



LES TROPHÉES DE L'INNOVATION DE LA VALORISATION DU CO₂



ICE-BREAKER

Albin Jourda

Co-coordonateur des trophées

Icebreaker

Selon vous, combien de laboratoires et de start-ups français ont travaillé ou travaillent sur la valorisation du CO₂ ?

- 10
- 20
- 30
- 40

Partager vos questions dans le chat



**Florence Delprat
Jannaud**
Coordinatrice CO₂ à IFP
Energies nouvelles
Présidente du Club CO₂



Paul Bonnetblanc
Policies officer
Ministère de la Transition
écologique et solidaire



Xavier Montagne
Adjoint au directeur
Ministère de l'Enseignement
Supérieur Recherche et
Innovation



Florence Delprat Jannaud

Coordinatrice CO₂ à IFP Energies nouvelles
Présidente du Club CO₂



Xavier Montagne

Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et Innovation
Direction Générale de la Recherche & de l'Innovation



Paul Bonnetblanc

Ministère de la Transition écologique
Direction Générale Energie et Climat



Les Trophées de l'Innovation de la Valorisation du CO2

Sep 28, 2021

Home

Agenda >

Attendees

Community 17

Messages 33

Photos

Feedback to Whova

Organizer Tips

About Whova



Le Club CO₂ est l'association française rassemblant les acteurs du monde industriel et la recherche, intéressés par la filière Captage Stockage et Valorisation du CO₂ (CSCV).

Le 28 septembre 2021, l'association organise les premiers **Trophées de l'Innovation de la Valorisation du CO₂**. Durant cet événement, vous

Activity Feed



Tahar Mellit
the Leaderb



Julien Bonin
the Leaderb



Methanol ca



Precipitation

PITCH DES LABORATOIRES

David Savary

Solvay

Pitch des laboratoires



Ksenia
Parkhomenko
ICPEES
UNISTRA



Carole Duboc
DCM Grenoble



David Edouard
LAGEPP
Univ. C. Bernard
Lyon



Marc Robert
LEM
Univ. Paris



Florent
Bourgeois
LGC
ENSIACET



Stéphane
Abanades
PROMES



Vincent Artero
LCBM
Grenoble



Julien Bonin
LEM
Université de Pais

Pitch des laboratoires



Carole Duboc
DCM Grenoble



Vincent Artero
LCBM Grenoble

Catalyse bio-inspirée pour la production électrochimique de méthane

Carole Duboc & Vincent Artero



Catalyse bio-inspirée pour la production électrochimique de méthane



- ❖ sélectivité
- ❖ durabilité
- ❖ stabilité
- ❖ Électrolyte technologiquement pertinent

2 équipes expertes en

- ✓ Catalyse bio-inspirée
- ✓ Chimie bio-inorganique
- ✓ Electrochimie moléculaire



Laboratoire de Chimie et Biologie des Métaux,
Université Grenoble Alpes, CNRS, CEA Grenoble
www.solhycat.com



Département de Chimie Moléculaire,
Université Grenoble Alpes, CNRS
<https://dcm.univ-grenoble-alpes.fr>

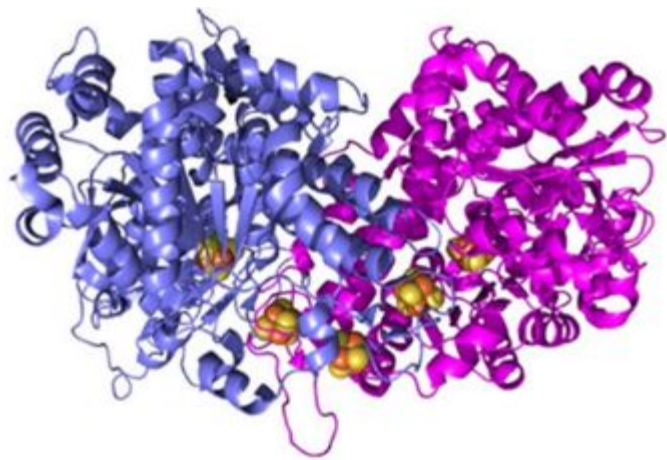
Labex ARCANE

Une chimie bio-motivée à Grenoble

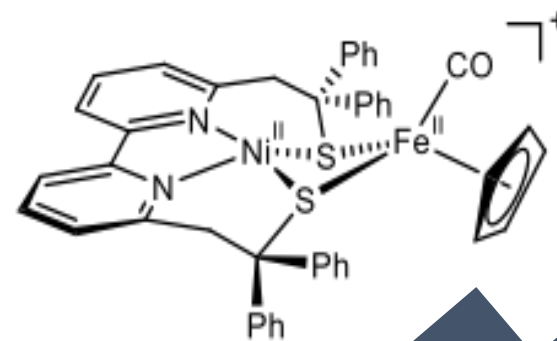
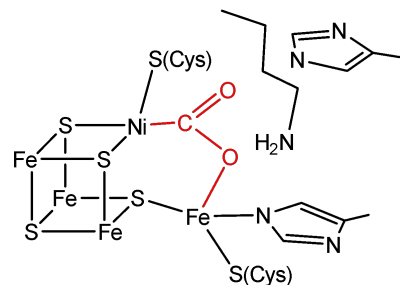


Financement PIA 3: 110 k€ (2018-2019)

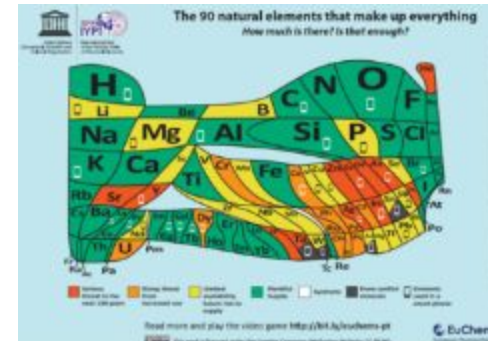
Collaboration avec Dr. Abhishek Dey
Indian Association for the Cultivation of Sciences
Kolkata, Inde



CO-deshydrogénase



Catalyseur bio-inspiré

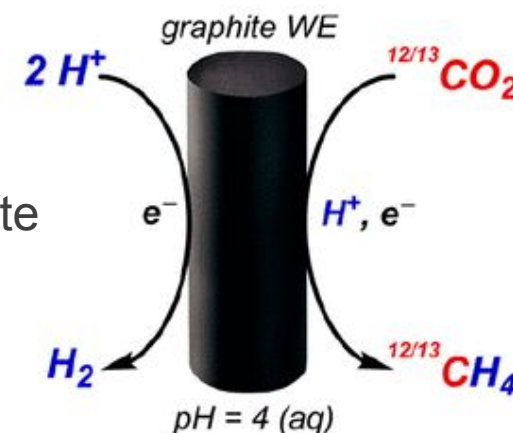


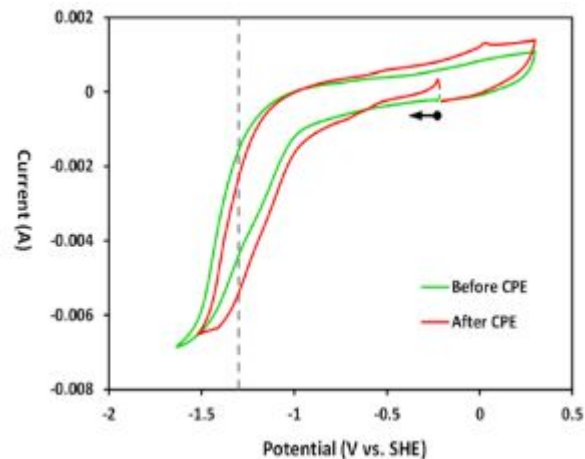
L'innovation

- Catalyseur durable ✓
- Catalyseur stable ✓
- Catalyseur actif en électrolyte aqueux ✓
- Catalyseur sélectif ✓ (H₂ comme seul autre produit)

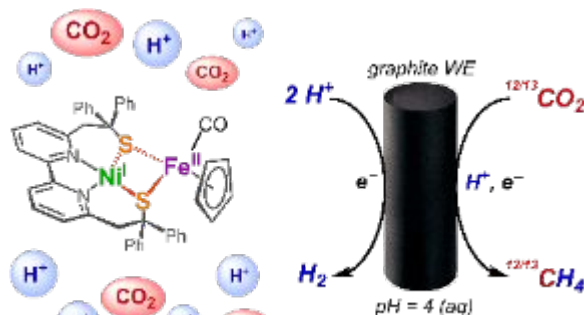
Technologie TRL 3

Adsorption sur graphite

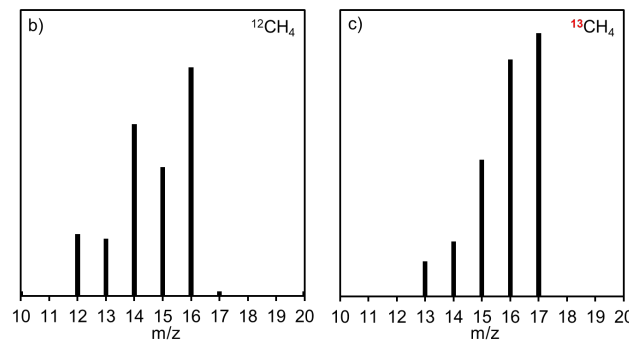
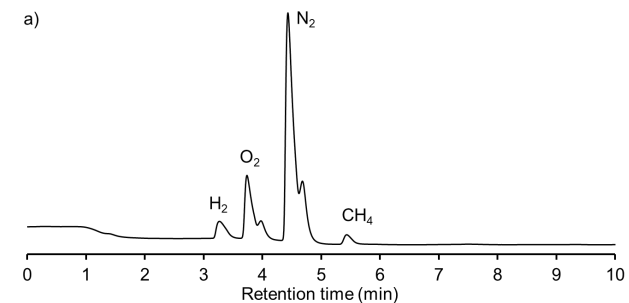




Activité optimale à pH 4 (tampon phosphate)
Surtension requise : 0.9 V



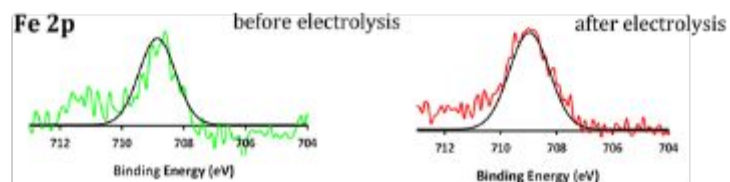
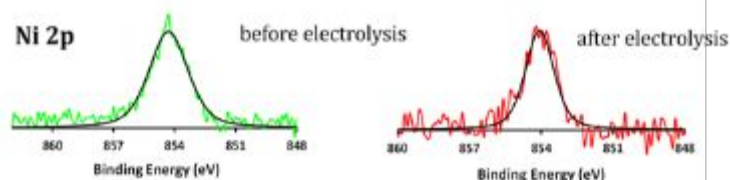
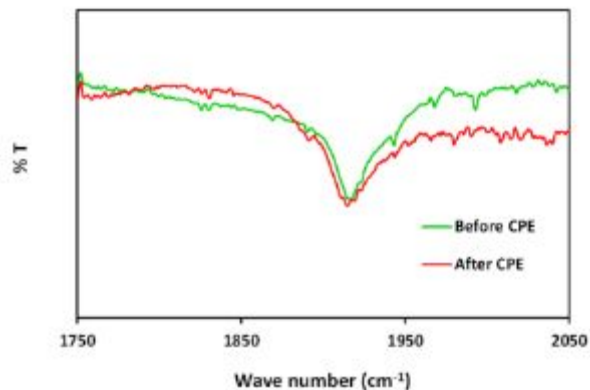
Résultats



Sélectivité :

Rendement faradique CH_4 : 12%
 H_2 : 66%

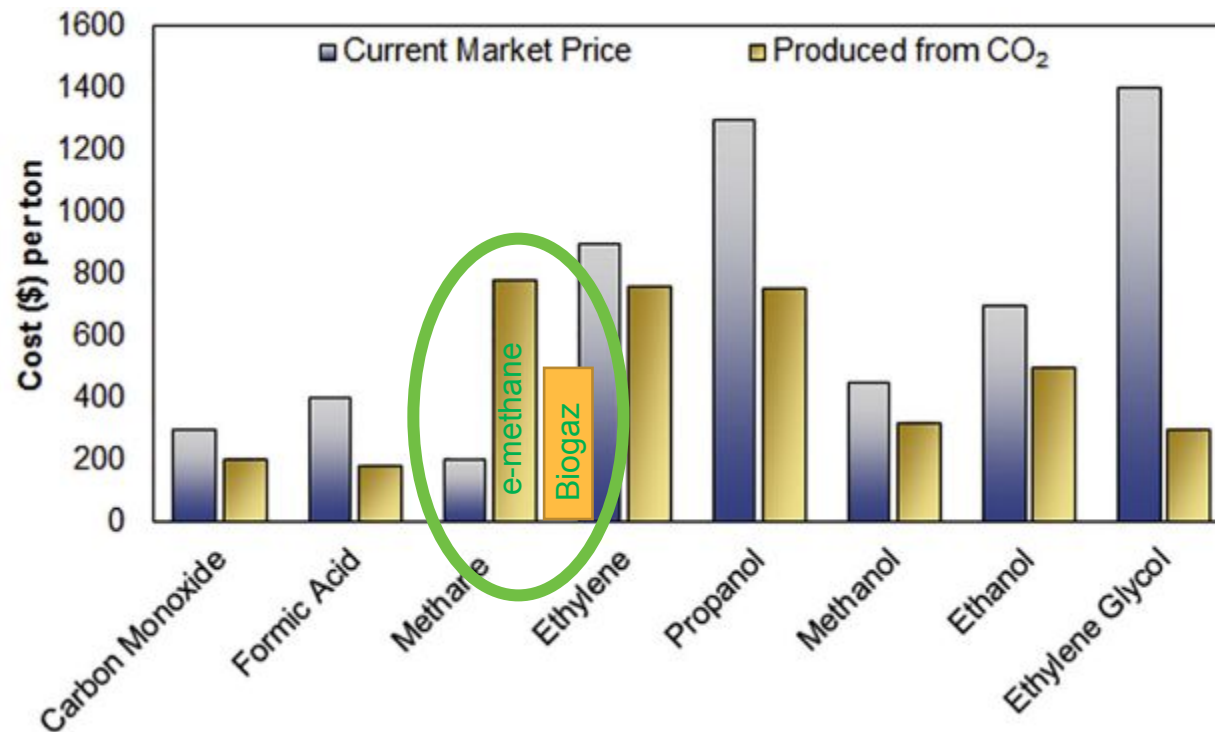
CH_4 est le seul produit carboné



Grande stabilité du catalyseur adsorbé d'après les analyses ATR-IR et XPS

Application

e-methane vert, un compétiteur du biogaz



Réseau de stockage et distribution existant
Marché mature et en pleine expansion

Sargent and coll. Joule 2018, 2, 825-832.

<http://www.cavanaughhsolutions.com/bioenergy-fuels/>

Plan de développement



Phase 1: Preuve de concept

Aujourd'hui

2022-2026

Phase 2 : Optimisation

- compréhension du mécanisme
- ingénierie moléculaire
- développement de membranes bio-inspirées pour améliorer la sélectivité

Phase 3 : Integration en électrolyseur 50 cm²



Obtention d'un démonstrateur d'électrolyse bio-inspiré pour la production de CH₄



Recherche de financement

Dépôt de brevet

Augmentation du rendement faradique de production de CH₄ à 80%

TRL 3

TRL 4

TRL 5

Thèse CIFRE ?



