

Congrès Derived pentoses from biotechnology to fine chemistry

Reims, 14 au 16 novembre 2010

Le congrès international « Derived pentoses : From biotechnology to fine chemistry » a été organisé par les trois associations : Adebiotech, la Fédération Française pour les Sciences de la Chimie et la Société Française de Génie des Procédés, ceci en partenariat avec l'INRA. Ce congrès s'est tenu les 14, 15 et 16 novembre 2010 à Reims (Best Western Hôtel de la Paix). Il faisait suite à un premier congrès qui s'était déroulé en octobre 2006, également à Reims.

L'objectif de cette manifestation était de faire le point sur les progrès récents dans la valorisation de la biomasse végétale renouvelable et plus particulièrement celle des lignocelluloses avec la récupération de leurs composants pentoses.

Une attention particulière a été apportée au développement des bioraffineries, concept correspondant à la mise en place d'une stratégie industrielle intégrée dans l'utilisation des ressources végétales renouvelables et la production de produits aux applications diverses, biofuels, intermédiaires pour la chimie, la pharmacie, les cosmétiques, les polymères, etc.

Plus de 150 congressistes de 16 nationalités différentes dont les Etats-Unis et la Chine et un grand nombre de chercheurs et d'industriels de l'hexagone ont participé activement aux exposés et discussions sur les différents thèmes présentés. Les pays qui avaient les plus fortes représentations étaient le Canada (22 personnes), les pays nordiques (18), la Hollande (17) et les pays ibériques (11). Les communications étaient réparties en quatre sessions qui recouvraient l'ensemble des processus ou procédés de formation de la biomasse et des dérivés des pentoses depuis la biosynthèse, les problèmes de structure, de fractionnement et d'extraction avec aussi une session sur la chimie des dérivés et leurs applications et enfin une session plus prospective sur les technologies enzymatiques.

Dans la première session sur la biosynthèse et la structure des xylanes dans la plante, les Dr W. York (USA) et F. Guillon (INRA) entre autres ont montré l'importance de certaines enzymes dans les séquences de synthèses des hétéroxylanes.

Dans la deuxième session, plusieurs intervenants ont traité des problèmes de fractionnement, d'extraction et de purification des pentoses à partir de différentes sources possibles : paille de blé (L. Jacquemain, INRA), résidus de papeteries, le bouleau. Le Dr Run-Cang Sun (Chine) a passé en revue les différentes possibilités offertes par diverses matières végétales qui représentent une ressource renouvelable considérable.

Les deux sessions suivantes ont permis d'illustrer quelques applications récentes des produits extraits des lignocelluloses,

polymères obtenus à partir du furfural et analogues, la fermentation en éthanol, etc. Le Dr Lonnie (USA) a détaillé les possibilités offertes par différentes bactéries pour transformer les constituants lignocellulosiques des plantes en une myriade de produits dérivés solvants intermédiaires chimiques en remplacement de produits issus du pétrole. Des études récentes montrent que certaines souches de bactéries permettent d'obtenir des intermédiaires chimiques à forte valeur ajoutée ; diols, hydroxy-acides, etc.

La dernière session beaucoup plus prospective était axée sur le potentiel des techniques de génie enzymatique et d'évolution génétique dirigée dans l'optimisation et l'amélioration des différentes enzymes impliquées dans la déstructuration des dérivés ligno-cellulosiques; xylanases, L-arabino-furanosidases, etc.

Le congrès s'est terminé par la visite optionnelle mais fort intéressante de la bioraffinerie de Bazencourt (ARD - Chamtor - Cristanol).

Ce congrès a bénéficié de l'aide des sponsors suivants : la Région Champagne-Ardenne, la fondation du site Paris-Reims, l'INRA, CIMV (http://www.cimv.fr/), le pôle de compétitivité IAR (http://www.iar-pole.com), L'Oréal (http://www.loreal.fr), SICLAE (http://www.siclae.com/), ARD (http://www.a-r-d.fr/), Carinna (http://www.carinna.fr/), Procéthol2G et l'Université de Reims Champagne-Ardenne, ce qui en a permis la bonne organisation dans des conditions optimales de ce congrès. Tous sont vivement remerciés.

Joseph BOUDRANT (SFGP)
Jean BUENDIA (Adebiotech)
Michel AZEMAR (FFC)













Les outils de la thermodynamique des fluides et de la thermodynamique énergétique pour un procédé optimisé

Nancy, 6 janvier 2011

Cette journée thématique était organisée conjointement par les Groupes Thématiques « Thermodynamique et Procédés » et « Energie » de la SFGP (Société Française du Génie des Procédés), ainsi que par la SFT (Société Française de Thermique). Elle a réuni 62 participants dont 15 industriels de 7 entreprises différentes (2 de l'IFP Énergies Nouvelles et 2 d'Axens). Pierre Odru était présent au titre de son détachement ANR.

La présentation introductive a été faite par Jacob de Swaan Arons, Professeur émérite de l'Université de Delft, qui après avoir consacré sa carrière aux équilibres de phases se penche maintenant sur les problèmes de durabilité. Il a montré tout l'intérêt de coupler l'analyse thermodynamique et l'analyse du cycle de vie (ACV) en vue de développer le mix énergétique optimal du futur. Une de ses propositions pertinentes était la proposition 10 ci-dessous : la thermodynamique devrait pouvoir fournir à l'avenir un « label » de qualité d'utilisation de l'énergie.

Proposition (10) Thermodynamiciens should organize and position themselves in society in such a way that any decision, claim or statement on energy is only meaningful after their ratification with the "Carnot seal" or Le Sceau de Carnot

On pouvait distinguer deux grandes thématiques dans les autres conférences de la journée.

- 1. La sélection optimale de produit :
- solvant exposé de F. Porcheron,
- entraîneur pour la distillation exposé de V. Gerbaud
- fluide caloporteur exposé de D. Alonso,

peut changer un procédé peu rentable en un procédé optimal. Les critères de choix sont des propriétés thermodynamiques. Seul F. Porcheron a présenté des outils permettant d'identifier les composants répondant au mieux aux critères sélectionnés.

- **2.** L'utilisation du concept d'exergie pour l'optimisation des procédés est présenté par plusieurs orateurs :
- J.H. Ferrasse en combinaison avec la technologie Pinch;
- J-F. Portha en combinaison avec l'ACV sur un procédé de reformage – sujet de sa thèse en collaboration avec IFP Energies nouvelles;
- J-P Bedecarrats appliqué au chauffage de bâtiments.

La table ronde en fin de journée a permis à différents intervenants industriels de prendre la parole également sur la question des besoins de collaboration entre les communautés thermodynamique des fluides et thermique. Leur contribution montre qu'un intérêt réel existe, mais qu'aujourd'hui l'application de ces principes ne se fait que de manière très pragmatique. Il y a un besoin de transfert de connaissances et de mise à disposition d'outils performants exergie, « product design ».

P. Odru a résumé les **appels à projets** lancés à ce sujet par l'ANR. M. Tondeur a rappelé que la thermodynamique des processus irréversibles n'avait pas été mentionnée alors qu'elle permet d'identifier les causes de création d'entropie (par exemple par l'utilisation des équations de Navier-Stokes pour le calcul des pertes de charges).

On peut conclure que des outils existent dans les deux communautés, que les qualités prédictives de ceux-ci, surtout pour la caractérisation des propriétés thermodynamiques, doivent être renforcées afin d'améliorer le « product design », et que la mise en place d'outils d'analyse exergétique implique une collaboration plus étroite entre différentes communautés (procédé, thermodynamique, thermique).

Jean-Charles DE HEMPTINNE
IFP Energies Nouvelles







GT THERMODYNAMIQUE ET PROCÉDÉS

GT ÉNERGIE







La SFGP au CEPI



La première édition du **CEPI** (**Carrefour des Équipements pour les Process Industriels**) a eu lieu du 5 au 8 avril 2011, à EUREXPO à Lyon, dans le cadre du Salon Industrie. Elle a été organisée à l'initiative du GIFIC présidé par Louis Félicité, membre du Conseil d'Administration de la SFGP.

La SFGP a eu la responsabilité de 2 tables rondes qui ont été animées par Patrice MEHEUX et Jean-Pierre DAL PONT :

- « L'innovation dans les industries de procédés »,
- « Le développement durable : un avenir pour chacun ».

L'USINE DU FUTUR

Pierre-Henri BIGEARD, Directeur de l'IFP Energies Nouvelles Lyon, trésorier d'AXELERA

AXELERA contribue à l'innovation dans le domaine de la chimie et du génie des procédés. Pour y parvenir elle s'appuie d'une part sur des « écosystèmes » qui fédèrent l'ensemble des acteurs régionaux autour de thématiques ciblées, sur le « croissant » des acteurs du génie chimique et sur une participation à des initiatives comme GDR-SPC2 (Synthèse et Procédés Durables pour une chimie éco-compatible).

