pays-de-la-Loire : 2,1 m³/an/ha

## Bilan des flux faible

- Grand Est : 0,1 m³/an/ha
- Bourgogne-Franche-Comté : 0,3 m³/an/ha

● Nouvelle Aquitaine : 1,8 m³/an/ha

Un bilan positif montre une augmentation annuelle du stock de bois tandis qu'un bilan négatif illustre une diminution du volume de bois dans les forêts.

# Quelles sont les exigences de RED sur la durabilité de la biomasse utilisée dans les projets énergétiques ?

- **Exigences de RED II sur la biomasse :**

- La directive (UE) 2018/2001, RED II, relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, pose entre autres **le principe de la « durabilité des bioénergies » qui s'applique à la production d'énergie (biocarburants et bioliquides, biogaz, électricité, chaleur ou froid) à partir de biomasse**
- Durabilité de l'approvisionnement en biomasse (L.281-7 à L.281-10 du code de l'énergie)
  - Réduction des émissions de GES par rapport à un combustible fossile de référence
  - Efficacité énergétique des installations de production d'électricité à partir de biomasse (L.281-11 du code de l'énergie)

## Cas particulier des déchets :

- Déchets ménagers de nature solide : exonérés des critères de durabilité et de réduction des émissions de GES
- Déchets et résidus autres que les résidus provenant de l'agriculture, de l'aquaculture, de la pêche et de la sylviculture, dont déchets de bois hors DMA (ameublement, démolition,...) : exonérés des critères de durabilité

## Critères de durabilité de la biomasse forestière – Gestion durable de la forêt :

- Légalité de la récolte
- Régénération effective de la forêt
- Respect des zones protégées
- Préservation de la qualité des sols et de la biodiversité
- Maintien ou amélioration de la capacité de production à long terme de la forêt

## Critères de durabilité de la biomasse agricole :

- La biomasse ne doit pas provenir :
  - de terres de grande valeur en termes de biodiversité biologique
  - de terres présentant un important stock de carbone
  - de terres ayant le caractère de tourbières

# Déroulé

I. Les engagements européens de décarbonation

II. Principes de la comptabilité carbone

III. Emissions induites, évitées ou séquestrées

IV. Le cas de la biomasse

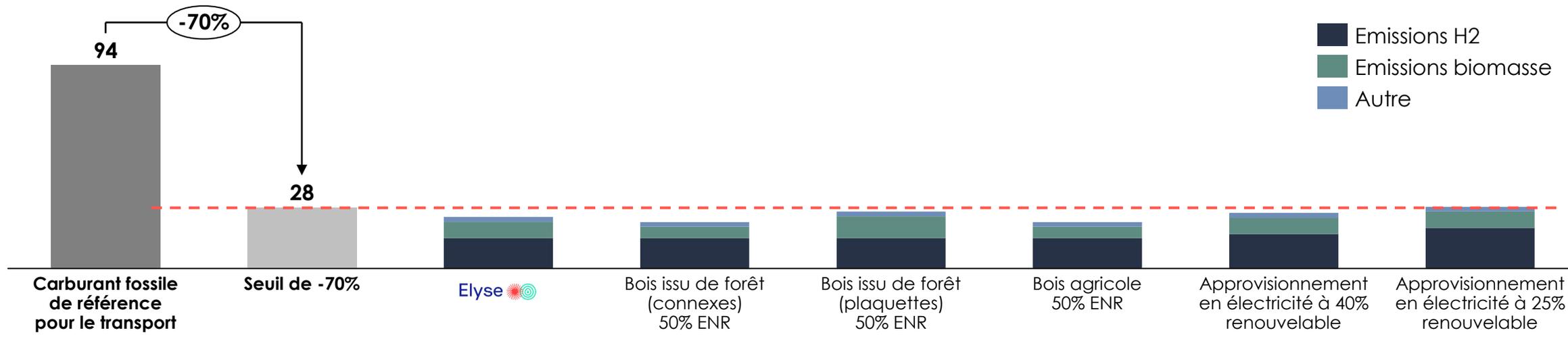
**V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO**

# Conclusion sur les calculs réalisés par Elyse pour le projet E-CHO BioTJet

- Au premier ordre, les émissions du e-biokérosène produit dépendent de l'empreinte de l'H<sub>2</sub> utilisé.
  - **32 000 tonnes d'H<sub>2</sub> consommées par an** par le projet soit l'équivalent d'un peu moins de **2TWh d'électricité** par an dont l'empreinte va dépendre du choix d'approvisionnement :
  - Toutefois, RED fixe des conditions strictes pour encadrer l'approvisionnement en électricité renouvelable
    - **L'empreinte carbone de l'approvisionnement en électricité pour l'électrolyse est déterminant dans le respect ou non du seuil de RED.**
    - L'approvisionnement renouvelable doit respecter des critères stricts, notamment de cohérence temporelle (mensuelle) entre la consommation et la production d'électricité renouvelable ainsi que provenir de France ou d'un pays frontalier.
- Le deuxième poste d'émissions le plus important est celui associé à la culture, la récolte et à la transformation de la biomasse
  - La combustion de cette biomasse doit être comptabilisée à zéro dans le cadre du projet (les émissions biogéniques peuvent être renseignées à titre informatif)
  - Toutefois son prélèvement ne doit pas induire de réduction du stock de carbone sur le long terme pour que le projet ne contribue pas à l'augmentation des émissions nettes du secteur AFOLU
  - **300 000 tonnes de biomasse sèche consommées par an**, elle peut provenir de différents types d'approvisionnements (forestiers, agricoles, déchets) dont l'empreinte va dépendre des procédés de culture, transformation, du mode et de la distance de transport<sup>1</sup>
    - **L'empreinte carbone de l'approvisionnement en biomasse est déterminant dans le respect ou non du seuil de RED, à date, le plan d'approvisionnement du projet ne détaille pas les volumes représentés par les différents types de biomasse ce qui ne permet pas au calcul d'être exhaustif et de correspondre tout à fait à la situation réelle de la production du projet telle qu'elle sera à terme.**
- **Il faut cependant rappeler que respect du seuil de RED est une condition absolument nécessaire à la rentabilité économique du projet et que les approvisionnements en électricité et en biomasse seront par définition choisis pour permettre de respecter ce seuil.**

# Selon les scénarios d'approvisionnement en électricité ou en biomasse choisis, le e-biokérosène produit par E-CHO peut respecter ou non le seuil fixé par RED III

Emissions du e-biokérosène E-CHO pour différents scénarios et comparaison au seuil de réduction minimal fixé par RED III (gCO<sub>2</sub>/MJ)



ANALYSE DE SENSIBILITÉ carbone4

## Conclusion

La méthode RED est adaptée – en plus d'être réglementaire - pour comptabiliser les émissions d'un projet tel que E-CHO. C'est la méthode choisie par Elyse pour réaliser les calculs d'empreinte carbone et d'émissions évitées, que nous avons pu relire. Les calculs nous paraissent conformes à cette méthode, et le contenu carbone du e-biokérosène produit varie autour du seuil réglementaire selon les choix d'approvisionnement en électricité et en biomasse qu'il faudra recalculer lorsqu'ils seront déterminés définitivement. Les points suivants seront déterminants pour garantir l'atteinte des objectifs de réduction d'émissions.

- **Un approvisionnement en électricité comportant au moins 50% de renouvelable qui respecte les critères stricts d'approvisionnement** en électricité renouvelable de la réglementation européenne afin que celle-ci puisse être comptabilisée à 0.\*
- **La nature et la distance parcourue par l'approvisionnement du projet en biomasse sont déterminantes** afin que le projet respecte le seuil de réduction minimal fixé et notamment le découpage des volumes consommés entre bois issu de forêt, bois agricole ou bois déchet.

\*Le rendement des électrolyseurs est également un critère important à optimiser pour réduire au maximum l'empreinte du projet.