Catalyse bio-inspirée pour la production électrochimique de méthane

Contacts :

Carole Duboc

carole.duboc@univ-grenoble-alpes.fr

Vincent Artero

vincent.artero@cea.fr



Pitch des laboratoires



Ksenia
Parkhomenko
ICPEES
UNISTRA

PRINT-CO₂

Préparation innovante des catalyseurs pour la valorisation de CO₂ en MeOH et DME

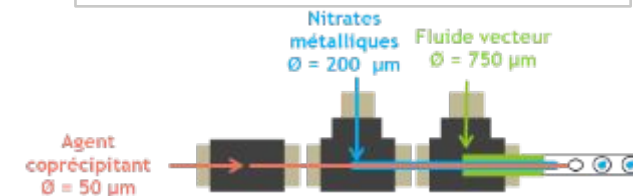
Dr Ksenia PARKHOMENKO

parkhomenko@unistra.fr

ICPEES, CNRS – Université de Strasbourg
Equipe « Energie et Carburants
pour un Environnement Durable »



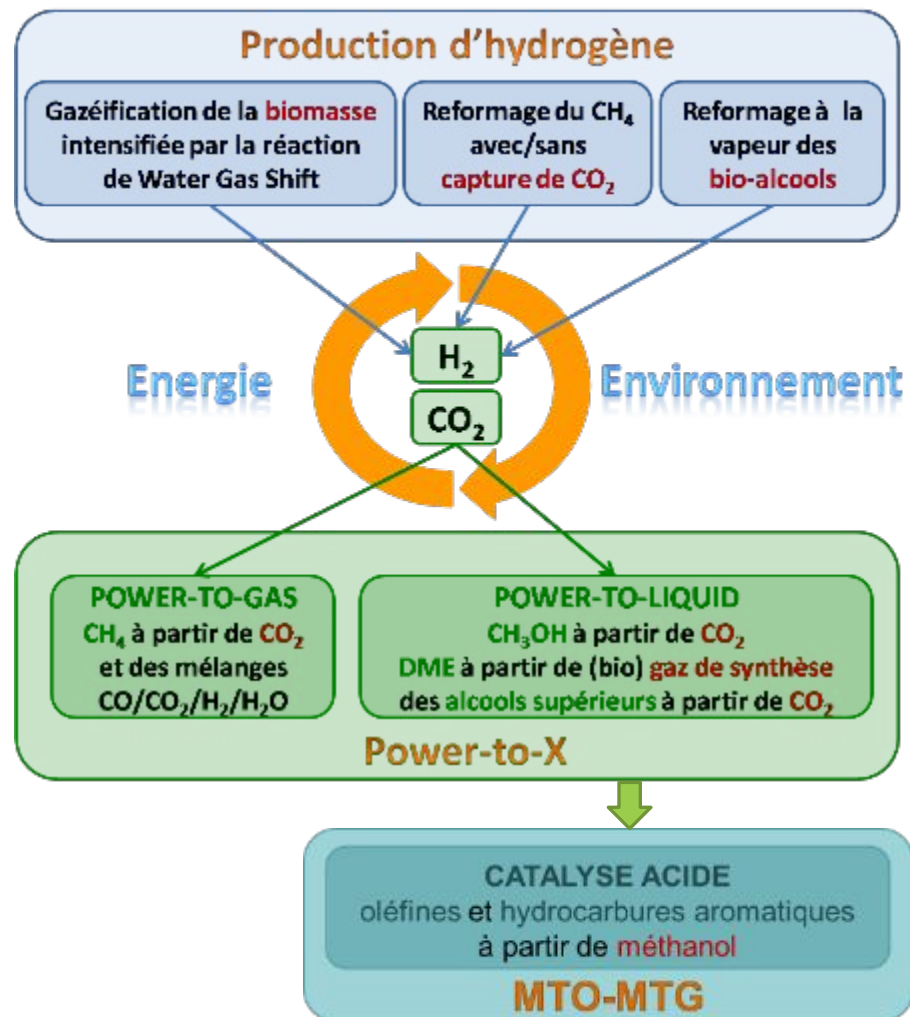
Mise à l'échelle de la synthèse
μ-fluidique des catalyseurs
via la fabrication des
réacteurs par **l'impression 3D**



Matériaux catalytiques
innovants plus performants



Gain conséquent en
transformation de CO₂



la production alternative d'hydrogène

5 projets en cours : 1 projet ANR, 3 projets CPER et 1 projet MICA

la valorisation de CO₂ via les procédés Power-to-Gas et Power-to-Liquid

l'extension de thématique vers la catalyse acide

Catalyseurs CuZnZr pour la réaction $\text{CO}_2 \rightarrow \text{MeOH/DME}$

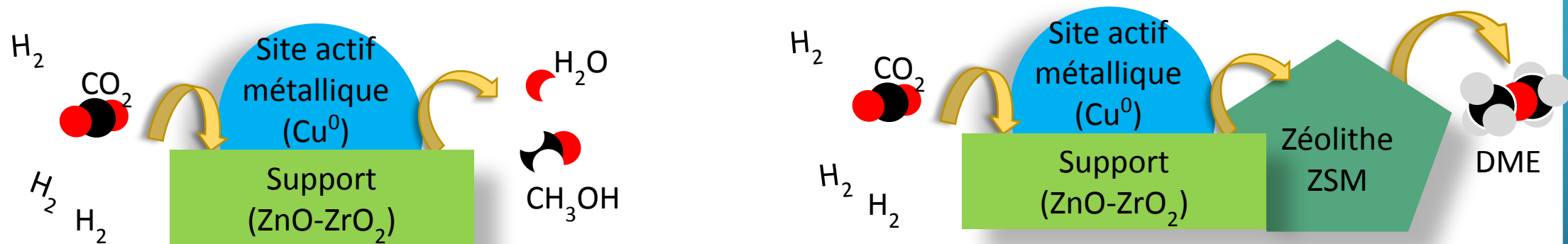
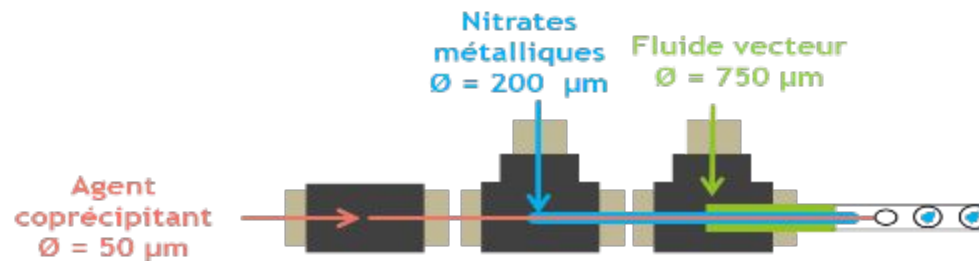
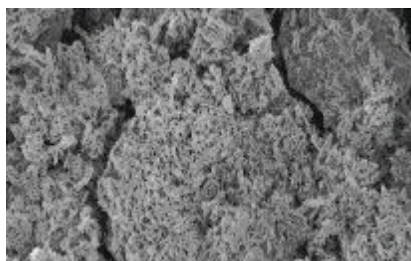


Schéma de la synthèse μ -fluidique des catalyseurs

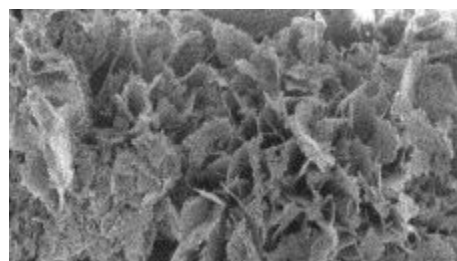


Synthèse CuZnZr batch



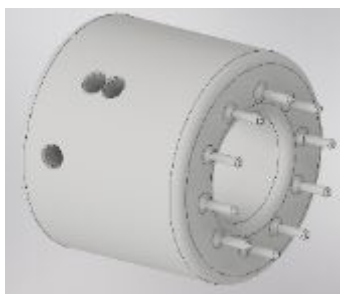
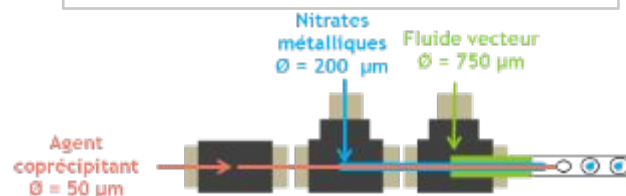
vs

Synthèse CuZnZr μ -fluidique innovante



- ✓ plus homogènes
- ✓ plus grande SSA
- ✓ synthèse μ -fluidique répétable
- ✓ conversion de CO_2 record
- ✓ 10x plus performant que un cata indus

Mise à l'échelle de la synthèse
 μ -fluidique des catalyseurs
via la fabrication des
réacteurs par l'**impression 3D**



Matériaux catalytiques
innovants plus performants

Gain conséquent en
transformation de CO_2

PRINT- CO_2

Préparation innovante des catalyseurs pour
la valorisation de CO_2 en MeOH et DME

Synthèse des matériaux à l'échelle de labo
Mélange CO_2/H_2 modèle pour MeOH/DME
Maturité au niveau **TRL 2**

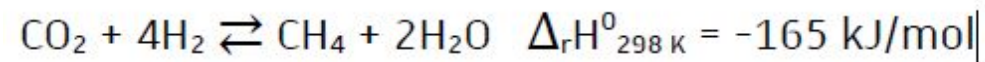
ODD

Synthèse innovante des matériaux catalytiques par la chimie douce,
pas de solvants organiques, pas des produits toxiques

...

Perspectives de marché et avantages escomptés

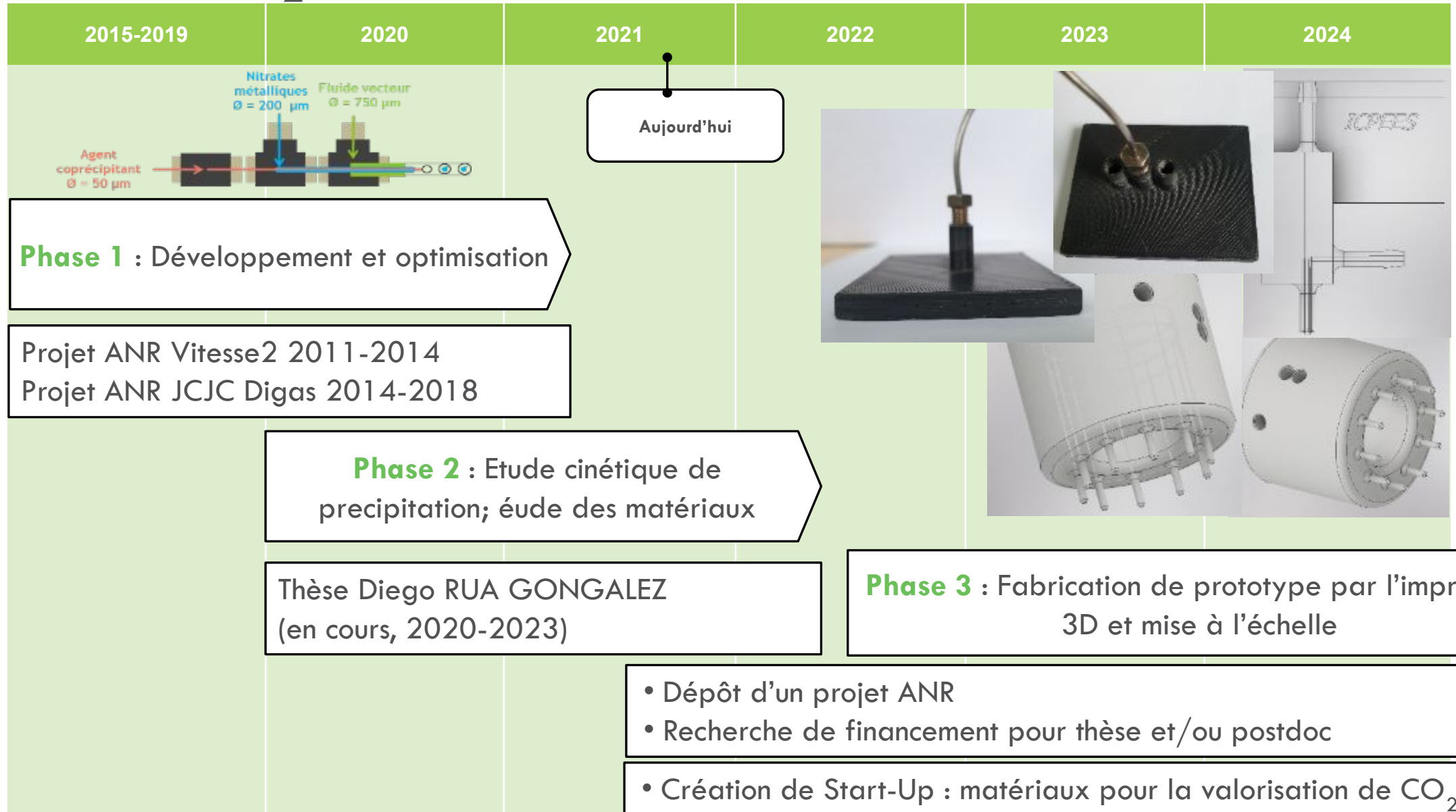
Ni/CeZrPr pour le procédé Power-to-Gas ($\text{CO}_2 \rightarrow \text{Méthane}$)



NiCo/pérovskite pour le reformage à sec du méthane



PRINT-CO₂



PRINT-CO₂

Préparation innovante des catalyseurs pour la valorisation de CO₂ en MeOH et DME

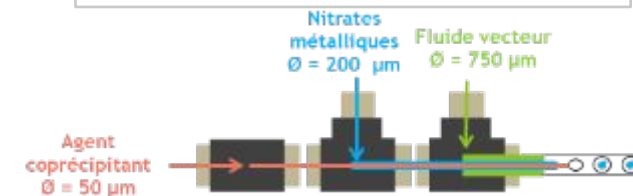
Dr Ksenia PARKHOMENKO

parkhomenko@unistra.fr

ICPEES, CNRS – Université de Strasbourg
Equipe « Energie et Carburants
pour un Environnement Durable »



Mise à l'échelle de la synthèse μ -fluidique des catalyseurs via la fabrication des réacteurs par **l'impression 3D**



Matériaux catalytiques innovants plus performants

Gain conséquent en transformation de CO₂

Pitch des laboratoires



David Edouard
LAGEPP
Université Claude
Bernard, Lyon 1

Projet de recherche: **DynaBioCat**

Procédé continu d'hydratation enzymatique du $\text{CO}_{2(g)}$
en dérivés carbonatés aqueux

• LAGEPP - UMR 5007

P. Dufour

LAGEPP

Laboratoire
d'automatique,
de génie des procédés,
et de génie pharmaceutique.

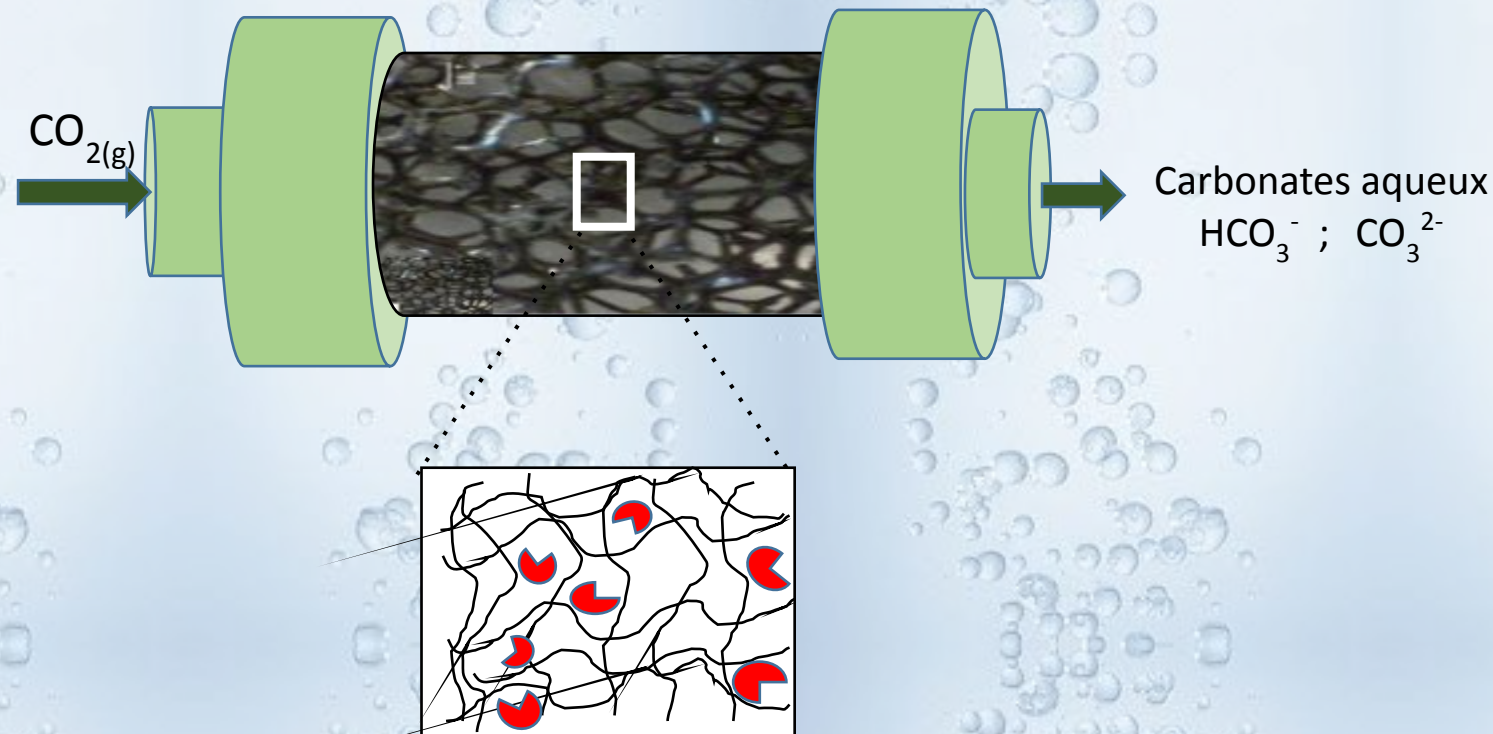
• CP2M - UMR 5128

D. Edouard



• ICS - UPR 22

L. Jierry



Enzyme anhydrase carbonique encapsulée
dans un hydrogel sur la surface d'une mousse élastomère

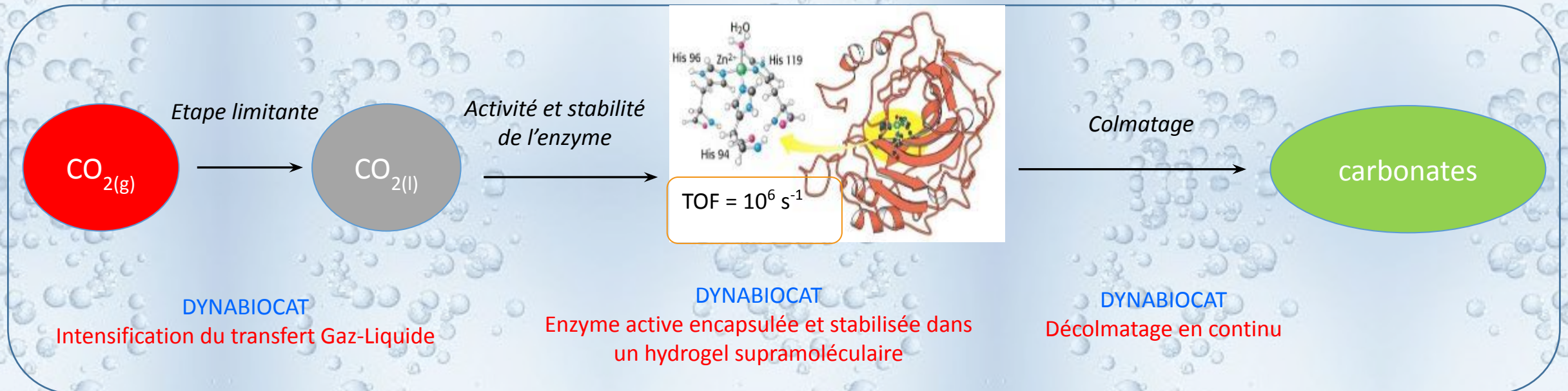
Dynabiocat est un projet inter Carnot

Contexte – état de l'art

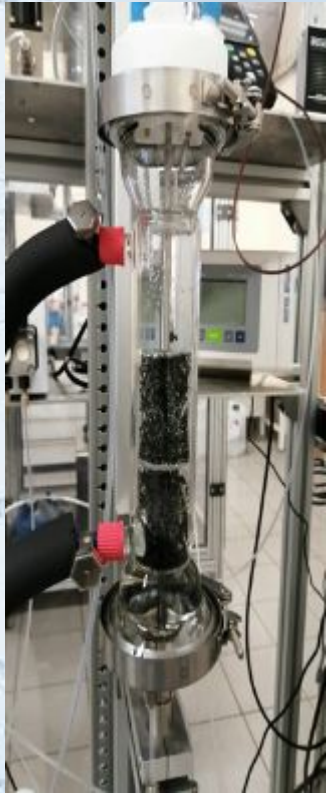
Trois verrous technologiques forts à lever pour l'hydratation du $\text{CO}_{2(g)}$:

- (i) Faible solubilité du $\text{CO}_{2(g)}$ dans l'eau; (ii) Durée de vie des enzymes versus coût;
- (iii) Problème de colmatage dans les colonnes (sels de carbonates peu solubles)

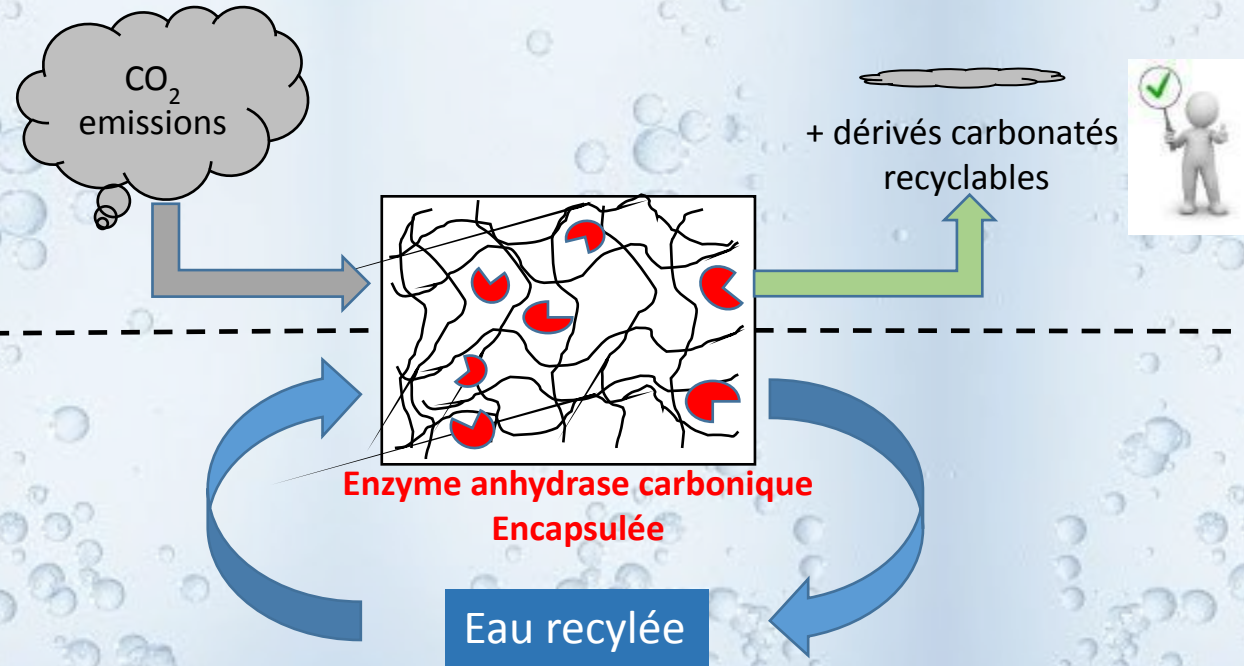
Sur la base de deux innovations récentes, le projet **DYNABIOCAT** propose de lever ces verrous technologiques



La technologie *DynaBioCat*



A : Réacteur à lit fixe conventionnel
De larges bulles de CO₂ sont observées

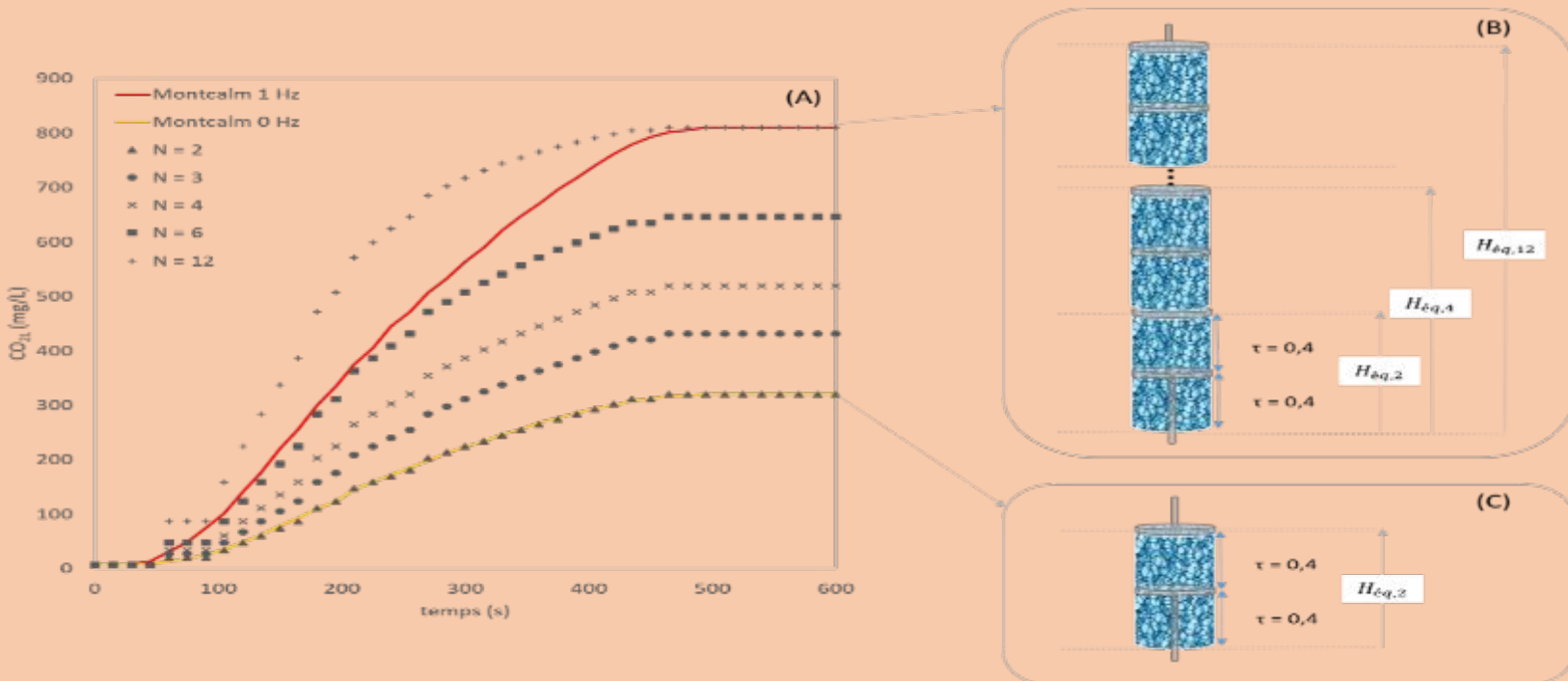


B : Réacteur à lit élastique
Petites bulles avec une augmentation de l'aire interfaciale

- Mousses actives- sélectives/recyclables
- Intensification du transfert du gaz à l'eau
 - Faible dépense énergétique
 - Procédés automatisés
 - TRL 3

Résultats obtenus

(i) Transfert de matière $\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{l})$

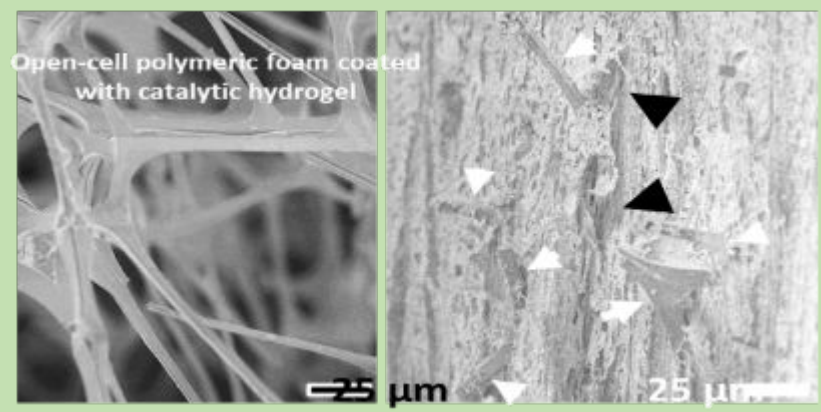


(ii) Preuve de concept sur la stabilité des enzymes (Alcaline phosphatase) dans un hydrogel supramoléculaire sur mousse :

→ Activité stable pour 30 essais sur 12 mois.

Brevet EP193060779
Angewandte chemie Int,ed ,
2019,58,18817

Type de réacteur	Lit fixe conventionnel		Lit élastique: Colonne avec Technologie DynaBioCat	
Mesures	Colonne avec mousse empilée			
Volume de réacteur nécessaire pour dissoudre 830 mg de CO_2 / litre	0,7 m	/6,5	0,11 m	
Perte de charge/Puissance	10 Pa.m ⁻¹	+	11 Pa.m ⁻¹ / +50 Watts	
Coefficient de transfert de matière : Kla (s ⁻¹)	0,003 s ⁻¹	X 9	0,027 s ⁻¹	



Applications / Marchés potentiels

○Éléments de coûts :

- L'anhydrase carbonique : catalyseur performant pour l'hydratation du CO_2 . / versus coût.

avec DynaBioCat: enzymes immobilisées et mousses recyclables.

- L'eau est utilisée comme solvant. *avec DynaBioCat:* elle peut être recyclée.

Les produits de réaction : Les sels de carbonates. *avec DynaBioCat:* ils peuvent être valorisés (brique, tuiles...)

- Éléments de consommation d'énergie: Procédé continu non énergivore (*avec DynaBioCat:* ≈ 50 Watts supplémentaire par rapport à une colonne à bulles conventionnelle).

Performances : Intensification des transferts de matière. *avec DynaBioCat:* Volume de l'installation divisé par 7

- **Marchés potentiels:** Technologie facilement adaptable au site de production et enzymes sélectives.

DynaBioCat: solution pertinente pour des sites industriels ou des systèmes spécifiques.

- Unités de méthanisation



- Sous-marins



- Site de production



- Scrubber



- Electrolyseurs



Plan de développement

2021: TRL 3

2022 : TRL 4 (Livrable inter-Carnot)

2023 : TRL 5 (Partenaires)

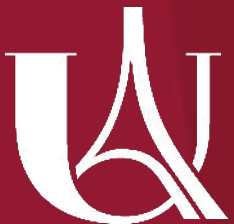
Pitch des laboratoires



Marc Robert
LEM
Université de Paris



Julien Bonin
LEM
Université de Pais



Université de Paris



Laboratoire
d'Electrochimie
Moléculaire

Catalyse du CO_2 en composés C1 avec des métaux abondants

Laboratoire d'Electrochimie Moléculaire

Université de Paris

Porteurs : Marc ROBERT, Julien BONIN



Trophées de l'Innovation de la Valorisation du CO_2
Septembre 2021

L'ÉQUIPE REACTE AU LEM – UPARIS /CNRS

Equipe *Réactivité* et *Catalyse* par *Transfert d'Electrons*

- ✓ Développe des recherches sur la **conversion électro- et photo-chimique du CO₂** depuis 2011
- ✓ Expertise en **catalyse moléculaire** et pour l'**activation des petites molécules**
- ✓ 4 chercheurs/enseignants-chercheurs permanents + 15 doctorants/post-doctorants

Projets en cours sur la conversion/valorisation du CO₂

- 3 projets financés par l'ANR
- 1 projet soutenu par la région Ile-de-France
- 1 projet *Make Our Planet Great Again*
- 2 projets financés par des industriels

Budget sur 5 ans : 4.3 M€ dont 0.8 M€ en fonds de maturation

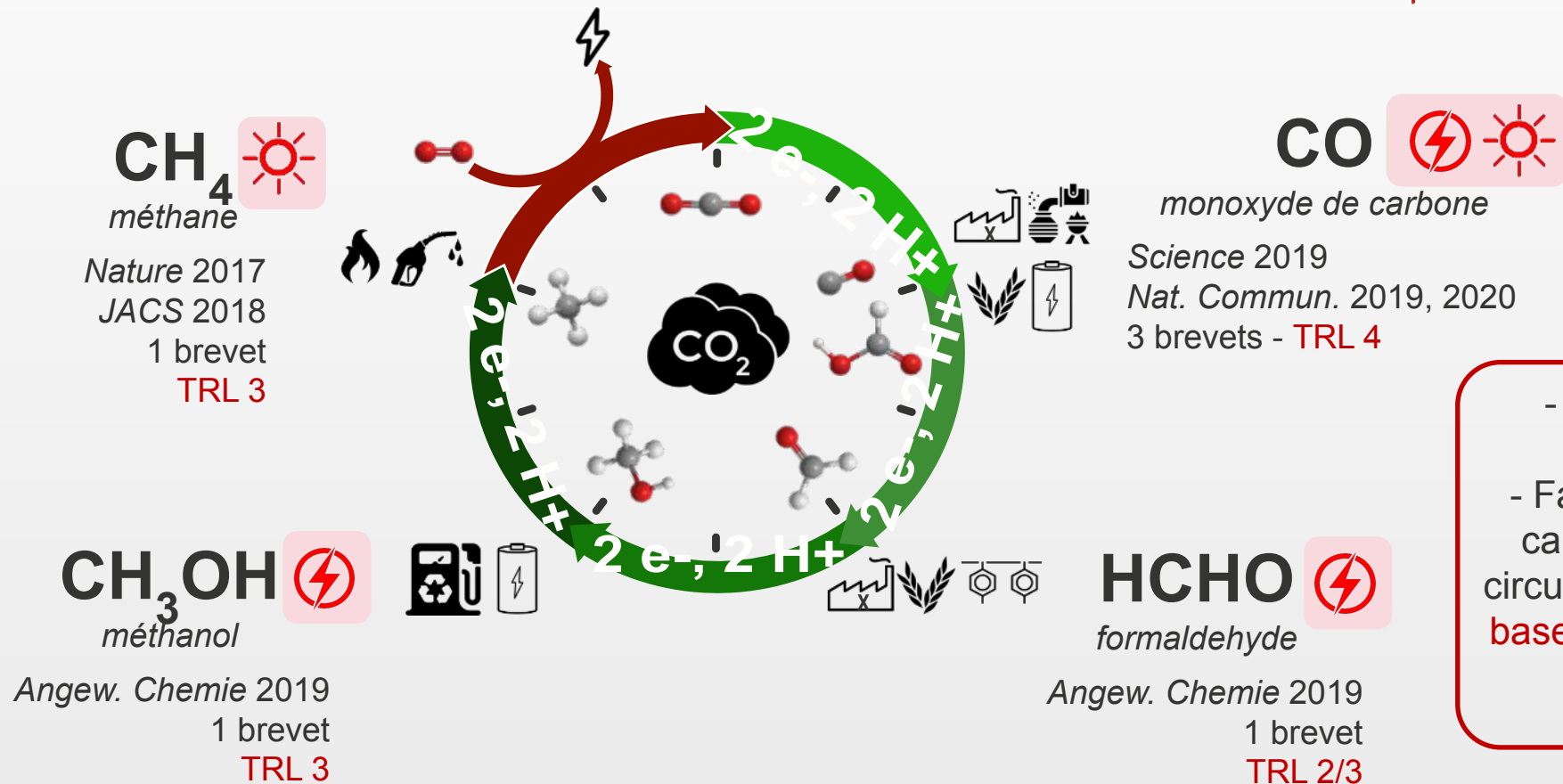
Production/valorisation/diffusion scientifique 2016-2020

- + de 60 articles dans les grandes revues internationales
- 5 brevets (avec le soutien de la SATT Ergané) (sic)
- + de 100 conférences invitées



LA TECHNOLOGIE : REMONTER L'HORLOGE À CO₂

Des catalyseurs à **Fer** et **Cobalt** pour convertir, par voie **électro-** et/ou **photochimique**, CO₂ en....



- **Décarboner l'industrie**

- Faire du CO₂ une source de carbone dans une utilisation circulaire générant **composés de base** pour l'industrie et **vecteurs énergétiques**.