Les résultats du projet « Intensification des procédés » sont présentés en terme de participation et de brevets. Les **actions en cours** - captage du ${\rm CO_2}$ par adsorption et INNOVAL (analyse en ligne au cœur du procédé) - sont décrites ainsi que les **projets** liés au tri de déchets ou au développement des procédés industriels « bas carbone » pour l'économie circulaire tout au long de la chaîne de valeur (Indeed).

INNOVER DANS LES INDUSTRIES DE PROCÉDÉS : NOUVELLES APPROCHES, NOUVELLES MÉTHODES

Olivier POTIER, Maître de conférences à l'ENGSI, LRGP

L'innovation est aujourd'hui le moteur essentiel dans toutes les industries confrontées à nos contraintes économiques et sociétales.

Le procédé est au cœur du process industriel. Il est à la base même de la survie de l'entreprise qui se doit d'être engagée dans un processus d'innovation permanente.

L'exposé a présenté des pistes d'innovation en génie des procédés et leur impact pour les équipementiers.

LE CONCEPT « GREEN PROCESS ENGINEERING » : LA PLACE DES ÉQUIPEMENTIERS

Martine POUX, Ingénieur de recherche au Laboratoire de Génie Chimique de Toulouse

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 process" nécessite une évolution des concepts traditionnels d'efficacité des procédés qui ne tiennent compte que du seul rendement chimique, vers une évaluation intégrant une valeur économique de l'élimination des déchets à la source et le fait d'éviter l'utilisation de substances toxiques ou dangereuses.

L'intérêt des procédés propres est d'allier les intérêts écologiques et économiques en gérant au mieux les matières premières et la consommation d'énergie, en améliorant le rendement et la qualité du produit fini. 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.

Les équipementiers jouent un rôle clé dans cette évolution comme le montrent les quelques exemples traités.

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE POUR CONJUGUER CHIMIE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Guy-Noël SAUVION, Responsable Evaluations & Ecoefficience chez RHODIA

Considérant que l'évaluation de l'impact environnemental de ses procédés et produits est un enjeu fort de compétitivité, Rhodia déploie une méthodologie lui permettant de devenir un interlocuteur pertinent du domaine, d'établir un bilan objectif de ses activités, de contribuer à la démarche d'évaluation de ses clients et de promouvoir des filières de production plus respectueuses de l'environnement. Cette démarche sera illustrée par des exemples issus des différents secteurs du Groupe.









LE DÉVELOPPEMENT DURABLE : UN NOUVEL AVENIR POUR LA CHIMIE ?

Michel AZEMAR, Coordonnateur du projet « Chimie pour un Développement Durable ® », FFC

Face aux défis de la planète, pratiquement tous les acteurs économiques affichent le « Développement durable » parmi leurs objectifs, c'est-à-dire la recherche d'un développement respectueux de l'homme, de l'environnement et des contraintes économiques. La chimie, qui intervient en amont de la plupart des produits ou objets de notre quotidien, a adopté cette orientation : recherches de matières premières renouvelables, contributions aux nouvelles énergies, mise en œuvre de procédés sûrs et économes, produits moins impactants... Cette démarche s'appuie sur des méthodes aussi objectives que possible : Analyse de Cycle de Vie et écoconception.

L'ampleur et la rapidité de ce bouleversement découlent notamment des attentes des marchés en ce sens, de la raréfaction prévisible des ressources et des instruments administratifs qui se mettent en place (réglementations, taxes, subventions...).

S'ouvre ainsi un vaste champ d'innovation où se sont engagés les acteurs de la chimie, science incontournable pour cette évolution nécessaire de l'industrie.

LA CHIMIE, CLÉ DE VOÛTE DE L'ÉCONOMIE DURABLE

Catherine HERRERO, Affaires Economiques et Statistiques, Union des Industries Chimiques (UIC)

Département Affaires Economiques et Internationales

L'utilisation de matières premières et d'énergies renouvelables, l'éco-conception de produits plus sûrs, réparables, réutilisables ou biodégradables selon les usages et l'efficacité énergétique de ses procédés font partie des priorités de l'industrie chimique.

C'est une véritable révolution qui se prépare avec la volonté de passer à une économie non plus basée sur les réserves de matières premières fossiles mais sur une économie circulaire qui privilégie le recyclage et l'utilisation de matières premières renouvelables.

Cette vision de la chimie durable doit être partagée par l'ensemble des acteurs de la filière et des parties prenantes (voir données ci-contre). Et, pour s'inscrire dans la dynamique de la nouvelle politique industrielle nationale définie lors des Etats Généraux de l'Industrie (EGI), l'industrie chimique en France a établi sa feuille de route pour rendre cohérentes et coordonnées les actions à mener dans le cadre du Comité Stratégique de Filière « Chimie et Matériaux ».

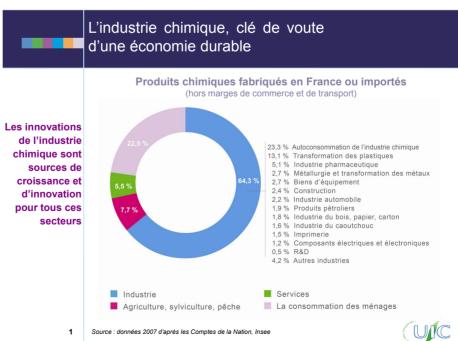
L'industrie chimique a également constitué deux entités :

- Suschem France (miroir de la plate-forme européenne Sustainable Chemistry) pour accroître de façon ciblée l'effort d'innovation et le coordonner. Née en 2004, SusChem est une plate-forme technologique européenne dont la mission est de construire, avec l'ensemble des parties prenantes (industriels de la chimie, pouvoirs publics et scientifiques) le tableau de bord stratégique de la chimie durable en Europe;
- en relation avec l'industrie des agroressources, l'Association Chimie du Végétal (ACDV) qui réunit les acteurs économiques majeurs des agro-industries et de la chimie ainsi que les industries utilisatrices de leurs pratiques. L'Association a pour objectif d'aider ces acteurs à développer la chimie du végétal en droite ligne des engagements du développement durable.

Il est important de souligner, parmi les nombreuses autres conférences, celles animées par PROFLUID sur « Eco Concevoir » et celle animée par SYNTEC INGENIERIE sur l'efficacité énergétique.

Le concept du CEPI va plus loin qu'un salon traditionnel puisqu'il conjugue une partie exposition « traditionnelle » et une très forte veille technologique au travers d'un programme de conférences techniques. Orienté vers tous les marchés utilisateurs, il a mobilisé les organisations professionnelles nationales et européennes dont la SFGP.

Synthèse réalisée par Patrice MÉHEUX









Evaluation énergétique en procédés biotechnologiques

LES GROUPES THÉMATIQUES

17 mai 2011, CNAM Paris

Cette réunion, organisée conjointement par les **Groupes Thématiques « Energie » et « Génie agroalimentaire et Biotechnologie »** de la SFGP, a réuni 32 participants.

L'objectif était de tenter de définir et d'identifier des **enjeux et verrous énergétiques dans les procédés biotechnologiques**. La journée s'est déroulée en 2 parties : une série de 6 présentations effectuées par des conférenciers des milieux académique et industriel, suivie par une table ronde.

Les **présentations académiques** se sont principalement focalisées sur la **présentation d'outils** permettant de prévoir, modéliser et optimiser les consommations énergétiques dans les principales opérations du génie biotechnologique.

Efficacité énergétique des opérations de mélange

Guillaume DELAPLACE (INRA Villeneuve d'Ascq) a montré la part, parfois importante, prise par l'agitation dans certains milieux biotechnologiques et agroalimentaires, et la nécessité de choisir au mieux un mobile d'agitation adapté afin de réduire les coûts.

Extrapolation des bio-réacteurs : analyse, modélisation, simulation, CFD

Jérôme MORCHAIN (LISBP, INSA Toulouse) a fait une présentation illustrant de manière spectaculaire l'intérêt d'utiliser les outils de calculs de mécanique des fluides numériques pour effectuer les délicates opérations d'extrapolation de réacteurs biologiques depuis la taille du pilote à l'échelle industrielle, en montrant en particulier quels paramètres caractéristiques il était important de bien maîtriser.

Séchage par désorption, un outil pour déterminer et optimiser les coûts énergétiques

Pierre SCHUCK (INRA Agrocampus Ouest, Rennes) a présenté un outil simple permettant d'estimer de manière précise les coûts liés à l'élimination de l'eau dans les coûteux procédés de concentration et de lyophilisation.

Les **conférenciers industriels** ont présenté l'application de méthodes innovantes qui permettent de diminuer les coûts énergétiques ou de valoriser certains procédés.

La nanofiltration, une technique verte pour la production biotechnologique

Jean-François TROTZIER (SANOFI Chimie et Biotechnologies) a souligné combien il pouvait être avantageux d'utiliser certaines techniques de séparation membranaires, en particulier la nanofiltration, dans divers procédés de purification biotechnologiques. Ainsi, la nanofiltration permet, d'une part, de diminuer la quantité d'eau ou de solvant à traiter et ainsi la quantité d'énergie à fournir pour le retirer (baisse substantielle du coût de l'évaporation sous vide) et, d'autre part, de simplifier le procédé de purification.