# Support détaillé

# Déroulé

- I. Les engagements européens de décarbonation
- II. Principes de la comptabilité carbone
- III. Emissions induites, évitées ou séquestrées
- IV. Le cas de la biomasse
- V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO

# Déroulé

## **I. Les engagements européens de décarbonation**

II. Principes de la comptabilité carbone

III. Emissions induites, évitées ou séquestrées

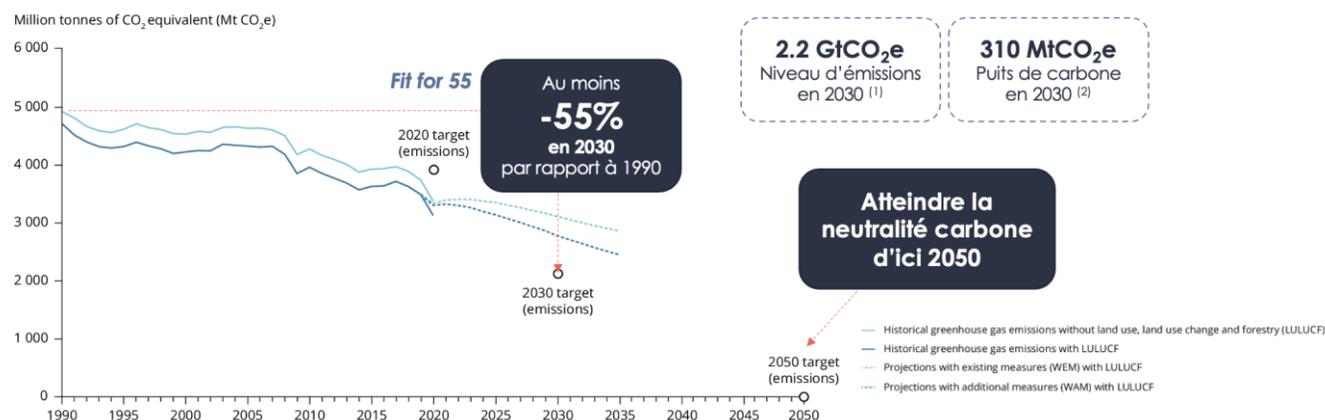
IV. Le cas de la biomasse

V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO

# L'Union européenne a pris des engagements de réduction de ses émissions afin de respecter l'Accord de Paris

- **L'Accord de Paris** signé en 2015 par 197 « Parties » - dont l'UE - donne pour objectif de limiter le réchauffement planétaire global entre +1.5 et +2°C par rapports aux niveaux préindustriels.
- **L'Union européenne s'engage donc à atteindre le Net-Zero** (équilibre des puits et des sources de GES à la maille de son territoire) **en 2050** et se **fixe un objectif intermédiaire de 55% de réduction de ses émissions en 2030** par rapport à 1990.

Évolution des émissions nettes de l'Union Européenne historiques et projetées (MtCO<sub>2</sub>e)



Le paquet législatif « **Fit for 55** » est **un ensemble de lois pour veiller à ce que les politiques de l'UE soient conformes aux objectifs climatiques arrêtés**, on y trouve notamment la réforme du système d'échange de quotas d'émission (EU ETS) qui impacte notamment le secteur de l'aviation afin que le secteur contribue encore davantage à l'effort de réduction d'émissions et intègre pour la première fois le transport maritime.

**L'EU ETS est un des outils principaux de la décarbonation de l'UE et a déjà permis de diminuer les émissions des secteurs couverts de 41% depuis son introduction en 2005.**

# L'UE fait évoluer le cadre méthodologique commun pour évaluer et fixer des seuils de décarbonation minimale dans les différents secteurs

RED I

2009

- **Première directive** relative aux énergies renouvelables adoptée en 2009 (RED I)
- **RED I établit un objectif moyen de 20% d'énergie renouvelable dans la consommation finale brute de l'UE en 2020** et un sous-objectif de 10% dans les transports.
- RED I met en place des exigences de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour les biocarburants et bioliquides

RED II

2018

- **Deuxième directive** relative aux énergies renouvelables, révision adoptée en 2018 (RED II)
- **RED II établit un objectif moyen de 32% d'énergie renouvelable dans la consommation finale brute de l'UE en 2030** et un sous-objectif de 29% dans les transports. Elle plafonne l'utilisation de biocarburants conventionnels<sup>1</sup> à 7% et instaure un seuil minimal de 0,5% de biocarburants de « seconde génération »<sup>2</sup>.
- **RED II complète les exigences de RED I** en prenant en compte les changements d'affectation des sols

RED III

2023

- **Troisième directive** relative aux énergies renouvelables, révision adoptée en 2023 (RED III)
- **RED III réhausse l'objectif** d'énergie renouvelable dans la consommation finale brute de l'UE en 2030 à **42,5%** et simplifie les procédures liées à la création et au financement de nouveaux projets renouvelables.
- **RED III spécifie des sous-objectifs pour l'utilisation des RFNBOs<sup>3</sup> dans les secteurs difficiles à électrifier comme le transport ou l'industrie et requiert une réduction d'au moins 70% des gaz à effet de serre pour les carburants utilisés dans le secteur des transports.**

1. Issus de cultures à destination de l'alimentation humaine ou animale. 2. Biocarburants produits à partir de certains intrants définis dans l'Annexe IX (algues, déchets, matière ligno-cellulosique, résidus de culture...). 3. RFNBO - Renewable Fuels of Non-Biological Origin – carburants de synthèse principalement dérivés de l'électricité, et non d'intrants d'origine biologique

# L'UE construit également des feuilles de route de décarbonation pour les différents secteurs et notamment pour l'aviation et le maritime difficiles à décarboner

## ReFuelEU Aviation

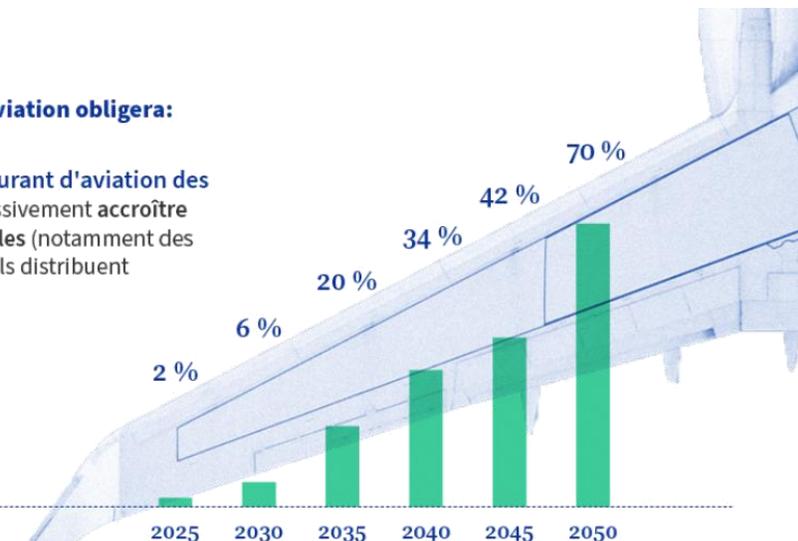
- L'aviation représente **14,4% des émissions dues aux transports** dans l'UE.
- Cette initiative vise à accroître l'offre et la demande de carburants durables<sup>1</sup> pour l'aviation jusqu'à 70% comme levier de décarbonation à court et moyen termes du secteur et afin de respecter les objectifs climatiques de l'UE.



### Le règlement ReFuelEU Aviation obligera:

1. les fournisseurs de carburant d'aviation des aéroports de l'UE à progressivement accroître la part de carburants durables (notamment des carburants de synthèse) qu'ils distribuent

Part minimale de carburants durables d'aviation (en %)



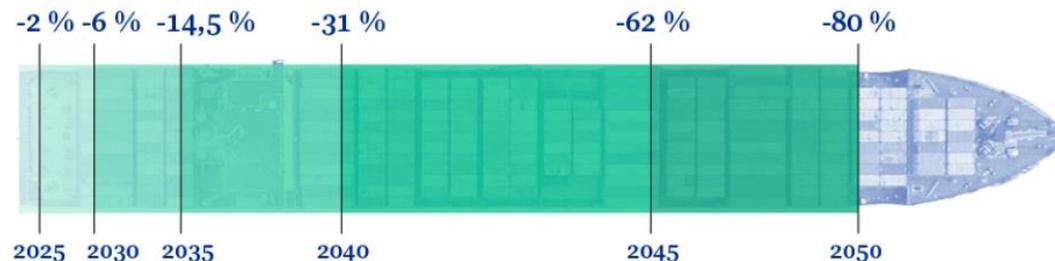
Source : Conseil européen, Données de 2018

1. Sont inclus les carburants qui respectent le seuil de réduction des émissions de la directive sur les énergies renouvelables (RED II) de -70% par rapport au carburant de référence (dont bicarburants certifiés à l'exception des biocarburants produits à partir de cultures destinées à l'alimentation)

## FuelEU Maritime

- Le transport maritime représente **13,5% des émissions dues aux transports** dans l'UE.
- Cette initiative vise à réduire jusqu'à 80 % l'intensité des émissions de gaz à effet de serre de l'énergie utilisée à bord des navires d'ici à 2050.

Réduction annuelle moyenne de l'intensité en carbone par rapport à la moyenne de 2020



# Déroulé

I. Les engagements européens de décarbonation

**II. Principes de la comptabilité carbone**

III. Emissions induites, évitées ou séquestrées

IV. Le cas de la biomasse

V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO

# Quelques grands principes de la comptabilité carbone

## Quels sont les gaz à effet de serre comptés ?

Ceux inscrits dans le protocole de Kyoto : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et gaz fluorés.

## Comment construire une unité de mesure commune entre ces gaz ?

Le **PRG**<sup>1</sup> est un indicateur qui vise à **regrouper sous une seule valeur l'effet additionné de tous les gaz** contribuant à l'accroissement de l'effet de serre. Cet **indicateur est exprimé en « équivalent CO<sub>2</sub> ou CO<sub>2</sub>e »** du fait que, par définition, l'effet de serre attribué au CO<sub>2</sub> est fixé à 1 et celui des autres substances relativement à la même masse de CO<sub>2</sub>.

