

La catalyse au service du CCU

(ou comment convertir efficacement le CO₂ en produits utiles)

Damien P. Debecker



damien.debecker@uclouvain.be
www.damiendebecker.com



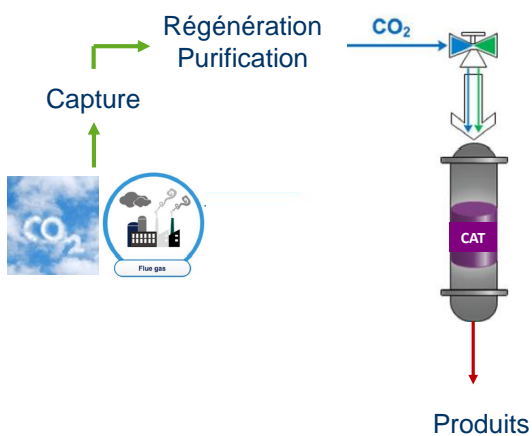
Louvain-la-Neuve, 17 novembre 2021, Agro Louvain Alumni

Sauver le Monde ?





Utiliser le CO₂ capté



CO₂ est une molécule
« stable »...
Comment le transformer?

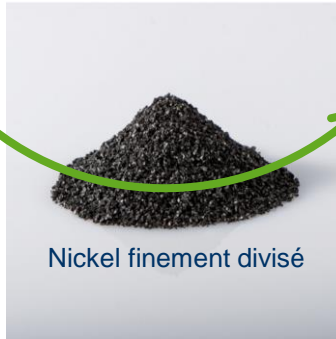
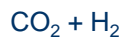
Méthanation du CO₂



Paul Sabatier



Capter le CO₂
avant émission

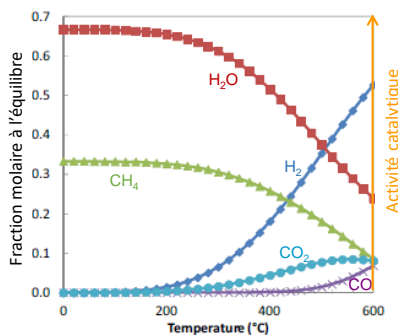


Nickel finement divisé

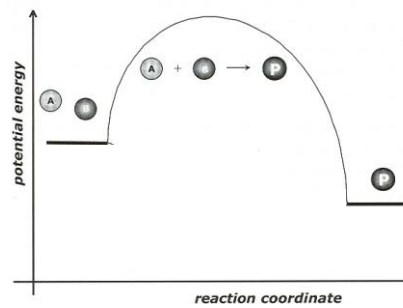


« gaz naturel »
(REM: ne pas le
laisser s'échapper!)

La méthanation: exothermique et lente



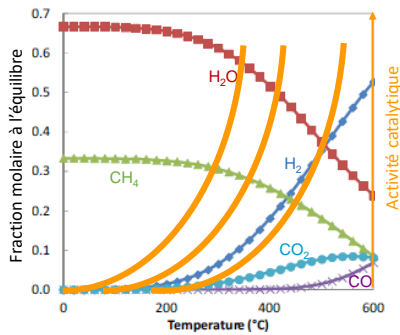
A. Karelavic, PhD Thesis 2013, UCLouvain



