

Faire du CO₂ de nos déchets une ressource circulaire, renouvelable et maîtrisée

Valoriser le CO₂ des fumées d'incinération des déchets : une idée innovante

A la remise de son offre pour la maîtrise d'œuvre de la réhabilitation du centre de valorisation énergétique à Saint-Ouen, Setec s'est démarqué en proposant d'étudier la pertinence et la faisabilité de la captation et de la valorisation du carbone existant dans les fumées d'incinération. S'annonçant comme une véritable aventure de recherche et développement, cette proposition a séduit les élus du Syctom.

Quelques chiffres

Le Syctom rejette environ
2 000 000 tonnes CO₂/an¹

Les microalgues ont une capacité de **fixation du CO₂ 10 à 50 fois** plus importantes que celle des plantes terrestres.

Pour **1 tonne de biomasse produite, jusqu'à 2 tonnes de CO₂** sont naturellement captées lors de la croissance des algues.

Le défi : identifier une filière pertinente permettant de capter le carbone des fumées d'incinération et de le valoriser à travers la production d'algues.

Les promesses, si elles se concrétisent à l'échelle industrielle, permettent d'entrevoir une progression significative vers plus de circularité, plus d'économie de la ressource et moins d'émissions de gaz à effet de serre pour la valorisation des déchets.

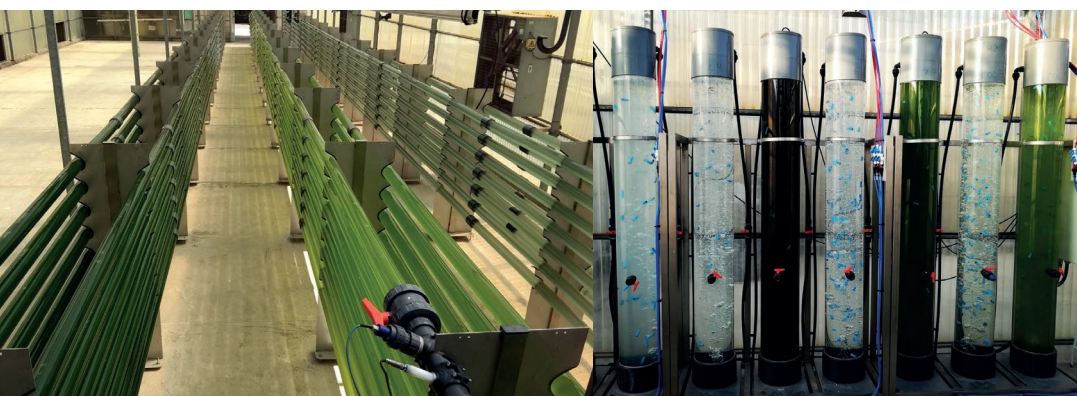
Depuis 2016, le Syctom et Setec se sont entourés de nombreux partenaires internationaux pour innover dans ce domaine.

