



INSTITUT
PASCAL
sciences de l'ingénierie et des systèmes



IP News 2

La lettre d'information de l'Institut Pascal • Numéro 2 • Parution trimestrielle, décembre 2016

L'Institut Pascal prêt pour 2017,

Les premier et deuxième numéros de IP News témoignent d'une année 2016 bien remplie. Les activités de l'Institut ont rayonné régionalement, nationalement et internationalement, mettant à l'honneur nos compétences, notre contribution à la recherche et au développement technologique.

Durant l'année écoulée, l'IP s'est aussi préparé aux challenges 2017. Nous allons accueillir le nouveau groupe de recherche TGI (voir ci-dessous) qui renforce le potentiel scientifique de l'IP et augure de belles collaborations interdisciplinaires. Nous devenons laboratoire de l'Université Clermont Auvergne. Issue de la fusion de nos deux universités historiques (Université d'Auvergne et Université Blaise Pascal) et forte de 3 000 personnels de recherche et de plus de 30 000 étudiants, notre nouvelle université nous rassemble pour assurer notre développement. Enfin, l'IP soutient le projet I-Site CAP2025 et espère que les investissements d'avenir permettront à l'ensemble du site clermontois de construire des projets ambitieux et innovants et d'asseoir un futur déjà prometteur.

A tous, nous souhaitons le meilleur pour l'année à venir.

L'équIP

Bienvenue à TGI

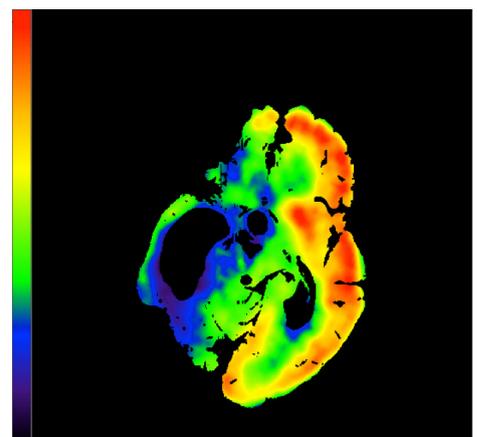
Déjà riche de domaines de recherche porteurs, photonique, mécanique, automatique, bioprocédés, l'Institut Pascal accueille au 1er janvier 2017 un nouvel Axe **Thérapies Guidées par l'Image (TGI)** composé de quatre thèmes :

- **Cardio-Vascular Interventional Therapy and Imaging (CaVITI)** : planification et aide à la réalisation et au suivi des procédures mini-invasives dans les domaines cliniques cardio-vasculaires.

- **Endoscopy and Computer Vision (EnCoV)** : vision par ordinateur en environnement déformable, chirurgie gynécologique, hépatique et endoscopie digestive.

- **Image-Guided Clinical Neuroscience ans Connectomics (IGCNC)** : cartographie cérébrale, connectomique fonctionnelle clinique, études cliniques en neurosciences guidées par l'image.

- **Périnatalité, grossesse, Environnement, PRatiques médicales et Développement (PEGRADE)** : facteurs environnants de la grossesse et de la naissance : technologies médicales et environnement.



Coupe d'un cerveau. Carte d'activation cérébrale observée en tomographie par émissions de positions.

A découvrir bientôt sur : <http://ip.univ-bpclermont.fr/index.php/fr/presentation-tgi>

ECOGRAFI : ECOvalorisation des matériaux GRANulaires et Fibreux

Sofiane AMZIANE*, Pierre BREUL*, César NIYIGENA**, Mathilde VERNAY***

*Prof., Polytech Clermont-Ferrand, IP UMR 6602, Aubière

**Dr. Assistant, Polytech Clermont-Ferrand, IP UMR 6602, Aubière

***PhD, IP UMR 6602, Aubière

1. Présentation du projet

De nombreux domaines industriels utilisent, fabriquent, transforment et transportent des matériaux granulaires ou fibreux (aliments et productions de l'industrie agroalimentaire, granulats et matériaux du génie civil, résidus industriels et déchets, poudres des industries pharmaceutiques). Par ailleurs, ces matériaux sont aussi présents à l'état naturel (sols, bois, végétaux,...). Aujourd'hui dans un contexte de recherche de solutions techniques éco-durables, ces matériaux d'origine naturelle (minéral ou végétal) ou industrielle (produits manufacturés, déchets, etc.) peuvent être valorisés ou optimisés dans le but de préserver des ressources en voie de disparition ou encore polluantes. Encore faut-il connaître leur comportement : stockage, transport, vieillissement, assemblage, résistance, performances mécaniques, thermiques, acoustiques, etc. ECOGRAFI est un plateau technique à vocation recherche dont l'objectif est de permettre de développer des nouveaux matériaux ou des méthodes de caractérisation pour les éco-matériaux ou les matériaux à base de composants granulaires ou fibreux (fig. 1). Il a également vocation à permettre la caractérisation du comportement de ces matériaux notamment pour leur utilisation et leur valorisation dans le domaine de la construction.