*Ex : Le PRG du méthane fossile sur 100 ans et de 30, ce qui indique qu'un kg de méthane (CH<sub>4</sub>) dans l'atmosphère a un effet sur le réchauffement global 30 fois supérieur à 1 kg de CO<sub>2</sub> sur cette même période.*

## Quelles sont les sources d'émissions de gaz à effet de serre ?

### Les émissions directes (Scope 1) :

- Associées à la combustion d'énergie fossile

*Ex : le carburant consommé dans un véhicule ou le gaz d'une chaudière*

- Associées à un procédé

*Ex : les émissions de CO<sub>2</sub> lors de la réaction de décarbonatation dans la fabrication du ciment*

- Fugitives

*Ex : les émissions de méthane liées à l'exploitation d'un champ pétrolier*

- Associées au changement d'usage des sols

*Ex : une prairie qui stocke du carbone, transformée en parking*

### Les émissions indirectes (Scope 2 et 3) :

- Associées à la consommation d'électricité/chaleur/vapeur/froid

- Achats de biens et de services

- Immobilisations

- Amont de l'énergie

- Déplacements (professionnels, domicile-travail), fret

- Usage des produits vendus ...

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants référentiel applicable au e-biokérosène

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)

$E_{\text{totale}} =$

$E_{\text{ec}}$

### Extraction et culture des matières premières

Le procédé d'extraction ou de culture lui-même ; la collecte, le séchage et le stockage des matières premières ; les déchets et les pertes ; et la production de substances chimiques ou de produits nécessaires à la réalisation de ces activités.  
**Le piégeage du CO<sub>2</sub> lors de la culture des matières premières n'est pas pris en compte.**

Elyse 

29 700 tCO<sub>2</sub>e/an

→ Dans **le cas du projet E-CHO**, les émissions comptabilisées par Elyse Energie sont celles fournies par la Commission Européenne pour les intrants de type « **Plaquettes forestières provenant de rémanents d'exploitation forestière** » avec **une distance de transport comprise entre 1 et 500km**. Elles prennent en compte les émissions associées à la culture, la transformation et au transport.

→ **Avis Carbone 4** : les données utilisées par Elyse pour prendre en compte les émissions associées à l'extraction et à la culture des matières premières ne prennent en compte qu'un seul type de biomasse forestière tandis que son approvisionnement sera a priori plus diversifié (plusieurs types de biomasse forestière, biomasse agricole ligneuse, déchets).

→ L'intrant choisi pour les calculs ne présente pas d'émissions à la culture, peu d'émissions de transformation et une distance de transport limitée – la valeur choisie est plutôt optimiste car elle ne présente pas d'émissions associées à la culture et a pour hypothèse une distance de transport limitée, elle devra être modifiée pour prendre en compte l'approvisionnement réel en biomasse du projet.

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)

$E_{\text{totale}} =$

$E_{\text{ec}}$

+

$E_{\text{l}}$

### Extraction et culture des matières premières

Le procédé d'extraction ou de culture lui-même ; la collecte, le séchage et le stockage des matières premières ; les déchets et les pertes ; et la production de substances chimiques ou de produits nécessaires à la réalisation de ces activités.  
**Le piégeage du CO<sub>2</sub> lors de la culture des matières premières n'est pas pris en compte.**

Elyse 

29 700 tCO<sub>2</sub>e/an

### Changement d'affectation des sols

La modification de la quantité de carbone stockée dans le sol dans le cas de cultures dédiées par exemple.

Elyse 

0 tCO<sub>2</sub>e/an

→ Dans **le cas du projet E-CHO**, il est considéré que la biomasse ne provoque pas de changement d'utilisation des sols. Terme compté à 0.

→ **Avis Carbone 4** : cette hypothèse est recevable dans le cas où l'approvisionnement en biomasse ne comprend pas de nouvelles cultures dédiées\* ce qui devra être confirmé dans le plan d'approvisionnement biomasse finalisé.

\*Qui ont suscité un changement d'usage des sols depuis 2008

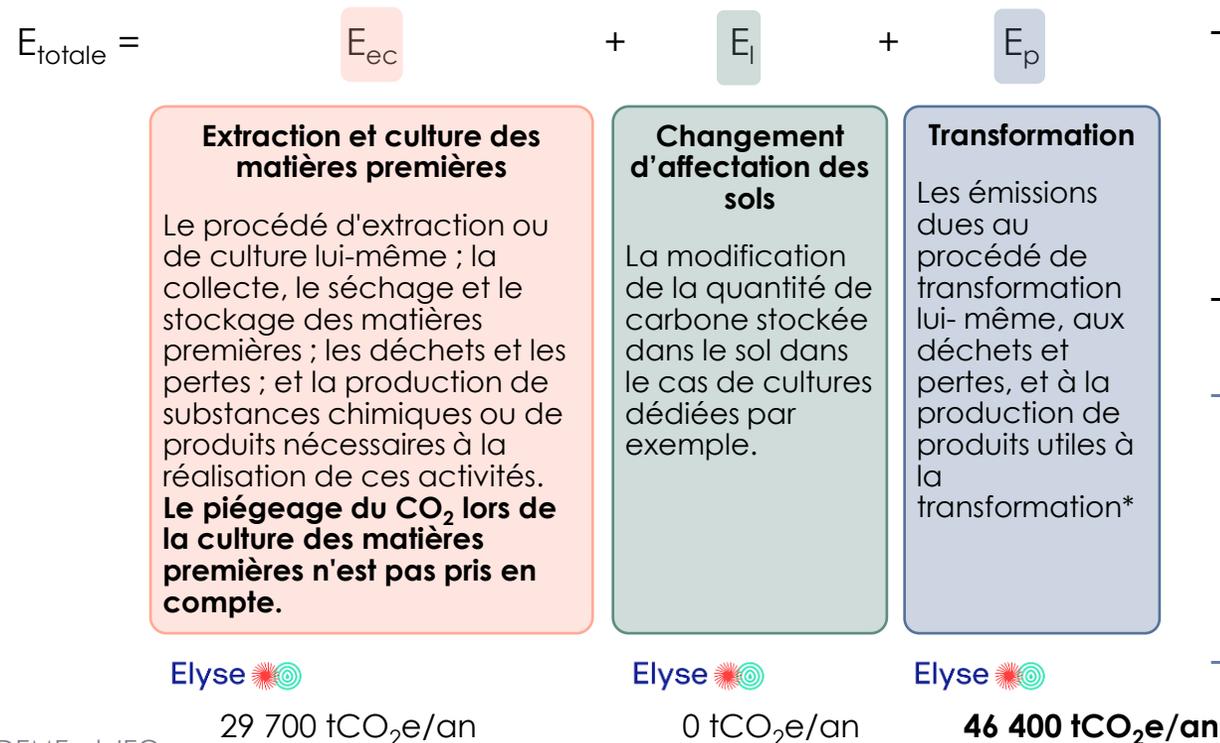
Note : Les émissions résultant de la fabrication des machines et des équipements ne sont pas prises en compte. \*Qui ont suscité

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l’empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l’empreinte du biocarburant (RED)



- Dans **le cas du projet E-CHO**, les émissions comptabilisées par Elyse Energie pour la transformation sont les émissions associées aux différents procédés : notamment la production d'hydrogène qui consomme une quantité très importante d'électricité et le procédé de transformation en lui-même (torréfaction, gazéification, synthèse) pour produire du e-biokérosène.
- Elyse considère un mix électrique 50% renouvelable 50% réseau français pour la production d'H<sub>2</sub>.
- **Avis Carbone 4** : les consommations énergétiques des procédés ne sont pas détaillées par Elyse à l'exception de la consommation des électrolyseurs pour la production d'hydrogène qui représente le premier poste d'émissions. La valeur utilisée est de 51,3kWh/kg d'H<sub>2</sub> et provient de sources opposables<sup>1</sup> mais nous semble sous-estimée de 5 à 15% au regard des données industrielles dont nous disposons en interne.
- Les FE d'émissions utilisés sont cohérents à condition qu'Elyse respecte les critères d'approvisionnement pour l'électricité renouvelable.

