



Ce GT a pour objectifs d'engager des réflexions perspectives et interdisciplinaires autour du développement des *Produits de demain*. 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..., relations propriétés d'usage -procédés et impact des différents facteurs (économique, environnemental, sociétal) sur le produit / procédé. Cette approche multiéchelle cible aussi bien la formation universitaire que les différents secteurs industriels : peinture, colorants, colles, textiles, papier, agroalimentaire, pharmacie, cosmétique, etc.

Le groupe se réunit au moins quatre fois par an et participe à différentes manifestations (congrès, séminaire, journée thématique) pour développer, structurer et mener des réflexions sur les nouvelles méthodologies de développement des différentes étapes de mise en œuvre du produit le mieux adapté au marché de demain.

Lors du XIV^e congrès SFGP 2013 à Lyon, le GT a organisé une table ronde intitulée Stratégies, Développements et Innovations « *Produits de demain* » (CR p. 24). Par ailleurs, Véronique Falk a présenté une conférence « **Du génie des procédés au génie des produits** » au Cnam - Paris le 13 novembre 2013 (CR p. 45).

En 2014, le groupe participe activement à la structuration et l'organisation du topic « Product Design and Engineering » du congrès ECCE 10 à Nice en 2015.

Un **séminaire** « *Nanopoudres, nanomatériaux, nanoobjets, produits du futur : santé - toxicologie - épidémiologie* », en cours de préparation, sera organisé à Lille en décembre 2014.

GT « Informatique et Procédés »

Ce Groupe créé en 1989 s'est fixé pour objectif l'animation scientifique en France du domaine de l'informatique appliquée au Génie des Procédés. Il vise 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 aux niveaux 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.**

Stéphane DÉCHELOTTE (ProSim) a cédé la présidence du GT à **Francis COURTOIS** (AgroParisTech). Le nouveau vice-président est **Philippe ARPENTINIER** (Air Liquide). Marie Debacq-Lapassat (Cnam) est la secrétaire du groupe.

En 2013, le GT a organisé :

- ▶ une réunion de GT le 10 avril 2013 après-midi à Paris, avec 2 intervenants sur le **Calcul intensif** : Erven Rohou (IN-

RIA) : *Comparaison de stratégies d'augmentation de performances de calculs de logiciels* et Romain Reuillon (ISCPiF) : *SCALA (scalable language)*

10 participants seulement, malgré des présentations de très bon niveau.

- ▶ une journée sur le thème de la **Réconciliation de Données** le 3 juillet 2013 au Cnam-Paris (23 participants dont 15 industriels), voir CR p. 42,
- ▶ une réunion ordinaire le 10 octobre 2013 à l'occasion du congrès SFGP à Lyon.

Les réflexions actuelles du GT visent à redynamiser l'implication des « grands industriels » dans ses activités et à définir l'identité et les spécificités du groupe à la croisée de plusieurs domaines : contrôle/commande, techniques numériques, modélisation, productique ... en vue d'un éventuel changement de dénomination.

Ce groupe se réunit régulièrement depuis 1989 – 3 à 4 réunions par an – en particulier autour de journées « Forum » faisant le point sur les avancées sur un sujet avec un public industriels / universitaires est équilibré et souvent en co-organisation avec d'autres GT.

Les prochains sujets traités en 2014 porteront sur la simulation par agent, l'identification de paramètres et l'optimisation.

GT « Ingénierie des Réacteurs et Intensification »

Ce groupe résulte de la refonte des GT « Réacteurs » et « Agitation-mélange ». Il est animé par **Laurent FALK** (LRGP-Nancy) et **Anne-Marie BILLET** (LGC-Toulouse). Le Bureau comprend également Joëlle Aubin (LGC) et Frédéric Augier (IFP Energies nouvelles).

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...

Ce GT se réunit lors de sessions spécifiques des congrès SFGP.

Des journées thématiques (JT) sont également organisées autour de problématiques concernant l'ensemble des compétences nécessaires au choix et au développement de réacteurs performants. Ainsi ont eu lieu :

- la JT « *Acquisition des données et stratégies expérimentales* » (2012),
- la JT « *La CFD : un outil pour le développement de réacteurs industriels* » (2013).



Les Groupes Thématiques (GT)

Les futures JT aborderont encore 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... L'organisation de ces JT se fera, autant que possible, en association avec d'autres GT.

GT « Innovation »

Ce GT a été créé en 2010 au sein de la SFGP à l'initiative d'Olivier POTIER (LRGP/ENSGSI) et du COMOP. Son but est de contribuer à la diffusion et au développement de nouvelles approches pour **favoriser les processus d'innovation** en associant les dimensions scientifique, technique, processus et organisationnelle.

Le bureau est composé aussi de Sylvie Baig (Degrémont), Mauricio Camargo (ERPI/ENSGSI), Bruno Grano (ENSTIMAC), Xavier Longaygue (IFPEN), Stéphane Negny (LGC/ENSIACET), François Nicol (Veolia), Didier Tanguy (Solvay) et Florent Guillou (IFPEN).

Le GT a organisé la **table ronde Innovation** lors du congrès européen EFCE-ECCE9 à La Haye, Pays-Bas, en avril 2013. Olivier Potier a aussi participé à la **table ronde « Quels enjeux pour l'usine du futur »**, animée par Jérôme Gosset au congrès SFGP 2013 à Lyon (voir CR p. 22).

Rappelons aussi le chapitre présentant les approches de **L'Innovation en Génie des Procédés** : O. Potier and M. Camargo « *Innovation for Chemical Engineering Industry* », in *Process Engineering and Industrial Management*, ed. J.P. Dal Pont, 2012, John Wiley & Sons.

Le **5 novembre 2014** au soir au Cnam - Paris, Bruno Garel (Cnam) et Olivier Potier présenteront une conférence grand public sur le thème : **Innovation en Génie des Procédés**. Lors de la même journée, un colloque SFGP sera organisé en commun par le GT Innovation, le Cnam Paris et le GT Ecosystèmes industriels.

GT « Procédés séparatifs »

Ce GT est animé par **Elisabeth BADENS** (Laboratoire M2P2, Université Aix-Marseille) et **Pascal DHULSTER** (Laboratoire ProBioGEM Polytech'Lille). Le Bureau est constitué d'Amélie Bugeon (Lesaffre International), Marielle Coste (Veolia), Frantz Deschamps (Stanipharm), Dominique Horbez (Solvay), Florence Lutin (Eurodia), Laurence Muhr (LRGP ENSIC Nancy), Eric Valery (Novasep), Eugène Vorobiev (UTC). Il se réunit 4 fois par an.

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 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'**écosolvants** 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 s'est fortement impliqué dans la préparation du **congrès SFGP 2013**. Il a également réalisé en 2013 une **enquête auprès de ses membres** afin de recenser les activités et centres d'intérêt des différents acteurs académiques et industriels des procédés séparatifs en France. Une première restitution de cette enquête a été faite au cours du congrès SFGP 2013. Le bilan final sera mis en ligne sur le site de la SFGP courant juin 2014. Cette enquête a permis de réaliser une **cartographie des laboratoires et industries** travaillant sur les procédés séparatifs, en identifiant les compétences et spécificités de chacun.

