

Plates-Formes de Transformation, Caractérisation et Recyclage des Polymères

Centre « Technologie des Polymères et Composites » ARMINES/Ecole des Mines de Douai

Société/organisme : Centre Commun ARMINES – Ecole des Mines de Douai

Nom de la plate-forme : Technologie des Polymères et Composites

Statut de la plate-forme :

ARMINES = Association Loi 1901 (structure de recherche contractuelle)

Ecole des Mines de Douai = Etablissement Public à caractère Administratif

Nom, fonction et adresse du responsable :

Prof. Patricia KRAWCZAK

Directeur du Département TPCIM

Centre ARMINES / Ecole des Mines de Douai

941 rue Charles Bourseul

BP 10838

59508 Douai Cedex

Tél. : 03 27 71 21 66 ou 21 61 – FAX/ 03 27 71 29 81

E-mail : patricia.krawczak@mines-douai.fr

Site web : <http://www.mines-douai.fr>

Nom, fonction et adresse de la personne habilitée à signer les contrats de collaboration

Philippe LE BOZEC

Directeur Adjoint

ARMINES

60 Boulevard Saint-Michel

75272 Paris Cedex 06

Tél. : 01 40 51 90 50 – FAX : 01 40 51 00 94

E-mail : lebozec@armines.ensmp.fr

Conditions générales des contrats proposés:

Types de services offerts :

Recherches pluriannuelles, études ponctuelles, analyses, essais, conseils, audits, expertises, locations de matériels, avec détachement possible de personnels (enseignants-chercheurs permanents ou étudiants).

Travaux réalisés soit de manière bilatérale soit au travers de consortiums rassemblant entreprises et acteurs scientifiques de premier plan.

Conditions contractuelles :

Pour les études et programmes de recherche d'envergure:

- Etablissement d'une convention de recherche précisant suivant un cahier des charges, le thème, les moyens, les modalités, les délais et le coût de réalisation de l'étude
- Désignation d'un chef de projet pour le suivi et la coordination des travaux
- Définition des modalités de propriété intellectuelle et industrielle
- Définition des clauses de confidentialité

Pour les essais, analyses, prestations technologiques et autres actions plus ponctuelles, système de devis / commande / facturation

Moyens engagés : ensemble des moyens du Centre Commun ARMINES / Ecole des Mines de Douai

Délais : A définir en fonction de l'étude engagée

Suivi des travaux : Chef de projet désigné pour chaque étude

Confidentialité : Garantie quelle que soit la prestation ou l'étude engagée (accords types)

Effectifs propres à la plate-forme : 79 personnes (dont 38 permanents)

19 enseignants-chercheurs dont 8 HDR (4 Professeurs, 15 Docteurs), 6 Ingénieurs, 9 techniciens, 4 administratifs, 7 post-docs, 34 doctorants

Compétences sur les polymères

Laboratoire pluridisciplinaire intégrant des composantes relevant des champs de la science des matériaux, de la science des procédés, de la mécanique des structures et des fluides (rhéologie et écoulement dans les milieux poreux), de la thermique ainsi que de la physico-chimie.

Approche intégrée « conception-fabrication » associant science et technologie, reposant sur une analyse des couplages « matériau-procédé-produit » et ayant pour objectifs :

- Optimisation de la mise en forme des matériaux et des pièces industrielles en polymères et composites (plasturgie), avec comme finalité une meilleure compréhension des interactions entre les matériaux constitutifs, les paramètres de transformation (procédés et outillages), les phénomènes physico-chimiques, thermo-mécaniques, rhéologiques associés aux procédés de fabrication, la qualité et les performances des pièces fabriquées, en intégrant leur cycle de vie.
- Analyse du comportement des pièces et structures mécaniques (organiques, hybrides ...), avec comme finalité la conception fiabilisée et la maîtrise de la durabilité, en tenant compte de la technologie de fabrication, des sollicitations, de la microstructure du matériau, de la géométrie et du milieu environnant.
- Prise en compte des préoccupations de développement durable, avec comme finalité le développement de solutions génératrices d'allègement, d'économie d'énergie, de réduction d'émissions polluantes, de préservation des ressources.

Expertise développée notamment en matière de :

