



Le Génie des Procédés, acteur du renouveau industriel

François NICOL
Société Française de Génie des Procédés



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*

- Assises régionales (2016)
- Assises nationales (2017)
- Livre blanc et synthèse (2018)

Les Assises régionales (2016)

- Région Sud-Ouest - *Toulouse*
- Région Ouest - *Nantes*
- Région Nord - *Paris*
- Région Est - *Nancy*
- Région Sud-Est - *Lyon*



Les assises du GP - Nord

Une équipe : *M. Debacq, S. Duquesne, P. Dhulster, J.C. de Hemptine, G. Trystram, H. Duval, T. Bechara*

Le regard de l'historien : *Jacques Breysse*

Des ateliers d'échange :

- **visibilité du génie des procédés**, comment attirer des talents ?
- **quels financements pour la recherche**, aujourd'hui et demain ?

Des réalisations remarquables :

- **Struvia[®] (Veolia)**, recyclage du phosphore
- **Emulsar**, la solution en émulsion
- **BioTFuel**, production du biogazole de 2e génération
- **Prosernat**, technologies pour le traitement de gaz
- **Gecco**, collecte et recyclage des huiles de friture
- **Adionics**, une solution de dessalement d'eau de mer

Une synthèse régionale

- video "**que serait le monde sans le génie des procédés ?**"



Les Assises Nationales (2017)



**Quelles réponses du Génie des Procédés pour un
renouveau industriel ?
L'usine du futur**

Les Assises Nationales (2017)



*Sous le Haut Patronage
du Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
et du Ministère de l'Economie et des Finances*

Avec la participation de :

*M.Thierry Mandon, Secrétaire d'Etat au Ministère de l'Education Nationale, de
l'Enseignement Supérieur et de la Recherche*

*M. Marc Rico, Chef du bureau de la chimie et des biotechnologies de la DGE - Ministère de
l'Economie et des Finances*

*M. Jean-Yves Le Déaut, Président de l'office parlementaire d'évaluation des choix
scientifiques et technologiques*

M. Alain Fuchs, Président du CNRS

M. Pierre-Henri Bigeard, DGA IFPEN

M .Marc Daumas, Directeur Sciences & Innovation SANOFI

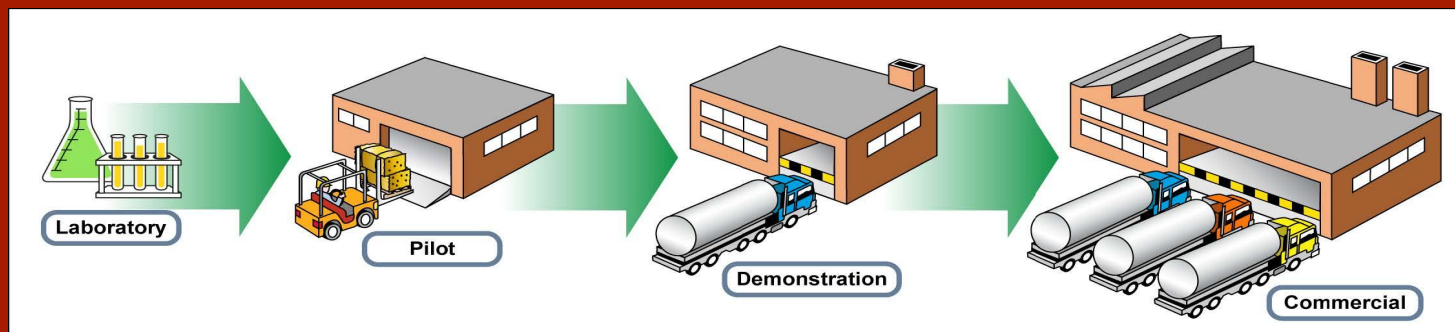
M.Patrick Ducouret, Head of Process Engineering SANOFI

M. Jean-Luc Simon, Directeur R&D Ingredia, représentant l'ANIA

Qu'est-ce que le Génie des Procédés ?