Le GT entretient des relations étroites avec le **Club Français des Membranes (CFM)**. Avec le CFM, CPE Lyon Formation continue et l'ENSIC, il a organisé le **congrès MEMPRO 5** qui s'est tenu à Toulouse en avril 2014. Pascal Dhulster y représentait la SFGP.

Le GT a participé au **14^e European Meeting on Supercritical Fluids** les 18-21 mai 2014 à Marseille : Chairman: Elisabeth Badens, organisation locale : Aix Marseille Université (Laboratoire M2P2), CEA Marcoule (Laboratoire LPSP) avec plus de 300 participants, académiques et industriels, provenant de 30 pays.

Une journée thématique portant sur **l'intensification et l'éco-conception de procédés séparatifs** sera organisée conjointement avec le Pôle de Compétitivité TRIMATEC fin 2014 à Lyon.

GT « Sécurité des procédés »

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. Les vives réactions sociétales suite à la survenue 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.

Une évolution du GT « *Sécurité des procédés* » a été proposée en 2012 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/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.



Un nouveau Bureau animé par **Christophe PROUST** (INE-RIS) est en cours de constitution, l'objectif étant d'y mobiliser des industriels.

Événement 2013 : une **table ronde « Sécurité »** orientée identification et maîtrise du risque industriel lors du congrès de Lyon (voir CR p. 23). Les industriels présents ont souligné leur besoin d'être informés sur les **techniques d'analyse de risques et leur usage** qui n'est pas toujours rationnel dans l'industrie et à la limite de la technique.

En projet pour 2014-2015 : l'organisation d'un séminaire sur un **retour d'expérience (REX) des méthodes d'analyse de risques dans une industrie des procédés**. En ce qui concerne les formations « Sécurité » (industries et laboratoires) dispensées par des organismes spécialisés, un bilan pourrait être fait en liaison avec le GT « Formation ».

GT « Solides divisés »

Ce groupe sous la responsabilité de **Béatrice BISCANS** (LGC-CNRS Toulouse) s'est organisé autour d'un Bureau constitué de Khashayar Saleh (UTC-Compiègne), Hervé Muhr (LRGP-Nancy) et Alain de Ryck (ENSTIMAC-Albi).

Le GT est en lien avec l'European Federation of Chemical Engineering (*Working Parties Crystallization, Particle Characterization, Agglomeration, Product Engineering...*), la SFMM et la SFC. Ses activités intéressent les universitaires et les industriels qui travaillent sur les procédés de génération, de traitement et de mise en forme des solides, ainsi qu'aux équipementiers et fabricants de matériels pour l'élaboration et la caractérisation des particules. Les procédés concernés sont la cristallisation 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, agroalimentaire...). Les enjeux concernent 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.

Signalons, à l'international, la participation à **WCPT** (*World Congress on Particle Technology*) à Nuremberg les 23-25 avril 2013 (800 communications + expositions POWTECH et TechnoPharma).

Manifestations organisées en 2013 par le GT :

- ▶ « **CRISTAL 7** (cristallisation et précipitation industrielles) » à Toulouse et Albi les 16-17 mai 2013, cf. CR p. 39 ;
- ▶ « **De la molécule au procédé: le rôle de la génération et la mise en forme des solides divisés** » organisées à Castres en liaison avec la plateforme GALA (Plate-forme Technologique en Galénique Avancée) les 13-14 juin 2013 ;
- ▶ la réunion du GT lors du congrès SFGP 2013 à Lyon où ont été discutés les thèmes du prochain congrès ECCE10 de Nice.

En mai 2014, des membres du GT ont participé au congrès mondial « **Particle Technology** » à Beijing (Chine) en tant que membres du comité scientifique.

Le GT organisera en 2014 :

- ▶ avec la WP Crystallization de l'EFCE, **ISIC19 (International Symposium of Industrial Crystallization)** à Toulouse du 16 au 19 septembre 2014 ;
- ▶ des journées thématiques sur la **caractérisation des solides divisés**, à Compiègne en novembre 2014.

GT « Thermodynamique des procédés »

La connaissance de la propriété de la matière est incontournable. 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 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 Groupement de Recherches du CNRS baptisé *Thermodynamique Moléculaire et des Procédés* et coordonné par **Agilio PADUA** de Clermont-Ferrand.

A l'heure actuelle, ce groupe de travail très actif (300 membres) est animé par **Jean-Noël JAUBERT** (LRGP-Nancy) et **Rafael LUGO** (IFP Energies Nouvelles - Rueil). Ce dernier a récemment remplacé **Jean-Charles de HEMPTINNE** (IFPEN) qui a pris en charge l'animation du groupe de travail européen en avril 2014.

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 (mise en place d'un site Internet dédié à l'enseignement). Au cours de ces douze derniers mois ont été organisés :

- ▶ le 12 décembre 2012 à l'IFPEN, en collaboration avec le GT *Génie des Procédés Biotechnologiques & Agroalimentaires* et le GT *Procédés Séparatifs* une journée intitulée **Thermodynamique et Bioprocédés** ;
- ▶ les 19-21 mars 2013 à Nancy, la 39^e édition des **Journées d'étude des équilibres entre phases (JEEP)** (voir CR p.36) ;
- ▶ le 7 octobre 2013, en partenariat avec la Société Processium, une journée thématique intitulée : **Les propriétés de transport et de transfert en génie des procédés** (voir CR p.40).

Le GT a également activement participé au congrès SFGP 2013 à Lyon en animant plusieurs sessions scientifiques. Il travaille à l'heure actuelle à la mise en place d'un **site de documents pédagogiques** et au montage, en collaboration



Les Groupes Thématiques (GT)

est également prévue (lieu et date à définir fin 2014) ainsi qu'en 2015 une **Ecole d'Hiver** sur la Modélisation des procédés « bio » d'épuration (INSA Toulouse).

avec le *GdR Thermodynamique Moléculaire et des Procédés*, d'une **école d'été** afin que la thermodynamique ne soit plus considérée par les étudiants et les ingénieurs comme une discipline particulièrement difficile et abstraite.

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

Depuis 2010, ce GT TEA est sous la responsabilité d'**Étienne PAUL** (INSA Toulouse) et d'**Annabelle COUVERT** (ENSC Rennes). Il possède un Bureau composé de membres actifs académiques : Philippe Moulin (Université Aix - Marseille), Olivier Potier (LRGP, ENSGSI, Nancy), Yves Andrès (Ecole des Mines, Nantes), et industriels : Christophe Renner (Veolia Environnement), Nicolas Lesage (Total) et Sylvie BAIG (Degrémont).

Les objectifs et réalisations de ce GT sont :

- ▶ accompagner les transformations méthodologiques du domaine :
 - participation à la réflexion émanant du COS sur le futur du GP ;
 - formation à la modélisation de procédés biologiques de traitement ;
- ▶ nouer des contacts avec les autres GT (lien avec le GT « Innovation ») 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...).

