



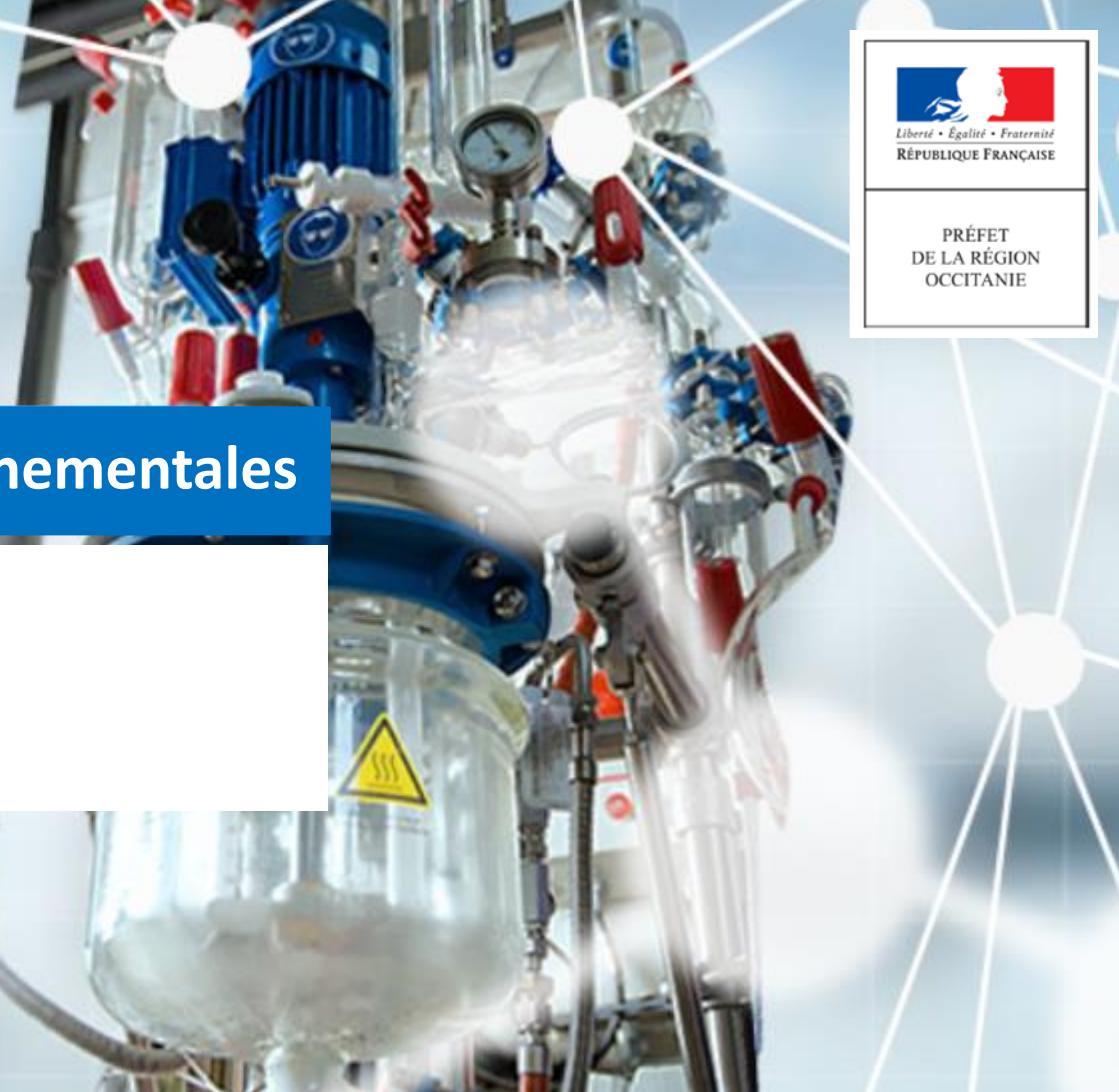
PRÉFET  
DE LA RÉGION  
OCCITANIE

# CRITT – Génie des Procédés et Technologies Environnementales

## Présentation Générale de la structure

Webinaire 3BCAR

08 Mars 2024



**CRITT Génie des Procédés Technologies Environnementales**  
Institut National Polytechnique de Toulouse  
4 allée Emile Monso 31030 Toulouse Cedex 4  
Tél. : 05 34 32 36 31 – Mail. : [CRITT@ensiacet.fr](mailto:CRITT@ensiacet.fr)  
<http://www.gpte.critt.net/>



