

## Document

# Le pôle AXELERA, moteur dans le domaine du recyclage du CO<sub>2</sub> en France

Talia BRUN  
Chargée de projet SCOT, AXELERA

Cyril DARTIQUELONGUE  
Chargé projets et innovation, AXELERA

Dans une société où les économies réduisent leur empreinte carbone et leur impact énergétique, les progrès scientifiques et industriels nous permettent d'envisager un monde dans lequel le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) capté serait une ressource pour l'industrie. Aujourd'hui, le recyclage du CO<sub>2</sub> est un levier pour l'innovation dans le secteur chimique et il pourrait contribuer à renforcer sa compétitivité, tout en soutenant sa transition vers une économie circulaire, faible en impact carbone et en énergie.

Le champ du recyclage de CO<sub>2</sub> est très large. Les procédés existants peuvent être divisés en 3 segments : l'utilisation du CO<sub>2</sub> sans transformation, la transformation chimique et la transformation biologique du CO<sub>2</sub>.

L'utilisation directe du CO<sub>2</sub> non-transformé est déjà développée dans de nombreux domaines tels que la récupération assistée d'hydrocarbures, les boissons carbonatées ou *via* la mise en œuvre de nouvelles applications du CO<sub>2</sub> supercritique. Quant aux usages qui exigent la transformation de la molécule du CO<sub>2</sub> – biologique ou chimique –, ils se répartissent en trois catégories de produits : les combustibles synthétiques, les matériaux de construction et les synthons (molécules plates-formes pour la chimie).

Le pôle de compétitivité chimie & environnement AXELERA est un acteur privilégié du développement de ces technologies en France.

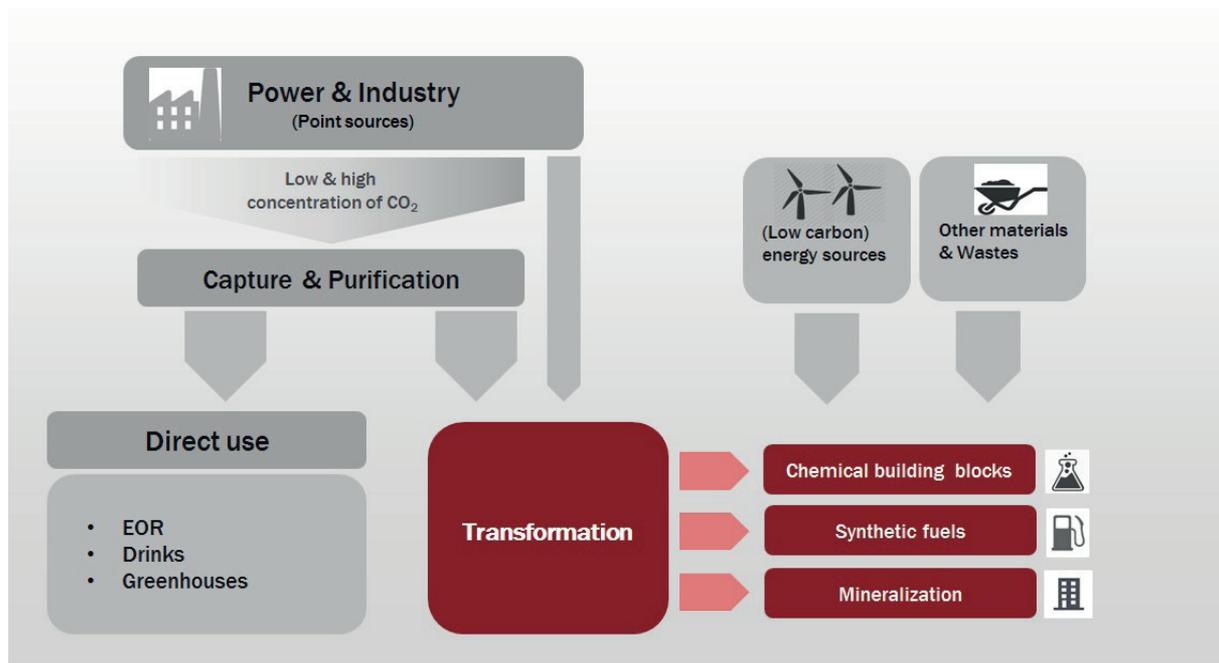


Figure 1.  
Le champ du recyclage du CO<sub>2</sub> d'extraction.

