

Bilan carbone

De l'usine de recyclage moléculaire des plastiques d'Eastman

1. Introduction

En application du Code de l'environnement, Eastman et C.E.N ont réalisé un bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES), couramment appelé bilan carbone, pour comptabiliser les émissions de GES (en tonne émise par rapport à un gaz de référence, le CO₂ ou teqCO₂) du projet (état initial, construction, entretien, maintenance, fonctionnement, etc.) afin de mieux cerner les postes émetteurs de GES. En parallèle, Eastman et C.E.N continuent d'étudier et d'appliquer des propositions de mesures d'accompagnement et d'optimisation supplémentaires.

- **La durée d'étude** retenue pour ce bilan est de **25 ans**, ce qui permet de refléter les contraintes techniques et économiques du projet. En effet au-delà, de nombreux paramètres sont susceptibles d'évoluer (technologie, matériaux, choix des combustibles, etc.).
- **L'aire d'étude** comprend les deux composantes du projet : l'usine de recyclage de PET et la chaufferie qui lui est dédiée.
- **Le périmètre** du bilan carbone porte sur 5 phases, incluant aussi bien des émissions directes (émissions qui ont lieu sur site soit par le process de fabrication du PET ou de combustion à la chaufferie) et indirectes (émissions qui ont lieu à d'autres étapes de la chaîne de valeur / du cycle de vie des produits en amont et en aval) :
 - La préparation du terrain
 - La construction (comprenant la phase de construction proprement dite et l'entretien / maintenance pendant la phase d'exploitation).
 - La fabrication de matières premières et réactifs utilisés aussi bien dans le processus de fabrication du PET qu'à la chaufferie (pour le traitement des fumées).
 - La consommation d'utilités (air, eau, énergie...) et la production d'énergie assurées sur site par la chaufferie dédiée (et constitue des émissions directes).
 - La fin de vie – traitement et/ou valorisation des déchets par différentes voies (recyclage, valorisation énergétique...), le traitement des eaux usées.
 - Transport (des matériaux de construction, des déchets plastiques et des combustibles qui alimentent l'usine ...).

Il est à noter que, dans une logique d'éco-conception et d'amélioration continue, **tous les efforts sont menés pour éviter, optimiser et réduire les impacts liés aux émissions de GES** (réduction des consommations d'énergie par le process Eastman, choix du mix combustible pour la chaufferie, réduction de l'utilisation des ressources fossiles, etc.).

2. Description de l'état initial de l'environnement

Le calcul du bilan de l'état initial permet d'estimer le volet carbone du site avant l'implantation du projet de manière à l'utiliser comme « valeur de référence ». D'après ce bilan initial, sur 25 ans, le total des émissions cumulées est de 4 036 tonnes en équivalent CO₂.

3. Bilan carbone de la phase de construction

Le bilan carbone de la phase de construction est estimé à **270 726 tonnes équivalent CO₂** sur 25 ans, avec une incertitude de 20%.

4. Bilan carbone de la phase opérationnelle

Les émissions du procédé industriel cumulées sont estimées dans une fourchette allant de 7,7 millions de tonnes de CO₂ (scénario bas) à 8 millions de tonnes de CO₂ (scénario haut) sur 25 ans. Le coefficient d'incertitude sur le facteur d'émission est de 5%. Cela correspond à 282 000 à 309 000 tonnes de CO₂ par an émises par le procédé de recyclage de PET, dont 145 000 à 165 000 tonnes de CO₂ émises par la chaufferie Bois-CSR pour la production de chaleur. 28 000 à 39 000 tonnes de CO₂ supplémentaires sont émises par la production d'électricité.

a) Processus de recyclage et de fabrication du rPET

Le procédé de recyclage de PET d'Eastman émet moins de CO₂ par tonne que lors de la fabrication de PET non-recyclé :

- **Du point de vue de la production de PET** : l'analyse de cycle de vie (ACV) de la production de ce plastique :
 - par voie conventionnelle (à partir de pétrole) indique en moyenne l'émission de 2,2 teqCO₂/t de PET.
 - par le procédé de recyclage chimique indique en moyenne l'émission de 1,5 teqCO₂/t de PET.