1. ADEME et JEC

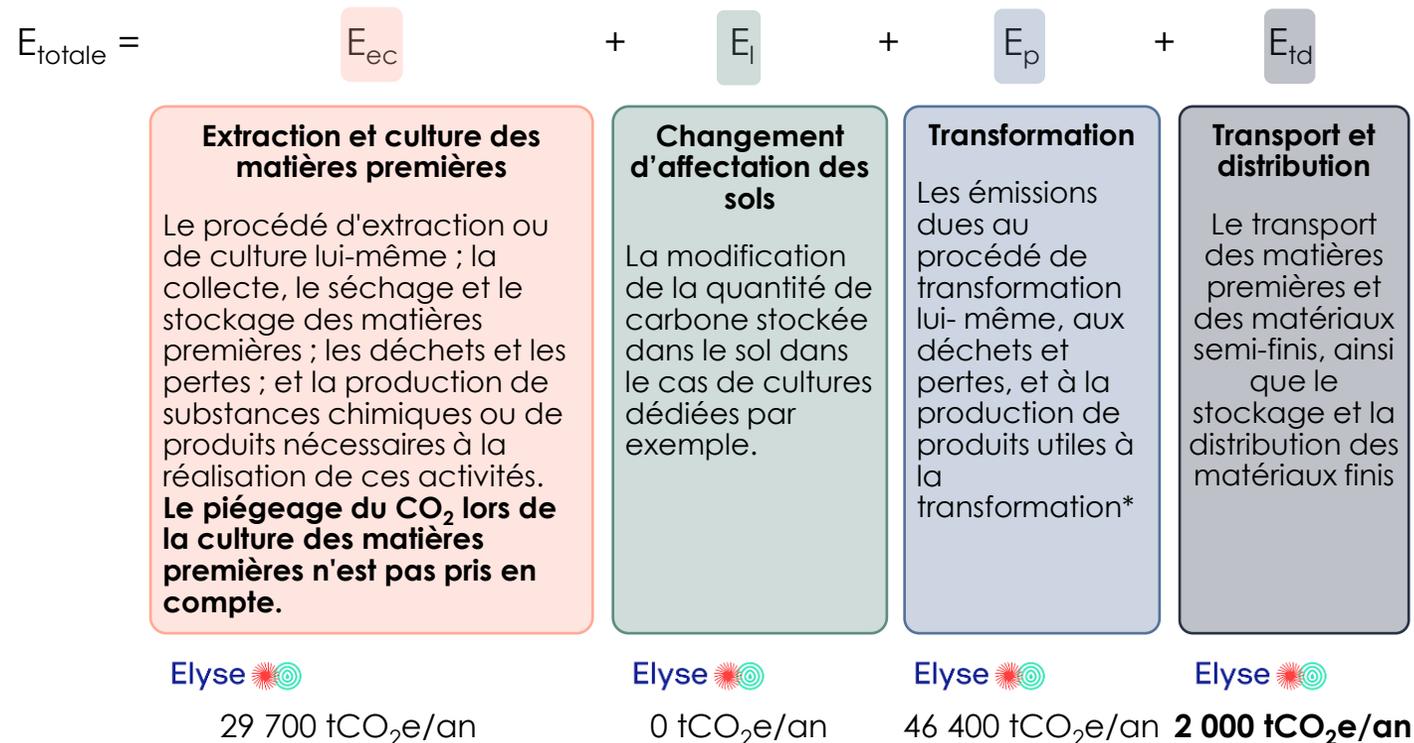
\* Y compris les émissions de CO<sub>2</sub> correspondant à la teneur en carbone des apports fossiles, qu'ils aient ou non été réellement brûlés durant le processus.

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)



→ Dans **le cas du projet E-CHO**, les émissions associées au transport et à la distribution des produits finis sont prises en compte mais les données utilisées pour les calculs ne sont pas détaillées.

→ **Avis Carbone 4** : Ces émissions reposent sur des hypothèses, notamment de distances parcourues qui devront être modifiées pour refléter les débouchés réels des produits d'Elyse. Ce poste n'est pas le plus émetteur au premier ordre donc non prioritaire à affiner.

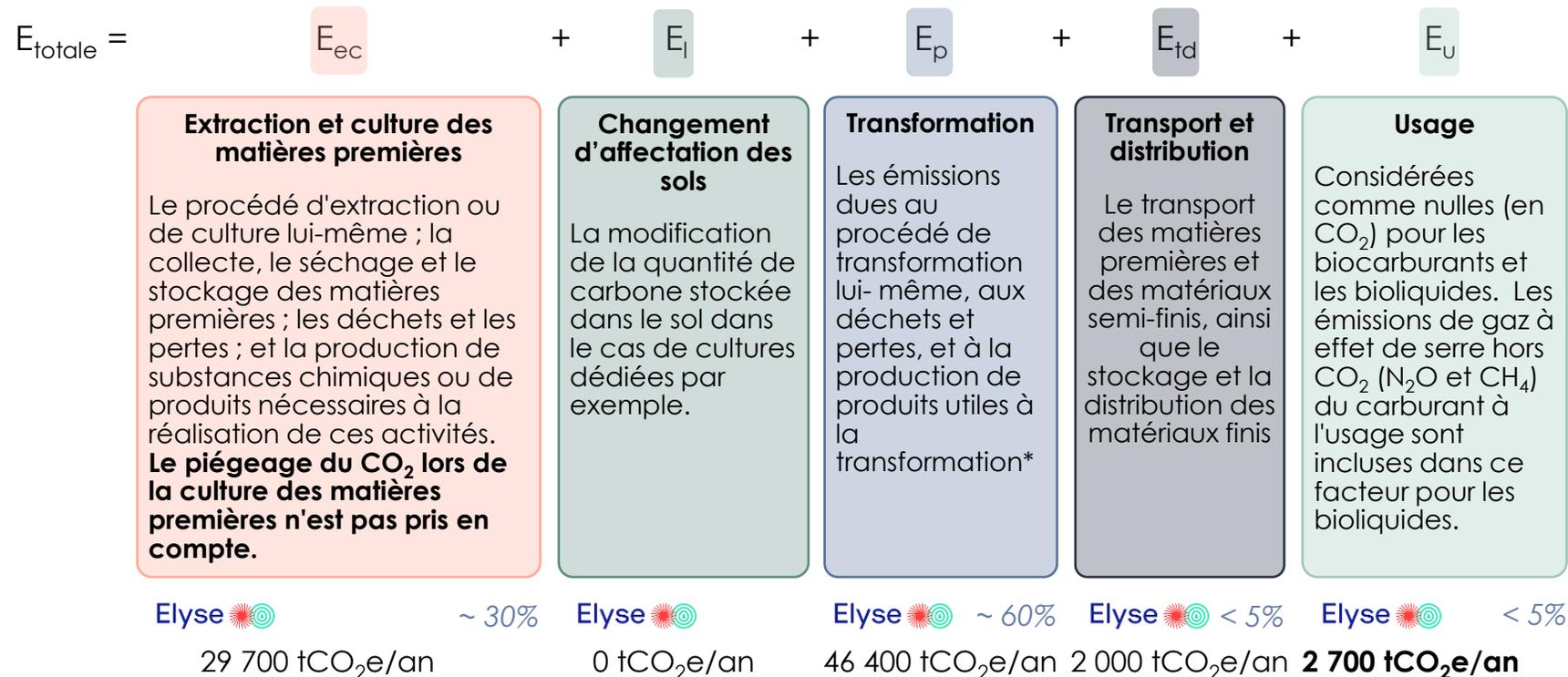
\* Y compris les émissions de CO<sub>2</sub> correspondant à la teneur en carbone des apports fossiles, qu'ils aient ou non été réellement brûlés durant le processus.

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)



→ Dans **le cas du projet E-CHO**, les émissions comptabilisées par Elyse Energie à l'usage s'appuient sur des données de la Commission Européenne applicables à un seul type de biomasse forestière.

→ **Avis Carbone 4** : les données ne prennent en compte qu'un seul type de biomasse forestière tandis que l'approvisionnement sera a priori plus diversifié (plusieurs types de biomasse forestière, biomasse agricole ligneuse, déchets).

→ L'intrant choisi présente une valeur conservatrice d'émissions de N<sub>2</sub>O et de CH<sub>4</sub> associées à sa combustion