- **Matériaux polymères, polymères multiphasés** (mélanges de polymères, polymères alvéolaires, polymères à renforts particuliers de type charges, fibres coupées, nanoparticules) **et composites organiques structuraux à fibres continues**: Optimisation des propriétés d'usage multi-fonctionnelles (mécaniques, physiques, sensorielles ...) en lien avec la formulation/composition et la micro/nano-structure induite par les procédés ...
- **Analyse, caractérisation, modélisation et contrôle actif des phénomènes couplés associés aux technologies de fabrication et procédés de moulage**, avec instrumentation des machines et des outillages : Facteurs générateurs de qualité/défauts, interfaces, écoulements, transferts thermiques, thermo-cinétique des résines, déformation des milieux fibreux et inserts en mousse, contraintes résiduelles, conduite adaptative des procédés ...
- **Procédés de moulage et de fabrication** : Optimisation des technologies d'injection, d'extrusion, de compoundage, de moulage LCM (Liquid Composite Moulding) et de fabrication de structures fibreuses complexes ou optimisées vis-à-vis des usages considérés (par exemple par placement de fibres) ...
- **Fiabilité et durabilité des pièces et structures** (approche stochastique, fatigue, fluage, mécanique de la rupture, micro-mécanique ...): Mise en oeuvre de modèles et outils numériques spécifiques (visco-élasto-plasticité, éléments finis stochastiques ou de cohésion, bloc fissure ...) associés à une validation expérimentale.
- **Développement durable** : Polymères et renforts biosourcés (issus de ressources renouvelables), rematérialisés (recyclage, valorisation) ou allégés, procédés de transformation à impact environnemental limité, éco-conception ...

Moyens matériels propres à la plate-forme :

Machines de mise en forme et procédés de transformation :

Injection

- Presses à injecter hydrauliques de 200T (DK) et 350 T (Krauss Maffei) pour thermoplastiques
- Presse à injecter tri-matières de 320T (Billion) pour thermoplastiques
- Presse à injecter électrique 80T (Krauss Maffei) pour thermoplastiques
- Presse à injecter (injection et injection-compression) 200 T (DK) pour GFL et BMC
- Système de conduite auto-adaptatif pour presses à injecter
- Moules industriels et prototypes instrumentés (mono- ou multi-empreintes, canaux chauds ou carotte froide)

Extrusion (tubes, profilés, joncs, films)

- Extrudeuse industrielle monovis (Kauffman) D30, L/D 28
- Extrudeuse bvis corotatives (Clextral BC 45) avec doseurs pondéraux et volumétriques
- Granulateur/microgranulateur sous eau (Gala) avec filières de 200 microns à 3 mm
- Extrudeuses de laboratoire monovis, bvis et mélangeur (Haake, Thermo)
- Extrusion-gonflage de films monocouche (Samafor) D65, L/D 20
- Coextrusion-gonflage (gaine) de films tricouches (Dolci-Reifenhauser) D35 à 45, L/D 22 à 32
- Coextrusion de films tricouches (gonflage de gaines et « cast » à plat) (Collin) D25 et 30, L/D 20 et 30
- Banc de biétirage à plat de films (Cellier)

Thermoformage

- Thermoformeuses Illig (plateaux 580*310/480/980mm et 250*350mm)

Rotomoulage

- Machines de rotomoulage (Ormé, SAT)

Compoundage

- Mélangeur à cylindre (Blere) – calandre
- Compoundeur en ligne (Clextral) baxis corotatives

Compression

- Presses de compression de 26 à 200 T pour thermoplastiques (Darragon , Dolouets)

Mise en œuvre des matériaux composites

- Presse à injecter (injection et injection-compression) 200 T (DK) pour GFL et BMC
- Machines d'injection sur renfort RTM, VARTM (vide), CRTM, infusion (Matrasur Composites)
- Machine d'enroulement filamenteuse
- Machine de placement automatisé de fibres (Matrasur Composites)
- Autoclave pour moulage de composites (France Autoclave)
- Presses de compression de 26 à 200 T pour prépregs, TRE, SMC, BMC (Darragon , Dolouets)

Equipements périphériques

- Régulateur canaux chauds
- Conditionneurs de moules
- Alimentateurs/aspirateurs de granulés
- Doseurs pondéraux et volumétriques
- Mélangeur à sec
- Sécheurs
- Outillages (moules et filières) prototypes instrumentés (mono- et multi-empreintes, avec fenêtres d'observation transparentes)

Finition/façonnage/post-transformation

- Soudeuse de films
- Soudeuse ultrasons

Caractérisation des polymères et composites :

Analyse physique, thermique et structurale

- Infra-rouge à transformée de Fourier (IRTF)
- Spectromètre mécanique dynamique (DMTA)
- Analyseur enthalpique différentiel (DSC)
- Thermobalance (TGA)
- Analyseur d'images
- Rugosimètre
- Fours de calcination sous azote et sous air
- Dispositifs de mesure des propriétés optiques (trouble, clarté, brillance, couleur, peau d'orange ...)
- Perméamètre tous gaz pour films

Microscopie, Mesures sans contact

- Microscopes électroniques à balayage (avec métallisation et environnemental sans métallisation)
- Microscope optique avec platine chauffante, caméra et traitement d'image
- Anémométrie laser
- Vélocimétrie par imagerie de particules (PIV)
- Thermographie infra-rouge (TIR)
- Contrôle ultrasons C-Scan
- Métrologie 3D sans contact

Comportement à l'état solide et à l'état fondu (propriétés thermo-mécaniques et rhéologie)

- Rhéomètre capillaire à filières rondes et plates instrumentées
- Rhéomètre rotationnel
- Rhéomètre PVT
- Extrusiographe instrumenté avec monovis, et baxis
- Dispositif de mesure vidéo du gonflement en sortie de filière d'extrusion
- Buse rhéométrique instrumentée sur unité d'injection

