

PROCÉDRIQUE

La revue annuelle de la SFGP



La science des procédés face aux enjeux industriels et sociétaux

Membre de l'EFCE et de l'ESBES



L'Association

Les Groupes
thématiques (GT)

Les journées
thématiques des GT

Les autres
événements

Les Assises du
Génie des Procédés

Sommaire



L'Association

- 3 Editorial
- 5 Rapport d'activité 2016
- 8 Organigramme en mai 2017
- 9 Membres français des WP et Sections de l'EFCE
- 12 Groupes Thématiques (GT) et Comité Scientifique et Technique (CST)
- 22 Récapitulatif des GT en 2017



Les Assises du Génie des Procédés

- 36 Les Assises Est
- 37 Les Assises Nord
- 38 Les Assises Ouest
- 39 Les Assises Sud-Est
- 40 Les Assises Ouest
- 42 Les Assises Nationales



Les journées thématiques des GT

- 23 **Séparation réactive**, 1^{er} juin 2016, IFP Solaize
- 24 **De l'audit énergétique à l'optimisation de l'efficacité énergétique des sites industriels** : 9 juin 2016, Paris
- 25 **Hydrates**, GT Thermodynamique des procédés, 1^{er} et 2 décembre 2016, Pau
- 26 **Fluides de travail pour la production de froid**, 15 et 16 mars 2017, Paris
- 28 **Mélange de produits à viscosité élevée**, 23 mars 2017, Saint-Quentin



Zoom

- 43 Livres parus en 2016-2017
- 46 Récents Progrès en GP n° 108 et 107
- 47 Agenda



Les autres évènements

- 30 Conférences Cnam « Vous avez dit génie des procédés ? »
- 31 Congrès Cristal 8, 26-27 mai 2016, Rouen
- 32 Eau et déchets JTED 2016 « Valorisation des ressources issues des déchets et effluents », 16 -17 novembre, Toulouse
- 33 Congrès AvniR, 8 et 9 novembre 2016, Lille
- 34 Journée scientifique du Codegepra 17 novembre 2016, Grenoble



Editorial

Sous le haut patronage du Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et du Ministère de l'Économie et des Finances.



Le fait marquant de l'année passée pour la SFGRP fut sans nul doute l'organisation des **Assises du Génie des Procédés** en régions (Lyon, Nancy, Nantes, Paris et Toulouse) au 4^e trimestre 2016 et leur synthèse lors des Assises Nationales à la Maison de la Chimie de Paris le 28 mars 2017. De très nombreux acteurs, environ 350 personnes, ont participé à ces assises, auxquelles j'adresse mes remerciements le plus vifs. Je tiens aussi à exprimer ma gratitude aux organisateurs Mme Xuan MEYER, MM. Jean-François JOLY et Jack LEGRAND, du Comité Scientifique et Technique de la SFGRP, qui n'ont pas ménagé leur peine pour assurer la réussite de ces événements, réussite incontestée tant par la qualité des participants et des intervenants que par le contenu et la forme des présentations.

Les **Assises Nationales du Génie des Procédés** avaient reçu le haut patronage du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Économie et des Finances, dont les représentants ont témoigné tout l'intérêt qu'ils portaient à la thématique. Des personnalités du monde académique et du milieu industriel y ont participé :

- ▶ M. Sébastien PODEVYN, Conseiller auprès de M. Thierry, Secrétaire d'Etat au Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche;
- ▶ Monsieur le Député Jean-Yves LE DÉAUT, Président de l'Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques ;

- ▶ M. Marc RICO, Chef du Bureau de la chimie et des biotechnologies de la Direction Générale des Entreprises - Ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique ;
- ▶ M. Alain FUCHS, Président du CNRS ;
- ▶ M. Pierre-Henri BIGEARD, DGA - IFPEN ;
- ▶ M. Marc DAUMAS, Directeur Sciences & Innovation, Sanofi ;
- ▶ M. Jean-Luc SIMON, Directeur R&D Ingredia, représentant l'ANIA (Association Nationale des Industries Agroalimentaires) ;
- ▶ M. Laurent BASEILHAC, Directeur des Procédés, Arkéma ;
- ▶ M. Philippe RICOUX, chargé de mission auprès du Directeur R&D du groupe Total.

Le but de ces assises était de connaître les utilisateurs de notre discipline et de se faire mieux connaître par ceux qui l'utilisent sans le savoir, avec comme objectif final de montrer que **le Génie des Procédés est un acteur important pour le renouveau industriel**. Un bilan complet est présenté dans le dossier consacré aux Assises dans ce numéro de Procédique et donnera lieu à la publication d'un **Livre blanc du Génie des Procédés**.

D'ores et déjà, les assises ont défini la feuille de route de la SFGRP, en d'autres termes les actions à lancer à tous les niveaux de l'Association en synergie avec ses membres, ses partenaires français et européens. Ces assises s'impo-



saient vu le contexte économique, vu l'impérieuse nécessité de revoir en profondeur nos méthodes de Recherche et Développement, nos technologies, nos méthodes de travail pour que nos entreprises soient gagnantes. Les industries manufacturières et beaucoup d'organisations et d'entité diverses peuvent bénéficier des méthodes de notre discipline. Chacun s'accorde sur le fait que notre magnifique pays doit redevenir un grand pays industriel. **Lutter contre la désindustrialisation et repenser son tissu industriel** sont des conditions sine qua non pour améliorer l'emploi et réduire notre dépendance vis-à-vis de l'étranger. La France en a les moyens au vu de la qualité de sa Recherche, des succès de certaines de ses filières, de ses implantations à l'étranger, de sa capacité d'innovation.

Le moment est opportun car notre pays peut utiliser comme levier ce que l'on a l'habitude d'appeler **Révolution numérique**, la révolution digitale où nous avons de nombreux atouts, ne serait-ce qu'en mathématiques. Cette révolution s'inscrit dans un besoin sans précédent de faire face aux défis de l'eau, de la transition énergétique, de l'alimentation, de la santé, d'un besoin de bien-être auquel des millions de personnes aspirent légitimement. A cette liste déjà longue, il faut ajouter les problèmes liés au changement climatique, à l'environnement et, malheureusement, au terrorisme dont la cybercriminalité est l'une des facettes parmi les plus insidieuses auxquelles le milieu industriel n'échappe pas.

Nous définissons le Génie des Procédés comme une science, une **discipline d'intégration d'autres sciences** telles la chimie, la physique, les mathématiques, la mécanique. C'est un acteur important des industries de procédés dont l'importance économique est considérable.

Le procédé est au cœur des industries du même nom ; du procédé dépend le succès de l'activité qu'il sous-tend. De **nouveaux procédés innovants** peuvent être à la source de nouvelles activités et réactiver des industries vieillissantes.

La mission de la SFGP est la **promotion du Génie des Procédés** en réunissant Industriels, académiques, équipementiers et sociétés d'ingénierie autour d'un **objectif commun** : améliorer les techniques pour aider nos industries à rester compétitives et pérennes.

La SFGP est une Association loi de 1901 forte de 700 membres. Son Conseil d'Administration est statutairement composé pour moitié d'Industriels et pour moitié d'académiques. Son épine dorsale est constituée des **17 Groupes Thématiques** (les GT) dont vous trouverez la description et les activités récentes dans ce numéro.

La SFGP est très fortement européenne.

C'est à la Maison de la Chimie, 4 ans avant le traité de Rome que l'Angleterre, l'Allemagne et la France ont fondé l'**EFCE** (*European Federation of Chemical Engineering*). L'EFCE représente aujourd'hui 27 pays, 40 associations et 100 000 membres ; la SFGP en assure le secrétariat général avec ses collègues anglais et allemands. Il m'est agréable de vous informer que nous en assurons aussi le contrôle scientifique depuis l'année dernière.

Il en va de même pour l'**ESBES** (*European Society of Biochemical Engineering Sciences*) créée il y a 4 ans, où nous jouons un rôle majeur. L'Europe du Génie des Procédés et des Biotechnologies est une réalité, une force dont nous voulons tirer parti.

Sous l'impulsion de notre Conseil d'Administration, une **commission "Usine du futur"** composée d'industriels et d'académiques est très active depuis bientôt un an ; dans le même esprit, une réflexion vient d'être lancée concernant l'**Ingénierie de réalisation**, qui conçoit et construit les outils de production. Cette initiative est née de la révolution numérique à nos portes, qui va modifier le mode de fonctionnement des entreprises. La SFGP avec ses GT doit réfléchir avec ses collègues chimistes à de nouvelles voies de synthèse, à des matières premières « biosourcées », à des équipements multifonctionnels « intensifiés », à des modes de construction innovants pour produire plus vite, moins cher, pour construire des usines à empreinte carbone la plus faible possible, acceptées par la société et pérennes.

Ce sera autant de défis que la SFGP aura à surmonter pour contribuer au renouveau industriel de la France ; elle a montré qu'elle savait le faire, elle s'y engage !

Chers Adhérents, chers Collègues, je me dois de remercier les membres du Conseil d'Administration pour leur confiance qui ne se dément pas, et tous ceux, académiques et industriels, qui œuvrent pour que la SFGP continue à se développer, ainsi que les bénévoles sans lesquels notre Association ne saurait exister.

Je vous donne rendez-vous au prochain congrès Nancy en juillet prochain !



Le Président
Jean-Pierre DAL PONT





Le rapport d'activité 2016

L'activité en 2016 a été très riche. Elle s'inscrit dans la ligne du congrès de Nice 2015 qui a donné à notre Association un élan nouveau et a permis une implication de plus en plus forte dans l'EFCE et l'ESBES.

Elle a été marquée principalement par :

- ▶ *la tenue des Assises régionales qui se sont déroulées à Toulouse, Paris, Lyon, Nancy et Nantes, avec une assistance moyenne de 50 à 60 personnes,*
- ▶ *la redistribution des fonctions des trois secrétariats de l'EFCE tenus respectivement par la DECHEMA, l'ICHEM et la SFGP : la SFGP est maintenant en charge du secrétariat scientifique,*
- ▶ *le lancement de la Commission « Usine du futur »,*
- ▶ *La dissolution de la FFC et la reprise partielle des locaux au nom de la SFGP avec la reprise des contrats de service de la FFC,*
- ▶ *la parution du N°49 de PROCÉDIQUE,*
- ▶ *la clôture des comptes des congrès de Nice dont le PCO était LIVE ! by GLevents.*
- ▶ *des difficultés importantes pour trouver une assistance administrative, ce qui a entraîné quelques dysfonctionnements.*

Des événements organisés par les GT et des activités extérieures nombreuses et variées sont venus compléter une année porteuse d'avenir.

1- Aspects administratifs

▶ Mouvement des administrateurs

Le point sur les fins de mandat des administrateurs, établi par Patrice MEHEUX, a été envoyé le 2/11.

Jean-Pierre BRUNELLE quitte le CA pour départ en retraite. Le CA le remercie chaleureusement pour son activité soutenue, ses conseils et sa participation active au GT Intensification des procédés.

Christian CASSE, partant à la retraite, quitte le CA. Le CA le remercie pour sa participation active.

▶ Conseil d'Administration

Il s'est réuni le 16/03, le 7/06, le 7/09 et le 7/12 rue Saint-Jacques, Paris, dans les locaux de la Société Chimique de France.

Le CA du 7/09 a coopté **Dominique HORBEZ**, directeur Recherche et Innovation chez Solvay.

Le CA du 7/12 a été marqué par le choix du site du congrès GP 2019 : 2 candidats étaient en compétition : **Nantes** et **Montpellier**, Rouen s'étant désisté ; Nantes (GEPEA) a été retenu.

Lors de ce CA, **Marie-Astrid SOENEN**, responsable du pôle

« Substances, Produits, Procédés » à l'INERIS, a été cooptée en remplacement de François ROUSSEAU, appelé à la Direction de l'Ecole de Mines de Nancy.

▶ Assemblée Générale Ordinaire le 7/06/2016

Toutes les résolutions qui lui ont été soumises ont été approuvées.

▶ Adhésions

Le nombre d'adhérents en 2016 est de **541**.

15 « Personnes morales » : Air liquide, AXELERA, BRGM, Clextral, ERAS, Hutchinson, INERIS, NEU, Sanofi Pasteur, Solvay, Total, VEOLIA, INTERCHIMIE /GIFIC, Techniques de l'ingénieur, LATEP/ENSGTI.

2- Dissolution de la FFC

La FFC (Fédération Française pour les Sciences de la Chimie), successeur de la SCI (Société de Chimie Industrielle) et fondée par la SFGP et la SCF, a cessé ses activités fin 2015.

La SFGP occupait une partie des locaux de la FFC. Elle a signé le 4 mars une convention avec la Fondation de la Maison de la Chimie, pour en reprendre une partie ainsi que les contrats de service en cours : copieur, fax, téléphone, informatique...).

3- Communication

Martine POUX en a gardé la responsabilité.

▶ Procédique 2016 N° 49

Résultat d'un travail considérable de Cécile-Anne NAUDIN, notre Bulletin (64 pages) a été routé en juillet; c'est un support de communication majeur fortement apprécié. Tirage à 1500 exemplaires dont 354 pour les adhérents.

▶ Site INTERNET (Patrice MEHEUX)

Un contrat de maintenance a été signé avec la société IdPot, qui a repris les activités de CapGrandLarge à qui la rénovation du site avait été confiée en 2013.

4- Activités scientifiques du CST et des GT

La réunion annuelle de productive.

Les **manifestations animées par les GT** en 2016 sont listées dans le tableau ci-dessous. Leurs comptes rendus sont publiés dans les Nos 49 et 50 de Procédique.



L'Association

L'analyse dimensionnelle : un outil d'ingénierie performant pour modéliser les procédés industriels complexes et maîtriser le changement d'échelle. GT Informatique et Procédés M. Debacq	8 mars 2016	Paris
Journée SF2M-SFGP « Mesure et analyse inclusionnaire » GT Elaboration des Matériaux Métalliques J.P. Bellot	10 mars 2016	Paris
Ecole d'hiver « Réactions et réacteurs hétérogènes » Codegepra J.F. Joly, M. Arousseau	13-18 mars 2016	Les Houches Chamonix
Données Thermodynamiques : production, cohérence et impact sur le dimensionnement des procédés industriels GT Thermodynamique des procédés R. Lugo et J.N. Jaubert	1 ^{er} avril 2016	Rueil - Malmaison
Séparation réactive GT Ingénierie des réacteurs et Intensification L. Falk	1 ^{er} juin 2016	Toulouse
De l'audit énergétique à l'optimisation de l'efficacité énergétique des sites industriels. GT Energie et GT Informatique et procédés R. Hétreux	9 juin 2016	Paris
<i>5th international conference on Life Cycle Thinking for leading managers</i> GT Cycle de vie et Recyclage des Matériaux S. Duquesne	8-9 novembre 2016	Lille
Hydrates, GT Thermodynamique des Procédés J.N. Jaubert	1 ^{er} et 2 décembre 2016	Pau

► Assises du Génie des Procédés

Se reporter au dossier qui leur est consacré dans ce numéro.

Les 5 Assises régionales se sont déroulées au 4^e trimestre. Le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche a accordé son haut patronage pour les Assises Nationales à Paris le 28 mars 2017, pour présenter, entre autres, les travaux des Assises régionales.

Un *livre blanc* proposera une synthèse de ces Assises à l'attention des décideurs académiques, industriels et institutionnels.

► Commission « Usine du futur »

Michel ROYER en est le secrétaire.

La réunion de lancement a eu lieu le 30 mai, suivie des réunions du 13/06, du 16/09 et du 18/11/2016.

Un *Guide* présentant le positionnement du Génie des procédés et de la SFGP dans la réflexion nationale sur la thématique « Usine du Futur » sera rédigé fin 2017.

Nota : au cours de la réunion du 18 /11, M. Mongi SAKLY de Sanofi propose de lancer un GT « Ingénierie ».

5- Coopérations avec d'autres organismes

► HYDREOS

La SFGP suit les travaux menés concernant l'eau dans l'Usine du Futur.

► POLLUTEC

La SFGP est représentée par Jean-Pierre DAL PONT et Patrice MEHEUX au COPIL des Salons POLLUTEC à Lyon tous les 2 ans.

POLLUTEC 2016 a eu lieu du 28/11 au 2/12. La SFGP y a tenu un stand mis à disposition par REED. Jean-Pierre DAL PONT, Patrice MEHEUX et Catherine BEC y étaient présents. Jean Pierre DAL PONT y a fait une conférence.

► ACIA

La SFGP a un poste d'administrateur au CA de l'ACIA dont le Président est Eric SCHER. Gilles TRYSTRAM est le représentant de l'ACIA au CA de la SFGP.

Jean-Pierre DAL PONT a assisté au CA de l'ACIA du 24/05 et à l'AG du 15/12.

► IESF (ancien CNISF)

La SFGP en est membre.

► Cnam

La SFGP participe aux conférences « Vous avez dit génie des procédés » organisées par Marie DEBACQ-LAPASSAT.

► INTERCHIMIE - GIFIC

Les deux associations loi 1901 issues de la FIM (Fédération des Industries Mécaniques) ont fusionné en 2015. Vincent Béranger est le président de cette nouvelle association.



Laure HELARD, déléguée du Syndicat professionnel PROFLUID, vice-présidente, siège au CA de la SFGP, représentant ainsi le pôle « équipements ».

La SFGP a participé au CA d'INTERCHIMIE - GIFIC des 01/07 et 26/10/16.

Jean-Pierre DAL PONT et Patrice MEHEUX ont participé au congrès de PROFLUID le 2/06; B. SAULNIER y a fait une intervention remarquée au nom d'Air Liquide.

► **SCF** (Société Chimique de France)

Il existe une cotisation croisée SCF/SFGP. La nouvelle présidente de la SCF est Gilberte CHAMBAUD.

► **SF2M** (Société Française de Métallurgie et de Matériaux)

Il existe une cotisation croisée SF2M/SFGP et un groupe de travail commun animé par Jean-Pierre BELLOT.

► **Techniques de l'Ingénieur** (Editions TI)

La SFGP via Jean-Claude CHARPENTIER, Jean-François JOLY et Jean-Pierre DAL PONT y anime la base documentaire « J » Génie des Procédés.

Cécile-Anne NAUDIN assure la Hot Line « question TI / réponse SFGP ».

► **Matériaux 2018**

La SFGP est membre de la FFM (Fédération Française des Matériaux).

Patrice MEHEUX est le président du Comité financier du congrès 2018 qui se tiendra à Strasbourg au second semestre 2018.

► **FFBiotech** (Fédération Française des Biotechnologies)

Pierre MONSAN en assure la présidence. La SFGP a joué un rôle majeur dans sa création. Jean-Luc SIMON en est le vice-président industriel et Pascal DHULSTER le trésorier.

La première manifestation de la FFBiotech sera organisée à Lille les 15 et 16 mai 2017 sur le thème des Bioréacteurs.

► **SFT** (Sté Française de Thermique)

Les premiers contacts remontent au 2/11/2016. Des manifestations communes avec les GT « Energie » et « Thermodynamique des Procédés » se mettent en place.

► **ISTE Editions**

Plusieurs membres de la SFGP apportent leur contribution dans les thématiques GP et Usine du futur, entre autres.

6- Affaires Internationales

► **EFCE**

La représentation de la SFGP au sein de l'EFCE est forte avec Jean-Pierre DAL PONT Secrétaire Général - Paris Office, aux côtés des deux autres secrétariats tenus par la DECHEMA et l'ICHEME, Martine POUX Secrétaire - Paris Office, François NICOL Représentant Industriel et Jean-Marc LELANN Vice-Président Scientifique.

Martine POUX est nommée Secrétaire scientifique de l'EFCE en fin d'année.

L'EFCE est devenue une *Charity* de droit anglais ; Jean-Pierre Dal Pont, Jean-Marc LE LANN et François NICOL en sont les *Trustees* français.

Au **Board Meeting** à Barcelone le 15/04 :

- L'Audit interne lancé par le Président Rafiq GANI en raison des difficultés rencontrées par la DECHEMA et l'ICHEME est confié à H. FEISE, G. VERONESI et J. DRAHOS ;
- un point d'avancement a été fait sur WCCE 10 qui se tiendra dans cette ville en octobre 2017 avec ECCE 11 et ECAB 4 ;
- David BROWN annonce son départ de l'ICHEME.

Réunion **SPIRE** à Bruxelles le 15/06 en tant que représentant EFCE.

► **WCEC**

Pierre-Henri BIGEARD (IFPEN) et Jean-Pierre DAL PONT sont membres de cette organisation dont le but essentiel est de définir l'organisation des congrès mondiaux WCEC.

► **ESBES**

La SFGP est très présente dans cette organisation fondée lors des congrès de La Haye en 2013.

L'ESBES n'a pas d'existence légale. Son organisation est calquée sur celle de l'EFCE : la SFGP occupe le poste de « Secrétariat Général » Paris Office aux côtés de la DECHEMA et de l'ICHEME.

Son correspondant « naturel » est le GT « Génie des Procédés Biotechnologiques et Agroalimentaires » GPBA animé par Jean-Luc SIMON.

Le 7/04 une réunion ESBES, FFBiotech, SFGP (GT GPBA) tenue à Paris fut l'occasion pour Pierre MONSAN, président de FFBIOTECH, de rencontrer Guilherme FERREIRA, président de l'ESBES, et de définir les bases d'une coopération entre les trois organisations. De cette réunion est né le projet du Symposium international « Bioréacteurs » organisé à Lille les 15 et mai 2017.

17/04 : Board meeting à Barcelone.

Au congrès ESBES de Dublin en septembre 2016, plusieurs membres du Bureau du GT GPBA ont été nommés pour de **nouvelles Sections** de l'ESBES :

- *Bioreactor Performance* : Franck DELVIGNE vice-président,
- *Metabolic Engineering* : Philippe JACQUES et Claude-Gilles DUSSAP chairmen,
- *Food Bioprocess Engineering* : Jack LEGRAND.

Le Président

Jean-Pierre DAL PONT





L'Association

La gouvernance de la SFGP repose sur un **Bureau**, un **Conseil d'Administration** et un **Comité Opérationnel (COMOP)**.

Les membres du Conseil d'Administration et du Bureau proviennent, à parts égales, du monde industriel et du milieu académique, conformément à la mission de la SFGP.

Le Bureau et le COMOP

Président : + * **Jean-Pierre DAL PONT**, Ancien Vice-Président Industriel Rhône-Poulenc Rhodia Asie Pacifique

Vice-Président scientifique : + * **Joël BERTRAND**, Conseiller spécial du CNRS

Vice-Président industriel : + * **Bernard SAULNIER**, Direction Scientifique R&D, Air Liquide

Trésorier : + * **Patrice MÉHEUX**, Consultant

Secrétaire général : + * **François NICOL**, Directeur du département Génie des Procédés, Veolia Environnement / Recherche & Innovation

Président du CST : + * **Jack LEGRAND**, GEPEA-CNRS - Université de Nantes / Saint-Nazaire

Vice-Présidents du CST : + * **Michel SARDIN**, Professeur émérite, Université de Lorraine

+ * **Jean-François JOLY**, Conseiller du Président

* **Xuan MEYER**, ENSIACET, Laboratoire de Génie Chimique, Toulouse

Déléguée Générale : * **Catherine BEC**

Déléguée Général Adjointe : * **Cécile-Anne NAUDIN**, en charge de Procédique

Chargée de communication : * **Martine POUX**, Laboratoire de Génie Chimique de Toulouse

+ Membre du Bureau

* Membre du COMOP

- ▶ Le Président et le Bureau ont été réélus le 12/12/2013.
- ▶ Le nouveau CST a été adopté le 3 février 2016.