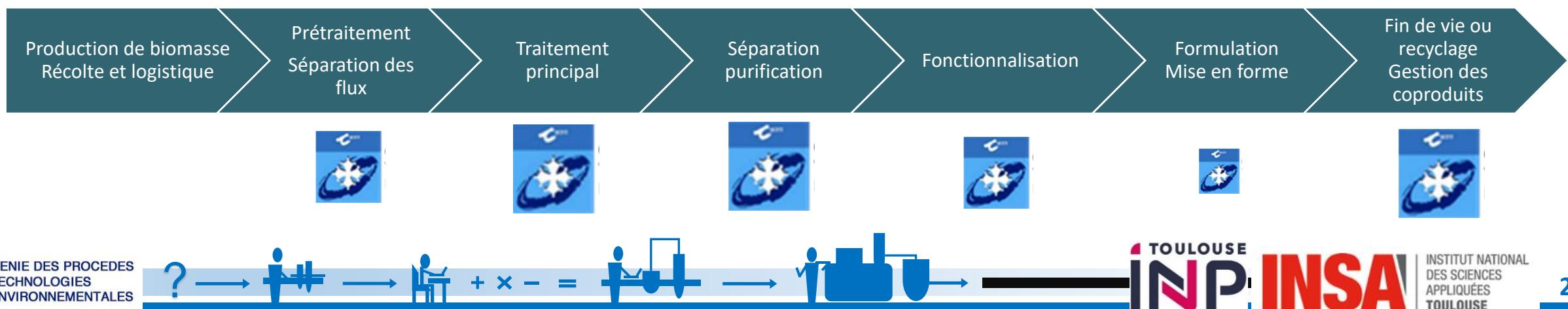
TOULOUSE  
**INP**  
**INSA** | INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
TOULOUSE

Et

Bientôt 10 ans

## 6 mots-clés de la composante CRITT-GPTE

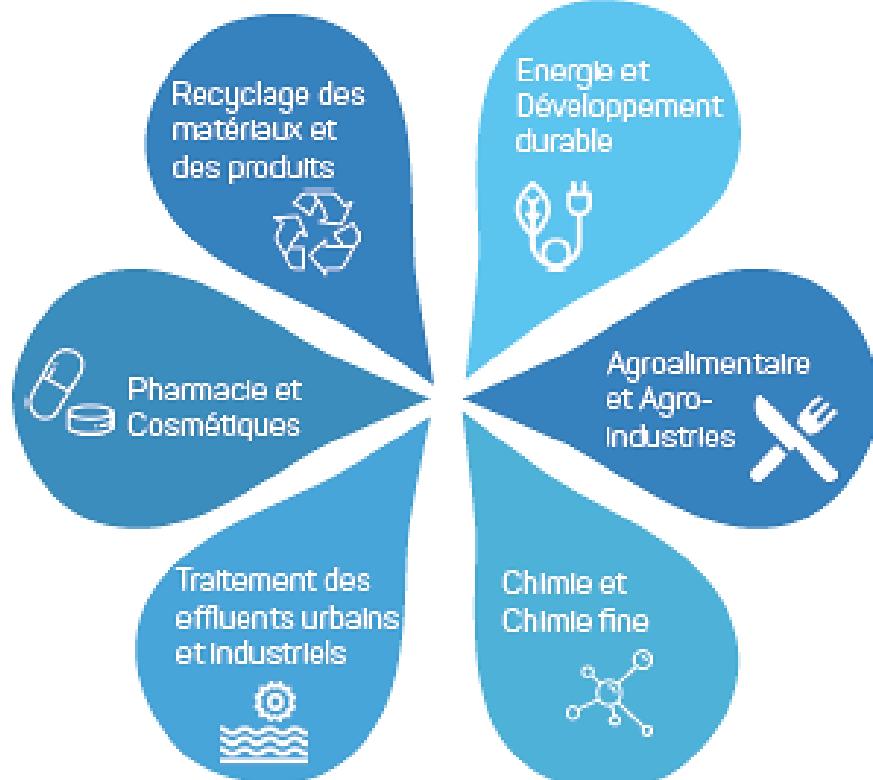
- Biotechnologies environnementales (eau / déchet / énergie)
- Procédés de transformations et valorisations
- Modélisation et simulation
- Ecoconception et Analyses de Cycle de Vie (ACV)
- Scale up et filière
- Transfert de savoir et de technologie



# Le Génie des Procédés, une science du passage à l'acte industriel

## Le CRITT-GPTE

Spécialiste de la R&D en Génie des Procédés et Technologies Environnementales depuis plus de 25 ans



## Domaines de compétences



### Génie des procédés industriels

*Etudes et prestations portant sur les procédés de production (chimie, pharmacie, matériaux, énergie).*