Figure 1 : Le végétal sous différentes formes (granulats, fibres, feutre, laine,...).

A terme, l'objectif est d'arriver à développer des techniques de caractérisation ou de nouveaux matériaux pouvant être valorisés et/ou industrialisés, comme cela a déjà été le cas par le passé : création d'entreprises innovantes (Sol Solution), d'outils de caractérisation (Panda et géoendoscope), dépôts de brevets (méthode de contrôle des ANC ou mesure du tassement du ballast ferroviaire), et donner lieu au développement de partenariats et collaborations de recherche avec des partenaires industriels.

Ce plateau a également pour vocation de contribuer à développer la constitution d'une banque de sols et de matériaux granulaires (physique et logique) unique en France et référençant déjà plus de 35 matériaux (fig. 2).

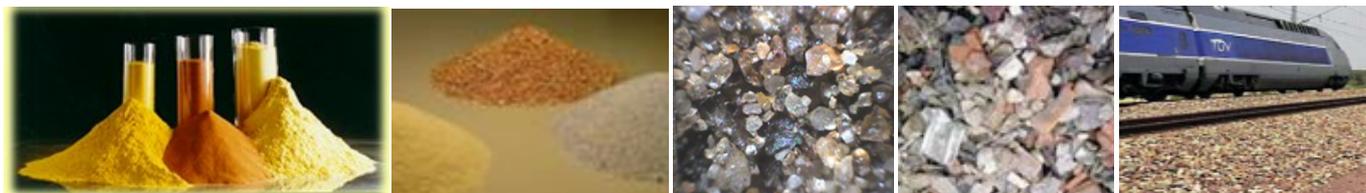


Figure 2 : De la poudre au ballast, un éventail de granulométries.

Le coût global du projet est de 840 000 euros dont une partie bâimentaire (restructuration et transformation de locaux existants) et une partie équipements (triaxial non saturé, boîte de cisaillement grande taille, presse, enceinte climatique, cellule de transfert hygrothermique,...). A l'échelle locale, ce plateau qui se positionne à l'échelle du matériau (caractérisation, identification, instrumentation) est complémentaire de la plateforme MSGC qui travaille à une échelle supérieure (à savoir la structure). Cette dernière pourra donc bénéficier directement des apports et des résultats issus des travaux menés par ECOGRAFI (notamment au niveau des matériaux de remplissage et des matériaux fibreux et bois). D'autre part, la présence de la plateforme Bio'Up au côté d'ECOGRAFI permettra de faire le lien entre les aspects physico-mécaniques des matériaux et les propriétés biochimiques, ce qui concerne plus particulièrement les agro-bétons ou les problèmes d'environnement dans les sols et matériaux granulaires. A l'échelle régionale, ECOGRAFI est ouverte aux autres structures techniques et de recherches telles que l'Irstea, le BRGM, le Laboratoire Magma et Volcans ainsi que les écoles d'architecture. C'est un outil expérimental important pour ces différentes structures et pour initier des travaux ou projets communs. A l'échelle inter-régionale du Massif central, des travaux importants pourront être lancés avec différentes structures travaillant sur des problématiques connexes, notamment la plateforme d'Egletons, le LMGC de Montpellier. Au niveau national, l'ambition du plateau ECOGRAFI est de créer un centre de ressources et un plateau technique de visibilité européenne pour la caractérisation des milieux granulaires et fibreux.

2. De nouveaux équipements expérimentaux

Sur un espace de 400 m², le plateau technique à vocation recherche ECOGRAFI se compose de plusieurs cellules spécialisées à savoir :

- 1 - Banque matériau sol (50 bacs de 0,5 m³ dont 35 sols sont déjà caractérisés).
- 2 - Tests géotechniques comportant des dispositifs nouveaux (fig. 3).
- 3 - Deux salles d'élaboration et de stockage de matériaux (humidité et température contrôlées).
- 4 - Salle de conservation (humidité et température contrôlées).
- 5 - Salle d'observation avec plusieurs équipements de caractérisation thermique (fig. 4).
- 6 - Salle de tests mécaniques (humidité et température contrôlées).

