

CO₂, une nouvelle ressource pour la chimie de demain ?



Progress beyond

Dominique HORBEZ

SOLVAY - Recherche & Innovation

16 novembre 2020





SOLVAY ONE PLANET :

Créer une valeur partagée et durable pour tous

UTILISER LE CO₂ ?

Une question stratégique

CO₂ + H₂ = ?

Les potentialités de l'hydrogène décarboné

LE CO₂, SOURCE DE CARBONE :

Un défi économique et environnemental





SOLVAY ONE PLANET

CRÉER UNE VALEUR PARTAGÉE ET DURABLE POUR TOUS

1.



LES OBJECTIFS SOLVAY ONE PLANET POUR 2030



CLIMAT

Lutter contre la crise climatique



Aligner les émissions de gaz à effet de serre sur l'accord de Paris



Réduire de 26% (-2%/a)

Supprimer progressivement l'utilisation du charbon



Atteindre 100%

Réduire la pression négative sur la biodiversité



30% réduction

RESSOURCES

Intégrer l'économie circulaire



Augmenter les ventes des solutions durables



Atteindre 65% vs 50%

Accélérer l'économie circulaire



Atteindre 15% vs 7%

Réduire les déchets industriels non valorisables



30% réduction

Réduire l'apport en eau douce



30% réduction

QUALITE DE VIE

Améliorer la qualité de vie



La sécurité est une priorité



Viser zéro accident

Accélérer l'inclusion et la diversité



Parité d'ici 2035 vs 24% pour les cadres moyens et supérieurs

Prolonger le congé maternité et l'étendre aux co-parents



16 semaines pour tous les parents et co-parents d'ici 2021

CLIMAT : LES OBJECTIFS 2030



CLIMAT



Lutter contre
la crise climatique



**REDUCTION DES GAZ A
EFFET DE SERRE**

-26%

d'émissions de gaz à effet de serre
pour s'aligner sur l'objectif d'une
hausse des températures inférieure
à 2°C (accords de Paris 2015)

référence 2018



**SORTIE DU
CHARBON**



100 %

de charbon en moins dans
la production d'énergie
lorsque des solutions
alternatives renouvelables
existent



A decorative graphic consisting of several blue circles of varying sizes, some solid and some semi-transparent, arranged in a cluster on the left side of the slide.

UTILISER LE CO₂ ?

UNE QUESTION STRATÉGIQUE

A photograph of a laboratory setting. In the foreground, a woman with dark hair in a ponytail, wearing safety goggles and a white lab coat, is looking through a microscope. She is wearing blue gloves. In the background, another person is partially visible, also in a lab coat. The scene is filled with laboratory equipment like test tubes and beakers. A large white number '2' is overlaid on the left side of the image.

2

UTILISER LE CO₂?

L'ÉTAPE ULTIME VERS LA DÉCARBONATION DES PROCÉDÉS



Quatre leviers pour atteindre les objectifs:

1. OPTIMISER LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE



2. OPTIMISER LE MIX ÉNERGÉTIQUE

> Sortie du charbon

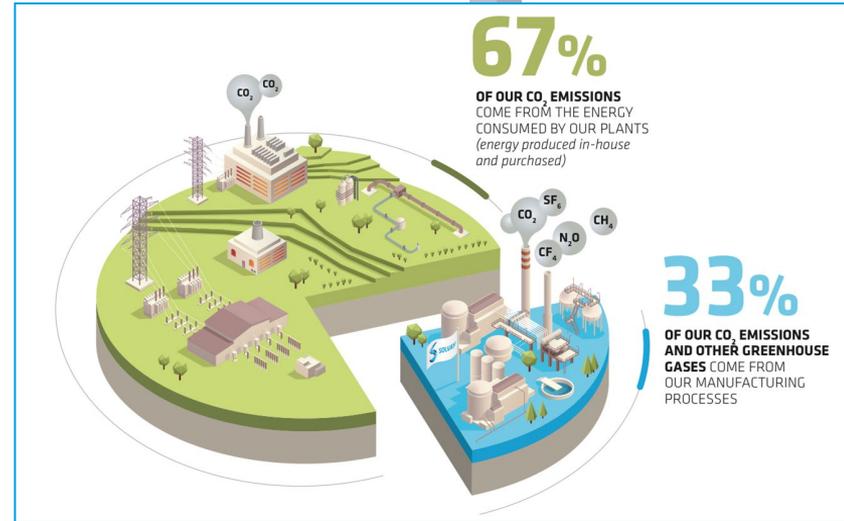
> Développement des énergies renouvelables