L'organigramme de la SFGP

Le Conseil d'Administration au 31/12/2016

Pierre AIMAR, LGC-Toulouse

Marc AUROUSSEAU, Professeur à Grenoble INP - Pagora et Directeur-adjoint du LGP2, Président du CODEGEPRA,
Sylvie BAIG, Responsable scientifique Innovation, Suez Degrémont

Laurent BASEILHAC, Directeur des procédés, ARKEMA

Joël BERTRAND, Conseiller spécial du CNRS

Jacques BOUSQUET, Président du CST 2001-2007

Christian CASSE, Directeur Recherche & Développement, Hutchinson

Jean-Claude CHARPENTIER, Directeur scientifique émérite CNRS (LRGP - ENSIC)

Philippe CHARREAU, Vice-Président ICMC New Products Program, R&D Industrial Affairs, Sanofi

Christophe COQUELET, Directeur Centre Thermodynamique des Procédés - CTP Département Énergétique et Procédés MINES ParisTech

Jean-Pierre DAL PONT, Ancien Vice-Président Industriel Rhône Poulenc / Rhodia Asie Pacifique

Éric DEKEYSER, Directeur adjoint du Département Procédés Exploration & Production, TOTAL

Laurent FALK, Directeur du Laboratoire Réactions et Génie des Procédés CNRS Nancy

François GIGER, Chargé de la stratégie et de la valorisation des parcs thermique et hydraulique, EDF

Jérôme GOSSET, Directeur des Recherches, Hydro-Québec

Laure HÉLARD, Vice-Présidente Interchimie-GIFIC

* **Dominique HORBEZ**, Directeur Innovation Solvay

Jean-François JOLY, Directeur Expert, IFP Energies Nouvelles

Jack LEGRAND, GEPEA - CNRS - Université de Nantes / Saint-Nazaire

Jean-Marc LE LANN, Professeur ENSIACET

Patrice MÉHEUX, Consultant

François NICOL, Directeur du Département Génie des Procédés, Veolia Environnement / Recherche & Innovation

Nicolas ROCHE, Professeur, Laboratoire M2P2, UMR CNRS, Université Paul Cézanne, Aix-Marseille

Michel SARDIN, Professeur émérite, Université de Lorraine

Stéphane SARRADE, Directeur de Recherche et Chef du Département Physico-chimie, CEA Saclay

Khashayar SALEH, Professeur à l'Université de Technologie de Compiègne

Bernard SAULNIER, International Fellow Expert, Scientific Direction, Air Liquide R&D

* **Marie-Astrid SOENEN**, responsable du pôle « Substances, Produits, Procédés » à l'INERIS

Alain STORCK, Président de l'UTC, Professeur

Gilles TRYSTRAM, Directeur Général d'Agro ParisTech

* nouveau membre coopté

Membres de droit :

Jacques CHEYLAN, Président 2001-2005

Jean DECAURE, Président 1993-2001

Jean-Pierre SOUFFLET, Président 2005-2009

Collaborateurs bénévoles :

Michel DEFLIN, **Michel ROYER**, **Jean-Claude TOUCAS**, **Ginette VASTEL**



Les membres français des WP et Sections de l'EFCE

EFCE WORKING PARTIES (WP)	MEMBRES FRANÇAIS * MEMBRES INVITES AU CST DE LA SFGP	PRÉSIDENT
WP Agglomeration	Khashayar Saleh * Université de Technologie de Compiègne khashayar.saleh@utc.fr	Stefan Heinrich Hambourg/Allemagne stefan.heinrich@tuhh.de
WP Characterization of Particulate Systems	Martin Morgeneyer * Université de Technologie de Compiègne martin.morgeneyer@utc.fr	Martin Morgeneyer * Université de Technologie de Compiègne martin.morgeneyer@utc.fr
WP Chemical Reaction Engineering	J-François Joly * IFP Energies nouvelles, Solaize jean-francois.joly@ifpen.fr Laurent Falk * LRGP - Université de Lorraine - CNRS laurent.falk@univ-lorraine.fr	Guy Marin Gent - Belgique guy.marin@UGent.be
WP Comminution and Classification	Alain Chamayou * Ecole des Mines - Albi Alain.chamayou@mines-albi.fr Christine Frances LGC - Toulouse Christine.Frances@ensiacet.fr	Arno Kwade Braunschweig - Allemagne a.kwade@tu-braunschweig.de
WP Computer Aided Process Engineering	Xavier Joulia * ENSIACET-LGC - Toulouse xavier.joulia@ensiacet.fr Jean-Marc Le Lann ENSIACET-LGC - Toulouse jeanmarc.lann@ensiacet.fr Christian Jallut * LAGEP - Lyon jallut@lagep.cpe.fr	Jiri J. Klemes Budapest - Hongrie klemes.jiri@itk.ppke.hu
WP Crystallization	Philippe Carvin * Solvay, Centre de Recherche de Lyon philippe.carvin@solvay.com Béatrice Biscans * LGC, Toulouse beatrice.biscans@ensiacet.fr	Marco Mazzotti ETH Zurich - Suisse marco.mazzotti@ipe.mavt.ethz.ch
WP Drying	Julien Andrieu * LAGEP, Lyon andrieu@lagep.univ-lyon1.fr Catherine Bonazzi * INA PG - INRA - Agro ParisTech catherine.bonazzi@agroparistech.fr	Angélique Léonard Liège - Belgique a.leonard@ulg.ac.be
WP Education	Jean-Marc Le Lann * ENSIACET Toulouse jeanmarc.lann@ensiacet.fr Marie Debacq-Lapassat * Cnam-Paris marie.debacq-lapassat@lecnam.fr	Eric Schaer * Nancy - France eric.schaer@univ-lorraine.fr
WP Electrochemical Engineering	François Lapique * LRGP, ENSIC, Nancy francois.lapique@univ-lorraine.fr Alain Bergel Laboratoire de Génie Chimique, Toulouse alain.bergel@ensiacet.fr Karine Groenen-Serrano * Laboratoire de Génie Chimique, Toulouse serrano@chimie.ups-tlse.fr	Manuel A. Rodrigo Ciudad Real - Espagne manuel.rodrigo@uclm.es



L'Association

WP Fluid Separation	Michel Meyer * ENSIACET-LGC – Toulouse michel.meyer@ensiacet.fr	Elisabetta Brunazzi Pise - Italie elisabetta.brunazzi@unipi.it
WP High Pressure Technology	Jacques Fages * Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, Albi jacques.fages@enstimac.fr Elisabeth Badens * Laboratoire M2P2, Marseille elisabeth.badens@univ-amu.fr	Eberhard Schlücker Erlangen - Allemagne sl@ipat.uni-erlangen.de
WP Loss Prevention and Safety Promotion	André Laurent * LRGP – Nancy andre.laurent@univ-lorraine.fr Donatienne Tabouelle* Chevron Oronite SAS, Le Havre dtad@chevron.com	Bruno Fabiano Genova - Italie brown@unige.it
WP Mechanics of Particulate Solids	Thierry Destoop * NEU International Process destoop@neu-process.com Martin Morgeneyer * Université technologique de Compiègne martin.morgeneyer@utc.fr	Alvaro Ramirez Gomez Madrid - Spain Alvaro.Ramirez@upm.es
WP Mixing	Joël Bertrand* CNRS joel.bertrand@cnrs-dir.fr Joelle Aubin * LGC-Toulouse joelle.aubin@ensiacet.fr Martine Poux LGC-Toulouse martine.poux@ensiacet.fr	Jerzy Baldyga Varsovie - Pologne j.baldyga@ichip.pw.edu.pl
WP Multiphase Fluid Flow	Alain Line * LISBP, Toulouse alain.line@insa-toulouse Frederic Augier * IFP Energies nouvelles, Solaize frederic.augier@ifpen.fr	Alfredo Soldati Udine - Italie soldati@uniud.it
WP Polymer Reaction Engineering	Tim Mac Kenna * C2P2, Lyon Timothy.mckenna@univ-lyon1.fr	Markus Busch Darmstadt - Allemagne markus.busch@pre.tu-darmstadt.de
WP Process Intensification	Dominique Horbez* Solvay, Aubervilliers dominique.horbez@solvay.com Michel Cabassud * Laboratoire de Génie Chimique - Toulouse michel.cabassud@ensiacet.fr	Tom Van Gerven Leuven - Belgique thomas.vangerven@cit.kuleuven.be



EFCE WORKING PARTIES (WP)	MEMBRES FRANÇAIS * MEMBRES INVITES AU CST DE LA SFGP	PRÉSIDENT
WP Quality by Design		Christophe Herwig Vienne - Autriche Christoph.herwig@tuwien.ac.at
WP Static Electricity in Industry	Gérard Touchard * Génie Electrique et Mécanique des Fluides Poitiers gerard.touchard@lea.univ-poitiers.fr Philippe Molinié Supelec, Paris philippe.molinie@supelec.fr	Pedro Llovera Segovia Valence - Espagne pedro.llovera@ite.es
WP Thermodynamics and Transport Properties	Jean-Noel Jaubert * ENSIC-Nancy jean-noel.jaubert@univ-lorraine.fr	Jean-Charles de Hemptinne, IFP Energies Nouvelles, j-charles.de-hemptinne@ifpen.fr

EFCE SECTIONS	MEMBRES FRANÇAIS * MEMBRES INVITES AU CST DE LA SFGP	PRÉSIDENT
Section Product Design and Engineering	Jean-Claude Charpentier * LRGP – Nancy jean-claude.charpentier@univ-lorraine.fr Martin Morgeneyer Université technologique de Compiègne martin.morgeneyer@utc.fr	Jens Uhlemann Leverkusen - Allemagne jens.uhlemann@bayer.com
Section Food	Gilles Trystram * AgroParisTech – Paris gilles.trystram@agroparistech.fr	Dietrich Knorr Berlin, Allemagne dietrich.knorr@tu-berlin.de
Section Sustainability	Sébastien Leveueur * LSPC - INSA Rouen sebastien.leveueur@insa-rouen.fr	Adisa Azapagic Manchester - Royaume-Uni adisa.azapagic@manchester.ac.uk Michael Narodslawsky Graz, Autriche narodslawsky@tugraz.at
Section Membrane Engineering	H. Roux-de Balman * LGC – Toulouse roux@chimie.ups-tlse.fr Corinne Cabassud Emilie Carretier Christel Causserand Catherine Charcosset Eric Favre Samuel Heng	Francis Luck Philippe Moulin Carlos Muvdi Nova Marc Pera Titus Michel Pineri Gilbert Rios Christelle Wisniewski Yvan Wyart Enrico Drioli Arcavacata di Rende, Italie e.drioli@itm.cnr.it
EXECUTIVE BOARD MANAGEMENT BOARD	Jean-Pierre Dal Pont SFGP, Paris president.sfgp@laposte.net Jean-Marc Le Lann (EFCE Scientific VP) ENSIACET, Toulouse Jeanmarc.lalann@ensiacet.fr François Nicol VEOLIA, Limay francois.nicol@veolia.com EFCE Scientific Secretariat Martine Poux Laboratoire de Génie Chimique, Toulouse martine.poux@ensiacet.fr	 Rafiq Gani – Président EFCE Technical University of Denmark Lyngby - Danemark



Les Groupes Thématiques (GT) de la SFGP et le Comité Scientifique et Technique (CST)

Le CST est constitué par les responsables des 17 Groupes Thématiques de la SFGP et par les représentants français des 19 Working Parties (WP) et des 4 Sections de l'EFCE. Depuis octobre 2015, le CST est animé par un Bureau composé de **Jack LEGRAND**, Professeur à l'Université de Nantes, laboratoire GEPEA, de **Michel SARDIN**, Professeur émérite à l'ENSIC, laboratoire LRGP, de **Xuan MEYER**, Professeur à l'ENSIACET, laboratoire LGC, et de **Jean-François JOLY**, Directeur Expert à l'IFPEN Lyon. Il se réunit toutes les trois semaines environ par visioconférence ou audioconférence. Le suivi des activités des différents GT a été réparti au sein du Bureau.

Le CST a tenu sa **réunion annuelle** le 25 janvier 2017 à Paris. La plupart des responsables de GT et des représentants des WP et Sections étaient présents ou avaient envoyé le bilan de leur activité au cours des années 2015 et 2016 et leurs projets pour 2017. La réunion a été consacrée au bilan d'activités des groupes de travail de la SFGP et des WP et Sections de l'EFCE.

La discussion générale a porté sur :

- ▶ le bilan des assises régionales tenues en 2016 et la préparation des assises nationales du 28 mars 2017,
- ▶ l'usine du futur : bilan des activités en cours, implication des GT,
- ▶ la préparation du congrès GP 2017 à Nancy,
- ▶ les relations avec : CNRS, SFT, ANIA, FFBIotech, GFP, GFC, SCF, AXELERA,
- ▶ la mise en place d'un Comité d'Orientation Stratégique de la SFGP,
- ▶ les projets des journées Cathala-Letort,
- ▶ les affaires européennes : EFCE (secrétariat scientifique, VP), ESBES, Working Party sur l'Energie,
- ▶ la préparation du congrès WCCE10 à Barcelone,
- ▶ la diffusion : ISTE, Lavoisier, lettre électronique.

Activités des Groupes Thématiques

La SFGP compte actuellement **17 Groupes Thématiques** (Cf. récapitulatif des GT p.22). Ces groupes, pour la plupart actifs, sont à l'initiative de nombreuses manifestations scientifiques et professionnelles. Les GT se sont fortement impliqués dans l'organisation du congrès GP 2017 de Nancy avec, pour certains, l'organisation de tutoriels. L'engagement bénévole des responsables de GT au service de notre discipline est remarquable, avec en 2016 une participation importante aux Assises du Génie des Procédés.

GT « Cycle de vie et Recyclage des Matériaux »

Animatrice :

Sophie DUQUESNE, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille, assistée de **Jean-Charles BENEZET** (secrétaire).

Créé fin 2011, ce GT rassemble différents acteurs de la

filère du **recyclage des matériaux** au sens large (polymères, composites, verres, bétons, etc.) provenant des milieux académique, institutionnel et industriel. Le groupe aborde toutes les thématiques autour du recyclage des matériaux: les différents procédés de valorisation (recyclage mécanique, recyclage chimique, valorisation énergétique), **L'Analyse de Cycle de Vie** et en particulier les problèmes liés à l'intégration du recyclage dans les ACV...

Son objectif principal est de mener une réflexion prospective qui, à partir d'une analyse de l'état de l'art, des contraintes économiques et de ressources, permettra d'identifier les verrous scientifiques et technologiques sur lesquels cette discipline doit s'engager pour répondre aux enjeux économiques et environnementaux actuels.

Les activités du GT se sont principalement orientées vers le **recyclage des polymères**. La sensibilisation des étudiants au recyclage s'est concrétisée dans le cadre de projets d'étude traitant par exemple de l'application de la **pyrolyse** au recyclage des polymères.

Faits marquants en **2015-2016** :

- ▶ la participation au colloque **Recycling 2015 : A Challenge for Chemistry** à Metz les 16-18 mars 2015 ;
- ▶ la participation au symposium **Sustainable Management of Natural Resources** du **congrès ECCE10** à Nice 2015 en collaboration avec la Section *Sustainability* de l'EFCE.

Dans le cadre du **congrès avniR** à Lille les 8-9 novembre 2016, une session **Analyse du Cycle de Vie des procédés et technologies chimiques** a été organisée (Sophie Duquesne, ENSCL, F ; Adisa Azapagic, University of Manchester, UK ; Richard Darton, University of Oxford, UK ; Henk Van Den Berg, University of Twente, NL).

A noter la participation du GT le 4 novembre 2016 aux **Assises du groupe Nord** avec en particulier une contribution active du pôle de compétitivité **Team2**.

Actions 2017 :

- ▶ contribution à l'organisation du **congrès SFGP** de Nancy ;
- ▶ participation au **colloque ICOSSE** organisé en parallèle de WCCE10 3 à Barcelone ;
- ▶ participation au Congrès AvniR 2017 ;
- ▶ un rapprochement avec le pôle Team2 pour organiser des journées communes ;
- ▶ organisation d'une journée thématique « **Recyclage des matériaux dans le domaine des transports** » incluant l'automobile, le ferroviaire, la marine et l'aéronautique (contacts en cours avec les pôles de compétitivité et les IRT) et élargissement du GT au domaine de **l'Economie Circulaire**.

GT « Écosystèmes industriels »

Animateur :

Jean-Marc LE LANN, Administrateur provisoire du Service des Concours Communs Polytechniques, JeanMarc.Lelann@ensiacet.fr.

Créé en mai 2012, ce GT fonctionne plutôt comme un « *Think Tank* », les thèmes de réflexion étant :



- définir les écosystèmes industriels et l'économie circulaire ;
- identifier par filières les différents axes de progrès et d'innovations technologiques et organisationnelles ;
- créer les conditions sociétales et managériales du progrès ;
- faire du benchmarking vis-à-vis des autres industries (aéronautique, construction automobile,...) ;
- réfléchir aux synergies et couplage en liaison avec le GT « Innovation » et d'autres réseaux ...

L'axe principal du GT est aujourd'hui délibérément tourné vers **L'Usine du Futur au service de l'Industrie 4.0** :

- ▶ mise en place d'une **datathèque** : articles scientifiques, articles de vulgarisation, présentations par les branches industrielles (du *manufacturing*, GIMELEC, Syntec ...) ;
- ▶ **lobbying** et présence dans des manifestations appropriées : lien avec les *Working Parties* de l'EFCE : **PSE 2015** (*Process Systems Engineering*) au Danemark, 600 participants ...), réflexions EFCE sur « les perspectives scientifiques et technologiques d'avenir pour l'Europe ».

Actions récentes :

- ▶ dépôt en janvier 2015, au nom de la SFGP et des GT parties prenantes via le département PSI du LGC, d'une **réponse à AMI** (Actions à Manifestation d'Intérêt) du CNRS portant sur le thème « Usine du futur » et plus particulièrement axée pour ce GT sur la thématique « Usine du futur et génie des procédés » ;
- ▶ présentation sur invitation au nom de la SFGP dans le cadre des Journées annuelles Total PEM à Bruxelles, regroupant tous les responsables Process de Total dans le monde (60 participants) d'une conférence « **Plant of the future** » (Ludovic Montastruc, Jean-Marc Le Lann, 37 diapos, 45 min) ;
- ▶ animation le 1^{er} octobre 2015 à Nice d'une session « Industrial systems » au congrès ECCE 10 ;
- ▶ participation à la journée **Cathala-Letort « L'Usine du futur en agroalimentaire »** à Nantes le 25 novembre 2015, finalisée par le GT « Génie des Procédés Biotechnologiques et Alimentaires », avec la présence du coordonnateur du thème « Usine du Futur » au niveau national dans le cadre du 34^e plan de la Nouvelle France Industrielle. Cette journée faisait suite à la Journée Cathala-Letort « **Le Génie des Procédés au service de l'usine du futur. Outils et démarches innovantes** » du 5 novembre 2014 à Paris, co-organisée par le GT « Innovation » et le Cnam ;
- ▶ participation au GT « **innovation / usine du futur** » de l'UIC (mai 2016) et au symposium digital **Usine Nouvelle / UIC** dans le cadre du *Think Tank* « La chimie du futur » (novembre-décembre 2016) ;
- ▶ **conférence plénière** « Innovation et Usine du futur » dans le cadre d'ESCAPE 26 (Slovénie, juin 2016).

Objectifs 2017-2018 :

- ▶ veille scientifique et technologique, dissémination ;
- ▶ apport aux autres GT du support nécessaire pour que leurs travaux s'inscrivent dans une vision systémique des outils industriels qui les positionnent dans leur contexte sociétal et économique ;
- ▶ contribution au soutien de l'industrialisation en échangeant avec le monde socio-économique pour, dans la mesure du possible, améliorer la compétitivité de l'Industrie française et européenne (**projet Usine du Futur**) ;
- ▶ contribution à la rédaction d'un **Guide** « Usine au cœur de l'entreprise industrielle » ;
- ▶ nouvelles actions de **lobbying** et de présence dans les manifestations appropriées, dépôt de projets ANR ou FUI pour 2017 (à discuter) ;
- ▶ organisation d'une session « Focus sur l'Usine du futur » avec une table ronde, pour le congrès SFGP 2017 à Nancy ainsi que pour **WCCE 10** (Barcelone, 2017) et **ECCE 11** (dans le cadre d'ESCAPE 27) ;
- ▶ participation à la journée **one day event** de l'EFCE.

GT « Elaboration des Matériaux métalliques »

Animateur : **Jean-Pierre BELLOT**, Institut Jean Lamour - Nancy

Ce groupe est une **commission commune à la SFGP et à la SF2M** (Société Française de la Métallurgie et des Matériaux). Il s'intéresse à l'ensemble des problèmes d'élaboration des matériaux depuis le traitement des minerais en amont jusqu'au métal liquide en aval, à l'exclusion des procédés de solidification. La thématique « Elaboration » est bien développée au niveau national universitaire et surtout industriel, et dans toutes les régions.

Les faits marquants en 2015-2016 ont été :

- ▶ la journée **Analyse et comportement des gaz dissous en élaboration des alliages métalliques** (Paris, 5 mars 2015), environ 35 participants ;
 - ▶ le colloque **Liquid Metal Processing and Casting du Congrès LMPC**, Leoben (Autriche), 20-24 septembre 2015 ;
 - ▶ le colloque **Electromagnetic Processing of Materials EPM** (Cannes, 12-16 octobre 2015) ;
 - ▶ une deuxième journée d'étude sur la métrologie en élaboration de matériaux métalliques le 10 mars 2016 à Paris, intitulée **Mesure et analyse inclusionnaire** (40 participants) qui a rencontré un tel succès que le GT a proposé d'organiser un symposium « Inclusions » au congrès Matériaux 2018.
- Par ailleurs, le GT a participé au démarrage du **KIC (Knowledge Innovation Community) Raw MatTERS** sur les **Métaux Stratégiques** (2015-2022) au Co-Location Center basé en Lorraine.

A noter également, lors de l'**assise régionale du groupe Nord-Est** le 8 novembre 2016 à Nancy, l'animation par des membres du GT sur le thème **Procédés-Matériaux** avec une forte participation à la table ronde d'acteurs académiques et industriels.

En cours :

- ▶ l'organisation du **tutoriel « Filière de recyclage des matériaux métalliques, des techniques de tri jusqu'aux procédés de retraitement »** au congrès SFGP 2017 à Nancy avec l'Institut Jean Lamour et ArcelorMittal Research ;
- ▶ la participation à **LMPC (Liquid Metal Processing and Casting Conference)** à Philadelphie, USA, du 10 au 13 septembre 2017.

GT « Énergie »

Animateurs :

Jean-Henry FERRASSE, Maître de conférences, Chef de Département « Génie Chimique, Génie des Procédés », IUT d'Aix-Marseille Université,

François NICOL, Directeur du département Génie des Procédés, Veolia Environnement / Recherche & Innovation.

Bureau composé de : Catherine Azzaro-Pantel (INP-ENSIACET), François Giger (EDF), Jean-Michel Herri (Ecole des Mines de St-Etienne), Lingai Luo (CNRS Université de Nantes), Frédéric Marias (Université de Pau), Didier Mayer (MINES ParisTech), Ange Nzihou (Ecole des Mines d'Albi), Roland Solimando (LRGP-Nancy).

Michel DEFLIN est le secrétaire du GT

Les **problématiques liées à l'énergie** constituent des défis scientifiques et sociétaux majeurs, qu'il s'agisse du dé-



L'Association

veloppement de biocarburants alternatifs, de la maîtrise des impacts environnementaux des systèmes de conversion énergétique, d'efficacité énergétique de procédés industriels ou bien de stockages d'énergie adaptés et performants. Le GT « Energie », créé pour répondre à tous ces enjeux, s'adresse à tous les acteurs concernés par ces problématiques. La création possible à l'EFCE d'une Section Energy montre l'écho et la nécessité de cette vision transverse de l'énergie et d'un positionnement du lien particulier procédés / énergie.

Il a pour **principaux objectifs** :

- ▶ de rassembler tous les acteurs du domaine et mettre en évidence les synergies, en vue d'initier des projets collaboratifs ou d'assurer le développement de compétences ;
- ▶ d'améliorer la transversalité de la discipline en rapprochant les diverses thématiques et en favorisant les échanges techniques transversaux entre professionnels ;
- ▶ de constituer à terme un site privilégié d'informations, dans lequel les divers acteurs pourront trouver des réponses techniques à leurs problèmes ;
- ▶ de réaliser des états de l'art, en effectuant des veilles technologiques ciblées.

Le GT « Energie », c'est aussi l'organisation de conférences scientifiques à destination des industriels et des universitaires. Une journée « **De l'audit énergétique à l'optimisation de l'efficacité énergétique des sites industriels : quelles méthodologies ? quels outils ?** », au Cnam - Paris, le 9 juin 2016, a été organisée conjointement avec le GT « Informatique et procédés ».

Pour 2017 et 2018, plusieurs journées thématiques sont prévues et vos contributions et idées bienvenues. Vous pouvez d'ores et déjà vous inscrire aux journées programmées :

- ▶ « **Fluides de travail pour la production de froid** » en mars 2017 conjointement avec d'autre GT et la SFT (Société Française de Thermique);
- ▶ « **Combustion de la biomasse et de ses dérivés** » à Lille, co-organisée avec la SFT (Société Française de Thermique) et le GFC (Groupe Français de Combustion), les 7 et 8 novembre 2017.

A noter lors du 25^e congrès de la SFT le 31 mai 2017 à Marseille, l'animation d'un séminaire sur le lien transfert thermique - procédés énergétiques.

Les journées à programmer sont :

- ▶ « **Valorisation énergétique des déchets** » co-organisée avec le GT « Traitement des Déchets, Boues et Sols Pollués » ;
- ▶ « **Quels procédés pour le stockage d'énergie ?** » ;
- ▶ « **Du bio-produit à la bio-raffinerie : de nouvelles opérations ?** » avec la SCF (Sté Chimique de France) et d'autres GT.

GT « Formation »

Animatrice :

Marie DEBACQ, Maître de conférences, Cnam Paris

Le **Bureau** est composé de : Claudia Cogné (IUT Lyon I), Jean-Louis Dirion (Ecole des Mines d'Albi), Nouria Fatah (ENSC Lille), Laurent Prat (Ensiacet - INP Toulouse), Nicolas Régnier (ENSCBP-Bordeaux), Eric Schaer (Ensic - Université de Lorraine), Mallorie (Ensiacet - INP Toulouse).

Le groupe effectue une **veille sur les méthodes pédagogiques**, le contenu des formations et l'attractivité du Génie des procédés, dans un esprit de partage et d'échanges. Il se réunit tous les trimestres par webconférence et participe à l'organisation des sessions formations ou éducation des congrès français et européens.

Ce GT est aussi en lien avec la *Working Party Education* (présidée par Eric Schaer) de l'EFCE.

Il organise **tous les deux ans une journée ouverte** à tous. Les deux dernières ont eu lieu :

- en 2013 au Cnam à Paris : « Formations en génie des procédés : quels modes de formation pour quels contenus ? », avec une quarantaine de participants ;
- en 2015 au Cnam à Lyon : « Modification des programmes : quel impact sur les formations en génie des procédés du bac au master ? », avec une vingtaine de participants sur place + une petite dizaine qui ont suivi la journée diffusée en ligne en direct, avec interactions via un *chat*. La prochaine journée (fin 2017) devrait concerner les pédagogies actives, par projet, etc.

Enfin le groupe mène des projets ; les derniers en date, cofinancés par Unit, sont :

- la constitution d'une **communauté « Génie des Procédés »**, avec notamment le recensement et l'évaluation des ressources numériques francophones disponibles en génie des procédés ;
- la réalisation du **portail genie-des-procedes.fr**, qui a pour but d'améliorer la visibilité du génie des procédés (auprès des étudiants notamment), de référencer les formations en génie des procédés ou incluant du génie des procédés en France, et de répertorier les ressources pédagogiques disponibles et ouvertes à tous. Dans le cadre de ce projet, un **film d'animation** intitulé « Que serait le monde sans le génie des procédés ? » est réalisé avec une graphiste.