Développer la performance des photobioréacteurs grâce à la recherche

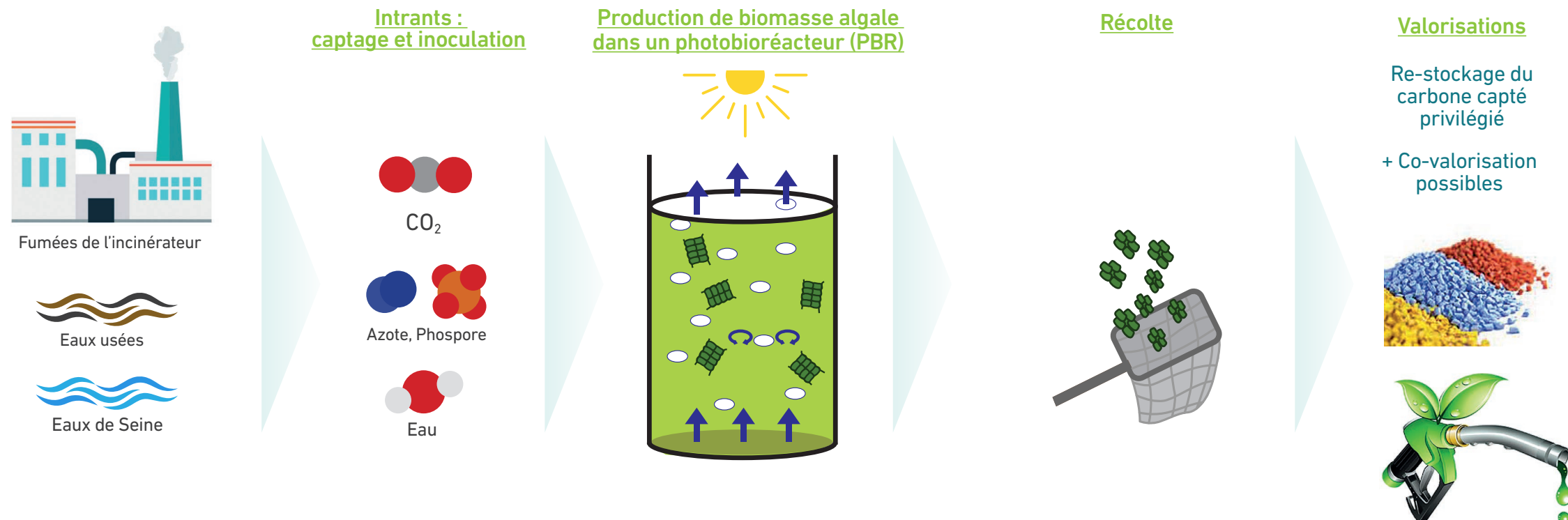
Pour traiter 20% du CO₂ rejeté sur un an par l'unité de valorisation énergétique à Saint-Ouen, compte-tenu de l'intensité lumineuse observée à Paris, la surface au sol nécessaire avec les technologies actuellement disponibles sur le marché se situe entre 100 à 150 terrains de rugby (8500m²/u) !

Avec les nouveaux photobioréacteurs en cours de développement dans ce projet, un bâtiment de 800 m² et de 10 m de hauteur permettrait de produire 80 000 tonnes de biomasse avec ces mêmes 20% de CO₂ émis par l'Etoile verte à Saint-Ouen.

¹ Les chiffres indiqués ici sont les quantités totales de CO₂ fossiles et de CO₂ biogéniques émises par les installations. Les bilans carbonés officiels du Syctom ne mentionnent quant-à-eux que les quantités de CO₂ fossiles.



Rechercher la performance à chaque étape



Concevoir un photobioréacteur qui permette d'optimiser la croissance des algues **tout en maîtrisant la consommation d'énergie**

1. Modélisations des phénomènes, mouvements et flux dans les photobioréacteurs
2. Conception et réalisation de 7 prototypes en laboratoire (en cours)
3. Conception et réalisation d'un pilote en site réel (à venir)

Sélectionner des algues pour leurs propriétés

- croissance et productivité maximales dans les photobioréacteurs
- composition adaptée aux débouchés souhaités

Identifier les meilleures techniques pour récolter la biomasse algale en fonction des microalgues retenues et des débouchés envisagés

Valorisations et débouchés possibles

- Biopolymères (bioplastiques)
- Biogaz (CH₄)
- Biocarburant
- Biostimulants (engrais)
- Alimentation animale
- Alimentation humaine
- Produits cosmétiques

Il s'agit de s'assurer à chaque échelle (pilote en laboratoire, pilote industriel puis échelle industrielle) du meilleur bilan environnemental possible pour la filière.

Des analyses de cycle de vie montrent que la consommation énergétique est aujourd'hui le paramètre prépondérant dans le bilan à l'échelle des pilotes. Ainsi les équipes travaillent à limiter les impacts en recherchant des solutions basse énergie.