Figure 3 : Machine de cisaillement direct de grande taille pour les matériaux granulaires.

Taille d'échantillon : L x l x H = 60 cm x 60 cm x 40 cm
Efforts max, verticaux et horizontaux : 200 kN
(équivalent à 550 kPa de contrainte normale ou de cisaillement°
Vitesse de cisaillement : 3 mm / min jusqu'à 15 mm / min

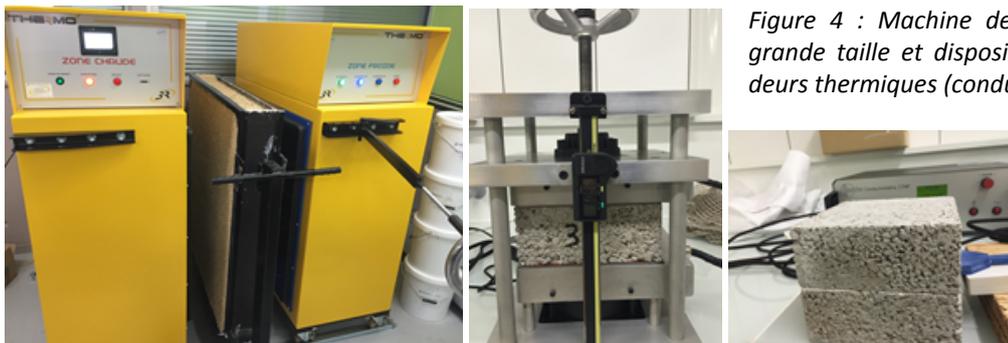
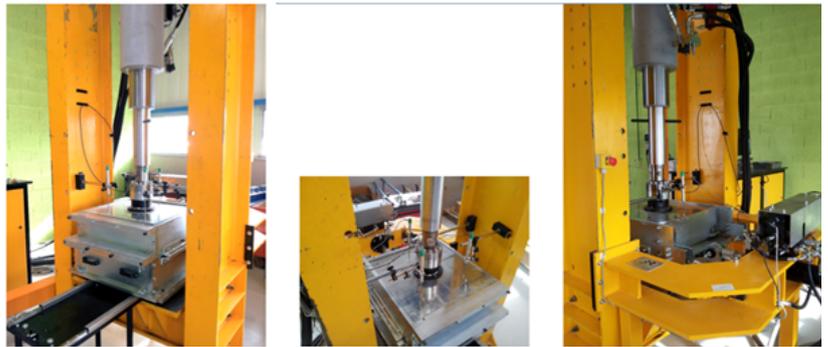


Figure 4 : Machine de transfert hygro-thermique de grande taille et dispositifs de caractérisation des grandeurs thermiques (conductivité, diffusivité et effusivité).

3. Etudes scientifiques développées grâce au plateau ECOGRAFI : deux exemples

3.1 Valorisation du chanvre d'Auvergne pour la construction écologique

Le béton de chanvre est un matériau composé essentiellement de la chènevotte et de liant mélangé à de l'eau avec éventuellement des adjuvants. Il est considéré comme un éco-matériau de construction en raison de ses atouts environnementaux : faible dépense énergétique lors de sa production (liée au bon rendement des cultures avec peu d'utilisation d'intrants), bilan CO₂ favorable, peu ou pas de problème de gestion de fin de vie, même mélangé à de la chaux.

Comme pour tout produit agricole, la qualité du chanvre Auvergne est sensible au terrain de production (perméabilité du sol, minéralité,...), au climat (pluviométrie, température) et au parcours agricole. La variabilité de ces paramètres se traduit par l'irrégularité de la matière végétale produite. Et par conséquent ceci peut constituer un frein pour le développement de la filière chanvre en Auvergne. En conséquence, une étude a été menée avec l'objectif d'évaluer l'impact de cette variabilité du chanvre sur les performances du béton fabriqué. Cette étude a été abordée en passant par deux étapes principales : (1) la caractérisation des granulats de chanvre et (2) celle des propriétés du matériau béton de chanvre. L'analyse des résultats met en évidence la variabilité importante entre les différents chanvres et souligne l'intérêt de conduire les essais sur le béton fabriqué à partir de ces derniers.

Afin de mettre en évidence l'effet du granulat de chanvre, une seule formulation a été utilisée pour fabriquer les éprouvettes de l'étude. A chaque fois, nous changeons seulement le granulat de chanvre (neuf types) et nous maintenons constants les autres paramètres de l'étude (formulation, protocole de fabrication, conditions de séchage des éprouvettes, protocoles d'essai, etc.). Sur ces bases, nous avons constaté une résistance à la compression variant de 0,1 à 1 MPa, ce qui met en évidence l'impact significatif du granulat sur le béton de chanvre (fig. 5).