Le GT TEA a également travaillé à la constitution d'un numéro spécial d'*Environmental Technology* » à partir d'articles sélectionnés au congrès SFGP 2011 de Lille.

En 2013-2014 ont été organisés plusieurs événements :

- ▶ **Ecole d'Hiver** : Modélisation des stations d'épuration (INSA Toulouse, 11-15 février 2013) ;
- ▶ **Workshop TEA** : biogaz, cryocondensation, cogénération (UCB Pharma, Braine, 26 mars 2013) ;
- ▶ **MEMPRO 5** : Intégration des membranes dans les procédés (Toulouse, 9-11 avril 2014).

Les **jours techniques en préparation** sont :

- ▶ **JTED 2014** : « Capteurs dans les filières de traitement des eaux » (Toulouse, 30 septembre - 1^{er} octobre 2014) ;
- ▶ « Réseau d'assainissement durable et intelligent » (prévu fin 2014 avec la visite du site SIAAP, Paris) ;
- ▶ « Innovation et traitement : la séparation à la source est-elle envisageable en assainissement ? » (lieu et date à définir) ;
- ▶ « Innovation technologique pour la gestion de l'eau en environnement urbain et industriel » : Workshop à Nice lors du congrès ECCE10 en 2015.

Une **formation sur l'analyse de micropolluants organiques**

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

Ce GT, en lien avec le secteur industriel concerné et les agences de l'environnement, a pour vocation de fédérer les différents acteurs académiques et industriels concernés par les procédés de traitement des déchets, des boues et de la remédiation des sites et sols pollués. Ces procédés s'adressent généralement à des matrices solides, souvent hétérogènes et variables. Ils mettent en jeu les opérations séparatives classiques, soit dans le contexte d'une usine, soit sur un site à traiter (p. ex. traitement de sols in situ). Ils font appel le plus souvent à des compétences pluridisciplinaires.

La mission générale du GT est d'organiser des rencontres, des journées scientifiques et techniques et de participer à l'organisation du 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.

Pierre BUFFIERE (INSA Lyon) succède en 2014 à Marie-Odile SIMONNOT (LRGP-Nancy) pour l'animation de ce **GT en restructuration**.

En conclusion

Dans cette période cruciale pour le développement des relations entre la recherche académique et les besoins socio-économiques, le rôle des Groupes Thématiques de la SFGP est important. Les GT qui ont émergé ces dernières années développent leur activité autour de grands enjeux sociétaux comme l'environnement, l'énergie, l'innovation, les systèmes industriels.

Ceci a conduit à développer des actions de plus en plus transversales : thermodynamique et énergie, eaux et innovation, biotechnologie et modélisation des procédés. Cette évolution a été favorisée par une plus forte implication des membres industriels du CA, à travers les travaux du Comité d'Orientation Stratégique dont la publication en 2012 a été un moteur de notre action. Une étape nouvelle pourrait être franchie par une meilleure implication des ingénieurs et chercheurs industriels à la vie des GT afin d'en faire un lieu privilégié d'échanges et d'innovation. Ainsi la SFGP jouera tout son rôle de facilitateur des contacts industries - universités. Au-delà des méthodes propres au Génie des Procédés, c'est l'ensemble de la réflexion sur les usines de procédés de demain que la SFGP portera. C'est de ces échanges que naîtront en recherche comme en développement industriel des innovations porteuses d'un avenir industriel revisité.

Xuan MEYER
vice-présidente du CST

Jack LEGRAND
vice-président du CST

Michel SARDIN
président du CST





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

Laurent PRAT
Laboratoire de Génie Chimique,
INPT-ENSIACET, Toulouse
laurent.prat@ensiacet.fr

Elaboration des Matériaux Métalliques

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

Energie

Jean-Henry FERRASSE
Aix Marseille Université
jean-henry.ferrasse@univ-amu.fr

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

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

Informatique et Procédés

Francis COURTOIS
Agro ParisTech
francis.courtois@agroparistech.fr



Innovation et Procédés

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

Procédés séparatifs

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

Elisabeth BADENS
LM2P2
Université Paul Cézanne, Aix-en-Provence
elisabeth.badens@univ-amu.fr

Sécurité des Procédés

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

Solides divisés

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

Traitement des déchets, boues et sites pollués

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

www.sfgp.asso.fr

Les 17 Groupes Thématiques
de la SFGP



Les évènements des GT

JEEP 2013

Nancy, 19-21 mars 2013

Depuis 1975, les **Journées d'Etude des Equilibres entre Phases (JEEP)** réunissent tous les ans des scientifiques et des industriels issus de domaines très divers tels que la chimie, les matériaux, l'environnement, la pharmacie, le génie des procédés ... et s'intéressant à la fois aux aspects théoriques et appliqués des équilibres entre phases.

La **39^e édition** de ce congrès s'est déroulée à Nancy les 19, 20 et 21 mars 2013, dans les locaux de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques (ENSIC), institution séculaire de la capitale lorraine. Elle fut conjointement organisée par l'équipe **Thermodynamique et Energie du LRGP (Jean-Noël JAUBERT et Romain PRIVAT)** et par l'**Institut Jean Lamour (Nicolas DAVID)**.

Le comité de pilotage du GT « **Thermodynamique des procédés** » de la **SFGP** a joué un rôle central dans la définition des thématiques scientifiques, la sélection des conférenciers invités et la relecture des résumés.



A l'instar des précédentes éditions, les JEEP 2013 se sont déroulées en deux temps :

► Le 19 mars après-midi fut consacré à des **sessions de formation** dédiées aux *jeunes chercheurs* (étudiants en master, doctorants) où se succédèrent un cours traitant de la règle des phases de Gibbs et un cours expliquant le calcul des équilibres liquide-solide, mis en application lors d'une séance d'exercices pratiques sur ordinateur. Enfin, les jeunes chercheurs présentant un poster eurent également l'opportunité d'en effectuer une brève présentation orale devant l'assemblée de leurs pairs et des participants au congrès venus pour l'occasion.

► Les 20 et 21 mars furent dédiés aux **communications orales** (avec la participation d'une quarantaine de conférenciers) ainsi qu'aux communications par posters. Grâce à la participation active de l'audience, la plupart des présentations orales ont donné lieu à une séance dynamique de discussion & débat.

Conférence à large spectre, les JEEP 2013 ont mis à l'honneur trois congressistes invités officiant dans des domaines de recherche à la fois différents et complémentaires : **Joao COUTINHO** (Portugal) a prononcé la conférence inaugurale traitant de la modélisation de la formation de dépôts dans les biodiesels. **Michel DIRAND** (France) a proposé un bilan synthétique des recherches menées dans son laboratoire de l'ENSIC ces vingt dernières années en détaillant la problématique de la formation de dépôts

dans les fluides pétroliers. Enfin, **Josep Lluís TAMARIT** (Espagne) a présenté les résultats de ses travaux sur la stabilité des phases solides d'hydrocarbures halogénés.