Using Oxygen to Reduce Unit Variable Operating Cost in Fermentation

Alan CHENG (PRAXAIR) a montré que l'injection d'oxygène pur, en lieu et place d'air enrichi, pouvait entraîner une baisse sensible des coûts énergétiques d'une fermentation.

Bioraffinerie des eaux usées : vers une valorisation matière et énergie

Antoine FINDELING (VEOLIA) a expliqué comment la production de bioplastiques par fermentation à partir d'eaux usées pouvait constituer un moyen efficace de valoriser certains procédés de traitement des eaux.

La table ronde qui a clôturé l'après-midi a permis un échange fructueux autour des points soulevés précédemment. Elle a notamment permis de mettre en évidence que, si la nécessité d'efficacité énergétique est bien présente en biotechnologie, il existe certains verrous et freins industriels qui limitent les initiatives dans ce sens, malgré l'existence d'outils efficaces. Ce sont, par exemple, les besoins d'investissement, la priorité donnée à l'utilisation de l'équipement existant, les délais de décision courts ne permettant pas toujours le lancement d'une étude d'optimisation lourde, et le manque de formation ou de sensibilité process du personnel dans certaines entreprises. Certains éléments pourraient néanmoins contribuer à son développement : promotion d'une image centrée sur le développement durable, prise en compte des coûts de revient réels, utilisation optimale des ressources.

GT ÉNERGIE

GT GÉNIE AGROALIMENTAIRE ET BIOTECHNOLOGIE

Le GT « ENERGIE »

Créé en septembre 2008, le Groupe Thématique « Energie » de la SFGP s'adresse à tous les acteurs issus du monde de l'industrie, de la recherche et de l'université, concernés par les problématiques suivantes :

- développement de carburants alternatifs (filière biomasse ou hydrogène),
- maîtrise des impacts environnementaux et écologiques des systèmes énergétiques,
- optimisation et efficacité énergétique de procédés
- mise au point de nouveaux moyens performants de stockage de l'énergie.

Ce GT est en étroite collaboration avec la section EFCE « Process Engineering for Sustainable Energy » dirigée par Sophie JULLIAN. Cette section de la Fédération Européenne en Génie des Procédés a pour ambition de construire un site spécifique qui donnera toutes les informations intéressantes à l'échelle européenne et permettra également de mettre en place un système d'awards ainsi qu'une école d'été.









Les principaux objectifs du GT « Energie » sont :

- Identifier les acteurs des différentes thématiques et mettre en évidence des synergies, puis créer des liens et des collaborations en vue de faire des propositions de nouvelles actions et projets communs.
- ** Améliorer la transversalité de la discipline en rapprochant les diverses thématiques, en favorisant les échanges techniques transversaux entre professionnels et en s'associant aux actions du groupe thématique « Energétique » de la Société française de Thermique.
- Fetre un site privilégié d'informations dans lequel les divers acteurs pourront trouver des réponses à leurs problèmes ou préoccupations.
- Apporter régulièrement des mises au point sur l'état de l'art, effectuer des veilles technologiques de ce qui se fait principalement aux Etats-Unis, en Allemagne, au Royaume-Uni.

Activités du GT « Energie » en 2010-2011

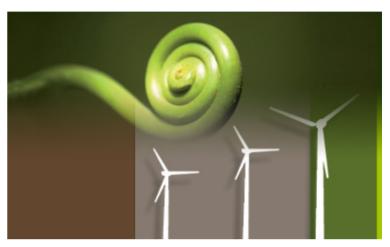
- Réunions du bureau exécutif:
 11 octobre 2010 au Siège de VEOLIA Eau,
 29 mars 2011, réunion téléphonique,
 3 juin 2011, réunion téléphonique.
- Publication de 2 « Lettres du bureau du GT » en décembre 2010 et en avril 2011.
- Forum commun avec le Groupe Thématique « Thermodynamique et Procédés », 6 janvier 2011 à Nancy (ENSIC) : « Les outils de la thermodynamique des Fluides et de la thermodynamique Energétique pour un procédé optimisé », cf. compte rendu en page 20.
- Forum commun avec le Groupe Thématique « Génie agroalimentaire et Biotechnologie », 17 mai 2011 au CNAM Paris : « Evaluations Energétiques en Procédés Biotechnologiques », cf. compte rendu en page 23.
- Prochaine journée le 06 octobre 2011, au LGC Toulouse :
 « Production et distribution de chaleur : de la conception à la maîtrise de la demande énergétique ».

Roland SOLIMANDO,

Animateur du GT « Energie » Professeur, ENSIC-LRGP, Nancy roland.solimando@ensic.inpl-nancy.fr



XIIIe Congrè « Des proci



Le Congrès bisannuel de la Société Française de Génie des Procédés (SFGP) est le lieu de rassemblement de la communauté du Génie des Procédés, qu'elle soit d'origine académique ou industrielle. C'est un lieu d'échange, de réflexion, de discussions et de débats.

Après Saint-Etienne en 2007 et Marseille en 2009, c'est à Lille du 29 novembre au 1^{er} décembre 2011 qu'aura lieu l'édition 2011 de ce Congrès co-organisé par trois Ecoles d'Ingénieurs : l'Ecole Centrale de Lille (EC Lille), l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries Textiles (ENSAIT) et l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille (ENSCL) avec l'aide et les compétences de l'Union de Génie des Procédés et de l'Energétique du Nord - Pas de Calais (UGéPE) et de la Société Française de Génie des Procédés.

Plus de 650 résumés ont été acceptés pour des présentations orales ou par affiche au cours du Congrès. Ces présentations devraient permettre de faire le point sur les recherches actuelles et futures qui doivent aider à relever les grands enjeux industriels du XXIe siècle dans les domaines de l'Elaboration des Produits d'Usage et Matériaux; l'Energie; la Thermodynamique; l'Environnement; les Procédés pour les Sciences du Vivant; la Modélisation, le Contrôle, la Sécurité et la Fiabilité des Procédés, des Procédés et Technologies Avancés et la Formation.

Trois conférences plénières seront présentées par :

- Monsieur **Christian Casse, Hutchinson**, les nouveaux challenges pour le développement des procédés d'élaboration des matériaux ;
- Monsieur Paul Singh, UC Davis, Food Science and Technology, la digestion, la nutrition et le génie des bioprocédés;
- Monsieur **Denis Hugelman**, **Areva**, les procédés au service de la relocalisation des industries.



ÉVENEMENTS

ngrès de la Société Française de Génie des Procédés

rocédés au service du produit au cœur de l'Europe »

29 novembre au 1er décembre 2011 à Lille





SFGP 2011

Une rencontre soutenue par le tissu industriel régional

Le Congrès, avec pour thème principal « Des procédés au service du produit » tiendra compte de la spécificité du tissu industriel régional qui réside dans la diversité des secteurs d'activité concernés par l'innovation dans le domaine du Génie des Procédés et de l'Énergétique. Le soutien local des pôles de compétitivité et d'associations de professionnels permettront d'aborder et de, peut-être solutionner des questions telles que Comment la mise en place de nouveaux produits implique-t-elle une réflexion sur le génie des procédés ? Quels sont les leviers qui conduisent à l'innovation dans les procédés ? Comment la contrainte de valorisation des produits en fin de vie ou l'utilisation de matières premières secondaires impacte-t-elle le génie des procédés ?

Une rencontre au cœur de l'Europe

La Région Nord — Pas de Calais possède incontestablement une dimension transfrontalière qui se concrétise, entre autre, par de nombreuses collaborations entre collègues français, belges ou anglais dans le cadre de contrats de recherche type INTERREG, par la mise en place de l'Eurorégion ou encore par la création de l'Eurométropole Lille-Kortrijk-Tournai. Un des axes du congrès s'inscrit donc dans cette ligne, avec une ouverture marquée et volontaire vers nos collègues européens et même plus largement internationaux afin d'associer cette fructueuse collaboration transfontalière à SFGP 2011.

Une rencontre pour construire l'avenir

Un forum « emploi-étudiants » se déroulera en parallèle au Congrès. Il sera ouvert aux doctorants, étudiants en Masters ou en Écoles d'ingénieurs en fin de cycle. Ce forum prendra diverses formes (tables rondes, murs d'opportunités...). Ces étudiants sont nos collaborateurs de demain ; venez les rencontrer.

Ne manquez pas cet événement et inscrivez-vous :

http://www.congres-sfgp.eu/sfgp2011/

Sophie DUQUESNE, Professeur Pour le Comité d'organisation GP2011

Forum du GT Traitement Eau et Air

3 septembre 2011, Paris

L'ambition de cette journée est de créer un échange entre le bureau du GT TEA et les membres du groupe TEA (et toutes personnes intéressées par les activités de ce groupe). Dans une première partie, l'organisation du GT ainsi que les actions menées seront présentées, suivi par une discussion sur les futures actions. Dans une deuxième partie, en s'appuyant sur quelques présentations de synthèse, nous débattrons de la prospective en génie des procédés de traitement de l'eau et de l'air. Venez nombreux à cette journée d'échange !