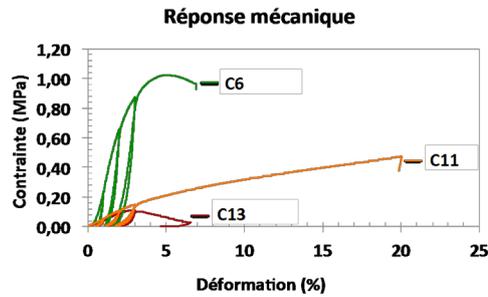


Figure 5 : Fabrication du béton à l'aide d'un malaxeur adapté au béton végétal et réponse mécanique des bétons selon la granulométrie du végétal (ici seule la taille des granulats est changée alors que les autres paramètres de formulation sont gardés constants).

Quel est intérêt pour la région Auvergne ?

La conséquence directe de cette démonstration peut consister en une plus grande viabilité économique de la production/transformation des chanvriers en circuit court en Auvergne. Le gain en cycle de production (temps de transformation, transport,...) peut être significatif dans la mesure où il est possible de tolérer une certaine variabilité des granulats d'Auvergne. Plus précisément, sur la base de notre étude, il est possible d'accroître le potentiel de production végétale (qui est très faible actuellement), donc la construction de maisons éco-construites, et de développer la filière chanvre Auvergne au sens large.

3.2 Etude sur l'influence du degré de saturation sur le comportement des sols à la liquéfaction

La résistance d'un sol est due aux contacts entre ses grains. Lors d'un séisme, la sollicitation appliquée au sol est très rapide ; l'eau se trouvant naturellement dans les vides n'a pas le temps d'être drainée hors du massif et elle peut être soumise à une augmentation de pression. Cette augmentation de pression peut avoir pour effet de séparer les grains du sol les uns des autres, et conduire à une perte totale ou partielle de sa résistance. Le sol perd alors toute sa portance et se comporte comme un liquide : c'est la liquéfaction.

On admet habituellement que seuls les sols saturés, c'est à dire un sol dont tous les vides sont remplis que d'un seul fluide (en général l'eau) sont sensibles à la liquéfaction. Or récemment, des chercheurs ont démontré que ce postulat n'était pas entièrement vrai, et que dans certaines conditions, les sols non saturés pouvaient eux aussi liquéfier. Avec les changements climatiques actuels et plus particulièrement le réchauffement, les conditions des sols de surface (jusqu'à une vingtaine de mètres de profondeur) se modifient et leur comportement (donc leur résistance) peut en être affecté. Par ailleurs, les cartographies sismiques ont été actualisées et les zones géographiques, objets d'une vérification du comportement des sols aux séismes et au risque de liquéfaction, ont été étendues. C'est pourquoi, il apparaît aujourd'hui nécessaire de comprendre les mécanismes qui interviennent dans la liquéfaction des sols non saturés. En effet, bien que désormais les risques soient démontrés, les connaissances sur le sujet restent superficielles.

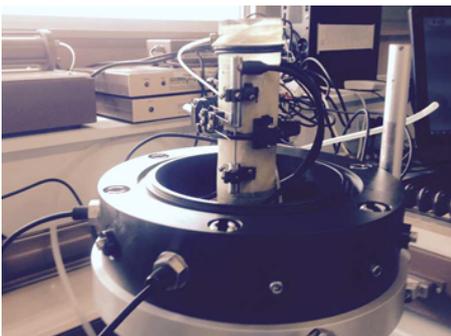


Figure 6 : Préparation d'un échantillon de sol devant être testé avec l'appareil triaxial non saturé, équipé de capteurs de déplacements locaux.

Peut-on établir des seuils critiques afin d'améliorer la gestion des risques ? C'est dans ce contexte que s'inscrit le travail de thèse de Mathilde Vernay sur l'étude de l'influence du degré de saturation d'un sol sur son comportement à la liquéfaction. Les objectifs sont multiples. Quels sont les mécanismes en jeu ? Existe-t-il une relation directe entre degré de saturation et potentiel de liquéfaction ?

Pour répondre à ces questions, un travail expérimental a été entrepris. Un appareil d'essai triaxial fonctionnant en conditions non saturées a été développé et de nombreux essais sont réalisés afin de comparer les différences de comportement entre échantillons totalement saturés et partiellement saturés (fig. 6). Ces résultats devraient nous permettre de mieux comprendre le phénomène de liquéfaction des sols non saturés, afin de mieux protéger la population et le patrimoine de lourds dégâts.

