

IMP

Press

JOURNAL DE L'IMP



INGENIERIE DES MATERIAUX POLYMERES

Janvier 2023

Numéro 5

L'IMP et la transition énergétique



*L'IMP
vous adresse ses meilleurs
vœux
pour l'année 2023*

Actualités du laboratoire :

- Stockage de l'H₂ et piles à combustible p2
- Batteries Lithium p3
- Wood-Techno p4
- SuperGrid p4
- Extruder sous boîte à gants p5
- Nouvel entrant IMP p5

Retour sur : p6

- MacroSEC
- Inauguration Bioloop
- Fête de la science

A venir : p7

- 11th EPF summer school
« Polymers & ionic liquids »
- EUPOC2023
« Dynamic Polymers Networks »
- Stage GFP
« Polymères sous rayonnement »

Les polymères pour le stockage de l'hydrogène et les piles à combustible

Les étapes de stockage et de conversion pour une énergie propre comme pourrait l'être celle de l'hydrogène font appel aussi à la conception de matériaux polymères innovants, démarche qui a toujours été au cœur des activités de l'IMP. Les mobilités s'appuyant sur l'hydrogène nécessitent **des réservoirs en composite dits de Type IV avec des liners polymères performants**, les plus imperméables à ce gaz particulier qu'est l'hydrogène. Dans l'ANR POLYSTOCK avec AIR LIQUIDE et le CEA DAM de Tours, des liners mis en œuvre par rotomoulage ont été préparés à partir de polyéthylènes haute densité, de polyamide 6, en mélange, nanochargés ou en multi-couches pour répondre aux caractéristiques requises d'imperméabilité à l'hydrogène mais aussi mécaniques (J.F.GERARD, J.DUCHET, E.ESPUCHE). Il a également été montré avec le CEA DAM que des formulations réactives de type polyépoxy, polyester-amide ou polyuréthane pouvaient être rotomoulées pour proposer des liners de hautes performances (J.F.GERARD). Aujourd'hui, dans le cadre du PEPR 'Hydrogène décarboné', l'IMP étudie le comportement mécanique des liners en conditions cycliques sous très forte pression des réservoirs d'hydrogène pour en analyser les phénomènes d'endommagement et ainsi proposer des solutions polymère/procédé innovantes (P.SOTTA, X.MORELLE, J.F.GERARD).



L'ANR FASTCURE, associant l'IMP avec le CEA et la société VITECH Composites quant à elle s'intéresse à l'enveloppe composite époxy-fibres de carbone réalisée par enroulement filamentaire en développant des formulations, désormais brevetées de résines époxy dites 'fast-cure' à partir de l'addition de liquides ioniques afin de réduire de manière importante le temps de cycle de mise en œuvre du réservoir, apportant ainsi une pertinence industrielle à cette filière (S.LIVI, J.F.GERARD, J.DUCHET). L'adhésion fibre de carbone/matrice époxy et vieillissement des matériaux composites sont analysés pour garantir des performances équivalentes, voire supérieures, aux matériaux actuellement utilisés. La problématique liée au transport et à la distribution de l'hydrogène, seul ou en mélange avec le méthane, a été abordée dans le cadre de l'ANR POLYTUBE pour laquelle les compétences du laboratoire ont été mobilisées en termes de formulation de mélanges de polymère, de mise en œuvre de formulations extrudables, en lien avec l'optimisation des propriétés mécaniques et barrière à l'hydrogène (E.ESPUCHE, J.F.GERARD). L'énergie électrique générée à partir **des piles à combustible de type PEMFC** a donné lieu depuis de nombreuses années à d'importants travaux du laboratoire. Si des travaux ont été déployés pour la mise en œuvre **de plaques bipolaires** par injection à partir de formulations réactives therm durcissables à fort taux de charge en graphite pour les rendre conductrices électriquement (J.F.GERARD), c'est sur les membranes de ces piles que l'attention la plus importante a été portée. Les compétences reconnues de l'unité sur l'extrusion réactive couplée à la chimie sol-gel en fondu (ANR PREMHS) ont par exemple permis de proposer une approche originale,