Annabelle COUVERT
Etienne PAUL
animateurs GT TEA
annabelle.couvert@ensc-rennes.fr
etienne.paul@insa-toulouse.fr



ÉVÈNEMENTS

Polluants émergents

« Quels défis pour une meilleure gestion de l'eau ? »

1er et 2 février 2012 à Nantes

www.emn.fr/z-ener/polluants-emergents









L'utilisation dans la vie courante d'un nombre croissant de produits chimiques et médicamenteux ainsi que leurs productions sont responsables de la dissémination dans l'environnement de substances variées souvent nommées « polluants émergents ». Pour la plupart d'entre eux, il est difficile de prédire leur devenir dans l'environnement. Le développement des recherches concernant la présence de ces substances dans les différents compartiments environnementaux, ou bien sur l'effet néfaste de ces substances sur les organismes vivants y compris chez l'Homme s'est donc récemment accru.

Plusieurs verrous scientifiques et techniques peuvent être identifiés :

- les contraintes analytiques liées aux faibles concentrations et à la grande variété des molécules rejetées,
- l'évaluation de la toxicité et de l'impact sur l'environnement et la santé humaine,
- l'évolution de réglementation,
- le développement de procédés de traitement innovants pour l'élimination ou la rétention de ces substances.

Universitaires et Industriels présenteront les avancées récentes de leurs travaux dans les thèmes du congrès à l'**Ecole des Mines de Nantes les 1er et 2 février 2012**.

Etienne PAUL (etienne.paul@insa-toulouse.fr)

InMoTher workshop

« Industrial use of Molecular Thermodynamics »

19 et 20 mars 2012 à Lvon

http://www.congres-sfgp.eu/inmother2012



InMoTher 2012 19 - 20 March 2012 - Lyon, France

Industrial use of Molecular Thermodynamics

Molecular tools for an improved process design

Le groupe de travail thermodynamique de la SFGP organise les 19 et 20 mars 2012, à l'ENS de Lyon, un séminaire européen consacré à l'utilisation des outils de thermodynamique moléculaire dans les procédés.

The *improved understanding of molecular-scale phenomena* opens up an immense field of *new possible applications for the chemical industry and beyond*. Recent efforts in this field have resulted in models, simulation methods, and tools which not only allow academic problems to be solved but also contribute substantially towards industrial research and development. They open up routes to gain insight and improve processes which up until now could only be dealt with empirically.

This workshop is aimed at providing industrial experts with a clear vision of the opportunities that lie within this rapidly developing *interdisciplinary field*, where efforts from natural sciences and engineering are combined. It represents a unique opportunity to gain an overview of the state of research and its applications in the development of engineering models. There will be a number of *review lectures*, along with a large number of examples of *success stories* where these new technologies have been implemented.





Génie des Procédés Durables

Le concept de « Green Process Engineering », qui peut être traduit par Génie des Procédés Verts ou Durables, est apparu récemment. Il a été impulsé puis porté par plusieurs éléments conjoncturels qui rendent aujourd'hui le contexte très favorable et l'ont fait monter ainsi en puissance. Citons par exemple la réglementation européenne REACH, système qui légifère sur l'utilisation des substances chimiques, les nouvelles normes sur les rejets..., tout ceci associé à un constat général de vieillissement des installations industrielles.

Ils'agit donc de proposer des procédés industriels (nouveaux ou revisités) répondant aux problématiques environnementales, économiques et aux nouvelles exigences de compétitivité. Le Génie des Procédés Durables est lié aux 12 principes de la Chimie Verte et de l'Ingénierie Verte, proposés par Anastas et Warner en 1998 et 2003 respectivement. Ces principes concernent aussi bien la synthèse de nouveaux produits plus éco-compatibles que la recherche et l'utilisation de solutions alternatives aux produits et procédés existants.

Le Génie des Procédés Durables intègre le design, le développement et l'implantation de procédés non dangereux pour l'environnement et la santé humaine et couvre les domaines suivants :

- l'application de technologies innovantes pour définir de nouveaux procédés industriels,
- le développement de voies de synthèse propres et sûres,
- le design de nouveaux produits « verts »,
- l'utilisation de ressources durables et de la biotechnologie,
- la mise en place de méthodologies et outils pour évaluer l'impact environnemental.

Pour lever les verrous scientifiques et technologiques associés à son développement, plusieurs méthodes différentes et complémentaires sont à envisager :

(i) L'optimisation du procédé.

On peut dire que ce changement s'opère à minima, puisqu'il ne nécessite que peu d'investissements technologiques. De nouvelles méthodes d'optimisation sont en développement, faisant appel, par exemple, à une approche multicritère et incluant des paramètres de plus en plus nombreux comme l'analyse de cycle de vie. L'optimisation multi-objectifs (réduction des déchets, la méthodologie de minimisation de l'impact environnemental, l'évaluation du devenir et du risque environnemental...) semblent de nos jours incontournables.

(ii) La substitution de technologies.

De manière générale, peu d'innovations technologiques ont été relevées durant les vingt dernières années. La rupture la plus marquante est en train de s'opérer avec l'apparition de systèmes de dimensions réduites ou bien des systèmes dans lesquels deux opérations peuvent se coupler (réactions/séparation par exemple), systèmes aux performances accrues. Ces appareils dits « intensifiés » présentent des designs innovants (micro ou milli-canaux, garnissages « mousse »...) et sont réalisés avec des matériaux jusqu'à ce jour peu ou non usités en production (verre, carbure de silicium...).

(iii) La modification radicale du procédé.

Dans ce cas, il s'agit de revoir entièrement le procédé, c'està-dire en envisageant un changement aussi bien au niveau de la voie de synthèse que de la technologie. En relation étroite avec la Chimie Verte, la réaction chimique peut être entièrement revue en intégrant des nouvelles méthodes dites d'intensification par la chimie, comme par exemple l'utilisation de solvants ioniques, l'activation par ultrasons et par microondes, la mise en œuvre de fluides à l' état supercritique, la réaction en micro-émulsion, la réaction dans l'eau ou sans solvant... Du point de vue opération unitaire, il est aussi possible d'utiliser ces solvants verts en substitution aux solvants classiques. Les procédés d'extraction sous CO2 supercritique, ou par micro-ondes, sont en plein essor.

Ces démarches sont développées dans l'ouvrage « Génie des Procédés Durables : du concept à la concrétisation industrielle », présenté dans ce numéro de la revue, rubrique Les parutions récentes.

Si les congrès centrés sur la Chimie verte fleurissent un peu partout de par le monde, le génie des procédés se devait de proposer un rendez-vous entièrement consacré aux applications du Génie Chimique au développement durable. Ainsi, nous avons initié le premier congrès international sur cette thématique qui a eu lieu à Toulouse en avril 2007 et a réuni 230 participants venant de 31 pays. Pour la seconde édition à Venise en juin 2009, une association avec la Working Party de l'EFCE « Process Intensification » a permis de renforcer le champ thématique. Ainsi, la manifestation commune EPIC (European Process Intensification Conference) et GPE (International Congress on Green Process Engineering) a rassemblé près de 360 personnes (39 pays) autour de 380 communications...

La prochaine édition vise à attirer, dans ce réseau international en train de se construire, des partenaires d'une partie du monde géographiquement éloignée de l'Europe. La Malaisie a été choisie dans cet objectif, et nos collègues de l'Université de Malaya à Kuala-Lumpur œuvrent pour la 3ème édition qui se déroulera du 6 au 9 décembre 2011 (www.gpe2011.com).

Un point important à souligner est la présence, à ces manifestations, de scientifiques de Génie des Procédés et de différentes disciplines de la Chimie, ainsi que des industriels en nombre conséquent, présence nécessaire et indispensable pour construire un « Génie des Procédés Durables »..

Martine POUX

Ingénieur de recherche, LGC, Toulouse

Christophe GOURDON et Patrick COGNET Professeurs à l'ENSIACET









Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)



CNRS est le premier organisme de recherche de notre pays avec un peu plus de 30000 chercheurs, ingénieurs et techniciens. Le CNRS est organisé en dix instituts : mathématiques, physique nucléaire et physique des particules, physique, sciences de l'information, ingénierie et systèmes, chimie, écologie et environnement, sciences de l'univers, sciences humaines et sociales et biologie. Le CNRS est bien sûr en relation avec les autres acteurs de la recherche,

à l'échelle régionale, nationale, européenne et internationale. Pour cela, il dispose de quatre directions fonctionnelles – trois directions chargées des relations partenariales avec les institutions publiques ou privées, françaises ou étrangères et la Direction de l'information scientifique et technique. Ce point sera développé ci-dessous. Le CNRS a la chance, avec ses dix instituts, de couvrir le champ complet des disciplines scientifiques. Les instituts doivent travailler ensemble de manière à donner naissance à des connaissances scientifiques nouvelles et inattendues. Toutes les disciplines résonnent entre elles et font naître régulièrement de nouveaux champs d'études, toujours plus en phase avec les besoins de notre société, les demandes issues de celle-ci, ou plus banalement l'amont de nos entreprises.

