



Journées UGéPE 2018

20 et 21 novembre 2018
à Villeneuve d'Ascq

La Recherche en Génie des Procédés et Énergétique
au service d'une Industrie Éco-efficace en Haut de France et au-delà

Méthodes de criblage haut-débit en catalyse Plateforme REALCAT

Sébastien PAUL (UCCS/Centrale Lille)

sebastien.paul@centralelille.fr





Devinette





Un point commun invisible !

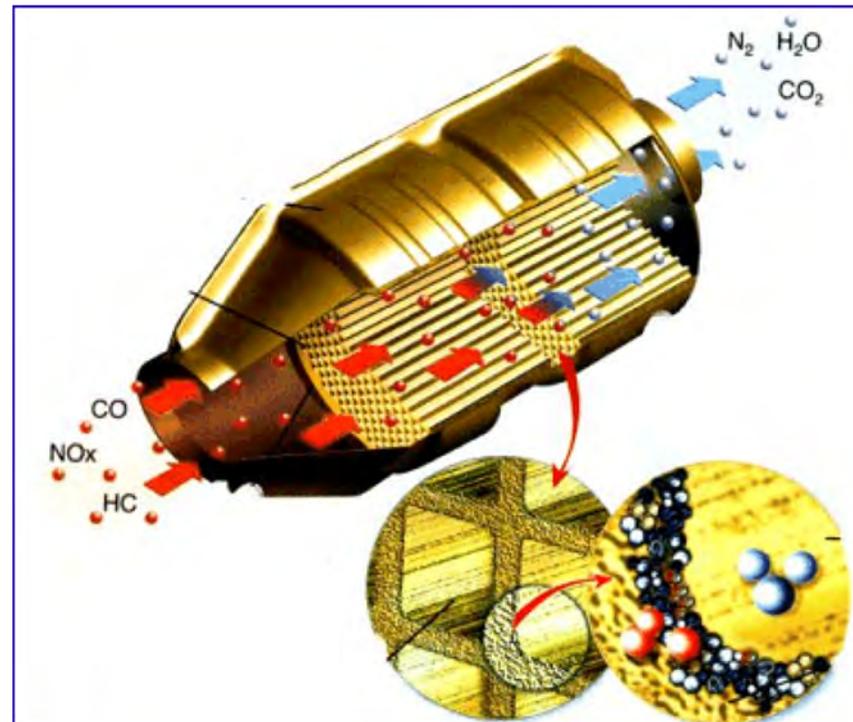
LA CHIMIE ET PLUS PRECISEMENT LA CATALYSE

- La catalyse bien que pratiquement imperceptible est présente **partout dans notre quotidien**:
 - Santé (médicaments)
 - Alimentation (engrais, additifs, alimentation animale, emballage...)
 - Textile (fibres synthétiques)
 - Transport (carburants)
 - Bâtiment (tubes PVC, matériaux polymères, isolants...)
 - Environnement (dépollution, traitement de l'eau...)
 - Etc...



Qu'est-ce qu'un catalyseur ?

- Une substance chimique qui permet **d'accélérer une réaction chimique** sans être consommée par cette réaction.
- Ex: catalyseur dans le pot d'échappement des voitures pour dépolluer les gaz d'échappement avant leur relargage dans l'atmosphère



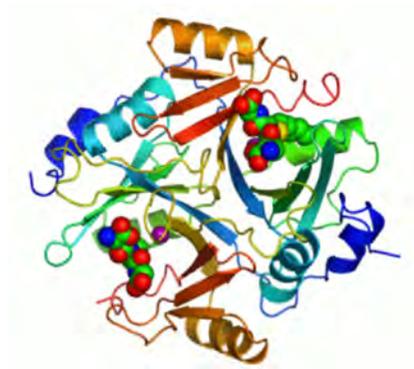


Pas un mais des catalyseurs

- Catalyseurs chimiques
 - Solides
 - Dissouts dans un liquide



- Biocatalyseurs
 - Enzymes, levures, ...