également brevetée, pour la préparation en procédé continu de **membranes PEMFC** présentant grâce à la maîtrise des interfaces silice-matrice polymère fluoré des conductions protoniques intéressantes (V. BOUNOR-LEGARE, J.F.GERARD en coll. avec l'ICGM, ARKEMA et le CEA DAM). Dans l'ANR AMEIRICC (consortium : CEA, Eras Labo, IAM, IMP, LMOPS, LPPI, SPrAM), la synthèse par polycondensation de membranes polyimide, polyéthercétone ou poly(arylène éther cétone) sulfonées a été entreprise et les mécanismes d'hydratation et de perméation à l'hydrogène ont été parfaitement identifiés et maîtrisés (R.MERCIER, C.MARESTIN, E.ESPUCHE). Enfin, l'ANR MAMEIRIP regroupant le CEA, Eras Labo et les laboratoires IMP, LPPI et SPrAM a permis de préparer des réseaux interpénétrés combinant une phase protectrice hydrophobe à la phase hydrophile conductrice protonique (R.MERCIER, C.MARESTIN, E.ESPUCHE, F.GOUANVE) alors que dans l'ANR MULTISTABLE (consortium : SyMMES, CP2M, IMP, LEMTA), les relations structure-morphologie-propriétés de fonction ont été établies pour des membranes hybrides organique/inorganique dont la phase inorganique, formée *in situ* et sans dissolution de la matrice polymère, porte des fonctions sacrificielles (E.ESPUCHE). Le mécanisme de vieillissement des membranes NAFION® et ses conséquences sur les propriétés de transport d'eau et de gaz ont été investiguées dans l'ANR DVDAME regroupant le CEA, ENSAM-LIM, IMP et LACCO (E.ESPUCHE).



Contact : jannick.rumeau@insa-lyon.fr



PEPR
'Hydrogène décarboné'

ANR POLYSTOCK

ANR FASTCURE

ANR POLYTUBE

ANR PREMHS

ANR AMEIRICC

ANR MAMEIRIP

ANR MULTISTABLE

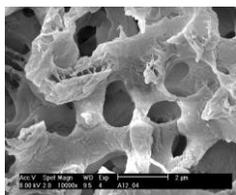
ANR DVDAME

Les polymères pour les batteries Lithium

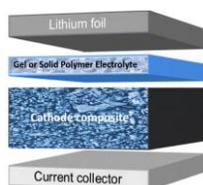
Dans le cadre des activités de son pôle interdisciplinaire DEFI associant diverses compétences de chimie, de physique et en procédés autour des polymères pour le Développement de matériaux à Faible Impact environnemental, l'IMP a une activité spécifique sur l'utilisation des polymères dans les batteries.

Cette activité a pris de l'ampleur au cours des dernières années en particulier dans le contexte de la recherche sur les matériaux pour le stockage d'énergie impulsé par la transition écologique et énergétique, spécifiquement pour la mobilité ou le numérique.

La demande de massification de la production de ces dispositifs conduit à un changement de paradigme sur les méthodes de mise en œuvre de composants des batteries en continu, auquel l'extrusion peut apporter une réponse. Dans cette technique, les polymères amènent leurs propriétés de facilité de mise en forme et peuvent être utilisés comme substrat et surtout comme liant actif. La recherche pour des évolutions vers des alternatives à la technologie déjà ancienne du lithium-ion est aussi dictée par des exigences de sécurité des dispositifs : suppression des dendrites de lithium responsables de courts-circuits, dispositif sans solvants organiques, amélioration de la résistance au feu des composants. Ces améliorations sont critiques dans la perspective de l'utilisation du lithium métallique qui permet d'utiliser tous les avantages de cet élément (électropositivité, haut potentiel, mobilité des ions, stabilité du potentiel, faible densité du métal) et de regagner un facteur dix en capacité par rapport au graphite lithié du lithium-ion.