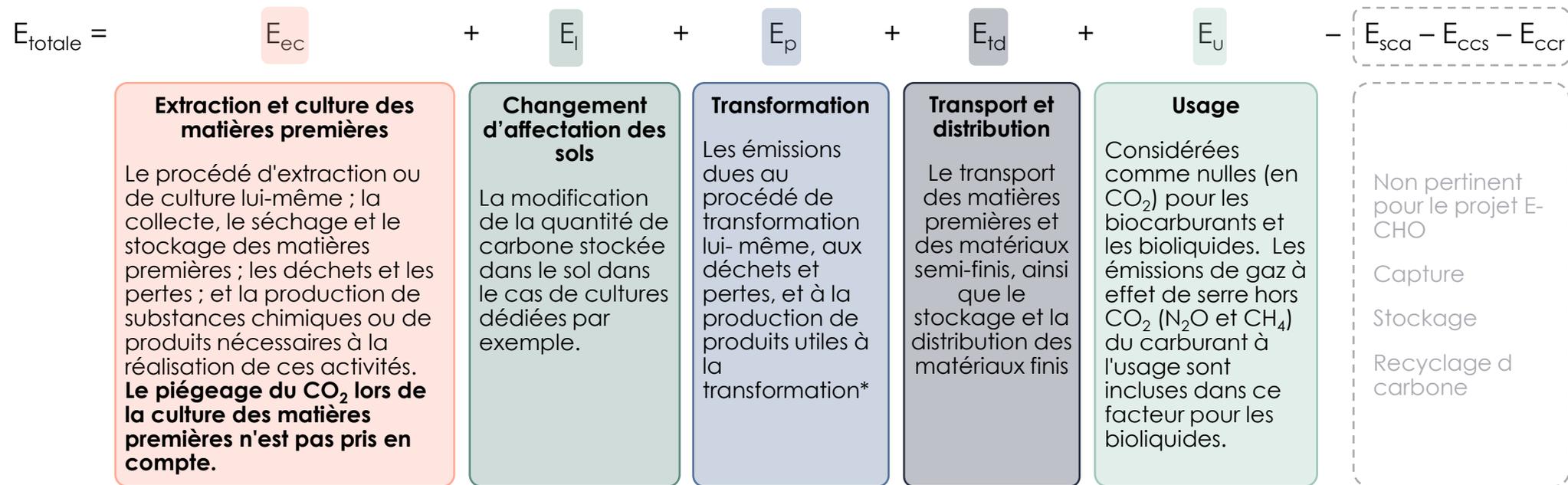
\* Y compris les émissions de CO<sub>2</sub> correspondant à la teneur en carbone des apports fossiles, qu'ils aient ou non été réellement brûlés durant le processus.

# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des biocarburants

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant.

Ce qui doit être comptabilisé dans l'empreinte du biocarburant (RED)



→ Dans **le cas du projet E-CHO sur la partie e-biokérosène**, il n'y a pas de capture, de stockage ou de recyclage du carbone, donc pas d'émissions associées, elles sont donc comptées à 0.

Note : Les émissions résultant de la fabrication des machines et des équipements ne sont pas prises en compte mais Elyse en a réalisé une estimation qui montre un ordre de grandeur négligeable au regard des autres postes < 10%.

\* Y compris les émissions de CO<sub>2</sub> correspondant à la teneur en carbone des apports fossiles, qu'ils aient ou non été réellement brûlés durant le processus.

# Déroulé

I. Les engagements européens de décarbonation

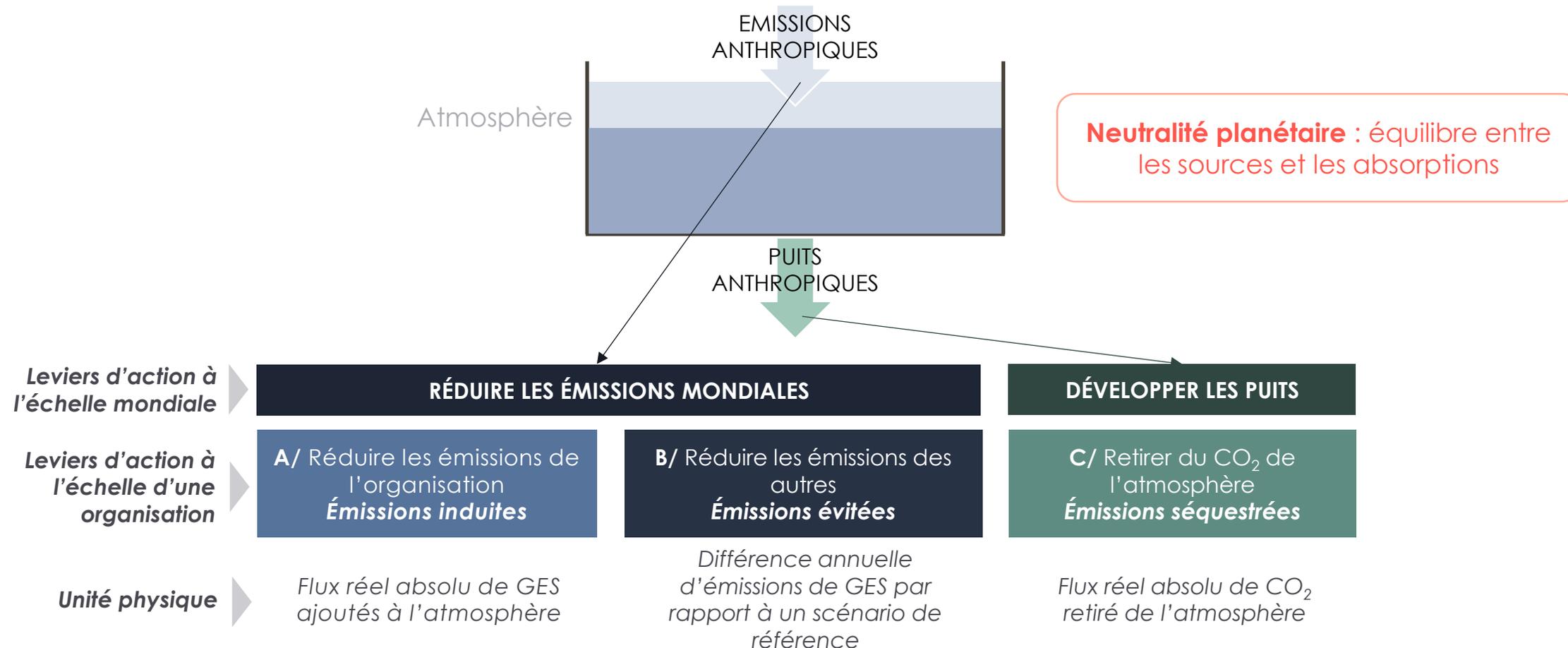
II. Principes de la comptabilité carbone

**III. Emissions induites, évitées ou séquestrées**

IV. Le cas de la biomasse

V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO

# Savoir différencier les types d'émissions et comprendre leur contribution à la neutralité planétaire



**Ces trois grandeurs ne peuvent être additionnées ou soustraites** : ce sont des réalités physiques différentes

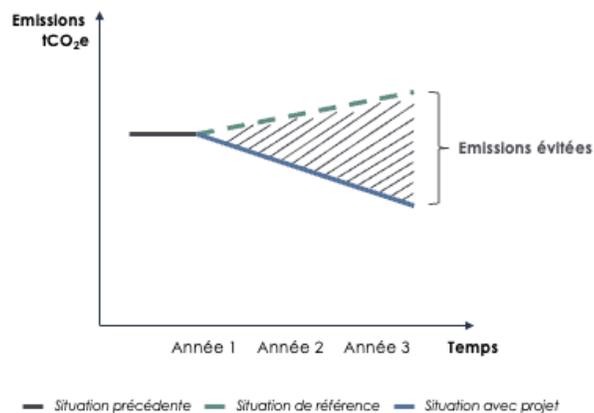
# Le périmètre et la situation de référence : un choix déterminant dans le calcul des émissions évitées

Les émissions évitées **mesurent la contribution d'un projet à la décarbonation de l'économie en dehors de son périmètre d'activité.**

Elles sont **estimées au regard d'un scénario de référence contrefactuel** qui traduit la situation la plus probable qui aurait eu lieu en l'absence de la solution bas carbone.

**Une solution évite des émissions si elle permet une réduction par rapport à la situation de référence.**

Calcul des émissions évitées :  
une comparaison des émissions induites dans deux scénarios



En pratique, il n'existe **pas de norme qui définit précisément comment calculer des émissions évitées** et choisir la situation de référence

En prenant **des situations de référence différentes**, le résultat du calcul pour une même technologie varie et **rend difficile la comparaison des résultats pour juger du potentiel de décarbonation réel.**

*Ex : pour une pompe à chaleur, l'entreprise 1 communique sur des émissions évitées par rapport à une chaudière au fioul et l'entreprise 2 par rapport au mix de chauffage résidentiel français (fioul, gaz, biomasse, électricité), le résultat est donc artificiellement plus favorable à l'entreprise 1.*