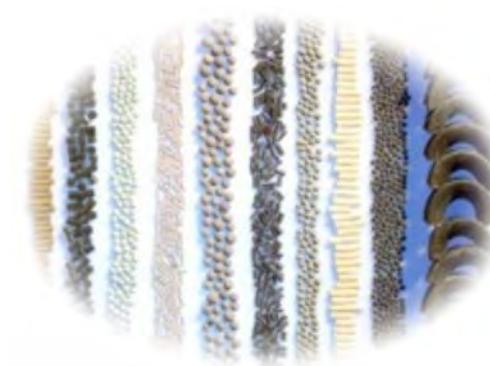
**Un des défis actuels = combiner les 2 pour créer
la catalyse hybride**



Un marché en forte croissance

- Chiffre d'affaire du secteur économique “catalyseurs”
 - 19,6 milliards de \$ en 2016
 - 20,6 milliards de \$ en 2018 (+5%)

Source: « World Catalyst », Freedonia, 2018

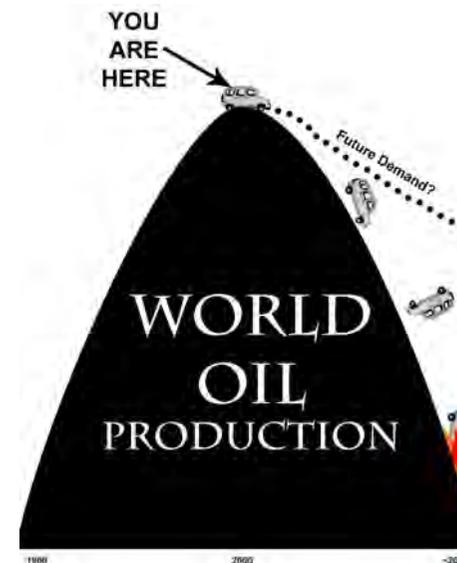




Pourquoi faut-il de nouveaux catalyseurs ?

1 – Pour des raisons de disponibilité de la matière première

- Aujourd'hui **plus de 90%** des produits issus de l'industrie chimique sont fabriqués à partir de ressources fossiles (à partir du **pétrole** très majoritairement).
- Cette ressource est **non renouvelable** et son stock s'épuise progressivement.
- Nous ne disposons pas de cette ressource localement (dépendance géopolitique).



The Economist

AUGUST 27TH-SEPTEMBER 2ND 2005

Iraq, the war and the constitution
PAGES 22-24

America's unhappy borders
PAGES 13 AND 31

Brother Roger, Taizé's melodic monk
OBITUARY, PAGE 70

Yum! Brands' finger lickin' growth
PAGES 60-62

The oilholics





Pourquoi faut-il de nouveaux catalyseurs ?

2 – Pour des raisons de protection de notre environnement

- En fin de vie les produits chimiques carbonés libèrent du CO_2 dans l'atmosphère qui participe au **réchauffement climatique** avec les conséquences néfastes qu'on connaît.
- Il faut donc **limiter l'utilisation de ces ressources fossiles** et, à terme, s'en affranchir.
 - La solution presque unique est l'utilisation de **biomasse**: matière première végétale essentiellement. Matière première carbonée renouvelable !





Un nouvel âge d'or de la catalyse

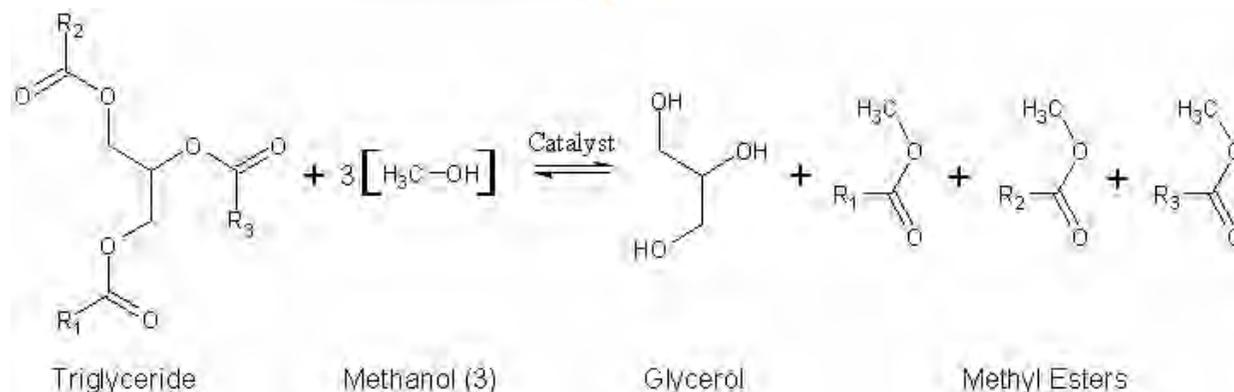
- **Réinventer toute la chimie industrielle** en partant de **biomasse**.
- Nature chimique très différente de celle des ressources fossiles => **Réadaptation des catalyseurs**.
- Les premiers qui les découvrent déposent des **brevets** (20 dans notre équipe depuis juin 2013).
 - Compétition très rude à l'échelle internationale
 - Enjeux économiques énormes
 - Investissements très importants des grandes entreprises chimiques pour devancer ses concurrents



Comment aller plus vite que les autres ?