Structure d'électrolyte gélifié à base de POE et de copolymère de PVDF (après extraction du POE).



Structure et éléments d'une batterie ASSB

Cette recherche a commencé à l'IMP dans les années 2000 avec le développement de nouveaux électrolytes. Les polymères sont rarement des conducteurs intrinsèques et l'amélioration de leur conductivité requiert le dopage par des sels ou des liquides ioniques. Le laboratoire IMP met à profit ses compétences en chimie et physico-chimie pour le développement d'électrolytes gélifiés additivés de liquide ionique avec le CEA dans le cadre d'un projet européen (FP7 MAT4BAT, S.LIVI, S.PRUVOST et J.DUCHET) ou de nouveaux polymères liquides ioniques (PIL) conduisant à des électrolytes réticulés dans le cadre de l'ANR TATABATT (E. DROCKENMÜLLER). La rhéologie de ces électrolytes gélifiés utilisant des polymères liquides ioniques a fait l'objet d'étude en collaboration avec le laboratoire de chimie de l'ENS Lyon (Programme d'avenir Lyon-Saint-Etienne NogePO, J.C. MAJESTE et C.CARROT). La mise en œuvre des électrolytes polymère-gel par extrusion associant polyoxyéthylène, carbonate d'alcènes et sels de lithium, pour la technologie lithium métal polymère (LMP) a fait l'objet du projet ALEP (Accumulateurs Lithium à Electrolyte Polymère, F.PROCHAZKA et C.CARROT), cofinancé par l'ADEME, qui regroupait alors six laboratoires majeurs du domaine (LRCS Amiens, IMN Nantes, LPMC Palaiseau, LPCM Bordeaux, MADIREL Marseille) ainsi que le groupe Bolloré et EDF. Ces travaux de recherches se sont poursuivis en 2015 au sein du projet ALEPH (H pour recyclable par hydrométallurgie, F.PROCHAZKA et M.DESSE) financé par le fond unique interministériel avec comme partenaires Blue Solutions, Armor Group, le LEPMI Grenoble et MATEIS Lyon.

Entre temps, l'IMP, le LEPMI, l'Université d'Upsala, Solvay et Blue Solutions ont travaillé sur de nouveaux électrolytes composites

polymères barrières aux dendrites dans le cadre d'un projet européen, d'un projet ANR et d'un projet région associé (PENLIB : Polymer Electrolytes Nanocomposites for advanced lithium Batteries, M.DESSE). Les matériaux considérés étaient soit chargés de nanocristaux de cellulose ou utilisaient des copolymères de polyoxyéthylène réticulables par des fonctions allyles, sous UV ou thermiquement.

Au-delà de ces systèmes hybrides, les recherches de l'IMP s'orientent aujourd'hui vers les éléments pour la réalisation d'accumulateurs tout solide (ASSB : All Solid State Batteries), par ailleurs compatibles avec les techniques de mise en forme évoquées ci-dessus et avec la recyclabilité d'un maximum de composants. Les verrous scientifiques concernent tous les éléments des accumulateurs.

Les associations des polymères avec des sels de lithium et plus récemment avec des céramiques super conductrices de type LISICON (Lithium Super Ionic Conductor) font appel aux connaissances et compétences de l'IMP en formulation des polymères chargés et des composites, en rhéologie et en physico-chimie des polymères, en particulier concernant les mécanismes de percolation ionique et mécanique, qui dictent à la fois la mobilité moléculaire et ionique.