3. RÉDUIRE LES ÉMISSIONS LIÉES AUX PROCÉDÉS

> électrification des procédés

> traitement des autres gaz à effet de serre

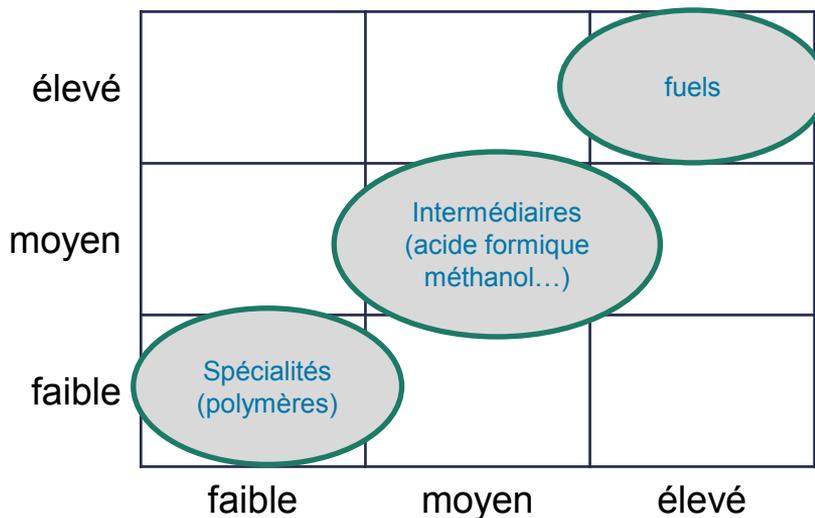
4. CAPTER ET RÉUTILISER LE CO₂



Un équilibre
à trouver
entre
alignement
stratégique
et impact
climatique

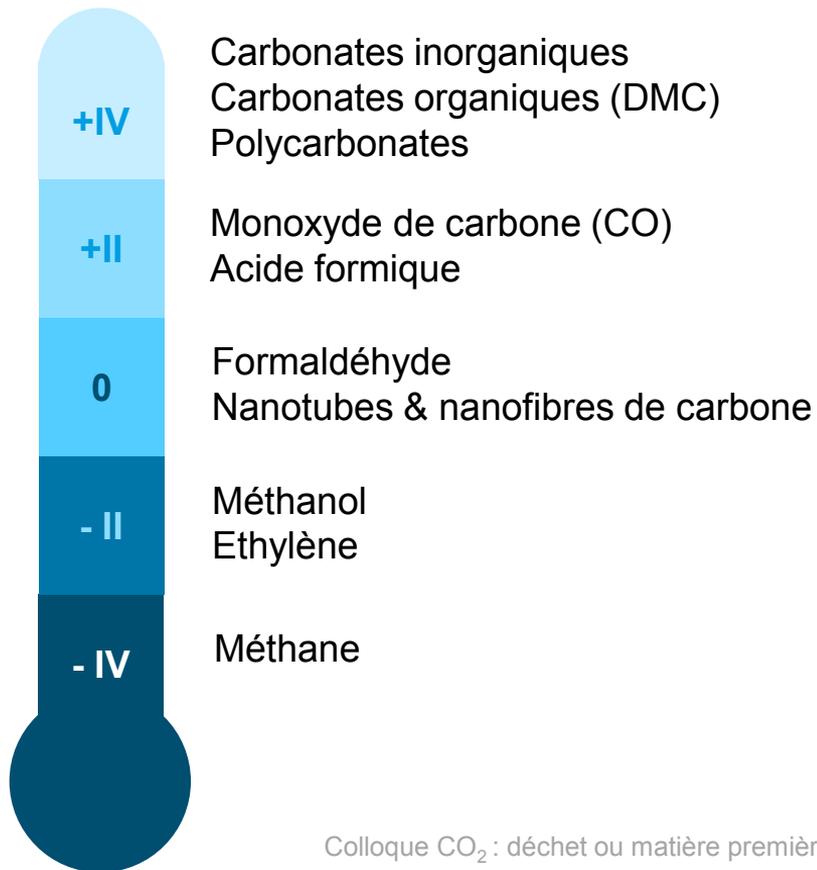
Marchés d'utilisation potentielle du CO₂ Sensibilité au coût du CO₂