Un dîner de gala fut organisé le mercredi 20 mars, dans les Grands Salons de l'Hôtel de Ville de Nancy juste après une visite historique de la vieille ville et de la place Stanislas. Au cours de ce repas, les prix de la meilleure communication orale et du meilleur poster furent remis à deux brillants jeunes chercheurs.

Point notable de cette récente édition : l'anglais est désormais la langue officielle du congrès et l'acronyme JEEP signifie à présent « Joint European days on Equilibrium between Phases ».

En résumé, cette initiative a permis de réunir 105 chercheurs en provenance de 15 pays (Algérie, Allemagne, Belgique, Brésil, Canada, Espagne, France, Italie, Liban, Japon, Maroc, Mexique, Portugal, Russie, Tunisie) appartenant à quatre continents.

De nombreux industriels ont assisté à cette manifestation et plusieurs d'entre eux (Bruker, Linseis, TA instruments, TOP Industrie, Setaram, Netzsch) ont choisi de tenir un stand dans le grand hall de l'ENSIC.

Nous tenons à remercier les **multiples sponsors** de cette conférence internationale (Total, Arkéma, Prosim, IFP Énergies Nouvelles, Région Lorraine), qui par leur soutien ont permis de maintenir des frais d'inscription très faibles, d'inviter des conférenciers de renom et donc de contribuer au succès des JEEP 2013.

Jean-Noël JAUBERT

Professeur des universités
Responsable du GT
Thermodynamique des procédés



Romain PRIVAT

Maître de conférences
Membre du comité
de pilotage du GT
Thermodynamique des procédés

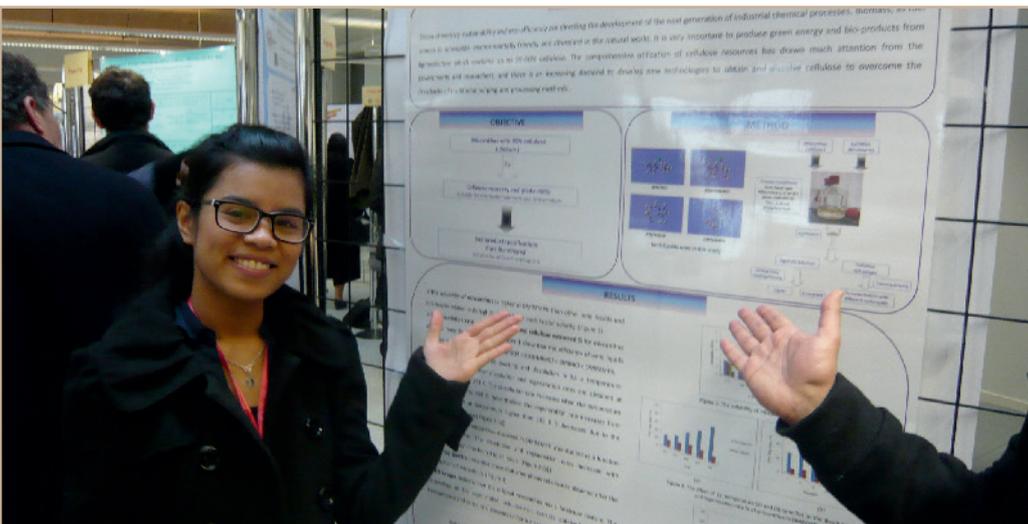




JEEP 2013
Thermodynamique des procédés



1) Vue d'ensemble de l'amphithéâtre Donzelot où s'est déroulée la manifestation.



2) Jeune chercheuse exposant ses travaux dans le cadre du concours du meilleur poster.



3) Visite des stands d'industriels par des chercheurs de diverses nationalités.



Matériaux Polymères et Procédés Matériaux recyclés et matériaux biosourcés IUT de Nantes, 15 au 17 mai 2013

Le **GFP Ouest**, section Ouest du **Groupe Français des Polymères**, organise des colloques annuels qui se répartissent successivement sur chaque site de recherche sur les polymères dans le grand Ouest : Haute-Normandie et Basse-Normandie (Rouen, Caen...), Bretagne (Brest, Lorient, Rennes...), Pays de la Loire (Nantes, Le Mans...).

En mai 2013, une équipe de recherche du laboratoire **GEPEA** (Génie des Procédés Environnement et Agroalimentaire) a organisé la 34^e édition de ce colloque sur le site de l'IUT de Nantes. Dans un souci de fédérer la communauté régionale autour d'un même sujet de préoccupation "Matériaux Polymères et Procédés – Matériaux recyclés et matériaux biosourcés", ce colloque a été ouvert à la communauté du génie des procédés, le **Groupe Génie des Procédés Ouest de la SFGP** et aux pôles de compétitivité **Elastopôle** et **EMC2**.

EMC2 est le pôle de compétitivité de référence dans le domaine des technologies de production et particulièrement dans la mise en œuvre des matériaux composites.

Elastopôle est le pôle de compétitivité français du secteur du caoutchouc et des polymères, travaillant sur l'ensemble de la chaîne de valeur des matériaux dans une perspective d'efficacité économique et de développement durable.



Ce colloque a réuni **80 personnes**, enseignant-chercheurs, doctorants des diverses entités de recherche du Grand Ouest dans le domaine des polymères.

Sur 2 sessions en parallèle, ont été programmées **36 communications** par de jeunes chercheurs en thèse, qui ont ainsi eu l'occasion d'exposer et de mettre en valeur leurs travaux, s'ils ne l'avaient pas déjà fait dans la session posters.

Quatre conférences plénières ont été assurées par des spécialistes confirmés, auxquels il était demandé de faire le point dans différents domaines spécialisés liés aux matériaux polymères, procédés et environnement :

- ▶ Le recyclage de composite à matrice thermodurcissable par hydrolyse : état de l'art, verrous et perspectives par **Jean-Luc Bailleul** (Université de Nantes)
- ▶ Elaboration et comportement de matériaux à base d'amidon par **Guy Della Valle** (INRA)

▶ Les polyhydroxyalcanoates : de la production à la fin de vie par **Stéphane Bruzaud** (Université de Bretagne Sud) ;

▶ Influence des contaminants lors du recyclage thermomécanique de thermoplastiques par **Sophie Duquesne** (École Nationale Supérieure de Chimie de Lille) qui a également présenté le GT "Cycle de vie et recyclage des matériaux" de la SFGP.

L'organisation de ce colloque s'inscrit dans la continuité des colloques annuels du GFP Ouest et du Groupe Génie des Procédés Ouest de la SFGP, avec pour but une plus grande diffusion des savoirs dans la communauté des chercheurs et une forte incitation aux collaborations entre laboratoires. L'organisation du colloque a été conçue de manière à favoriser les interactions entre chercheurs mais également entre doctorants, post-doctorants et chercheurs plus expérimentés. Les nombreux échanges individuels témoignent du succès de la manifestation.