4. Conclusions

En à peine dix huit mois de fonctionnement, ECOGRAFI a permis de réaliser de nombreuses études mettant en oeuvre tout le potentiel des équipement acquis. Des contacts ont été noués avec des partenaires industriels (ALIAPUR, ALKERN, IDHAU, HES, CNR, ADM...) et étrangers (Universités de Sao Polo, de Caroline du Nord, de Los Andes...), ce qui permet d'augurer de projets à rayonnement international.

Références :

- C. Niyigena, Variabilité des performances de bétons de chanvre en fonction des caractéristiques de la chènevotte produite en Auvergne, Thèse soutenue le 3 juin 2016, ED SPI, UBP.
- C. Niyigena, S. Amziane, A. Chateaufort, Variability of the mechanical properties of hemp concrete, (2016) Materials Today Communications 7, 122-133.
- M. Vernay, M. Morvan and P. Breul - Influence of saturation degree and role of suction in unsaturated soils behaviour: application to liquefaction, 3rd European Conference on Unsaturated Soils – "E-UNSAT 2016", Paris.

MOBILITE : Christos Christopoulos, Christophe Fumeaux et Flavio Canavero à l'IP

Dans le cadre des actions de recherche menées au sein du thème **Compatibilité Electromagnétique - CEM de l'Axe PHOTON**, les Professeurs **Christos Christopoulos** (<http://www.nottingham.ac.uk/engineering/people/christos.christopoulos>) de l'Université de Nottingham et **Christophe Fumeaux** (<http://www.adelaide.edu.au/directory/christophe.fumeaux>) de l'Université d'Adélaïde nous ont fait l'honneur de collaborer à l'avancée de travaux de recherche, lors de leur séjour à l'Institut Pascal en tant qu'invités :

- sur l'analyse stochastique des circuits électroniques en Chambre Réverbérantes à Brassages de Modes pour le Prof. Christopoulos, recherches s'inscrivant dans le Défi 1 du LabEx IMobS3 ;
- sur l'étude probabiliste de systèmes antennaires pour le Prof. Fumeaux qui a accueilli durant deux mois l'un de nos doctorants, cette collaboration ayant donné lieu à la publication d'un article paru dans les IEEE Transactions on Antennas & Propagation.

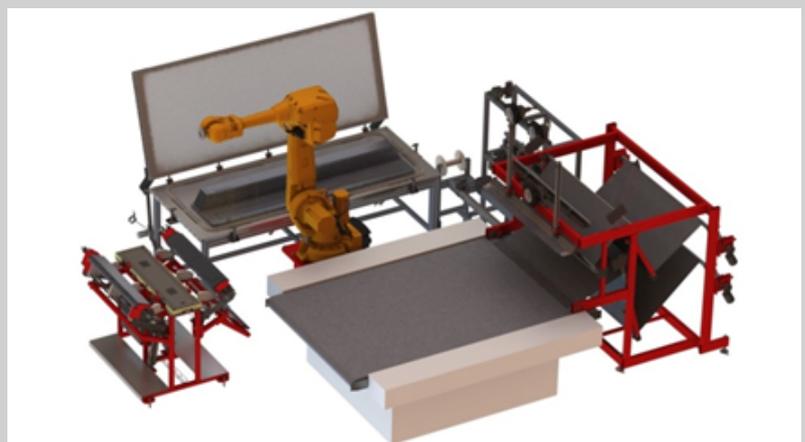


Notons également la participation du Professeur **Flavio Canavero** (<http://www.emc.polito.it/staff/personal.asp?dir=canavero>) de l'Ecole Polytechnique de Turin aux événements organisés par l'équipe **CEM**, et notamment au workshop UMEMA (Uncertainty Modeling for Electromagnetic Applications) dont la 1ère édition s'est tenue à Clermont-Ferrand. Le Prof. Canavero, directeur de l'Ecole Doctorale de Politecnico di Torino, est membre du Conseil de l'Ecole Doctorale des Sciences Pour l'Ingénieur de l'Université Blaise Pascal.

INNOVATION : ISPR récompensé

Deux prix internationaux, fruits de la collaboration entre l'Institut Pascal et la société Techni-Module Engineering

Créée en décembre 1986, Techni-Module Engineering (<http://www.tme-composites.com/>) est une entreprise locale spécialisée dans la conception et la réalisation de solutions innovantes, robotiques ou automatiques, adaptées à divers procédés, pour la fabrication de pièces composites. Cette société a fait appel aux compétences de l'**Axe ISPR** de l'Institut Pascal en vision industrielle dans le cadre du développement d'une cellule robotisée dont le but est d'automatiser le drapage à la main.



