



Lauréat de l'appel à projets national Zones Industrielles Bas Carbone (ZIBaC), le Programme SYRIUS vise à accélérer la décarbonation de l'industrie dans le cadre de France 2030. Pour atteindre cet objectif, SYRIUS mobilise des acteurs industriels majeurs du territoire, identifie des projets structurants et optimise leur mise en œuvre. L'ambition est de réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'industrie de 80 % d'ici 2050, en dessinant des trajectoires de décarbonation basées sur plus d'une vingtaine d'études (réparties en 5 blocs thématiques) co-financées par les industriels impliqués et l'ADEME.



CAPTAGE, VALORISATION ET STOCKAGE DU CARBONE

Étude n° 27.1: Étude d'un système de purification de CO₂ pour du CCU*

4

Co-financeurs

Contexte et objectif de l'étude

CONTEXTE :

Rhône CO₂, un réseau de transport de CO₂ et un terminal de liquéfaction/export pour la vallée du Rhône, **est un projet d'infrastructures au service de la décarbonation des industriels de la Vallée du Rhône**, porté par la Société du Pipeline SudEuropéen (SPSE) et Elengy. La définition de la spécification (composition) du CO₂ du réseau de transport vise avant tout à en assurer la sécurité et l'intégrité, un des enjeux majeurs du projet.

Située à l'interface entre les émetteurs et les utilisateurs de CO₂, **cette spécification porte aussi des enjeux techniques et économiques délicats.**

- **Trop contraignante**, elle pourrait exclure certains émetteurs en raison de coûts de traitement jugés trop élevés.
- **Trop souple**, elle reporterait au contraire la contrainte sur l'aval, en renchérissant les coûts et en limitant les usages possibles du CO₂.

La présente étude s'inscrit dans cette problématique et **visent à éclairer les coûts** que certains utilisateurs pourraient devoir supporter selon la spécification retenue.

H4 est l'un des utilisateurs pressentis. Il vise la production de 75 000 t/an d'e-SAF** à partir d'e-methanol.

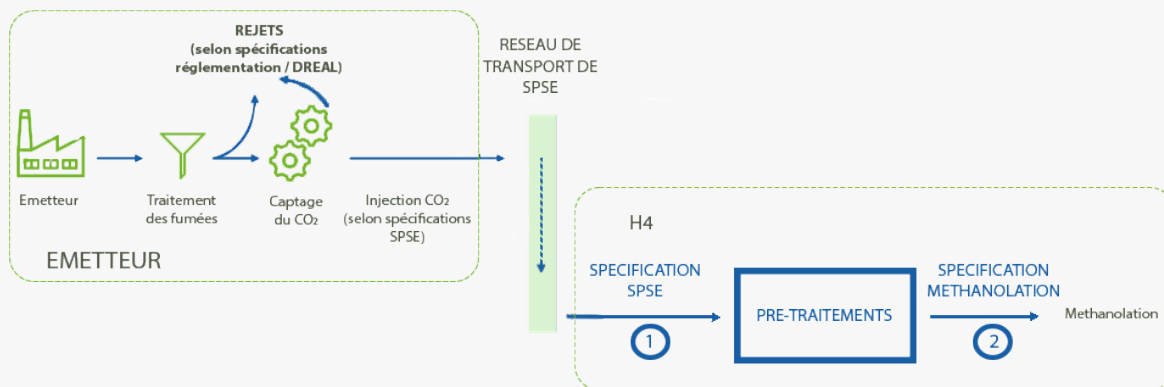
L'usine de production doit être implantée dans la zone de Fos-Sur-Mer. H4 a démarré en 2025 ses études APS (Avant-Projet Sommaire) (Pre-FEED).

Ce travail est réalisé en deux phases :

- ◆ **Phase 1** – Évaluation du coût de CO₂ en fonction des spécifications SPSE et architectures technologiques retenues
- ◆ **Phase 2** – Étude d'ingénierie APS de la solution retenue

La qualité du CO₂ reçue par H4 de la part des émetteurs et du gestionnaire de réseau est encore sujette à discussion. Le prestataire a donc proposé de réaliser un travail préliminaire consistant à évaluer l'impact des exigences de qualité du CO₂ sur les installations à mettre en œuvre par H4.

Les résultats de cette étude pourront être utilisés par Rhône CO₂ pour définir des spécifications adaptées aux utilisateurs du CO₂, optimisant ainsi la répartition des traitements entre émetteurs et utilisateurs.