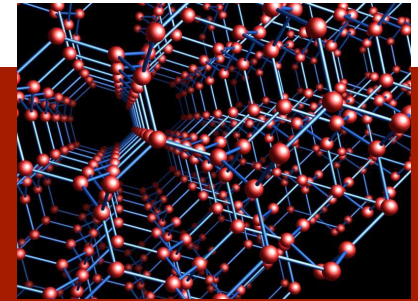
Le **Génie des Procédés de transformation** est l'ensemble des connaissances nécessaires pour concevoir, analyser, développer, construire et faire fonctionner d'une manière optimale, des procédés dans lesquels **la matière change** de forme, d'état d'agrégation ou de dispersion, d'état physique ou de propriétés physico-chimiques, de nature chimique.

Le Génie des Procédés est **une science du changement d'échelle** des objets technologiques, du plus petit vers le plus grand, ou l'inverse.



Qu'est-ce que le Génie des Procédés ?

Le Génie des Procédés = une science intégrative



- développe des **méthodes** associant tous les processus élémentaires, issues des sciences de base, aux échelles pertinentes.
- contrôle la **transformation de matières premières** en produits à propriétés d'usage.
- prend en compte **l'ensemble de l'environnement** (énergie, ressources naturelles, humain, nature, planète...).
- prend en compte les **temps** de production, de régénération ou de fin de vie, des matières, de l'énergie, des produits et des déchets.



Réalisations remarquables du GP

Chimie

Intensification des procédés par la mise en place d'équipements multifonctionnels

Exemple de la production d'acétate d'isopropyle par **distillation réactive**.

La technologie de distillation réactive pour les réactions d'estérification a été brevetée par l'IFPEN. Elle est à la base du procédé développé par NOVAPEX. Prix Pierre Potier en 2016.



Energie - Environnement

Intégration de procédé : mise en place de filières de traitement et de valorisation des déchets organiques urbains et agricoles
développement de procédés de valorisation agronomique et énergétique des déchets organiques, par méthanisation ou compostage
(Collaboration PME EVALOR et IRSTEA Rennes)

Procédés de séparation membranaire : production d'eau potable par ultrafiltration sur fibres creuses en acétate de cellulose
(GdR CNRS « Filtration - Fibres creuses »)



Réalisations remarquables du GP

Energie - Environnement

Procédé de production de biocarburant : Démonstrateur pré-industriel de gazéification de la biomasse en lit fluidisé circulant
(*projet GAYA - LGC Toulouse, ENGIE*)



Couplage de procédés : Production d'électricité à haut rendement par un procédé innovant de gazéification de déchets en lit fixe, suivi d'un étage de reformage par plasma haute température
(*LaTEP – Europlasma*)

Agro-ressources

Logiciel : outil d'aide à la décision pour la maîtrise des paramètres de séchage de produits concentrés alimentaires et non alimentaires
(*STLO Rennes*)

Eco-conception de procédés : réduction de la consommation de fluides (eau, énergie, matière) par la régénération de solutions alcalines de nettoyage en place
(*UMET Lille , ISCR&STLO de Rennes*)



Réalisations remarquables du GP

Agro-ressources

Equipements - Technologies

Four de cuisson de pain à faible énergie, par jets d'impacts et chauffage par rayonnement infrarouge

(GEPEA Nantes, LTeN Nantes, IRDL Lorient)



FROILOC® : système de diffusion localisée d'air froid ultra-propre pour la préservation des aliments

+ amélioration des conditions de santé au travail

+ économie d'énergie

(IRSTEA Rennes)

Nouvelles filières industrielles

Valorisation du CO₂ : Etude multi-échelles du traitement de gaz et de la valorisation du CO₂ dans des procédés biologiques

(Projet VALORCO : Arcelor Mittal – LRGP et IJL Nancy – CEA Marcoule)

Bioproduction : Procédé aérobie en bio-réacteur à membrane pour la production de lipopeptides (molécules tensio-actives et antifongiques)