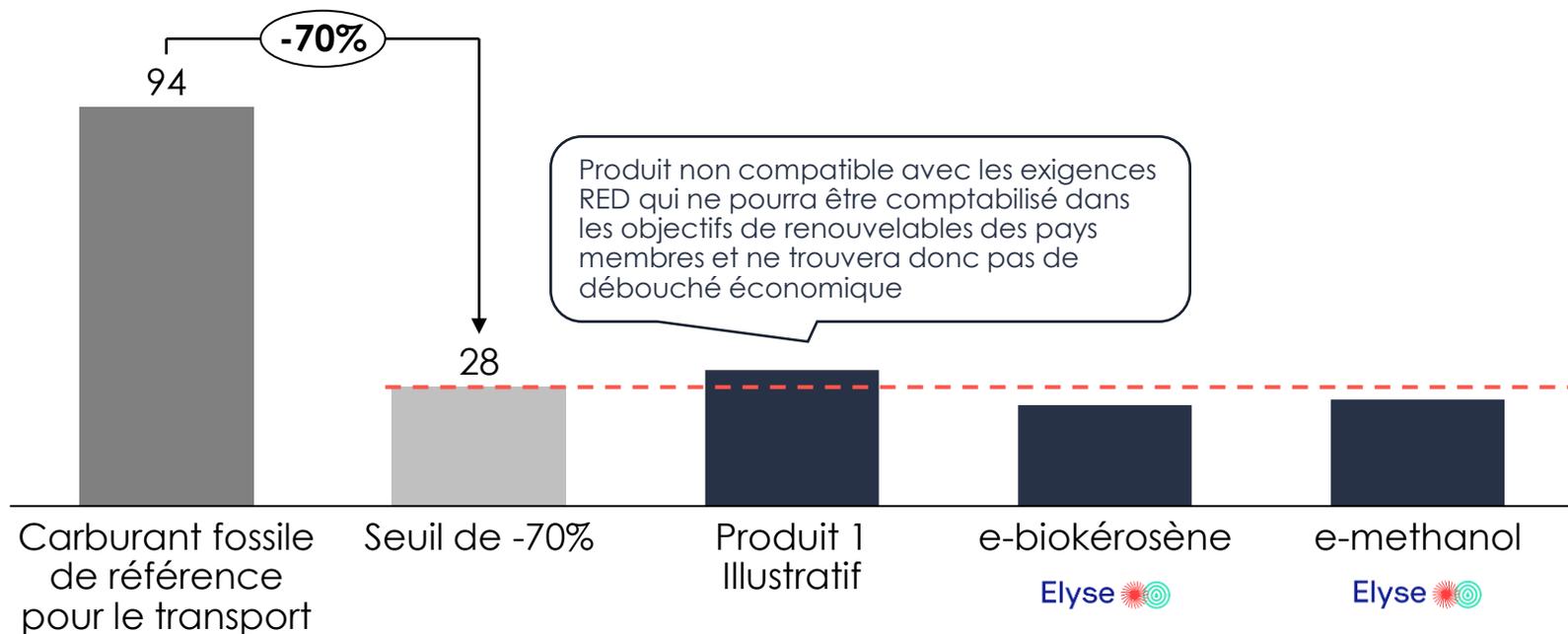
**RED définit une valeur d'émissions de référence auquel comparer le produit bas-carbone**, le plus souvent celle du combustible fossile le plus couramment utilisé dans le secteur. Cela permet de :

- 1. rendre les différentes solutions comparables** entre elles en termes de réduction d'émissions
- 2. définir un seuil de réduction minimum** en-dessous duquel le produit ne peut pas être comptabilisé dans les objectifs de renouvelable des pays membres

# RED fixe la « situation de référence » en définissant un carburant fossile de référence propre à chaque secteur

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe également le seuil auquel le carburant bas-carbone doit se comparer, toujours afin de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.**
- Pour le secteur des transports, le carburant de référence à une empreinte de 94 gCO<sub>2</sub>e/MJ, ce qui signifie que **les carburants bas-carbone doivent présenter une empreinte inférieure à 28,2 gCO<sub>2</sub>/MJ** (-70% d'émissions).

## Comparaison de différentes alternatives « bas-carbone au seuil de référence RED III



# Déroulé

I. Les engagements européens de décarbonation

II. Principes de la comptabilité carbone

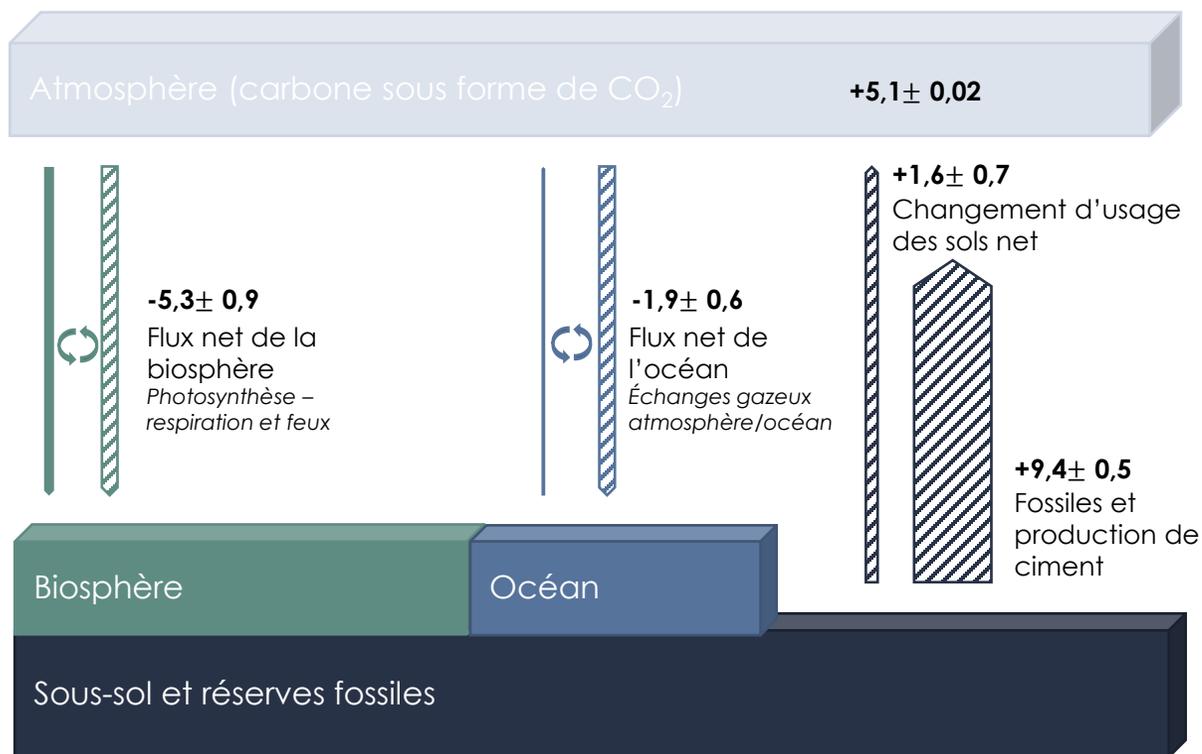
III. Emissions induites, évitées ou séquestrées

**IV. Le cas de la biomasse**

V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO

# Le GIEC prend en compte les émissions de CO<sub>2</sub> de la combustion de la biomasse dans le secteur AFOLU<sup>1</sup> et non à la combustion des produits biogéniques pour éviter les doubles comptes

Schéma simplifié du cycle du carbone terrestre (2010-2019)



Flux : (PgC/an)

▨ Anthropique  
 ▬ Naturel

1. Agriculture, Forestry and Other Land Use.

Source : IPCC, Chapitre 3 : The Carbon Cycle and Atmospheric Carbon Dioxide

« La biomasse est un cas particulier :

L'approche globale du GIEC concernant les émissions de gaz à effet de serre dues à la combustion de biomasse [...] permet une couverture complète des émissions et des puits.

**Les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) provenant de la combustion de biomasse [...] sont prises en compte** dans les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur AFOLU **par le biais des variations estimées des stocks de carbone** résultant de la récolte de la biomasse.

Cette décision d'estimer et de déclarer toutes les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de la biomasse [...] dans le secteur AFOLU<sup>1</sup> a été introduite [...] **pour la raison pragmatique d'éviter le double comptage.**

Dans le secteur de l'énergie, les émissions de CO<sub>2</sub>, de méthane (CH<sub>4</sub>) et d'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) provenant de la combustion de biomasse [...] pour la production d'énergie sont comptabilisées mais les émissions de CO<sub>2</sub> sont reportées à titre informatif puisque déjà incluses dans les émissions de l'AFOLU.»

*GIEC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 2*

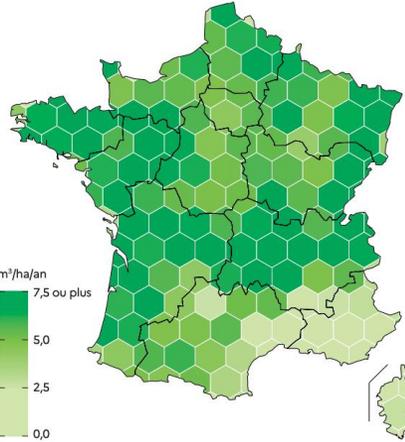
**Au-delà des normes comptables, pour qu'il n'y ait pas un report d'augmentation d'émissions dans le secteur AFOLU, il faut que la biomasse utilisée provienne d'un écosystème dans lequel la production nette de biosphère (nette de la mortalité etc...) soit supérieure au prélèvement réalisé.**

# La Nouvelle Aquitaine se situe dans la moyenne des régions en termes de bilan des flux de bois

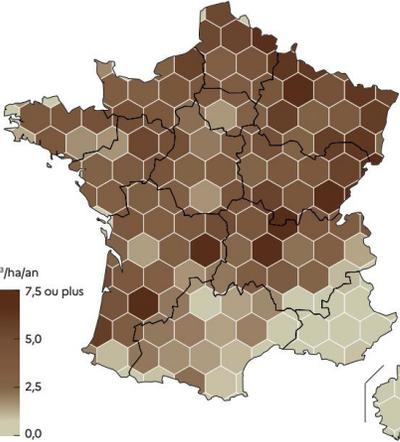
- Au-delà des règles de comptabilité conventionnelles, il faut garder en tête que **la forêt française est plutôt en train de se dégrader, plutôt que d'aller de mieux en mieux**. Cela ne veut pas dire qu'il faut arrêter d'exploiter la forêt, mais qu'il faut prendre garde à **prioriser ce qu'on fait, où, et dans quelle proportion**, et se poser la question de sa résilience face au changement climatique.