### Génie des bioprocédés pour l'environnement

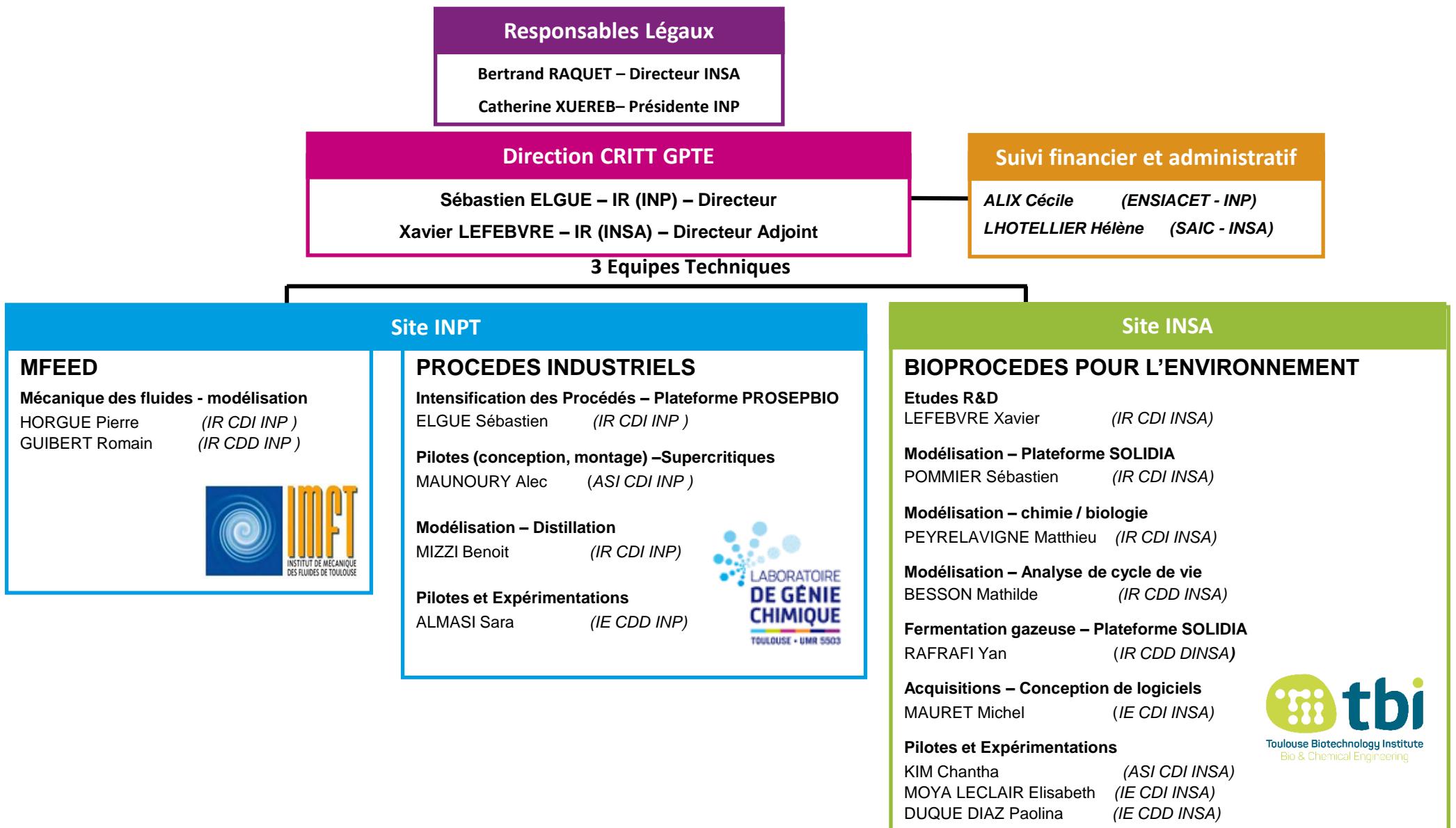
*Etudes et prestations portant sur les procédés de traitement des effluents (gaz, liquides, solides) et leur valorisation (énergie et matière).*



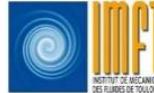
### Modélisation et Simulation en Mécanique des Fluides

*Etudes et prestations basées sur une modélisation et une simulation fine des écoulements au sein des procédés industriels.*

# Le CRITT GPTE, une organisation au sein des SAIC de l'INP et de l'INSA



## Le chainon entre la recherche appliquée et l'industrialisation :



PME, Grands Groupes,  
Collectivités locales



*La recherche avancée et la démonstration technologique*

Plateformes de démonstration  
**SOLIDIA**  
**PROSEPBIO**



## Nos missions

- Transférer savoir et technologie vers les entreprises (via le canal TTT, licences et Prestations)
- Thésauriser le savoir faire de la recherche
- Contribuer à animer partenariat recherche – entreprise au sein des établissements (INPT et INSA-Toulouse),

## Notre modèle

l'adossement aux équipes de recherche

INSA-Toulouse



Toulouse Biotechnology Institute  
Bio & Chemical Engineering

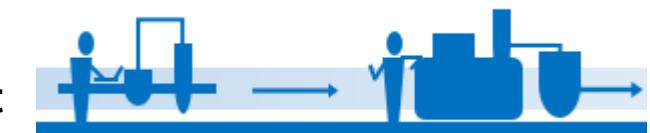


INP-Toulouse





- Prestations techniques
- Conseil technologique
- Expertise
- Actions de R & D en association avec nos laboratoires d'adossement
- Actions de Diffusion (participation à des salons, colloques, journées techniques, formations, ...)