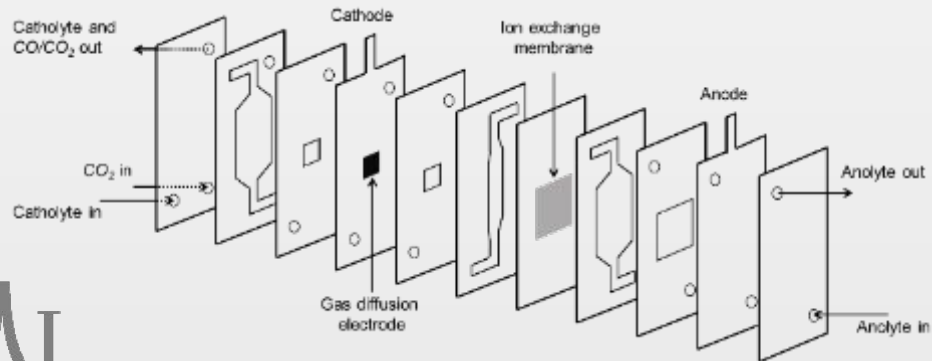
NOS PROTOTYPES À L'ÉCHELLE LABORATOIRE

Electrolyseur

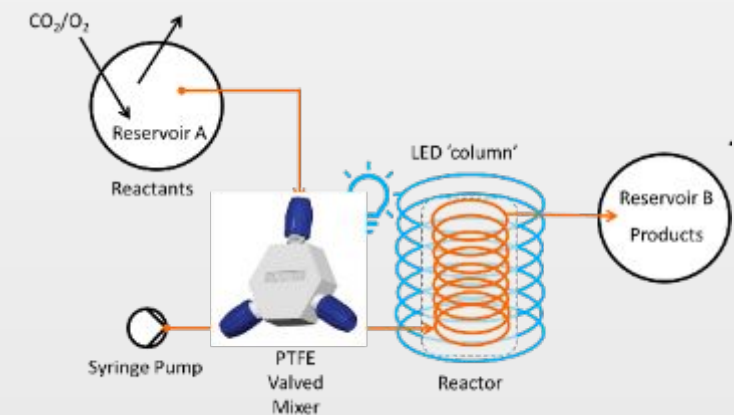


Pas de métaux
précieux

Energie
renouvelable



Photoréacteur à flux



APPLICATIONS MARCHÉ ET PLAN DE DÉVELOPPEMENT



Consommation annuelle 187 Gm³

Brique de base pour la chimie

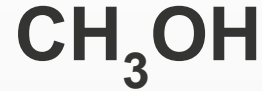
Marché estimé à **3.3 Mds€** en 2023

- ✓ Preuves de concept (électro et photo)
- ✓ Développement de nouveaux catalyseurs

✓ Brevets
 $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CO/HCHO/CH}_3\text{OH}$
voie électro
 $\text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4$ voie photo

TRL 1-2

2017



Consommation annuelle 76 Mm³

Industrie, pile à combustible

Marché estimé à **50 Mds€** en 2022

- ✓ Prototypes à l'échelle du laboratoire

✓ Collaborations industrielles
Air Liquide
GRDF-GRTgaz-Teréga

TRL 3-4

2021



Consommation annuelle 3670 Gm³

Industrie, domestique, transport

Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte → objectif de **10% de gaz renouvelable** dans les réseaux d'ici **2030**, avec un objectif à **100% en 2050** fixé par l'ADEME.

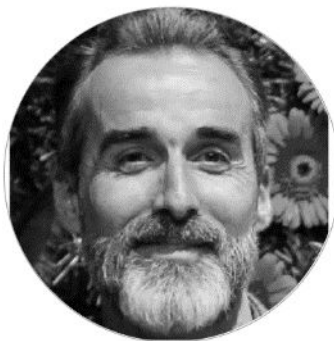
- Optimisation des process
- *Upscaling* du photoréacteur à methane (CH₄)
- Développement d'un électrolyseur à méthanol (CH₃OH)

Etudes d'endurance

→ TRL 5

2024

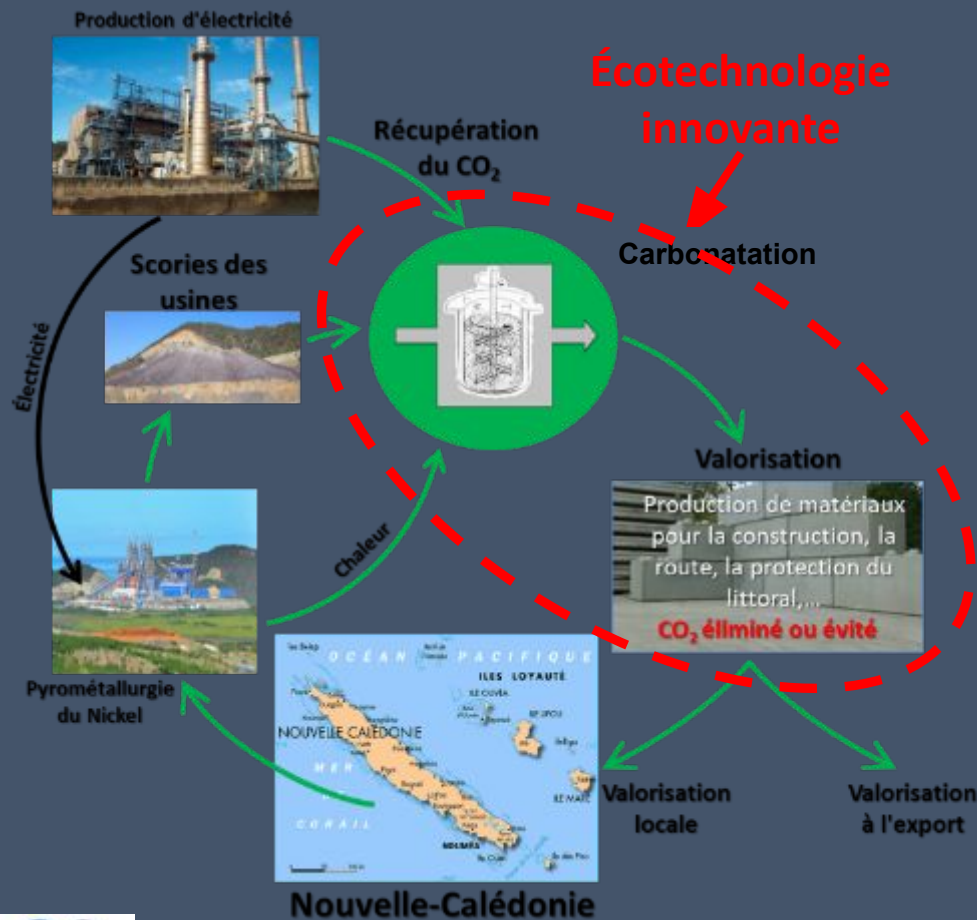
Pitch des laboratoires



Florent Bourgeois
LGC
ENSIACET

Carboval : Valorisation des produits et analyse du cycle de vie de la minéralisation du CO₂ - Application aux scories de nickel de Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie offre une opportunité majeure de développement
d'une filière d'utilisation du CO₂ par minéralisation



Gisement CO₂ ~ 1 Mt/an
provenant de 2 sites
pyrométallurgiques

+

=

Gisement déchets ~ 3 Mt/an
de scories de ferronickel (Mg, Si)

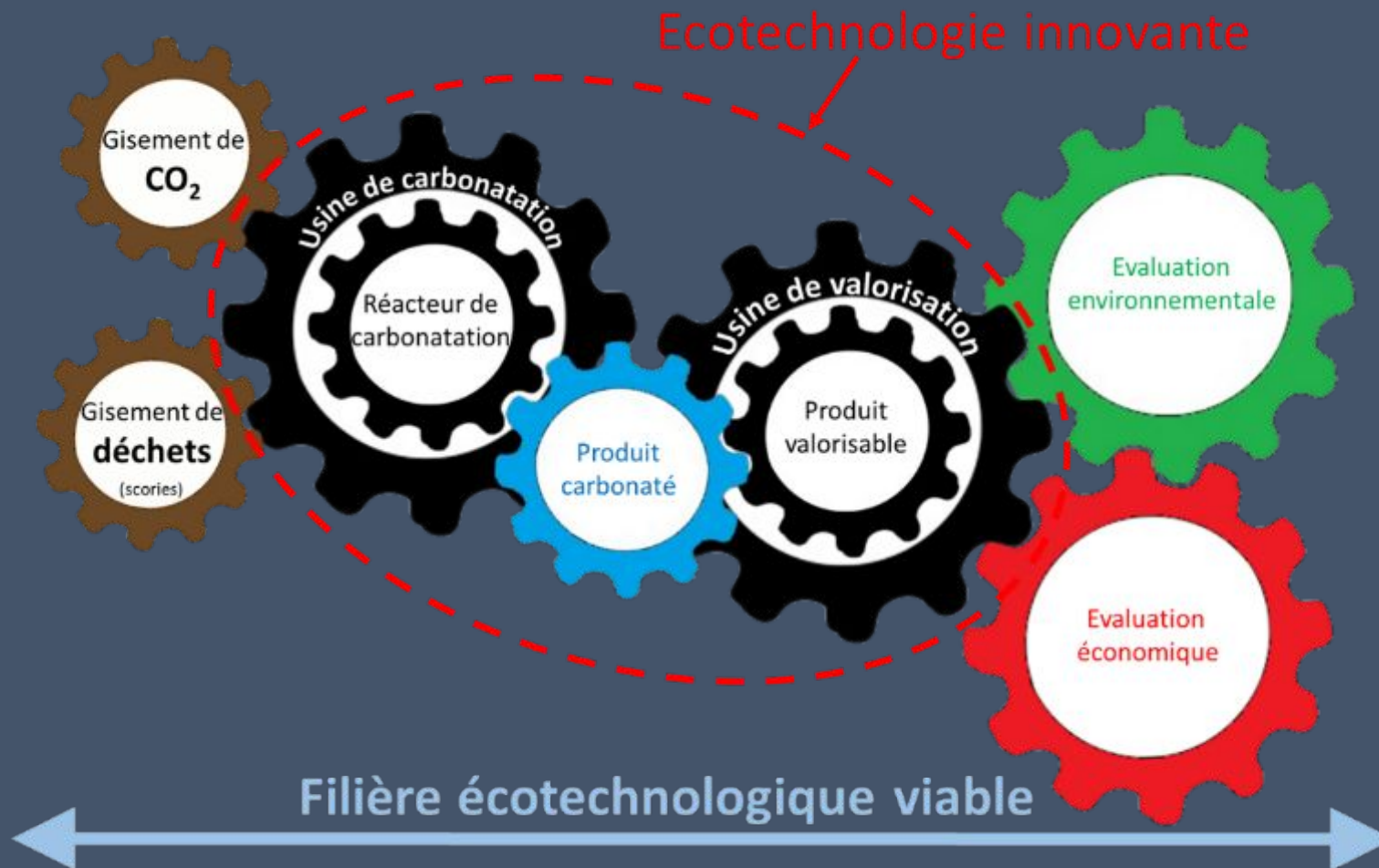
Filière de
minéralisation en NC
Co-valorisation de 2
déchets industriels ;
Potentiel max. de
stockage de 400kg de CO₂
par tonne de scories

- ✓ Réduction des émissions de CO₂
- ✓ Production de matériaux bas carbone pour la construction
- ✓ Réduction et valorisation de déchets



Approche : Conception systémique pluridisciplinaire d'une filière de minéralisation du CO₂

"le développement d'une écotechnologie de CCU, depuis ses niveaux de TRL les plus bas, doit être piloté par la performance environnementale et économique de la filière industrielle dans laquelle la technologie se destine à être intégrée"



Pluridisciplinarité

- Procédés
- Génie civil
- ACV
- Economie



3 problèmes, 3 solutions, 3 innovations

Les silicates magnésiens non serpentinisés – un puits potentiel de CO₂, une nature réfractaire vis-à-vis de la lixiviation

✓ Développement d'une écotechnologie originale de carbonatation minérale (jusque 80% de carbonatation)

L'industrie de la construction offre un potentiel majeur de réduction des émissions de CO₂ à travers la production de matériaux alternatifs bas-carbone

✓ Valorisation totale des produits de carbonatation (zéro déchet)



Eprouvette de pâte de ciment CEM-I 52.5R contenant 20% de scories carbonatées

Une écotechnologie innovante doit s'intégrer dans une filière vertueuse économiquement viable

✓ Développement d'une méthodologie générique évaluation technico-économique et environnementale prospective d'une filière de minéralisation pour un territoire donné

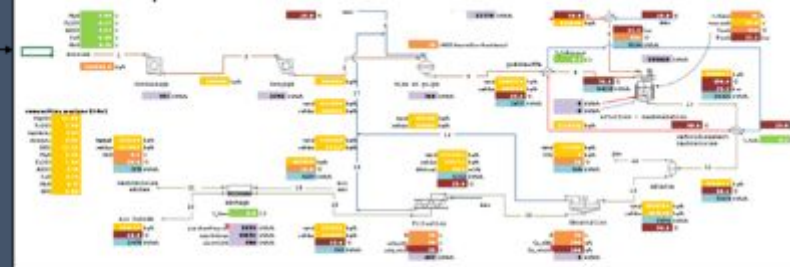


Scories de Nickel (verse de Doniambo)

✓ Quantification et sélection de scénarios industriels viables

✓ Utilisation de la méthodologie comme guide du développement d'une écotechnologie de minéralisation du CO₂

Détails (flux matière et énergie) du procédé de minéralisation, directement interfacé à l'analyse environnementale (ACV) et économique de la filière de valorisation des scories de nickel



Ciment silico-magnésien



Addition minérale pour ciment silico-calcaïque ou silico-magnésien



Granulats/sable carbonatés

Sland (sable)



Graviers



Scénarios de filière, simple ou multi-produits

Plan de développement : *développement progressif d'une filière technologique qui cible le démonstrateur*

Pré-CARBOVAL : preuve de concept technologique (2015-2019)

- Procédé original de carbonatation minérale permettant la production de produits carbonatés valorisables comme addition minérale et liant hydraulique pour le BTP

CARBOVAL : Pilotage par l'évaluation environnementale et économique (2018-2022)

- Optimisation technologique pilotée par l'évaluation technico-économique et environnementale prospective; Recherche et chiffrage de scénarios d'une filière territoriale viable

Encore un an d'étude pour :

- Identifier les meilleurs scénarios de production
- Valider leur faisabilité technique
- Proposer un démonstrateur technologique intégré à l'outil industriel de Nouvelle-Calédonie



Post-CARBOVAL : Démonstration et industrialisation de la technologie (perspective post-2022)

- A partir de 2022, étude de faisabilité en Nouvelle-Calédonie puis mise en place d'un démonstrateur. Au vue des progrès réalisés, la technologie pourrait être fonctionnelle à l'horizon 2025

Pour plus d'informations, écrivez à florent.bourgeois@toulouse-inp.fr



Conversion thermochimique du CO_2 par voie solaire

Projet SUNFUEL



Porteur du projet : Stéphane ABANADES

stephane.abanades@promes.cnrs.fr

Laboratoire PROcédés, Matériaux et Energie Solaire

CNRS-PROMES

7 Rue du Four Solaire

66120 Font-Romeu

Club CO₂, 28 Septembre 2021



Pitch des laboratoires



Stéphane
Abanades
PROMES

Le laboratoire

- **PROMES-CNRS**, Laboratoire Procédés, Matériaux et Energie Solaire



Four solaire de 1 MW_{th}
site d'Odeillo



Centrale à tour Thémis 5
MW_{th} Targassonne

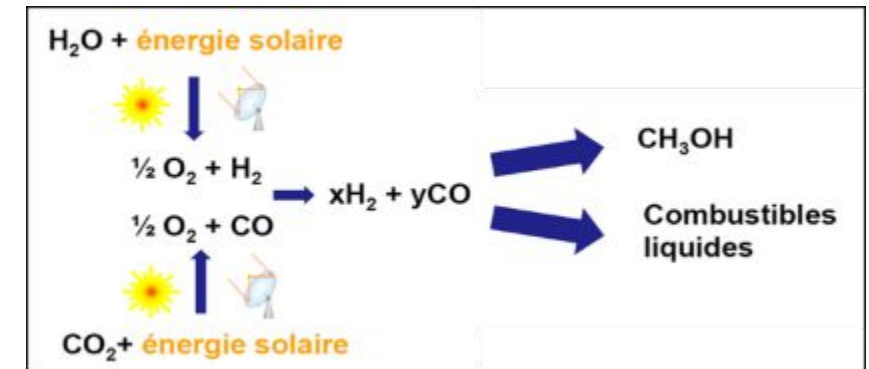
- Unité Propre du **CNRS** (UPR 8521) rattachée à l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (**INSIS**)
- Activités et thématiques (S. Abanades, DR CNRS) : production de **carburants solaires**, procédés **thermochimiques**, **hydrogène vert**, **valorisation du CO₂**

Le programme de recherche

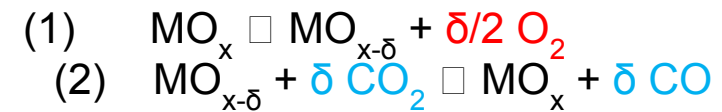
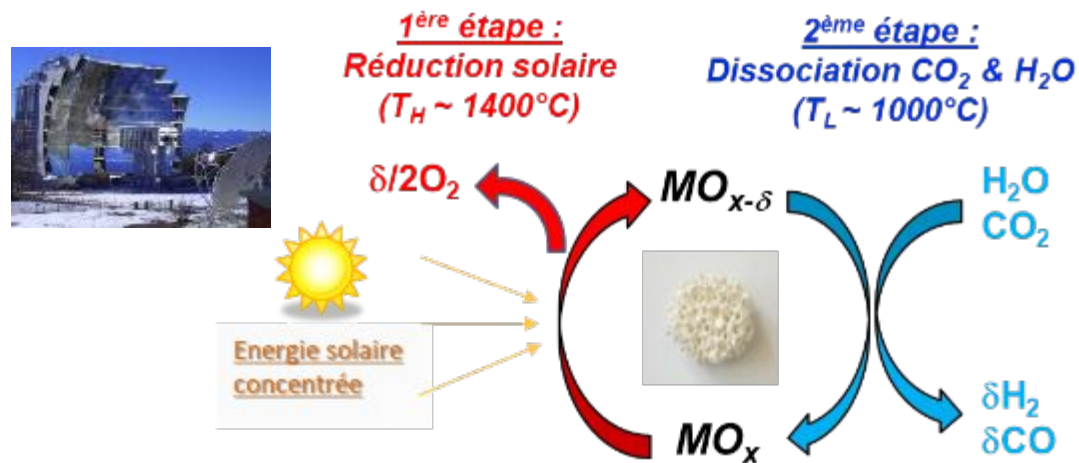
- **Procédé solaire de valorisation du CO₂**
- **Objectifs :**
 - Dissociation du CO₂ par cycles thermochimiques à partir de matériaux conducteurs d'oxygène
 - Utilisation de l'énergie solaire concentrée
 - Production de combustibles de synthèse renouvelables
- **Soutiens :** ANR (projet SUNFUEL, 2016-2021)
ANR (projet CO2FUEL, 2009-2012)
CNRS (projets exploratoires)