Il en va de même pour les formulations d'électrodes positives où se combinent des propriétés fonctionnelles (transport ionique, conduction ionique et électronique) et les problématiques de mise en forme de systèmes contenant de très fortes concentrations de solides inorganiques. Ces derniers sont des oxydes de métaux de transition associés à des conducteurs électroniques incorporés au liant polymère, lui-même conducteur ionique grâce à un dopage avec des sels de lithium. L'IMP est aussi partenaire du PEPR (programmes et équipements prioritaires de recherche) LIMASSE (LIMetal Solid State batteries) regroupant les acteurs de la recherche française dans le domaine et le CEA en particulier autour des technologies lithium/soufre (C.CARROT et M. DESSE).



Extrusion d'électrode positive sans solvant



Extrusion d'électrolyte polymère gélifié

Les études de stabilité des polymères, des effets de structure et de morphologie à toutes les échelles, de la rhéologie complexe de ces systèmes associées à des procédés de mise en œuvre de l'échelle de la synthèse (quelques grammes en micro-extrudeuses bivis jusqu'à quelques centaines de grammes en extrudeuses de laboratoire ou pilotes) parfois dans des conditions spécifiques (sous boîte à gants dans le premier cas) sont réalisées dans un objectif de compréhension des propriétés électrochimiques associées.

L'IMP dispose de moyens propres de mesure en spectroscopie d'impédance électrochimique. Pour l'étude des propriétés électrochimiques avec des instrumentations spécifiques au domaine des batteries (tests de cyclage ou de stabilité électrochimique), le laboratoire a développé des collaborations avec, entre autres, le LEPMI Grenoble.

Contact : carrot@univ-st-etienne.fr

Startup Wood-Techno

La startup WoodTechno a été créée fin 2021 autour d'un procédé innovant de fabrication de granulés de bois de haute performance énergétique. Cette innovation, issue du laboratoire IMP, utilise la technologie d'extrusion bivis, pour valoriser les co-produits du sciage (sciure, copeaux, plaquettes) de toutes les essences de bois, feuillus ou résineux, en granulés pour le chauffage. Permettant aux scieries de maintenir une logique de production locale, près des forêts et des consommateurs, WoodTechno est ancrée dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, où elle prévoit d'installer prochainement son pilote industriel.



WoodTechno est née de la rencontre entre José Brunet, professionnel de la filière bois, et Frédéric Becquart, chercheur sur le site stéphanois du laboratoire IMP, et de l'idée d'optimiser le processus de fabrication actuelle des granulés bois très énergivore. Les recherches menées par Frédéric Becquart, Fetah Ghriga et Christian Carrot au sein de l'IMP ont abouti à un procédé de fabrication de granulés de bois, original, modulaire, robuste et économique en rupture avec l'existant. Cette innovation brevetée peut être utilisée pour toutes les essences de bois, résineux, feuillus ou en mélange, alors que les solutions actuelles sont souvent limitées aux résineux. La production par extrusion bivis de ces granulés de bois consomme moins d'énergie, et ils sont conformes aux normes EN+, DIN+ ..., avec un meilleur pouvoir calorifique. Le procédé permet également de réduire les étapes de fabrication et la taille des installations industrielles pour les scieries. Le coût de revient compétitif facilite ainsi leur accès au marché des granulés de bois.

La Société d'accélération de transfert de technologie (SATT) PULSALYS a soutenu cette innovation dans son développement (Appel à projets Tech4Earth, 2019) en apportant soutien financier et humain, par l'achat d'équipements et l'embauche d'un post-doctorant pour 18 mois, au sein du laboratoire, pour développer le procédé et arriver à une preuve de concept.

La création de la startup a aussi été rendue possible grâce au soutien de PULSALYS par un programme d'incubation et l'aide à la recherche de différents financements (bourse French Tech, concours i-Lab, financement R&D Booster). Ainsi, issue d'une innovation au sein du laboratoire IMP situé sur les sites de Lyon et Saint-Etienne, incubée dans l'agglomération lyonnaise, avec un pilote semi-industriel installé à Saint-Etienne en 2023 puis un démonstrateur dans le Cantal en 2024, la startup WoodTechno est un projet ancré en région Auvergne-Rhône-Alpes (AURA). La région AURA, troisième région forestière de France, soutient le projet au travers d'un financement FEDER.