Contrats de prestation avec des entreprises (financement privé)  
Contrats de recherche avec des entreprises (financement privé)  
Contrats collaboratifs multi-partenariaux (cofinancement privé / public)

# Où intervenons nous ?

Matières premières / co-produits : Effluents, déchets

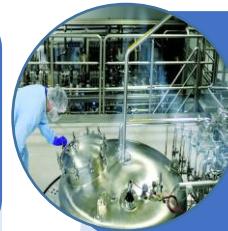
Produits finis



## Traitements Amont (prétraitement)

- Broyage
- Purification
- Cristallisation
- Filtration

## Analyse En-ligne



## Productions Chimiques ou Biotechnologiques

- Fermentation  
(liquide, solide et gazeuse)
- Digestion / Méthanisation
- Réaction batch / continue
- Réaction Photochimique

## Analyse Hors-ligne



## Traitements Aval (downstream processing)

- Centrifugation
- Broyage
- Séchage
- Cristallisation
- CO<sub>2</sub> supercritique
- Evaporation / distillation
- Extraction liquide-liquide
- Chimiosorption membranaire
- Filtration solide



# Quelles approches et méthodologies ?

## Outils de caractérisation

Essais pilotes échelle labo



INSA  
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES TOULOUSE

Caractérisation des effluents



Tests d'activité



Respirométrie



## Outils de simulation numérique

TOULOUSE  
INP

Bilans matières et énergies  
Simulation / modélisation de procédés  
Stationnaires ou dynamiques



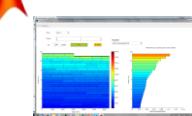
# ProSim

ProSimPlus  
Simulis Thermodynamics  
Batch reactor  
Batch Column

INSA  
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES TOULOUSE

Bilans matières  
Procédés et/ou Filières  
Stationnaires ou dynamiques

MATLAB



AquaSim®



## Installation Pilote

TOULOUSE  
INP

Essais pilotes échelle industrielle



INSA  
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES TOULOUSE

Différents pilotes disponibles / Design à façon  
Contrôle commande / Multi-instrumentation /  
Parc Analytique



Suivi en ligne ou hors-ligne



## Plateformes Démonstration

TOULOUSE  
INP

# ProSepBio



Réacteurs  
Emaillé de  
63L (De  
Dietrich)

INSA  
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUÉES TOULOUSE

# LA PLATEFORME SOLIDIA



Réacteurs fermentation  
gaz (continu) (200 L)



TOULOUSE  
**INP**

INSTITUT NATIONAL  
DES SCIENCES  
APPLIQUÉES  
TOULOUSE

# Exemple : Valorisation du Biogaz par Méthanation biologique

2023 Démonstrateur bi-étagé biogaz réel (plateforme SOLIDIA)



- Procédé de méthanation biologique
- Procédé bi-étagé
- Optimisation de la conversion du CO<sub>2</sub> et de la productivité

→ 2024-2026 Projet DENOBIO ...