Description de la technologie

- Dissociation de CO_2 en CO et O_2 produits séparément
- Source d'énergie renouvelable : **énergie solaire concentrée** (solide réactif recyclé, pas de ressource consommée)
- Possibilité de **produire H_2** par dissociation de H_2O ($\text{CO} + \text{H}_2 = \text{syngas}$)
- Meilleure efficacité que l'électrolyse (pas d'apport d'électricité)



Bilan = combustion inverse :



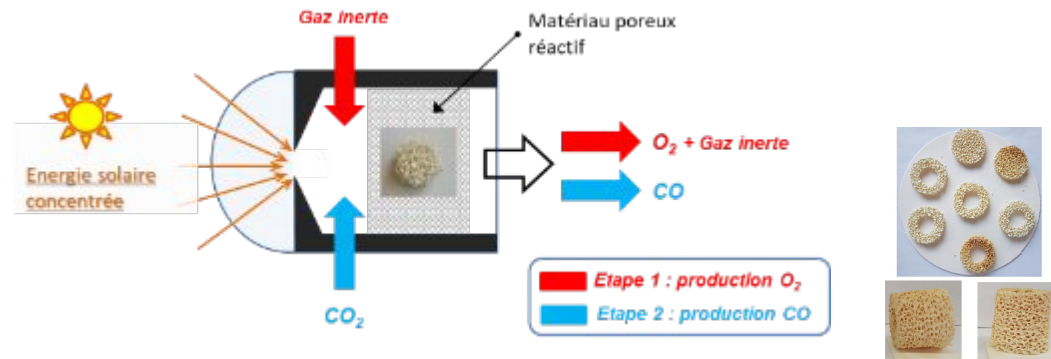
Matériaux redox étudiés :
 Cérine ($\text{CeO}_2/\text{CeO}_{2-\delta}$) ou pérovskites ($\text{ABO}_3/\text{ABO}_{3-\delta}$)

TRL : 4 ODD : 7-9-13

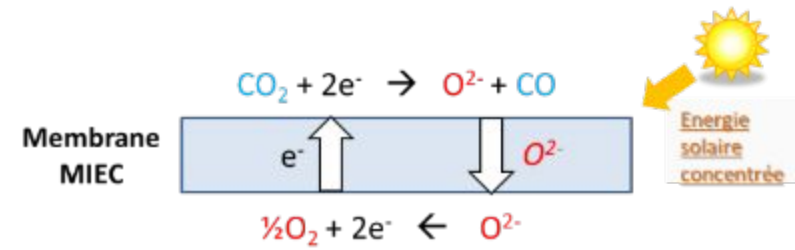
Résultats obtenus

- Développement de 2 approches pour la dissociation du CO₂

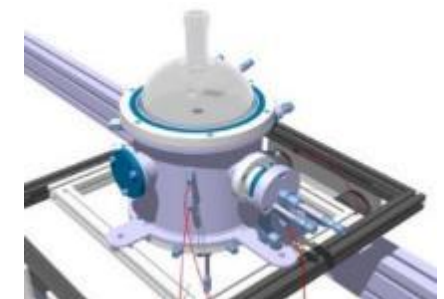
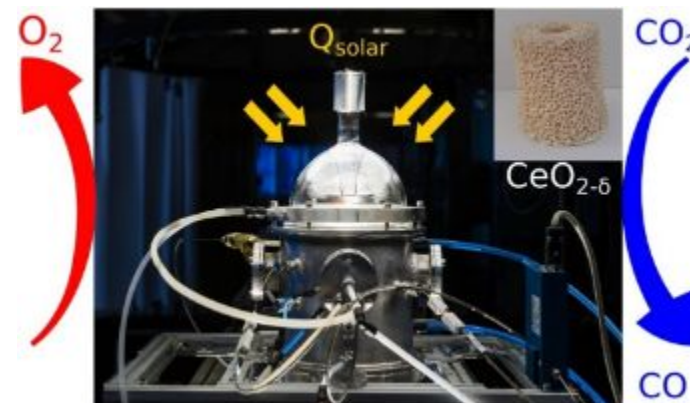
Cycles thermochimiques (2 étapes)



Membrane isotherme (à conduction mixte ionique-électronique)



- Synthèse / mise en forme (structures poreuses, membranes denses)
- Conception / tests / démonstration de réacteurs solaires
- Performances thermochimiques :
 - Production de fuel : **~4,5-9 L/kg/cycle** (= quantité de CO₂ convertie)
 - Stabilité démontrée sur des temps de cyclage sous flux solaire > 300h



Réacteur solaire
SUNFUEL (1,5 kW_{th})

Applications / Marchés potentiels

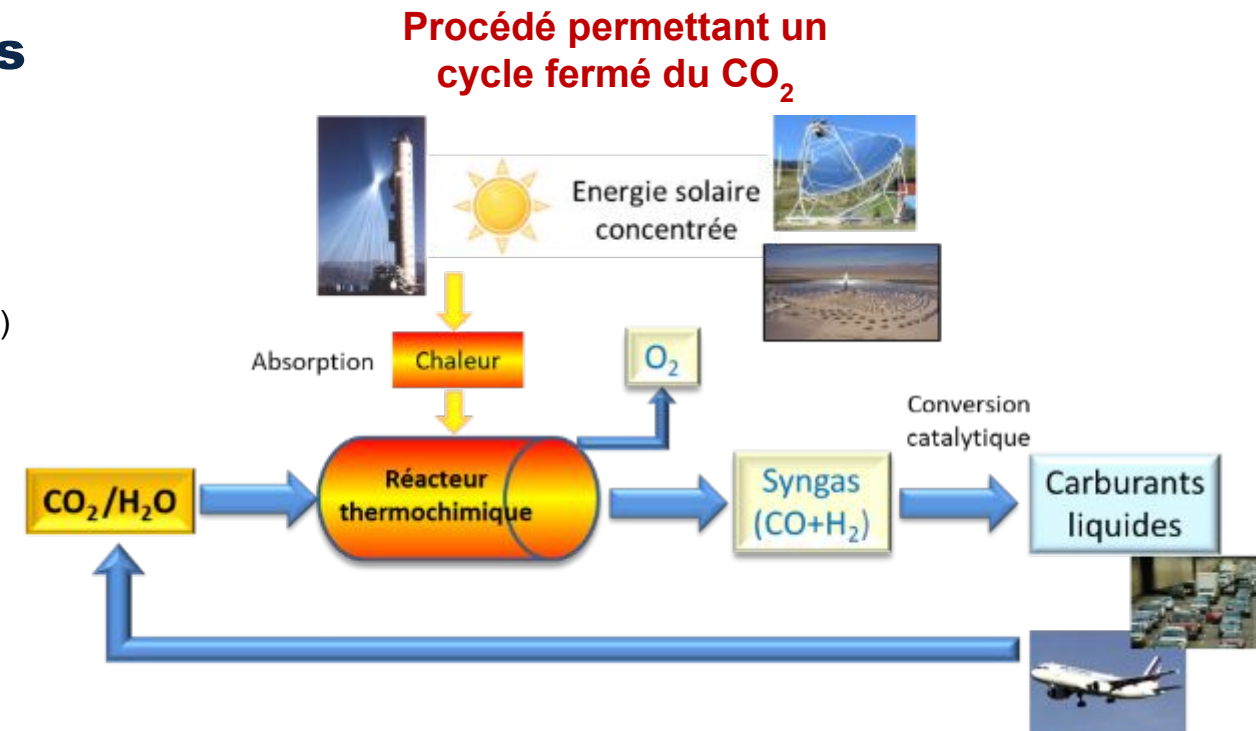
- Recyclage des émissions de CO_2

centralisées

(centrales thermiques, industrie chimique, métallurgie, cimenterie...)

ou diffuses

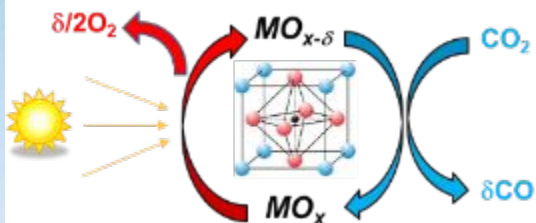
(après captage du CO_2 atmosphérique)



- Production de combustibles liquides à partir du syngas $\text{CO}+\text{H}_2$ (Fisher-Tropsch)
- Production conjointe de O_2 pur valorisable
- Coût estimé de production de syngas : 0,15-0,25 €/kWh (équivalent à 0,22-0,38 €/kg de CO_2 consommé)
- Echelle industrielle ($100 \text{ MW}_{\text{th}}$, efficacité globale : 30%) : quantité de CO_2 recyclée $\sim 17000 \text{ kg}_{\text{CO}_2}/\text{h}$



Plan de développement



Développement de matériaux actifs (oxydes non stœchiométriques)
TRL 2



Optimisation (nouveaux matériaux, mises en forme, concepts de réacteurs)
TRL 3-4

Design et test de réacteurs solaires - prototypes
TRL 3-4



Démonstration à l'échelle pilote
TRL 5-6



Programme Horizon Europe ?



2015-2019

2019-2023

2023 □

Merci pour votre attention

2020



2050



Contact : Stéphane ABANADES

stephane.abanades@promes.cnrs.fr



ANNONCE CLUB CO₂

David Savary

Solvay



Echange avec les labos



Les Trophées de l'Innovation de la Valorisation du CO2

Sep 28, 2021

Home

Agenda >

Attendees

Community 17

Messages 33

Photos

Feedback to Whova

Organizer Tips

About Whova



Le Club CO₂ est l'association française rassemblant les acteurs du monde industriel et la recherche, intéressés par la filière Captage Stockage et Valorisation du CO₂ (CSCV).

Le 28 septembre 2021, l'association organise les premiers **Trophées de l'Innovation de la Valorisation du CO₂**. Durant cet événement, vous

Activity Feed



Tahar Melliti
the Leaderb



Julien Bonin
the Leaderb



Methanol ca



Precipitation

- Home
- Agenda
- Sessions**
- Speakers
- Attendees
- Community 17
- Messages 33
- Photos
- Leaderboard
- Feedback to Whova
- Organizer Tips
- About Whova

[Show Agenda](#)[0 Likes](#)

Echange avec les labos

 Tue. Sep 28, 2021  10:10 AM - 10:40 AM  3 Attending

[Add to My Agenda](#)[Like session](#)

Rencontrez 1 des laboratoires ayant présenté son innovation pour en savoir plus sur son projet et échanger.

Subsessions



LGC, Toulouse : Projet CARBOVAL Valorisation des produits et analyse du cycle de vie de la minéralisation du CO2 - Application aux scories de nickel de Nouvelle-Calédonie

10:10 AM - 10:40 AM

Speaker: Florent Bourgeois

[View details](#)



PITCH DES STARTUPS

David Savary

Solvay



Pitch des startups



Dorian Joulié
CEO
CARBONEO



Vincent
Simonneau
CEO
ENERGO



Tahar Melliti
Member of the
executive board
KHIMOD



Arnaud Villers
D'arbouet
CEO
MECAWARE



Alain Kremer
Président
VALOCARB

Pitch des startups

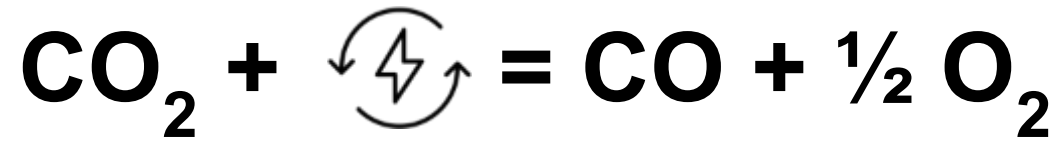


Dorian Joulié
CEO
CARBONEO

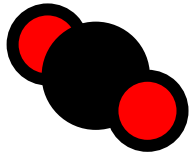
**Créer un
cycle court
du carbone**



Le CO₂ est une matière première



Electricité propre



Dioxyde de carbone

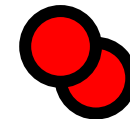
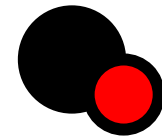
Production locale et adaptable

Coûts de production
modérés

Faibles coûts de
transport

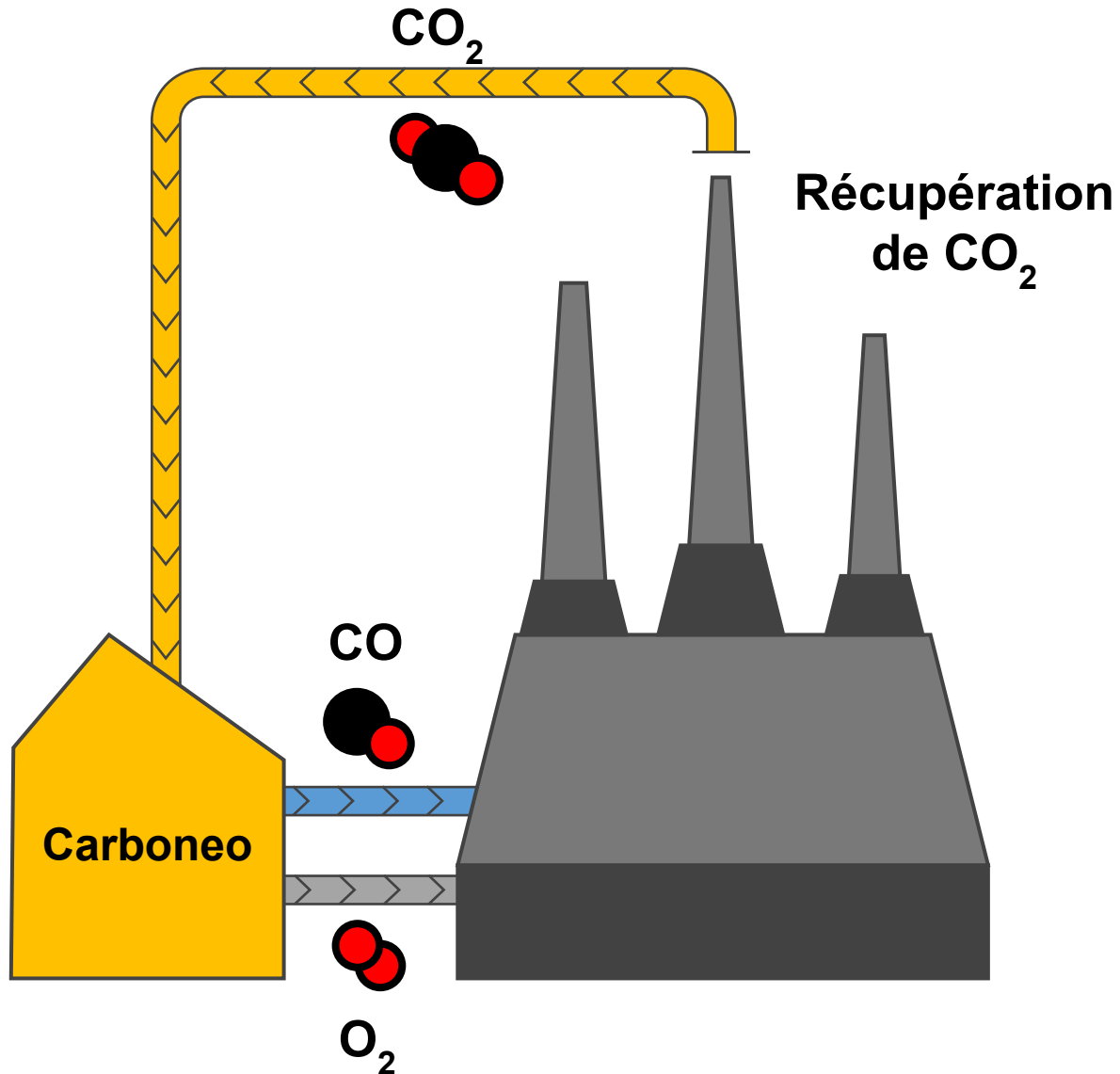
Une solution par
client

Monoxyde de carbone



Dioxygène

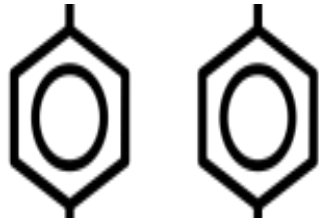
Créer un cycle du carbone local



Capter du CO_2 afin de produire du CO et de l' O_2

- ✓ Coûts du CO et O_2 réduits par une production locale
- ✓ Production de CO et O_2 de grande pureté
- ✓ Procédé on / off d'électrolyse permettant une production modulable
- ✓ Recyclage du CO_2 produit

Le marché français est vaste



Industrie
chimique

ARKEMA
INNOVATIVE CHEMISTRY



5000 usines

Consommation moyenne
180 t/an



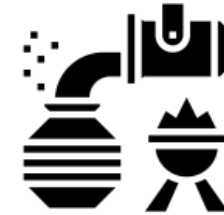
Industrie
pharmaceutique


SANOFI



150 usines en IdF

Consommation moyenne
180 t/an



Sidérurgie

 **Ferroglabe**
Advancing Materials Innovation



7 hauts fourneaux

Très forte consommation
en cours de quantification

Carboneo a déjà gagné de nombreuses récompenses



Nos partenaires



La propriété intellectuelle



Brevets déposés (2013 – 2019)
avec la SATT Erganeo et l'Université
de Paris



Merci pour votre attention

« [...] Le Groupe Air Liquide affirme son intérêt dans les technologies que Carboneo développent, en plus d'être en phase avec ses métiers qui sont alignées avec ses préoccupations environnementales et son objectif climat»