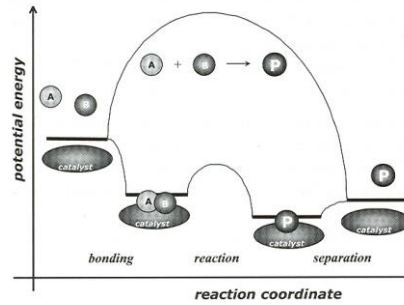
$$r = k C_A^n C_B^m$$

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

La méthanation: exothermique et lente



A. Karelovic, PhD Thesis 2013, UCL

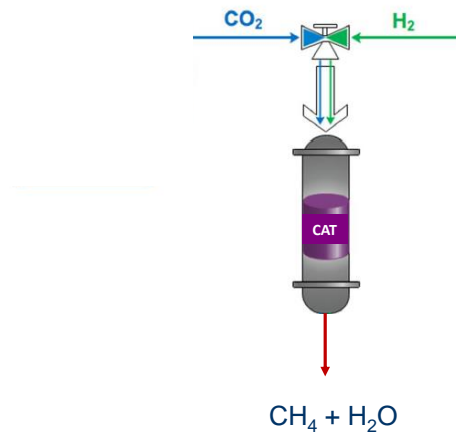


$$r = k C_A^n C_B^m$$

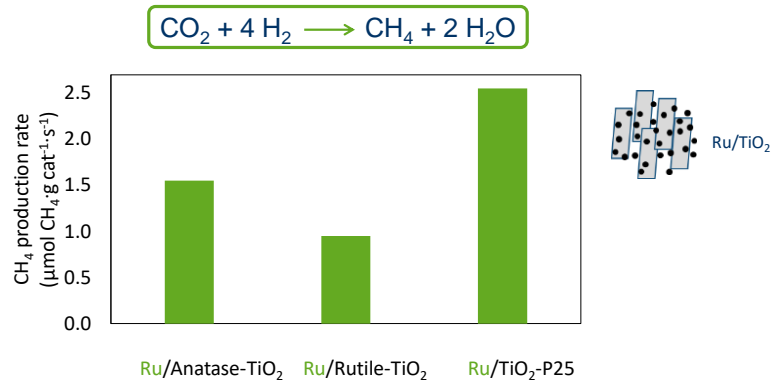
$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

- ✓ Il faut développer des **catalyseurs** très actifs à température modérée.
- ✓ Métaux capables de dissocier l'H₂ et d'activer le CO₂ (Ru, Rh, Ni, ...).
- ✓ Métaux très dispersés (nanoparticules supportées).

Compréhension et développement de catalyseurs



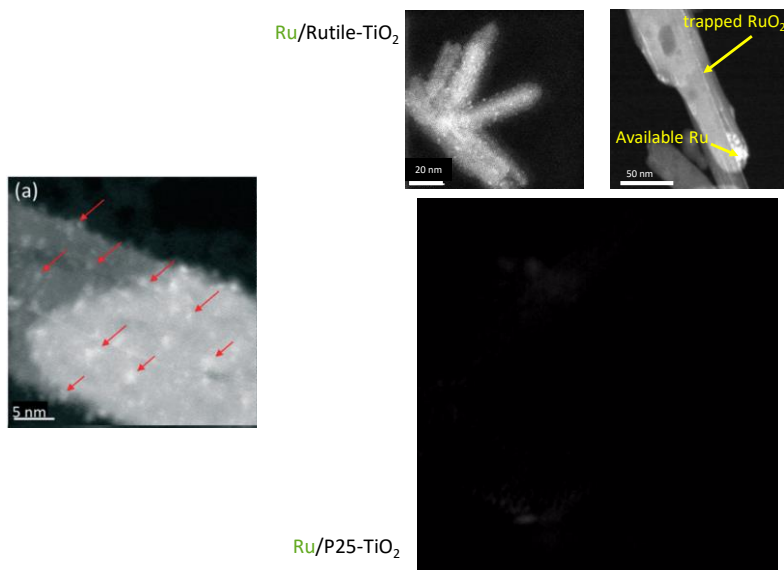
Compréhension et développement de catalyseurs



Différents niveaux d'activité... Pourquoi? Comment optimiser?

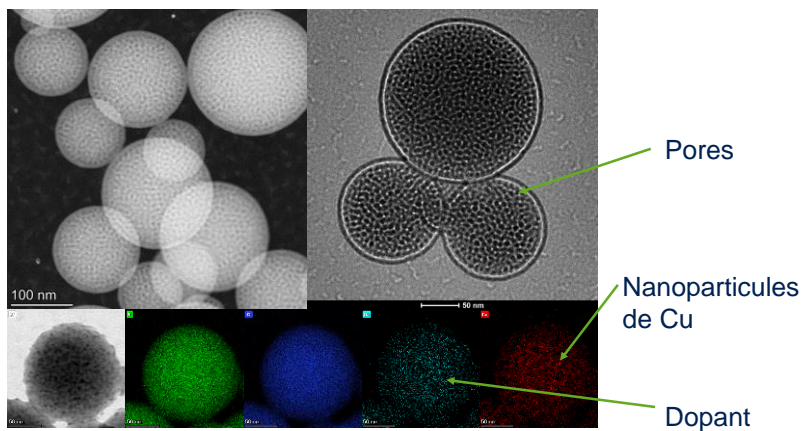
Kim, Sanchez, Patriarche, Ersen, Moldovan, Wisnet, Sassoey, Debecker, *Catal. Sci. Technol.*, 2016, 6, 8117