Avec les hausses de tarif des énergies, le marché des granulés bois est en croissance (10% par an dans le monde), porté en France par une hausse de 50% dans la vente de poêles à granulés et de chaudières. La consommation de granulés de bois est de plus d'un million de tonnes par an en France et de 30 millions de tonnes en Europe pour une production de 23 millions de tonnes. Si WoodTechno souhaite créer un modèle économique près des territoires garantissant un approvisionnement en circuit court pour le consommateur final, elle ambitionne aussi de proposer son procédé breveté, au niveau national, européen puis mondial. Dans ce contexte, la startup embauchera une nouvelle personne en 2022 puis quatre en 2023.

Contact : becquart@univ-st-etienne.fr

Réseaux électriques du futur

« Une collaboration fructueuse IMP/SuperGrid Institute »



Depuis 2013, l'IMP collabore avec l'Institut pour la transition énergétique (ITE) SuperGrid pour développer des matériaux pour les réseaux électriques du futur permettant notamment d'intégrer les énergies renouvelables dont les sites de production peuvent être éloignés des lieux de consommation de l'énergie électrique. Ces recherches ont amené à explorer deux axes majeurs :

Des matériaux isolants électriques et conducteurs thermiques pour limiter l'augmentation de leur température par effet Joule pendant leur fonctionnement.

Des matériaux isolants électriques pour câbles et accessoires HVDC pour les réseaux hautes tensions sous courant continu.

Ces thématiques correspondent à une approche souvent développée à l'IMP avec l'établissement de relations structure-propriétés physiques des matériaux. Les pièces d'isolation électrique pouvant être massives, le choix de formulations nécessite de contrôler depuis la mise en œuvre du matériau avec l'introduction de charges organiques ou inorganiques jusqu'aux propriétés thermiques, mécaniques et électriques des composites obtenus. En fonction du type de sollicitation (AC ou DC) et de son niveau, le meilleur matériau n'est pas forcément celui présentant la conductivité électrique la plus faible. Ainsi, des recherches ont été menées en utilisant des liquides ioniques. Associés à des charges ayant une bonne conductivité thermique, des formulations répondant au cahier des charges ont pu être testées à l'échelle 1. Ces études ont abouti à des communications et à la publication de deux brevets. A l'avenir, la fiabilité des systèmes exigée est très importante menant à des durées de vies supérieures à 30 ans. En ce sens, des études de vieillissement (thermique mais aussi électriques) sont envisagées pour poursuivre cette collaboration.

Contact : sebastien.pruvost@insa-lyon.fr

Extruder sous boîte à gants

Le laboratoire IMP développe des activités autour des batteries intégrant des matériaux polymères et les procédés de mise en forme d'électrodes, plus spécifiquement l'extrusion. Les formulations utilisées requièrent l'utilisation et la manipulation de composés lithiés hygroscopiques, comme des sels de lithium ou des polyéthers ou polyesters, ou réactifs avec l'oxygène, dans le cas des céramiques et des oxydes. Dans les deux cas, les propriétés fonctionnelles essentielles, en particulier la conductivité ionique, sont profondément modifiées en présence d'humidité et peuvent induire des biais dans les interprétations des résultats.

Les électro-chimistes réalisent depuis très longtemps les montages de dispositifs en atmosphère contrôlée, comme la réalisation de pile-boutons en boîte à gants, mais l'utilisation de procédés de mise en oeuvre en atmosphère contrôlée n'a que peu été utilisée dans des laboratoires académiques en dehors des installations industrielles dédiées (Bluesolution, HydroQuebec).



Depuis 2020, le laboratoire a mis en service une micro-extrudeuse sous boîte à gants pour la réalisation de mélanges polymères, sels ou céramiques, en atmosphère contrôlée.