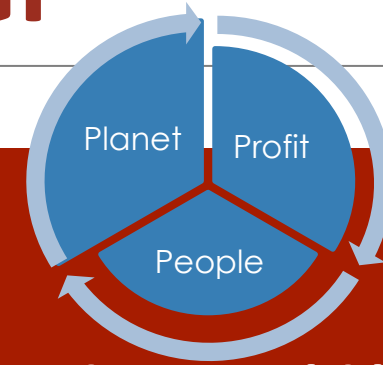
(Institut Charles Violette – Lille)

Microalgues : concepts du Génie des Procédés pour maîtriser la production de microorganismes photosynthétiques et leur valorisation

(GEPEA – AlgoSolis – AlgoSource)



Réalisations remarquables du GP

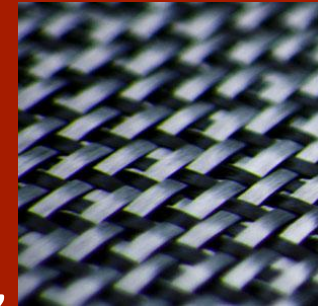


Nouvelles filières industrielles

Economie circulaire

Intègre dans ses concepts même les fondements du génie des procédés :
approche systémique, bilan matière, bilan énergie, gestion des flux...

=> exemple du **recyclage de déchets à base de composites**
de polymère renforcé en fibres de carbone
(Altran, LGC, ISM et TBS Toulouse)



=> exemple de **l'intégration énergétique** de clusters industriels,
par échanges de flux matière et énergie
(Projet EPOS : EPFL, Veolia, Ineos, Arcelor-Mittal, Omya, Cemex)



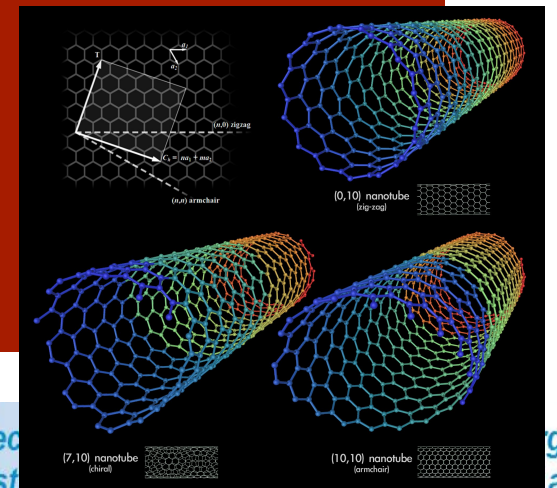
Réalisations remarquables du GP

Nouveaux horizons

GP et santé : Développement d'une compresse biorésorbable par un procédé d'oxydation de la cellulose de Chimie verte en CO₂ supercritique
(LGC, CERMAV)

GP et nanotechnologie : Développement d'un procédé catalytique pour la production industrielle de nanotubes de carbone multi-parois
(LCC, CIRIMAT, LGC et Arkema)

GP et espace : Reproduction d'un écosystème terrestre pour la vie dans l'espace avec, systèmes bio-régénératifs
(programme MELISSA – IP Clermont)



Les Formations en Génie des Procédés

- **Baccalauréat professionnel**

- « Bio-industries de transformation » - 61 établissements
- « Procédés de la Chimie, de l'Eau et des Papiers-Cartons » (PCEPC) - 48 établissements

- **Brevet Professionnel** des Industries alimentaires - 12 établissements

- **BTS** : 4 filières en lien avec le GP

- Pilotage de procédés - 22 établissements
- Contrôle Industriel et Régulation Automatique (CIRA) - 48 établissements
- Métiers de la Chimie - 32 établissements
- Métiers de l'eau - 24 établissements

- **DUT**

- **Génie Chimique-Génie des procédés** : 12 établissements – 450 diplômés par an (2,5% des diplômés du secteur productique)
- *autres*
 - Génie Thermique et Energie : 822 diplômés par an soit 4% des diplômés du secteur productique
 - Chimie : 1394 diplômés par an soit 8 % des diplômés du secteur productique – 17 instituts avec GP
 - Génie biologique : 2815 diplômés par an soit 15% des diplômés du secteur productique - 23 instituts avec GP