Comment développe-t-on un catalyseur ?

- Il n'existe **aucune méthode prédictive** pour développer *a priori* un catalyseur pour un réaction donnée. **L'approche expérimentale** de type « essai-erreur » reste **indispensable** à ce jour.
- Pour chaque réaction chimique il faut développer un catalyseur spécifique.





Processus d'innovation en catalyse

- **A – Phase de réflexion et de recherche fondamentale**
 - Choix de la phase active (pas encore de prévision possible)
 - Développement de nouveaux concepts

- **B – Phase expérimentale**
Synthèse, caractérisation et test

- “Essai-Erreur” nécessaire



Coûte cher et prend du temps



Etape limitante !!

- **C – Phase d'interprétation**
 - Etablir des corrélations entre les propriétés physico-chimiques/biologiques et les performances catalytiques
- **D – Phase de montée en échelle**: le pilote industriel
- **E – Phase de commercialisation**: l'usine



Accélération des expériences

- Automatisation des protocoles
 - Les robots travaillent 24h/24h 7j/7j !
- Mettre en parallèle les processus
 - Ensemble de réacteurs au lieu d'un seul



Combinaison de l'automatisation et mise en parallèle



Qu'est ce que REALCAT ?

- plateforme intégrée Appliquée au criblage haut débit de **CAT**alyseurs pour les bioraffineries = une plateforme unique au monde qui rassemble des **outils automatisés rapides et mis en parallèle** destinés au **développement de nouveaux catalyseurs**, notamment pour les bioraffineries.

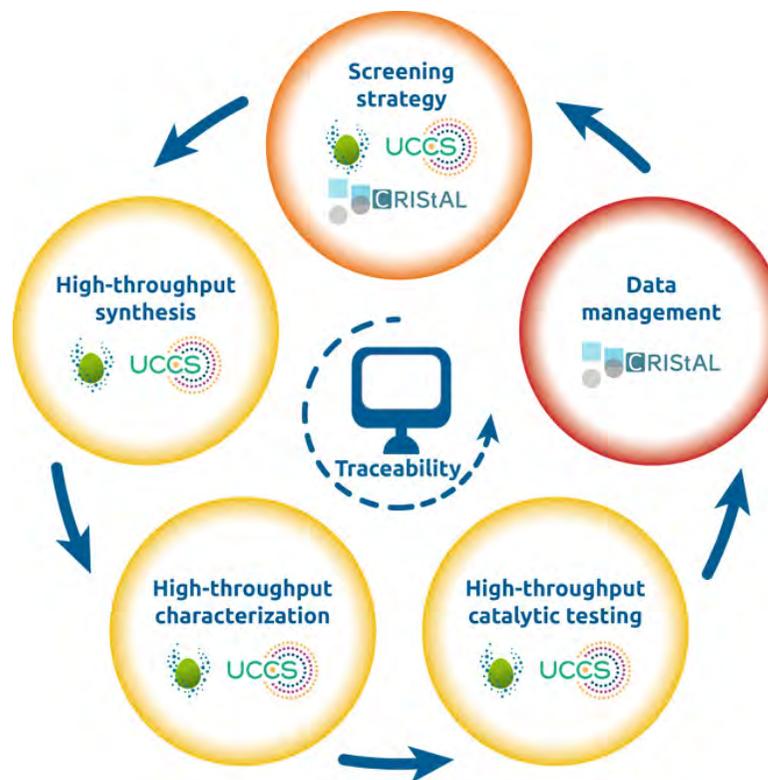
Objectif: accélérer les découvertes par au moins un facteur 10





Les outils de REALCAT

- Des équipements de pointe pour:
 - synthétiser **tous types de catalyseurs** qu'ils soient chimiques ou issus de la biotechnologie,
 - les caractériser (c.à.d. les analyser),
 - tester leurs performances pour les réactions souhaitées.
- Toute la chaine doit être à **haut-débit** afin de ne pas ralentir le développement global.