Période 2013-2021

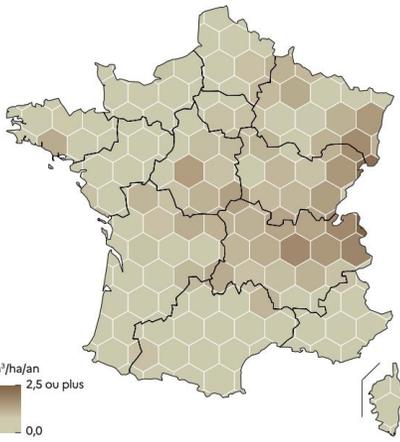
Production biologique



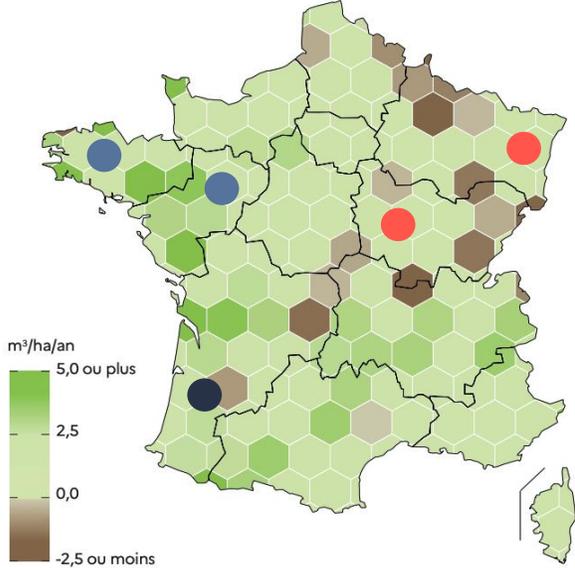
Prélèvements de bois



Mortalité



Bilan des flux de bois



**Bilan des flux très positif**

- **Bretagne** : 2,6 m³/an/ha
- **Pays-de-la-Loire** : 2,1 m³/an/ha

**Bilan des flux faible**

- **Grand Est** : 0,1 m³/an/ha
- **Bourgogne-Franche-Comté** : 0,3 m³/an/ha

● **Nouvelle Aquitaine** : 1,8 m³/an/ha

Un bilan positif montre une augmentation annuelle du stock de bois tandis qu'un bilan négatif illustre une diminution du volume de bois dans les forêts.

# Quelles sont les exigences de RED sur la durabilité de la biomasse utilisée dans les projets énergétiques ?

- **Exigences de RED II sur la biomasse :**

- La directive (UE) 2018/2001, RED II, relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, pose entre autres **le principe de la « durabilité des bioénergies » qui s'applique à la production d'énergie (biocarburants et bioliquides, biogaz, électricité, chaleur ou froid) à partir de biomasse**
- Durabilité de l'approvisionnement en biomasse (L.281-7 à L.281-10 du code de l'énergie)
  - Réduction des émissions de GES par rapport à un combustible fossile de référence
  - Efficacité énergétique des installations de production d'électricité à partir de biomasse (L.281-11 du code de l'énergie)

## Cas particulier des déchets :

- Déchets ménagers de nature solide : exonérés des critères de durabilité et de réduction des émissions de GES
- Déchets et résidus autres que les résidus provenant de l'agriculture, de l'aquaculture, de la pêche et de la sylviculture, dont déchets de bois hors DMA (ameublement, démolition,...) : exonérés des critères de durabilité

## Critères de durabilité de la biomasse forestière – Gestion durable de la forêt :

- Légalité de la récolte
- Régénération effective de la forêt
- Respect des zones protégées
- Préservation de la qualité des sols et de la biodiversité
- Maintien ou amélioration de la capacité de production à long terme de la forêt

## Critères de durabilité de la biomasse agricole :

- La biomasse ne doit pas provenir :
  - de terres de grande valeur en termes de biodiversité biologique
  - de terres présentant un important stock de carbone
  - de terres ayant le caractère de tourbières

# Déroulé

I. Les engagements européens de décarbonation

II. Principes de la comptabilité carbone

III. Emissions induites, évitées ou séquestrées

IV. Le cas de la biomasse

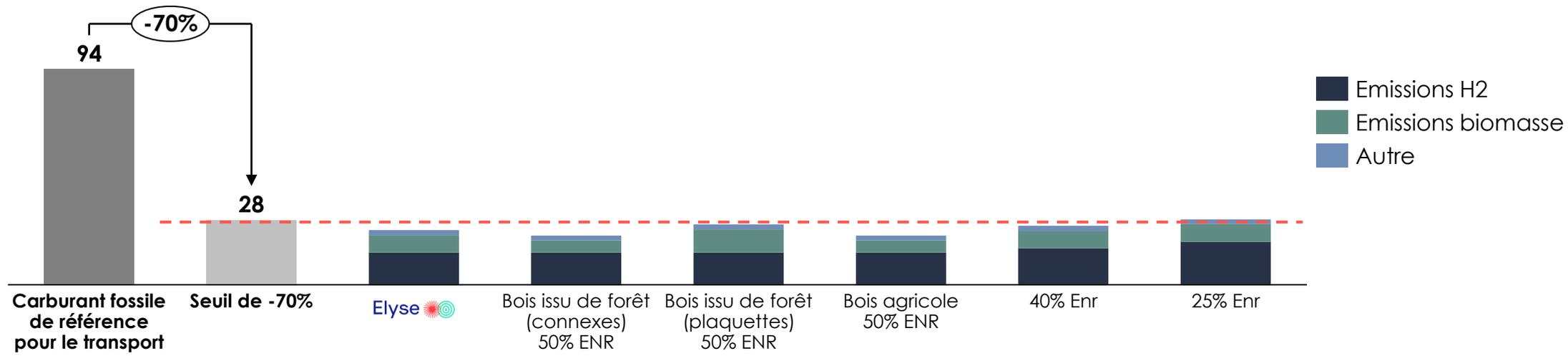
**V. Conclusion sur les calculs du projet E-CHO**

# Conclusion sur les calculs réalisés par Elyse pour le projet E-CHO BioTJet

- Au premier ordre, les émissions du e-biokérosène produit dépendent de l'empreinte de l'H<sub>2</sub> utilisé.
  - **32 000 tonnes d'H<sub>2</sub> consommées par an** par le projet soit l'équivalent d'un peu moins de **2TWh d'électricité** par an dont l'empreinte va dépendre du choix d'approvisionnement :
  - Toutefois, RED fixe des conditions strictes pour encadrer l'approvisionnement en électricité renouvelable
    - **L'empreinte carbone de l'approvisionnement en électricité pour l'électrolyse est déterminant dans le respect ou non du seuil de RED.**
    - L'approvisionnement renouvelable doit respecter des critères stricts, notamment de cohérence temporelle (mensuelle) entre la consommation et la production d'électricité renouvelable ainsi que provenir de France ou d'un pays frontalier.
- Le deuxième poste d'émissions le plus important est celui associé à la culture, la récolte et à la transformation de la biomasse
  - La combustion de cette biomasse doit être comptabilisée à zéro dans le cadre du projet (les émissions biogéniques peuvent être renseignées à titre informatif)
  - Toutefois son prélèvement ne doit pas induire de réduction du stock de carbone sur le long terme pour que le projet ne contribue pas à l'augmentation des émissions nettes du secteur AFOLU
  - **300 000 tonnes de biomasse sèche consommées par an**, elle peut provenir de différents types d'approvisionnements (forestiers, agricoles, déchets) dont l'empreinte va dépendre des procédés de culture, transformation, du mode et de la distance de transport<sup>1</sup>
    - **L'empreinte carbone de l'approvisionnement en biomasse est déterminant dans le respect ou non du seuil de RED, à date, le plan d'approvisionnement du projet ne détaille pas les volumes représentés par les différents types de biomasse ce qui ne permet pas au calcul d'être exhaustif et de correspondre tout à fait à la situation réelle de la production du projet telle qu'elle sera à terme.**
- **Il faut cependant rappeler que respect du seuil de RED est une condition absolument nécessaire à la rentabilité économique du projet et que les approvisionnements en électricité et en biomasse seront par définition choisis pour permettre de respecter ce seuil.**

# Selon les scénarios d'approvisionnement en électricité ou en biomasse choisis, le e-biokérosène produit par E-CHO peut respecter ou non le seuil fixé par RED III

Emissions du e-biokérosène E-CHO pour différents scénarios et comparaison au seuil de réduction minimal fixé par RED III (gCO<sub>2</sub>/MJ)



ANALYSE DE SENSIBILITÉ 

## Conclusion

La méthode RED est adaptée – en plus d'être réglementaire - pour comptabiliser les émissions d'un projet tel que E-CHO. C'est la méthode choisie par Elyse pour réaliser les calculs d'empreinte carbone et d'émissions évitées, que nous avons pu relire. Les calculs nous paraissent conformes à cette méthode, et le contenu carbone du e-biokérosène produit varie autour du seuil réglementaire selon les choix d'approvisionnement en électricité et en biomasse qu'il faudra recalculer lorsqu'ils seront déterminés définitivement. Les points suivants seront déterminants pour garantir l'atteinte des objectifs de réduction d'émissions.

