

---

## CONFÉRENCE DE PRESSE

Présentation des lauréats des Prix Internationaux  
Théophile Legrand de l'Innovation Textile 2009 et 2010

et lancement de l'édition 2011 de ce prix

en présence de

**Gabriel de BROGLIE**

Chancelier de l'Institut de France

Président de la Fondation Théophile Legrand – Institut de France

**Christian CAMBIER**

Fondateur de la Fondation Théophile Legrand – Institut de France

le lundi 21 mars 2011 à 11h30

à l'Institut de France

23 quai de Conti 75006 Paris

---

**La Fondation Théophile Legrand – Institut de France**, créée en 2007 à l'initiative de **Christian Cambier** et présidée par le chancelier de l'Institut de France, **Gabriel de Broglie**, lance ce lundi 21 mars le **Prix International Théophile Legrand de l'Innovation Textile 2011**.

Il s'agit du prix international de soutien à la recherche le plus important dans le domaine de l'innovation textile. D'une somme totale de 18 000 euros ce prix récompensera deux chercheurs (10 000 € pour le premier et 8 000 € pour le second) qui auront inventé une nouvelle fibre textile originale ou de nouveaux procédés novateurs de production industrielle textile. Il sera remis par Christian Cambier, descendant de Théophile Legrand (1799-1877), le fondateur de l'industrie lainière en France.

*Les dossiers de candidatures peuvent être déposés jusqu'au 31 juillet 2011.*

*La remise des prix aura lieu*

*le samedi 1<sup>er</sup> octobre 2011 à 16h30, à l'auditorium du Bol Vert à Trélon (59).*

---

**Pour toutes informations :**

**Camille Bouvier** : Service communication de l'Institut de France : 01 44 41 43 40 /  
[com@institut-de-france.fr](mailto:com@institut-de-france.fr)

**Paul Schuler** : Coordinateur du Prix 2011 : 03 27 60 88 22 / 06 62 85 60 11 /  
[theophile-legrand@hotmail.fr](mailto:theophile-legrand@hotmail.fr) / [p.schuler@ecomusee-avesnois.fr](mailto:p.schuler@ecomusee-avesnois.fr) / [pschuler@netcourrier.com](mailto:pschuler@netcourrier.com)

# LE PRIX INTERNATIONAL THEOPHILE LEGRAND DE L'INNOVATION TEXTILE

---

À l'initiative de la Fondation Théophile Legrand - Institut de France, créée en 2007 par Christian Cambier, descendant direct de celui qui est considéré comme étant le père de l'industrie lainière du Nord, deux Prix de l'innovation textile sont décernés chaque année pour récompenser deux chercheurs ou étudiants pour la création originale d'une matière, d'une fibre ou d'un nouveau procédé de production industrielle textile.

Il s'agit d'un concours international, ouvert à tous les chercheurs, les doctorants et les étudiants de niveau Master. Son but est de favoriser l'innovation textile, la recherche, l'émulation et l'imagination en mettant en lumière la création technique ou industrielle.

## Pourquoi un Prix Théophile Legrand ?



Ce Prix de l'innovation textile porte le nom de Théophile Legrand, un capitaine d'industrie du Nord de la France. Précurseur et novateur, installé à Fourmies, Théophile Legrand est notamment reconnu pour avoir industrialisé les filatures, en installant les premières machines à vapeur en France, puis en créant un fil de laine fantaisiste, sans oublier le fil de laine le plus fin au monde (120 kilomètres au kilo).

Plus de 130 ans après sa mort, la vie débordante du « fondateur de l'industrie lainière » fourmille toujours d'autant d'enseignements et d'espoirs. Cet homme de bien fut le collaborateur attentif des manufacturiers et des ouvriers de son temps. De son vivant, il était déjà digne de reconnaissance : Le Journal de Fourmies lui accorda le surnom de « Père du Peuple ».

La Fondation peut dès lors se réjouir que l'innovation textile n'ait pas dit son dernier mot en France et en Europe. À l'image des deux premiers lauréats du Prix Théophile Legrand (2009 et 2010), les chercheurs français sont à la pointe de l'innovation.