# Exemple : Valorisation du Biogaz par Méthanation biologique

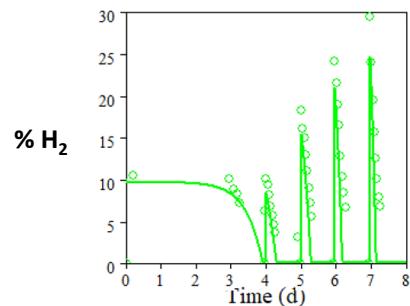
Outils de caractérisation

Outils de simulation  
numérique

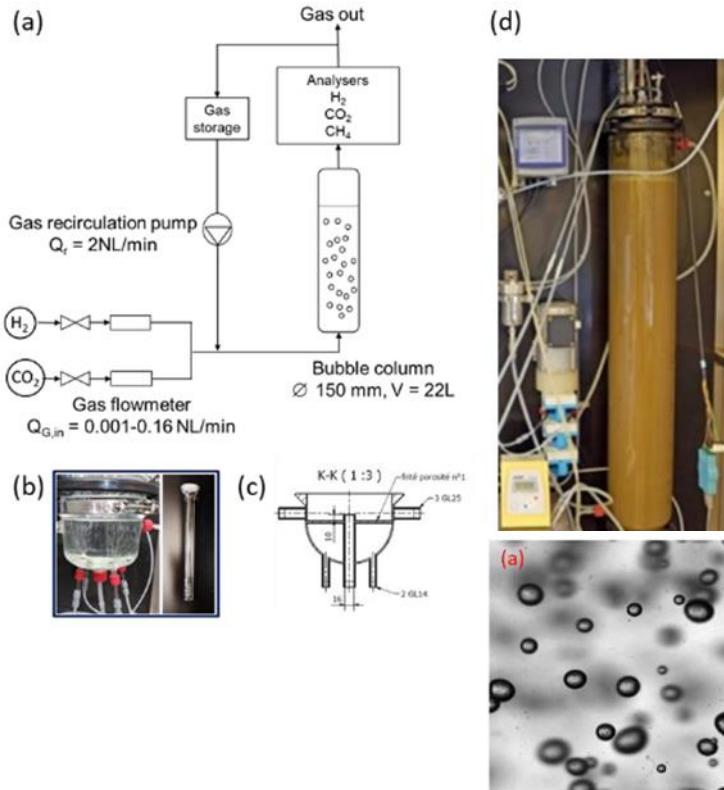
Installation Pilote

Plateformes  
Démonstration

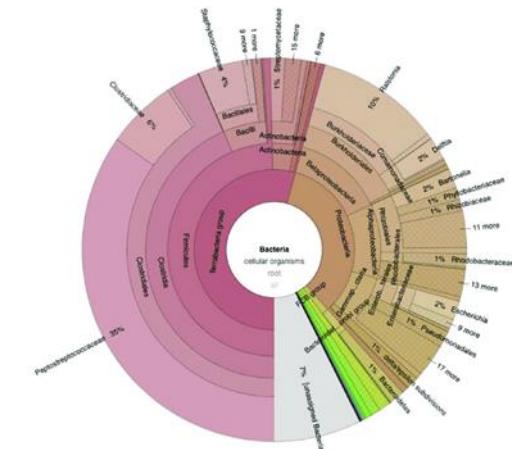
## Tests d'activité



## Transfert de matière gaz/liquide



## Caractérisation des inoculum (outils de métagénomique)



## Parc analytique



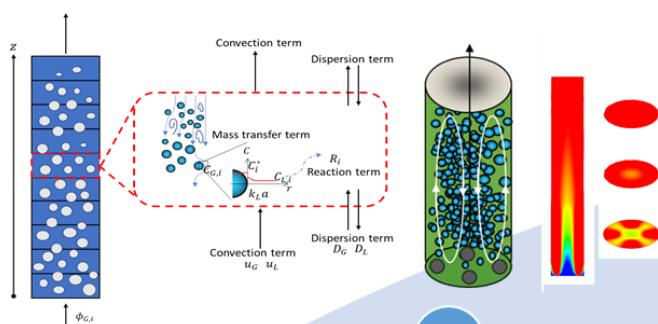
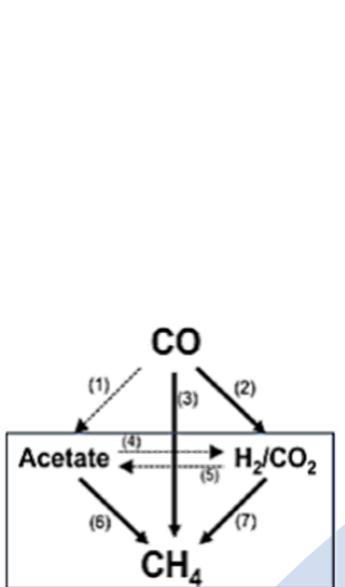
# Exemple : Valorisation du Biogaz par Méthanation biologique

## Outils de caractérisation

## Outils de simulation numérique

## Installation Pilote

## Plateformes Démonstration



### Modèles 1D & CFD

- Caractérisation fine du transfert G/L
- Prédimensionnement des équipements à taille industrielle



### Jumeau numérique

- Couplage des processus en jeu dans le bioréacteur
- Suivi dynamique / contrôle commande
- Extrapolation / Ingénierie

### Modèle Biologique (basé sur ADM1)

- Intégration des équilibres physico-chimiques
- Intégration du transfert de gaz (kla, cst Henry)

# Exemple : Valorisation du Biogaz par Méthanation biologique

## Outils de caractérisation



2018-2020  
Pilote de Laboratoire (20 L)

- Etude de performance
- Etude de résistance et de résilience
- Caractérisation du transfert G/L avec différents types de contacteurs

## Outils de simulation numérique



## Installation Pilote



2021-2026  
Pilote en conditions industrielles (200 L)

- Travail sous pression
- Validation sur biogaz réel
- Optimisation du transfert G/L
- Bases du dimensionnement à l'échelle industrielle

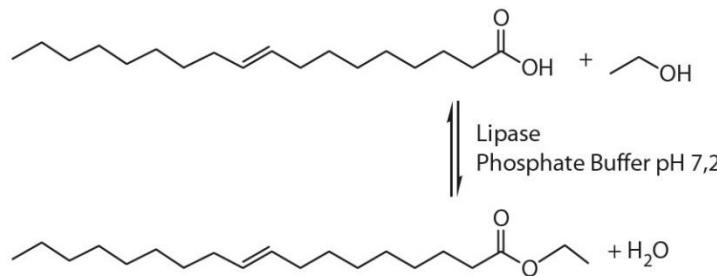
2024-2026  
Pilote industriel

- Validation industrielle
- Développement des synergies entre l'unité de méthanation et la méthanisation