Le groupe a également récemment participé :

- au **Projet Européen Iteach**, sur l'efficacité des enseignements (définition et amélioration de l'efficacité des enseignements) ;
- à l'animation du **Workshop Education** du congrès **ECCE 10** (Nice 2015) en lien avec Jarka Glassey (Université de Newcastle), secrétaire de la WP Education : définition et validation des *topics* et *subtopics* en collaboration avec Martin Pitt (*chairman*) :
 - *education: fit for the future (newer methods, newer subjects, newer applications, newer thinking)*,
 - *innovative pedagogy*,
 - *effective methods of assessment*,
 - *industrial experience in chemical engineering formation*,
 - *continuous professional development*.

GT « Génie de la polymérisation »

Animateur :

Christophe SERRA, Professeur à l'Université de Strasbourg, christophe.serra@unistra.fr

Le domaine des matériaux et des produits faisant intervenir des polymères est vaste et recouvre des secteurs d'applications très nombreux. Toutefois, l'ensemble de ces secteurs aborde une problématique commune centrée sur les **relations entre structure, procédé et propriétés**.

Le génie de la polymérisation traite de la conception et du dimensionnement des procédés de synthèse, d'élaboration et de mise en forme des polymères. Cette discipline im-



plique une **approche multi-échelle** s'appuyant sur les concepts de la chimie et de la physico-chimie macromoléculaires, ainsi que du génie des procédés. Parmi les enjeux actuels du domaine, se trouvent notamment l'intensification des procédés, les transitions batch - continu, le contrôle non destructif et non intrusif...

L'objectif du groupe thématique « Génie de la polymérisation » est de développer une animation scientifique pluridisciplinaire en rassemblant des experts issus des milieux universitaire et industriel.

GT « Génie des procédés biotechnologiques et agroalimentaires »

Animateur :

Jean-Luc SIMON, Directeur R&D Ingredia, vice-président de FFBiotech

Le **Bureau** est composé de : Violaine Athès-Dutour (INRA), Franck Delvigne (Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège), Pascal Dhulster (Université Lille 1, Institut Charles Violette), Claude-Gilles Dussap (Polytech Clermont-Ferrand), Philippe Jacques (Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège), Carole Jouve (INSA Toulouse), Romain Kapel (Université de Lorraine, LRGP), Christian Larroche (Polytech Clermont-Ferrand), Jack Legrand (GEPEA-Nantes), Cécile-Anne Naudin (SFGP - secrétaire du GT), Gilles Trystram (Agro ParisTech).

Créé en 1989, ce GT est le point d'union des « procédés du vivant » : **agroalimentaire toutes technologies et biotechnologies tous secteurs**. Il se réunit 4 fois par an, avec pour objectif l'animation scientifique transversale en France : congrès, journées techniques, information, formation, lobbying, conseils, aide aux recrutements.

Après Vitagora à Dijon (février 2011), Valorial à Rennes (juin 2011), Céréales Vallée à Clermont-Ferrand (octobre 2011), IAR à Reims (oct. 2012), Qualimed à Montpellier en avril 2013, le GT envisage de poursuivre les visites aux pôles de compétitivité, centres d'excellence ou centres de recherches. Objectif : contribuer à **lever des verrous scientifiques et technologiques** identifiés lors de ses visites des pôles de compétitivité et autres centres d'excellence en bio.

Le GT a mené depuis 2013 des actions transverses, en particulier avec ADEBIOTECH, pour la création d'une **Fédération Française des Biotechnologies (FFBiotech)** dont les statuts ont été déposés en 2015 et le Bureau constitué. Le GT y est fortement représenté avec Jean-Luc Simon vice-président industriel et Pascal DHULSTER trésorier, avec l'apport des composantes internationales ESBES et IFIBIOP.

Les membres du GT se sont fortement impliqués au **congrès Nice 2015** : organisation du Symposium **Food Engineering** dans le cadre d'ECCE10 et organisation de sessions à ECAB3 (**3rd European Congress of Applied Biotechnology**).

Le GT a organisé des journées inter-GT :

- **Cathala Letort « Lusine du futur en agroalimentaire »**, co-organisée avec le pôle Valorial, le GT « Ecosystèmes industriels » et le Groupe Ouest de la SFGP, 25 novembre 2015 à Nantes-ONIRIS;
- **L'analyse dimensionnelle : un outil d'ingénierie performant pour modéliser les procédés industriels complexes et maîtriser le changement d'échelle**, 8 mars 2016, Paris, co-organisée avec le GT « Informatique et procédés » et le Cnam ;
- **Séparation réactive**, 1^{er} juin 2016 à l'IFPEN - Solaize, co-organisée avec le GT « Procédés séparatifs ».

Autres activités en 2016-2017 :

- ▶ **Participation au congrès ESBES à Dublin** les 11 au 14 septembre 2016.

Création de 2 nouvelles Sections :

- **Metabolic Engineering and System Biology** (Ph. Jacques, C.G. Dussap),
- **Food Bioprocess Engineering** (J. Legrand).

Participation à la **Section Bioreactor Performance** (F. Delvigne).

J.-P. Dal Pont, Ph. Jacques et J.L. Simon sont membres actifs du **Board** de l'ESBES.

▶ Préparation du congrès SFGP 2017 à Nancy

Le GT interviendra dans le thème 4 : **Le génie des procédés au service de l'innovation pour les bio-productions**, au travers de plusieurs sessions.

Organisation d'un **tutoriel** (R. Kapel) « Exploration de ressources renouvelables pour la fabrication de produits d'usage » (J.-F. Rous (groupe Avril), C. Jouve, C. Larroche).

Participation au comité scientifique (J. Legrand, P. Dhulster, J.-L. Simon).

- ▶ **Organisation avec FFBiotech d'un symposium international** intitulé « *Innovative approaches in bioreactors design and operation, from single cell to the industrial scale* » les 15 et 16 mai 2017 à Lille. P. Dhulster en est le chairman ; J. Legrand, Ph. Jacques, F. Delvigne et J.L. Simon sont membres du Comité scientifique.

GT « Génie du produit »

Animatrice : **Nouria FATAH**, ENSCL-UCCS, Villeneuve d'Ascq.

Le **Bureau** est composé de : Jean-Claude Charpentier (LRGP, Université de Lorraine), Véronique Falk (LRGP- ENSGSI, Université de Lorraine), Elisabeth van Hecke (TIMR UTC - ESCOM Compiègne), Jack Legrand (GEPEA - Nantes), Isabelle Pezron (TIMR UTC-ESCOM Compiègne), Thibault Roques-Carmes (LRGP - Université de Lorraine).

Ce GT, créé en mai 2012, a pour objectifs d'engager des réflexions prospectives et interdisciplinaires autour du **développement des produits de demain** dans des secteurs industriels variés : peintures, colorants, colles, textiles, papier, agroalimentaire, pharmacie, cosmétique, etc. Cette thématique couvre **l'ensemble de la chaîne de la formulation** du produit : ingénierie moléculaire, interface échelle moléculaire / microstructure / macrostructure, caractérisation des propriétés physico-chimiques, structurales, texturales, granulométriques, morphologiques... Les nouveaux enjeux industriels et économiques en matière de conception du produit de demain nous amènent à repenser la méthodologie et le développement des différentes étapes de mise en œuvre du produit le mieux adapté aux marchés et aux consommateurs. Ainsi, **l'approche multi-échelle et multidisciplinaire** dans le secteur de l'innovation responsable, technique et scientifique nous conduit à réfléchir sur le développement **d'outils innovants** depuis l'échelle de l'atome jusqu'à l'échelle du laboratoire puis jusqu'à l'échelle de l'unité de production et au consommateur.

Le GT se réunit au moins trois fois par an et participe à différentes manifestations (congrès, séminaire, journée thématique) pour développer, structurer et mener des réflexions sur les nouvelles méthodologies des différentes étapes de mise en œuvre du produit de demain :



L'Association

- ▶ acquisition des données en termes d'outils spécifiques de développement ;
- ▶ définition des propriétés d'usages et leur caractérisation ;
- ▶ prédiction de la faisabilité du produit ;
- ▶ développement, innovation (ou amélioration) des procédés : potentiel humain (qualification en génie des procédés / génie des produits) ;
- ▶ impact des différents facteurs (économique, environnemental, sociétal) sur le procédé.

Actions récentes

Une journée « **Développements et Innovations Responsables. Produits de demain : Nanotechnologies** » s'est déroulée avec succès à Lille le 29 janvier 2015.

Le groupe a participé activement, avec la Section Product Design de l'EFCE, à la structuration et l'organisation du **Symposium « Product Design and Engineering »** du congrès **ECCE 10** à Nice le 30 septembre 2015 et au **congrès Avnir (5th international conference on Life Cycle Thinking for leading managers)** à Lille les 8 et 9 novembre 2016.

En cours :

- ▶ la préparation du **tutoriel « Approches innovantes du Génie du Produit / Multiéchelles, Procédés innovants, propriétés d'usages, technologies et méthodologies »** pour le congrès de Nancy en juillet 2017 :
Chairman : N. Fatah, intervenants : I. Pezron et J.C. Charpentier, V. Falk et T. Roques-Carmes, J. Uhlemann (Bayer AG-Monheim, Germany);
- ▶ l'organisation d'un meeting avec la Section « *Product Design & Engineering* » de l'EFCE le 10 avril 2017 à L'École Centrale de Lille ;
- ▶ la participation au congrès mondial **WCCE10 : reviewing des abstracts**.

En projet, le rapprochement de ce GT de la SFGP avec le **groupe Formulation de la SCF** (Société Chimique de France), contact Alain Durand (ENSIC, Université de Lorraine), pour l'organisation de manifestations communes.

GT « Ingénierie Avancée des Procédés » IAP

Président : **Philippe ARPENTINIER**, Direction Scientifique R&D, Air Liquide. Vice-président : **Gilles HÉTREUX**, Maître de Conférences, ENSIACET. Secrétaire / Trésorière : **Marie DEBACQ-LAPASSAT**, Maître de Conférences, Cnam.

Bureau élargi :

Christian Jallut (Professeur Université Lyon 1), Didier Caudron (Responsable Contrôle des Procédés Sanofi Pasteur), Marie-Isabelle Penet (Direction Technique Sanofi), Olivier Baudouin (Directeur Procédés Prosim SA), Jean-Marc Commenge (Professeur ENSIC LRGP), Francis Courtois (Professeur Agro ParisTech).

Ce Groupe, créé en 1989 sous l'appellation « Informatique et Procédés », a pour objectif l'animation scientifique en France du domaine de **l'informatique appliquée au Génie des Procédés**. Il visait à promouvoir l'application de l'informatique pour la conception, l'analyse et la conduite des procédés, et en particulier:

- favoriser l'échange des expériences et des méthodes,
- encourager la circulation de l'information entre industriels et universitaires,
- favoriser le dialogue avec les pouvoirs publics,

- affirmer la présence de la France au niveau européen et international.

Ses domaines privilégiés d'intervention **sont l'analyse systémique des procédés, les approches génériques pour la modélisation, la simulation et le contrôle des procédés**. En effet, l'intégration des connaissances, rendue possible par la numérisation et la digitalisation des outils utilisés dans ces différents domaines, représente la clé de la réussite du Génie des Procédés du XXI^e siècle.

Les réflexions actuelles du GT visent d'une part à **impliquer de « grands groupes industriels »** dans ses activités et, d'autres part, à redéfinir les compétences du groupe thématique tant au cours de l'étape de conception des procédés (répondre au cahier des charges, définir des critères d'optimisation : compromis OPEX/CAPEX, atteindre les exigences de fiabilité et de durabilité) qu'au cours de celle de conduite et supervision des procédés (exploitation, maintenance, adaptation à un nouveau contexte technico-économique, à de nouveaux besoins). L'élargissement du bureau a contribué à satisfaire la première exigence et un changement de dénomination a permis de mieux cibler le domaine de compétence du GT qui s'appellera désormais : Ingénierie Avancée des Procédés (IAT).

Deux réunions du GT en présentiel se sont déroulées à Paris, le 9 juin 2016 : changement de Bureau et le 8 décembre 2016 : 1^{ère} réunion du Bureau élargi.

Faits marquants en 2016, l'organisation de **deux journées thématiques** communes avec un autre GT :

- ▶ **L'analyse dimensionnelle : un outil d'ingénierie performant pour modéliser les procédés industriels complexes et maîtriser le changement d'échelle** (Cnam - Paris, 8 mars 2016), co-organisée avec le GT « Génie des Procédés Biotechnologiques et Agroalimentaires » (25 participants) ;
- ▶ **De l'audit énergétique à l'optimisation de l'efficacité énergétique des sites industriels : Quelles méthodologies ? Quels outils ?** (Cnam - Paris, 9 juin 2016), journée co-organisée avec le GT « Energie » (70 participants).

En cours en 2017 :

1. Etablissement d'une **feuille de route définissant les compétences** du GT IAP :

▶ Conception des procédés

- Modèles d'opérations unitaires continues et batch
- Identification des paramètres de modèles de simulation
- Simulation des étapes instationnaires des procédés continus
- Développement de modèles de vieillissement / dégradation (maintenance prédictive)
- Méthodes d'optimisation : adaptation à de nouveaux objectifs
- Stratégie de contrôle avancé
- Intégration énergétique et conception de réseaux d'échangeurs de chaleur basée sur une approche par optimisation

▶ Conduite et supervision des procédés

- Acquisition / Stockage de valeurs mesurées brutes
- Prétraitement des données brutes : filtrage, points aberrants
- Calcul des incertitudes des données brutes : précision intrinsèque, transmetteur, étalonnage, ...
- Réconciliation des données brutes : obtention de valeurs réconciliées (offline, online)
- Qualifications des valeurs mesurées
- Analyse de sensibilité : contributeurs à la précision d'une valeur réconciliée (KPI)
- Identification et quantification des pertes et fuites (matière et thermiques) : événements, torches, purges
- Critère de détection de dégradation / défaillance d'équipements (maintenance préventive)



- Ordonnancement (conduite court terme ou opérationnelle) des procédés discontinus sous contraintes de ressources (matière, appareil, énergie)
- Planification avancée de la production (conduite moyen terme ou tactique) des procédés industriels (gestion intégrée produits/utilités, logistique)

► Sujets transverses aux différentes étapes du cycle de vie d'un procédé

- Comprendre les marges prises en phase de dimensionnement
 - Incertitudes des modèles thermodynamiques et cinétiques
 - Propagation des incertitudes dans les modèles
 - Simulation dynamique hybride (continu/discret) des procédés
 - Interopérabilité des composants logiciels (automates, applications, simulateurs, CFD, outils de dimensionnement, ...) : standard Cape-Open
 - Transport des espèces solides dans les simulateurs de procédés
 - Limite entre modèle thermodynamique et modèle d'opération unitaire
 - Outils de formation et d'aide à la décision
 - MOOC / Simulateurs de formation
 - Réalité augmentée / Objets connectés
 - Ordonnancement / Optimisation
 - Stratégie expérimentale ;
2. Participation du GT à **ESCAPE 27** à Barcelone : revue des résumés par les membres du Bureau ;
 3. Préparation du **tutoriel « Validation et réconciliation de données mesurées sur une installation industrielle »** pour le congrès SFGP 2017 à Nancy ;
 4. Réflexion sur une nouvelle forme de journée thématique : soit ½ journée de conférences + ½ journée de visite d'usine, soit deux journées successives au même endroit sur des thèmes différents
 5. Renforcement des liens entre le GT IAP et la WP CAPE de l'EFCE.

GT « Innovation et Génie des Procédés »

Animateur :

Olivier POTIER, CNRS- Université de Lorraine (LRGP/ENSGSI), olivier.potier@univ-lorraine.fr

Bureau :

Juliette Brun (CGS Mines ParisTech), Florent Guillou (IFPEN), Mauricio Camargo (ERPI-ENSGSI), Jens Uhlmann (Bayer Allemagne), Stéphane Négny (LGC-ENSIACET), Michel Garrait (Solvay), Violaine Athès-Dutour (Agro ParisTech), Olivier Authier (EDF), Julien Gouëlle (Veolia), Bruno Grano (ENSM Albi-Carmaux), Philippe Humeau (ENGIE-Axima), François Thirion (Université du Mans), Patrick Decouret (Sanofi), Alain Gaunand (Mines ParisTech).

Ce GT créé en 2010 a pour but de contribuer à la diffusion et au développement de nouvelles approches pour **favoriser les processus d'innovation** en associant les dimensions scientifique, technique, méthodologique et organisationnelle.

Ambitions du GT :

- mettre le génie des procédés au service de l'usine du futur,
- développer des outils et des démarches d'Innovation, de conception innovantes et de stratégie,
- diffuser, faire connaître ces nouvelles approches (publications, débats, tables rondes).

Actions récentes :

- Organisation de deux sessions intitulées « *Cognitive Process and Learning* » et « *Innovation* » au congrès **ECCE10** (Nice 2015). Olivier Potier et Xavier Longaygue étaient *topic managers* de la thématique Innovation.
- **Conférence** d'Olivier Potier « **Innovation et Génie des Procédés** » à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille le 4 février 2015 ;
- Publication en novembre 2015 d'un **article sur l'adaptation de la Théorie C-K au Génie des Procédés**, résultat d'un travail issu de rencontres faites au sein de ce GT : Potier O., Brun J., Le Masson P., Weil B., *How innovative design can contribute to Chemical and Process Engineering development? Opening new innovation paths by applying the C-K method*, *Chemical Engineering Research and Design*, 103 (2015) p. 108-122,
- **Conférence plénière** d'Olivier Potier au colloque international : **SIG - Design Theory** en février 2016 à l'Ecole des Mines de Paris ;
- **Diffusion et ouverture à l'étranger à l'étranger :**
- **Conférences d'O. POTIER en Espagne** à l'Université de Castellon et dans l'entreprise FACSA en octobre 2016,
 - **Séminaire « créativité »** organisé en Allemagne par le GT à Karlsruhe les 4 et 5 avril : « Nouvelles voies d'innovation en Génie des Procédés et Génie des Produits »,
 - **Jens Uhlmann, premier membre étranger** du GT ;
- Préparation du prochain congrès SFGP 2017 à Nancy en juillet 2017, et notamment conception du **tutoriel d'initiation à la conception innovante** (Florent Guillou, Mauricio Camargo, Stéphane Négny, Julien Gouëlle, Olivier Potier).

A noter la nomination d'Olivier Potier comme **conseiller éditorial aux Techniques de l'Ingénieur** pour la base documentaire « **Innovation et Génie des Procédés** ».

GT « Procédés séparatifs »

Animateurs :

Pascal DHULSTER, Directeur de l'Institut Charles Viollette, Université de Lille, **Romain KAPEL**, Maître de conférences HDR, LRGP UMR CNRS 7274 Nancy - Université de Lorraine. Secrétaire : Cécile-Anne Naudin (SFGP)

Bureau modifié

Académiques : Elizabeth Badens (M2P2, AMU), Pascal Dhulster (ICV, Université de Lille 1), Romain Kapel (LRGP, Université de Lorraine), Luc Marchal (GEPEA, Université de Nantes), Michel Meyer (LGC, Université de Toulouse), Laurence Muhr (LRGP, Université de Lorraine).

Industriels : David Chézeau (Flowersep), Guillaume de Souza (Adionics), Frantz Deschamps (Stanipharm), Hélène Hennebel (Lesaffre), Serge Horbez (Solvay), Florence Lutin (Eurodia), François Nicol (Veolia), Eric Valéry (Novasep).

Représentants des sociétés savantes : Philippe Moulin (CFM), Xavier Santarelli (SBCN), Eugène Vorobiev (SF2P).

Ce GT a pour vocation de fédérer les différents acteurs académiques et industriels concernés par les **procédés de séparation et de purification** : extraction / fractionnement, distillation, absorption et adsorption, cristallisation, séparation chromatographique, séparation membranaire ainsi que les séparations mécaniques. L'objectif est



L'Association

d'échanger sur les développements actuels des procédés séparatifs pouvant être liés soit à l'élargissement de leur champ d'applications, soit à la mise au point de nouvelles techniques, par exemple par couplage de procédés existants, ou encore par l'utilisation d'écovolvants comme les fluides supercritiques ou les liquides ioniques. Il réfléchit également à identifier les verrous scientifiques et technologiques susceptibles de limiter les futures innovations et à faire émerger de nouveaux thèmes de recherche.

Le GT entretient des relations étroites avec le **Club Français des Membranes (CFM)**.

Le GT a participé activement au congrès **ECCE-10** à Nice fin septembre 2015, en ce qui concerne le *topic High pressure Processes*. Une journée thématique « **Séparation réactive** » co-organisée avec le GT « Ingénierie des réacteurs et Intensification » s'est déroulée le 1^{er} juin 2016, à l'IFPEN - Solaize. Le Congrès **Mempro7** a été co-organisé avec le Club Français des Membranes du 7 au 9 juin 2017 à St Malo, avec une journée en partenariat avec le GT « Cycle de vie et Recyclage » pour identifier les besoins en séparations (question évoquée avec Véolia).

GT « Ingénierie des réacteurs et intensification »

Animateurs :

Laurent FALK, Directeur du Laboratoire Réactions et Génie des Procédés LRGP-Nancy, **Anne-Marie BILLET**, Enseignant-chercheur, Maître de conférences, LGC Toulouse.

Le **Bureau** comprend également Joëlle Aubin (LGC Toulouse) et Frédéric Augier (IFPEN Solaize).

Ce GT a pour objectif de réunir industriels, équipementiers et chercheurs autour de l'étude et du développement des réacteurs :

- les réacteurs « classiques » de l'industrie chimique, qu'ils soient mono- ou poly-phasiques ;
- les réacteurs de nouvelle génération : réacteurs intensifiés, réacteurs optimisés, réacteurs polyfonctionnels, milliréacteurs ou microréacteurs...

Des **jours thématiques (JT)** sont organisés par le groupe autour de problématiques concernant l'ensemble des compétences nécessaires au choix et au développement de réacteurs performants. Elles abordent des problématiques transversales (caractérisation des phénomènes limitants dans l'appareil, développement de métrologies spécifiques, modélisation...), mais pourront également être centrées sur une technologie ou un métier particulier, comme par exemple les bilans de population, les réacteurs de polymérisation, les réacteurs multifonctionnels intensifiés (séparations réactives)... L'organisation de ces JT se fera, autant que possible, **en association avec d'autres GT**.

Faits récents :

- ▶ la participation du GT au congrès **ECCE 10** à Nice fin septembre 2015 et au colloque **Dispersed Two-Phase Flows 2015** organisé à Toulouse par la Société Hydrotechnique de France ;
- ▶ la co-organisation d'une journée **Intensification des Procédés** avec **Axelera**, le 19 janvier 2016 à Lyon. Thèmes abordés : freins à l'industrialisation, *success stories et développements futurs*.

Différentes présentations ont été faites sur des témoignages d'industriels : Lonza: « L'intensification des procédés par des applications en continu », CEA et Bluestar: « Echangeurs/réacteurs : du batch au continu », Novasep et UCB Pharma : « Chromatographie et chimie en continu dans la production pharmaceutique : de la réalité au rêve », Corning: « Les microréacteurs continus en production industrielle: réalité et évolution », Solvay, Suez: « Intensification des procédés : une approche usuelle pour traiter l'eau dans l'industrie chimique », Processium et Bluestar : « Nouvelle méthode de sélection de technologie : Application aux réacteurs », IFPEN: « HyGenSys: un nouvel écoprocédé de production d'hydrogène à partir de gaz naturel », Fives Cryo et Air Liquide: « Echangeurs à plaques et ailettes brasés - Technologie pour intensification de procédés par intégration thermique multifluides et combinaisons d'opérations unitaires »

▶ l'organisation d'une journée **Séparation réactive** le 1^{er} juin 2016 dans les locaux de l'IFPEN à Solaize. Les questions abordées furent :

- enjeux et positionnement des séparations réactives dans les procédés ;
- intérêts industriels, coûts comparés des équipements (réacteurs/séparateurs) séquentiels avec recyclage, conduite, avantage et inconvénients ;
- grands principes du couplage séparation et réaction : applications à la distillation réactive, membranes réactives, cristallisation, lit mobile simulé ...

En 2017, les thématiques de travail envisagées (**problématiques transversales**) sont :

- ▶ couplages de phénomènes : hydrodynamique, mélange (1 phase ou +), échange de masse / chaleur, réaction ;
- ▶ besoins en nouvelles métrologies : locales, à dynamique rapide... ;
- ▶ acquisition rapide de données cinétiques et thermodynamiques ;
- ▶ ingénierie : méthodes pour choix technologique et dimensionnement, méthodologie de sélection des réacteurs avec aspects d'éco-efficience et technico-économiques ;
- ▶ nouvelles technologies de réacteurs: *green chemistry*, solvants ou catalyseurs verts..., développement durable: gain d'énergie ou de solvant, nouvelles voies de synthèse ... ;
- ▶ conception de réacteurs pour les nouveaux produits : polymérisation, génération de solide à propriétés contrôlées ... ;
- ▶ coût de l'innovation.

Le GT a organisé le 23 mars 2017 à Saint-Quentin (Aisne) dans les locaux de *Missenard Quint Industries* une Journée Thématique « **Agitation des fluides de viscosité élevée** » : il s'agira de montrer des exemples et de s'interroger sur la méthodologie de l'agitation de fluides à structure interne complexe (enchevêtrement de molécules, dispersions ou suspensions de μ -gouttelettes, bulles ou particules), donc à comportement rhéologique complexe.

Le GT participera à la **Journée Cathala-Letort sur l'intensification des procédés et ses méthodologies**, organisée conjointement par la SFGP et Axelera fin 2017, à destination des PME-PMI.

Le GT participera également à l'organisation du **congrès Mixing** à Toulouse du 9 au 12 septembre 2018.



Animateurs :

Christophe PROUST (INERIS, Verneuil-en-Halatte),
Laurent PERRIN (LRGP-ENSIC Université de Lorraine).