L'organisation d'un tel colloque nous a permis de renforcer la visibilité des compétences de notre équipe dans la mise en œuvre de matériaux plastiques et élastomères au sein de la communauté scientifique du Grand Ouest. C'est là une thématique que notre laboratoire a développée depuis une quinzaine d'années et qui lui a assuré une certaine notoriété.

Rémi DETERRE, Professeur

Isabelle PETIT, Maître de conférences

Laboratoire **GEPEA**



CRISTAL 7

Toulouse, Albi, 16 et 17 mai 2013

Les événements
des GT



CRISTAL 7 Cristallisation et Précipitation Industrielles



7ème édition du colloque
Cristallisation et Précipitation Industrielles
16 et 17 mai 2013, à Toulouse et Albi
<http://www.colloque-cristal.fr/cristal7>

Comité d'organisation :

- ▶ Béatrice Biscans, LGC, CNRS
- ▶ Fabien Baillon, RAPSODEE, Mines Albi
- ▶ Fabienne Espitalier, RAPSODEE, Mines Albi
- ▶ Maria Escobar Munoz, LGC, CNRS
- ▶ Anne-Marie Fontes, RAPSODEE, Mines Albi
- ▶ Sébastien Teychené, LGC, INPT

Les opérations de cristallisation et de précipitation occupent une place centrale dans la chaîne du solide. Elles concernent différents secteurs comme la pharmacie, la chimie fine, l'agroalimentaire et le secteur des produits minéraux. Elles permettent d'obtenir 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 milieu industriel ont rendu possible le développement d'aspects fondamentaux et technologiques.

En tant qu'étape de génération des formes solides, la cristallisation occupe une place cruciale dans la chaîne de production. En effet c'est au moment de la cristallisation que commence à se poser la question de la définition et de l'obtention des qualités d'usage des produits. Même si la cristallisation est suivie d'autres opérations, il est indispensable de contrôler très finement les conditions de cristallisation pour assurer une bonne qualité du produit fini. Puisqu'il s'agit d'un produit solide, il ne suffira pas de mesurer la qualité des particules obtenues en termes de pureté, mais aussi en termes de distribution de taille et de forme.

Trois thèmes scientifiques ont été discutés durant ces deux journées.

1-Aspects fondamentaux de la cristallisation et de la précipitation :

- ▶ thermodynamique ;
- ▶ nucléation ;
- ▶ croissance ;
- ▶ agglomération/brisure.

2-Aspects expérimentaux, modélisation / simulation et contrôle des opérations de cristallisation et de précipitation :

- ▶ aspects méthodologiques du développement du procédé ;
- ▶ modélisation/simulation ;
- ▶ extrapolation des procédés ;
- ▶ exemples de réalisation de procédés, procédés intégrés et procédés spécifiques.

3-Caractérisation des phases solide et liquide :

- ▶ morphologie, granulométrie, surface spécifique, porosité ;
- ▶ analyse de surface, microstructure, composition ;
- ▶ propriétés mécaniques des cristaux et agglomérats ;
- ▶ relations entre caractéristiques physico-chimiques et propriétés d'usage ;
- ▶ analyse in situ, capteurs en ligne.

Les contributions ont été faites sous la forme de 4 conférences plénières introductives, de 20 communications orales et de 40 posters. Cinquante résumés ont été retenus pour le colloque par le comité d'organisation. Les actes des conférences et des posters, après validation par le comité scientifique, sont publiés dans un numéro spécial de **Récents Progrès en Génie des Procédés**.



Ainsi le colloque **CRISTAL 7**, organisé par le GT « Solides divisés » de la SFGP les 16 et 17 mai 2013, a réuni **100 participants dont 40% d'industriels**. Il a permis de faire le point sur les connaissances actuelles et le savoir-faire des équipes universitaires et industrielles françaises dans le domaine de la cristallisation et de la précipitation industrielles. Il a joué aussi un rôle important en favorisant les échanges entre chercheurs, industriels et équipementiers.



Béatrice BISCANS
Directeur de Recherche CNRS
Directrice du Laboratoire
de Génie Chimique UMR 5503
Université de Toulouse



Propriétés de transport et de transfert dans le génie des procédés

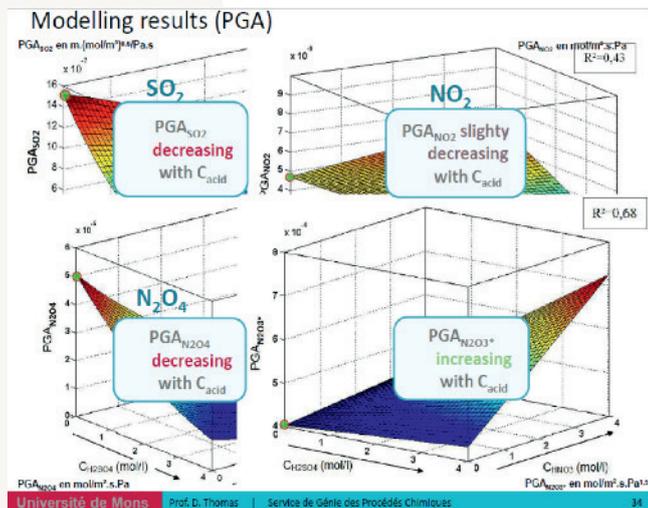
7 octobre 2013, Lyon

GT Thermodynamique des procédés avec la Sté Processium

33 personnes dont 11 industriels (Air Liquide, ProSim, Processium, IFPEN, Total, Solvay, Sanofi) ont participé à cette journée thématique organisée par le GT « Thermodynamique des procédés » de la SFGP, en partenariat avec la société Processium.

La journée a commencé par la présentation de David BERDNARSKI de la société Air Liquide. L'évaluation précise de la hauteur d'un étage théorique est importante pour le dimensionnement de colonnes mais celle-ci est souvent définie uniquement à partir de corrélations empiriques. Le travail présenté, issu d'une thèse, permet de modéliser plus finement les phénomènes rencontrés. En particulier, il est démontré comment la hauteur d'un plateau théorique, variable clé, souvent mal connue, varie avec le diamètre de la colonne.

Le Professeur Diane THOMAS de l'Université de Mons nous résume les équations nécessaires pour décrire des phénomènes de transport réactif. Leur utilisation est illustrée au travers d'exemples industriels. Elle nous montre ainsi comment, suivant le cas (parfois avec des schémas réactifs relativement complexes), il faudra utiliser des nombres sans dimension différents qui combinent les cinétiques de réaction, la solubilité, la diffusivité ou les coefficients de transfert.