# Exemple : Enzyme catalysed continuous esterification

## Projet Partenarial de démonstration de faisabilité en Intensification des Procédés



Elgue S., Conté A., Marty A., Condoret J.S.  
*"Continuous lipase esterification using process intensification technologies"*,  
*Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 89 (10), 1590-1598, 2014



sanofi



- Intensification des Procédés
- Catalyse enzymatique
- Alternative technologique aux procédés existants

# Exemple : Enzyme catalysed continuous esterification

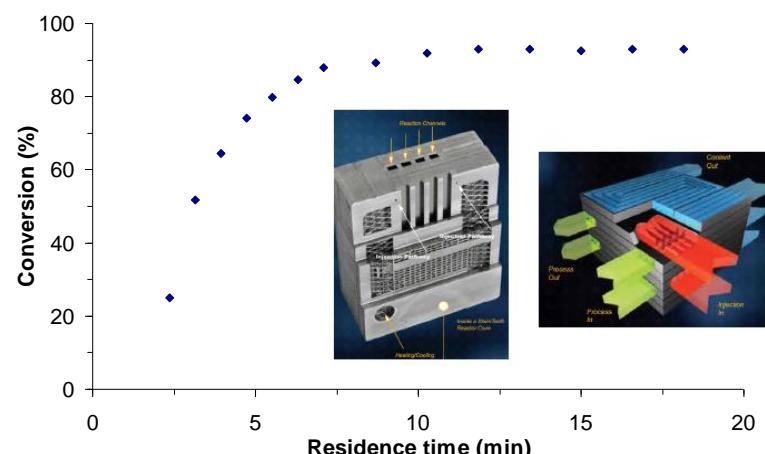
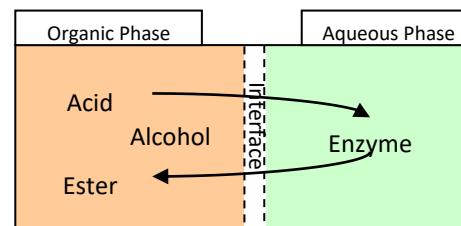
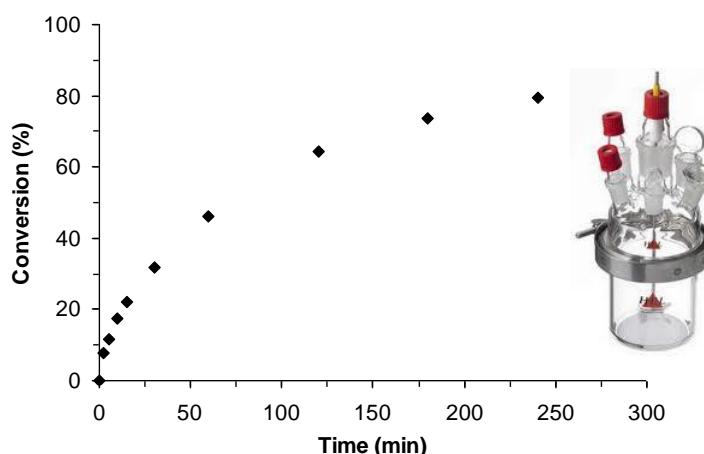
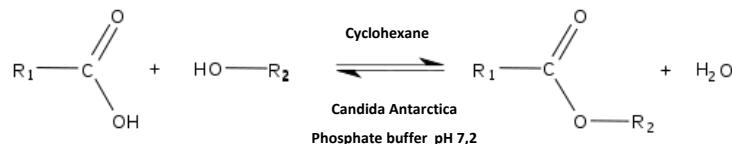
## Outils de caractérisation

## Outils de simulation numérique

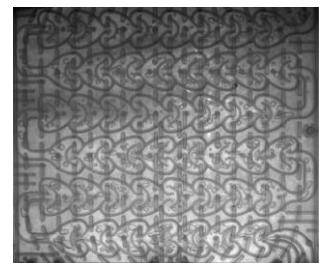
## Installation Pilote

## Plateformes Démonstration

### Caractérisation cinétique globale



### Transfert de matière liquide/liquide



### Détermination expérimentale de $k_L a$

- Suivi en ligne de distribution de tailles de gouttes (dispersion, émulsion) par turbiscan
- Mesure de tailles de gouttes par Malvernizer