A travers ce GT, la SFGP a souligné depuis longtemps que la sécurité des personnes et des biens est un aspect important de l'optimisation et de l'exploitation des systèmes de production. Mais les vives réactions sociétales suite à de graves accidents industriels (dont AZF en France) montrent aussi que l'identification des **risques majeurs** et la démonstration de leur maîtrise sont devenues un enjeu stratégique pour de nombreux projets industriels.

Le GT « Sécurité des procédés » a donc évolué vers **l'identification et la maîtrise du risque industriel** (*Loss Prevention*) pour tenir compte de ce nouveau positionnement d'un domaine de la technique qui ne peut plus se satisfaire d'être un art mais devient une science pour l'ingénieur. Les sujets concernés sont les méthodes d'analyse des risques, les modes et probabilités de défaillance, l'évaluation des propriétés dangereuses des substances, la prédiction des phénomènes dangereux (incendie, explosions, nuages toxiques...), le développement de barrières de sécurité (événements, systèmes d'isolement...). Pour tous ces points, l'analyse d'accidents passés reste une source principale d'informations qui fait évidemment partie de la thématique.

Actions récentes :

- ▶ L'organisation d'une journée de prospective scientifique **Cathala-Letort**, intitulée « **Le génie des procédés au service du développement industriel : les nouvelles problématiques de la sécurité industrielle** » à l'INSA de Rouen le 8 avril 2015 où ont été particulièrement traités les aspects importants de la maîtrise du risque pour l'industrie, ainsi que la formation et la recherche.
- ▶ L'animation du *workshop* **Process Safety and Loss Prevention** pendant le congrès **ECCE10** de Nice 2015 : thématique très orientée « management » partant de la conduite des analyses de risques jusqu'à la « culture » de la sécurité. A noter une forte tendance à la mise en place de systèmes de gestion notamment des données « process » et d'une base de données d'incidents, et deux conférences plénières très intéressantes de BASF et de SANOFI sur les perspectives des industries chimiques et pharmaceutiques. Une table ronde a réuni une nombreuse assistance appartenant au milieu industriel avec malheureusement peu de représentants du monde académique. La demande principale de l'industrie est de fournir aux étudiants une formation sécurité OPERATIONNELLE.

Perspectives 2016-2017 :

- ▶ réunir un **Bureau** avec des membres d'origines variées (LRGP, INSA de Rouen, UTC, INERIS, Chilworth, Total, pôles de compétitivité...);
- ▶ participer de manière importante au **prochain congrès de la SFGP** (Nancy, juillet 2017);
- ▶ organiser au moins un séminaire SFGP, par exemple sur les **méthodes d'analyse des risques**;
- ▶ s'intéresser à des filières industrielles où la maîtrise du risque est un enjeu fort : celle du **traitement des déchets**.

GT « Solides divisés »

Animatrice : **Béatrice BISCANS**, Directrice de Recherche CNRS- LGC - Université de Toulouse.

Le **Bureau** est composé de :

Hervé Muhr (LRGP, CNRS Université de Lorraine),
Khashayar Saleh (Université de Technologie de Compiègne),
Alain de Ryck (Centre Rapsodee - Mines- Albi)

Liens avec d'autres sociétés savantes :

▶ *European Federation of Chemical Engineering (Working Party on Crystallization, Particle Characterization, Agglomeration ...)*

- **SF2M**: Société Française de Métallurgie et de Matériaux
- **GFC**: Groupe français de la Céramique
- **SCF**: Société Chimique de France
- **GDR PROMETHEE** (Procédés Hydrométallurgiques pour la Gestion Intégrée des Ressources Primaires et Secondaires)

Ce GT est en relation avec les **Working Parties** *Crystallization, Particle Characterization, Agglomeration, Product Engineering ...* de **l'EFCE**. Il est aussi en lien avec la **SF2M** (Société Française de Métallurgie et de Matériaux), le Groupe Français de la Céramique (**GFC**) et la **SCF** (Société Chimique de France). Ses activités s'adressent aux universitaires et aux industriels qui travaillent sur les procédés de génération, de traitement et de mise en forme des solides et sur les procédés de séparation, de recyclage et de valorisation des matériaux issus des effluents ou des déchets. Il inclut les équipementiers et fabricants de matériels pour l'élaboration et la caractérisation des particules. Les procédés concernés sont la **crystallisation** et la **précipitation**, les procédés **CVD**, le **broyage**, la **granulation**, l'**enrobage**, le **séchage**, la **compression**. Les secteurs industriels impliqués sont très larges car les particules solides entrent dans la fabrication de nombreux produits d'usage (chimie, pharmacie, cosmétique, agro-alimentaire...). Les enjeux concernent aussi les traitements d'eau et d'effluents, l'élaboration de matériaux pour l'énergie, pour la santé...

L'objectif scientifique majeur est la recherche **des relations qui existent entre les conditions d'élaboration des particules solides et leurs propriétés**. Il s'agit donc d'établir des méthodologies pour maîtriser la qualité et les propriétés d'usage des solides et particules en agissant sur la conception du procédé (innovations technologiques) et ses paramètres de conduite. Les problématiques scientifiques à traiter sont :

- ▶ l'établissement de lois de changement de phases, de transformation multi-échelle ou d'écoulement de milieux particuliers complexes (suspensions ou poudres);
- ▶ l'intégration dans un modèle global du procédé prenant en compte l'hydrodynamique de l'appareil;
- ▶ le développement de méthodes de caractérisation spécifiques des solides et des particules en ligne ou hors ligne.

En 2015, le GT a organisé **STPMF 2015 « Science et Technologie des Poudres et Matériaux Frittés »** à Nancy du 8 au 10 avril et le **3rd Symposium on Handling and Hazards of Particulates Materials in Industry** au sein du congrès **ECCE10** à Nice.

Le GT a activement participé en **2016** aux manifestations suivantes :

- ▶ **Procédés hydro-métallurgiques** pour la récupération et le recyclage des métaux, le 12 juillet 2016 au LRGP, Nancy;
- ▶ **PARTEC 2016** (*International Congress on Particle Tech-*



L'Association

nology), 19-21 avril 2016 à Nuremberg (participation de membres du GT au comité scientifique);

► **CRISTAL 8** (cristallisation et précipitation industrielles), 26-27 mai 2016 à Rouen : 50 communications, 120 participants (<http://cristal8.univ-rouen.fr>), actes publiés dans la collection Récents Progrès en Génie des Procédés et dans un numéro spécial de *Journal of Crystal Growth*.

En préparation, l'organisation :

► d' **ISIC 20 (20th International Symposium on Industrial Crystallization)**, 3-6 septembre 2017 à Dublin en lien avec la *Working Party Crystallization* de l'EFCE ;

► du tutoriel « **Caractérisation des suspensions et solides divisés** » pour le congrès SFGP 2017 à Nancy ;

► du colloque **STPMF 2018 - Science et Technologie des Poudres**, à Compiègne.

► d'une journée « **Mottage** » à Compiègne en mai 2018, en lien avec le GT « Génie des Procédés Biotechnologiques et Agroalimentaires ».

GT « Thermodynamique des procédés »

Animateurs :

Jean-Noël JAUBERT, Professeur à l'ENSIC - LRGP Nancy, Université de Lorraine, **Rafael LUGO**, Chef de projet à IFPEN

Bureau :

Philippe Arpentiner (Air Liquide), Abdelatif Baba-Ahmed (Arkema), Karine Ballerat-Busserolles (ICCF), Olivier Baudouin (ProSim), Pierre Cézac (UPPA LaTEP-ENS-GTI), Christophe Coquelet (Centre Thermodynamique des Procédés (CTP), Freddy Garcia (Total), Christelle Goutaudier (Laboratoire Multimatériaux et Interfaces), Patrice Paricaud (ENSTA-UCP - Paris), Romain Privat (ENSIC, laboratoire LRGP, Nancy), Jean-Marc Simon (LICB, Université de Bourgogne), Anne-Laure Revelli (Processium).

La **connaissance des propriétés de la matière** est incontournable en génie des procédés. A ce titre, le GT « Thermodynamique des procédés » a comme objectif de réfléchir au développement de cette discipline, tant en recherche qu'en enseignement, afin de permettre aux industriels et chercheurs académiques français d'impacter les innovations industrielles. La thermodynamique est une discipline transversale qui forme un trait d'union entre les différentes sciences du génie des procédés. Elle est par ailleurs un fil conducteur particulièrement adapté pour effectuer des transferts d'échelle et relier les phénomènes macroscopiques (échelle procédés) aux propriétés de la matière aux échelles atomistique et moléculaire. Elle est également en constante évolution et les nouveaux outils de modélisation facilitent la conception et l'optimisation des procédés. Du fait du caractère central et transversal de la thermodynamique, de multiples travaux ont été menés en collaboration avec les autres GT de la SFGP. Ces mêmes travaux sont également coordonnés avec ceux développés par le groupe de travail européen (<http://www.wp-ttp.dk>). Un rapprochement très fructueux a également vu le jour avec le GdR (Groupement de Recherches) du CNRS intitulé Thermodynamique Moléculaire et des Procédés et animé par notre collègue de Toulouse Vincent GERBAUD.

Les activités régulières et intenses de ce GT prennent la forme de réunions de travail, de journées thématiques

(en moyenne deux par an) et d'opérations spécifiques ponctuelles (organisation de congrès, d'écoles d'été ...) ou plus étalées dans le temps comme par exemple la mise en place d'un site Internet dédié à l'enseignement.

La première édition de l'**École d'été « Thermodynamique des procédés pour l'ingénieur : choix du modèle, calculs d'équilibres de phases et de propriétés énergétiques »** s'est déroulée avec succès du 6 au 10 juillet 2015 à Nancy dans les locaux de l'ENSIC. La deuxième édition se tiendra en juillet 2017 (<http://ecole-thermo2017.event.univ-lorraine.fr>).

Le GT a également orchestré le symposium **IUT (Industrial Use of Thermodynamics)** qui s'est tenu lors du congrès ECCE10 de Nice en 2015.

Les dernières journées thématiques organisées par le GT ont été :

► **Adsorption et absorption de gaz : thermodynamique des procédés** le 10 avril 2015 à Clermont-Ferrand ;

► **Equations d'état en thermodynamique: des équations cubiques aux équations issues de la thermodynamique moléculaire** les 26 et 27 octobre 2015 à l'ENSIACET de Toulouse. Cette double journée de formation et de conférences a été co-organisée avec le GdR Thermodynamique Moléculaire et des Procédés ;

► **Données thermodynamiques : production, cohérence et impact sur le dimensionnement des procédés industriels** le 1^{er} avril 2016 à l'IFPEN de Rueil. Cette journée a accueilli une quarantaine de participants français, dont près de la moitié d'industriels et a permis de débattre de l'acquisition de données thermodynamiques (par expérimentation ou par simulation moléculaire) et des incertitudes associées, de l'exploitation des données et de l'impact de celles-ci sur le dimensionnement des procédés ;

► Journées **Hydrates** à Pau, Université des Pays de l'Adour des Pays de l'Adour, les 1 et 2 décembre 2016.

De nombreuses actions sont prévues **en 2017** :

- la journée « **Fluides de travail pour la production de froid** » organisée à Paris par Christophe Coquelet le 16 mars 2017 ;
- Journée « **Equilibres de phase** », organisée par Karine Ballerat et Christelle Goutaudier en novembre 2017 ;
- la participation à l'organisation du **Congrès SFGP** qui se tiendra à Nancy en juillet 2017 ;
- le colloque **CETCCUS (Cutting-Edge Technology for Carbon Capture, Utilization, and Storage)** qui se déroulera à Clermont-Ferrand du 24 au 27 septembre 2017 ;
- la deuxième édition de l'**École d'été de Thermodynamique** organisée à Nancy en juillet 2017 par Jean-Noël Jaubert et Romain Privat.

En cours de réflexion, l'organisation :

► d'un séminaire sur la **caractérisation des propriétés et des équilibres de phase des molécules polyphénoliques**. Il s'agit d'une thématique ayant un fort intérêt industriel (pharmacie, chimie, biomasse, industrie alimentaire, industrie cosmétique ...).

► d'une journée sur la **thermodynamique présente dans les calculs CFD**.

GT « Traitement de l'eau et de l'air »

Animateurs :

Étienne PAUL (INSA Toulouse), **Annabelle COUVERT** (ENSC Rennes).

Bureau :

Sylvie Baig (Degrémont), Magali Casellas (Université de Li-

moges), Yannick Fayolle (IRSTEA), Nicolas Lesage (Total), Sébastien Logette (Solvay), Philippe Moulin (Université Aix - Marseille), Olivier Potier (LRGP, ENSGSI, Nancy), Christophe Renner (Veolia Environnement)

Objectifs :

- ▶ accompagner les transformations méthodologiques du domaine : participation à la réflexion émanant du COS sur le futur du Génie des procédés et formation à la modélisation de procédés biologiques de traitement ;
- ▶ nouer des contacts avec les autres GT (lien avec le GT « Innovation et Procédés ») et les autres associations (EFCE, ASTEE...);
- ▶ accroître les interactions entre les membres SFGP inscrits au GT TEA (informations sur les événements, actions participatives, rédactions de notes techniques...).

Ambitions du GT TEA :

- ▶ être un acteur incontournable en France sur le traitement de l'eau et de l'air ;
- ▶ être un partenaire de choix dans l'organisation d'événements scientifiques liés au traitement de l'eau et de l'air ;
- ▶ proposer des visites de sites et des rencontres avec des PME proposant des technologies originales ;
- ▶ constituer une liste de manifestations systématiques dans le domaine et proposer un parrainage.

Le GT a participé activement au **congrès ECCE10** (Nice 2015) en organisant un *workshop* « Eau », intitulé *Technological innovation for water management in the urban and industrial contexts*. Quatre conférences plénières y ont été données sur des enjeux clés du traitement des eaux :

1. évaluation des filières de traitement avec séparation à la source dans un contexte de gestion intégrée de l'eau en milieu urbain ;
2. technologies de traitement des micropolluants organiques présents dans les eaux usées ;
3. technologies et filières de valorisation des substances et de l'énergie présentes dans les eaux usées ;
4. processus bio-physico-chimiques responsables de la dégradation des réseaux d'assainissement.

Journées techniques en 2016 - 2017 :

- ▶ **Eau et déchets JTED 2016** «Valorisation des ressources issues des déchets et effluents», 16 -17 novembre 2016 à Toulouse (120 personnes) ;
- ▶ **MEMPRO 6** du 7 au 9 juin 2017 à St-Malo, en collaboration avec CFM, ENSIC et CPE ;
- ▶ **Séparation à la source en assainissement**, *workshop* à Cugnaux près de Toulouse fin 2017 ;
- ▶ **Innovation dans le domaine du traitement des eaux**, en coopération avec le GT « Innovation et procédés » (Olivier POTIER) à Nancy;

Par ailleurs, le GT participe à divers congrès internationaux (JEEP, JETC, ESAT).

GT « Traitement et valorisation des déchets, boues et sites pollués »

Animateurs :

Pierre BUFFIÈRE, Laboratoire Déchets, Eaux, Environnement, Pollutions (DEEP) - Université de Lyon, INSA Lyon.

Ange NZIHOU, Laboratoire de Recherches d'Albi en Génie des Procédés des Solides Divisés, de l'Energie et de l'Environnement, RAPSODEE-UMR CNRS 5302- Ecole des Mines d'Albi-Carmaux

L'Association



Membres actifs :

Fabrice Beline (IRSTEA Rennes), Jésus Cacho (VEOLIA CRPE Limay), Hélène Carrère (INRA - LBE), Renaud Escudié (INRA - LBE), Rémy Gourdon (INSA Lyon), Angélique Léonard (Université de Liège), André Pauss (UTC Compiègne), Yoann Pechaud (Université Paris Est), Sébastien Pommier (CRITT GP Toulouse), Marie-Odile Simonnot, (LRGP Nancy) Emmanuel Vernus (PROVADEMSE).

Ce GT a pour vocation de fédérer les différents acteurs académiques et industriels concernés par les procédés pour **le traitement et la valorisation des déchets, boues et résidus divers**, ainsi que la **remédiation des sites et sols pollués**. Ces procédés s'adressent à des matrices solides ou pâteuses, de composition et structure variables. Ils mettent en jeu l'ensemble des opérations unitaires et des outils du génie des procédés, soit dans le contexte d'une usine, soit sur un site à traiter.

Au-delà de la remédiation, le GT s'intéresse également aux problématiques de **valorisation matière et énergie à partir de ressources « déchets et résidus »**, que ce soit dans le domaine de la conversion biologique et/ou thermochimique de biomasses résiduelles, ou pour l'obtention de matières premières secondaires. Ce GT recouvre donc les enjeux liés au **traitement et à la purification des gaz** issus de conversions thermochimiques ou biologiques. Le GT inclut également dans ses thématiques celles liées au **biogaz** et au **traitement des gaz de biomasse**.

La mission du GT est d'organiser des rencontres, des journées thématiques et de participer activement au congrès bisannuel de la SFGP. L'enjeu est d'identifier les verrous scientifiques et technologiques susceptibles de limiter les futures innovations et de faire émerger des thèmes fédérateurs de recherche en liaison avec les défis industriels et sociétaux.

Actions récentes :

- ▶ participation à la **Session «Soil Remediation»** du congrès **ECCE10** à Nice fin septembre 2015, gérée par le GT (10 communications, 4 conférences orales) ;
- ▶ **table ronde** co-organisée avec le GT « Energie » au congrès **WasteEng** à Albi en mai 2016 sur le thème «**Waste to Energy**» et attribution du **prix SFGP du meilleur poster** ;
- ▶ Journée « **Méthanisation par voie sèche** » organisée par l'INSA de Toulouse sur la plateforme Solidia / ClerVert (5/6 octobre 2016) ;
- ▶ Journées «**Recherche Innovation**» du Club Biogaz, UniLa-Salle Beauvais, 11-13 avril 2017.

En conclusion

Le bilan montre un fort engagement des GT dans l'organisation de manifestations. Les acteurs académiques et industriels ont été mobilisés sur des journées organisées sur des enjeux sociétaux et industriels, permettant de développer de renforcer les aspects fondamentaux de notre discipline, avec une réflexion importante sur l'apport du Génie des Procédés à l'usine du futur.

Jack LEGRAND
Président du CST

assisté de

Jean- François JOLY, Xuan MEYER et Michel SARDIN



L'Association

Cycle de Vie et Recyclage des Matériaux

Sophie DUQUESNE
UMET – Univ. Lille 1
sophie.duquesne@ensc-lille.fr

Ecosystèmes Industriels

Jean-Marc LE LANN
Laboratoire de Génie Chimique,
INPT-ENSIACET, Toulouse
jeanmarc.lelann@ensiacet.fr

Formation

Marie DEBACQ-LAPASSAT
LeCnam Paris
marie.debacq-lapassat@lecnam.net

Elaboration des Matériaux Métalliques

Jean-Pierre BELLOT
Institut Jean Lamour, Nancy
jean-pierre.bellot@univ-lorraine.fr

Energie

Jean-Henry FERRASSE
Université Paul Cézanne, Aix-en-Provence
jean-henry.ferrasse@univ-amu.fr

François NICOL
Veolia Environnement
francois.nicol@veolia.com

Génie du Produit

Nouria FATAH
Unité de Catalyse et de Chimie
du Solide, ENSCL, Lille
nouria.fatah@ensc-lille.fr

Génie de la Polymérisation

Christophe SERRA
ICPEES, Univ. de Strasbourg
christophe.serra@unistra.fr

Génie des Procédés Biotechnologiques et Agroalimentaires

Jean-Luc SIMON
Ingredia Group, Arras
jl.simon@ingredia.com

Informatique Avancée des Procédés

Philippe ARPENTINIER
Air Liquide
philippe.arpentinier@airliquide.com

Gilles HETREUX
ENSIACET
gilles.hetrex@ensiacet.fr



Ingénierie des Réacteurs et Intensification

Laurent FALK
Laboratoire Réactions et Génie
des Procédés, Nancy
laurent.falk@univ-lorraine.fr

Anne-Marie BILLET
LGC - ENSIACET, Toulouse
annemarie.billet@ensiacet.fr

Innovation et Procédés

Olivier POTIER
Laboratoire des Réactions et Génie
des Procédés, Nancy
olivier.potier@univ-lorraine.fr

www.sfgp.asso.fr

Procédés séparatifs

Pascal DHULSTER
Laboratoire ProBioGEM, Lille
pascal.dhulster@univ-lille1.fr

Romain KAPEL
LRGP – ENSIC Nancy
romain.kapel@univ-lorraine.fr

Sécurité des Procédés

Christophe PROUST
INERIS, Verneuil-en-Halatte
christophe.proust@ineris.fr

Laurent PERRIN
LRGP – ENSIC Nancy
laurent.perrin@univ-lorraine.fr

Solides divisés

Béatrice BISCANS
Laboratoire de Génie Chimique,
Toulouse
beatrice.biscans@ensiacet.fr

Traitement et valorisation des déchets, boues et sites pollués

Pierre BUFFIERE
LGCIE – INSA, Lyon
pierre.buffiere@insa-lyon.fr

Ange NZIHOU
École nationale supérieure des Mines d'Albi-Carmaux
ange.nzihou@mines-albi.fr

Thermodynamique des procédés

Jean-Noël JAUBERT
Laboratoire des Réactions et Génie
des Procédés – ENSIC, Nancy
jean-noel.jaubert@univ-lorraine.fr

Rafael LUGO
IFP Energies nouvelles
rafael.lugo@ifpen.fr

Traitement de l'eau et de l'air

Annabelle COUVERT (air)
Ecole Supérieure de chimie de Rennes
annabelle.couvert@ensc-rennes.fr

Etienne PAUL (eau)
Ingénierie des systèmes biologiques
et des procédés – INSA, Toulouse
etienne.paul@insa-toulouse.fr

Les 17 Groupes Thématiques de la SFGP, en mai 2017

Séparation Réactive

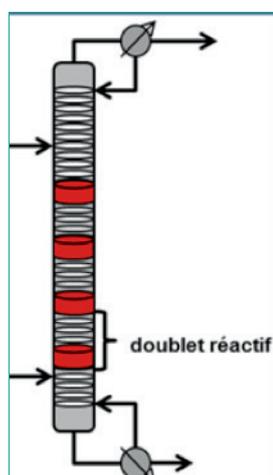
1^{er} juin 2016 sur le site de l'IFPEN, Solaize

Journée organisée par le GT

« Ingénierie des Réacteurs et Intensification ».



La **séparation réactive** rencontre un intérêt croissant au sein de la communauté du Génie des procédés, permettant l'intensification de nombreux types d'appareils: réacteurs, cristalliseurs, colonnes de séparation...



Au cours de cette journée thématique qui lui fut consacrée, les points suivants ont été abordés:

- ▶ grands principes du couplage entre séparation et réaction, et applications industrielles ciblées ;
- ▶ enjeux de la mise en place de séparations réactives et positionnement possible dans divers procédés industriels ;
- ▶ exemples d'équipements industriels (réacteurs ou séparateurs) : description et avantages / inconvénients.

Source : IFPEN

Les conférences composant la journée ont décliné des exemples divers au sein du vaste thème de la séparation réactive et ont ainsi permis de décrire des **technologies innovantes** de séparations réactives, et d'évoquer des **applications industrielles ou pilotes** de distillation réactive, de biotechnologie, de cristallisation réactive. Plus précisément, le programme de la journée s'est articulé comme suit :

- ▶ *Principes et enjeux de la séparation réactive*, **Xuan MEYER**, LGC INP-ENSIACET Toulouse ;
- ▶ *Quelques exemples de colonnes réactives*, **Vincent COUPARD**, IFPEN Solaize ;
- ▶ *Conception et développement d'un procédé de distillation réactive industriel*, **Mathias BREHELIN**, Solvay ;
- ▶ *Intégrer séparation et bioconversion: vers l'amélioration des performances en biotechnologies*, **Violaine ATHÈS**, INRA/Agroparistech ;
- ▶ *La cristallisation réactive en tant que procédé de séparation: Application à l'élimination d'éléments indésirables en solution et à la production de solides de qualité contrôlée*, **Hervé MUHR**, LRGP Nancy ;

▶ *Approche multi-échelle des procédés de cristallisation réactive: contrôle des propriétés des cristaux ou séparation sélective de composés*, **Béatrice BISCANS**, LGC INP-ENSIACET Toulouse ;

▶ *La séparation réactive pour le traitement du combustible nucléaire : état des lieux et perspectives*, **Binh DINH**, CEA Marcoule.

Le bilan de cette journée thématique fut très positif, avec **48 participants** et des discussions dynamiques et instructives entre conférenciers et participants.

Pour le GT « Ingénierie des Réacteurs et Intensification » :

Laurent FALK



Laurent FALK
LRGP, Nancy

Anne-Marie BILLET



Anne-Marie BILLET
LGC, Toulouse

Joëlle AUBIN



Joëlle AUBIN
LGC, Toulouse

Frédéric AUGIER



Frédéric AUGIER
IFPEN, Solaize

Le domaine d'activités scientifiques et techniques couvertes par le Groupe Thématique « **Ingénierie des Réacteurs et Intensification** » de la SFGP couvre un spectre large puisque ce GT aborde les problématiques d'agitation des fluides, du génie de la réaction chimique, de l'intensification des réacteurs.

Ce groupe organise chaque année des journées thématiques qui abordent des problématiques transversales (caractérisation des phénomènes limitants dans l'appareil, développement de métrologies spécifiques, modélisation...), ou qui sont centrées sur une technologie ou un métier particulier.



De l'audit énergétique à l'optimisation de l'efficacité énergétique des sites industriels : quelles méthodologies ? Quels outils ?