La machine est une extrudeuse corotative conique non modulaire de petites dimensions (Thermo Scientific HAAKE MiniLab) pour réaliser des mélanges en batchs de 7cm³ mis en forme sous forme de joncs ou de bandes. L'appareil intègre un système de recirculation pour réaliser des cycles successifs ou de dérivation vers une filière rectangulaire pour la mise en forme finale. La boîte à gants Jacomex fonctionne en atmosphère d'azote et est équipée d'une mesure d'humidité et de taux d'oxygène, elle permet de travailler avec des concentrations d'eau de 20 ppm.

Contacts :

carrot@univ-st-etienne.fr

melinda.desse@univ-st-etienne.fr

Nouvel entrant à l'IMP : Sylvestre Njakou-Djomo – CPJ – INSA Lyon

Sylvestre Njakou-Djomo is currently a junior professor (tenure track) at the Institute of Material Polymers at INSA-Lyon. He holds a PhD in environmental engineering and he has strong expertise in system analyses. He has carried-out a number of life cycle assessment (LCA) and techno-economic (TEA), and energy analyses of bioenergy systems (e.g. Biohydrogen, Bioethanol, bioelectricity), renewable energy systems (photovoltaic systems), food and biorefining systems. He has developed method to handle the multifunctionality problem in the LCA of biorefinery systems, and has also contributed to the understanding of climate impacts of forest management systems. He has also worked on quantifying the economic and environmental impacts of smart grid systems as well as logistics impacts of bioresources from marginal lands. In addition to his research, SND has also taught a number of courses (incl. LCA, energy crops, biomass resources, biomass and bioenergy global resources, renewable energy, and ecodesign courses) at several institutions in France (AgroParistech, MinesParistech, Polytech, Uniliasalle) in France and Europe (Aahrus University, Antwerp University, Hasselt University,

Riga Technical University). His current research deals with developing economically viable value chains for the end-of-life of polymers. This work involves combining scientific excellence and innovation in order to meet societal challenges. To this end, he works in close collaboration with the Bioloop CNRS team gathering Gredeg Laboratory, Triangle and IMP to remove the scientific economic, technical and societal barriers limiting the dissemination of innovations on a larger scale and the massive recycling of end-of-life polymers, leading jointly to the induced reduction of environmental impacts (especially those related to energy and greenhouse gas emissions).

Contact : sylvestre.njakou-djomo@insa-lyon.fr



Retour sur... les événements IMP

2^{ème} édition journée MacroSEC : un succès renouvelé



La plateforme lyonnaise de chromatographie liquide des polymères a organisé, le 6 octobre 2022, une deuxième journée dédiée à la chromatographie d'exclusion stérique et ses applications.

Cette manifestation scientifique a de nouveau permis de rassembler un grand nombre d'académiques et d'industriels autour de cette caractérisation des polymères synthétiques et naturels.

Cette journée a rencontré un réel succès grâce à la qualité des présentations des treize conférencier/e/s qui ont abordé différents sujets, tant au niveau théorique qu'appliqué.

La présence de plus de cent vingt participant/e/s et le soutien financier des partenaires ont largement contribué à la réussite de cet événement.

Cette journée a été suivie le 7 octobre 2022 par une formation sur la technique de chromatographie d'exclusion stérique et ses principaux détecteurs à destination des doctorant/e/s de différentes écoles doctorales qui ont apporté leur soutien à MacroSEC2022.

Contact : imp.chrom@services.cnrs.fr

Inauguration PRIME BILOOP : Laboratoire De Nouveaux Polymères BIOSourcés pour une Economie Circulaire



<https://miti.cnrs.fr/prime/biloop/>

Ce 14 Novembre avait lieu l'inauguration du PRIME BILOOP, projet interdisciplinaire financé par le CNRS (INSHS et INC Institut de la Chimie) qui vise notamment à identifier les barrières potentielles au transfert industriel de résultats de recherche scientifique dans le domaine des matériaux polymères biosourcés et à étudier les conditions de diffusion de ces innovations dans les business models des entreprises de la filière plasturgie, en considérant les effets environnementaux de ces évolutions.