Compréhension et développement de catalyseurs



Compréhension et développement de catalyseurs

Aussi pour l'hydrogenation du CO_2 vers le methanol
 → Cu/Ga-SiO₂ poreux



Paris et al. ChemSusChem 2020, 13, 6409

Déchets transformés en carburants?

“Recyclage du CO_2 en CH_4 ”



Déchet transformé en carburants?

~~“Recyclage de la boue d'épuration en jus de pomme”~~
 “Transformation de boues et de Petrus en jus de pomme”



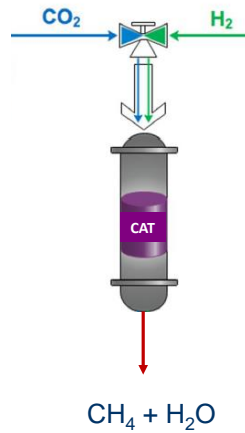
Déchet valorisé en carburants?

~~“Recyclage du CO₂ en CH₄”~~
 “Conversion du CO₂ et de l'H₂ en CH₄ et en eau”



- ☒ Bon catalyseur
- ☐ Quel H₂?
- ☐ Quel CO₂?

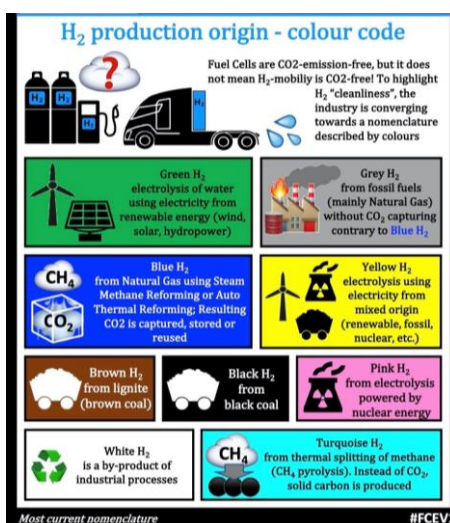
Quel hydrogène ?



~95 % de l'hydrogène disponible sur le marché est issu du reformage à la vapeur du méthane



Quel hydrogène ?



<https://www.oroel.net/oroel-cards?s=09>

Les technologies d'hydrogénation du CO₂ sont suspendues aux progrès réalisés dans

- La production d'électricité verte
- L'électrolyse de l'eau

Quel hydrogène ?

“L'hydrogène produit par électrolyse de l'eau coûte ~5 fois plus cher que l'hydrogène produit par reformage”



'Green hydrogen currently cheaper to produce in Europe than grey and blue H2 due to high natural gas and carbon prices'

www.rechargenews.com

12 octobre 2021



www.lalibre.be

29 octobre 2021

Quel hydrogène ?



Électrons

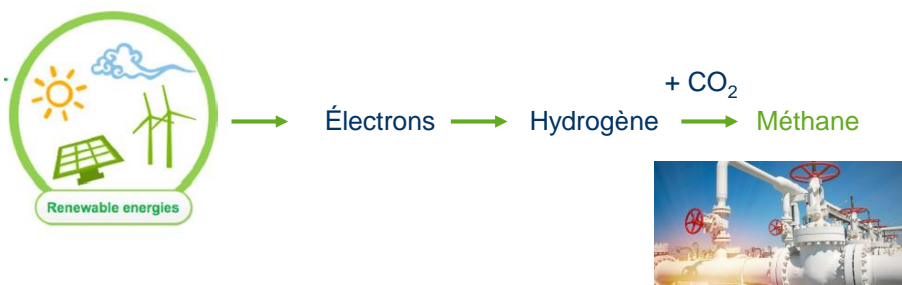


Hydrogène



« Power-to-Hydrogen »

Quel hydrogène ?