9 juin 2016, Cnam - Paris

Etat des lieux des méthodes et outils existants, cas d'étude et témoignages de scientifiques et de R&D industriels

La performance énergétique est un levier majeur pour la compétitivité des entreprises et le moyen le plus efficace pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Pour atteindre cet objectif, une démarche d'amélioration doit être menée, comprenant essentiellement :

- ▶ un **audit énergétique** (réglementaire EN 16247 ou volontaire) qui permet d'analyser les procédés et utilités du site et d'établir un diagnostic dans lequel les gisements d'économies sont cartographiés ;
- ▶ la mise en œuvre du **Plan d'Economie d'Energie** (PEE) qui permet de planifier les actions d'améliorations ;
- ▶ la mise en œuvre d'un **Système de Management de l'Energie** (ISO 50001) afin de pérenniser durablement les économies réalisées.

Cependant, cette démarche se heurte à de nombreuses difficultés d'ordre technique et opérationnel. La journée des **GT « Informatique et Procédés » IEP et « Energie »** de 2009 avait conclu quant au besoin de développer des méthodologies et des outils logiciels dédiés au diagnostic et à l'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés. La journée du 9 juin 2016 a été l'occasion de dresser un état des lieux du chemin parcouru depuis 2009, tant sur le plan méthodologique que sur les outils logiciels de collecte de données, d'analyse et de synthèse de solutions.

Cette manifestation a réuni près de **70 participants** parmi lesquels des représentants :

- ▶ de grands groupes industriels (Solvay, EDF, INEOS, TOTAL, Air liquide...)
- ▶ de groupements d'industriels (UIC ou encore l'ITE PS2E...)
- ▶ de l'ADEME
- ▶ d'organismes de recherche et de formation (Mines de Nantes, Mines de Paris, AgroParisTech, INP ENSIACET, CNAM, Mines de Douai, INSA Lyon, IUT Aines, CETIAT, LGC, LATEP, GEPEA, CETHIL, IRSTEAM, I2M, LRGP, Pôle cristal, M2P2, IFSSTAR, IFPEN...)
- ▶ de sociétés d'ingénierie et de services agissant dans le domaine de l'Energie (ProSim, Bertin Technologies, Boreales Energy, CASPEO, Ingenica, climatelec).



Source : Cnam

La matinée a été consacrée aux exposés ci-dessous :

- ▶ *Audit énergétique : cadre réglementaire et accompagnement de l'ADEME sur l'efficacité énergétique dans l'industrie*, **Guillaume DAILL**, ADEME ;
- ▶ *Aspects conceptuels liés à l'analyse énergétique des procédés*, **Jean-Paul GOURLIA**, PS2E ;
- ▶ *Solvay et l'Energie : Application opérationnelle des ambitions environnementales et économiques de Solvay : Objectif et moyens mis en œuvre sur les sites : Projet Solwatt // Solway Way*, **Mouloud TAZIBD**, Solvay ;
- ▶ *Démarche ISO 50001 chez Veolia Eau France*, **Nader NOA-TAMRI**, **Bruno FLEURY**, VEOLIA ;
- ▶ *Analyse pincement d'une unité de vaporeformage de gaz naturel*, **Marie BASIN**, Philippe Arpentinier, Air Liquide Centre de Recherche Paris Saclay ;
- ▶ *Audits énergétiques et systèmes de gestion: une opportunité pour l'industrie pétrochimique*; **Greet VAN EETVELDE**, Energy & Innovation Policy, INEOS Europe AG ;
- ▶ *Projet COOPERE (ANR) : Intégration des analyses pinch et exergétique dans un simulateur de procédé pour des audits énergétiques avancés*, **Etienne LETOURNEL** (Veolia Recherche et Innovation), **Raphaële HÉTREUX** (Laboratoire de Génie Chimique) ;
- ▶ *Projet CERES 2 (ANR) : méthodes et outils d'intégration énergie et matière dans l'industrie*, **Sandrine Pelloux Prayer (EDF)**, **Assaad ZOUGAIB** (Mines ParisTech) ;
- ▶ *Audit industriel d'un site complet : application à un site pétrochimique de TOTAL*, **Mai RICHE**, Total ;
- ▶ *Les outils de la recherche et développement pour la performance énergétique*, **Pierre-Gilles POINT**, Bertin Technologies ;
- ▶ *Projet RREFlex (AMI Total ADEME) : Outils Robuste pour la synthèse de réseaux d'échangeurs de chaleur flexibles*, **Gilles HÉTREUX**, Laboratoire de Génie Chimique.

La **table ronde** qui a suivi, animée par **Philippe ARPENTINIER** (Ingénieur Air Liquide - coanimateur du GT IAP) et **Jean-Henry FERRASSE** (Maître de Conférence à l'Université d'Aix Marseille - coanimateur du GT Energie), a été l'occasion de débattre afin de partager les retours d'expériences d'ingénieurs en charge de l'amélioration de la performance énergétique au sein de leur entreprise, pour identifier les freins rencontrés aujourd'hui dans la mise en œuvre de la démarche et d'identifier les futurs champs d'investigation en recherche et développement dans le domaine de l'efficacité énergétique.

Voici quelques points abordés :

Contexte des audits réglementaires

Les audits imposés par la réglementation sont trop simplistes. La réglementation a tendance à favoriser les économies immédiates. L'ADEME, pour sa part, aide et encourage



les audits avancés. Cependant, le fait est qu'aujourd'hui la concurrence concerne surtout les audits règlementaires et qu'il est difficile de promouvoir les audits avancés, nécessairement plus coûteux. De plus, actuellement, si le temps de retour sur investissement dépasse 2 ans, les projets ne sont pas financés. Le rôle des académiques est d'impulser des audits plus approfondis, notamment en développant et en fournissant les méthodologies adaptées. Il est aussi crucial de former la nouvelle génération d'ingénieurs.

Les méthodes d'analyse et d'optimisation énergétique utilisées et en développement

En se concentrant sur le cœur du procédé, il est déjà possible de faire apparaître de bonnes opportunités à ce niveau. L'approche doit toutefois être pragmatique. Il est possible d'aller plus loin en réalisant des analyses énergétiques, ou en menant des réflexions sur la symbiose industrielle. Cependant, dans un cluster industriel, il faut préciser qu'échanger de l'énergie entre deux acteurs industriels différents est délicat. Chacun a ses propres intérêts. Et contraindre un industriel à œuvrer pour satisfaire l'intérêt général peut être parfois difficile. Ainsi cette problématique ne peut pas être résolue sans prendre en compte le jeu d'acteurs. Néanmoins, il demeure que l'industrie a grandement besoin d'innovation au niveau de la flexibilité des sites. Néanmoins, quel que soit le champ d'application (procédé, site, territoire), la méthodologie développée reste la même mais il faut ajouter des contraintes spécifiques à chaque niveau (distance, décision des différents sites par exemple pour le niveau territoire).

► Quel est le niveau de détail requis dans la définition des besoins en énergie d'un procédé ?

Coupler un simulateur de procédé permet de compléter les informations mesurées sur le procédé. Par ailleurs, apporter un modèle du procédé permet d'optimiser les paramètres opératoires avec un critère énergétique. Les modèles phénoménologiques sont donc précieux dans la démarche. Une fois mis en place, le modèle permet aussi de tester plusieurs cas de marche par analyse de sensibilité. On n'est en effet pas toujours obligé de recourir à une modélisation très fine du procédé mais la qualité des résultats et des solutions proposées dépendra nécessairement de la qualité et du degré de finesse du modèle. Dans certains cas, comme dans l'industrie agro-alimentaire, la modélisation peut s'avérer extrêmement délicate.

► Il semble exister un parallèle fort entre les problématiques énergie (énergie intermittente et demande intermittente) et les Smart grids. Pourrait-on exploiter ces techniques pour nos problématiques ?

Il semble que les problématiques de la gestion de la chaleur soient beaucoup plus complexes que les Smart grids. L'électricité n'a qu'un niveau de qualité tandis que la chaleur est beaucoup plus versatile. Par ailleurs, on observe deux niveaux d'intermittence : une intermittence temporelle et une intermittence qualitative (niveau de température, forme de l'énergie et de la chaleur).

► Comment diversifier les contraintes prises en compte dans l'analyse : distance entre courants pouvant échanger, sécurité, contrats, contrainte de mise en contact des fluides en cas de fuite...

Il est clair que proposer un réseau qui ne répond pas aux contraintes ne sert à rien. Ainsi faut-il des outils qui permettent de comparer les solutions suivant divers critères. De plus, l'aspect contrat (vente et achat d'énergie avec des sites voisins) ou encore la notion de consommation heures pleines ou creuses est aussi un paramètre à prendre en compte. Cependant on constate que l'industriel peut avoir

de réelles difficultés à formuler a priori l'ensemble de ses contraintes. Il apparaît plus pertinent d'intégrer ces contraintes au fur et à mesure du calcul (approche envisagée dans le projet RREFlex).

Qu'attend-on de l'acquisition des données de fonctionnement d'un procédé ou d'un site ? Sur quelles informations se baser pour réaliser les études (valeurs moyennes, traitements plus élaborés) ? Est-il nécessaire d'estimer les pertes thermiques ?

Il faudrait une brique technologique « analyse des données ». Sur 4 mois d'étude en moyenne, plus de la moitié est consacrée à la phase de collecte des données. Il est essentiel d'être capable d'exploiter les données historisées. Le modèle peut ensuite aider à avoir une idée de la valeur des données manquantes. Il faut noter qu'Air liquide a récemment mis en place une méthode de réconciliation de données qui permet d'évaluer en ligne les indicateurs de performance énergétique et leur incertitude.

Le point de vue des industriels

► Les méthodes développées sont-elles utilisables ponctuellement par un ingénieur procédé ou est-il nécessaire d'être un spécialiste ? Est-il possible d'utiliser ces méthodes en combinant des données d'opération d'un procédé à 100% ?

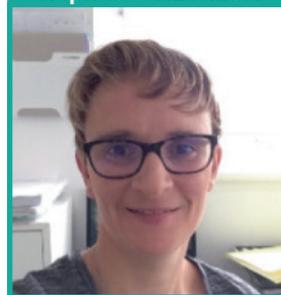
Il est nécessaire d'avoir une bonne maîtrise du procédé et une expertise sur les méthodologies. L'expertise procédé est apportée par les exploitants du site. Sur des grands sites, il y a des ingénieurs experts en énergie. Sur les petits sites, les exploitants n'ont pas le temps de se former. C'est pourquoi l'ambition de l'ENSIACET est de former des ingénieurs ayant une bonne compétence sur les aspects d'efficacité énergétique. Le cadre réglementaire va d'ailleurs promouvoir la création de postes « référent énergie ». Enfin, il apparaît qu'il faut probablement repenser l'organisation de la production, en intégrant notamment l'énergie dans toutes les phases du pilotage (planification, conduite). Ce n'est malheureusement pas toujours le cas aujourd'hui.

Conclusion

Pour résumer, les calculs théoriques donnent une cible de consommation minimale (le MER), l'état de l'art donne la consommation actuelle (nominale) du procédé. Pour se rapprocher de la cible, il faut orienter les travaux de R&D vers l'établissement de méthodologies :

- permettant de reconcevoir les moyens de production qui ont souvent plusieurs années de fonctionnement à leur actif ;
- capable de maîtriser le fonctionnement d'installation intégrée au jour le jour, ce qui induit des problématiques cruciales de nos jours (maintenance, contrôle, flexibilité ...)

Raphaële HÉTREUX



Raphaële HÉTREUX

Maître de conférence,
Laboratoire de Génie Chimique
(UMR-CNRS 5503) - Université de
Toulouse, CNRS, INPT-ENSIACET,
Toulouse, France





Hydrates

1^{er} et 2 décembre 2016, Pau

Journées organisées par le GT « Thermodynamique des procédés »

en collaboration avec :

Les journées thématiques « Hydrates / Clathrates » organisées en janvier 2015 et 2016 par la SFT (Société Française de Thermique) et le séminaire « Hydrates de gaz » qui s'est déroulé à l'Ifremer - Brest fin mars 2016 ont permis de faire se rencontrer les différents acteurs de la recherche sur les hydrates de gaz en France, qui ont ainsi pu échanger sur de nombreux projets en cours. Ces rencontres ont également fait émerger une volonté commune de rassembler compétences scientifiques et technologiques dans une fédération nationale pour répondre à des problématiques scientifiques et applicatives liées aux hydrates. Le choix s'est porté sur la **création d'un Groupement de Recherche (GdR)**.



Les **Journées Hydrates** des 1^{er} et 2 décembre 2016 à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, sous le parrainage de la SFGP, de la SFT (*Société Française de Thermique*), de la SGF (Société Géologique de France) et des instituts Carnot ISIFoR, M.I.N.E.S, Irstea et brgm, se sont inscrites dans la continuité des précédentes rencontres. Organisées sous la houlette du groupe de travail « Thermodynamique des Procédés » de la SFGP, ces journées thématiques ont rassemblé une soixantaine de personnes, chercheurs et industriels.

Elles ont permis aux participants de débattre au cours des trois sessions scientifiques :

- ▶ **Fondamentaux et méthodes expérimentales,**
- ▶ **Energie et procédés,**
- ▶ **Géosciences et hydrates planétaires.**



Ouverture de la journée par les Professeurs Jean-Noël JAU-BERT, Pierre CEZAC et Christophe DICHARRY

La thermodynamique des hydrates, les aspects hors équilibre, la caractérisation des hydrates aux échelles micro et macro, les applications potentielles (pour le traitement des gaz, le stockage du CO₂ ou encore la réfrigération), les hy-

drates sédimentaires et hydrates planétaires sont autant de sujets abordés durant ces deux journées. L'importance des hydrates (fléau ou opportunité) dans la production pétrolière a été également mise en avant au travers de deux présentations d'experts de la société Total. En plus d'un temps radieux, de la beauté de la chaîne pyrénéenne et d'une soirée fort conviviale, les participants ont apprécié la richesse des sujets abordés et l'excellent niveau scientifique des intervenants. Les échanges ont été nombreux et fructueux.



Les organisateurs :

Pierre CEZAC, Directeur de l'Institut Carnot ISIFoR, Professeur à l'ENSGTI (UPPA), chercheur au LaTEP.

Christophe DICHARRY, Professeur à l'UPPA, responsable de l'équipe Interfaces & Systèmes Dispersés du LFCR (UMR 5150)

Le dossier de demande de création du GdR « Hydrates » est aujourd'hui finalisé et a été déposé fin janvier 2017. Il rassemblera près de 90 chercheurs de 29 laboratoires / équipes différents. Les instituts INC, INSIS, INP, INSU, INS2I, IN2P3, INEE seront représentés ainsi que Mines ParisTech, Ifremer, IFPEN, IRSTEa, ENSTA, et BRGM.

L'institut principal de rattachement demandé est l'INC et les secondaires sont l'INSIS, l'INSU et l'INP. Le GdR sera structuré en 4 pôles scientifiques : « Sciences Moléculaires et Thermodynamique », « Génie des Procédés », « Géosciences », « Astrophysique et Planétologie » et comprendra deux plateformes : « Plateforme Expérimentale » et « Plateforme Modélisation ».

Fluides de travail pour la production de froid

15 et 16 mars 2017, Paris



Ces journées étaient organisées par les groupes «Thermodynamique» de la Société Française de Thermique (SFT) et «Thermodynamique et Procédés» de la Société Française de Génie des Procédés (SFGP) et par le GDR «Thermodynamique moléculaire et des procédés».



AVEC LE SOUTIEN
de l'Association Française du Froid (AFF) et de
l'Institut International du Froid (IIF).



Ces journées avaient pour objet de compléter l'état des lieux du domaine de la **caractérisation des fluides de travail**, entamé l'an dernier par C. Coquelet (Mines ParisTech).

La première journée a débuté par la présentation des différentes instances organisatrices : **SFGP**, **SFT**, **GDR**, **AFF** et **IIF** avec un rappel des buts visés par ces organismes. Le contexte très particulier de ces journées a été ensuite décrit par **D. COULOMB** (Directeur Général de l'IIF). En effet, le froid est de plus en plus nécessaire et les puissances installées devraient croître fortement dans les prochaines décennies avec toutefois une augmentation de leur efficacité et une réduction de leur impact environnemental. Suite aux accords européens et internationaux récents : réglementation F-gaz, accords de Paris (2015) et de Kigali (2016), les technologies du froid sont amenées à évoluer rapidement ; face à ces défis, la recherche et la technologie françaises doivent être présentes.

E. DEVIN pour l'AFF a ensuite présenté l'**aspect évolutif du froid** depuis sa naissance, en insistant sur les différentes familles de fluides frigorigènes qui se sont succédé. Selon l'AFF, les fluides naturels utilisés dans les premières machines frigorifiques devraient revenir sur le devant de la scène et apporter des solutions aux défis présentés. En complément introductif, **P. TOBALY** du Cnam a passé en revue les différents paramètres physiques nécessaires à la conception des systèmes frigorifiques, ainsi que les outils permettant d'y accéder, en insistant particulièrement sur les problèmes posés par l'usage de mélanges.

La première intervention fut relative à la **formulation inverse des frigorigènes pour l'aéronautique**, abordée par **V. GERBAUD** de l'ENSIACET. C'est une gageure relevée par ce spécialiste de définir la molécule chimique à partir du cahier des charges de ses propriétés (méthode « product design »). Toujours afin de prévoir à l'avance les propriétés, en particulier les diagrammes de phases, **J.N. JAUBERT** (ENSIC) a présenté une **équation d'état (E-PPR78)** permettant, à partir d'une méthode de contributions de groupes, de calculer des équilibres entre phases et les propriétés thermodynamiques afin de réaliser des bilans d'énergie ou d'exergie.

Pour le **calcul des propriétés thermodynamiques**, en particulier pour les nouveaux fluides frigorigènes (HFO ou HCFO), on peut utiliser différents modèles.

P. PARICAUD de l'ENSTA ParisTech a proposé un bilan de leurs avantages et inconvénients, notamment pour le calcul des points critiques et pour la prédiction des propriétés thermodynamiques idéales (C_p).

Le modèle E-PPR78 notamment mais également les équations d'état classiques nécessitent des calages à partir de mesures expérimentales, **C. COQUELET** de Mines ParisTech a présenté les différents moyens expérimentaux et les modèles associés permettant d'accéder en particulier aux équilibres de phases et aux masses volumiques. Les résultats pour le système binaire $CO_2 - R1234yf$ ont été présentés ainsi que la modélisation par E-PPR78.

Dans le cas des mélanges, il est important de prendre en compte dans les modèles thermodynamiques les interactions entre les molécules. Comme l'a montré **J.Y. COXAM** (Université de Clermont Auvergne), il est nécessaire pour cela de mettre en œuvre des **techniques calorimétriques** pour déterminer les capacités calorifiques isobares des systèmes liquides, chargés ou non en gaz, ainsi que des techniques de mesures d'enthalpie de mélange liquide-liquide ou liquide-gaz.

Pour l'ingénieur, les propriétés thermodynamiques seules ne suffisent pas pour le dimensionnement des machines. Il lui faut également les **propriétés de transport**, en particulier, les viscosités dynamiques. **G. GALLIERO**, de l'Université de Pau et Pays de l'Adour, a présenté trois techniques usuelles de mesure de la **viscosité** dont une plus récente qui utilise une **microbalance à quartz**.

Enfin, la première journée s'est achevée par la présentation du **logiciel Thermoptim** développé pour la formation des ingénieurs par **R. GICQUEL** de Mines ParisTech.

La seconde journée, après la présentation des différentes instances organisatrices, a poursuivi les travaux entamés la veille avec un exposé de **K. BALLERAT** (Université de Clermont Auvergne) sur les premiers résultats de **mesure de l'enthalpie de mélange du système $CO_2 - R1234yf$** , dans un calorimètre de mélange à circulation de fluides spécialement modifié pour respecter les conditions de température des machines frigorifiques. Ce calorimètre a permis également la mesure des chaleurs de solubilité gaz-liquide.

Un second exposé de **B. ROUSSEAU**, de l'Université Paris XI, nous a entraînés dans l'univers particulier de la **simulation moléculaire** (Monte Carlo et dynamique moléculaire) dont le rôle est de déterminer, par la « simple » application de la mécanique et en connaissant le potentiel d'interaction entre les molécules, les propriétés dynamiques (viscosité, diffusivité, conductivité thermique) et thermodynamiques (équilibre de phases) des fluides purs et des mélanges.

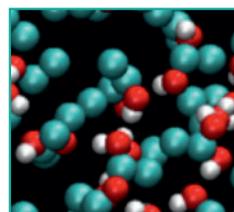


Figure 1 : Exemple de boîte de simulation en dynamique moléculaire (doc. B. Rousseau, Université Paris XI)

De nombreux résultats ont été exposés notamment pour les mélanges $CO_2 - R1234yf$ évoqués la veille. Il ressort également que ces modèles, bien que très complets, nécessitent des données expérimentales pour leur recalage.



Les journées thématiques des GT

D'autres propriétés, qui doivent être connues pour le dimensionnement et la connaissance du fonctionnement des machines, ont été évoquées au cours de la seconde journée, en particulier les **caractéristiques thermo-hydrauliques** des fluides lors du changement de phases notamment liquide-vapeur. Les résultats obtenus au CETHIL dans ce cadre ont été évoqués par **R. REVELIN** en application tant au froid qu'à l'ébullition des fluides dans des machines de Rankine à fluide organique.

Les méthodes de **prédiction des coefficients d'échange et de pertes de pression** ont été données et des perspectives avancées. Ces méthodes de prédiction utilisent des nombres adimensionnels en liaison avec les propriétés des fluides, en particulier leur capacité calorifique. La **mesure de ces capacités** est souvent obtenue par calorimétrie différentielle à balayage (*Differential Scanning Calorimetry* ou **DSC**). Cette technique bien connue a fait l'objet d'un exposé de **E. FRANQUET** de l'ENSGTI, qui a montré que dans la pratique elle présente couramment des biais et fait trop souvent l'objet d'interprétations erronées. C'est pourquoi il est nécessaire d'accompagner les mesures de **méthodes numériques** qui permettent une meilleure compréhension des phénomènes impliqués et de leurs conséquences, et l'amélioration des méthodes usuelles.

Certains **fluides frigoporteurs à Potentiel de Réchauffement Global (PRG) nul** permettent une distribution du froid plus écologique. Le stockage de froid est alors possible d'autant mieux que le fluide est diphasique (liquide-solide). C'est le cas des **coulis d'hydrates de gaz** présenté par **L. FOURNAISON** de l'IRSTEA. Les hydrates se forment par injection de gaz sans dispositif mécanique ; les particules sont très petites (50 µm) et lorsqu'elles sont ajoutées dans l'eau, la puissance disponible est cinq fois plus élevée que la chaleur sensible du fluide porteur. Les caractéristiques rhéologiques et de stockage ont été présentées.

Les machines n'ont pas été oubliées et **A. ZOUGHAIB** de Mines ParisTech, a exposé les possibilités d'optimisation à la fois de l'architecture thermodynamique (cycle sub-critique, trans-critique) et du fluide de travail (fluide pur ou mélange zéotropique) des **machines industrielles à compression**. Un exemple de démonstrateur de système de séchage ($t > 120$ °C) par pompe à chaleur trans-critique au R32 a été décrit (figure 2).



Figure 2 : Banc d'essais TRANSPAC 20-05/2014 - CES Palais - Mines ParisTech

On ne peut pas parler de fluide frigorigène sans parler des huiles qui leur sont associées. **M. YOUBI-IDRISSI** d'Air Liquide a fait un panorama détaillé des conséquences de la présence de l'huile dans les circuits frigorifiques : coefficient d'échange, enthalpie, viscosité, etc. Le **choix du lubrifiant** pour un fluide frigorigène et une application donnée est primordial pour les bonnes performances et la longévité du système, encore faut-il en mesurer in situ la concentration.

Le froid, c'est aussi les machines à sorption. **F. GIRAUD** du Cnam s'est intéressé au développement **d'évaporateurs à plaques** permettant la réduction de l'encombrement et du coût de telles machines. Ce développement passe par une meilleure compréhension des phénomènes d'ébullition à basse pression. Ses travaux expérimentaux permettent aujourd'hui d'entamer la mise en place de lois de corrélations pour un meilleur dimensionnement des systèmes.

Enfin, **R. RIVERA TINOCO** de Mines ParisTech a identifié de nouveaux couples de fluides de travail et a développé des architectures de cycle thermo-transformateur double, à double étage ou équipé d'éjecteur permettant d'atteindre des températures de 150 °C ou inférieure à -50 °C, ceci pour récupérer de la chaleur fatale industrielle (< 100 °C). L'étude porte sur l'optimisation des composants (absorbeur co-courant, à bulles, à garnissage, éjecteur liquide-vapeur ou vapeur-vapeur) et se heurte aux défis de caractérisation thermodynamique de nouveaux couples frigorigène-solvant nécessaire à leur dimensionnement.

A l'issue de ces deux journées, les organisateurs ont remercié l'ensemble des participants et ont proposé de **se retrouver dans un an** pour deux autres journées de discussions autour des fluides de travail.

Philippe Haberschill



Dr Philippe Haberschill
INSA Lyon
AFF- SFT, GT Thermodynamique

Paolo Stringari



Dr Paolo Stringari
Mines ParisTech
CNRS, GDR

Christophe Coquelet



Pr Christophe Coquelet
Mines ParisTech
SFGP, GT Thermodynamique et Procédés

Mélange des produits à viscosité élevée

23 mars 2017, Gauchy (Aisne)

Cette journée scientifique sur le thème « Mélange des produits à viscosité élevée », organisée par le groupe thématique **Réacteurs et intensifications de réacteurs** de la SFGP, s'est déroulée dans les locaux de la société **Missenard-Quint**, à Gauchy dans l'Aisne. Une trentaine de participants issus de domaines industriels variés sont venus assister à 7 présentations orales, couvrant divers domaines d'applications tels que les biotechnologies, l'industrie alimentaire, la fabrication de catalyseurs, le malaxage de béton et la polymérisation.