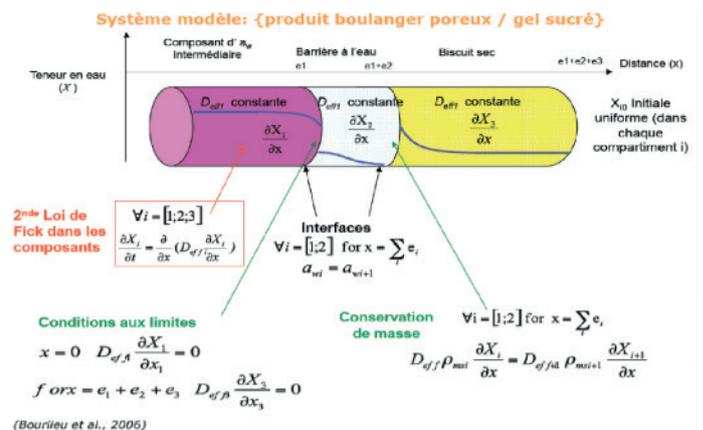


M. Bo LIU, thésard à l'Ecole des Mines pour le compte d'EDF, nous décrit les critères importants pour le choix de fluides de travail dans un cycle de Rankine : critères environnementaux, thermophysiques ou de fonctionnement. Des méthodes corrélatives pour la prédiction de ces propriétés sont testées avec succès, en particulier sur des fluides polaires.

Michel MEYER, Professeur à INPT-ENSIACET, insiste plus particulièrement sur l'utilisation des relations du non-équilibre pour décrire les procédés séparatifs. Une vision historique du développement des méthodes est proposée (modèles thermo basés sur l'équilibre ; modèles de transfert basés sur la relation de Maxwell-Stefan et modèles technologiques qui insistent plus sur les surfaces d'échange). Ainsi, il apparaît que les phénomènes de diffusion multi-constituants ou en présence de gradients différents des simples concentrations ne peuvent pas se décrire sans retourner aux équations de base.

L'utilisation de la dynamique moléculaire pour décrire les phénomènes de transport est illustrée par Guillaume GALLIERO, Professeur à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. Si cette technologie s'avère très utile pour fournir des mesures pseudo-expérimentales, elle permet également de mieux comprendre les phénomènes et, en particulier, de développer une extension à l'équation d'état SAFT (pour prendre en compte la rigidité des molécules) étendant ainsi son domaine d'application au calcul des viscosités au travers de la relation entre cette propriété de transport et l'entropie résiduelle (ou d'excès).

L'importance des propriétés de transport dans l'agro-alimentaire est illustrée par Thomas KARBOWIAK, AgroSup Dijon. La perméabilité de certaines espèces, en particulier l'oxygène, mais également de molécules anti-oxydantes au travers des emballages est ainsi étudiée comme une combinaison de la diffusion et de la solubilité.



Alain GAUNAND, Professeur à l'Ecole des Mines de Paris, termine la série d'exposés en posant la question de savoir quels sont les enseignements les plus importants à transmettre aux jeunes ingénieurs généralistes aujourd'hui, vu la multiplicité des disciplines et leur interconnexion croissante. Cette question a ouvert la table ronde.



Table ronde

Centrée sur l'adaptation des outils d'aujourd'hui aux développements et procédés de demain, la table ronde est animée par **Jean-Charles de HEMPTINNE** (IFPEN) et **Pascal ROUSSEAUX** (Processium).

J.C de HEMPTINNE rappelle que l'on doit distinguer les propriétés de transport des propriétés de transfert. Si les secondes dépendent de l'expérience ou des appareils utilisés, ce n'est pas le cas des premières qui peuvent être connues par ailleurs.

Cela amène à se poser la question des **outils à disposition pour aborder ces problèmes de transport et de transfert**. Trois voies sont évoquées :

- 1 - les mesures directes des propriétés (qui sont parfois compliquées à réaliser)
- 2 - les méthodes de simulation : simulations moléculaires, CFD
- 3 - les méthodes de corrélation

Daniel TONDEUR rebondit sur l'exposé de **Michel MEYER** concernant le besoin de **mieux maîtriser les comportements des multi-constituants**, les travaux étant trop souvent limités aux comportements binaires. Pour atteindre ce but, il suggère de se tourner vers les équations fondamentales de la thermodynamique irréversible afin d'aider à définir les paramètres pertinents et à reformuler les phénomènes de transport (en particulier la diffusion) pour les systèmes multi-constituants. Celle-ci permet également de prendre en compte les forces thermodynamiques d'origine différentes, comme par exemple un gradient de potentiel, de température ...

M. MEYER souligne que l'approche de Maxwell-Stefan de la diffusion est particulièrement bien adaptée à l'étude des systèmes multi-constituants, peut-être plus que les équations de Fick généralisées même si elles sont équivalentes.

Suite au commentaire de **Roger BOTTON** concernant l'importance des mesures, **Pascal ROUSSEAUX** insiste sur l'aide que la modélisation peut apporter pour réduire les chemins du possible et ainsi mieux cibler les besoins en données : une collaboration saine entre expérimentateurs et modélisateurs est indispensable. Il évoque cependant le problème des paramètres qu'il faut injecter dans les codes qui ne sont pas nécessairement accessibles.

Interpellé sur son expérience au sein de **Total**, **Pierre DUCHET-SUCHAUX** souligne que, dans de nombreux cas, l'expérimentation est complètement exclue et qu'il est donc nécessaire d'**utiliser des modèles**. Une meilleure connaissance des propriétés, et donc une meilleure précision des modèles, doivent permettre de réduire les marges de sécurité qui sont aujourd'hui utilisées pour les procédés. Pour illustrer son propos, il évoque trois sujets concernant l'industrie pétrolière, qui sont mal connus :

- a) les modèles de viscosité pour les huiles lourdes,
- b) les phénomènes de séparation entre eau et huile (les problèmes interfaciaux),

c) l'atteinte de l'état d'équilibre et les écarts par rapport à l'équilibre.

Fabien RIVOLLET et **Sophie GALINAT**, qui représentent **Solvay**, reconnaissent que le dimensionnement des colonnes actuelles, basé sur les approches corrélatives, trouve ses limites lorsqu'on travaille avec des fluides visqueux. Par ailleurs, la description des colonnes d'absorption est beaucoup moins standardisée et nécessite donc d'en développer les fondamentaux.

Sur la question de savoir si la **simulation moléculaire** peut apporter une vision innovante sur la question, **Jean-Marc SIMON** insiste sur le fait qu'il faut déjà s'entendre sur le langage. Exemple : l'hypothèse de l'équilibre local est presque toujours acceptée dans l'approche classique, alors que celle-ci est un observable en simulation moléculaire.

Tout en se rapportant au travail présenté par **Guillaume GALLIERO**, il souligne le fait que la simulation moléculaire permet d'étudier des systèmes très localement et ne permet donc pas, sauf exception, de répondre directement à des problématiques à l'échelle du procédé dans son ensemble. Cependant, les informations qui sont obtenues peuvent être très utiles (calcul de viscosité, coefficient de diffusion, échange thermique ...) pour comprendre et améliorer certains points sensibles du procédé. Dans cet esprit, il est important d'identifier ensemble, industriels et simulateurs, les étapes du procédé qui pourraient faire l'objet d'une étude par simulation moléculaire et donc de faire avancer la connaissance du procédé.

Agilio PADUA propose de considérer des **données issues de méthodes expérimentales moléculaires** pour mieux comprendre les phénomènes. En réalité, on constate cependant que les résultats entre ces méthodes et les prédictions des méthodes de simulation moléculaires sont souvent très différents.