AXELERA rassemble et fédère un réseau de plus de 320 adhérents – acteurs de l'industrie, de la recherche et de la formation en chimie et en environnement – autour de 5 axes stratégiques : matières premières renouvelables, usine éco-efficace, matériaux et produits pour les filières industrielles, recyclage et recyclabilité, préservation et restauration des espaces naturels et urbains.

Classé parmi les pôles très performants par l'État et labellisé Gold par l'Union européenne, AXELERA a enclenché une forte dynamique d'innovation avec, à la fin 2015, 262 projets de R&D labellisés par le pôle et financés pour un montant global de 800 M€.

Parmi ceux-ci figurent des projets dédiés au captage et à la valorisation du CO<sub>2</sub>, dont voici quelques exemples.

## 1. VALCO<sub>2</sub> (Fonds Unique Interministériel 17<sup>1</sup>)

Le CO<sub>2</sub> est le principal gaz à effet de serre généré par l'activité humaine. Des travaux importants sont engagés à travers le monde pour le capter et le stocker. Pour aller plus loin, il est envisagé également de le valoriser en le considérant comme une matière première source de carbone non fossile utilisable pour la fabrication de produits à plus forte valeur ajoutée, comme les produits chimiques et/ou produits à valeur énergétique plutôt que comme un déchet.

Dans ce contexte, le projet VALCO<sub>2</sub> a pour objectif le développement de procédés de transformation du CO<sub>2</sub> à grande échelle pour fabriquer des produits d'importance industrielle (hydrogénocarbonates, carbonates d'alkyle, acide formique), tout en s'assurant de leur rentabilité économique et de leur impact positif sur l'environnement, ainsi que la mise en place d'un observatoire français des sources industrielles de CO<sub>2</sub> disponibles.

Il regroupe 6 partenaires : Solvay (porteur), IFP Énergies nouvelles, l'Institut de Transition Énergétique IDEEL, la PME Inevo Technologies et 2 laboratoires de recherche, que sont l'Institut de Chimie et Biochimie Moléculaires et Supramoléculaires de Lyon (ICBMS) et le Département de Chimie Moléculaire de Grenoble (DCM). Le projet a commencé en 2014 pour une durée de 4 ans et dispose d'un budget global de 3 M€.

## 2. VITESSE<sup>2</sup> (ANR<sup>2</sup>)

Clôturé en 2012, le projet VITESSE<sup>2</sup> avait pour objectif de développer un procédé de rupture pour la conversion de CO<sub>2</sub> émis par des industries (cimenteries, aciéries, incinérateurs, etc.) en méthanol, par réduction à l'hydrogène produit par électrolyse de l'eau à partir d'électricité issue de moyens de production faiblement émetteurs de CO<sub>2</sub>.

Au-delà de la valorisation du CO<sub>2</sub>, ce procédé permet non seulement de stocker de l'électricité décarbonée sous forme d'un intermédiaire chimique (le méthanol est un intermédiaire chimique facilement valorisable en carburants, en produits chimiques, en polymères, etc.) mais aussi, d'assurer, *via* la flexibilité de la production d'hydrogène électrolytique, une fonction de gestion et de stabilisation du système électrique. En effet, la production d'hydrogène électrolytique serait corrélée à la disponibilité d'électricité sur le système électrique ; elle atteindrait sa capacité maximale pendant les creux de consommation et serait réduite à son minimum pendant les pointes de consommation.

Le projet était porté par Solvay et intégrait Areva, Air Liquide, EDF, Veolia, ainsi que deux institutions de recherche CEA et LRGP-ENSIC. Il a permis la construction et l'opération d'une unité de conversion de CO<sub>2</sub> en méthanol, à l'échelle semi-industrielle, couplée à un flux de CO<sub>2</sub> industriel.

<sup>1</sup> Fonds Unique Interministériel : le fonds unique interministériel (FUI) finance des projets de recherche et de développement (R&D) collaboratifs labellisés par les pôles de compétitivité. Le FUI a vocation à soutenir des projets de recherche appliquée portant sur le développement de produits, procédés ou services susceptibles d'être mis sur le marché à court ou moyen terme, généralement 5 ans.

<sup>2</sup> ANR : l'Agence Nationale de la Recherche a pour mission la mise en œuvre du financement de la recherche sur projets en France.