# Exemple : Enzyme catalysed continuous esterification

Outils de caractérisation

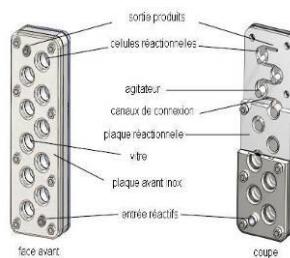
Outils de simulation  
numérique

Installation Pilote

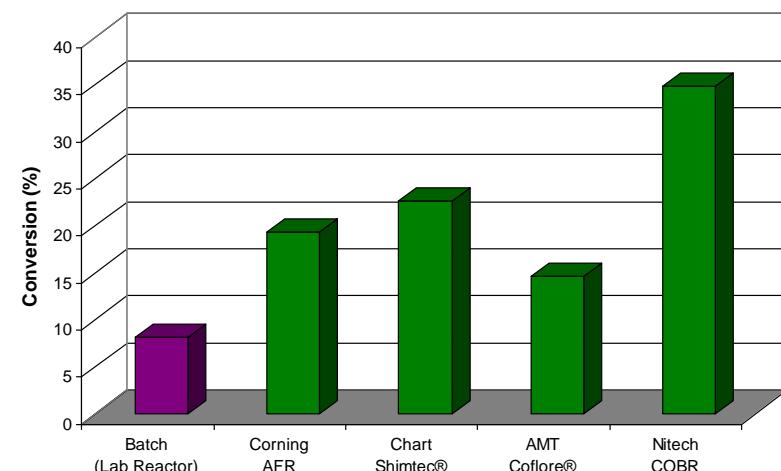
Plateformes  
Démonstration

## Benchmark des équipements – Comparaison des performances de transfert de matière

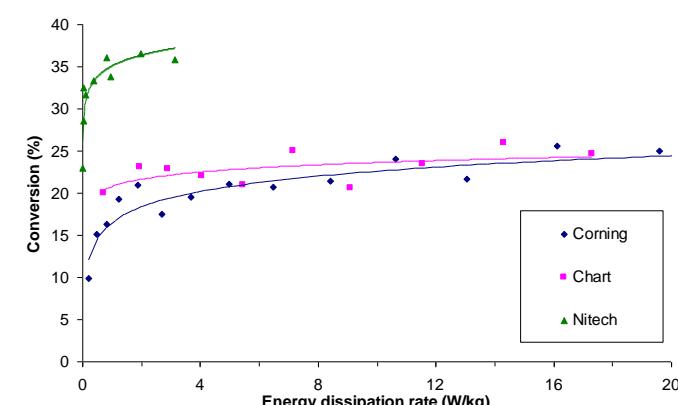
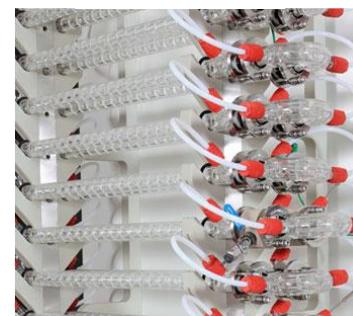
 AM Technology  
Engineering Chemistry