Le CNRS a opéré un rapprochement spectaculaire avec les universités et les grandes écoles, notamment dans cette période des investissements d'avenir.

Ceci est assuré par la Direction d'appui à la structuration territoriale de la recherche (Dastr). Celle-ci a été mise en place pour accompagner le grand mouvement de renforcement des établissements d'enseignement supérieur, initié par la loi sur leur autonomie (LRU). Notre rôle est de les aider à mettre en avant leurs points forts en tirant profit de notre dimension nationale. Pour cela, la Dastr coordonne les différentes opérations par lesquelles le CNRS contribue, avec les acteurs locaux évidemment, au développement de grands pôles scientifiques de site. Elle centralise les données décrivant les unités de recherche et construit les indicateurs scientifiques nécessaires à l'élaboration d'outils d'aide à la stratégie scientifique.

Le CNRS est un acteur essentiel de la coopération scientifique internationale.

C'est la mission de la Direction Europe de la recherche et coopération internationale (Derci). Celle-ci doit à la fois coordonner toutes les actions du CNRS qui contribuent à faire avancer la recherche européenne et soutenir les accords bilatéraux, européens et internationaux. Ces missions passeront par un renforcement de nos bureaux à l'étranger (11 bureaux : Bruxelles, Malte, Moscou, Tokyo, Hanoi, Pékin, Dehli, Pretoria, Washington, Rio de Janeiro et Santiago du Chili) , qui sont une véritable spécificité du CNRS. Leur travail de veille scientifique, notamment auprès des universités étrangères, et en liaison avec nos ambassades, contribue au rayonnement de notre établissement et à l'essor d'une vraie marque "Recherche française".

Le CNRS accentue ses relations avec les entreprises.

Outre ses missions de valorisation des recherches et de gestion des brevets, la Direction de l'innovation et des relations avec les entreprises (Dire) lance plusieurs grands chantiers. Le premier d'entre eux est le rapprochement rapide avec les pôles de compétitivité. Jusqu'à présent, ce sont nos unités de recherche qui s'associaient ou non aux pôles, de manière individuelle. Nous devons passer à la vitesse supérieure et engager le CNRS dans son entier. Un autre chantier consiste à apporter du contenu scientifique aux accords-cadres qui nous lient aux industriels. La trentaine d'accords-cadres que nous avons avec les grands groupes se révèle assez générique. La teneur des recherches partenariales et les thèmes abordés n'y figurent pas. Or il me semble important d'afficher pleinement ce que nous faisons avec les industriels. Nous menons d'excellentes recherches avec eux, il n'y a rien à cacher. Il faut rappeler que la recherche partenariale n'est pas une prestation du CNRS aux entreprises : chacun effectue sa part du travail et nous progressons ensemble. Pour preuve, le succès des unités mixtes avec les entreprises comme Rhodia ou encore Thales n'est plus à démontrer. Cette réforme des accords-cadres s'accompagnera d'une montée en puissance des partenariats, en particulier avec des entreprises internationales.

Le CNRS est très présent sur l'information scientifique et technique.

La Direction de l'information scientifique et technique (Dist) doit gérer les systèmes d'information scientifique et technique. Elle est donc au service des dix instituts et des mille laboratoires qui en dépendent. Aujourd'hui, toute information scientifique est une information électronique. Nous devons proposer à nos chercheurs des systèmes fiables et rapides qui leur permettent de retrouver n'importe quelle publication facilement. Sans ces références, la recherche ne peut pas se faire et serait arrêtée en quelques mois. Le système existant est bon, mais il faut encore l'améliorer et, ce faisant, éviter toute rupture d'information.

La politique scientifique du CNRS?

Le chemin menant aux plus belles découvertes scientifiques est peu prévisible. Toutefois nous devons toujours être en ligne avec la Stratégie nationale de recherche et d'innovation (SNRI) qui, je le rappelle, est l'expression des besoins et des questions de notre société. Les axes de recherches prioritaires définis par la SNRI sont la santé, l'environnement ou encore les nanotechnologies. Nous travaillons sur chacun d'eux, et l'une de nos préoccupations majeures est la traduction en termes scientifiques de ces questionnements.

Et le génie des procédés ?

Je suis moi-même un membre de la communauté scientifique française en génie des procédés, et j'en suis très fier. La Société Française de Génie des Procédés, depuis son profond renouvellement, son ouverture hardie vers les industries de notre pays, son élargissement thématique permanent, est une société d'importance pour le CNRS, une sentinelle pour alerter les autres communautés scientifiques et sa contribution aux avancées de nos connaissances, à l'intégration de connaissances externes. A titre personnel, je n'ai raté aucun des douze congrès de la SFGP, de Nancy en 1987 à Marseille en 2009, et bientôt à Lille, et j'y ai constaté l'éclatant progrès de démarches scientifiques exemplaires.

Joël BERTRANDDirecteur général délégué à la science
CNRS Paris







Interview de Pascal ROUSSEAUX,

Docteur des Mines de Paris et Président de PROPESSIUM



Monsieur Pascal Rousseaux, pouvez-vous nous présenter votre société?

PROCESSIUM est une société indépendante créée en 2002, située à Lyon sur le campus de Lyontech. C'est une société spécialisée en génie des procédés industriels pour les secteurs de la chimie, de la pharmacie, de la cosmétique, de l'environnement des biotechnologies. Le positionnement l'entreprise est novateur,

entre la recherche en amont et l'ingénierie en aval. Processium intervient donc au niveau de la conception, du développement et de l'amélioration de procédés avec l'objectif d'identifier des solutions, de les valider et de dimensionner les unités industrielles.

Qu'est ce que ce positionnement apporte comme valeur ajoutée pour vos clients ?

A l'heure où il faut innover, aller le plus vite possible, limiter les risques, faire face à de nouvelles contraintes réglementaires, dans un monde où la compétition est de plus en plus rude, l'industrie européenne fait face à des défis majeurs. Même les grandes entreprises ont besoin de partenaires pour les aider à aller « de la molécule à la production » le plus vite possible, le plus sûrement possible et le moins cher possible. Processium a été créé pour répondre à ces nouveaux besoins.

Nous apportons une meilleure maîtrise du développement des procédés car les choix technologiques et les études économiques sont intégrés très tôt dans le projet d'industrialisation. Cette démarche permet de proposer les meilleurs enchaînements d'opérations unitaires et de développer des outils pour optimiser les procédés. C'est un peu paradoxal mais, pour aller vite, il faut prendre plus de temps au début des projets pour faire le tour des solutions possibles et acquérir les données clés. On se lance souvent trop tôt dans une solution choisie trop rapidement. Les remises en cause tardives s'avèrent souvent très douloureuses!

Quels sont les moyens dont vous disposez pour répondre à ces objectifs ambitieux ?

Processium a recours à un ensemble d'outils logiciels allant des moyens commerciaux de simulation statique, dynamique, d'intégration énergétique à des moyens plus nouveaux comme le CAMD (Computer Aided Molecular Design), le QSPR (Quantitative Structure Property Relationship) ou la synthèse de procédés. Nos laboratoires nous permettent d'acquérir les données physico-chimiques et de tester les solutions envisagées sur des micropilotes. Nous pouvons ainsi mettre en place les meilleures stratégies de travail et valider nos outils de calcul à ce stade très amont pour mieux définir les solutions industrielles.

Notre pôle en génie des procédés prend également appui sur notre compétence en mesures/modélisation de propriétés physiques. Processium a d'ailleurs inauguré fin 2010 un nouveau laboratoire spécialisé en particulier dans les mesures d'équilibre de phases. Cet outil renforce nos moyens dans un domaine clé où nous avons développé des méthodologies exclusives pour mesurer, modéliser et capitaliser les données. Nous pouvons ainsi proposer une offre complète dans ce domaine d'expertise pour répondre aux enjeux de nos clients.

Processium est donc une société qui travaille beaucoup dans l'innovation !

En effet, c'est le cœur de notre activité. Processium innove pour ses clients en leur proposant de nouvelles solutions pour des procédés optimisés et respectueux de l'environnement. Elle mène également ses propres projets de R&D, par exemple le traitement autocatalytique des effluents aqueux, l'intensification des procédés ou le développement de nouveaux réacteurs sous microondes. Ces projets nous permettent de préparer l'avenir. AXELERA, le pôle de compétitivité chimie environnement, nous a beaucoup aidés à les démarrer.

Quels sont vos défis pour les mois et les années qui viennent?