Licences Professionnelles

- 4 mentions « Génie des procédés », 32 formations, 500 étudiants

Licences et Master

- **Licences** : pas de mention « Génie des procédés », « énergétique » ou « thermique »
- **Masters GP** : mention « Génie des procédés », 25 parcours recensés, 400 étudiants

Ecoles d'ingénieurs

- **Formations en Génie des procédés** : 5 formations en 1991, 10 en 2016, 700 étudiants
- **Formations incluant du Génie des procédés** : 2 formations en 1991, 45 en 2016, environ 1800 étudiants

La Recherche en Génie des Procédés

CNRS-INSIS section 10 + **CNRS-INC** sections 14, 15 + **CNRS-INEE**

=> 120 chercheurs

Universités + Ecoles + IUT section 62 (« Energétique et Génie des Procédés »)

+ **700 EC** section 64 (« Biochimie, biologie moléculaire »)

+ **100 EC** Ministères (Industrie - Armée - Agriculture)

=> 200 Enseignants Chercheurs

INRA : Agroalimentaire (CEPIA) – Environnement (EA) – Biologie intégrative (MICA)

=> 90 chercheurs

IRSTEA - Ecotechnologies => 25 chercheurs

IFSTTAR - Environnement - Matériaux => 10 chercheurs

CEA => 300 chercheurs

IFPEN => 170 chercheurs

CIRAD => 30 chercheurs

INERIS => 30 chercheurs

INRS => 40 chercheurs










**~ 1800 chercheurs
en Génie des Procédés
(hors industriels)**



La Recherche en Génie des Procédés

- 23 labos
à dominante GP
- 96 labos
avec activités GP

~ 1800 Chercheurs
~ 1200 Doctorants

-  Dominante GP
-  Automatique
-  Biologie-Bioressources
-  Chimie-Catalyse
-  Conception -Innovation
-  Environnement
-  Matériaux
-  Mécanique/Thermique/Energétique
-  Plasma
-  Sciences des aliments



Les évolutions du GP depuis 25 ans

- De l'industrie chimique vers **les industries de procédés**
=> IAA, Bio-industries, Ecotechnologies
- Pour un **Développement durable**
=> procédés respectueux de l'environnement, pour une plus grande sécurité, pour la valorisation des déchets, vers l'économie circulaire
- Pour la **Ré-industrialisation, par l'usine du futur**
=> procédés flexibles/modulables, intensification des procédés, prise en compte des demandes sociétales, smart industry/ big data
- **Nouveaux horizons**
=> Micro Génie des Procédés : application au Vivant, aux capteurs
=> Macro Génie des Procédés : agronomie, territoire, écoparcs

Positionnement du Génie des Procédés



- 1) Gestion sobre des ressources et adaptation au changement climatique
- 2) Une énergie propre, sûre et efficace
- 3) Le renouveau industriel
- 4) Santé et bien-être
- 5) Sécurité alimentaire et défi démographique
- 6) Transports et systèmes urbains durables
- 7) Société de l'information et de la communication
- 8) Sociétés innovantes, intégratives et adaptatives
- 9) Une ambition spatiale pour l'Europe

8 des 10 défis de la SNR
(Stratégie Nationale de la Recherche)

**19 des 41 orientations
prioritaires**



...et maintenant,

qu'allons-nous faire ?



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*

Modélisation

- **Multi-échelles** : Pour le scale-up et le scale-down
- **Multi-critères** : Intégration dans la conception de l'outil de production de l'ensemble des contraintes techniques, économiques, environnementales et sociétales. Assurer le couplage modélisation – optimisation - aide à la décision multi-critères.
- **Développer les collaborations avec les sciences connexes (bio)chimiques, biologiques, économiques et les mathématiques appliquées**
 - => pour une meilleure compréhension des mécanismes élémentaires du procédé étudié, des interactions entre mécanismes (couplage), voire des mécanismes prédominants en vue d'une simplification du modèle/de la conduite du procédé