impact potentiel du CO₂
dans le coût du produit



Impact potentiel sur le climat
(quantités CO₂)

CO₂ : le carbone à son plus haut degré d'oxydation



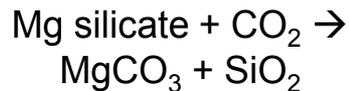
UTILISER LE CO₂?

LE CAS DES CARBONATES INORGANQUES



Captage de CO₂ pour la production de **carbonate de baryum**

◀ Evaluation à l'échelle industrielle (7700 t/an CO₂) de la technologie CDRMax[®] de **Carbon Clean Solutions** (Solvay Vishnu Barium, Inde, 2012-2013).



CO₂

Le carbone
à son plus
haut degré
d'oxydation

Lorsqu'il n'est pas valorisé directement sous forme de carbonates, le CO₂ doit être réduit. La réduction peut se faire par différentes voies :

- Photocatalytique



- Electrochimique



- Chimique (hydrogène)





LES POTENTIALITÉS DE L'HYDROGÈNE DÉCARBONÉ

3



LES POTENTIALITÉS DE L'HYDROGÈNE DECARBONÉ

HYDROGÈNE GRIS

Procédés de production

 Reformage du méthane (SMR)

 Gazéification du charbon

Caractéristiques

Intensité CO₂



Coût



Acceptation sociale



HYDROGÈNE BLEU

Procédés de production

 +  SMR + captage CO₂

 +  Gazéification du charbon + captage CO₂

Caractéristiques

Intensité CO₂



Coût



Acceptation sociale



HYDROGÈNE VERT

Procédés de production

 + 

Electrolyse de l'eau avec électricité renouvelable

Caractéristiques

Intensité CO₂



Coût



Acceptation sociale



LES POTENTIALITÉS DE L'HYDROGÈNE DECARBONÉ

- $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{HCOOH}$ acide formique
- $\text{CO}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ méthanol
- $\text{CO}_2 + 4 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ méthane

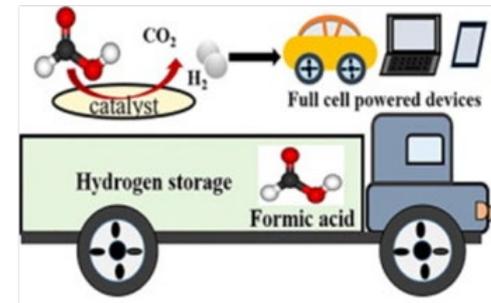
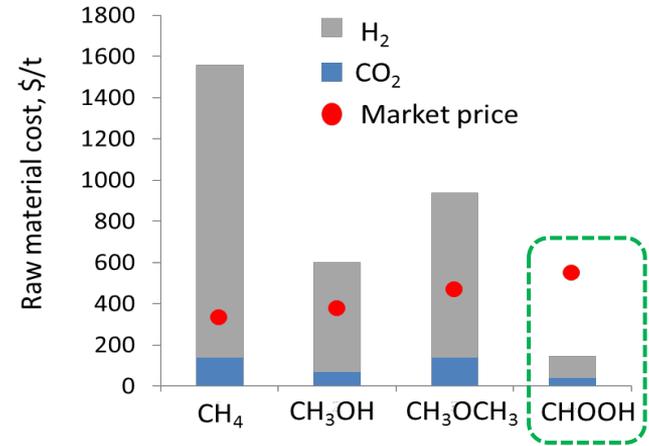