REALCAT: un projet collaboratif

- Une forte collaboration entre 3 labos sur le même campus:
 - Unité de Catalyse et Chimie du Solide (UCCS)
 - Equipe Procédés Biologiques, Génie Enzymatique et Microbien (ProBioGEM) de l'Institut Charles Viollette (ICV)
 - Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique de Lille (CRIStAL)



Institut régional de recherche
Charles Viollette





REALCAT: financement

- PIA “Plan d’Investissements d’Avenir” – EQUIPEX - ANR
 - Budget global budget: 8.7 M€
 - Dont équipement: 6.5 M€
- Soutien supplémentaire FEDER (700 k€), Centrale Lille (400 k€) et fondation Centrale Initiatives (10 k€) + CNRS et ULille pour les personnels

Soit plus de 10 M€ au total



- Localisation: Centrale Lille, Bât C, Villeneuve d’Ascq, France



Brings catalysis over lightspeed
REALCAT



Crédit photo : 2016 – CNRS Photothèque – C. Fressillon



Accélération de la collecte des données

Etape	Approche traditionnelle* (en jours)	Approche Haut-Débit REALCAT (en jours)
Synthèse	12	2
Caractérisation	12	2
Test	48	2
TEMPS TOTAL	72	6

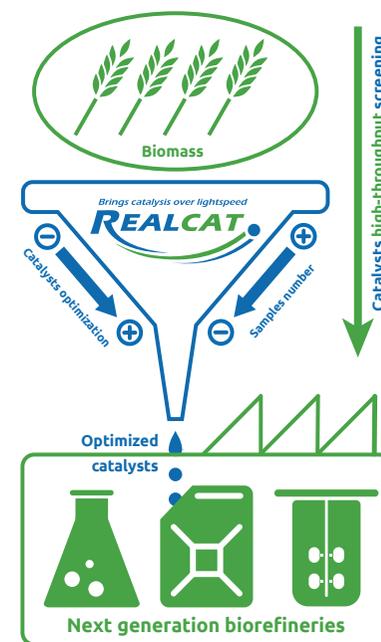
* Estimation réalisée pour 48 catalyseurs

Accélération par un facteur 12 !



UCCS Conclusions 1/2

- Une révolution en marche dans l'industrie chimique: **de l'or noir vers l'or vert: la biomasse !**
 - Déploiement progressif de la bioéconomie et des bioraffineries
 - Besoin de **nouveaux procédés catalytiques**
- Les approches de **criblage haut-débit** permettent d'accélérer significativement l'acquisition des données expérimentales et donc les découvertes et développement de ces procédés.





Conclusions (2/2)

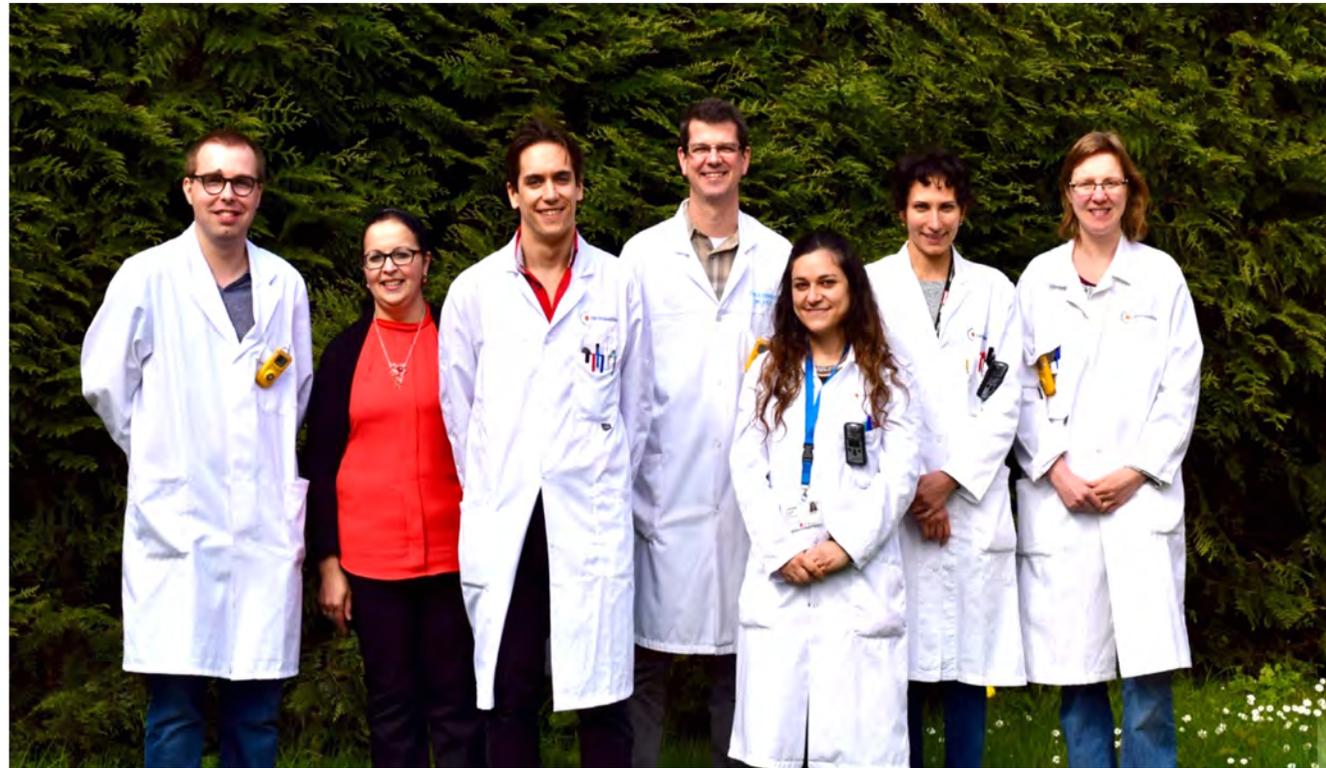
- REALCAT est un outil **unique au monde** très attractif où viennent travailler des chercheurs académiques et industriels du monde entier
- Venez le visiter virtuellement sur www.realcat.fr et en réalité dans nos murs !