## La Fondation Théophile Legrand – Institut de France

La Fondation Théophile Legrand est présidée par Gabriel de Broglie, chancelier de l'Institut de France. À ses côtés siège notamment Philippe Taquet, membre de l'Institut, éminent paléontologue, originaire de l'Avesnois.

La Fondation mène également des actions de soutien auprès d'établissements scolaires locaux et finance des travaux de recherche historique.

La rédaction d'un ouvrage sur Théophile Legrand a été confiée à Jean-Louis Chappat, historien fourmisien, auteur par ailleurs d'une biographie de Léo Lagrange et d'un essai sur les événements du 1<sup>er</sup> mai 1891 à Fourmies. La Fondation prévoit également de participer à des actions dans le domaine économique ou culturel et de protection du patrimoine historique, liées à l'industrialisation de la France et du Nord en particulier. Depuis 2009, la Fondation « Théophile Legrand – Institut de France » s'est également engagée à récompenser les meilleurs élèves du lycée privé Théophile Legrand à Louvroil.

## **Les membres du jury et le comité des experts du Prix international Théophile Legrand**

Le comité de sélection des deux lauréats est composé des membres du jury et du comité des experts.

En 2010, le jury du Prix international Théophile Legrand était présidé par **Christian Cambier**, fondateur de la Fondation Théophile Legrand – Institut de France, P.-D. G. et fondateur de la société de gestion Prigest, et composé de :

- **Dominique Cambier**, épouse de Christian Cambier et administratrice de la Fondation Théophile Legrand – Institut de France
- **Monsieur Yves Cambier**
- **Christine Batteux**, Présidente de l'écomusée de l'avesnois et vice-présidente du Conseil Régional de la Région Nord-Pas-de-calais
- **Patrice Galland**, Président d'honneur de CLUBTEX
- **Yves Dubief**, Président de la C.C.I. des Vosges, P.-D. G. de l'entreprise textile « TENTHOREY »
- **Hélène Machin**, professeur et artiste textile au Lycée Privé Théophile Legrand à Louvroil (59)
- **Paul Schuler**, coordinateur du Comité fourmisien de la Fondation Théophile Legrand – Institut de France et responsable de la Mission Développement des Publics à l'Écomusée de l'Avesnois.

Le comité des experts était présidé par **Vladan Koncar**, directeur du laboratoire « GEMTEX » à Roubaix et président d'AUTEX (Association of Universities for Textiles), et composé de :

- **Denis Deranton**, enseignant–chercheur à l'École des Hautes Études d'Ingénieurs de Lille (HEI)
- **Guy Nemoz**, consultant spécialisé en « textile technique et innovant »
- **Professeur Paul Kiekens**, enseignant–chercheur à l'Université de Gand (Belgique)
- **Professeur Jean-Yves Drean**, enseignant–chercheur à l'Université de Haute Alsace à Mulhouse

## LES PREMIERS LAUREATS

---



### Gauthier Bedek : le textile « auto-rafraîchissant », 1<sup>er</sup> Prix en 2010

---

Gauthier Bedek (Saint-André-Lez-Lille / France) : Docteur en énergétique, mécanique et matériaux à l'Université des Sciences et Technologies de Lille 1 (thèse effectué avec le concours de Damart, du laboratoire GEMTEX à Roubaix et d'HEI Lille) – Enseignant chercheur TIMTEX pour HEI à partir de novembre 2010

En étroite collaboration avec le milieu industriel, il a élaboré et conçu une nouvelle structure textile « auto-rafraîchissante » à partir d'une récente technologie baptisée « HPCM » (Matériau à changements de Phase Hydrique). Son projet vise ainsi à améliorer le confort thermique en environnement chaud ou à la suite d'un effort physique.