LE CAS DE L'ACIDE FORMIQUE

Les enjeux:

- l'acide formique représente un marché d'environ 800.000 tonnes/an
- Il est classiquement produit par carbonylation du méthanol
- Sa production à partir de CO_2 et H_2 pourrait être compétitive
- Il peut être envisagé comme **vecteur énergétique**:
 - « stockage » d'hydrogène (53 g H_2 /l)
 - Piles à combustible (Direct Formic Acid Fuel cells)

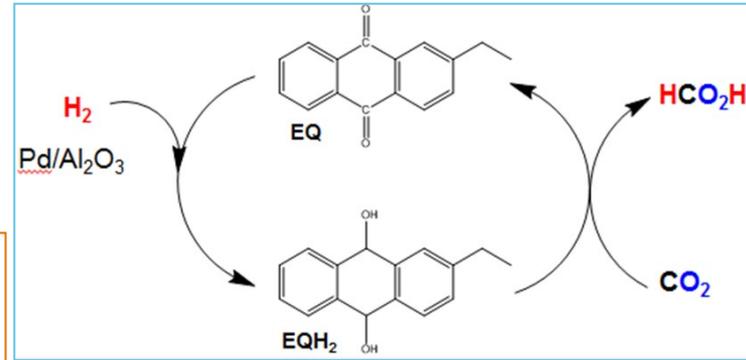


$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{HCOOH}$

LE CAS DE L'ACIDE FORMIQUE

Une approche originale: réappliquer le **procédé Solvay** de fabrication de l'eau oxygénée pour la réduction du CO_2 par l'hydrogène dans une **boucle anthraquinone**

demande de brevet **WO 2019/096190 A1**
SOLVAY / CNRS



Solutions alternatives:
réduction électrochimique
DCM / PROJET VALCO2
TNO / VOLTACHEM
DIOXIDE MATERIALS





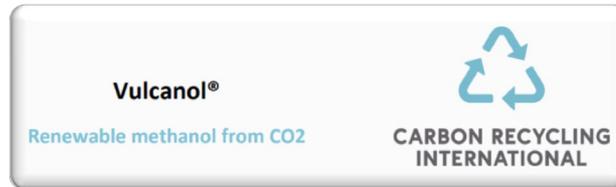
LE CAS DU METHANOL

Un double **challenge technico-économique**:

- La production d'**hydrogène par électrolyse** (électricité décarbonée)
- La **réduction catalytique** du CO_2



Projet ANR **VITESSE²** (2012-2014) : Valorisation industrielle et énergétique du CO_2 (SOLVAY, EDF, CEA, AIR LIQUIDE, AREVA, VEOLIA, HELION...) unité de conversion de CO_2 en méthanol, à l'échelle semi-industrielle, couplée à un flux de CO_2 industriel





LE CO₂, SOURCE DE CARBONE

UN DÉFI ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

4



UN DÉFI ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL



- LES CHIMIES UTILISANT LE CO₂ DOIVENT RESTER **COMPÉTITIVES**



- UN PROBLÈME GLOBAL, DES **SOLUTIONS LOCALES** : LE COÛT DU CO₂ NE PERMET PAS SON TRANSPORT SUR DE LONGUES DISTANCES



- L'**IMPACT ENVIRONNEMENTAL** DES VOIES AU CO₂ DOIT ÊTRE POSITIONNÉ PAR RAPPORT AUX VOIES CONVENTIONNELLES

CO₂
une
nouvelle
ressource
pour la
chimie de
demain?

Merci à

David SAVARY

Group Engineering & Construction, Lyon

Animateur du groupe de travail *Valorisation du CO₂*

du  Club CO₂

Renate SCHWIEDERNOCH

Eco-efficient Products and Processes Lab, Shanghai

Pour leur contribution





“
De la science
découlera le
progrès de
l’humanité.”

Ernest Solvay