Bernard LLEDOS
Directeur Général d'ACCELAIR, Air Liquide



Contact

Dorian JOULIE
Directeur Général de Carboneo
dorian.joulie@carboneo.eu
<http://carboneo.eu>



Pitch des startups



Vincent
Simonneau
CEO
ENERGO

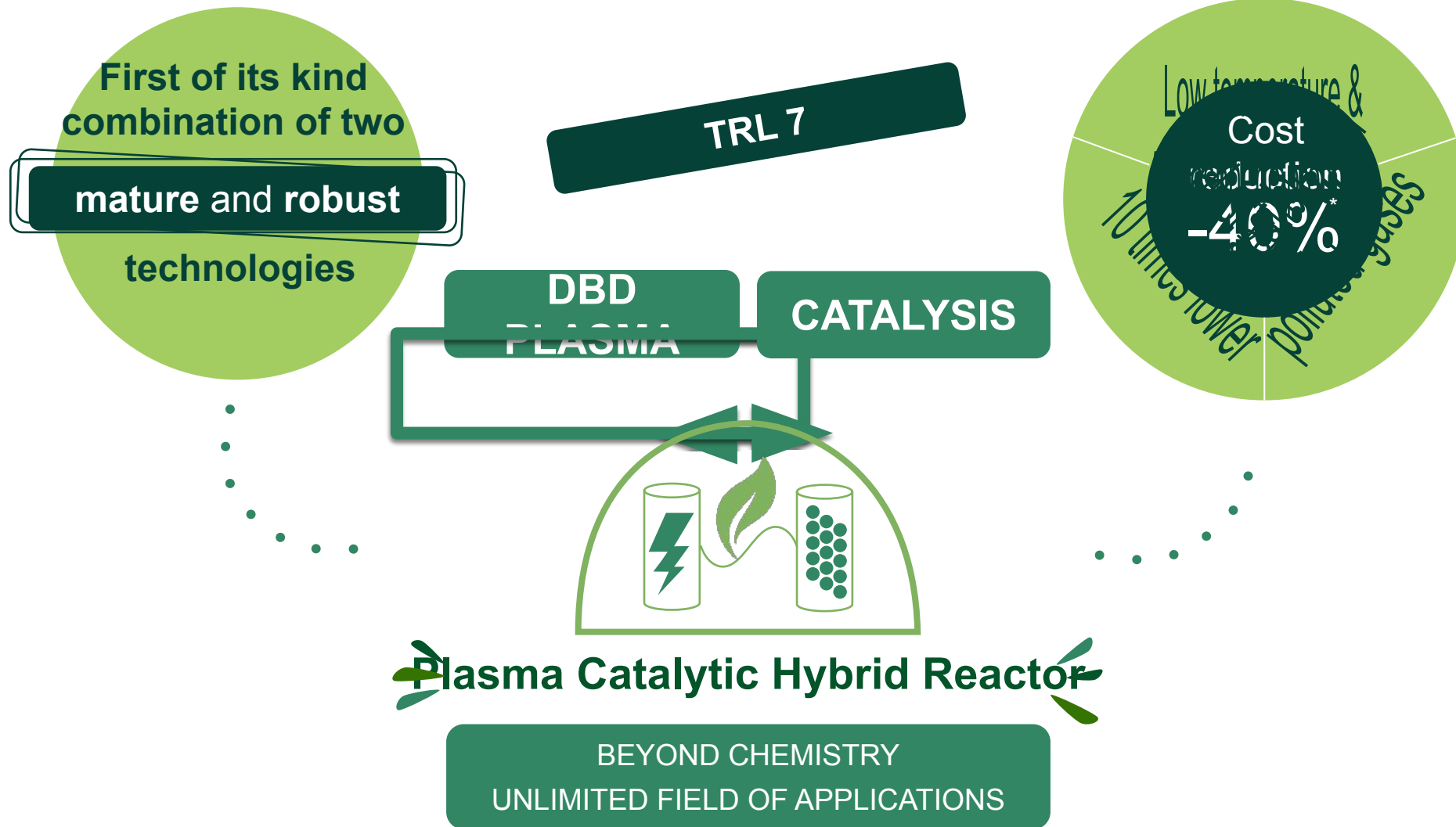


**ENERGO Green
Technologies**

INNOVATIVE PLASMA CATALYSIS GREEN TECH



ENERGO CHEMICAL REACTOR TECHNOLOGY

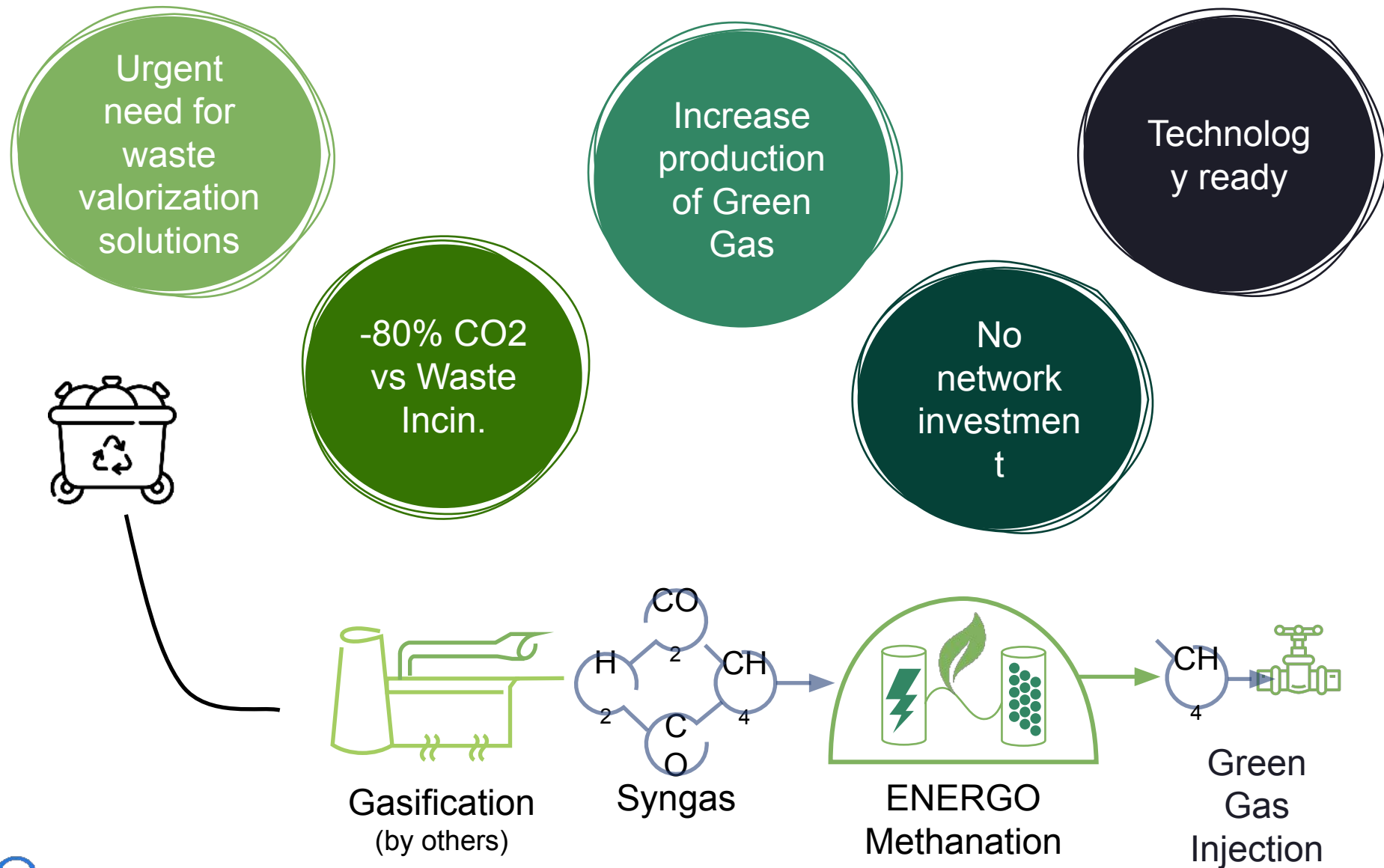


"The study of the reaction and the characteristics have been very well studied and published. Sufficient patents describing the process and the catalyst have been filed" Jean-Paul Boitiaux, catalysis expert, independent consultant

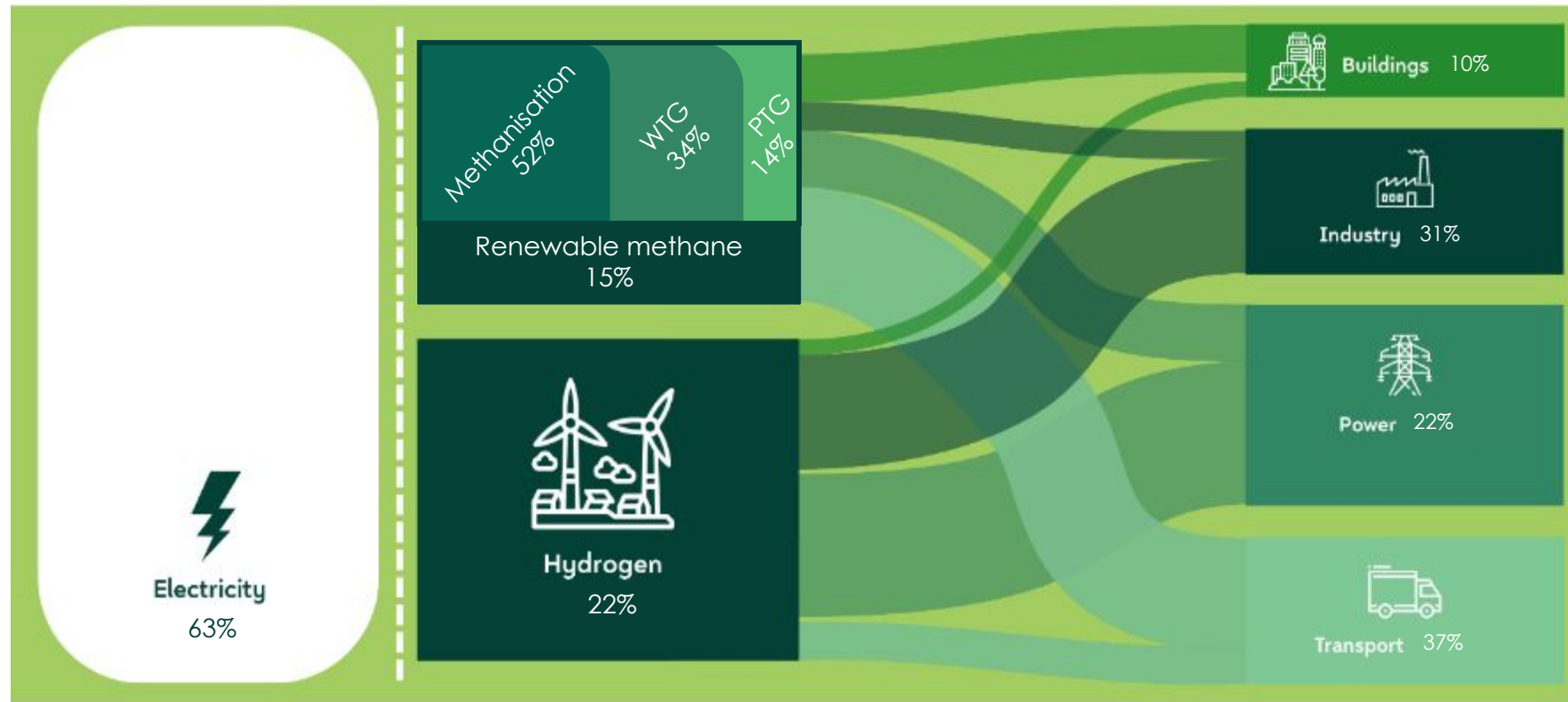
*Study from an independent consultant (ENEA Consulting) on methanation technologies comparison



WHY WASTE TO GAS (WTG)?



EUROPEAN MARKET ON RENEWABLE

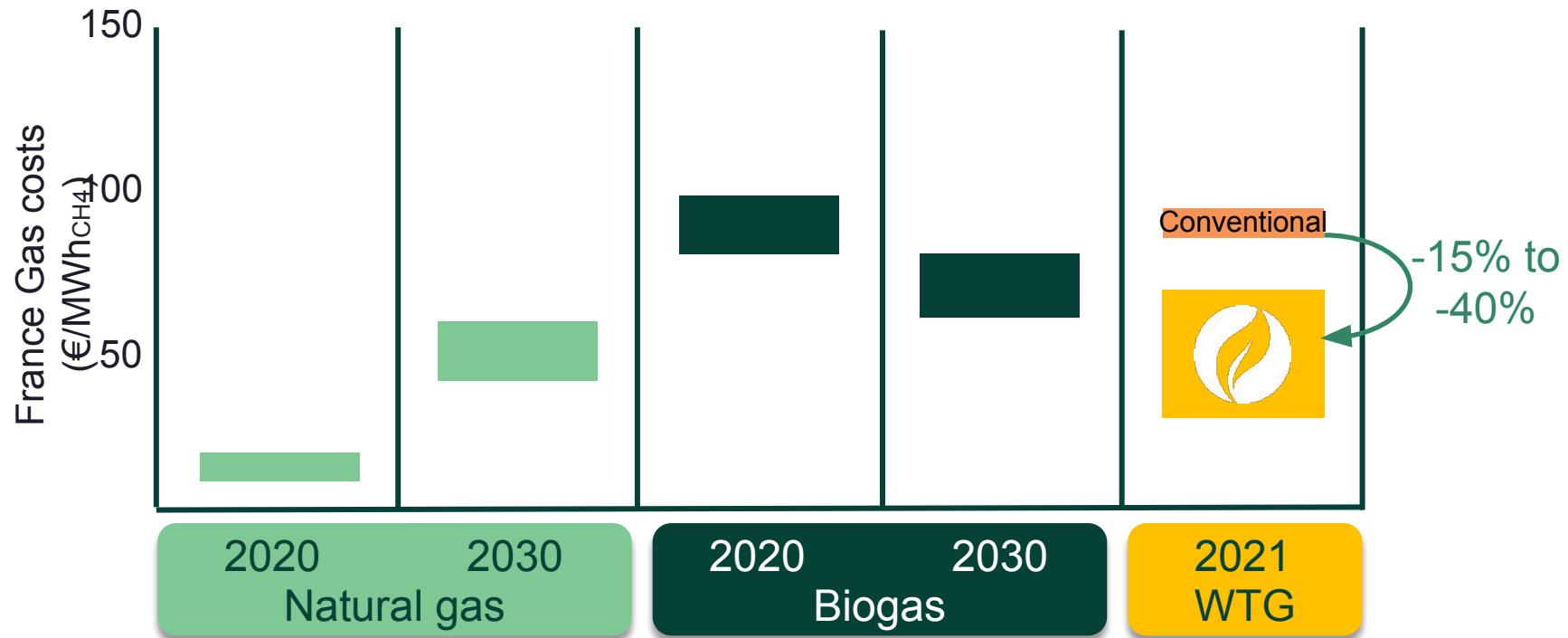


EU Green Deal	2030	2050
WTG Renewable methane	37 TWh (3 b€)	400 TWh (30 b€)
Installed WTG Plants	4,2 GW	45,6 GW
Yearly methanation investments	1 b€	3,5 b€

Gas for Climate report – "Gas Decarbonisation Pathways 2020-2050" – April 2050 – Navigant



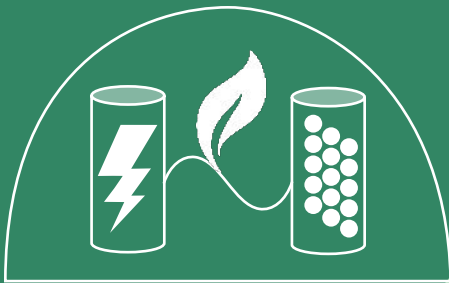
ENERGO COMPETITIVENESS



Values from an
independent consultant
(ENEA Consulting)

RENEWABLE METHANE
COMPETITIVE WITH FOSSIL GAS

Next STEPS



Onboard an industrial partner
on an exclusivity basis to jump
from TRL 7 to TRL 8 in the next 2
years

Pitch des startups



Tahar Melliti
Member of the
executive board
KHIMOD

Olivier
Bouchard
KHIMOD

Club CO₂ - Trophées de l'innovation
Septembre 2021



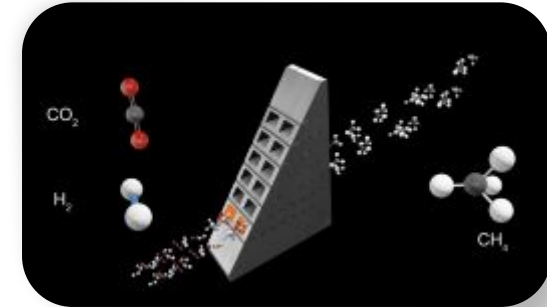
Solutions pour le recyclage du CO₂ en
molécules valorisables

LA TECHNOLOGIE **KHIMOD** ET LES LIMITES DES SOLUTIONS CONCURRENTES

KHIMOD a développé des réacteurs échangeurs innovants

Valorisation (recyclage) du CO_2 , par **transformation catalytique**, en diverses molécules de synthèse ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, méthanol,...) :

- Technologie ***Made in France***
- Technologie brevetée - **10 brevets**
- Technologie facilement Industrialisable et ***automatisable***
- Technologie mature **TRL 9**