Le premier est bien sûr de continuer à satisfaire nos clients actuels en leur apportant encore plus d'innovations et

d'expertise. Nous allons en particulier investir cette année dans un réacteur sous microondes pour aider les industriels industrialiser cette technologie. Par ailleurs, souhaitons nous accélérer notre développement







à l'export, en Europe en particulier. Tous ces projets sont passionnants !

Qu'attendez-vous de la SFGP?

Nous faisons partie du groupe thématique « Thermodynamique » qui marche bien. C'est l'occasion de retrouver de grands groupes industriels, des PME et des universitaires autour d'une compétence et d'échanger sur les avancées techniques et les besoins industriels. Nous avons d'ailleurs accueilli une réunion du GT en juin 2010. Plusieurs actions ont été décidées dont celle de tenir à Lyon en 2012 un workshop européen sur la thermodynamique*. Ce sont des résultats concrets qui conviennent.

*http://www.congres-sfgp.eu/inmother2012/home.html (voir la présentation de INMOTHER dans ce numéro).





Interview de Sylvie BRUNEL, Docteur-Ingénieur en physico-chimie macromoléculaire Responsable Procédés chez CLEXTRAL

CLEXTRAL ou l'exemple d'une PME innovante

Sylvie Brunel, présentez-nous votre société

Leader mondial de l'extrusion bivis en agroalimentaire [1], [2], Clextral est également présent en papeterie et chimie-plasturgie. Clextral compte environ 240 personnes à travers le monde et réalise un chiffre d'affaires de 50 millions d'euros. Clextral possède trois centres de recherche (à Firminy, aux Etats-Unis et en Australie), ainsi que des implantations aux Etats-Unis, en Chine, au Chili, en Algérie, en Russie, au Maroc, au Danemark, en Australie et prochainement au Brésil et au Vietnam. Clextral a installé plus 13 000 systèmes dans 88 pays différents et exporte 85% de sa production.

Son président est Georges Jobard qui dirige la société depuis 20 ans. C'est lui qui a organisé le rachat à Framatome de la Division Clextral en 2001. Depuis 2007, Clextral est filiale du Groupe Legris Industries.

Comment a évolué l'entreprise ?

Durant ces trois dernières décennies, le développement des savoir-faire en génie des procédés a contribué à modeler l'offre et le « business model » de l'entreprise (basé actuellement sur un portfolio d'applications à forte valeur ajoutée process). Du statut de fournisseur de machines d'extrusion bivis à la fin des années 70, Clextral est devenu progressivement un ensemblier-constructeur reconnu mondialement, avec la fourniture et la maîtrise des équipements, des procédés mis en œuvre et des propriétés d'usage des produits.

Quel est l'apport du génie des procédés dans le quotidien de Clextral ?

Avec la création dans les années 80 de plates-formes d'essais intégrées dans ses centres de recherche, Clextral a affirmé très tôt sa volonté de développer du savoir-faire et une culture en

génie des procédés, en complément de sa culture historique en génie mécanique, et ce dans les différents secteurs applicatifs où l'entreprise est positionnée. Ainsi, le génie des procédés a apporté à l'entreprise de l'inspiration, des méthodes et des connaissances scientifiques essentielles pour lui permettre de se développer progressivement dans des secteurs nouveaux (tels que l'agro-alimentaire, la papeterie, la chimie fine et de spécialité), autres que son domaine d'application originel qu'est la plasturgie.

Comment se manifeste l'activité en génie des procédés pour Clextral ?

Pour Clextral, l'activité en génie des procédés se manifeste d'abord par la maitrise des relations très complexes qui existent entre les formulations de départ (caractérisées par un potentiel physico-chimique) et les procédés mis en oeuvre (caractérisés par des relations temps-température-cisaillement), afin de déboucher sur des solutions optimales qui garantissent les propriétés d'usage des produits ciblés. Dans ce contexte, une attention particulière est accordée au ressourcement régulier du savoir-faire, par l'apport de méthodes et d'éclairages scientifiques pertinents. Ainsi, Clextral travaille régulièrement avec des universités et des organismes de recherche spécialisés dans la physico-chimie









des matériaux et dans les sciences pour l'ingénieur, dans le cadre de DEA, masters ou thèses. A titre d'exemples, citons les travaux sur la distribution des temps de séjour (collaboration avec l'UTC), la modélisation 1D et 3D des écoulements en extrusion bivis (avec le CEMEF), la modélisation des transferts thermiques (avec IUSTI), l'analyse et la modélisation des écoulements dans les filières (avec l'Université de St Etienne), l'analyse de la cuisson thermomécanique des amidons (avec l'Université de Nottingham), etc.

La volonté de l'entreprise d'acquérir des compétences fortes en process se manifeste aussi par sa politique d'intégration continue d'experts process, dont Jean-Marie Bouvier (Docteur d'Etat, ex-Professeur à l'UTC de Compiègne) en 1994, Jérôme Mottaz (Docteur en Thermique) en 1994, ainsi que des ingénieurs papetiers, ENSIA, ISARA, ENITIAA, Polytech' ... soit un total d'une quinzaine d'experts issus de formations centrées sur les procédés de nos marchés.

Votre entreprise est-elle engagée dans une démarche de développement durable?

La technologie d'extrusion bivis étant intrinsèquement sobre, la réflexion de Clextral pour le futur s'inscrit naturellement dans la démarche du développement durable et dans la continuité de l'expérience acquise.. Par exemple, les développements en cours concernent la technologie innovante d'extrusion-porosification pour la fabrication de







poudres poreuses (technologie alternative au séchage par atomisation), la mise au point de matériaux renforcés par des fibres naturelles (telles que fibres de lin). Ainsi, Clextral s'attache à proposer des technologies durables, en travaillant notamment sur l'optimisation énergétique de ses équipements et sur l'exploitation du caractère intensifiant de la technologie d'extrusion. Clextral compte sur les apports méthodologiques et scientifiques du génie des procédés (en intensification des procédés, notamment), pour développer des solutions technologiques répondant aux enjeux du développement durable.

CLEXTRAL – BP10 – 42702 FIRMINY – France www.clextral.com

[1] Colonna P. and Della Valle G. - *La Cuisson-Extrusion*. Lavoisier, Tec & Doc, Paris, 1994.

[2] Vergnes B., Chapet M. - Extrusion - Procédés d'extrusion bivis. Techniques de l'Ingénieur, traité Plastiques et Composites, AM 3 653, 2001.



Interview de Elisabeth BADENS, Ingénieur ENSSPICAM - Docteur en Génie des Procédés Professeur à l'Université Paul Cézanne à Marseille

Après la soutenance de votre thèse de doctorat, vous avez choisi d'entamer votre carrière professionnelle dans le domaine public. Quelles ont été vos motivations ?

J'avais pour projet de faire une carrière avant tout scientifique. Etre recrutée comme enseignant-chercheur était donc une formidable opportunité pour moi.

Vous êtes aujourd'hui Responsable du Master de Génie des Procédés de l'Université Paul Cézanne d'Aix Marseille. Comment gère-t-on cette fonction administrative et les activités d'enseignement et de recherche ?

La responsabilité d'une formation peut tout à fait être assurée correctement en parallèle des activités d'enseignement et de recherche mais cela demande beaucoup d'énergie. Je regrette parfois que les moyens mis en œuvre pour les missions pédagogiques ne soient pas toujours à la hauteur des ambitions affichées par le Ministère. C'est une expérience enrichissante si l'on arrive à faire abstraction des tâches récurrentes souvent chronophages. Je pense que les activités de recherche permettent de dispenser des enseignements plus riches et de gérer les formations en ayant un certain recul et une vision d'ensemble profitables pour les étudiants que nous formons.

Quelles sont vos spécialités en recherche ?

J'étudie les procédés utilisant les fluides supercritiques, et en particulier le CO₂ supercritique, comme alternative à l'utilisation des solvants organiques. Les fluides supercritiques ont des propriétés spécifiques leur conférant des propriétés de solvant qui sont exploitées dans un grand nombre d'applications.



Nous appliquons ces procédés à l'extraction de composés d'intérêt à partir de divers substrats naturels, le fractionnement de phases liquides, la génération et mise en forme de particules, l'imprégnation. Afin d'avoir une meilleure maîtrise de ces procédés, nous étudions la nature et les propriétés des phases en présence ainsi que les phénomènes de transfert principalement en fonction des conditions de pression et de température.

L'équipe « Procédés et Fluides Supercritiques » du M2P2 a été créée en 1994 par Gérard Charbit à une époque où le





caractère « propre » des procédés et des produits n'était pas un critère toujours pris en compte !

Comment voyez-vous le développement à moyen terme de cette thématique ?