Cellule robotique.

Cette opération consiste à draper les couches de tissus secs ou les plis pré-imprégnés manuellement sur un outil pour constituer la préforme d'une pièce telle qu'un siège d'hélicoptère. L'Institut Pascal a fourni un programme de contrôle de l'orientation des fibres lors de l'opération de drapage. Cette réalisation a gagné les **JEC Asia Awards 2016** en Asie (salon mondial sur les matériaux composites, Singapour), ainsi que les **ACE Awards 2016** aux Etats Unis (Annual Creativity in Electronics, San José).

PARTENARIATS : ISPR DREAM en image

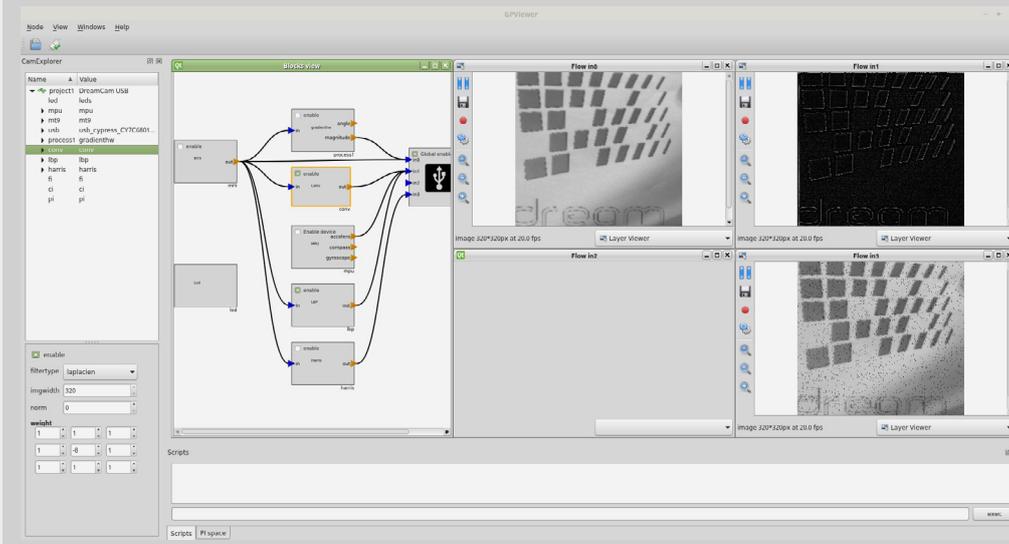
GPStudio FPGA est une chaîne d'outils d'aide au développement sur systèmes embarqués à base de processeurs configurables matériellement (FPGAs).

L'intégration de modules de traitement (DSP et image processing) dans ce type de dispositifs est souvent considérée, à raison, comme complexe et fastidieuse.

En effet, hormis les blocs de traitement à proprement parlé, il est nécessaire de créer un environnement de contrôle et d'interfaçage (glue logique) afin d'assurer le fonctionnement des blocs dans le système embarqué. GPStudio FPGA permet la génération automatique de cet environnement et associe à cela de puissants outils tels que la génération automatique de GUI, une aide au débogage dans une approche « Hardware In the Loop » ou encore une riche bibliothèque de modules de traitements.

A l'heure actuelle, GPStudio FPGA est utilisé par différents laboratoires internationaux pour prototyper des applications de traitement d'images sur smart cameras.

GPStudio FPGA est disponible en open source sous licence GPL : <http://gpstudio.univ-bpclermont.fr>



GPStudio FPGA a été développé par Sébastien CAUX (thème DREAM - Axe ISPR).

MON PROGRAMME A L'IP : Polysaccharides et microalgues (GePEB)

Le projet **ANR PRCE POLYSALGUE N°15-CE21-0013-01**, labellisé par les pôles de compétitivité Valorial et Mer Bretagne Atlantique, a pour objectif l'exploration de la diversité des microalgues (micro-organismes unicellulaires photosynthétiques) pour la recherche et l'exploitation commerciale de nouveaux polysaccharides.

Ces polymères de sucres sont actuellement produits à partir de bactéries, de plantes terrestres ou de macroalgues. **POLYSALGUE** est un projet de recherche interdisciplinaire (IP, GEPEA, LIENSs, LPBS, AST et SBR) avec des approches de biochimie, physico-chimie, génie des procédés et microbiologie. Il doit conduire à terme à l'augmentation des connaissances sur le potentiel de production de polysaccharides de structures originales par des microalgues de milieux marins à l'aide de photobioréacteurs et du démonstrateur industriel ALGOSOLIS.