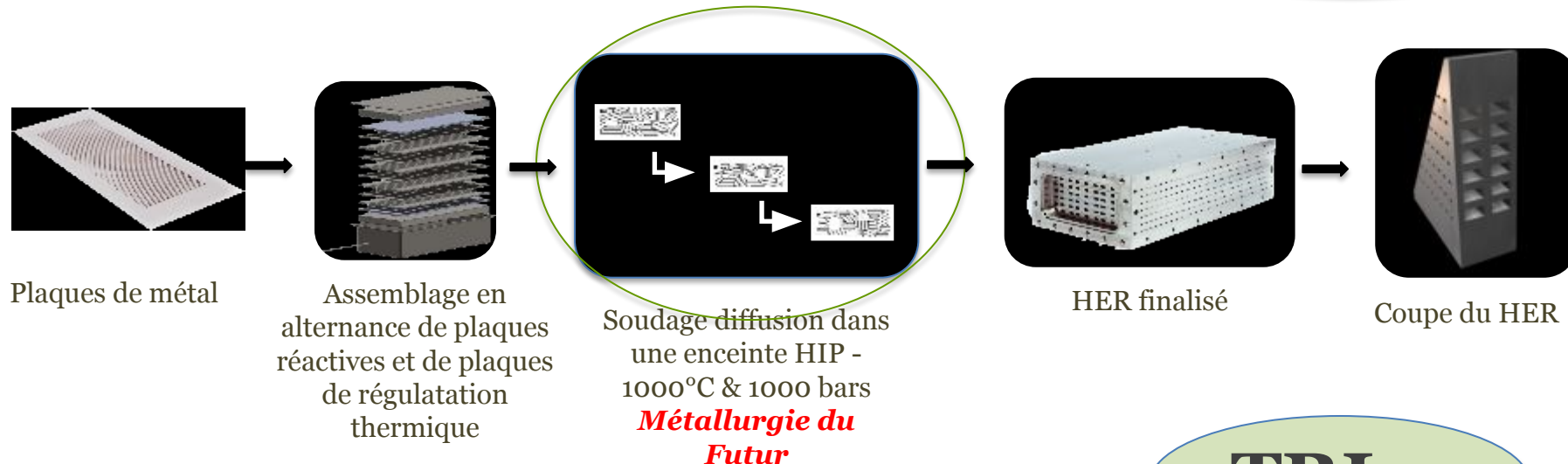
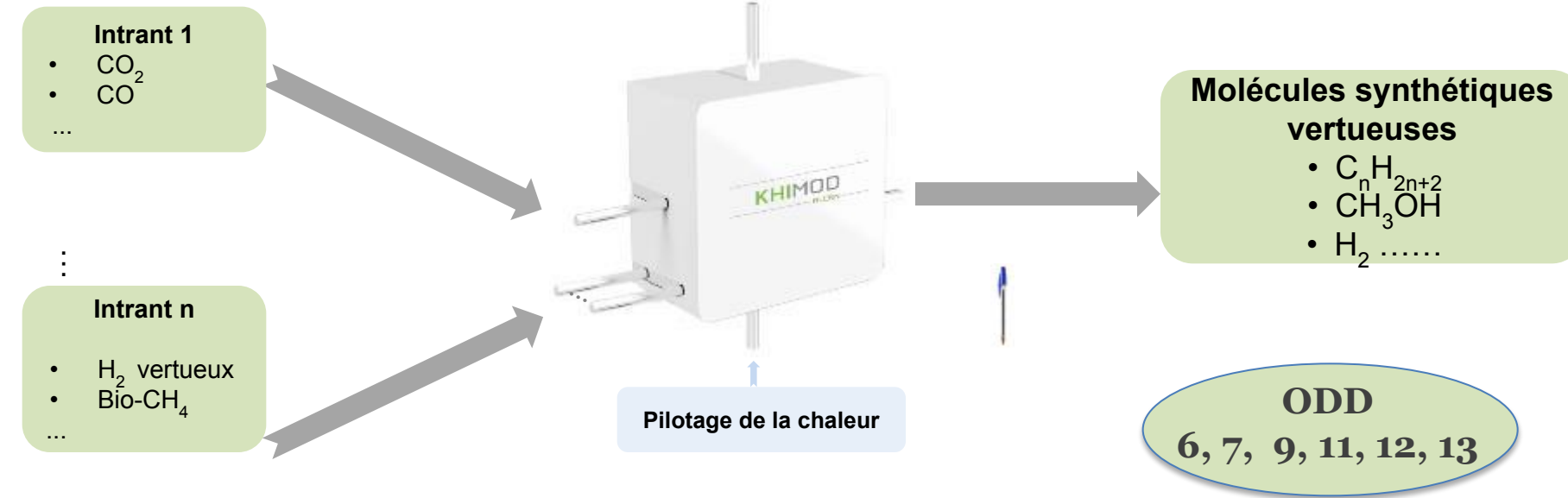


Les limites des solutions concurrentes :

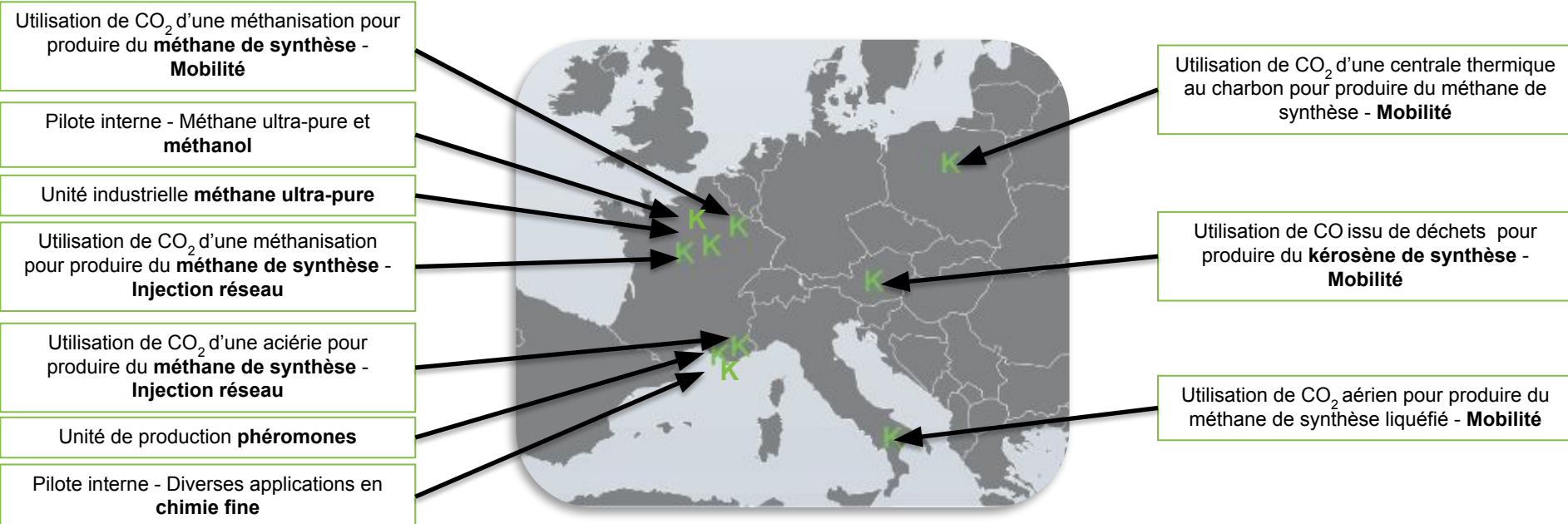
- Taux de conversion faible
- Rendement énergétique faible & forte consommation électrique
- Forte consommation de catalyseur
- Stabilité délicate des bactéries *méthanogènes* (méthanation biologique)
- Faible flexibilité
- Non modulaire
- Emprise au sol élevée



KHIMOD – TECHNOLOGIE EN RUPTURE ET PRINCIPE D'USAGE



KHIMOD – TECHNOLOGIE ET PRINCIPE D'USAGE



KHIMOD – DES PERFORMANCES UNIQUES



Réacteur milli-structuré compact au design configurable : intensification des procédés

- Taux de conversion du CO₂ , **jusqu'à 99%**, quel que soit le volume de production
- Rendement énergétique ; **au-delà de 85%**
- Consommation réduite de catalyseurs ; moins de **0,15 kg** par Nm³/h **de capacité**



Gestion en temps réel des réactions exo/endo-thermiques

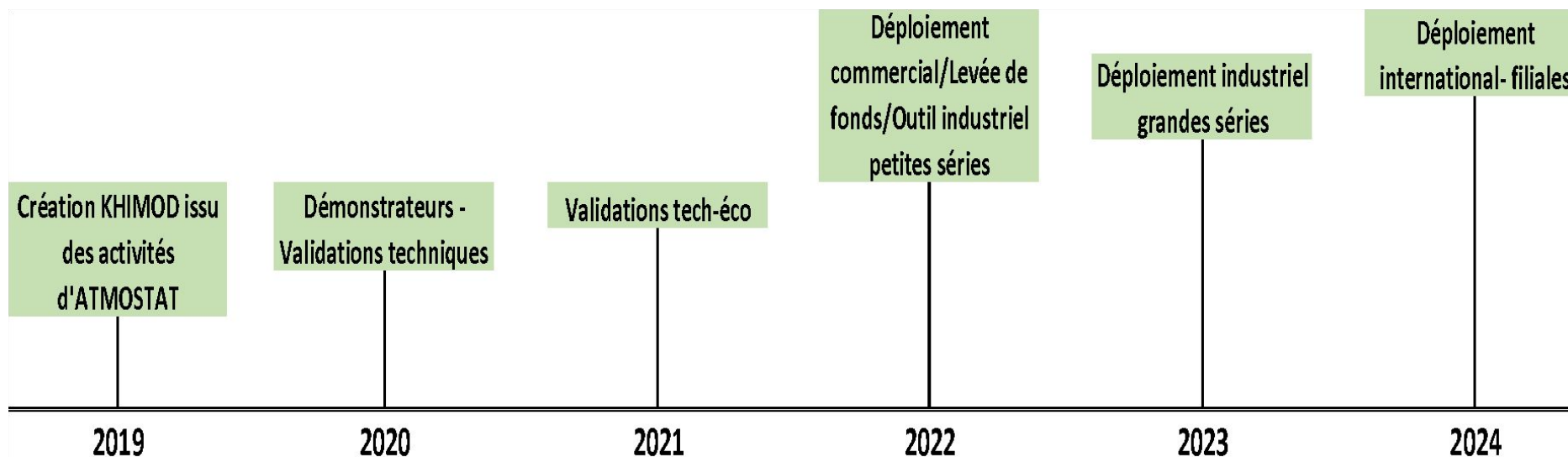
- **Modularité**, de la très petite taille pour des unités décentralisées aux unités centralisées massives (mises sous forme de containers)
- **Empreinte au sol réduite**
- **Flexibilité** d'utilisation
- **Réacteurs versatiles** pour d'adresser une large gamme de réactions chimiques
- Maintenance aisée (**skid Plug&Play**) ; pas d'interruption de production



Mode de fabrication du réacteur

- **Conformité réglementaire** facilitée
- Recyclable à **99,9%**

KHIMOD: FEUILLE DE ROUTE



Les marchés mondiaux visés :

- Cimenterie : 2,21 Gt CO₂/an
- Aciérie : 2,70 Gt CO₂/an
- Verrerie : 0,09 Gt CO₂/an
-
- Traitement des déchets (méthanisation, station d'épuration, pyrogazification...)

KHIMOD vise 5 à 10% de ces marchés à horizon 2035

Usages :

Énergie (méthane,, méthanol...)

Transports (e-fuel pour l'aérien...)