Nous assisterons probablement à un développement important de ces techniques au cours des dix prochaines années. Les applications des fluides supercritiques sont en effet en nombre croissant au laboratoire comme à l'échelle industrielle. Cette tendance s'explique par le caractère « propre » de bons nombres d'applications. L'utilisation de solvants organiques peut dans certains cas être totalement évitée et le produit obtenu est alors exempt de traces résiduelles. Le contexte actuel de prise de conscience environnementale explique en partie le développement des procédés utilisant les fluides supercritiques. On peut citer également comme avantage de ces techniques, le nombre réduit d'opérations unitaires en comparaison avec les techniques conventionnelles.

Concernant le CO_2 , une nouvelle application très prometteuse est la stérilisation en milieu supercritique. Cette application permet d'inactiver des bactéries, des virus ainsi que les formes les plus résistantes comme des spores dans des conditions douces de température, sans radiation et en évitant sous certaines conditions l'utilisation d'additifs chimiques. La stérilisation en milieu CO_2 sous-critique ou supercritique est déjà utilisée à l'échelle industrielle dans le domaine de l'alimentaire pour le traitement du riz, de fines herbes ou encore de jus de fruits. On verra très certainement dans les années à venir de nouveaux procédés couplant la stérilisation à une opération de séparation ou autre en milieu CO_3 supercritique.

Les applications de l'eau sous-critique et supercritique sont également en plein essor. La dégradation de matière carbonée en présence d'eau sous pression et haute température (sans agent oxydant) permet d'obtenir des rendements élevés et des cinétiques très rapides en comparaison aux méthodes conventionnelles. De nombreux projets portant sur le recyclage de polymères ou sur la valorisation de la biomasse utilisant l'eau sous pression sont actuellement en cours de développement.

Des données fondamentales relatives aux milieux supercritiques sont nécessaires pour le développement de toutes ces nouvelles applications. Aussi, il y a un nombre croissant de laboratoires qui, comme nous, focalisent leur recherche sur l'étude des propriétés physico-chimiques, de l'hydrodynamique, du mélange ou encore sur l'étude des équilibres de phases sous moyenne pression. C'est une thématique passionnante car les fluides supercritiques sont étudiés depuis relativement peu de temps. Beaucoup de thèmes différents liés aux milieux supercritiques, à leurs propriétés spécifiques et à leurs applications restent encore à étudier.

Les méthodes et outils du génie chimique peuvent apporter beaucoup dans le cadre de cette thématique. Certaines applications nécessitent par exemple le dimensionnement de colonnes multi-étagées opérant sous pression avec des gradients thermiques. C'est le cas du fractionnement de phases liquides par CO₂ supercritique. Des colonnes à contrecourant (liquide-supercritique) fonctionnant en continu sont utilisées. Toutes les propriétés des phases évoluent de

manière significative le long de la colonne et ces évolutions doivent être prises en compte pour réaliser correctement le dimensionnement du contacteur.

Pouvez-vous nous parler de quelques réalisations industrielles utilisant la technologie du CO, supercritique ?

L'extraction supercritique est utilisée dans l'industrie depuis environ une trentaine d'années et est actuellement l'application des fluides supercritiques la plus répandue. Il y a actuellement environ 300 unités industrielles d'extraction ou fractionnement dans le monde. La décaféination du café est l'exemple le plus connu. Selon l'application et la production visée, les volumes des autoclaves varient de quelques centaines de litres à plus de 10 m³. La tendance actuelle pour l'extraction est de travailler à plus haute pression (par exemple 1000 bar) et éviter l'utilisation d'un co-solvant lorsque le composé à extraire a peu d'affinité pour le CO₂.

L'une des premières unités industrielles de génération de particules en milieu CO₂ supercritique est dédiée à la formation de microparticules de phospholipides à partir de lécithine. Le procédé mis en oeuvre est particulièrement intéressant car le solvant utilisé pour la lécithine est en fait l'huile (triglycérides) de lécithine. Cette unité a été construite récemment en Allemagne et permet, sans utiliser de solvant organique, une production de 300 kg.h⁻¹ de poudre de lécithine utilisée comme additif dans des produits alimentaires.

Plusieurs unités industrielles d'imprégnation supercritique ont vu le jour ces dix dernières années et sont dédiées à l'imprégnation de bois par des composés biocides ou bien à la teinture de polymères ou de fibres textiles.

Comme exemple d'application industrielle utilisant l'eau supercritique, je peux citer une usine que j'ai eu l'opportunité de visiter en 2010 dans le cadre d'une mission IFS*. C'est une unité de recyclage de polymères de la société Panasonic Electric Works qui se trouve à Gunma au Japon.

Récemment, vous avez été nommée co-animateur avec Pascal Dhulster du groupe de travail de la SFGP intitulé « Procédés Séparatifs ». Quels sont vos objectifs ?

Nos objectifs sont multiples. D'abord, nous souhaitons fédérer tous les acteurs de la recherche publique ou privée utilisant les procédés séparatifs afin de donner une lisibilité aussi bien au niveau national qu'au niveau international de cette communauté. Nous avons dans un premier temps défini les contours du GT. Nous souhaitons maintenant faire émerger des thèmes fédérateurs autour des procédés séparatifs. Notre rôle principal est de structurer et d'animer ce groupe en organisant des journées thématiques ou en participant activement aux manifestations récurrentes de la SFGP comme les congrès bisannuels. Les groupes de travail doivent participer activement au rayonnement de la SFGP et de façon plus large au rayonnement du Génie des Procédés.

Elisabeth Badens

Ingénieur chimiste (ENSSPICAM), Docteur en Génie des Procédés, recrutée en tant que Maître de Conférences en 1998 puis en tant que Professeur en 2006 au sein du Laboratoire de Mécanique, Modélisation & Procédés Propres (M2P2, UMR-CNRS 6181).

*IFS: Innovation Fluides Supercritiques www.supercriticalfluid.org



PARUTIONS RECENTES

Quelles sont les ressources de la chimie verte ?

Stéphane SARRADE, EDP Sciences, 2008, 196 pages



La chimie est, avec le nucléaire, l'épouvantail du progrès scientifique. Dans notre perception, la chimie est sale et polluante, pourtant elle accompagne toutes les activités humaines : de ce fait tout, ou presque, est chimie !

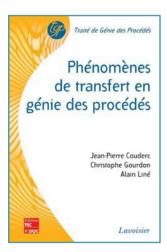
La chimie industrielle est condamnée à se priver prochainement d'une base essentielle de formulation, le pétrole. Il faut donc trouver d'autres sources de matières premières, limiter les émissions

de gaz à effet de serre, bref produire plus et consommer moins.

Gageure ? Pas forcément, car l'ère de la chimie verte s'est ouverte aux ressources multiples et aux principes simples : moins de matières premières fossiles, moins d'énergie utilisée, moins de sous-produits, moins de déchets, moins de toxicité, plus de matières premières renouvelables, plus de catalyseurs utilisés et plus de recyclage. Mettant en oeuvre ce mouvement, de nouveaux produits issus de procédés innovants apparaissent dans notre quotidien. Voici donc une nouvelle révolution en marche, tournée vers le développement durable.

Phénomènes de transfert en génie des procédés

Jean-Pierre COUDERC, Christophe GOURDON, Alain LINÉ, Lavoisier Tec et Doc, 2008, 822 pages



Cet ouvrage explore applications pratiques phénomènes de transfert en génie des procédés. Sa première partie, consacrée à la présentation des lois fondamentales, prenden compte les besoins les plus actuels du génie des procédés, y compris ceux rarement abordés jusqu'à présent (turbulence, milieux diphasiques et polyphasiques, systèmes multiconstituants...). L'intérêt pratique des théories de transfert étant souvent mal

perçu par les néophytes, la seconde partie du livre est consacrée à leurs applications en génie des procédés, regroupées par rubrique professionnelle. Chaque chapitre décrit la nature du problème industriel traité, analyse les phénomènes mis

en jeu en insistant sur les transferts, précise les lois devant être exploitées, les hypothèses traditionnellement admises et, enfin, décrit puis commente quelques résultats. Les deux parties ont été organisées par ordre de difficulté croissant afin de ne pas mobiliser de connaissances théoriques inutilement poussées, et de nombreux exemples détaillés jalonnent les développements. Phénomènes de transfert en génie des procédés combine ainsi une approche très progressive, une analyse théorique approfondie et cohérente, couvrant la plupart des besoins du génie des procédés contemporain, et une solide initiation professionnelle. Sa présentation le rend accessible à des étudiants de niveaux très variables (des filières courtes jusqu'au troisième cycle) et sa seconde partie en fait un outil particulièrement adapté aux professionnels souhaitant disposer d'un solide socle de connaissances actualisées.

Les auteurs :

Jean-Pierre Couderc était professeur à l'ENSIACET-Toulouse **Christophe Gourdon** est professeur de Génie Chimique à l'ENSIACET

Alain Liné est professeur à l'INSA de Toulouse

Génie des procédés durables : du concept à la concrétisation industrielle

Martine POUX, Patrick COGNET, Christophe GOURDON, Collection Technique et Ingénierie, Dunod /L'Usine Nouvelle, 2010, 492 pages



Cet ouvrage propose un ensemble de méthodes et de nouvelles voies de Génie des procédés pour mettre en place des productions industrielles qui intègrent la notion de développement durable, à savoir des procédés plus sûrs, plus économes en matières premières et en énergie et plus acceptables du point de vue de la préservation de l'environnement.