Les applications envisagées concernent le développement d'hydrocolloïdes et d'actifs biologiques. Les impacts économiques et environnementaux seront également évalués.



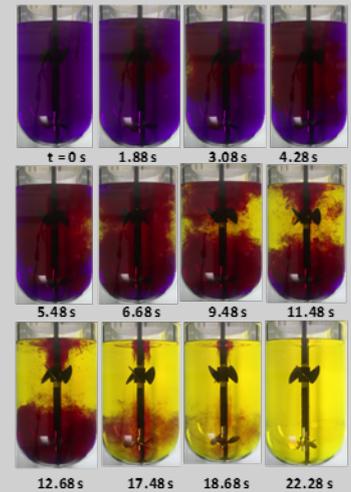
Culture d'une microalgue productrice d'exopolysaccharides en photobioréacteur.

Coordinateur du projet : Philippe MICHAUD.

http://www.agence-nationale-recherche.fr/projet-anr/?tx_lwmsuivibilan_pi2%5BCODE%5D=ANR-15-CE21-0013

Le biohydrogène (bioH₂) produit à partir de déchets lignocellulosiques (ex. : la paille) est une énergie dite verte. Dans ma thèse, je propose de développer une technologie innovante de fermenteur anaérobie mécaniquement agité, couplé à une membrane immergée dans une boucle externe avec recirculation forcée (BAMIE). L'objectif est de montrer la faisabilité de ce procédé, d'optimiser les mobiles d'agitation et les conditions d'opération du bioréacteur en se focalisant sur les facteurs abiotiques.

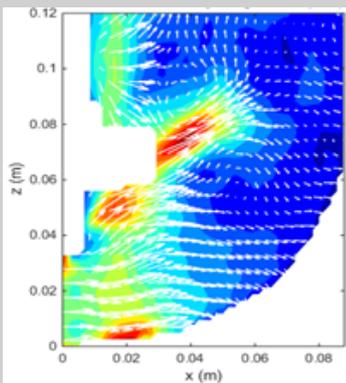
Un bon mélange est nécessaire pour assurer un bon transfert de matière gaz-liquide dans ce procédé qui met en contact une phase liquide enrichie en substrats solubles et en acides gras volatils (AGV), une suspension de matières insolubles et une phase gaz riche en BioH₂. Toutefois, l'agitation ne doit pas perturber les processus biologiques et surtout consommer très peu d'énergie.



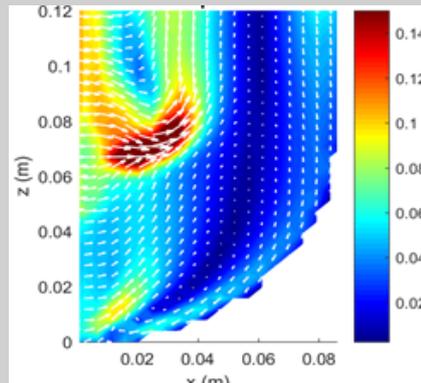
Technique de décoloration chimique pour 100 trs/min.

Une approche multi-échelles a été développée pour étudier l'hydrodynamique locale (turbulente), la mise en suspension de la paille et la déformation de la surface libre par :

- simulation numérique (CFD),
- caractérisations expérimentales (PIV - vélocimétrie par images de particules ou PLIF - fluorescence induite par nappe laser).



Mesures expérimentales



Simulations numériques

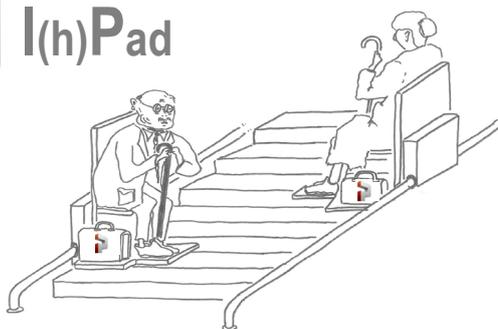
Comparaison entre la technique PIV (gauche) et la modélisation par CFD (droite) pour 100 trs/min.

Thèse réalisée sous la direction de Christophe VIAL et Jean-Pierre FONTAINE.

Financement : LabEx IMobS3 (programme AGVFuel), PEPS CNRS et Région Auvergne.



Gel des postes, retraite à 70 ans... l'IP en 2035



Action interdisciplinaire prioritaire GePEB (alimentation autonome - bioénergie)/
ISPR (commande)/MMS (mécanique)/PHOTON (capteurs photoniques)/
TGI (contrôle neurologique homme-machine) :
le monte-escalier automatisé.