Jean-Charles de HEMPTINNE, IFPEN

Jean-Marc SIMON, Université de Dijon

Chien Bin SOO, Processium





Réconciliation de données

3 juillet 2013, au Cnam-Paris

Cette journée thématique, organisée par le **GT Informatique et Procédés (IEP)** a réuni **23 participants**. Elle a débuté par deux conférences introductives :

► **José RAGOT (ENSEM, Nancy)** «Analyse a priori des incohérences de mesures en vue de leur validation» ;

► **Georges HEYEN (Université de Liège)** «Validation optimale des résultats d'une réconciliation de données» ;

suivies de trois présentations d'utilisations :

► **Jacques VILLENEUVE (BRGM)** «Méthode de réconciliation de données par bilan matière sur une installation de compostage»,

► **Stéphane BROCCOT (Capeo)** «Rôle de la réconciliation des données pour la gestion d'un procédé et lien avec la gestion financière : application à la production de métaux»,

► **Pierre-Boris KALITVENTZEFF (Belsim)** «Utilisation de la réconciliation et validation de données comme système de gestion de performance énergétique».

La journée s'est poursuivie avec une **table ronde** au cours de laquelle diverses questions ont été soulevées :

► *Quelle précision de modèle est-elle nécessaire pour faire de la réconciliation de données ?*

Même s'il y a des exemples plus complexes, un modèle de faible complexité, basé essentiellement sur des bilans, est généralement utilisé. Le problème est éminemment lié au nombre de capteurs : avec un modèle plus complexe, le nombre de variables d'état augmente et par conséquent, si on ne sait pas les mesurer, le degré de redondance diminue, éventuellement jusqu'à un système inobservable. De plus le système Belsim par exemple ne travaille pas en dynamique, il faut donc des plages stationnaires sur des temps suffisamment longs.

► *Comment prendre en compte les erreurs ou dérives de modèles ?*

Le problème est encore le même : le nombre de capteurs. Pour les erreurs, il existe une technique (théorie de la robustesse). Pour les dérives, avec une instrumentation suffisante et un filtre de Kalman, on peut estimer. Comme il existe un lien entre l'imprécision des paramètres et celle des estimations, on obtient des informations sur les erreurs de modèle.

► *Comment traiter les procédés discontinus ?*

C'est plus compliqué mais la méthode fonctionne aussi en dynamique. De plus sur les procédés discontinus, il y a souvent une seule unité, donc moins de variables : le filtre de Kalman fonctionne assez bien, ou la méthode de co-localisation.

► *Peut-on gérer des mesures qui sont le résultat d'une interprétation ? (exemple des stocks)*

Cela présente des difficultés, mais il existe des exemples d'applications.

► *Quelle valorisation donner à cette technique ? Comment justifier son usage a priori sur site industriel ?*

Plusieurs pistes sont évoquées : partir d'un besoin voire un défi ; valoriser les mesures existantes ; répondre aux contraintes réglementaires ; gérer l'énergie et la performance.



L'instrumentation, clé de la réconciliation

► *Comment intégrer la réconciliation de données dans ce qui est en passe de devenir des standards : RDD et PIMS ?*

Elle est intégrée dans certains systèmes. Par ailleurs la réconciliation de données est fortement recommandée avant l'optimisation, qui devient alors nettement plus efficace.

► *Usage en ligne ou hors ligne ?*

Les deux existent, l'usage en ligne se développe.

► *Quels sont les verrous scientifiques en recherche ?*

Sont évoquées l'imprécision des modèles qui doit être introduite dans la méthode, la capacité de modéliser des phénomènes transitoires et multi-physiques, l'intégration dans d'autres technologies (gestion de la performance par exemple).

Marie DEBACQ-LAPASSAT

maître de conférences en génie des procédés
directrice du département Caser

«Chimie, Alimentation, Santé, Environnement, Risque»

Secrétaire du GT Informatique et Procédés





CIPEQ



Les avancées technologiques, les exigences de compétitivité et environnementales, les partenariats clients / fournisseurs... autant de sujets débattus entre exploitants et équipementiers pour produire autrement, pour imaginer les produits de demain qui résisteront à la compétition et permettront à l'industrie européenne de procédés de vivre. Ce sont ces défis qui ont été au centre des échanges au **CIPEQ** organisé à Lyon les **13 et 14 novembre 2013** par le **GIFIC** (Groupement Interprofessionnel des Fournisseurs de l'Industrie Chimique), avec le concours d'**Axelera** et de la **SFGP**.

180 personnes ont participé au CIPEQ, 20 sociétés y ont exposé.

Au cours de ce congrès, les thèmes suivants ont été abordés :

- ▶ l'efficacité énergétique,
- ▶ la maîtrise et la fiabilité des installations,
- ▶ quels équipements pour l'usine de demain,
- ▶ le partenariat clients / fournisseurs,
- ▶ la gestion de la maintenance,
- ▶ l'éco-conception : un outil de progrès et de dialogue.

Les participants ont eu par ailleurs l'opportunité de dialoguer avec des exposants et de visiter deux sites industriels : la plate-forme de Pont-de-Claix et la plate-forme de la Vallée de la Chimie.

Des conférences plénières ont ouvert chaque journée. Citons dans le domaine des procédés, la conférence de **B. Tricoire** (Head of Process Technology Platform, **Sanofi Pasteur**) : Innovations et tendances technologiques dans le secteur des procédés pharmaceutiques.

J.H. Ferrasse et le GT Énergie ont conçu et coanimé la **session sur l'efficacité énergétique**. Y ont participé :

- ▶ **A. Trémoulet** - Business Developer en efficacité énergétique, **Schneider Electric** : Retour d'expérience sur des projets d'efficacité énergétique dans le domaine du pompage, de la ventilation et du froid industriel.
- ▶ **Pr. C. Marvillet** - Professeur au CNAM, Directeur de l'**IFFI** (Institut Français du Froid Industriel) : Quelles évolutions technologiques pour les pompes à chaleur de demain ?
- ▶ **B. Delalandre** - Responsable Usine Service France, **KSB** :

Amélioration de l'efficacité énergétique par une approche globale du système. Application au domaine des pompes.

▶ **A. Zoughaib** - Responsable Scientifique, Centre Efficacité Énergétique des Systèmes, **MINES ParisTech** : L'analyse énergétique et exergétique multi-échelle: du territoire industriel à l'équipement ultra efficace.

▶ **C. Rebillard** - Chercheur en amélioration de l'efficacité énergétique, **Veolia Environnement** : Application de l'analyse Pinch à une STEP : couplage avec un outil d'audit et de conception, résultats et perspectives.

▶ **S. Gillig - SNI** - Section Industrie / GT isolation écologique - Responsable Bureau d'études, Groupe Prezioso Technilor et **D. Petit - SNI** - Expert en isolation, Directeur technique Calosoft : Le calorifuge : le plus rentable et le plus écologique des investissements.