On y trouvera différents niveaux d'approche pour rendre les procédés plus performants, comme :

- l'éco-conception et l'optimisation du procédé par approche systémique
- l'introduction de nouvelles technologies d'intensification
- la modification radicale du procédé en proposant de nouveaux milieux et nouvelles voies de synthèse.

Toutes les notions abordées sont illustrées d'exemples et de réalisations industrielles, donnant un caractère très appliqué à cet ouvrage.

Ce concept de « génie des procédés durables » est développé



PARUTIONS RECENTES

ici de façon à donner toutes les bases nécessaires aux ingénieurs et techniciens – de recherche et développement - mais aussi de production. L'ouvrage s'adresse aussi aux enseignants et étudiants de 2ème et 3ème cycle, dans un spectre large de disciplines alliant chimie, biotechnologie et génie des procédés.

Les auteurs :

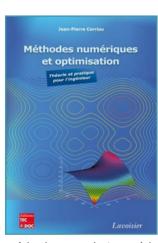
Martine Poux est ingénieur de recherche au Laboratoire de Génie Chimique de Toulouse (Institut national polytechnique/CNRS/Université Paul Sabatier).

Patrick Cognet est professeur à l'École Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques (ENSIACET) de Toulouse et au Laboratoire de Génie Chimique de Toulouse (Institut national polytechnique/CNRS/Université Paul Sabatier).

Christophe Gourdon est professeur à l'École Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques (ENSIACET) de Toulouse et au Laboratoire de Génie Chimique de Toulouse (Institut national polytechnique/CNRS/Université Paul Sabatier).

Méthodes numériques et optimisation - Théorie et pratique pour l'ingénieur

Jean-Pierre CORRIOU, Lavoisier Tec&Doc, 2010, 450 pages



Cet ouvrage présente l'essentiel des méthodes numériques et de l'optimisation sous l'angle théorique et pratique. Pour la première fois, ces deux domaines sont rassemblés dans un même ouvrage : l'ingénieur doit en effet souvent résoudre des problèmes d'optimisation qui font intervenir des aspects numériques.

Sont ainsi exposées et explicitées les différentes

méthodes et techniques à la disposition de l'utilisateur :

- interpolation et approximation;
- intégration numérique ;
- résolution d'équations par les méthodes itératives ;
- opérations numériques sur les matrices ;
- résolution des systèmes d'équations algébriques ;
- intégration numérique des équations différentielles ordinaires;
- intégration numérique des équations aux dérivées partielles;
- méthodes analytiques d'optimisation ;
- méthodes numériques d'optimisation ;
- programmation linéaire;
- optimisation quadratique et non linéaire.

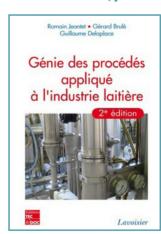
Accompagné de nombreux exemples et d'exercices, cet ouvrage est destiné aux enseignants, chercheurs, ingénieurs, ainsi qu'aux étudiants en universités et écoles d'ingénieurs, qui y trouveront des explications détaillées, des algorithmes et des applications couvrant la très grande majorité des problèmes physiques devant être résolus numériquement.

L'auteur :

Jean-Pierre Corriou est professeur en méthodes numériques, optimisation et statistiques à l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques (Nancy).

Génie des procédés appliqués à l'industrie laitière (2ème édition)

Romain JEANTET, Gérard BRULÉ, Guillaume DELAPLACE, Lavoisier Tec&Doc, juin 2011



Cet ouvrage présente les lois de transfert et leur exploitation dans les opérations élémentaires mises en œuvre dans le secteur laitier : stabilisation par traitements thermiques ou réduction de la teneur en eau, séparation de phases et fractionnement des constituants, et pour cette nouvelle édition, opérations de mélange et d'agitation.

Les principes physiques sur

lesquels s'appuient ces opérations sont largement évoqués, afin de déterminer les leviers technologiques pertinents pour la conception et l'optimisation des procédés. Des exercices corrigés permettent au lecteur de s'approprier ces notions essentielles. Le caractère opérationnel est renforcé par une base de données physiques relatives aux produits laitiers.

Génie des procédés appliqué à l'industrie laitière, par son approche synthétique et didactique, s'adresse à l'ensemble des professionnels du secteur. Il apporte aussi une contribution utile à la formation des étudiants des filières agroalimentaires ou biotechnologiques (Ecoles d'Ingénieurs, Brevet de Technicien Supérieur, Instituts Universitaires de Technologie).

Les auteurs :

Romain Jeantet est professeur en génie des procédés alimentaires à Agrocampus Ouest (Rennes).

Gérard Brulé est professeur émérite d'Agrocampus Ouest.

Guillaume Delaplace est chargé de recherches en génie des procédés alimentaires au laboratoire PIHM de l'INRA (Villeneuve d'Ascq).





Collection « Récents progrès en génie des procédés»

Directrice de la publication : Marie-Noëlle Pons

Directeur de Recherches CNRS Laboratoire des Sciences du Génie Chimique, CNRS-ENSIC-INPL marie-noelle.pons@ensic.inpl-nancy.fr

Récents progrès en génie des procédés N° 99 (2010)

CRISTAL 6. Cristallisation et Précipitation Industrielles (CD-ROM)

Actes du colloque du 20 et 21 mai 2010 à Marseille - Campus de Luminy

- 1. Aspects thermodynamiques et mécanismes fondamentaux de la cristallisation et de la précipitation. État du solide (polymorphisme), diagramme de phases, solubilité, nucléation, croissance, rôle des additifs.
- 2. Procédés de cristallisation et précipitation (en solution et fluides supercritiques) : conception, modélisation et contrôle. Aspects méthodologiques du développement du procédé, modélisation des procédés de cristallisation et de la précipitation, extrapolation des procédés de cristallisation et de la précipitation, capteurs en ligne et contrôle des procédés, exemples de réalisation de procédés, procédés intégrés et procédés spécifiques.
- 3. Nano et Micro particules. 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, génération de nano- et microparticules, particle design, co-précipitation, co-cristallisation, encapsulation, enrobage, film coating.



XIIe Congrès français de génie des procédés (CD-ROM)

14 au 16 octobre 2009 - Marseille, Palais du Pharo

Auteurs: ROCHE Nicolas, BADENS Elisabeth, GUICHARDON Pierrette, MOULIN Philippe, Laboratoire de Mécanique, Modélisation & Procédés Propres (M2P2 - UMR CNRS 6181) Ecole Centrale de Marseille et Université Paul Cézanne d'Aix-Marseille.

Près de 600 communications scientifiques (dont 190 communications orales) ont permis de faire un point sur les recherches en cours dans le large domaine d'application du Génie des Procédés et

de montrer ses apports scientifiques et technologiques pour relever les grands défis industriels du XXIe siècle dans les domaines de l'énergie, de l'eau, des procédés avancés, des bioprocédés, des matériaux et des produits, des risques, de la remédiation et de la formation. Près de 90 communications ont été retenues pour être proposées pour publication dans cinq revues internationales importantes du domaine : AIChE Journal, ChERD, IJCRE, Process Biochemistry et PESP.

Récents progrès en génie des procédés N° 97 (2008)

CRISTAL 5. Cristallisation et précipitation industrielles (CD-ROM)

Actes du colloque du 22 et 23 mai 2008 à Lyon

Aspects thermodynamiques et mécanismes fondamentaux de la cristallisation et de la précipitation. Procédés de cristallisation et de précipitation : conception, modélisation et contrôle. Nano et micro-particules.













Des procédés au service du produit au coeur de l'Europe



SFGP 2011

DU 29 NOV. AU 1^{ER} DÉCEMBRE - LILLE GRAND PALAIS













Société Française de Génie des Procédés 28 rue Saint-Dominique, 75007 PARIS Tél : 01 53 59 02 25, fax : 01 45 55 40 33

secretariat@sfgp.asso.fr

site internet: www.sfgp.asso.fr



PROCEDIQUE

BULLETIN ANNUEL

DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE

DE GÉNIE DES PROCÉDÉS

Directeur de la publicationJean-Pierre DAL PONT

Comité de rédaction
Sylvie Baig, Catherine Bec,
Joseph Boudrant, Patrice Méheux,
Cécile-Anne Naudin, Martine Poux,
Michel Sardin

Édition

SFGP

28 rue Saint-Dominique

75007 PARIS

Mise en page
Alexandra PERE-GIGANTE
alexandra.pere-gigante@ensic.inpl-nancy.fr

Contact
Cécile-Anne NAUDIN
cecileannenaudin@yahoo.fr

I.S.S.N.: 0995-5046 La Nancéienne d'Impression 24, rue Haut Bourgeois 54000 NANCY Année 2011