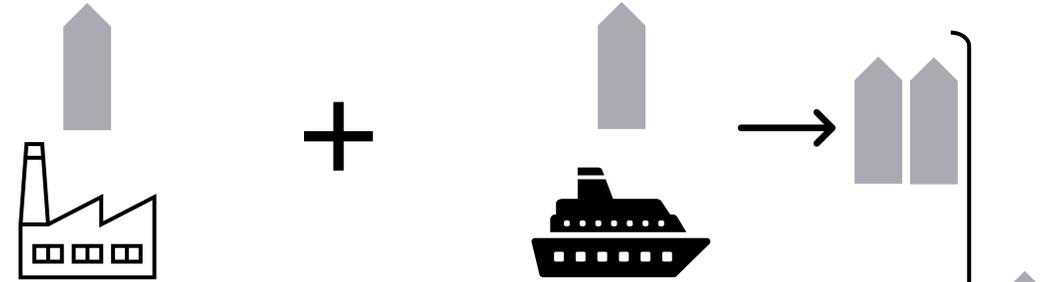
- **Un approvisionnement en électricité comportant au moins 50% de renouvelable qui respecte les critères stricts d'approvisionnement** en électricité renouvelable de la réglementation européenne afin que celle-ci puisse être comptabilisée à 0.\*
- **La nature et la distance parcourue par l'approvisionnement du projet en biomasse sont déterminantes** afin que le projet respecte le seuil de réduction minimal fixé et notamment le découpage des volumes consommés entre bois issu de forêt, bois agricole ou bois déchet.

\*Le rendement des électrolyseurs est également un critère important à optimiser pour réduire au maximum l'empreinte du projet.

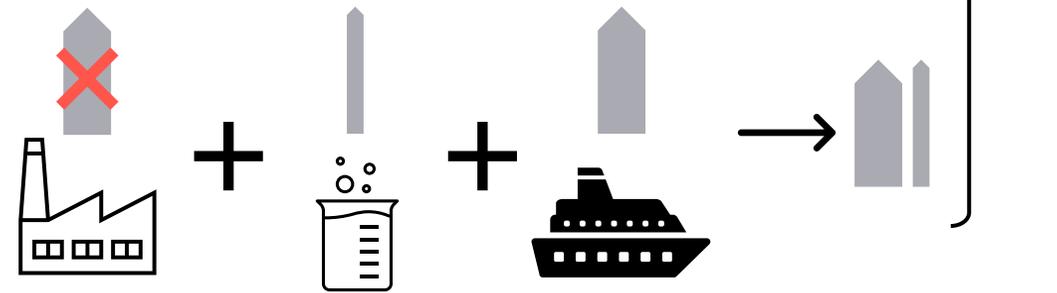
# Annexes

# Recycler ou stocker du carbone, quels bénéfices possibles pour le climat ?

## Situation de référence illustrative



## Emissions évitées par le recyclage du carbone



Emissions industrielles (ex : ciment)      Capture et transformation du CO<sub>2</sub>      Emissions transport maritime

 Emissions de GES

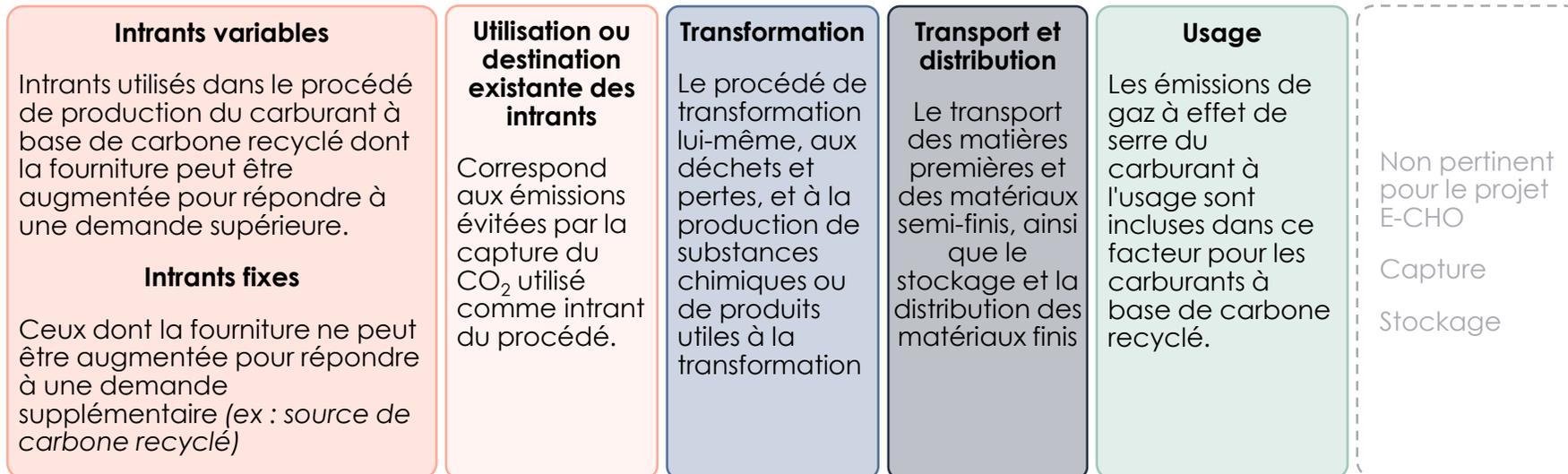
# RED, un référentiel de comptabilité pour fixer un cadre de comparaison

## Le cas des carburants à base de carbone recyclé

- Pour calculer si le carburant produit respecte le seuil de 70% de réduction par rapport au carburant fossile de référence, **RED fixe une méthodologie unique de calcul qui permet de créer un cadre commun de comparaison des différents produits.** Cette méthodologie fixe ce qui doit être comptabilisé dans l’empreinte du carburant à base de carbone recyclé mais intègre en fait un calcul d’émissions évitées.

Ce qui doit être comptabilisé dans « l’empreinte » du carburant à base de carbone recyclé (RED)

$$E_{\text{totale}} = E_{\text{iv}} + E_{\text{if}} + E_{\text{iU}} + E_{\text{p}} + E_{\text{td}} + E_{\text{U}} - E_{\text{CCS}}$$



\*Les émissions résultant de la fabrication des machines et des équipements ne sont pas prises en compte.  
Source : Règlement délégué (UE) 2023/1185 de la Commission du 10 février 2023.

# Eviter les doubles comptes et éviter de mélanger émissions évitées, induites et séquestrées

- La Commission Européenne instaure également **des règles communes sur la nature du CO<sub>2</sub> qui peut être utilisé pour produire des e-fuels** et s'assure de la **cohérence des différents schémas de décarbonation européens** entre eux pour éviter les doubles (dé-)comptes.
- **Quelles sont les sources de CO<sub>2</sub> autorisées pour la production de e-fuels ?**

## Autorisé :

- CO<sub>2</sub> capturé directement dans l'air
- CO<sub>2</sub> issu d'un stockage géologique relâché naturellement
- CO<sub>2</sub> issu de la combustion de RFNBO ou de carburants avec du carbone recyclé
- CO<sub>2</sub> industriel (sous SEQE\*) jusqu'en 2040

## Interdit :

- CO<sub>2</sub> industriel après 2040 (soumis à une clause de revoyure)
- CO<sub>2</sub> industriel issu d'une centrale thermique électrique
- CO<sub>2</sub> qui a reçu un crédit d'émissions autre que ceux encadrés par la loi
- CO<sub>2</sub> issu de la combustion d'un carburant à cette fin

## En attente de statut :

- CO<sub>2</sub> issu de l'incinération des déchets
- CO<sub>2</sub> biogénique après 2040 dans les secteurs cadrés par le SEQE (papier...)



54 rue de Clichy  
75009 Paris  
+33 1 76 21 10 12

4 place Amédée Bonnet  
69002 Lyon

[www.carbone4.com](http://www.carbone4.com)