« Power-to-Methane »
(+ « Power-to-X »)

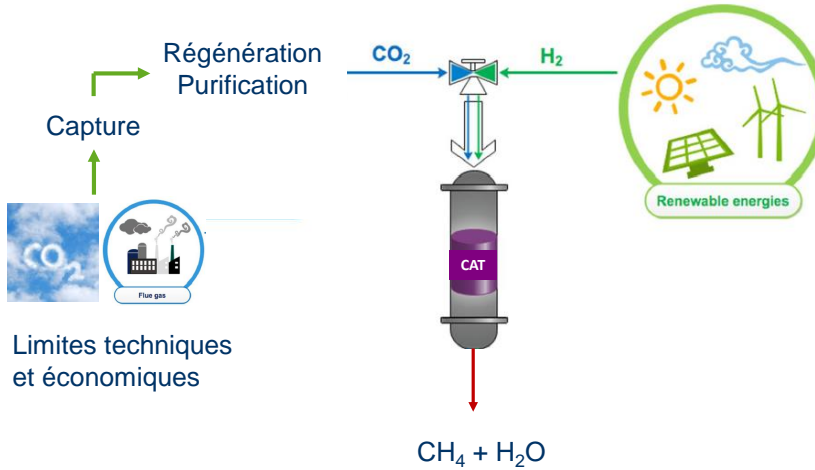
Et en pratique ?

Usine Audi à Werlte (2015)

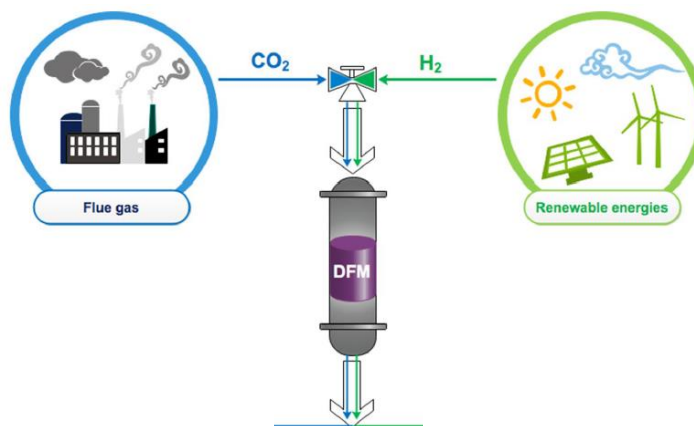


© AUDI AG

Quel CO₂ ?



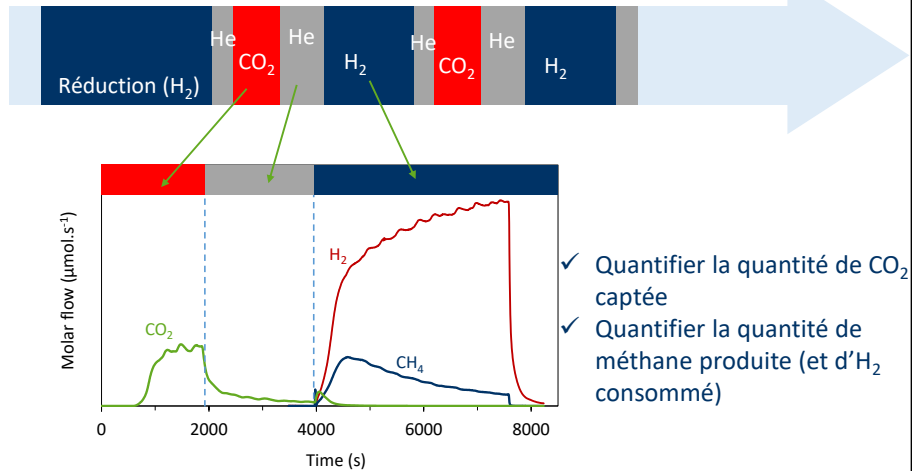
Quel CO₂ ?