Le procédé d'Eastman permet une **réduction d'environ 30% des émissions par rapport à la voie conventionnelle**.

- **Du point de vue de la fin de vie et du traitement des déchets de PET** : l'incinération d'une tonne de PET non recyclable par voie mécanique induit l'émission de 1,88 teqCO₂. La voie de valorisation par recyclage moléculaire représente une **réduction de 20% par rapport au traitement actuel par valorisation énergétique**.

Pour rappel, le projet est conçu pour une capacité de production de 200 000 tonnes de rPET à terme. Pendant les 4 premières années d'exploitation, l'usine fonctionnera à une capacité intermédiaire de 100 000 tonnes de rPET. Ainsi, **le retour d'expérience de la phase 1 permettra d'étudier des mesures additionnelles permettant l'amélioration de l'intensité et de l'efficacité énergétique du procédé de recyclage moléculaire**.

Pour calculer les émissions de CO₂ du processus de recyclage et de fabrication du rPET, Eastman a étudié les émissions des différentes activités et unités impliquées :

- Les activités de tri en amont.
- Le transport entre les centres de tri et le site d'Eastman.
- L'unité de traitement des plastiques mixtes (MPP).
- L'unité de méthanolyse.
- L'unité de polymérisation.
- Le traitement / valorisation des déchets produits.

b) Bilan carbone de la chaufferie

- **Objectifs de réduction des GES par le choix des combustibles**

La chaleur produite par la chaufferie est entièrement dédiée aux besoins de l'usine de recyclage alors que l'électricité générée est en partie autoconsommée (c'est-à-dire utilisée pour les besoins de la chaufferie même) et en partie exportée. L'usine de recyclage et la chaufferie sont deux composantes du projet : leurs impacts sont entièrement pris en compte, y compris les impacts associés à la production d'électricité exportée.

A noter que **la consommation de chaleur représente environ 50% des émissions de GES de l'usine de recyclage de PET**. L'électricité consommée par l'usine de recyclage sera acheminée par le réseau de transport d'énergie RTE et sera d'origine en partie **renouvelable**, en partie **de l'énergie dite « de récupération » car issue de la valorisation des déchets**.

La chaufferie opérée par C.E.N vise à une réduction de ses émissions de CO₂ grâce aux combustibles choisis : les combustibles solides de récupération (CSR) – à 50% biogéniques - et la biomasse issue de bois déchets.

Le choix de ces combustibles s'est fait selon 3 critères :

- la réduction des émissions de GES par rapport aux combustibles conventionnels pour produire de chaleur industrielle (ex : le gaz naturel).
- la sécurité d'approvisionnement (dans un effort de circularité et d'indépendance énergétique).
- la réduction de l'exposition à la volatilité des prix de l'énergie.

L'association des deux types de combustibles sélectionnés - **biomasse issue de bois déchets et CSR** mélangés à **50% / 50% en énergie**, permet de concilier au mieux ces 3 objectifs.

La fraction biogénique (c'est-à-dire la part organique non fossile) de la biomasse (100%) et du CSR (autour de 50% en énergie) permet de répondre à l'objectif de réduction des émissions de GES attendu par Eastman, en accord avec les objectifs français de baisse des GES.

A noter

Du fait du déroulement du projet en 2 phases, le dimensionnement de la capacité de production de chaleur additionnelle à installer pour la phase 2, estimée aujourd'hui à 100 MW supplémentaires, sera optimisé, ce qui permettra éventuellement de réduire la capacité additionnelle à installer.