L'inauguration qui a réuni personnels de l'IMP et des laboratoires co-porteurs TRIANGLE, UMR 5206 et GREDEG, UMR 7321, a été l'occasion de réaffirmer le soutien et l'intérêt des tutelles CNRS et INSA ainsi que ceux des directions des trois laboratoires partenaires. Le programme scientifique réunissant chercheurs, représentantes de CITEO, MATERI ACT (FORVIA), Record, Suez, a permis de présenter les premiers résultats du PRIME, suivis de communications en sciences des matériaux et socio-économiques, suscitant de nombreux échanges.

Contact : valerie.massardier-nageotte@insa-lyon.fr

Fête de la science 2022

BIBLIOTHÈQUE | VILLE DE LYON
MUNICIPALE DE LYON

Bibliothèque
du 5^e Point du Jour

L'agriculture au
défi du changement
climatique

Le 13 octobre, de 18h30 à 20h00



Découvrons comment agriculteurs et chercheurs de notre région travaillent sur les céréales de demain.
Par Marie-Thérèse Charreyre, chercheuse au CNRS.
Sur inscription.



Le changement climatique a de nombreux impacts en agriculture, parmi lesquels l'interrogation sur le choix des espèces et variétés dont la culture sera adaptée aux évolutions du climat selon la zone géographique. Ainsi, à travers l'exemple d'un projet de recherche sur les céréales (thèse de Sofia Correa, co-dirigée par O. Hamant (INRAe) et M.T. Charreyre), M.T. Charreyre a présenté leurs questionnements sur la biodiversité cultivée en région lyonnaise (aujourd'hui et surtout pour les années à venir), en partenariat avec un conservatoire de semences (le CRBA, Centre de Ressources de Botanique Appliquée). Un des objectifs de cette thèse est d'évaluer les propriétés agronomiques et nutritionnelles d'une quarantaine de variétés d'engrain, d'amidonnié, de grand épeautre et de blé tendre. Cette évaluation a lieu au CRBA et dans 6 fermes de paysans-boulangers partenaires, localisées dans différents micro-climats/terroirs autour de Lyon, afin de valoriser les variétés plus particulièrement adaptées à tel ou tel terroir, compte tenu des changements climatiques en cours.

Contact : marie-therese.charreyre@univ-lyon1.fr

A venir ...

02-05 mai 2023

11th EPF Summer School « POLYMERS & IONIC LIQUIDS »

Bertinoro, Italie

<https://www.aim.it/epfschool2023>

14-18 mai 2023

EUPOC2023 « Dynamic Polymer Networks »

Bertinoro, Italie

<https://www.aim.it/eupoc2023>

05-07 juin 2023

Stage pédagogique « Polymères sous rayonnement »

Château de Bouthéon. 42160 Andrézieux-Bouthéon

<https://stage-gfp2023.sciencesconf.org/>



IMP/UMR5223

Adresses postales:

● *Site INSA: Bâtiment Jules Verne*

17, avenue Jean Capelle

69621 Villeurbanne Cedex

● *Site UCB LYON 1: Bâtiment POLYTECH*

15, Boulevard André Latarjet

69622 Villeurbanne Cedex

● *Site UJM: Faculté des Sciences et Techniques*

Campus Métare

23, rue du Dr Paul Michelon

42023 St Etienne

Dir. de Publication:

Pr. Jannick Duchet-Rumeau,

Directrice de l'UMR5223

Coordination et réalisation:

Cellule communication de l'IMP

Site Internet :

<http://www.imp-umr5223.fr/>



@imp5223

Contact:

imp.comm@services.cnrs.fr