Pour obtenir un tissu rafraîchissant, Gauthier Bedek a développé un nouveau système technique de « microencapsulation » du « xylitol » par polymérisation interfaciale. Ce procédé novateur permet de former dans un premier temps une membrane semi-perméable de polyuréthane. Dans un second temps, le xylitol agit pour créer une membrane perméable aux transferts d'humidité et permet de bloquer l'actif, quel que soit son état (solide ou liquide), en devenant un « système » piège ou « microréacteur ».

Son invention vient de faire l'objet d'un dépôt de brevet. Une phase de « semi-industrialisation » est en cours de test avec un partenaire reconnu dans ce secteur, des matériaux thermorégulants : la société DAMART, qui dans les années 80 avait lancé son « thermolactyl » : un vêtement chauffant.

Ce nouveau produit textile « auto-rafraichissant » a la particularité d'être à la fois autonome, réversible, fin, confortable et non dangereux. Ce tissu servira à créer par exemple une gamme de sous-vêtements, utilisés en environnement chaud et sec. Cette nouvelle fibre peut être considérée comme un textile intelligent, actif à l'humidité cutanée et engendrant une réaction endothermique au moment propice de l'apparition de l'inconfort au chaud.



Après Fourmies, le Prix Théophile Legrand 2010 a été remis à Roubaix. Les destins de ces deux villes du Nord de la France sont étroitement liés depuis le milieu du 19<sup>ème</sup> siècle. Elles ont connu toutes les deux, à la même époque, un développement économique exceptionnel grâce à l'industrie textile, avant d'être durement touchées par les délocalisations et la crise du textile dans les années 1970. L'homme qui relie l'histoire de ces deux anciens premiers « pôles de production textile » au monde est Théophile Legrand. Grâce à lui, dès 1870, et pendant près d'un siècle, la ville de Fourmies est devenue le « premier centre mondial de laine fine peignée ». Cette petite commune de 15 000 habitants a été également pendant une trentaine d'année, la deuxième capitale mondiale de production textile, juste derrière Roubaix (de 1880 à la première guerre mondiale). Fourmies a aussi décroché le titre de « capitale du fil de laine le plus fin au monde » dès la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. De nombreuses filatures s'étaient en effet spécialisées dans la production d'un fil de laine très fin et très résistant, qui développait jusqu'à 120 kilomètres au kg !

## Aurélie Cayla : un « textile intelligent », 1<sup>er</sup> Prix en 2009

---



Doctorante en science des matériaux à l'université USTL de Lille I, rattachée à GEMTEX (le laboratoire de GENie et Matériaux TEXtiles à Roubaix) et étudiante à l'École nationale supérieure des arts et industries textiles de Roubaix (ENSAIT), Aurélie Cayla a créé un « textile intelligent », qualifié par les experts de « révolutionnaire ».

Cette nouvelle fibre permet notamment de détecter des températures spécifiques (seuil de douleur, point de fusion...), ainsi que des produits chimiques dans l'atmosphère, grâce à un filage de multifilaments chargés en « Nanotubes de Carbone ».

Ce nouveau « textile » devrait être intégré très rapidement dans les équipements de protections individuelles, notamment ceux des sapeurs pompiers. Ces « capteurs textiles » seront aussi utilisés dans de nombreux autres secteurs économiques, allant du médical à la protection, en passant par le « bâtiment » et les travaux publics.

Les membres du jury avaient estimé que le projet d'Aurélie Cayla était le plus abouti et sans aucune contestation, le plus innovant. Son utilisation dans de nombreux secteurs économiques promet à ce « Textile intelligent » un avenir assuré et une production industrielle quasi immédiate.



En 2009, la cérémonie de remise du Prix International Théophile Legrand a eu lieu à l'Écomusée de l'Avesnois de Fourmies. Les responsables de l'écomusée étaient très heureux de participer à l'organisation de ce concours qui reposait sur l'idée forte de mise en valeur du patrimoine local, de ses richesses et de son devenir. Ce concours permet de tisser un lien entre l'histoire industrielle de Fourmies, le développement touristique du sud-Avesnois, et l'innovation textile.

Devant de très nombreux chefs d'entreprises, des investisseurs et des chercheurs venus de toute la France et de Belgique, la ville de Fourmies est redevenue l'espace d'une journée la capitale mondiale du textile, de surcroît innovant et intelligent !