L'IP, c'est aussi des hobbies et des talents méconnus. Faites-nous partager vos envies dans les prochains numéros : dessins, annonces, lectures...

Auteurs : collectif IP

Les énigmes du professeur Richetin

(1) Soient : (C) un cercle de rayon r , la tangente (D) à ce cercle en un point A, et un point B de (D) situé à la distance a de A. Déterminer « à la règle et au compas » le centre O' du cercle (C') tangent à (C) et à (D) en B. En déduire le rayon r' de (C').

(2) Le 14 octobre 1066 s'est déroulée la fameuse bataille d'Hastings entre les Saxons, commandés par Harold, roi d'Angleterre (né vers 1022-mort à Hastings) et les Normands, commandés par Guillaume le Conquérant (né vers 1027-1087). Les hommes de Harold se tenaient ensemble, quelques milliers au total selon les historiens actuels, et formaient 8 carrés. Dans chaque carré, ils étaient également nombreux. Quand Harold décida de se lancer dans la mêlée, les Saxons formèrent un seul et puissant carré.

Les auteurs contemporains s'accordent à dire que les Saxons combattirent effectivement dans cette formation. Dans le Carmen de Hastingae Proelio, poème attribué à Guy de Ponthieu (né vers 1014-1074 ou 1075), évêque d'Amiens, on lit : « Les Saxons se tinrent fermes en dense masse ». Henri de Huntingdon (né vers 1088-1160) parle de « ce carré, tel une forteresse imprenable aux Normands ».

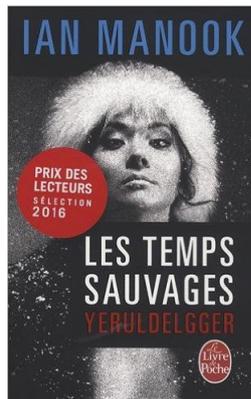
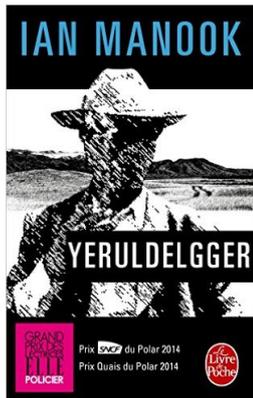
Mais combien donc pouvaient être ces Saxons ?

Suggestion : on cherchera une relation de récurrence linéaire donnant toutes les solutions à partir d'une solution initiale et on remarquera ensuite que $8=3^2-1=K^2-1$.

(3) Combien de triplets (p,q,r) de nombres premiers satisfont l'équation : $p+q^2+r^3=200$?

Réponse sur <http://www.ip.univ-bpclermont.fr/index.php/fr/newsletter>

Ce n'est pas de la science..., mais c'est pas mal quand même !

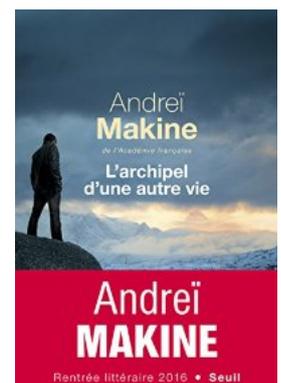


Et si on partait en Mongolie ?

Evasion lecture pour les vacances de Noël : **Yeruldelgger** (le tome 1*) et **Les temps sauvages** (le tome 2*) de **Ian Manook**, sont deux turn-page books comme on dit, qui nous plongent dans une prose easy-reading mais de bonne facture dans une enquête à ramifications en Mongolie. On y voit les paysages, on y hume les odeurs, on s'y repaît des saveurs, on y crime, on y aime, on s'y bat martial, on y philosophe chamanique. Les personnages sont hauts en couleur, aussi bien pour les garçons que pour les filles, attention, voilà des fortes en caractère.

Toujours pour les vastes territoires, ceux de la taïga de la Russie orientale, le dernier **Andreï Makine**, **L'archipel d'une autre vie**. Mais là, c'est du haut de gamme littéraire : on dévore l'écriture savamment léchée de cet auteur né en Russie, académicien, dont on conseille aussi son bouleversant **Requiem pour l'Est***.

* Disponible en poche.



Mais qui a dit ça ?

« Lire, c'est voyager ; voyager, c'est lire. »

« Plus le champ de la pensée s'élargit, plus la patience et la tolérance augmentent. »

Réponse sur <http://www.ip.univ-bpclermont.fr/index.php/fr/newsletter>