CORNING



 NiTech  
SOLUTIONS



# Exemple : Enzyme catalysed continuous esterification

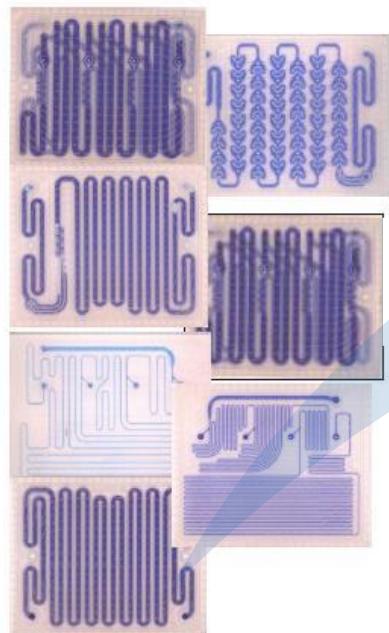
Outils de caractérisation

Outils de simulation  
numérique

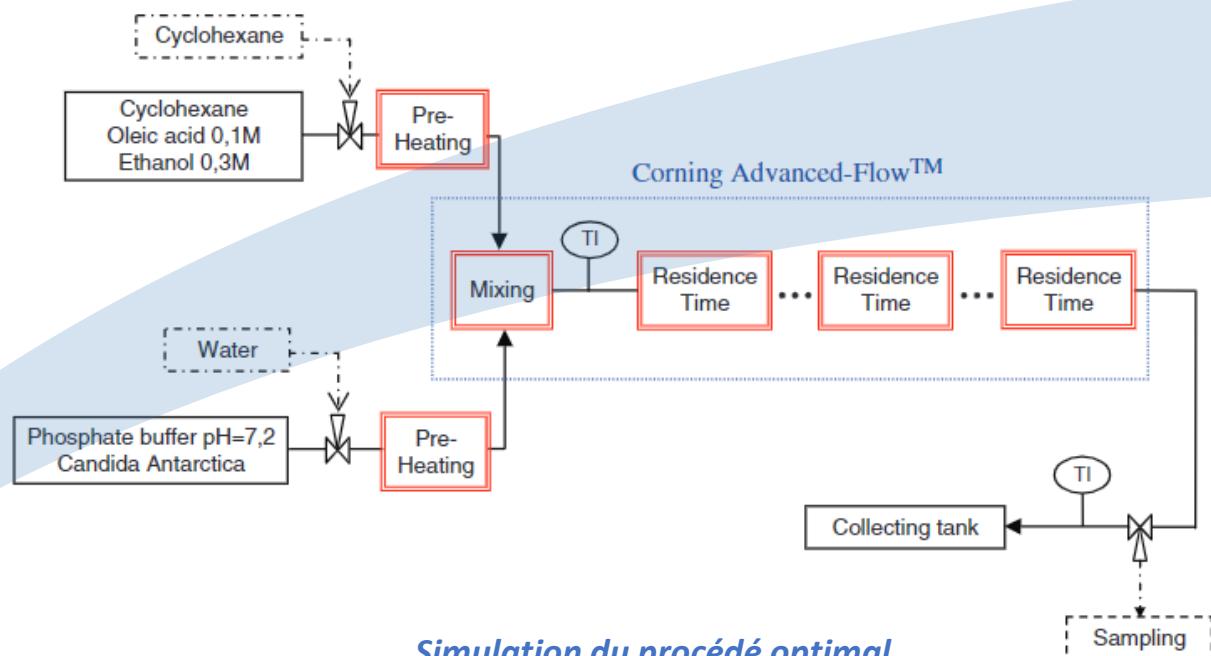
Installation Pilote

Plateformes  
Démonstration

Catalogue équipementier



## Dimensionnement – Choix des équipements



*Simulation du procédé optimal  
Bilan Matière  
Calcul du temps de Séjour / Conversion  
 Cinétique chimique et de transfert*



Equipement pilote  
(10 L/h)

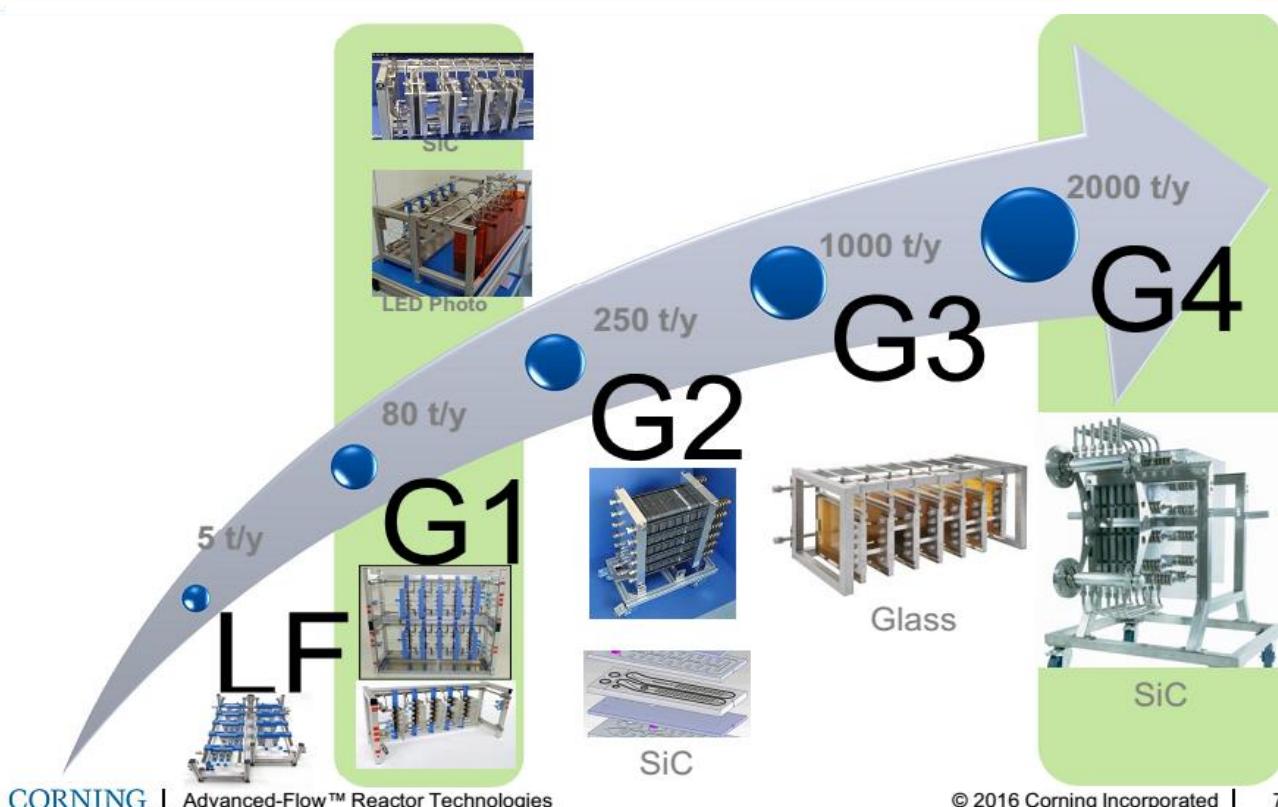
# Exemple : Enzyme catalysed continuous esterification

Outils de caractérisation

Outils de simulation  
numérique

Installation Pilote

Plateformes  
Démonstration



ProSepBio