Chimie-verte



A Green Tech Company

Fight CO₂

CONTACTS

Olivier Bouchard
obouchard@khimod.com

Tahar Melliti
tmelliti@khimod.com



Pitch des startups



Arnaud Villers
D'arbouet
CEO
MECAWARE



Les Trophées de l'Innovation de la Valorisation du CO₂

Audition

28 septembre 2021


MECAWARE
la fabrique du lingot vert

The activity

MECAWARE
*Strategic raw material Producer
from 2 waste streams*

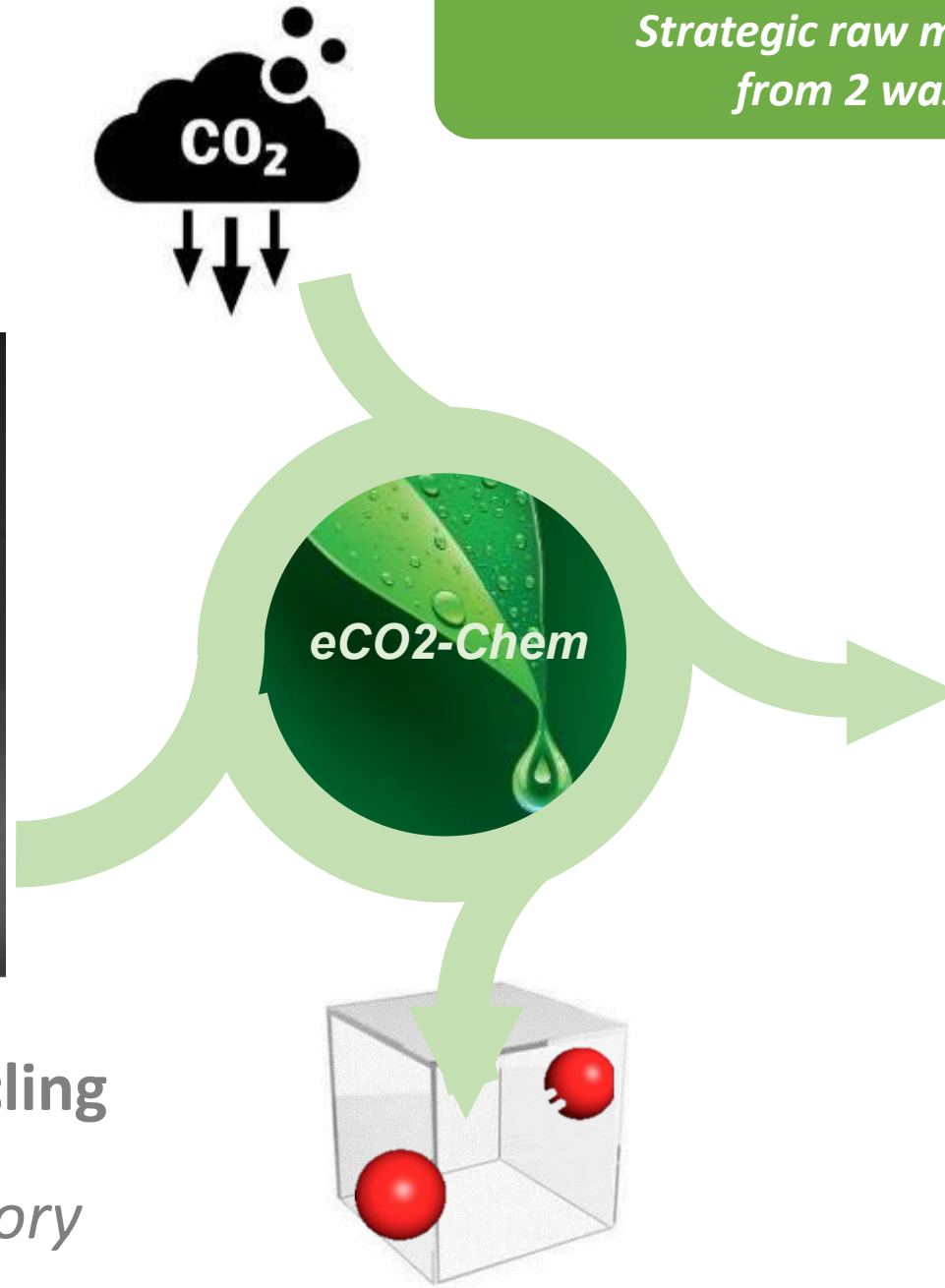


Photos courtesy of the ReCell Center

MEtal & CARbone WAstes REcycling



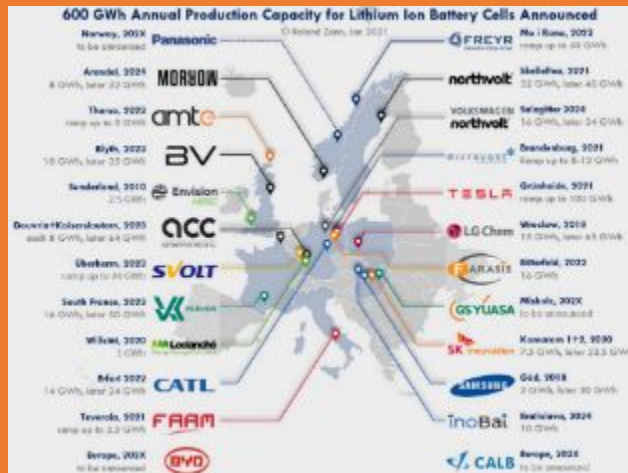
The green ingot factory



Photos courtesy Theodore W. Gray

The industry

Integrate the battery value chain to sustainably deliver strategic raw materials

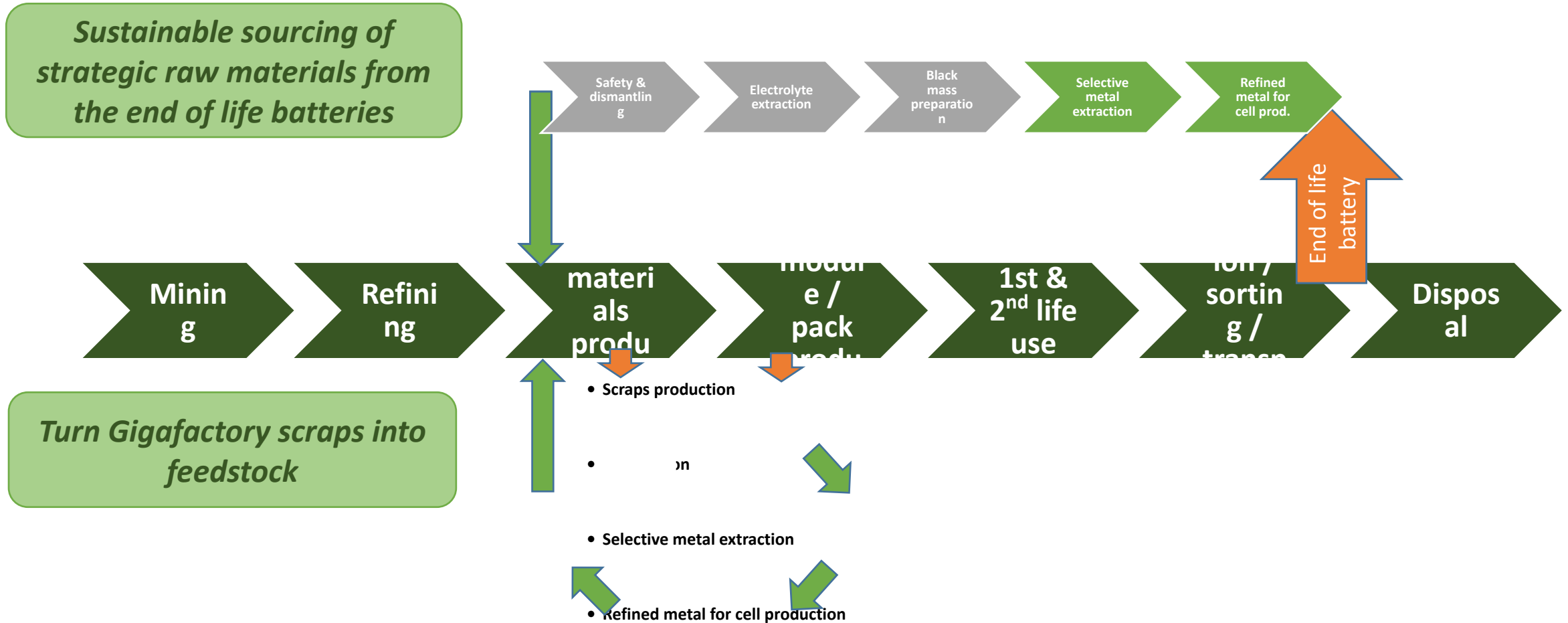


600 GWh requires sourcing
~ 6 Mt of
strategic raw material
for European industry



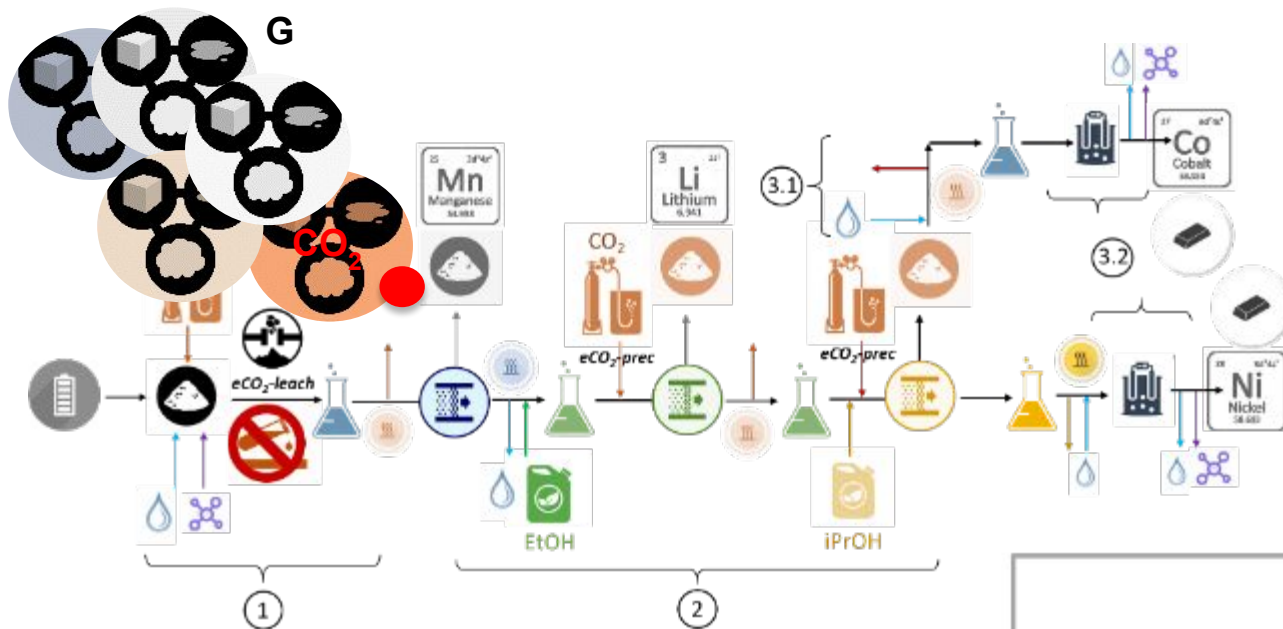
The industry

Recycling as part of the sustainable solution



Breakthrough Technology

Breakthrough CO₂ sourced hydrometallurgy



Patents

I. eCO₂-Chem

PCT 2014, WO 2014188115 A1
20141127. US Patent 20,160,097,755

II. eCO₂-Leach

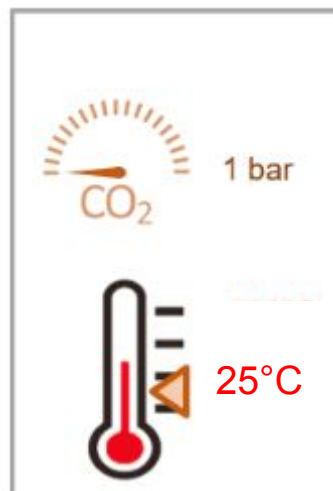
PCT 2018 EP2018/074789

III. eCO₂-Prec

PCT 2017 EP2017/060166

Extraction rate : 86,0 to 99,6%

Purity level : 97,0 to 99,9%



Awarded,



- *Nature Chem.* 2020, 12, 202-212

Impact

MECAWARE Technology *The sustainable solution*

Disruptive and Eco-efficient :

- Integrated CO₂ capture, utilization for hydrometallurgy and storage as carbonates
- CO₂ sequestering 700 kg / t metal processed

Low footprint and Opex :

- Limited number of simple unitary operations
- Operates at room temperature and pressure exclusively

Effluent free :

- All fluxes are recirculated in the MECAWARE process
- No effluents to be processed !

MECAWARE Technology *Make strategic materials accessible*

Short circuit production (close to the needs) :

- The process agility enables to implement scraps recycling line along or near the cell manufacturing lines
- Minimized expenditures enable to competitively deploy our technology at any scale
- The supply chain is reduced at its minimum

Produce at a competitive price :

- Cost / 2 regarding competitors

□ **MECAWARE's green ingot is competitive on the London Metal Exchange market**



Planification

2021

- Giga factory scraps
- End of life batteries
- Others R&D topics

2024

2029

2034

- Factory 1
- 5 000 T/year
- 3 factories
- 15 000 T/year
- 5 factories
- 30 000 T/year





Merci de votre soutien




MECAWARE
la fabrique du lingot vert



bpifrance

PULSALYS
SOLUTIONS ÉNERGÉTIQUES



Pitch des startups



Alain Kremer
Président
VALOCARB



Valocarb SAS créée à Bordeaux en 2016

Technologies par sa société de recherche CO₂ Nouvelle Energie SARL

Captage massif et valorisations multiples du CO₂ industriel

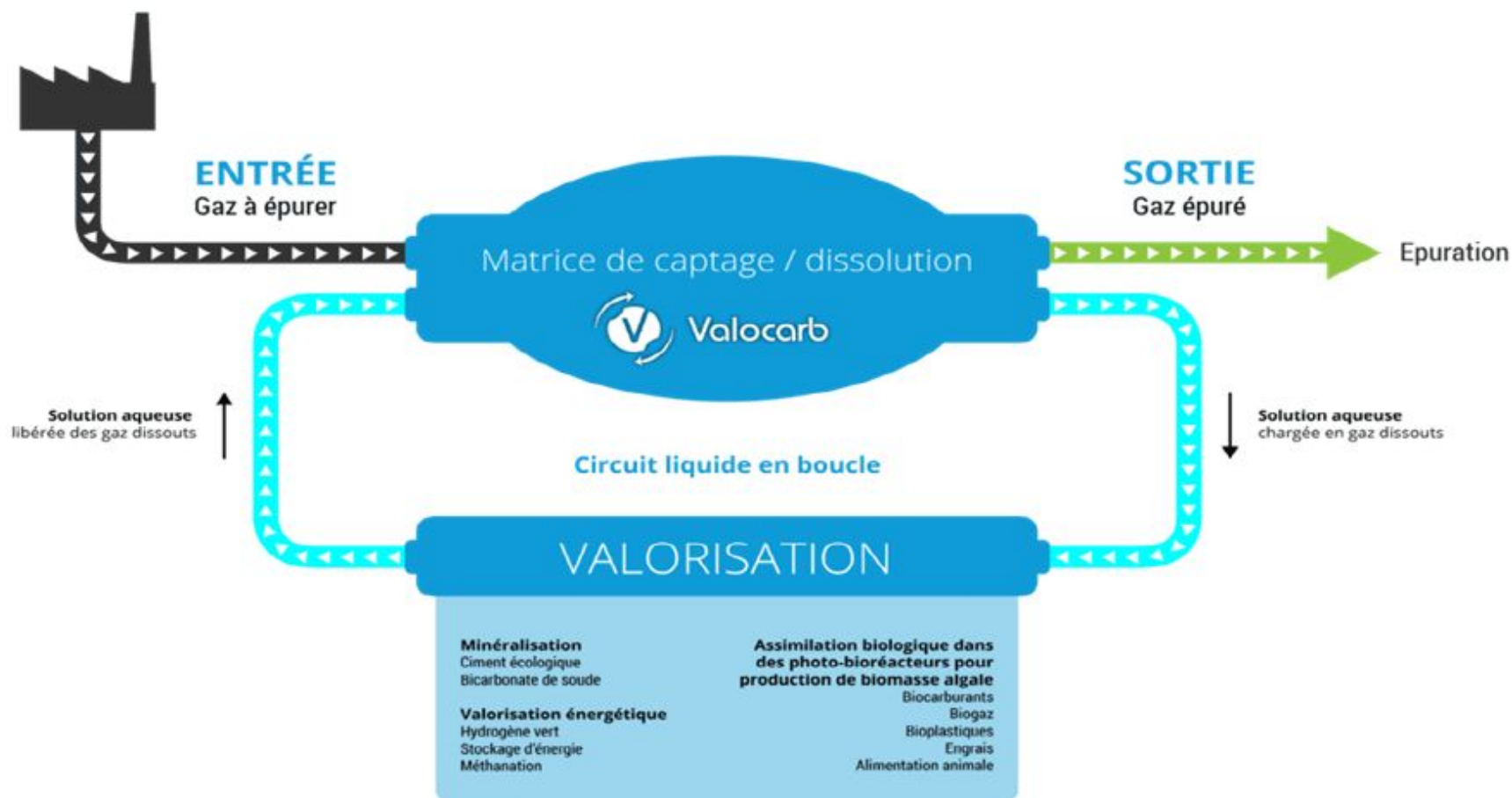
Dr Alain KREMER
Cofondateur Président



Valocarb

LA SOLUTION VALOCARB

Matrice de captage /dissolution des systèmes Valocarb® : principe de fonctionnement et principales valorisations





Démonstrateur mobile pour production H₂

CO₂ capté: réduction de 80 à 90%

Valorisation: production d'hydrogène vert

TRL : 7

ODD : 5

Outil industriel existant : pas de modification

Consommation énergétique faible

Coût de captage $\text{CO}_2 < 40\text{€/t}$

1 t $\text{CO}_2 \Rightarrow$ 500 kg de biomasse algale valorisable

1 t $\text{CO}_2 \Rightarrow$ 22 kg d'hydrogène vert
coût de production $< 1,5\text{€/kg}$

Technologies de rupture très performantes

Marché mondial évalué en millions de tonnes CO₂/an

Lutte contre le changement climatique

2^{ème} semestre 2021 : levée de fonds 750 K€ et fabrication pilote industriel

1^{er} semestre 2022 : fabrication et vente dispositifs VALOCARB

Objectif neutralité carbone : 2030

au lieu de 2050 prévu par l'Union Européenne



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Dr Alain KREMER

alain.kremer1@gmail.com

alain.kremer@valocarb.com

<https://www.valocarb.com/>



ANNONCE CLUB CO₂

Isabelle Czernichowski

BRGM



Séminaire national du 13 décembre 2021 (Paris + distanciel)

« Les enjeux du déploiement de la filière CSCV en France »



Programme prévisionnel

09h30 Messages d'ouverture

10h00 1. Visions stratégiques pour le déploiement du CSCV en France

- Stratégie nationale d'accélération de la décarbonation de l'industrie
- Avis de l'ADEME
- Contrats de Filières de l'industrie française
- Avis et feuille de route du Club CO₂

11h00 2. Enjeux territoriaux - Table ronde

- Focus Dunkerque
- Focus Le Havre – Axe Seine
- Focus Vallée du Rhône
- Focus Centre du Bassin Parisien
- Focus Sud-Ouest

12h30 Pause déjeuner - buffet

14h00 3. État des lieux et perspectives de la recherche & innovation française

- 20 ans de recherche française
- Nouvelles perspectives
- L'infrastructure de recherche européenne ECCSEL

Inscription (gratuite) :

<https://www.weezevent.com/seminaire-national-du-cscv>

15h00 4. Enjeux réglementaires (droit minier, droit de l'environnement)

- Éclairage du Ministère de la Transition Écologique
- Avis de l'UMR « Transitions Énergétiques et Environnementales » (TREE) de l'UPPA-CNRS

15h30 Pause café

16h00 5. Perception sociétale

- Analyse de Res publica

16h30 6. Modèles de financements pour le déploiement industriel

- Analyse du Club CO₂, avec quelques exemples hors de France

17h00 7. Conférence internationale GHGT-16 en France le 23-27 octobre 2022

17h10 Messages de clôture

17h30 Fin du séminaire

Contact : secretariat@club-co2.fr

Avec le soutien de :





Les Trophées de l'Innovation de la Valorisation du CO2

Sep 28, 2021

Home

Agenda >

Attendees

Community 17

Messages 33

Photos

Feedback to Whova

Organizer Tips

About Whova



Le Club CO₂ est l'association française rassemblant les acteurs du monde industriel et la recherche, intéressés par la filière Captage Stockage et Valorisation du CO₂ (CSCV).

Le 28 septembre 2021, l'association organise les premiers **Trophées de l'Innovation de la Valorisation du CO₂**. Durant cet événement, vous

Activity Feed



Tahar Mellit
the Leaderb



Julien Bonin
the Leaderb



Methanol ca



Precipitation

- Home
- Agenda
- Sessions
- Speakers
- Attendees
- Community 17
- Messages 33
- Photos
- Leaderboard
- Feedback to Whova
- Organizer Tips
- About Whova

Show Agenda

0 Likes

Echange avec les labos

Tue. Sep 28, 2021 10:10 AM - 10:40 AM 3 Attending

Add to My Agenda

Like session

Rencontrez 1 des laboratoires ayant présenté son innovation pour en savoir plus sur son projet et échanger.

Subsessions

LGC, Toulouse : Projet CARBOVAL Valorisation des produits et analyse du cycle de vie de la minéralisation du CO2 - Application aux scories de nickel de Nouvelle-Calédonie

10:10 AM - 10:40 AM
Speaker: Florent Bourgeois

View details

Echange avec les startups

David Savary

Solvay

Remise des Trophées

David Savary

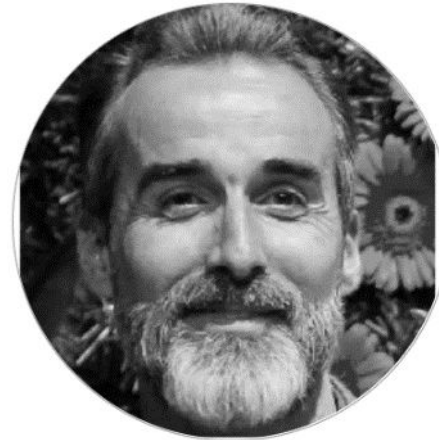
Solvay

Trophée

Meilleure innovation académique

**Projet
Carboval**

Représenté par :



Florent Bourgeois
Professor
LGC

Trophée

Coup de pouce académique

**Laboratoire
PROMES**

Représenté par :



Stéphane
Abanades
PROMES

Trophée **Meilleure innovation start-up**

KHIMOD

Représenté par :



Tahar Melliti
Member of the
executive board
KHIMOD

Trophée

Coup de pouce start-up

CARBONEO

Représenté par :



Dorian Joulié
CEO
CARBONEO

Trophées de l'Innovation

Remerciements



ANCRE

anr

agence nationale
de la recherche
AU SERVICE DE LA SCIENCE



axelera

ENSEMBLE, CATALYSONS
LES REUSSITES

Auvergne
Rhône - Alpes



PROGEPI

Hélène GUENIOT

CELSIOUS

Julia BERTRET

**FRENCH
CLEANTECH**

Albin Jourda

Merci à tous les intervenants, à tous les participants !



Algosource tech.	C. Lombard
SARPI	V. Garbal
Holcim	M. Horgnies, V. Morin
Suez	P. Moukouri
Ifpen	L. Forti
ArcelorMittal	E. Deconinck
GRT Gaz	P.-Y. Lestrat
Axens	E. Tocqué
Vicat	J. Poillot
Synerzip	B. Petat
Engie	S. Saysset
CEA	S. Nizou
Air Liquide	F. Delcorso
Univ. Pau	D. Brosetta
CNRS	L. Jammes
Technip	G. Perdu
SETEC	M. Combe



LES TROPHÉES DE L'INNOVATION DE LA VALORISATION DU CO₂



ENSEMBLE, CATALYSONS
LES REUSSITES

Auvergne
Rhône - Alpes