L'usine du futur

- Une **ingénierie** pour des procédés et des équipements flexibles et robustes
- Développer la **digitalisation de l'usine** : modélisation, simulation, capteurs et équipements connectés, traitement des données massives
- Développer des modèles prédictifs pour la **maintenance** des équipements
- Développer des stratégies de **mesure** sur des procédés industriels, dans des conditions peu appropriées à la mesure.
- Développer des stratégies de **contrôle-commande** du procédé en interaction avec les automaticiens.
- Répondre aux enjeux de **l'économie** et de **la sûreté**

Energie - environnement

- Le Génie des Procédés au service de **la transition écologique** et de **l'économie durable** : recyclage, valorisation des déchets, économie de matières premières, de l'énergie, de l'eau...
- Le Génie des Procédés au service de **la transition énergétique**, en interaction avec : Biologie, Chimie, Matériaux, Mécanique, Thermique.
- Développer une **ingénierie globale**, intégrant produits et co-produits, dans un cadre d'économie circulaire et de réponse locale.
- Développer les **collaborations avec les Sciences Humaines et Sociales**, pour aborder rationnellement l'acceptabilité, et **avec les économistes**, pour l'optimisation technico-économique et les orientations stratégiques

Bioressources

- **Agroalimentaire – Procédés biosourcés** : apporter des réponses technologiques multiples, en tenant compte de la variabilité de la ressource dans le temps et dans l'espace.
=> procédés versatiles, avec des moyens de contrôle multiples
- **Agriculture** : développer le GP au service des pratiques culturelles
- **Nutrition** : développer le GP du fonctionnement des organes,
=> génie de la réaction et thermodynamique
- **Biotechnologie** : développer le GP au niveau cellulaire (microorganismes)
=> génie de la réaction et thermodynamique

Formation

- Proposer **une agrégation en génie des procédés** et former les professeurs de lycées, collèges, écoles primaires (?)
- Développer les **liens avec la recherche et l'industrie**, pour anticiper l'évolution des métiers
- Développer les actions de **formation continue**, pour former les salariés en poste aux évolutions du GP, en interaction avec la recherche.
- Renforcer la **formation à la modélisation** et à ses outils.

Actions lancées par la SFGP

Un Conseil Scientifique et Technique renforcé

- une équipe en place : Comop élargi aux régions
- GT et Cathala-Letort
- Congrès nationaux : une organisation régionale proposée !
- Ouverture à l'International
 - congrès 2021
 - One day event EFCE
 - ESBES



Actions lancées par la SFGP

Une association qui se tourne vers les plus jeunes

- Création du GT “Jeunes Talents”
- Un prix de thèse SFGP
- Un espace partagé “Trouver ma thèse en GP”
- Un espace partagé “CV et postes à pourvoir”
- Des formations en ligne : “le portail du GP”

Actions lancées par la SFGP

Usine du futur : notre vision

“L’usine du futur sera **flexible** et s’adaptera aux fluctuations des besoins – en s’appuyant sur une conception modulaire des équipements – à la variabilité de matières premières biosourcées ou issues du recyclage (économie circulaire) et à la transition énergétique.

Elle sera **numérique** et utilisera pleinement les opportunités offertes par la connectivité des équipements (Internet of Things), les capacités de calcul (Big Data) pour proposer des nouvelles stratégies de contrôle des procédés, pour développer des **modèles prédictifs** pour la maintenance des équipements, et pour optimiser les flux de production. Elle utilisera **l’impression 3D** (additive manufacturing) pour la production de nouveaux équipements et l’intensification du procédé.

Elle sera davantage **responsable**, respectueuse de l’environnement et économe en ressources naturelles : matières premières, eau, énergie.”

Actions lancées par la SFGRP

Usine du futur : Guide blanc 2019

- Une démarche tournée vers les Industries de Procédé
- Un objectif : rencontrer les décideurs politiques et industriels
- Un travail collaboratif Universités / Industries

UTILISATEURS FINAUX



INGÉNIERIES ÉQUIPEMENTIERS



ASSOCIATIONS PROFESSIONNELLES



UNIVERSITÉS & LABORATOIRES



Le Génie des Procédés, acteur du renouveau industriel

QUESTIONS