Chronologie du projet

2016

- Essais de croissance et de productivité de plusieurs dizaines d'algues

2017

- Poursuite de l'étude des algues et choix des plus pertinentes pour le projet
- Modélisation des différents phénomènes existants au sein d'un photobioréacteur
- Installation d'un mini-pilote à Isséane pour tester la croissance et la productivité en conditions réelles
- Premiers éléments d'Analyse de Cycle de Vie (ACV)

2018

- Poursuite de la modélisation
- Lancement de la conception des différents photobioréacteurs

2019

- Poursuite de la modélisation
- Poursuite de la conception, réalisation et optimisation de 5 photobioréacteurs pilotes en laboratoire
- Poursuite de l'approche ACV

2020

- Poursuite de la modélisation
- Poursuite de la conception, réalisation et optimisation de 5 photobioréacteurs pilotes en laboratoire
- Poursuite de l'approche ACV
- Développement de procédés industrialisables pour la valorisation de la biomasse

2021

- Poursuite de la modélisation
- Poursuite de la conception, réalisation et optimisation de 7 photobioréacteurs pilotes en laboratoire
- Poursuite de l'approche ACV
- Développement de procédés industrialisables pour la valorisation de la biomasse
- Conception / Installation d'un pilote industriel sur l'un des sites du Sycotom

Partenaires du projet et leurs rôles



l'agence métropolitaine
des déchets ménagers

Maître d'ouvrage du centre de valorisation
énergétique à Saint-Ouen-sur-Seine et du
projet.



MINES
ParisTech
École des Mines ParisTech

Modélisation des phénomènes radiatifs,
thermodynamiques, hydrodynamiques et
de transfert au sein du réacteur.
Proposition de procédés industrialisables
pour la transformation et la valorisation de
la biomasse produite.
Evaluation de l'intégration énergétique des
réacteurs dans leur milieu industriel.



Université
d'Almería (Espagne)

Essais de croissance et de productivité de
microalgues. Tests de croissance algale en
culture continue.
Modélisation de la cinétique de croissance
des microorganismes. Identification et ana-
lyse des systèmes de collecte de la biomasse.
Mise en route des réacteurs et définition
des protocoles optimaux de préparation et
d'exploitation.
Développement de procédés pour produire
et extraire des biopolymères de la bio-
masse algale destinés à être valorisés en
bioplastique et tester d'autres valorisations
intéressantes de la biomasse résiduelle.



setec
énergie environnement

Société du Groupe setec

Maître d'œuvre du projet de réhabilitation
du centre de valorisation énergétique du
Syctom à Saint-Ouen.
Porteur du projet de recherche et coor-
donnateur.



Centre de Recherches
en Ingénierie
des Procédés
Bio raffinage (CRIP)
de l'École Polytechnique
de Montréal

Validation expérimentale des modèles
théoriques proposés par les outils
numériques et expérimentaux de pointe.
Couplage de la cinétique chimique aux
phénomènes biologiques et mécaniques.
Optimisation de la conception des
réacteurs en termes de constructibilité et
de facilité d'exploitation.



Sveriges
Tekniska
Forskningsinstitut
AB (Suède)

Essais de croissance et de productivité
de microalgues.



Royal Institute of
Technology in Stockholm

Analyse du cycle de vie.
Extraction de biopolymères et déve-
loppement de procédés de valorisation
bioplastique.

A l'échelle industrielle, une telle filière apporterait des contributions à l'atteinte de plusieurs Objectifs de Développement Durable



Innover aujourd'hui pour construire demain

Le Syctom, l'agence métropolitaine des déchets ménagers, assure le traitement et la valorisation des déchets produits par les 6 millions d'habitants des 85 communes de son territoire dans la métropole parisienne. Service public responsable, le Syctom prend toute sa part dans la construction d'une ville durable, respectueuse de son environnement et de ses habitants.

Il entend développer l'innovation dans le domaine de la gestion des déchets, en faveur de la transition écologique. Il s'investit ainsi depuis plusieurs années dans des programmes de recherche et développement afin de contribuer à faire émerger des innovations.

86, rue Regnault - 75013 Paris | www.syctom-paris.fr

