

Étude de pré faisabilité de captage et stockage du CO₂ (CCS)

AAP ZIBAC - 331B ZIBaC - DKarbonation -
Synthese étude CCS - Dillinger



1. Contexte et enjeux

Le site DILLINGER de Dunkerque, spécialisé dans la production d'acier, émet environ 70 000 tonnes de CO₂ par an. Une part significative de ces émissions provient des fours de réchauffages, qui concentrent environ 80 % de la consommation énergétique du site et constituent la principale source d'émissions directes.

Dans le cadre des objectifs européens de neutralité carbone à horizon 2050, ces émissions résiduelles, difficiles à réduire par les seules solutions d'efficacité énergétique ou d'électrification, doivent être traitées par des solutions complémentaires.

Le captage et stockage du CO₂ (CCS) s'inscrit ainsi comme une option pertinente pour réduire ces émissions, en particulier dans un écosystème industriel comme celui de Dunkerque, favorable au développement de solutions mutualisées.

2. Objectifs de l'étude

L'étude vise à :

- Évaluer la faisabilité du captage du CO₂ sur les principaux postes émetteurs (notamment les fours de réchauffages),
- Comparer deux technologies de capture,
- Estimer les performances et les besoins énergétiques,
- Quantifier les coûts d'investissement et d'exploitation,
- Préparer la décision d'investissement.

3. Technologies étudiées

3.1 Absorption chimique (amine – solution de référence)

Solution mature et éprouvée, adaptée aux conditions actuelles du site :

- Taux de captage > 95 %
- Haute pureté du CO₂
- Forte consommation énergétique (vapeur)

3.2 Adsorption solide (technologie SVANTE) Solution innovante offrant :

- Une meilleure flexibilité vis-à-vis des variations de fonctionnement
- Un taux de captage ~90 % (jusqu'à >95 %)
- Un niveau de maturité encore intermédiaire

4. Performances et enjeux techniques

Les deux technologies permettent de capter la quasi-totalité des émissions ciblées, en particulier celles liées aux fours poussants.

Les principaux enjeux techniques identifiés sont :

- La variabilité des flux de fumées,
- Les besoins en énergie thermique et électrique,
- L'intégration dans un site existant,
- La gestion des flux de CO₂ capté et des utilités.

La solution par absorption amine permet d'obtenir un CO₂ de très haute pureté (>99,9 %), conforme aux spécifications de transport et de stockage considérées au moment de l'étude.

Toutefois, cette exigence élevée de pureté constitue un facteur dimensionnant du procédé. Elle implique notamment :

- Des étapes supplémentaires de traitement et de purification,
- Des besoins énergétiques accrus (compression, déshydratation),
- Ainsi qu'une augmentation des coûts d'investissement (CAPEX) et d'exploitation (OPEX).

5. Évaluation économique

5.1 CAPEX

- Scénario amine de l'ordre de 137 M€
- Scénario adsorption environ 174 M€

5.2 OPEX Coûts d'exploitation estimés à : ~ 20 M€/an

Répartition :

- Amortissement : ~9 M€/an
- Transport CO₂ : ~4,3 M€/an
- Maintenance/exploitation : ~1,6 M€/an
- Utilités (dont énergie) : ~5 M€/an

5.3 Mise en perspective avec le prix du carbone

Avec un prix du CO₂, les émissions annuelles du site représentent un coût carbone théorique d'environ : ~5 M€/an

Ce coût reste significativement inférieur aux coûts d'exploitation du CCS (~20 M€/an).

Cela met en évidence que :

- Le CCS ne repose pas uniquement sur le signal prix carbone actuel,
- Sa viabilité nécessite : des aides publiques, des mécanismes de soutien (contrats carbone), et une mutualisation des infrastructures.

6. Intégration et perspectives

Le projet pourrait s'intégrer dans une logique de hub CO₂ à Dunkerque, permettant :

- Le partage des infrastructures de transport et stockage,

- La réduction des coûts unitaires,
- L'optimisation énergétique via récupération de chaleur. Les fours de réchauffages, en tant que poste principal de consommation énergétique, représentent une cible prioritaire pour maximiser l'impact de la capture.

7. Suites du projet

Les prochaines étapes du projet porteront sur :

- L'analyse et la sélection de la technologie de capture la plus adaptée, en approfondissant les options au-delà des solutions déjà étudiées, afin d'identifier la meilleure adéquation aux contraintes spécifiques du site (variabilité des flux, intégration industrielle, performance énergétique et économique),
- La réalisation d'une étude d'ingénierie détaillée (FEED) pour affiner les choix techniques et les estimations de coûts,
- La consolidation du modèle économique, en intégrant les conditions de marché, les mécanismes de soutien et les coûts des infrastructures de transport et de stockage du CO₂,
- La sécurisation des solutions de transport et de stockage du CO₂ à l'échelle du territoire,
- Et, in fine, la préparation de la décision finale d'investissement.

8. Conclusion

L'étude confirme la faisabilité technique du captage du CO₂ sur le site DILLINGER, notamment sur les fours poussants, principaux contributeurs aux émissions.

Toutefois, avec un CAPEX de l'ordre de 135 M€, un OPEX d'environ 20 M€/an et un prix du carbone actuel inférieur au coût d'exploitation, le projet nécessite des conditions économiques favorables pour être déployé.

Le CCS constitue néanmoins une solution structurante pour la décarbonation du site et du territoire de Dunkerque, particulièrement dans une logique de mutualisation industrielle.

RÉSUMÉ

Le site sidérurgique DILLINGER de Dunkerque a engagé une étude de préféabilité visant à évaluer la mise en place d'une solution de captage et stockage du CO₂ (CCS) sur ses installations. Le site émet environ 70 000 tonnes de CO₂ par an, dont une part majoritaire issue des fours de réchauffages, représentant environ 80 % de la consommation énergétique.

Deux technologies ont été étudiées : une solution mature par absorption chimique à base d'amine et une solution innovante par adsorption solide. Les résultats montrent que les deux solutions permettent d'atteindre des taux de captage supérieurs à 90 %.

Le coût d'investissement est estimé à 137 M€ (scénario amine) et 174 M€ (scénario adsorption), avec des coûts d'exploitation d'environ 20 M€/an. Dans un contexte de prix du carbone de 80 €/tCO₂, le projet constitue un levier important de réduction des émissions, mais reste dépendant des mécanismes économiques et des infrastructures de transport et stockage.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé

BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

CITATION DE CE RAPPORT

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.