## LES PARTENAIRES DU PRIX INTERNATIONAL THÉOPHILE LEGRAND

---

Ce Prix est organisé par la Fondation Théophile Legrand – Institut de France avec le soutien de l'Écomusée de l'avesnois à Fourmies, et en étroite collaboration avec CLUBTEX, le groupement des industriels textiles franco-belges, le magazine de l'innovation textile TUT, l'École Nationale Supérieure des Arts et Industries Textiles à Roubaix (ENSAIT), l'École des Hautes Études d'Ingénieur de Lille (HEI), l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud Alsace (ENSISA) et l'Institut Textile et Chimique de Lyon (ITECH).

---



L'Écomusée de l'Avesnois a été créé par la volonté de Pierre Camusat, alors directeur du Centre de Formation Textile de Fourmies, pour sauver de la destruction des machines textiles construites entre 1880 et 1930. L'idée de créer un « Musée du Textile et de la vie sociale » naît au début des années 1970. Après 10 ans de gestation, la première exposition de préfiguration d'un musée du textile à Fourmies est présentée en 1980 dans la filature Prouvost Masurel achetée par la municipalité. L'Écomusée est né et se développe sur plusieurs sites : l'atelier-musée du verre à Trélon en 1982, la maison du bocage à Saint-du-Nord en 1985, puis le musée des bois jolis à Felleries en 2003. Après 30 ans d'existence, l'Écomusée de l'Avesnois reste au cœur de la sauvegarde, de la collecte et la valorisation des patrimoines de son territoire. Installés dans des lieux emblématiques du patrimoine local de l'Avesnois, chacun des sites de l'Écomusée met en valeur une facette du territoire et de sa mémoire.

**Écomusée de l'Avesnois - Place Maria Blondeau, 59 612 Fourmies Cedex**

**Tel. : 03 27 60 66 11 - [contact@ecomusee-avesnois.fr](mailto:contact@ecomusee-avesnois.fr) / Site Internet : [www.ecomusee-avesnois.fr](http://www.ecomusee-avesnois.fr)**

---

« CLUBTEX » est un réseau d'entreprises spécialisées dans le textile technique, auquel sont associées des unités d'enseignement et de recherche. Animés d'une réelle conviction de travailler ensemble, les membres de CLUBTEX font de leur association de compétences une des clés de la réussite. En 2001, elle a été labellisée « SPL District Textiles Techniques ». En 2003, CLUBTEX aide à la création de CLUBTEX Lyon. Leur volonté est de travailler tous ensemble au service de l'Innovation Textile.



**CLUBTEX : M. Jean François BRACQ / Secrétaire Général**  
**40 Rue Eugène Jacquet, 59700 Marcq en Baroeul**

---



T.U.T.- Textiles à Usages Techniques - est un magazine professionnel destiné aux entreprises utilisatrices de textiles techniques. Orienté "produits finis", T.U.T. informe ses lecteurs sur les nouveaux matériaux à base de fibres dans les principaux domaines d'applications des textiles techniques : protection (feux, thermique, pare-balle, coupure et déchirement, NRBC...), transports terrestres et aériens, filtration, médical...

Il s'agit d'un trimestriel bilingue (Français - Anglais), avec un dossier spécial « Protection » tous les ans au troisième trimestre.

**Catherine Donnadiou, rédactrice-en-chef :**

**[c.donnadiou@groupe-atc.com](mailto:c.donnadiou@groupe-atc.com) ou [redactextile@gmail.com](mailto:redactextile@gmail.com)**

**Jérémy Clauss, chef de publicité : [j.clauss@groupe-atc.com](mailto:j.clauss@groupe-atc.com)**

---

Créée en 1881 pour répondre aux besoins de l'industrie, l'École Nationale Supérieure des Arts et Industries Textiles à Roubaix forme près de 70 % des ingénieurs textiles français et 15 % des ingénieurs textiles européens. Le secteur textile étant en pleine mutation, l'ENSAIT a su s'adapter à cette nouvelle donne internationale. La notion de « développement durable » a été intégrée aux cursus de formation dès 2007 (développement environnemental, économique et social...). Son laboratoire de recherche permet de contribuer à l'innovation, afin de coller au mieux aux attentes de l'industrie.