J. P. Dal Pont est intervenu sur l'Usine du Futur.

P. Méheux a participé à la mise en place de la session « **l'éco-conception : un outil de dialogue et de progrès.** » Il en a coanimé les débats avec **Laure Hélard** (Déléguée générale, **Profluid**). Les sujets abordés furent :

▶ **Eco-conception** : Quel encadrement réglementaire et normatif ?

J. Chalet, Responsable Technique et Environnement, **Profluid**

▶ Les « **Docteurs des Usines** » au service de l'éco-conception

A. Ruiz, Directeur Fondateur d'**Inevo Technologies**

▶ Analyse du cycle de vie des installations

I. Navier, Chief Process Engineer, **Technip**.

L'opportunité offerte de participer au **Jeu d'Axelera** a permis de prendre la dimension de l'action menée par le pôle.

Les participants ont apprécié la qualité des exposés et le rythme de la manifestation qui a permis de nombreux échanges.

Patrice Méheux





Vous avez dit 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.

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



Principes et applications de l'intensification en génie des procédés Conférence du 20 mars 2013 au Cnam Paris

L'intensification des procédés consiste, par le développement de méthodes, de techniques et d'appareils adaptés, à concevoir **des procédés plus compacts et plus économiques**, dont la capacité de production est plusieurs fois supérieure à celle d'un procédé conventionnel. Cette définition se résume de manière très synthétique par « **faire plus avec moins** ».

L'intensification s'inscrit dans un contexte de **développement durable** et répond donc aux 3 types d'enjeux ci-après :

- ▶ **Enjeux environnementaux**, par la mise au point de procédés plus sûrs, moins consommateurs d'énergie, de matières premières et de solvants, et moins polluants.
- ▶ **Enjeux économiques**, grâce essentiellement à la miniaturisation qui permet de réduire l'intensité capitalistique des procédés, de diminuer la durée et donc le coût des phases de conception et d'extrapolation. L'intensification est génératrice de nouveaux modèles économiques.
- ▶ **Enjeux sociétaux**, provenant des avantages techniques et économiques qui contribuent à la compétitivité de l'industrie chimique. La diminution des étapes de conception et d'industrialisation accélère la mise sur le marché de nouvelles molécules et de nouveaux produits. Les technologies intensifiées permettent de réaliser des produits de meilleure qualité ou même des nouveaux produits plus techniques.

L'idée d'intensification des procédés est également fortement liée à la technologie de **systèmes microstructurés** qui ouvre parallèlement de nombreuses perspectives

pour l'élaboration de nouveaux produits (en particulier particules, capsules...) dont la taille et la morphologie peuvent être contrôlées grâce à la micro-fluidique.

La conférence a présenté les principes généraux de l'intensification et, en particulier, ceux de l'intensification par micro-structuration, illustrés par différentes applications dans le domaine de la chimie et de l'énergie.

Laurent FALK

Directeur du Laboratoire Réactions et Génie des Procédés (LRGP),
Université de Lorraine





Du génie des procédés au génie des produits

Conférence du 13 novembre 2013 au Cnam Paris

L'évolution actuelle de l'économie montre des cycles de plus en plus rapides, auxquels les entreprises s'adaptent en accélérant le rythme de renouvellement des produits, imposant ainsi une réduction des temps de développement des nouveaux produits ou incitant à une amélioration constante de la qualité ou des fonctionnalités des produits et des procédés. Pour accompagner cette évolution de l'industrie, il existe donc des enjeux forts dans le domaine de l'élaboration des nouveaux produits qui sont en général des produits complexes et à haute valeur ajoutée. Le développement de l'approche « génie des produits » vise à mettre en place des méthodologies d'étude basées sur les propriétés d'usage des produits en s'intéressant au couplage formulation / procédé et à ses influences sur les propriétés obtenues.

Au cours de cette conférence, l'approche « génie des produits » a été positionnée en s'intéressant aux secteurs d'activités concernés et plus particulièrement aux industries agro-alimentaires, chimiques et pharmaceutiques qui représentent près d'un tiers du chiffre d'affaires de l'industrie manufacturière française [1]. Ces secteurs industriels ont la particularité de transformer des matières premières en produits manufacturés, soit utilisés par d'autres secteurs industriels, soit destinés directement à la consommation des ménages. Les produits ne sont alors pas uniquement choisis pour leur composition mais pour obtenir une efficacité, une facilité d'emploi ou de dosage, ou pour leur perception sensorielle.

Il devient alors indispensable d'évaluer les liens entre les propriétés d'usage recherchées, la composition et la structure du produit, et les étapes de procédés mises en œuvre. Des exemples de produits formulés issus de différents secteurs ont permis de mettre en évidence l'existence de ces relations avec la nécessité de maîtriser l'impact de chaque opération unitaire sur la structure du produit et ses propriétés d'usage.

Le procédé de **fabrication du chocolat** est à ce titre un exemple intéressant car il est le résultat d'une succession de nombreuses opérations de traitement, notamment celle du tempérage qui consiste à obtenir, pour le beurre de cacao, une seule forme cristalline parmi les six existantes [2], chacune des étapes contribuant aux propriétés finales du produit (*tableau 1*). L'exemple du **dentifrice** a également été détaillé et a permis de mettre en évidence la complexité de sa composition, impliquant la nécessité de maîtriser les interactions entre les différents ingrédients tout en obtenant un comportement rhéologique spécifique. Enfin, l'exemple des **peintures** en phase aqueuse, en phase solvant ou en poudre a permis de montrer qu'il existe différentes voies pour atteindre la même propriété d'usage de « recouvrement coloré de surface ».

En conclusion, il apparaît donc nettement que le génie des produits permet une approche pluridisciplinaire des procédés, intégrant les aspects formulation et physico-chimiques. Le développement d'une approche multi-échelle devrait par ailleurs, à terme, permettre de proposer une méthodologie de choix de formulations et de procédés à partir des propriétés d'usage souhaitées.

Tableau 1 : Propriétés d'usage du chocolat

PROPRIÉTÉS D'USAGE	INGRÉDIENT	ETAPE DU PROCÉDÉ
Goût	Composition	Alcalinisation Fermentation
Odeur	Cacao	Fermentation Torréfaction
Texture	Matière grasse, lait	Tempérage Affinage Conchage
Forme		Moulage
Aspect (couleur + brillance)	Composition	Tempérage Broyage Mélange
Sécabilité		Tempérage Moulage
Conservation	Sucre, lait	Tempérage
Uniformité	Emulsifiant : lécithine de soja	Mélange

[1] Eudeline J-F., Sklénard G., Zakhartchouk A., L'industrie manufacturière en France depuis 2008 : quelles ruptures ?, rapport INSEE, décembre 2012, consultable en ligne http://www.insee.fr/fr/indicateurs/analys_conj/archives/122012_d1.pdf

[2] Afoakwa E.O., Chocolate Science and Technology, Wiley-Blackwell, 2010.

Véronique FALK

Maître de conférences
Enseignante dans le parcours
«génie des produits»
à l'ENSIC, Nancy