Les échanges nombreux entre participants ont porté autour des difficultés inhérentes à ces milieux visqueux et/ou à rhéologie complexe : l'évolution des propriétés des produits dont leur rhéologie, la maîtrise du régime transitoire assez peu étudié, les limites de validité de certaines hypothèses simplificatrices (pseudo-homogénéité, estimation des cisaillements apparents...).



Les différents sujets traités furent successivement :

- ▶ *Principes et problématiques du mélange des fluides à viscosité élevée*, **Joëlle AUBIN**, LGC CNRS INP Toulouse ;
- ▶ *Agitation des milieux non newtoniens*, **Nathalie de ROMANCE et Vincent HACHE**, Missenard Quint Industries ;
- ▶ *Mixing of non-Newtonian High Solids Suspensions: Industrial Challenges*, **Hugh STITT**, Johnson Matthey, UK ;
- ▶ *Quels liens entre morphologie, rhéologie, agitation et rendement : cas de culture de champignons*, **Frédéric AUGIER**, IFPEN ;
- ▶ *Les rotors-stators pour le mélange et la dispersion de gaz dans des milieux rhéologiquement complexes*, **Christophe VIAL**, Institut Pascal, Polytech Clermont-Ferrand ;
- ▶ *Etude in situ de la dynamique d'émulsification et de réactions de polymérisation par des méthodes rhéo-optiques*, **Sandrine HOPPE**, LRGP Nancy ;
- ▶ *Malaxage des bétons et des matériaux cimentaires : phénomènes physiques en jeu, principes de conception d'un malaxeur, mesures en ligne*, **Bogdan CAZACLIU**, IFST-TAR Nantes.

Les présentations ont permis d'illustrer la mise en œuvre de méthodes de mesure innovantes (suivi en ligne, tracking radioactif, traitement d'image...) et d'outils simulation numérique des écoulements. Ces techniques modernes permettent une meilleure compréhension des phénomènes physiques mis en jeu et un meilleur contrôle de la qualité des produits ou de la performance des procédés.

La journée s'est conclue par une **visite des ateliers** de fabrication des équipements d'agitation de l'entreprise **Missenard-Quint Industries** (photos ci-dessus).

Joëlle AUBIN



Joëlle AUBIN
Laboratoire de Génie Chimique,
Université de Toulouse

Frédéric AUGIER



Frédéric AUGIER
IFP Nouvelles Energies

Membres du Bureau du GT « Réacteurs & Intensification des Réacteurs »



Vous avez dit génie des procédés ?



Le cycle est parrainé par la Société Française de Génie des Procédés.

Le cycle de conférences «Vous avez dit génie des procédés ?» est organisé par l'équipe pédagogique Chimie et Génie des Procédés du Cnam, à l'intention de tous les publics intéressés par cette science, face aux enjeux industriels et sociétaux.

Usage des micro-procédés pour la synthèse chimique en continu

Conférence du 14 avril 2016 au Cnam-Paris



Laurent PRAT

Professeur à l'ENSIACET (INP Toulouse)

Annoncé il y a 10 ans comme une révolution pour la réaction chimique, **les outils en continu à micro-échelle** ont-ils fini par pousser les équipements traditionnels de paillasse au fond des placards des laboratoires ?

Après un état des lieux des outils disponibles pour la synthèse chimique en continu, des exemples de réussite dans ce domaine ont été présentés. Ils sont analysés avec les concepts et outils du Génie Chimique pour dégager les leviers ayant permis de dépasser les contraintes de la technologie. Enfin, les limitations sont abordées au

travers de retours d'expériences basés sur des projets en production industrielle et en R&D.

La distillation : de l'ancestral alambic à la sobriété énergétique des procédés de séparation

Conférence du 23 mars 2017 au Cnam-Paris



Michel MEYER

Professeur à l'ENSIACET (INP Toulouse)

La distillation est une opération de séparation plusieurs fois millénaire et constitue encore aujourd'hui la technique séparative la plus utilisée par l'industrie de transformation de la matière et de l'énergie. Malgré son invention très ancienne et son usage planétaire, des défis très actuels restent à être relevés.

Dans cet exposé, après le rappel des principes fondamentaux de la distillation, un rapide survol est fait des grands champs d'application de cette opération. Puis l'attention est focalisée sur les différents niveaux de modélisation permettant de maîtriser et

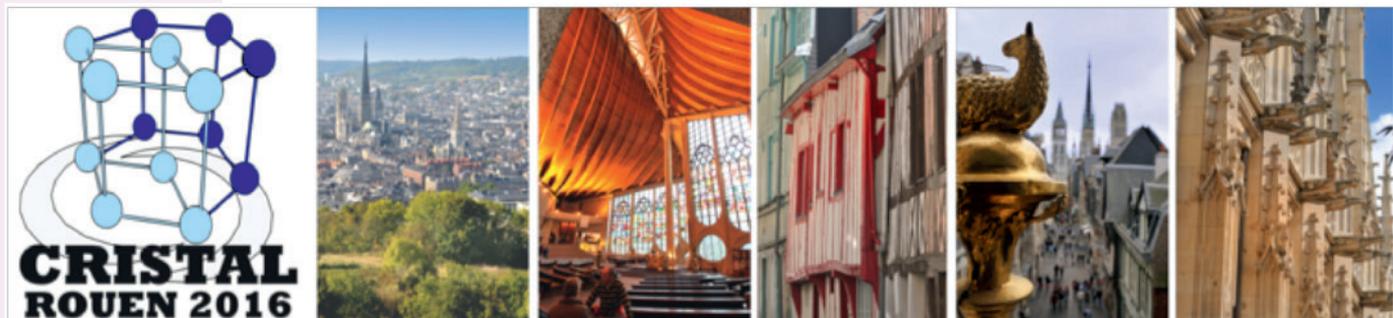
d'opérer ces colonnes à distiller. Enfin est abordé l'un des défis majeurs auxquels sont confrontés les utilisateurs de distillation : sa **voracité énergétique**. Aujourd'hui la consommation énergétique des colonnes à distiller représente 3% de la consommation mondiale. Afin d'augmenter l'efficacité énergétique, deux pistes sont évoquées : l'utilisation de colonnes à cloison, dites «**DWC**» et l'innovation sur les **contacteurs G/L** grâce à l'avènement de la fabrication additive.



Les autres événements

CRISTAL 8

26 et 27 mai 2016, Rouen



La huitième édition du congrès francophone CRISTAL (Cristallisation et précipitation industrielle) des 26 et 27 mai 2016 sur le site de l'Université de Rouen-Normandie avait pour **thèmes scientifiques** :

- ▶ 1. Aspects fondamentaux de la nucléation et de la croissance cristalline,
- ▶ 2. Développement de procédés : du laboratoire à l'échelle industrielle,
- ▶ 3. Caractérisation des solides cristallins,
- ▶ 4. Méthodes pour la purification chimique et structurale,
- ▶ 5. Cristallisation à l'interface des spécialités.

Ce colloque était organisé par les membres du **Laboratoire Sciences et Méthodes Séparatives** (<http://labsms.univ-rouen.fr>) et plus particulièrement par Samuel PETIT et Yohann CARTIGNY.



Le Comité d'organisation : Pr Samuel PETIT, Dr Yohann CARTIGNY, Dr Nicolas COUVRAT, Dr Morgane SANSELME, Dr Valérie DUPRAY, Dr Clément BRANDEL, Dr Gabin GBABODE, Ghislaine CHEVALIER.

Ce congrès a rassemblé **84 participants** venus des quatre coins de la France et des pays francophones voisins (Maroc, Tunisie, Belgique, Suisse).

22 présentations orales proposées aux participants ainsi que **16 posters** ont permis de mettre en valeur l'interdisciplinarité de la cristallisation en accueillant des chercheurs issus des milieux universitaires ou industriels et traitant de domaines variés comme les produits inorganiques, les minéraux, les solides organiques à vocation pharmaceutique ou biologique ...

Cette édition a pleinement rempli sa mission de proposer aux participants un panel des compétences développées

par les chercheurs francophones du domaine, allant des aspects fondamentaux de la cristallisation et de la croissance cristalline jusqu'aux applications industrielles traitant du génie des procédés ou de la caractérisation des solides.

Les échanges nombreux et fructueux ont laissé la place aux plus jeunes chercheurs qui ont pu proposer leurs travaux sous le regard bienveillant de la communauté. Ces rencontres se sont passées dans une ambiance conviviale sous le soleil de la Normandie qui a pu dévoiler ses richesses lors du repas de gala organisé dans les ateliers du peintre Monet face à la majestueuse cathédrale de la ville.

Nul doute que ce rendez-vous triennal rassemblera autant de participants et d'échanges scientifiques lors de la **prochaine édition en 2019 à Nancy**.



Samuel PETIT
Professeur des Universités
Responsable de l'équipe Cristallogénèse
Laboratoire SMS (EA 3233)
Université de Rouen



Yohann CARTIGNY
Maître de Conférences
Equipe Cristallogénèse
Laboratoire SMS (EA 3233)
Université de Rouen





Journées Techniques Eau et Déchets 2016

16 et 17 novembre 2016, INSA Toulouse

Organisées par :



avec le soutien de :



Les Journées Techniques Eaux et Déchets (**JTED 2016**), orientées cette année sur la **valorisation des matières issues des eaux résiduaires et des déchets**, ont été un succès avec une fréquentation record. Elles ont rassemblé 180 participants. Une cinquantaine d'entreprises étaient présentes, associées à une centaine de personnes de l'enseignement et de la recherche, ainsi que trente représentants d'institutions ou structures d'accompagnement des entreprises. Ce succès témoigne d'un intérêt croissant pour la valorisation des déchets qui sont aujourd'hui considérés comme de nouvelles ressources.

La première session de ces journées a bien mis en évidence le **potentiel des flux de matières résiduelles ou de sous-produits** dans l'évolution de nos sociétés vers l'économie circulaire. Que ce soit pour les déchets du secteur agro-alimentaire, les sous-produits agricoles ou les sous-produits de la mer, des visions très comparables ont été présentées par les différents participants. Globalement, de nouvelles filières doivent être imaginées et conçues pour apporter une plus grande valeur ajoutée aux sous-produits et permettre une valorisation locale si possible. Basée sur des approches de fractionnement ou des concepts de bioraffinerie, cette nouvelle économie de la matière organique ouvre vers des voies nouvelles autres que la simple valorisation énergétique comme la méthanisation.

Lors de la deuxième session de ces journées, des **procédés innovants pour la transformation de carbone organique** ont été présentés. Les voies de l'extraction sélective, comme celle de la biolignine (société CIMV), sont tout à fait prometteuses pour valoriser les sous-produits ligno-cellulosiques issues du bois ou même de la paille.

Concernant la **valorisation des déchets gras**, l'oléochimie apporte différentes voies de transformation vers les acides

gras et les esters utilisables en tant que biocarburants ou lubrifiants.

Les laboratoires de recherche et les CRITT toulousains travaillent de leur côté sur l'**extraction au CO₂ supercritique**.

Enfin, une des voies les plus prometteuses est l'utilisation de **fermentations microbiennes nouvelles et dirigées**. Par exemple, à partir de boues de stations d'épuration, il est aujourd'hui possible de produire des bioplastiques biodégradables (société Veolia et LISBP). La conversion des biodéchets en acides organiques par fermentation acidogène permet aussi la production de molécules plus complexes et cette étape est en phase d'industrialisation (société Biothink).

Abordée lors de la deuxième journée, la **valorisation des nutriments** (azote, phosphore...) issus des déchets et eaux usées est également un enjeu majeur. La **méthanisation** des matières organiques est une méthode efficace de minéralisation et de solubilisation de l'azote et du phosphore. Les technologies de **crystallisation** permettant de produire des fertilisants minéraux ont aussi été présentées (sociétés Naskéo et Suez).

Les retours d'expérience concernant la production de struvite (phosphate d'ammonium et magnésium) à partir du phosphore des boues montrent que la technologie est maintenant mature et adaptée aux stations d'épuration équipées de digestion anaérobie.

Pour un **recyclage de l'azote des eaux usées domestiques**, la séparation à la source de l'urine est aujourd'hui de plus en plus évaluée par des grandes métropoles comme Paris.

Pour finir, les chercheurs des laboratoires organisateurs ont présenté une synthèse des **projets de recherche** actuels sur le sujet.

Les tables rondes ont montré la nécessité d'une homologation des produits minéraux issus des eaux usées pour catalyser le déploiement de ces procédés.

Les journées se sont terminées par une **visite de la station d'épuration de Cugnaux** qui accueille les pilotes du projet SMS pour l'étude des techniques de séparation à la source des eaux usées.

Mathieu SPÉRANDIO
Professeur à l'INSA Toulouse

Mathieu SPÉRANDIO





Congrès Avnir 2016

La pensée Cycle de Vie, levier du manager visionnaire

8-9 novembre 2016, Lille

Le congrès [avniR] est un événement annuel organisé par la **plateforme Avnir**, qui réunit sur deux jours près de **300 experts**, spécialistes, communicants, agents territoriaux, universitaires, décideurs publics, etc., d'une **multitude de secteurs** (habitat, mobilité, alimentation, habillement, chimie, recyclage, énergie, etc.) autour des problématiques liées au Cycle de Vie. Ce congrès est l'occasion pour les participants d'échanger autour de retours d'expériences, d'avancées scientifiques et d'idées innovantes pour **implémenter au mieux le Management du Cycle de Vie** au sein de leur organisation, de leur filière économique ou encore de leur territoire, afin de gagner en compétitivité.



Pour l'édition 2016, **Sophie DUQUESNE** (ENSCL, France), responsable du GT « Recyclage et Cycle de Vie des Matériaux » de la SFGP et **Adisa AZAPAGIC** (Université de Manchester, UK), **Richard DARTON** (Université d'Oxford, UK), **Henk VAN DEN BERG** (Université de Twente, Pays-Bas), responsable de la Section « *Sustainability* » de l'EFCE, ont organisé une session sur le thème de l'**Analyse de Cycle de Vie des Procédés et Technologies Chimiques**.

L'objectif de cette session était de discuter de la façon dont l'ACV peut aider au développement de technologies chimiques plus durables, dans le cadre de l'économie circulaire, de la production à petite échelle décentralisée (intensification des processus) et de l'utilisation de matières premières renouvelables. En effet, l'industrie en général, et le secteur de la chimie en particulier, sont confrontés à une série de défis en matière de durabilité. L'un d'eux est le développement de nouvelles technologies qui minimisent les impacts environnementaux sur une base cycle de vie « du berceau à la tombe » et l'ACV apparaît comme un outil de choix dans ce cadre.

La session a abordé différents thèmes, en particulier :

- ▶ l'ACV, outil de conception de processus durable,
- ▶ l'ACV des procédés industriels basés sur les ressources renouvelables,
- ▶ l'ACV des technologies pour l'utilisation de déchets,
- ▶ l'ACV et la modélisation de processus,
- ▶ Intégration de l'ACV dans les processus d'amélioration (scale-up).

Différents travaux ont été présentés :

- ▶ par l'Université de Lisbonne (Portugal) : *Matrice d'aide à la décision pour la sélection des méthodes d'analyse des impacts dans les démarches d'écoconception* ;
- ▶ par l'Ecole d'Ingénieurs de Gabes (Tunisie) : *Analyse du cycle de vie de la production de biodiesel par transestérification du suif de moutons* ;
- ▶ par l'ENSIACET (France) : *Simulation de procédés et ACV environnementale : écoconception d'un procédé de fractionnement des microalgues*.

Sophie DUQUESNE

Professeur à l'ENSCL (Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille)

Animatrice du GT « Cycle de Vie et Recyclage des Matériaux » de la SFGP

Organisatrice de la session « Analyse de Cycle de Vie des Procédés et Technologies Chimiques » du congrès AvniR 2016

Sophie DUQUESNE



Pour son édition de 2017 qui aura lieu à l'Université de Lille les **8 et 9 novembre 2017** (Lilliad, France), une attention spéciale sera portée sur le **rôle de l'ACV dans l'Usine du futur**.

Si vous êtes engagé(e) dans des démarches d'économie circulaire, d'Analyse en Cycle de Vie (ACV), d'écoconception, d'affichage environnemental, venez partager vos travaux, vos retours d'expériences et vos témoignages auprès de 300 spécialistes internationaux lors du prochain Congrès [avniR].

Toutes les informations sur le site
<https://www.avnir.org>

Journée scientifique du CODEGEPR

17 novembre 2016 , Grenoble

Les autres évènements



Laboratoire Génie des Procédés Papetiers
LGP2



La journée scientifique du CODEGEPR s'est tenue le 17 novembre 2016 dans les locaux de Grenoble INP-Pagora et du LGP2 sur le campus scientifique de Saint-Martin d'Hères. Organisée par le personnel du LGP2 dont notamment celui de sa tutelle privée AGEFPI, sous le parrainage de la SFGP et avec le soutien de l'Université Grenoble Alpes (UGA) et le partenariat du Centre Technique du Papier (CTP), elle a rassemblé **60 chercheurs** en Génie des procédés de la région AURA (photo 1). Cette assemblée très proactive, composée pour moitié de doctorants et post-doctorants et, pour l'autre moitié, de chercheurs permanents, représentait plus de 20 laboratoires ou centres de recherche publics et privés des 5 principaux sites régionaux : Chambéry, Clermont-Ferrand, Grenoble, Lyon et Saint-Etienne.

(5 min chacune) présentant les travaux des doctorants et post-doctorants dans toutes les thématiques d'application du Génie des Procédés se déroula à un rythme effréné jusqu'à 13h. Le buffet servi autour des posters illustrant les présentations orales permit de poursuivre les échanges de façon très conviviale et soutenue.

Chalore Teepakorn (LAGEP, Université de Lyon 1) présenta ensuite son travail de thèse d'une très grande qualité «Simulation numérique et étude expérimentale de la chromatographie membranaire pour la séparation de biomolécules», travail récompensé (photo 2) par le prix de thèse CODEGEPR 2016 doté de 600 € (pour une thèse soutenue en 2015).



Photo 1 : Assemblée à l'écoute des conférences plénières dans l'Amphithéâtre du CT

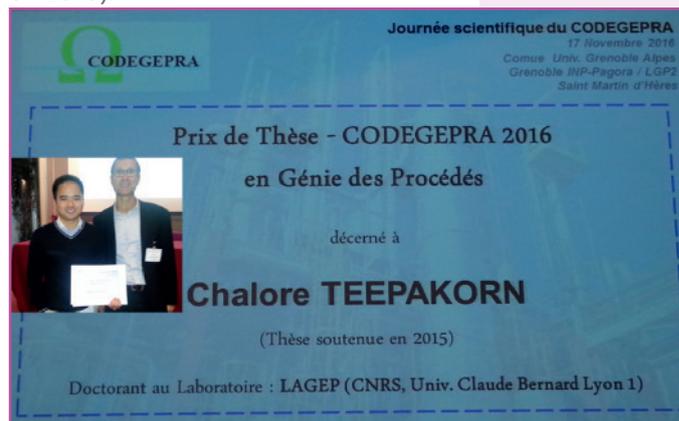


Photo 2 : **Chalore Teepakorn** (prix de thèse 2016) lors de sa remise de prix par Marc Aourousseau

La journée a débuté par **l'assemblée générale de l'association** avec, pour faits marquants, en plus des traditionnels bilan financier et actions réalisées, un retour sur l'école d'hiver «Réacteurs et Réactions hétérogènes» réalisée aux Houches en mars 2016 ainsi que sur l'assise régionale Sud-Est du Génie des procédés tenue à Solaize le 8 novembre 2016 (près de 80 participants) en préparation des assises nationales à Paris le 28 mars 2017.

La deuxième session de communications orales «flash» s'enchaîna avec le même dynamisme. Il est à noter que l'ensemble de l'assistance a apprécié la qualité des 26 présentations dans un exercice contraint par un temps très court. A l'issue de cette deuxième session, les 8 membres du CA présents se réunirent en jury pour décerner les prix des meilleurs posters / communications de la journée. Le premier prix (doté de 250 €) revint à l'unanimité à **Candice REY** (LRP et LGP2, Comue Université Grenoble Alpes) pour son travail intitulé «*Ultrafiltration tangentielle de nano-cristaux de cellulose : étude in-situ de la structure, du comportement rhéologique et du champ d'écoulement local*» (photo 3). Le second prix (doté de 150 €) fut attribué pour la deuxième année consécutive à **Maria GONZALEZ MARTINEZ** (CEA/LITEN/DTBH/LPB) pour sa présentation intitulée «*Comment modéliser la torréfaction de biomasses variées en vue de développer un torréfacteur mobile*» (photo 4) et quelques derniers échanges entre les participants, accompagnés d'un jus de fruit et de quelques gâteaux, terminèrent en douceur cette journée.

La partie plus scientifique de la journée débuta avec les deux conférences plénières présentées par deux chercheurs du **CEA/LITEN** qui illustraient deux domaines d'application du Génie des procédés grenoblois sur des enjeux sociétaux et économiques d'actualités :

- ▶ «*Bio-raffinerie, Chimie verte et Bio-économie*», **Guillaume BOISSONNET** (Laboratoire de ThermoConversion des Bioressources),
- ▶ «*Recyclage des nouvelles technologies pour l'énergie - Récupération des métaux critiques : enjeux, voies de traitement et perspectives*», **Pierre FEYDI** (Laboratoire de Recyclage et de la Valorisation des Matériaux).

Puis la première session de «short» communications orales



Les autres événements

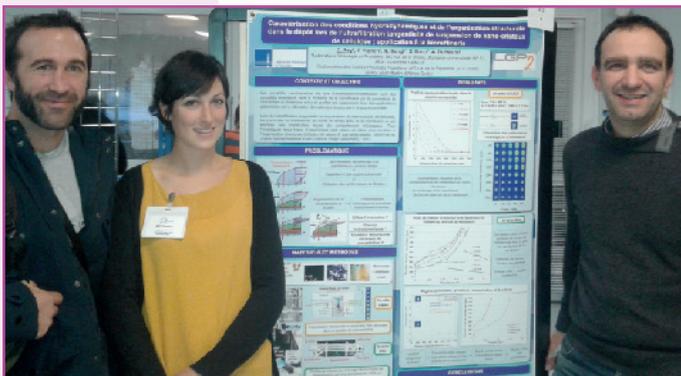


Photo 3 : Premier prix poster / communication à Candice REY (LRP et LGP2) entourée par deux de ses encadrants (N. Hengl et S. Baup)

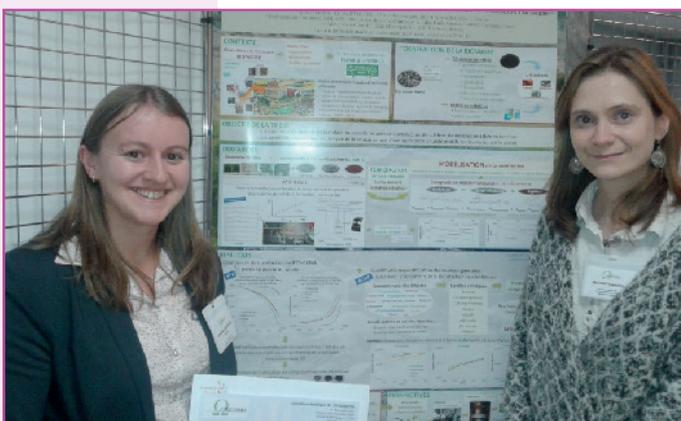


Photo 4 : Deuxième prix poster / communication à Maria GONZALEZ-MARTINEZ (CEA/LITEN/LPB) et son encadrante (C. Dupont)

Au final, une nouvelle édition très réussie des journées scientifiques annuelles du CODEGEPRa placée sous le signe de la convivialité et de la qualité scientifique.

Marc AUROUSSEAU



Marc Arousseau

Président du CODEGEPRa

RENDEZ-VOUS
jeudi 16 novembre 2017
sur le campus du Bourget-du-Lac
pour la prochaine journée scientifique
du CODEGEPRa

Symposium Bioreactors 15 et 16 mai 2017, Lille

FFBiotech Symposium 2017

French Federation of Biotechnology - Bioreactors Symposium 2017
Innovative approaches in bioreactors design and operation
University Lille, May 15th-16th 2017, Villeneuve d'Ascq, France

ESBS European Society of Biochemical Engineering Science

Institut régional de recherche Charles Violette

FFBiotech

Université de Lille 1 SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Premier événement international organisé en France avec succès (plus de 170 participants) par la Fédération Française des Biotechnologies (FFBiotech) en collaboration avec l'European Society of Biochemical Engineering Science (ESBS).



Quelles réponses du Génie des Procédés pour un renouvellement industriel ? L'Usine du futur



- ▶ Les Assises du Génie des Procédés se sont déroulées en deux temps :
- ▶ les **Assises Régionales** de cinq grandes régions (Est, Nord, Ouest, Sud-Est, Sud-Ouest) qui se sont tenues en octobre-novembre 2016 ;
- ▶ les **Assises Nationales**, qui ont eu lieu le 28 mars 2017 à la Maison de la Chimie à Paris.

Ces assises ont reçu les hauts patronages du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et du Ministère de l'Industrie, ainsi que le parrainage de l'Association Nationale des Industries Agro-Alimentaires (ANIA), de la CDEFI, de la CPU, du CEA, du CNRS, de la Fédération Gay-Lussac, du Groupement Interprofessionnel des Fournisseurs des Industries Chimiques (GIFIC), de l'IFPEN, de l'IFSTTAR, de l'INRA et de l'IRSTEA.

Les Assises Régionales avaient pour objectifs :

- ▶ de faire le bilan des forces en Génie des Procédés en termes de laboratoires de recherche, de structures d'enseignement, de centres techniques et de centres de R&D industriels dans la région ;
- ▶ de présenter les « success stories » (exemples de paradigmes engendrés par le Génie des Procédés, innovations et rôle du Génie des Procédés, faits marquants dans le domaine scientifique et industriel) ;
- ▶ de définir les nouveaux horizons du Génie des Procédés (ateliers de réflexions autour de thématiques régionales ou de la stratégie nationale de la recherche).