### 3. ACACIA (Fonds Unique Interministériel 15) et ACACIA 31 (ANR)

Les 2 principales sources mondiales de rejets de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère sont les installations fixes industrielles et celles de production d'électricité. Elles représentent plus de 60 % des émissions mondiales. Pour limiter les émissions de CO<sub>2</sub> à leur source, le procédé de captage et de stockage a été identifié comme très prometteur. Les procédés conventionnels de captage du CO<sub>2</sub> se basent pour la plupart sur l'absorption par un solvant.

Les solvants chimiques utilisés sont principalement des amines, et notamment la monoéthanolamine (MEA). Si la MEA permet de récupérer jusqu'à 98 % du CO<sub>2</sub> et d'obtenir une pureté à 99 %, son utilisation entraîne un coût de fonctionnement bien trop élevé.

Le projet ACACIA visait à développer les technologies et les procédés de captage du CO<sub>2</sub> en postcombustion directement sur fumées de sources fixes, afin de réduire le coût de captage du CO<sub>2</sub> pour les industries, le coût de traitement à la tonne du CO<sub>2</sub> et l'impact du traitement du CO<sub>2</sub> sur le coût de l'électricité ou des produits industriels (ciments, aciers).

5 types de procédés en rupture ont été étudiés. Des travaux d'évaluation technico-économique comparative à la solution technologique MEA sur cas industriels concrets ont permis de sélectionner les solutions les plus prometteuses.

Le procédé liquide de lavage des gaz par solvant démixant est apparu comme une solution de rupture alternative à la solution du lavage à la MEA. Cette solution (DMX™) a été testée.

La démonstration industrielle de cette solution DMX™, proposée par IFP Énergies nouvelles, a été réalisée sur un pilote industriel de captage de CO<sub>2</sub> sur des fumées de centrale thermique charbon dans le cadre du projet européen OCTAVIUS, démarré en 2012 ([www.octavius-co2.eu](http://www.octavius-co2.eu)).

Rassemblant 13 partenaires et porté par Solvay, le projet ACACIA a opéré un budget global de 3,5 M€.

ACACIA 31, qui correspond au sous-programme 3.1 du projet ACACIA, était centré sur les procédés en rupture de captage du CO<sub>2</sub> par voie solide. Le projet s'est achevé en mai 2012 et a rassemblé 4 partenaires autour du porteur IFP Énergies nouvelles, pour un budget de 2,1 M€.

ACACIA 31 a permis d'étudier de nouveaux adsorbants très différents des solides classiques (charbons actifs zéolithes ou à base de silice), qui ont fait l'objet de nombreuses études en captage de CO<sub>2</sub> et qui présentent une forte consommation énergétique et une co-adsorption d'azote les rendant non applicables pour le captage en postcombustion.

### 4. SCOT (Smart CO<sub>2</sub> Transformation) (FP7<sup>3</sup>)

SCOT est une initiative européenne en matière de recyclage et de valorisation du CO<sub>2</sub>.

Un consortium de 11 acteurs européens, issus de cinq régions à fort profil industriel dont Rhône-Alpes pour la France, y est impliqué. Le projet a reçu 2,3 M€ et se terminera en septembre 2016. Le consortium a déjà produit une vision pour le secteur en Europe en 2030 et 2050, et travaille en ce moment pour définir l'agenda européen de recherche visant l'amélioration technique et économique des technologies de transformation du CO<sub>2</sub>. Ces deux documents – la vision et l'agenda de recherche – proposent des mesures politiques et industrielles pour favoriser la transition vers une Europe valorisant le concept « CO<sub>2</sub> comme ressource », et seront promus par la première plate-forme d'acteurs travaillant sur la transformation du CO<sub>2</sub> à échelle européenne ([www.scotproject.org](http://www.scotproject.org)).

La conférence finale du projet SCOT, le 29 juin prochain à Bruxelles, sera l'occasion de faire un point sur le programme européen stratégique pour la recherche et l'innovation de la transformation intelligente du CO<sub>2</sub>. Elle devrait permettre de lancer la phase suivante de concrétisation du plan d'actions commun et de mise en place des démonstrateurs des technologies cibles pour la valorisation et le recyclage du CO<sub>2</sub>.

<sup>3</sup> FP7 est le programme de financement de la recherche et de l'innovation de l'Union européenne pour la période 2007-2013.