Remerciements

L'équipe
REALCAT



De gauche à droite: Julien Poulain (tech.), Zohra Gueroui (secrétaire), Dr Egon Heuson (IGR), Prof. Sébastien Paul (PRU-Coord.), Dr Joëlle Thuriot (IGE), Dr Svetlana Heyte (IGR) and Dr Pascale Dewalle (IGE)

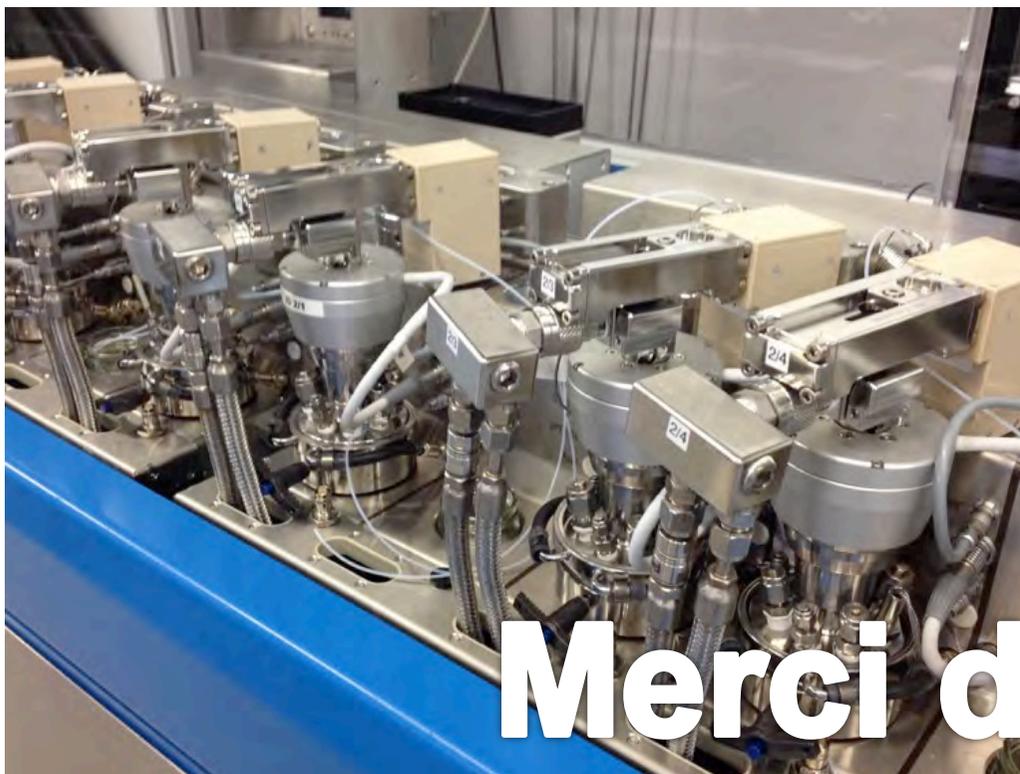


ACKNOWLEDGEMENTS

For financial and administrative support



The REALCAT platform is benefiting from a state subsidy administrated by the **French National Research Agency (ANR)** within the frame of the 'Future Investments' program (PIA), with the contractual reference 'ANR-11-EQPX-0037'. **The European Union**, through the **ERDF** funding administered by the **Hauts-de-France Region**, has co-financed the platform. **Centrale Lille**, the **CNRS**, and **Lille University** as well as the **Centrale Initiatives Foundation**, are thanked for their financial contributions to the acquisition and implementation of the equipment of the REALCAT platform.



Merci de votre

attention

sebastien.paul@centralelille.fr