LES ASSISES EST

Le comité de pilotage était constitué de J.-P. Bellot (IUL-Université de Lorraine), **L. Falk** (LRGP-CNRS-Nancy, **coordinateur**), E. Favre (LRGP-Université de Lorraine), P. Gervais (PAM-Université de Dijon), P. Haller (ARKEMA-IRT M2P), A. Marc (LRGP-CNRS-Nancy), M. Sardin (LRGP-Université de Lorraine), C. Serra (Institut Charles Sadron-Université de Strasbourg), J. Tayeb (FARE-INRA-Reims).

Le **8 novembre 2016** se sont tenues à **Nancy** les Assises Régionales du Génie des Procédés Est, réunissant sur invitation une soixantaine d'enseignants chercheurs, de chercheurs académiques et industriels, de responsables d'organismes régionaux venus de deux grandes régions : Grand Est (Alsace, Champagne-Ardenne, Lorraine) et Bourgogne Franche-Comté.

Après la présentation de la SFGP et du programme de la journée par **Michel Sardin**, vice-Président du Comité Scientifique et Technique de la SFGP, **Eric Schaer**, professeur

à l'ENSIC, l'un des animateurs du GT Formation de la SGFP, a présenté le panorama des structures d'enseignement dans la région Est. Il y a 30 ans, la formation en Génie Chimique était concentrée à l'ENSIC - Nancy. Aujourd'hui, le bilan des formations en GP a montré une dissémination des formations sur l'ensemble du territoire Est, en particulier dans les formations de chimie, de matériaux et de biotechnologie. Le centre historique de Nancy a continué de se développer également tout en irriguant les autres centres de formation de l'Est.

Le panorama de la recherche en Génie des Procédés, présenté par **Laurent Falk**, Directeur du Laboratoire Réactions et Génie des Procédés CNRS - Université de Lorraine a permis de mettre en évidence les mêmes tendances que pour l'enseignement : un renforcement du pôle nancéien et une dispersion d'équipes dans des laboratoires non directement concernés par le GP mais se tournant soit en chimie soit en agro-alimentaire vers le développement de procédés.

Quatre présentations de réussites de la recherche en Génie des Procédés intéressant les **biotechnologies**, les matériaux et l'énergie, secteurs clé pour nos régions, sont venues illustrer ces collaborations et réussites industrielles. Pour les biotechnologies, Anne Endrizzi, Ingénieure Responsable Projets, Welience Agroalimentaire et Bio-industriel (SATT Grand Est) a présenté de nouvelles technologies de décontamination microbienne des produits et ingrédients alimentaires faiblement hydratés, permettant de préserver la texture et les performances du produit. Anthony Bresin, Directeur scientifique ARD, a illustré le passage du laboratoire au développement de pilote industriel par le scale-up du procédé de production d'acide succinique. **L'élaboration des matériaux** a fait l'objet d'une présentation commune par Alain Jardy, directeur de recherche CNRS à l'Institut Jean Lamour et Neill MacDonald, directeur du centre de recherche Métafensh, sur les procédés de refusion d'alliages métalliques : de la modélisation de processus à l'échelle microscopique à l'usage intensif d'un simulateur dans le monde industriel. Enfin Jean-Marc Commenge, professeur à l'ENSIC, est venu nous entretenir d'une collaboration industrielle avec Air Liquide sur l'application des réacteurs-échangeurs microstructurés dans le secteur de **l'énergie** : covalorisation de H₂ et de CO₂.

Trois ateliers ont travaillé pendant deux heures à l'élaboration des évolutions et perspectives pour la discipline :

- ▶ Génie des Procédés et matériaux (métalliques et alliages, composites, polymères, bois, fibres, minéraux, déchets, recyclage ...) ;
- ▶ Énergie et ressources renouvelables, non renouvelables et vecteur énergétique (nucléaire, biocarburant, H₂, ...) et économie circulaire ;
- ▶ Bioéconomie des agro-ressources.

La fin de la journée a été consacrée à la restitution des 3 ateliers en séance plénière et à une **table ronde** (photo),



animée par Valéry Dubois, journaliste scientifique. Y ont participé :

- ▶ Jean-Yves LE DÉAUT, député de Meurthe et Moselle, et Président de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques ;
- ▶ Neill MACDONALD, Directeur de MétaFensch ;
- ▶ Patrick GERVAIS, Professeur-Directeur de l'UMR PAM - Agrosup Dijon ;
- ▶ Jean TAYEB, Directeur adjoint de l'institut Carnot 3BCar ;
- ▶ Laurent FALK, directeur du LRGP.



Au cours du débat, Jean-Yves le Déaut a réaffirmé l'intérêt que portaient les parlementaires au Génie des Procédés qui est un accélérateur de l'industrialisation de nouveaux procédés innovants, performants, économes en énergie et à faible impact environnemental.

En conclusion de la journée, Michel Sardin s'est félicité de la qualité des dossiers préparatoires, des présentations et des débats qui ont permis d'élaborer des conclusions pertinentes à ces assises régionales.

LES ASSISES NORD

*Le comité de pilotage était constitué de J.-C. De Hemptine (IFPEN-Rueil-Malmaison), M. Debacq (CMGPCE-Cnam-Paris, **coordinatrice**), P. Dhulster (I.C. Violette-Université de Lille), S. Duquesne (UMET-ENSCL-Lille), F. Nicol (Veolia-Limay, **coordinateur**), A. Pauss (TIMR-UTC-Compiègne), P. Perré (LGPM-Ecole Centrale de Paris), S. Sarrade (CEA-Saclay), B. Taouk (LSPC-INSA-Rouen), G. Trystram (GENIAL-AgroParisTech).*

Les Assises Nord du Génie des Procédés se sont tenues le **4 novembre 2016** à Paris. Elles ont rassemblé une soixantaine de participants : industriels, académiques et quelques institutionnels, venant des régions Île-de-France, Normandie et Hauts-de-France.

Les introductions (Jean-Pierre Dal Pont, Jack Legrand et Marie Debacq) ont repris le contexte et les objectifs des assises, et ont soulevé un certain nombre de questions sur lesquelles nous sommes revenus tout au long de la journée :

- ▶ Le Génie des Procédés... c'est QUOI ? Quelle courte définition pour le grand public ? Chemical engineering vs Génie des Procédés ? Le GP est-il une science ? L'éternelle question des frontières... poreuses !
- ▶ Le Génie des Procédés... POUR QUOI ? Le GP : un outil de réindustrialisation de la France ? Plus généralement, quelles contributions aux enjeux industriels et sociétaux ?
- ▶ Le Génie des Procédés... COMMENT ? Quels nouveaux horizons / domaines le GP doit-il investir (atelier 2) ? Comment attirer les jeunes (et les moins jeunes) vers le Génie des Procédés (atelier 1) ? Forme-on assez (en nombre et en

compétences adaptées) de professionnels du GP ?

La première conférence a apporté un regard historique en France et ailleurs dans le monde : « De la chimie appliquée aux arts au Génie des Procédés, à la recherche de nouveaux paradigmes ». **Jacques Breysse** est notamment revenu sur l'évolution du GP, à la fois sur le plan industriel et sur celui de l'enseignement, ses progrès et les difficultés qu'il a rencontrées pour le faire reconnaître, pour terminer sur la notion de paradigme, le fait que le Génie des Procédés a bien toutes les caractéristiques d'une science et le besoin de constamment le réinventer en fonction des besoins de la société.

Le bilan des forces du GP en Île-de-France, Normandie et Hauts-de-France a montré des forces disséminées, avec une répartition environ moitié/moitié entre les formations en GP et celles incluant du GP, et une assez bonne couverture du territoire. De surcroît, si le Génie des Procédés s'est davantage implanté dans les formations généralistes ou des formations d'autres spécialités (matériaux, chimie, agroalimentaire), l'identité d'un certain nombre de formations en GP se trouve désormais peu visible suite au choix de regroupements politiques des établissements, ce qui n'est pas sans conséquence en termes de recrutement notamment. En région Nord, une vingtaine de laboratoires ont des activités de recherche dans le domaine du Génie des Procédés. Ces laboratoires représentent plus de 1000 permanents parmi lesquels environ 200 chercheurs ou enseignants-chercheurs ont une activité en lien avec le GP. On compte plus de 150 doctorants ou post-doctorants dont l'activité est liée au Génie des Procédés. En revanche le GP est quasiment toujours une thématique parmi d'autres (et généralement très minoritaire) dans ces laboratoires. Les thématiques abordées sont variées et concernent principalement l'environnement, l'énergie, l'agro-alimentaire, les matériaux avancés, les procédés durables, la valorisation non alimentaire de la biomasse et le recyclage.

Les présentations de « **réalisations remarquables** » **industrielles** ont été très riches et diverses : trois exemples en vidéo et trois témoignages en direct ont été présentés. Leur point commun est la recherche **permanente de l'innovation** soit en termes de produits, soit en termes d'efficacité :

- ▶ Struvia, recyclage du phosphore
- ▶ Emulsar, la solution en émulsion - Christophe Arnaud
- ▶ BioTFuel, production du biogazole et du biokérosène de 2e génération
- ▶ Prosernat, technologies pour le traitement de gaz - Jérémie Esquier
- ▶ Gecco, collecte et recyclage des huiles de friture
- ▶ Adionics, une solution de dessalement d'eau de mer - Guillaume de Souza

L'après-midi a débuté avec **deux ateliers** menés en parallèle : l'un sur **la visibilité du Génie des Procédés et la manière d'attirer les talents** ; l'autre sur la problématique du **financement de la recherche et de l'innovation**. Il est ressorti du premier atelier un fort besoin de communiquer vers diverses cibles, y compris le jeune public, avec des outils



Les Assises du Génie des Procédés

adaptés pour chaque cible (vidéos, BD, « kits pédagogique », fiches métiers, MOOC, etc.). Le second atelier a souligné la présence du Génie des Procédés dans des appels à projets très divers, ainsi que la difficulté de financer les pilotes pourtant indispensables aux développements et à l'innovation dans notre discipline.

La journée s'est terminée par une **table ronde** (photo) au cours de laquelle les conclusions de chaque atelier ont été présentées, permettant aux participants de l'autre atelier de réagir. Les intervenants et les participants y ont, en particulier, débattu de la **formation**, y compris la formation doctorale par la recherche, en soulignant l'importance de la **polyvalence** (modes de travail, numérique, innovation, ou encore sensibilisation à la cybersécurité par exemple) et de l'**alternance** (expérience professionnelle) quelle qu'en soit la forme. Ceci n'implique pas tant de revoir les contenus pédagogiques que les méthodes de formation. Il apparaît dans tous les cas qu'une réflexion permanente sur le parcours de formation, qui peut durer toute la vie, est porteuse de réussite.



LES ASSISES OUEST

Le comité de pilotage était constitué de P. Bourseau (GEPEA-Université de Bretagne Sud), B. Cazacliu (IFSTTAR-Nantes), A. Couvert (ISCR-ENSCR-Rennes), C. Dagot (GRESE-ENSIL-Limoges), G. Gesan-Guizou (STLO-INRA-Rennes), M. Havet (GEPEA-ONIRIS-Nantes), K. Allaf (LASIE-Université de La Rochelle), L. Le Coq (GEPEA-Ecole des Mines de Nantes), J. Legrand (GEPEA-Université de Nantes, coordinateur), T. Lucas (IRSTEA-Rennes), L. Luo (LTN-CNRS-Nantes).

Les Assises Ouest ont eu lieu le **9 novembre à ONIRIS Nantes** avec une soixantaine de participants des régions Bretagne, Limousin, Pays de la Loire et Poitou-Charentes, dont des académiques du Génie des Procédés et des autres disciplines, des industriels, des pôles de compétitivité, des structures d'interface et des représentants des collectivités territoriales.

D. Buzoni-Gatel, Directrice d'ONIRIS, a introduit la journée et les objectifs des assises ont été présentés par Jack Legrand, Président du Comité Scientifique et Technique de la SFGP.

Le bilan des structures d'enseignement et de recherche de la région Ouest, ainsi que celui des **centres techniques**, a été fait par **Patrick Bourseau** (GEPEA-UBS). Le bilan fait apparaître une très forte progression du potentiel à la fois sur le plan de la formation et sur celui de la recherche. Le

Génie des Procédés est ainsi présent dans les programmes de 18 formations relevant de 4 universités et de 6 écoles d'ingénieurs (AgroCampus Ouest, Ecole de Mines de Nantes, ENSCI, ENSCR, ENSIL, ONIRIS). Une filière « Ingénieurs » spécifique a été en particulier créée au sein de Polytech Nantes, ainsi qu'un second département GC-GP à l'IUT de Lorient (site de Pontivy), à côté de celui de Saint-Nazaire. Sur le plan de la recherche, une dizaine de laboratoires ont des activités en Génie des Procédés, pour un effectif total de 460 personnes, dont 175 enseignants-chercheurs et 180 doctorants environ. Deux laboratoires ont des activités relevant très majoritairement du Génie des Procédés, l'UMR 6144 GEPEA sur Nantes et Saint-Nazaire (47 % des effectifs), et l'unité de recherche OPAALE à l'IRSTEA de Rennes (17 % des effectifs). Sept autres laboratoires ont des activités relevant du Génie des Procédés, l'UMR 6226 ISCR à Rennes, l'UMR 7315 SPCTS à Limoges, le département MAST de l'IFSTTAR de Nantes, l'UMR 1230 STLO à Rennes, l'UMR 6607 LTN à Nantes, la FRE 3744 IRDL à Pontivy et le laboratoire GRESE à Limoges. Par ailleurs, cinq centres techniques ont des activités relevant du Génie des Procédés, dans les domaines de l'agro-alimentaire (Tecaliman, CTCPA, IDMer), de la valorisation des agroressources (CVA), de la chimie verte (Valagro) et des industries mécaniques (Cetim).

Les **thématiques de recherche** dans l'Ouest relèvent de la **valorisation des bioressources**, des **écotechnologies** (génie de l'énergie et génie de l'environnement) et des **matériaux**, avec comme applications principales :

- ▶ la transformation de produits alimentaires et la valorisation non alimentaire de bioressources marines et de déchets (GEPEA, OPAALE, STLO) ;
- ▶ la gestion, l'optimisation et l'intégration des procédés et des systèmes énergétiques (GEPEA, LTN) ;
- ▶ le traitement de l'eau (GEPEA, ISCR, GRESE) et de l'air (GEPEA, ISCR) ;
- ▶ le traitement et la valorisation des déchets (OPAALE, GEPEA, GRESE).

Parmi les questions scientifiques abordées, la conception optimale, l'éco-conception et l'intégration des procédés, la mise en œuvre de nouvelles ressources et les nouveaux usages de ressources existantes, la modélisation et le développement de nouveaux capteurs adaptés à ces nouvelles ressources tiennent une place importante.

Quatre réalisations marquantes du Génie des Procédés dans la région Ouest ont été choisies, deux pour illustrer l'apport du Génie des Procédés pour développer des filières industrielles :

- ▶ Génie des Procédés pour la valorisation des microalgues - Olivier Lépine, Algosource Technologies
- ▶ Génie des Procédés pour l'optimisation des filières de traitement / valorisation des effluents d'élevage - Fabrice Béline, OPAALE, IRSTEA

et deux réalisations liées aux développements d'équipement :

- ▶ Fours de cuisson de pain à faible consommation d'énergie - Michel Havet, GEPEA, ONIRIS
- ▶ Froiloc®, procédé de maîtrise localisée des flux d'air



propres et froids - Dominique Heitz, OPAALE, IRSTEA.

La dernière partie de la journée était consacrée à **trois ateliers** en parallèle, qui ont été animés par des chercheurs et des spécialistes de la créativité de Capacités SAS et de l'Oniris. La réflexion s'est déroulée au sein de sous-groupes de 5 personnes environ, selon des méthodes adaptées à chaque problématique, et a été suivie d'une phase de synthèse.

► **Atelier 1 : Que sera l'usine du futur pour les industries de procédé ?** Capteurs, équipements innovants, modélisation, simulation.

► **Atelier 2 : Economie circulaire, quel enjeu pour les territoires ?** Intégration de procédés et d'usines, optimisation énergétique et environnementale de la chaîne de valeur, valorisation et recyclage des déchets, réduction des émissions tout au long du procédé, réduction des consommations de matières et d'énergie.

► **Atelier 3 : Quelles ressources pour remplacer le pétrole et pour l'alimentation de demain ?** Bioéconomie, produits de la mer, matériaux biosourcés, chimie verte, bioénergie, nouvelles sources alimentaires.



LES ASSISES SUD-EST

Le comité de pilotage était constitué de M. Arousseau (LGPP-Pagora-Grenoble), C. De Bellefon (LGPC-CNRS-Lyon), C. Dartiguelongue (Axelera), C.-G. Dussap (IP-Université Blaise Pascal-Clermont), C. Dupont (CEA-Grenoble), C. Jallut (LAGEP-CPE-Lyon), J.-F. Joly (IFPEN-Solaize, coordinateur), C. Pijolat (SPIN-Ecole des Mines de Saint-Etienne), N. Roche (M2P2-Université d'Aix-Marseille).

Les Assises Sud-Est se sont tenues le **8 novembre 2016 à IFPEN Lyon**. Elles ont rassemblé 70 participants, avec une forte participation des représentants des laboratoires de recherche de la région, mais également des pôles de compétitivité (Axelera, Techtera, Viameca, Lyon Biopôle, Trimatec) et d'industriels (Solvay, Michelin, Sanofi, Processium, Kerneos, EDF, Bluestar Silicones...). Des représentants institutionnels étaient également présents et ont pris part aux discussions, en particulier lors de la table ronde (ARDI, Métropole).

Le bilan des formations en Génie des Procédés a été présenté par C. Jallut. L'état des lieux chiffré a été assez difficile à faire (surtout dans les écoles d'ingénieurs) car

l'offre de formation est souvent très diversifiée, basée sur des choix de modules optionnels qui ne concernent pas tous les étudiants pour une spécialisation progressive.

► Ecoles d'Ingénieurs :

il n'existe pas d'écoles spécialisées en Génie des Procédés en Sud-Est comparables par exemple à l'ENSIC, l'ENSIACET, l'UTC (Dpt «Génie des Procédés et Environnement»), l'INSA de Toulouse (Dpt «Génie des Procédés et Environnement») mais des enseignements de Génie des Procédés plus ou moins présents dans des filières «métiers» ou d'ingénieurs généralistes.

► Filières universitaires :

On y trouve des enseignements spécialisés en Génie des Procédés en Sud-Est et des compléments en Génie des Procédés pour d'autres filières.

Estimation du nombre de diplômés de niveau M2 : entre 400 et 500 diplômés (concerne la Région Sud-Est Master et Ingénieur) ayant suivi des enseignements de Génie des Procédés de façon «significative», c'est-à-dire ayant obtenu un diplôme dans le domaine ou ayant choisi jusqu'à la fin de leur cursus des modules – options – majeure du domaine).

Le potentiel en recherche en GP dans la zone Sud-Est a été présenté par C.-G. Dussap. L'intervention a porté sur le bilan quantitatif, les principales caractéristiques typologiques, les axes de recherche principaux et le Génie des Procédés dans les régions Sud-Est versus la SNR (Stratégie Nationale de Recherche). Le Génie des Procédés est une discipline plus intégratrice que jamais, ceci induisant une certaine dispersion.

On note :

- quelques structures bien identifiées,
- de nombreuses équipes de taille plus réduite dans des unités importantes,
- des puissances de recherche équivalentes à Lyon, Marseille et Grenoble,
- une position très forte des EPIC : IFPEN et CEA (plus de 35 % des forces),
- la couverture d'un large spectre de la SNR.

Les thèmes abordés en recherche reflètent :

- une couverture complète sur les disciplines « cœur de métier » : réacteurs, transferts, écoulements, thermo-dynamique appliquée, modélisation ;
- un très large spectre d'applications et d'opérations unitaires, classiques et non classiques ;
- un positionnement fort sur le défi 3 (renouveau industriel) avec l'usine numérique et l'usine verte et citoyenne ;
- des positions stratégiques fortes : énergies, élaboration des matériaux, transformation des agroressources, bioprocédés, procédés éco-efficaces.

Les faiblesses remarquées sont : Santé et bien-être, Génie des procédés alimentaires, Intégration « lente » des disciplines de la famille « sciences de la vie ». Une forte dispersion nuit à la lisibilité d'ensemble de la méthodologie de la discipline.



Les Assises du Génie des Procédés

Les nouveaux horizons du Génie des Procédés

En introduction à cette partie, une conférence a été donnée par AF. Schmid : « Génie épistémique de l'interdiscipline », qui a permis d'aborder les notions d'interdisciplinarité et de discipline, et de susciter des discussions sur le positionnement du Génie des Procédés comme discipline.

Plusieurs présentations ont ensuite permis d'illustrer les nouveaux horizons pour la discipline :

- ▶ Transfert de matière dans la peau - application à l'administration cutanée d'actifs (skin drug delivery). S. Brianchon (LAGEP) ;
- ▶ Du Génie des Procédés dans le textile ? B. Mougin (Techtera) ;
- ▶ Développement et intensification de procédés enzymatiques et microbiens à l'échelle industrielle : enjeux et perspectives pour l'Usine du Futur. G. Lepage (Naturamole) ;
- ▶ Elaboration de produits ophtalmiques innovants par procédés en phase supercritique. E. Badens (M2P2 - Marseille).

Une **table ronde** (photo) a été organisée l'après-midi et a permis de débattre autour de 3 questions :

- 1/ la formation (formation dans le cycle universitaire, master et doctorats, formation continue, formation par alternance...), réponses aux besoins des industriels ;
- 2/ les grands enjeux autour des questions sociétales et environnementales adressées par le Génie des Procédés. Besoins d'évolution de la discipline, besoin de plus d'interactions avec les autres disciplines (énergie, santé, eau, alimentation...) ;
- 3/ les différents types de mode de collaborations possibles entre recherche académique et recherche industrielle, quels nouveaux modes pour l'avenir ?



LES ASSISES SUD-OUEST

Le comité de pilotage était constitué de **B. Biscans** (LGC-CNRS-Toulouse, **coordinatrice**), **P. Cézac** (LATEP-Université de Pau), **J.-M. Commandre** (CIRAD-Montpellier), **S. Déchelette** (PROSIM-Toulouse), **G. Flamant** (PROMES-CNRS-Odeillo), **B. Grondin** (U. de la Réunion), **M. Meireles** (LGC-CNRS-

Toulouse), **X. Meyer** (LGC-ENSIACET-Toulouse), **A. Nzihou** (RAPSODEE-Ecole des Mines d'Albi), **E. Paul** (LISBP-INSA-Toulouse), **N. Régnier** (I2M-Université de Bordeaux), **J.-P. Steyer** (LBE-INRA-Narbonne).

Les Assises Sud-Ouest ont eu lieu le **13 octobre à l'ENSIACET Toulouse**. Il y eut une trentaine de participants des régions Occitanie et Nouvelle Aquitaine dont des académiques du Génie des Procédés, des industriels, des pôles de compétitivité et des représentants institutionnels.

Béatrice Biscans, membre du CA de la SFGP, coordinatrice des Assises Sud-Ouest, a introduit la journée en rappelant les objectifs des assises. Le programme s'est ensuite déroulé en trois parties :

- ▶ le positionnement du Génie des Procédés en région Sud-Ouest, sur les volets formation et recherche et lien avec le milieu socio-économique ;
- ▶ des présentations de réalisations remarquables de la discipline, par des porteurs de projets structurants ;
- ▶ une table ronde animée par une journaliste, sur les perspectives et nouveaux défis du Génie des Procédés.

Pierre Aimar, Directeur du LGC Toulouse, a présenté une **synthèse des activités de recherche** des principaux centres de Génie des Procédés de la région (Toulouse, Montpellier, Narbonne, Albi, Pau, Perpignan, Font-Romeu, Bordeaux...). Plus de 1000 chercheurs travaillent dans le domaine du Génie des Procédés avec des approches renforçant les fondamentaux de la discipline (mécanismes de transport / cinétique / catalyse / changements de phase / couplages réactions-transport) mais aussi traitant de problématiques plus contemporaines tels que les milieux complexes, l'approche multiéchelle, les concepts «d'énergie maps», l'usine numérique, l'éco-conception. Le bilan fait apparaître un **très fort potentiel de recherche** à travers les laboratoires (LGC, LISBP, RAPSODEE, IEM, PROMES, LATEP, I2M, LBE, IATE, QUALISUD) avec des axes stratégiques autour :

- ▶ de la transformation des agroressources ;
- ▶ de l'énergie : solaire, hydrogène, biomasse, géoressources ;
- ▶ du génie d'élaboration des matériaux ;
- ▶ des cycles de la matière : procédés de traitement des déchets solides, des eaux effluents, des sols.

Les recherches sont présentes dans 7 des 10 défis de la SNRI (Stratégie Nationale de Recherche et d'Innovation). L'interaction est forte avec les pôles de compétitivité de la région : DERBI (énergie) Pôle EAU, AGRIMIP, moins avec les pôles Santé et Aéronautique.

Xuan Meyer, Directrice adjointe de l'ENSIACET, a présenté le **bilan sur les formations** de la région Sud-Ouest, qui fait apparaître une très forte progression du potentiel de formation ces dix dernières années. Le Génie des Procédés est ainsi présent dans les programmes de 16 formations relevant de 5 universités et de 8 écoles d'ingénieurs (ENSCM, Sup Agro Montpellier, Ecole de Mines d'Albi, Sup EnR, ENSGTI, INSA, ENSIACET, ENSCBP). Le nombre de diplômés en Génie des Procédés n'a cessé d'augmenter sur tous les niveaux de 1991 à 2015: IUT (de 50 à 180), Licence (80), Master (de 40 à 180) et Ingénieurs (de 100 à 700). Le parcours type inclut les fondamentaux du Génie des Procédés (thermodynamique, cinétiques, transport), l'ingénierie des procédés (opérations unitaires, optimisation des procédés), les sciences de l'ingénieur (informatique et méthodes numériques, management) et des parcours de spécialisation (énergie, biotechnologies, génie industriel, génie du produit). De nouvelles méthodes



pédagogiques ont été introduites et l'interaction avec le milieu socio-économique est au cours de la formation. Il faut noter une ouverture vers l'international en forte croissance ces dernières années.