- Equipement de mesure du tenseur de perméabilité de renforts
- Cellule d'analyse des couplages thermo-hydro-mécaniques LCM (Liquid Composite Moulding)
- Dynamomètres pour traction, flexion, compression, cisaillement avec caisson climatique et station cryogénique
- Machines de choc instrumenté (moutons pendules Charpy, Izod, choc-traction, choc multiaxial par chute de masses, traction à grande vitesse)
- Machine de fatigue dynamique, de fluage, de fissuration sous tension
- Duromètres (Shore, Barcol)
- Abrasimètre et dispositif de rayure
- Dispositifs de mesure des coefficients de frottement statique et dynamique
- Equipements de mesure de températures de ramollissement (HDT, Vicat) et de fragilité
- Dilatomètre linéaire informatisé
- Caissons climatiques chaud – froid – humidité, UV, brouillard salin
- Chaîne d'émission acoustique (EA) et d'ultrasons (US)

Moyens d'essais sur pièces industrielles :

- Bancs d'essais universels modulables de pièces industrielles de géométries diverses sous sollicitations statiques et/ou dynamiques en environnement contrôlé
- Machine universelle d'essais instantanés de chargement combiné multiaxial sur tubes
- Ensemble d'équipements hydrauliques et de caissons climatiques pour détermination des lois de comportement de tubes et réservoirs sous pression interne croissante (jusqu'à 2000 bars), cyclique et constante (jusqu'à 450 bars) de -50°C à +160°C

Logiciels de calcul et acquisition de données :

- Logiciels de CAO et de calcul de structure : Abaqus, Catia, Solidworks, Autocad, PAM Shock, PAM Stamp
- Logiciels de simulation des écoulements : Moldflow, CadMould, LIMS, LCMFlot.
- Centrales d'acquisition de données (jusqu'à 200 voies, haute vitesse)
- Oscilloscope numérique
- Enregistreurs multivoies

Moyens extérieurs accessibles ou utilisés régulièrement par la plate-forme :

Moyens d'analyse, d'essai, de calcul et d'expertise des autres départements du Centre Commun ARMINES/Ecole des Mines de Douai (Génie Civil & Environnemental, Chimie & Environnement, Energétique Industrielle, Informatique et Automatique)

Moyens d'analyse et de caractérisation (chimie et comportement à l'état solide) de l'Université Lille 1 - Sciences et Technologies

Dispositions concernant l'hygiène et la sécurité de la plate-forme :

- Fiches de sécurités des matières nécessaires aux travaux
- Encadrement par des permanents du Centre Commun ARMINES/Ecole des Mines de Douai habilités pour le fonctionnement des machines et matériels de mesure
- Consignes de sécurités à respecter affichées pour toutes les machines
- Conditions d'hygiène et de sécurités validées par le CHS/CHSCT de l'établissement

Références industrielles :

- Producteurs : Arkema, BASF (D), DSM (NL), Cray Valley, Chomarat, Limagrain, Menzolit, Nanocyl (B), OCV Reinforcement (ex Saint-Gobain Vetrotex International), Roquette, Saertex (D), Shell (NL) ...
- Transformateurs : Airex (CH), Allevard Rejna Autosuspensions, Bosch (P), CNIM, Dynetek (D), Essilor, Faurecia, FPI (NL), Flexi France, Hutchinson, Inoplast, Jokey, Mannesmann (D), Mécaplast, Plastic Omnium, Rieter, Schneider, Sofab-Rexam, Sotira, Valeo, Vistéon, Vitembal, industriels PME du Club Composites+20 (Carlier Plastiques, Hermex, Zodiac-Aérazur, Stratiforme, TopGlass) ...
- Constructeurs de machines : Arburg (D), Krauss Maffei, Matrasur Composites, Stork (NL) ...
- Donneurs d'ordre : Airbus, Alstom Transport, Anios, Areva, Danone, Dassault Aviation, Décathlon, EADS, EDF, L'Oréal, Renault, PSA, SNCF, SNECMA, RFF, Véolia Environnement ...
- Editeurs de codes : ESI Group ...
- Centre techniques : CETIM, IFTH, PPE, CERTECH (B) ...

Autres compétences :

- Formation continue diplômante à distance (e-learning via internet) ouverte aux techniciens (niveau >bac+2 avec 3 ans d'expérience industrielle) conduisant à l'obtention du diplôme d'ingénieur en 2 ans

- Formation professionnelle intra- ou inter-entreprises, dont stages à la carte bâtis en fonction du besoin avec possibilité de formation sur site industriel (Contact : Dr. Catherine Douchain, Tél : 03 27 71 21 60, douchain@ensm-douai.fr)
- Incubateur technologique APUI pour accompagnement à la création d'entreprises technologiquement innovantes
- Organisation de Journées Techniques spécialisées