Melo Bravo & Debecker, *Combining CO₂ capture and catalytic conversion to methane*, Waste Disposal & Sustainable Energy, 2019, 1, 53

Dual Functional Materials

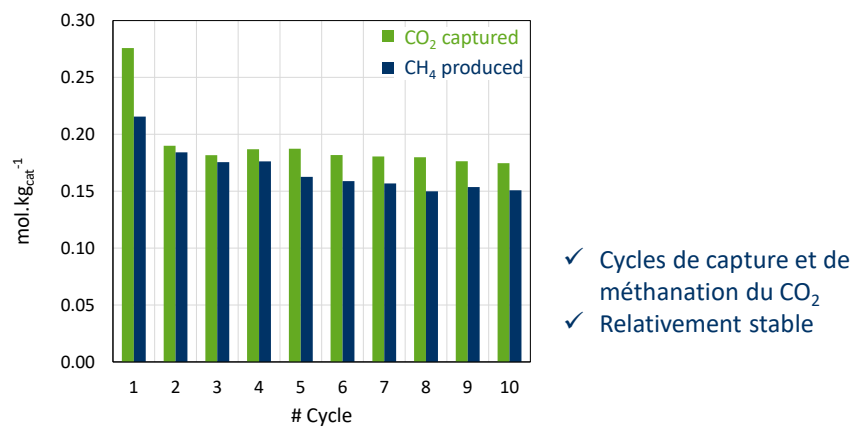
Etude isotherme de cycles de capture et de méthanation



P. Melo Bravo, PhD UCLouvain (ongoing)

Dual Functional Materials

Procédure de test cycliques



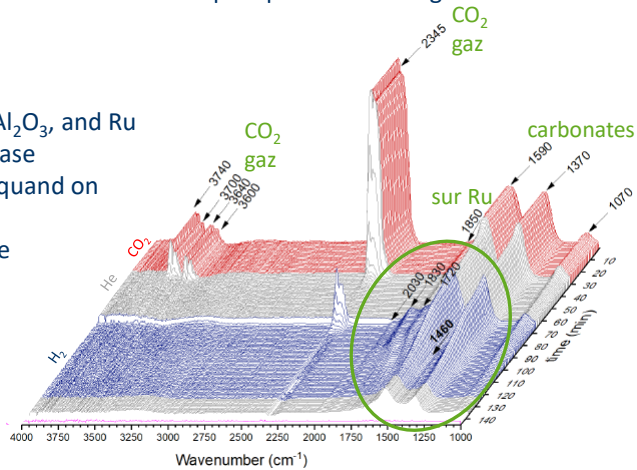
Besoin d'études sur des flux plus complexes...

P. Melo Bravo, PhD UCLouvain (ongoing)

Dual Functional Materials

Observer les espèces adsorbées à la surface par spectro infrarouge

- ✓ Adsorption sur Na_2O , Al_2O_3 , and Ru
- ✓ Migration depuis la phase adsorbante vers le Ru quand on introduit l' H_2
- ✓ Nettoyage de la surface



P. Melo Bravo, PhD UCLouvain (ongoing)

Take-home messages



Il est possible d'hydrogéner le CO_2 si on dispose d'un bon catalyseur.



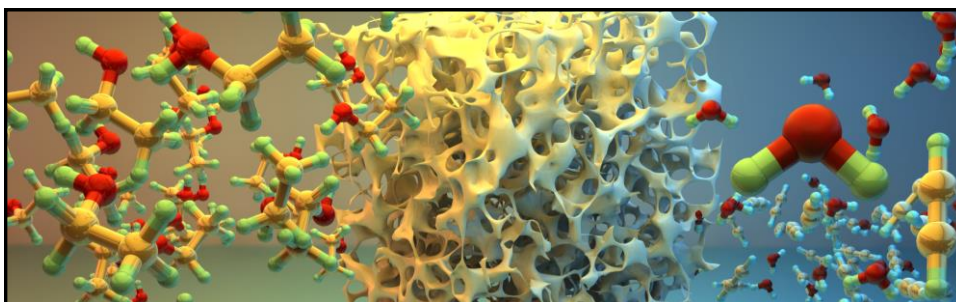
L'origine de l'hydrogène détermine si le procédé a un sens.



Le CO_2 pur a un coût.



L'idée de combiner la capture et l'hydrogénation paraît pertinente.



La catalyse au service du CCU

(ou comment convertir efficacement le CO₂ en produits utiles)

Damien P. Debecker



damien.debecker@uclouvain.be

www.damiendebecker.com



Louvain-la-Neuve, 17 novembre 2021, Agro Louvain Alumni