**ENSAIT : 2 allée Louise et Victor Champier, BP 30329 59056 ROUBAIX CEDEX 1**  
**Tél. : 03.20.25.64.64 / Fax : 03.20.24.84.06 / Site Internet : <http://www.ensait.fr>**

---



L'École des Hautes Etudes d'Ingénieur de Lille (HEI) a été fondée en 1885. Elle a été reconnue par l'État en 1968 et agrandie en 1998. L'école a fusionné en 2005 avec l'ESTIT (École Supérieure des Techniques Industrielles et du Textile). On notera en 2005 la création du domaine « TIMTEX » (Technologies, innovation et management international textiles), en 2006 du domaine IMS (Ingénierie médicale et santé) et en 2007, le lancement du réseau « IngéFrance ». L'école compte à ce jour 1 700 élèves ingénieurs, 170 permanents, 350 intervenants extérieurs, un réseau de 14 600 diplômés (dont 9 300 diplômés HEI et 5 300 diplômés ESTIT-ITR), 4 pôles de recherche (Chimie / Energies & Systèmes / Structures & Matériaux / Ingénierie et Sciences du vivant) et plus de 60 partenariats académiques internationaux !

**HEI : 13 rue de Toul, F-59046 Lille Cedex**  
**Tél. : 03.28.38.48.58 / Fax : 03.28.38.48.59 / Site Internet : <http://www.hei.fr>**

---

Située au coeur de l'Alsace sur le campus mulhousien, l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud Alsace (INSISA) propose



aux étudiants de niveau Bac+2, une formation au métier d'ingénieur dans les 4 domaines suivants : Mécanique & Systèmes, Informatique & Réseaux, Systèmes & Signaux, Textile & Fibres. L'ENSISA est une école publique, habilitée par la Commission du Titre d'Ingénieur (CTI). L'ENSISA a vu le jour le 5 juillet 2006. Elle est issue de la fusion entre l'ESSAIM et l'ENSITM.

**ENSISA : 12 rue des frères Lumière, 68093 MULHOUSE CEDEX**  
**TEL +33 (0)3 89 33 69 02 / FAX +33 (0)3 89 42 32 82 / Site Internet : <http://www.ensisa.uha.fr>**

---



Créé en 1840, l'Institut Textile et Chimique de Lyon (ITECH) est la seule école d'ingénieurs héritière des écoles de textile, cuir et chimie fondées à Lyon depuis plus d'un siècle par des professionnels. L'ITECH intègre les spécialités connexes, des peintures / encres / adhésifs / cosmétiques, de la plasturgie, du textile et du cuir et place la science des polymères au cœur de son enseignement. Unique en France, la formation d'Ingénieurs ITECH, multiforme et pluridisciplinaire, est particulièrement adaptée aux entreprises qui peuvent également y recruter des techniciens supérieurs de haut niveau. La recherche et l'innovation sont des objectifs prioritaires de l'ITECH ; preuve en sont les contrats de recherche appliquée et le concours de renommée nationale Challenge ITECH®. Créé par des professionnels, co-géré avec eux, l'ITECH a développé une large gamme de services destinés aux entreprises : formation continue, études...