Les caractéristiques socio-économiques du site ont été présentées par **Mathilde Convert** de l'agence Madeeli, agence du développement économique, de l'export et de l'innovation en Occitanie. Ont été donnés des exemples de dynamique partenariale académiques / entreprises, d'accompagnement et de financement des tutelles (ADEME, région, ...). Les enjeux discutés pour poursuivre le développement des compétences liées au Génie des Procédés sont de pouvoir développer des outils permettant d'aller au-delà de l'échelle du laboratoire, de rendre ces équipements flexibles et mutualisés, pour les laboratoires entre eux, et entre les laboratoires et les entreprises.

Présentations de réalisations remarquables en GP

Six réalisations marquantes dans la région Sud-Ouest ont été choisies pour illustrer les apports du GP dans le domaine de l'énergie, de l'environnement et en génie pharmaceutique :

- ▶ **Voyage au cœur des énergies :**
 - solaire - Gabriel Olalde, Promes, Odeillo,
 - hydrogène - Pierre Aimar, LGC Toulouse,
 - sous-sol - Pierre Cézac, LATEP Pau,
 - biomasse - Jean-Michel Commandré, Cirad Montpellier.
- ▶ **L'agro-industrie face aux défis environnementaux :**
 - Etienne Paul (LISBP Toulouse)/Jean-Philippe Steyer (LBE Narbonne),
- ▶ **Le Génie pharmaceutique :**
 - Fabienne Espitalier, RAPSODEE Albi.

La fin de la journée était consacrée à une **table ronde** (photo).



animée par une journaliste. Les participants étaient :

- ▶ des représentants des pôles de compétitivité : Xavier Py (pôle DERBI), Guillaume Nourrit (pôle EAU), Michèle Marin (pôle Agrimip), qui représentait également l'INRA ;
- ▶ une représentante du CNRS : Bernadette Valleraud de la DR14 ;
- ▶ une représentante de la Délégation Régionale à la Recherche et à la Technologie (DRRT), Elisabeth Borredon ;

- ▶ un représentant d'une entreprise : Stéphane Déchelotte, PDG de Prosim.

Les questions centrales ont tourné autour de la promotion du Génie des Procédés et son ancrage durable dans le territoire Occitanie :

- ▶ *comment contribuer concrètement à la création de valeur et d'emplois dans les entreprises du site;*
- ▶ *comment faire identifier la région Occitanie comme un territoire d'accueil et d'excellence de l'industrie liée au Génie des Procédés.*

Plus précisément les questions suivantes ont été débattues :

Sur l'énergie :

Le Génie des Procédés intervient déjà sur l'efficacité énergétique des procédés, la biomasse et la bioénergie, la capture et le stockage de CO₂, les nouveaux matériaux pour l'énergie, l'énergie solaire...

Quelle ambition pour notre territoire ? Quelles nouvelles pistes de collaboration avec les entreprises ? Quelles sont les problématiques actuelles et de quelle manière le GP peut-il intervenir ?

Dans le domaine de l'eau :

Les actions du Génie des Procédés y sont nombreuses et anciennes.

- ▶ Eaux potables: contaminants chimiques, microbiologiques, micropolluants (floculation, précipitation, membranes).
- ▶ Gestion des réseaux (optimisation multicritères).
- ▶ Eaux usées domestiques, effluents hospitaliers (bioréacteurs à membranes, adsorption, oxydation avancée)
- ▶ Eaux industrielles: effluents pétroliers, valorisation du phosphore, réutilisation.
- ▶ Pollutions gazeuses: COV et odeurs. Tests de toxicité.
- ▶ *Quels sont les grands défis à venir ?*
- ▶ *Quels thèmes émergents ? Quelles actions à risque ?*

Dans le domaine « agri-sud ouest innovation » :

Les mots clés étaient mobilisation des ressources, *biodiversité, variabilité des biomasses, tri, rendements qualitatifs et quantitatifs des productions, downscaling - petites puissances, coproductions (valorisation des sous-produits, dans l'esprit bioraffinerie mais à échelle raisonnable), analyse des besoins locaux, robustesse des systèmes et maintenance sobre.*

La représentante de la DRRT (E. Borredon) a centré son propos sur les mécanismes de transfert et a souligné la multiplicité des guichets pour les entreprises qui réduit la visibilité en particulier pour les PME. Les dispositifs d'auto-entrepreneurs pour les étudiants ont également été abordés et la disparité de leur mise en œuvre selon les régions a été soulignée.

S. Déchelotte a fait un retour d'expérience sur le montage de son entreprise Prosim issue de réalisations de chercheurs en Génie des Procédés et a souligné la nécessité de faire connaître ses activités à l'international.



Les Assises du Génie des Procédés

LES ASSISES NATIONALES

Elles se sont tenues à la **Maison de la Chimie à Paris le 28 mars 2017**. Plus de 150 invités y ont participé. Scientifiques, industriels, institutionnels et politiques se sont retrouvés pour échanger, discuter et dégager les apports du Génie des Procédés dans la société d'aujourd'hui et imaginer l'Usine du futur. L'ensemble de ces réflexions sera référencé dans un **Livre blanc** qui sera publié courant 2017.

Les assises nationales ont été ouvertes par **M. Sébastien Podevyn**, Conseiller auprès de M. Thierry Mandon, Secrétaire d'Etat au Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, suivi par une allocution de Jean-Pierre Dal Pont, Président de la SFGP.

Jean-Yves Le Déaut, Président de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (OPECST), a souligné l'importance du Génie des Procédés dans le contexte du renouvellement industriel français.

Ces trois interventions seront intégrées au **Livre blanc du Génie des Procédés**.



Le bilan et l'évolution du Génie des Procédés dans les domaines de la formation et de la recherche, ainsi que des exemples illustrant l'apport de la discipline ont été présentés par **Jean-François Joly, Xuan Meyer et Jack Legrand** (photo ci-dessus). Les présentations sont disponibles sur le site de la SFGP et une restitution sera faite lors de l'assemblée générale de la SFGP, le 11 juillet à Nancy pendant le congrès.

La table ronde « **En quoi le Génie des Procédés est-il un acteur du renouvellement industriel ?** » a été animée par Sylvie Latiéule, Directrice de la rédaction d'InfoChimie Magazine, avec la participation de :

- ▶ **Alain Fuchs**, Président du CNRS
- ▶ **Pierre-Henri Bigeard**, DGA IFPEN
- ▶ **Marc Daumas**, Directeur Sciences & Innovation Sanofi
- ▶ **Jean-Luc Simon**, Directeur R&D Ingredia, représentant l'ANIA
- ▶ **Laurent Baseilhac**, Directeur des Procédés ARKEMA
- ▶ **Philippe Ricoux**, chargé de mission auprès du Directeur R&D du Groupe Total.

Les discussions ont permis de montrer que le Génie des Procédés était réellement une discipline de dialogue entre les mondes académique et industriel et qu'il participe au renouvellement industriel du pays à travers les questions suivantes :

- ▶ Comment cette discipline contribue-t-elle aux mutations de l'industrie ?
- ▶ En quoi est-elle clé pour le développement d'une production 'propre' et 'durable' ?
- ▶ Comment mieux fabriquer les produits de demain ?
- ▶ Quel est son rôle dans l'industrie du futur ?
- ▶ Quels besoins en recherche et en formation pour mieux répondre aux problématiques sociétales ?

Marc Rico, Chef du bureau de la chimie et des biotechnologies de la Direction Générale des Entreprises (DGE) -Ministère de l'Economie de l'Industrie et du Numérique, a clos les assises en présentant la DGE. Il a fortement insisté pour que la SFGP lui fasse part de ses travaux dans les filières qui sont les siennes. Son intervention est disponible sur le site de la SFGP.



le cnam
école sciences industrielles & technologies de l'information

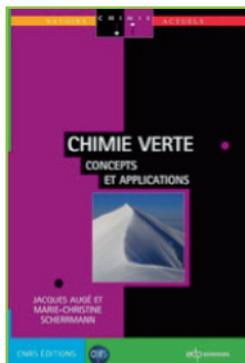
Département Chimie Alimentation Santé Environnement Risque





Chimie verte, Concepts et applications

Jacques Augé, Marie-Christine Scherrmann, 05-2016, EAN13 : 9782759809769, Savoirs actuels - Chimie, CNRS Editions, EDP Sciences, 491 pages.



Se fondant sur les principes de Chimie Verte, les auteurs, tous deux de formation Ingénieur, montrent comment les concepts de Chimie Verte peuvent nous conduire à élaborer une chimie innovante avec des objectifs économiques, environnementaux et éthiques, donnant au chimiste une place prépondérante dans la Société.

Les réactions décrites dans cet ouvrage mettent en exergue l'économie d'atomes, la prévention des déchets, la recherche de

catalyseurs efficaces, l'optimisation du milieu réactionnel, des réactifs et des procédés, l'efficacité du traitement post-réactionnel. La vision globale qu'il faut avoir, qui se traduit par une analyse de cycle de vie et par des indicateurs de chimie verte, s'étend aussi aux matières premières nécessaires à leur transformation. Dans ce but l'ouvrage décrit une nouvelle chimie issue du végétal, la «végétalochimie», qui pourrait permettre de s'affranchir en partie de la pétrochimie.

Les auteurs soulignent les améliorations apportées à la « vertitude » des procédés grâce à de nouveaux catalyseurs, des solvants alternatifs et des procédés non conventionnels, permettant de rendre plus sûres les transformations chimiques et de réduire au maximum le rejet de substances toxiques. Ils suggèrent même quelques pistes pour le futur en précisant les faiblesses actuelles, mais aussi les avancées majeures vers une chimie pleinement respectueuse de l'environnement. Des progrès restent à accomplir permettant aux jeunes chimistes à qui s'adressent ce livre, étudiants de Grandes Ecoles, de Master, doctorants, chercheurs, enseignants, de déployer leur imagination vers de nouveaux concepts pour de nouvelles applications avec des objectifs ambitieux clairement définis. Les auteurs, en s'appuyant sur les nombreux travaux récents issus des universités mais aussi des entreprises, montrent comment ces objectifs ont été atteints jusqu'à présent.

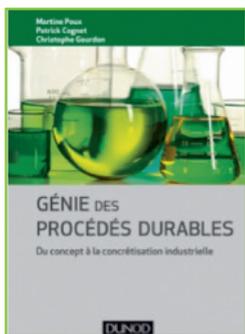
Les auteurs :

Marie-Christine Scherrmann est Professeur de Chimie à l'Université Paris-Sud.

Jacques Augé est Professeur émérite de Chimie à l'Université de Cergy-Pontoise.

Génie des procédés durables, du concept à la concrétisation industrielle

Martine Poux, Patrick Cagnet, Christophe Gourdon, 12-2016, EAN 9782100744251, Technique et Ingénierie, Dunod, 492 pages



La première édition avait reçu le **Prix Roberval 2011**. Dans l'industrie de production et plus particulièrement dans l'industrie chimique, il existe un besoin urgent de procédés plus acceptables du point de vue de la préservation de l'environnement. Cette tendance vers ce qui est maintenant connu sous le nom de «green processes» nécessite une évolution des concepts traditionnels d'efficacité des procédés vers une

évaluation intégrant la valeur économique de l'élimination des déchets à la source. La «chimie verte» est d'abord préventive, c'est-à-dire qu'elle privilégie la prévention de la pollution par rapport à l'élimination des déchets. L'introduction des procédés propres a trois objectifs distincts mais complémentaires :

- ▶ consommer moins de matière première,
- ▶ consommer moins d'énergie,
- ▶ générer le minimum de déchets et d'effluents.

Une technologie propre peut être atteinte par trois méthodes différentes et complémentaires :

- ▶ l'optimisation du procédé existant,
- ▶ la substitution de technologies par d'autres moins polluantes,
- ▶ la modification radicale du procédé.

Méthodologie de conception de procédés durables : une approche multicritère.
Stratégies d'optimisation du procédé.
Représentation et modélisation des procédés.
Miniaturisation des procédés.
Les réacteurs multifonctionnels.
Techniques d'activation par ultrasons et micro-ondes.
Intensification par la formulation.
Les fluides supercritiques.
Les liquides ioniques.
L'eau comme solvant et les réactions sans solvant.
Procédés électrochimiques pour un développement durable.
Génie photocatalytique.
Biocatalyse et Bioprocédés.
Apports de la catalyse à une chimie durable.
Structure et ingénierie du matériau cellulose.

Les auteurs :

Martine Poux est Ingénieur de recherche au laboratoire de Génie chimique, Toulouse.

Patrick Cagnet est Professeur des universités à l'INP, Toulouse.

Christophe Gourdon est Professeur des universités à l'INP, Toulouse.



Les changements de phase solide-liquide-vapeur

Tome 1. Fondements et applications

Hervé COMBEAU, Lounès TADRIST, 12-2016, ISBN : 978-2-271-07735-6, CNRS Alpha, CNRS Editions 442 pages.

Tome 2. Vaporisation - Condensation - Fusion - Solidification

Hervé COMBEAU, Lounès TADRIST, 12-2016, ISBN : 978-2-271-11522-5, CNRS Alpha, CNRS Editions 432 pages.



Les changements de phase sont mis en jeu dans la transformation de la matière, la conversion de l'énergie et dans de nombreuses questions environnementales.

Cet ouvrage collectif, dédié aux transitions de phase du premier ordre liquide-solide et liquide-vapeur, fait suite à une école CNRS organisée en 2009. Il réunit l'état des connaissances dans ces deux domaines en un même ensemble, afin de permettre au lecteur de se familiariser avec ces phénomènes complexes où de nombreuses similitudes et différences existent. Le premier tome aborde les fondements et phénomènes physiques associés aux différents

changements de phase et traite ensuite de quelques applications. Le second tome est consacré aux aspects plus spécifiques du changement de phase liquide-vapeur: vaporisation, condensation et liquide-solide: fusion, solidification.

Les auteurs :

Hervé COMBEAU est professeur à l'Université de Lorraine. À l'École des Mines de Nancy, il enseigne la mécanique des fluides, les transferts de chaleur et de masse, la simulation numérique et la combustion. En outre, il y est responsable du département «Procédés, Énergie et Environnement». Il a développé plusieurs logiciels utilisés dans l'industrie pour la prédiction des structures de solidification, des macro et micro-ségrégations. Il anime depuis 2010 l'équipe de recherche 'Solidification' au sein de l'Institut Jean Lamour UMR Université de Lorraine - CNRS 7198.

Lounès TADRIST est professeur à l'Université d'Aix-Marseille. Il enseigne dans le domaine de la thermodynamique, de la mécanique des fluides, des transferts de chaleur et de masse, des composants et des systèmes énergétiques. Il a développé plusieurs collaborations avec des industries de transformation de matière et de l'énergie. Depuis 2008, il dirige le laboratoire de l'Institut Universitaire des Systèmes thermiques Industriels IUSTI UMR Aix-Marseille Université - CNRS 7343.

Technologies des textiles, de la fibre à l'article (3^e édition)

Daniel Weidmann, 02-2017, EAN 9782100760190, hors collection, Dunod, 224 pages



Véritable traité de technologie des textiles, cet ouvrage unique en son genre présente de manière simple et synthétique les données techniques de base de l'ensemble de la filière textile habillage, depuis les matières textiles (la fibre) jusqu'à la confection (l'article). Il a été conçu pour une lecture facile et s'adresse à celles et ceux qui souhaitent acquérir les connaissances de base sur l'ensemble des techniques de cette filière.

Les informations sont présentées de manière pédagogique, avec beaucoup de schémas et de photos. Le plan du livre suit l'ordre chronologique du processus de fabrication.

Cette troisième édition actualise l'ensemble des données

et apporte des compléments d'informations sur les textiles non tissés.

- Matières premières textiles.
- Matières naturelles.
- Matières artificielles.
- Matières synthétiques.
- Filature. Tissage, tricotage.
- Non-tissés.
- Teinture, apprêts, impression.
- Création, coupe, confection.
- L'étiquetage et l'entretien des textiles.
- Textiles techniques.

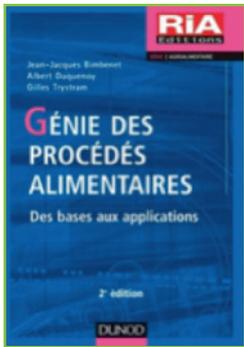
L'auteur :

Daniel Weidmann, Ingénieur textile de formation, a été consultant et formateur pour l'IFTH (Institut Français du Textile et de l'Habillement) puis responsable de production chez Armor Lux.



Génie des procédés alimentaires, des bases aux applications (2^e édition)

Gilles Trystram, Albert Duquenoy, Jean-Jacques Bimbenet, 02-2017, EAN 9782100763696, Technique et Ingénierie, Dunod, 592 pages.



Cet ouvrage, **Prix Roberval 2002**, a été conçu pour les industriels. Il offre un panorama complet des procédés utilisés dans l'industrie agroalimentaire : filtration, pressage, centrifugation, mélange, cuisson, etc.

Pour chacun d'entre eux, il présente un rappel des principes de base puis décrit les technologies existantes, illustrées de nombreuses applications. Il donne également les éléments nécessaires au choix du procédé pour une application donnée.

Cette seconde édition apporte des mises à jour notamment sur le transfert de chaleur par rayonnement ainsi que sur les opérations par évaporation. Le site Web se compose de leçons sur les propriétés physiques des produits alimentaires complétées par des problèmes résolus ainsi qu'une démonstration de simulation numérique.

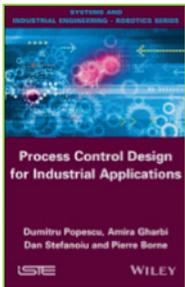
Mécanique des fluides, filtration, essorage, pressage, similitude, décantation, centrifugation.
Bilans et échanges de chaleur, échangeurs, évaporateurs.
Échange de matière : équilibres, transferts, cristallisation, séparation par membranes, extraction, distillation, opérations chromatographiques, déshydratation-imprégnation.
Réactions. Lois de Fourier et de Fick, traitements thermiques et frigorifiques.
Opérations d'agitation-mélange et de texturation mécanique de la matière.
Séchage, cuisson, cuisson-extrusion.
Opérations mécaniques sur les solides divisés et sur objets individualisés.
Hygiène des procédés. Des opérations unitaires au procédé.

Les auteurs :

Gilles Trystram est le Directeur Général d'AgroParisTech. **Albert Duquenoy** est directeur de l'UFR Génie industriel alimentaire d'AgroParisTech. **Jean-Jacques Bimbenet** est professeur honoraire de génie des procédés alimentaires.

Process Control Design for Industrial Applications

Dumitru Popescu, Amira Gharbi, Dan Stefanoiu, Pierre Borne, March 2017, ISBN: 978-1-78630-014-0, Wiley-ISTE, 302 pages



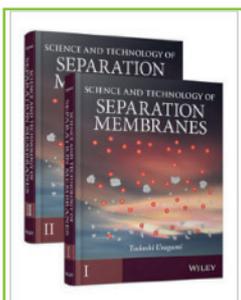
This book presents the most important methods used for the design of digital controls implemented in industrial applications. The best modelling and identification techniques for dynamical systems are presented as well as the algorithms for the implementation of the modern solutions of process control. The proposed described methods are

illustrated by various case studies for the main industrial sectors.

There exist a number of books related each one to a single type of control, yet usually without comparisons for various industrial sectors. Some other books present modelling and identification methods or signal processing. This book presents the methods to solve all the problems linked to the design of a process control without the need to find additional information.

Science and Technology of Separation Membranes 2 Volume Set

Tadashi Uragami, (Editor), April 2017, ISBN: 978-1-118-93254-4, Wiley, 848 pages



This book offers a comprehensive overview of membrane science and technology from a single source:

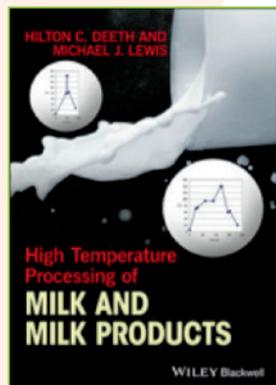
- ▶ Written by a renowned author from Functional Separation Membrane Research Center, Japan, with more than 40 years' experience in membrane science and technology, and polymer science;

- ▶ Covers all major current applications of membrane technology in two definitive volumes;
- ▶ Includes academic analyses, applications and practical problems for each existing membrane technology;
- ▶ Includes novel applications such as membrane reactors, hybrid systems and optical resolution as well as membrane fuel cells.



High Temperature Processing of Milk and Milk Products

Hilton C. Deeth, Michael J. Lewis, May 2017, ISBN: 978-1-118-46050-4, hWiley-Blackwell, 584 pages



This book covers many aspects of thermal processing of milk and milk products with particular focus on UHT processing. It commences with an overview of the major thermal processing technologies: thermization, pasteurization, extended-shelf-life (ESL), UHT and in-container sterilization. It discusses the principles of the technologies, the processing and packaging equipment used, processing issues such as temperature-time profiles, heat stability, fouling and cleaning, and the quality and safety aspects of the products produced. It provides a balance of the engineering aspects of the processes and the chemical,

microbiological and sensory aspects of the products. The changes that occur in products during processing and storage, and the related defects which can arise, are central to the book. The discussions of these changes will be an aid to industry personnel in identifying the causes of quality defects in these products and devising measures which can be taken to eliminate or minimise the defects.

Authors:

Hilton C. Deeth, Emeritus Professor, School of Agriculture and Food Sciences, University of Queensland, Australia, and consultant to the dairy industry.

Michael J. Lewis, Honorary Fellow, Department of Food and Nutritional Sciences, Taught and researched at The University of Reading, Whiteknights, UK, for 38 years and now working as an adviser on milk and milk products.

Collection « Récents progrès en génie des procédés »

Directrice de la publication : **Marie-Noëlle PONS**, Directeur de Recherches CNRS, Laboratoire Réactions et Génie des Procédés (LRGP), UPR CNRS 3349, Nancy marie-noelle.pons@univ-lorraine.fr

En vente sur le site de **Tec et Doc Lavoisier** : <http://www.lavoisier.fr>



8^{ème} édition du colloque **Cristallisation et Précipitation Industrielles (voir CR p. 31)**

26-27 mai 2016, Cristal, Rouen 2016
Langue : Français

Date de parution : 11-2016, ISBN : 978-2-910239-83-1

Société Française de Génie des Procédés

Les opérations de cristallisation et de précipitation occupent une place centrale dans la chaîne du solide. Elles concernent différents secteurs comme ceux de la pharmacie, de la chimie fine, de l'agro-alimentaire, ou des minéraux. Elles permettent de produire des produits à haute valeur ajoutée, mais aussi de valoriser des « déchets » et de contribuer à la dépollution de certains milieux. Elles sont réalisées en solution, en phase gaz ou fluides supercritiques, ou en milieux poreux.

Durant ces dernières années, de fortes interactions entre le monde académique et le monde industriel ont rendu possible le développement d'aspects fondamentaux et technologiques.



Journée Combustion de biocarburants, de la biomasse et de ses dérivés
 organisée par le GT Energie de la SFGP avec le Groupe Français de Combustion et la Société Française de Thermique
 ASCOTEL, Cité scientifique, Villeneuve d'Ascq, 7 - 8 novembre 2017

20th International Symposium on Industrial Crystallization (ISIC 20)
 UCD Dublin, Irlande, 3 au 6 septembre 2017



Cutting-Edge Technology for Carbon Capture, Utilization, and Storage
 Clermont-Ferrand, 24-27 septembre 2017



10th World Congress of Chemical Engineering, WCCE10, ECCE11, ECAB4, ESCAPE-27, Expoquimia 2017
 Barcelone, Espagne - 1^{er} au 5 octobre 2017



The premier international meeting for the low-carbon and resource-efficient economy
 Paris, Porte de Versailles Hall 7.2, 12 au 14 décembre 2017



Société Française de Génie des Procédés
 28 rue Saint-Dominique, 75007 PARIS
 Tél : 01 53 59 02 25
 secretariat@sfgp.asso.fr



www.sfgp.asso.fr

Revue PROCÉDIQUE,
 publication annuelle
 de la Société Française
 de Génie des Procédés

Edition 2017

n° ISSN : 0995-5046

Edition : SFGP
 28 rue Saint-Dominique,
 75007 PARIS

Directeur de publication :
 Jean-Pierre DAL PONT

Rédactrice en chef :
 Cécile-Anne NAUDIN (cecileanne52@gmail.com)

Comité de lecture :
 Catherine BEC, Jean-Pierre DAL PONT, Patrice
 MÉHEUX, Cécile-Anne NAUDIN, Martine POUX.

Mise en page :
 Alexandra CORNET
 info@nelacrea.fr

Impression :
 Biprint
 360 route de Flins-sur-seine
 78410 Bouafle
 /Imprimerie



10th World Congress
OF CHEMICAL
ENGINEERING

11th European Congress
OF CHEMICAL
ENGINEERING

4th European Congress
OF APPLIED
BIOTECHNOLOGY

B

WCCE10

ECCE11
ECAB4

Barcelona, Spain

1st - 5th October 2017

10th World Congress of Chemical Engineering

The largest meet of chemical engineering events and experts in the world!

Be part of it:

- **Save** the date in your agenda
- **Watch** out for latest news
- **Participate** in changing the world

Chemical
and Biochemical
Engineering in a
Global World:

Solutions
4 Global
Challenges

3 Global
events

in one place and time
+ the most relevant
professional and
sector parallel
events.



Held with

EXPOQUIMIA
Salón Internacional de la Química

the best established Chemistry
event in southern Europe

Promoters:



Organized by EFCE-Spain Group:



ANQUE



www.wcce10.org