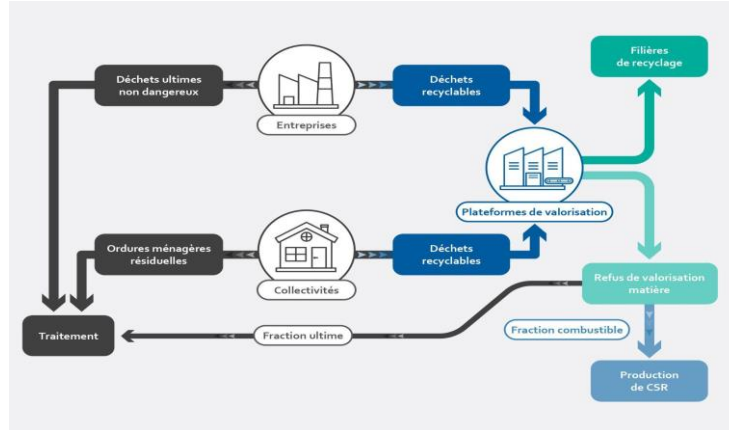
Par ailleurs, l'installation est conçue pour pouvoir s'adapter en termes de mélange combustible et ainsi pouvoir **décarboner davantage au fur et à mesure du temps**.

Pour ces 2 raisons, les émissions (a minima celles associées à la production et consommation de chaleur industrielle) en phase 2 seront en réalité **inférieures au double des émissions en phase 1, hypothèse volontairement majorante prise à date dans le bilan**.

➤ **Origine des CSR**

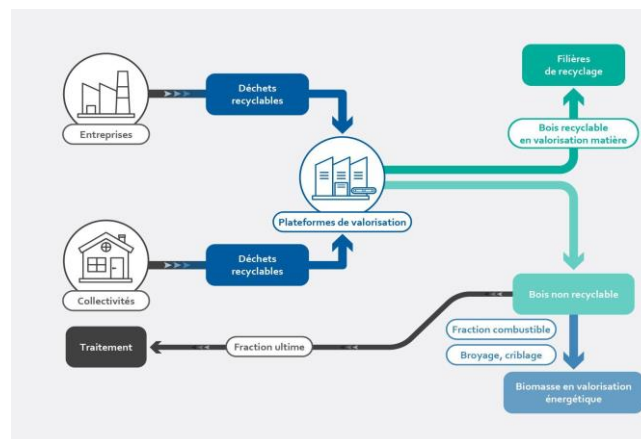
Les déchets non dangereux (entreprises, ménages) sont triés afin d'en recycler la partie valorisable sous forme de matières. La fraction non recyclable contient des flux combustibles (haut pouvoir calorifique) qui ne peuvent pas être recyclés pour des raisons techniques ou économiques. Les CSR proviennent de cette fraction ; leur production s'inscrit en complément du recyclage.

Préparation et combustion des CSR encadrées par les Arrêtés du 23 mai 2016



➤ Origine de la biomasse issue de bois déchets

Les déchets de bois produits par les entreprises ou les ménages sont triés afin d'en recycler la partie valorisable sous forme de matières (par exemple en production de panneaux de bois recyclés). La fraction non recyclable en valorisation matière peut être valorisée sous forme d'énergie. La biomasse utilisée dans le projet provient principalement de cette fraction. La production de biomasse-bois déchets s'inscrit par conséquent en complément du recyclage.



Ainsi, l'utilisation de biomasse issue de bois déchets et de CSR (avec un contenu biogénique de 50%) permet de **réduire les émissions de CO₂ fossile par rapport aux combustibles conventionnels** (tel que le gaz naturel) **de 50%**.

Note de lecture :

- Unité fonctionnelle : 1 MWh d'énergie sortie chaudière
- « Combustion » : émissions provenant directement de la cheminée
- « Hors combustion » : émissions indirectes, incluant :
 - La préparation et acheminement des combustibles
 - Le traitement des fumées (réactifs) et des sous-produits de combustion (traitement)

Sources :

- PJ4_EIE_PUBLIC, p 378-401, version B – janvier 2024
- C.E.N_DDAE_DESCRIPTOR_V2, janvier 2024