*CCU : Carbon Capture and Utilisation // Capture et valorisation du CO₂
 **e-SAF : carburant synthétique bas carbone

Co-financeur



Coordinateur



Prestataire





Les étapes clés de l'étude



Résultats

1 ÉVALUATION DE LA SENSIBILITE DE LA SPECIFICATION SPSE

Différentes industries, comme les cimenteries, les papeteries, les usines de traitement des déchets (UVE) ou les raffineries (industries soumises aux quotas carbones et fortement émettrices), **peuvent injecter du CO₂ dans le réseau SPSE**. Une **composition typique de CO₂** émis par chaque industrie ainsi que des spécifications de CO₂ alternatives à celle proposée par SPSE, ont été étudiées. Ceci a été réalisé en analysant les seuils réglementaires des industries émettrices et les technologies qu'elles sont susceptibles de mettre en œuvre pour capter ce CO₂.

	SPEC 1	SPEC 2	SPEC 3	
	Configuration SPSE Spec 1 & 4-1	Configuration SPSE Spec 2 & 4-2	Configuration SPSE Spec 3 & 4-3	
Composés soufrés (H ₂ S, COS, CS ₂ , ...)	20	20	8	ppmv
Composés organiques (CS ₂ +)	1200	1200	600	ppmv
Carbone solide	0	0	0	ppmv
Métaux	0,15	0,1	0,001	mg/Nm ³
Halides	104	1	0,1	ppmv

2 ARCHITECTURES DE TRAITEMENT ENVISAGEABLES POUR ATTEINDRE LA SPECIFICATION DE LA METHANOLATION EN AVAL

L'entreprise H4 envisage de transformer le CO₂ provenant du réseau SPSE en méthanol — opération de méthanolation : étape importante pour fabriquer des carburants synthétiques (e-carburants). Pour ce faire, le **CO₂ doit être d'une certaine qualité**, ce qui nécessite plusieurs étapes de traitement. Une **étude a ainsi été menée pour sélectionner les technologies les plus adaptées**, en tenant compte de leur faisabilité technique et de leur coût. Au final, **12 combinaisons différentes** de ces technologies (appelées « architectures ») ont été analysées.

3 IDENTIFICATION DE L'IMPACT DE LA SPECIFICATION SPSE RETENUE SUR LES COÛTS DE TRAITEMENT DU CO₂

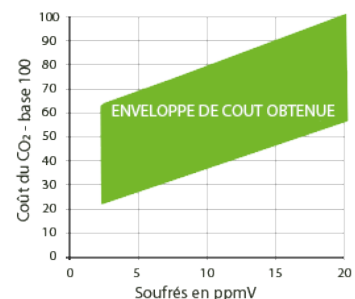
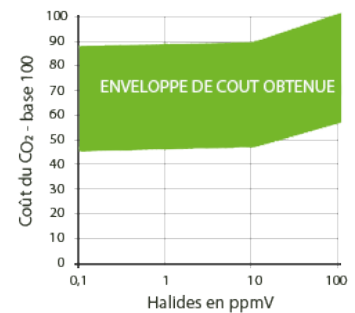
Chaque architecture a été testée avec plusieurs jeux de spécifications (qualité du CO₂), ce qui a donné 36 cas de simulation au total. Chaque cas correspond à un couple unique : une architecture + une spécification. Cela a permis d'**observer comment la qualité du CO₂ influence le coût selon les différentes configurations techniques**.

Pour chaque cas, les coûts d'investissement (CAPEX) et les coûts d'exploitation (OPEX) ont été calculés. Ces coûts ont été convertis en coût par tonne de CO₂ traité (en €/t), en supposant un amortissement sur 15 ans et un taux d'actualisation de 8 %. Pour des raisons de confidentialité, les coûts sont exprimés de façon relative : le cas de référence (architecture A1 + spécification SPSE de base, notée SPEC 1) est fixé à 100, et les autres cas sont comparés à ce niveau.

Les simulations montrent que certains composés présents dans la spécification de CO₂ du réseau — notamment les halides (comme HCl, HF) et les soufrés (SO₂, COS, H₂S, etc.) — **ont un impact majeur sur le coût du traitement** pouvant les multiplier par 2 à 5.

Il est donc essentiel que le gestionnaire du réseau fixe des seuils de qualité tenant compte de l'état de l'art des technologies de captage disponibles pour chaque industrie. L'objectif : trouver le meilleur compromis afin d'optimiser les CAPEX de chacun des maillons de la chaîne (émetteur, liquéfacteur, utilisateur du CO₂), une fois l'intégrité du réseau de transport garantie.

Enfin, des analyses complémentaires sur les composés minoritaires sont nécessaires, pour s'assurer qu'aucun ne nuit à la réaction de méthanolation.



Coût de traitement du CO₂ en fonction de la concentration en polluant : halides (haut), soufrés (bas)

Perspectives de l'étude

À partir des résultats de la phase 1, une architecture a été retenue sur la base de la spécification 1, correspondant à la spécification SPSE actuellement envisagée. **Cette configuration a permis d'élaborer le dossier d'ingénierie préliminaire** (schémas-bloc, bilans matières, bilans utilités, etc.) **et d'affiner l'estimation des CAPEX et OPEX**.