**ITECH : 87 chemin des mouilles - 69134 - ECULLY cedex**  
**Tel : 04 72 18 04 80 / Fax : 04 72 18 95 45 / e-mail : [info@itech.fr](mailto:info@itech.fr) / Site internet : [www.itech.fr](http://www.itech.fr)**  
**ITECH ROANNE (Textile) / Technopôle Diderot : 1 rue Charbillot - 42300 - ROANNE**  
**Tel : 04 77 23 63 80 / Fax : 04 77 23 63 89 / e-mail : [departement.textile@itech.fr](mailto:departement.textile@itech.fr)**

# LANCEMENT DU PRIX 2011

---

## Règlement du concours 2011 du Prix International Théophile Legrand de l'innovation Textile

### ARTICLE 1 – OBJET DU CONCOURS

À l'initiative de la Fondation Théophile Legrand – Institut de France, créée en 2007 par Christian Cambier, descendant direct de celui qui est considéré comme le « père » du développement de l'industrie textile à Fourmies (59), deux prix de l'innovation sont décernés chaque année. Ces prix récompensent deux étudiants, capables d'inventer le textile de demain, pour la création originale d'une fibre ou d'une étoffe ou de nouveaux procédés de production industrielle textile. Il s'agit d'un concours international gratuit, ouvert aux chercheurs, aux doctorants ou aux étudiants de niveau Master, mené avec le soutien de l'écomusée de l'avesnois (musée du textile et de la vie sociale à Fourmies), du « CLUBTEX », et des plus grandes écoles françaises d'ingénieurs dans le domaine du textile : l'École Nationale Supérieure des Arts et Industries Textiles de Roubaix, l'École des Hautes Etudes d'Ingénieur de Lille, l'Institut Technique et Chimique de Lyon et l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs du Sud Alsace. Les candidats peuvent présenter des travaux de recherche, en cours de réalisation. Le but de ces deux Prix est de favoriser l'innovation textile, la recherche, l'émulation et l'imagination en mettant en lumière la création technique ou industrielle.

### ARTICLE 2 – CRITERES DE SELECTION

Pour être retenus, les dossiers devront répondre aux critères suivants :

- Originalité
- Innovation
- Transférabilité au processus industriel

Un prototype pourra être présenté lors de la remise des récompenses.

### ARTICLE 3 – DOSSIER DE CANDIDATURE

**Les dossiers de candidatures devront être rédigés en français ou en anglais. Ils devront être envoyés au plus tard, par courrier et par courriel, le 31 juillet 2011 aux deux adresses suivantes :**

- Ecomusée de l'avesnois – Paul Schuler – B.P. 65 / Place Maria Blondeau – 59 612 Fourmies Cedex
- [theophile-legrand@hotmail.fr](mailto:theophile-legrand@hotmail.fr)

Les dossiers devront inclure les pièces suivantes :

- Une lettre de candidature
- Un curriculum vitae détaillé du candidat
- Une notice de présentation des travaux réalisés et/ou des projets de recherche (5 pages au maximum)
- S'il y a lieu, une liste des publications parues rendant compte des travaux déjà effectués (rapports, articles, ouvrages...)

Attention, les lauréats du Prix Théophile Legrand 2010 ne peuvent pas concourir au Prix Théophile Legrand 2011.

Toutes les informations complémentaires pourront être fournies par le coordinateur du Prix 2011 : Paul Schuler au 03 27 60 88 22 / 06 62 85 60 11 ou par courriel à [theophile-legrand@hotmail.fr](mailto:theophile-legrand@hotmail.fr)

### ARTICLE 4 – COMPOSITION DU JURY

Les lauréats sont désignés par un jury composé par des représentants de la Fondation Théophile Legrand – Institut de France, du responsable de l'organisation du prix, du comité fourmisien de soutien de la Fondation, de CLUBTEX, de l'écomusée de l'avesnois et par des experts dans le domaine de la recherche et de l'innovation textile.

### ARTICLE 5 – DECISION DU JURY

La participation à ce Concours International implique, pour tous les candidats, la prise de connaissance et le respect du présent règlement, ainsi que l'acceptation par lui des critères de sélection du jury, tels qu'ils sont précisés à l'article 2 du règlement.

Les décisions du jury sont souveraines.

### ARTICLE 6 – MONTANT DES PRIX

1er PRIX - Un premier prix d'un montant de 10.000 € sera attribué par la Fondation Théophile Legrand – Institut de France.

2ème PRIX - Un deuxième prix d'un montant de 8.000 € sera attribué par la Fondation Théophile Legrand – Institut de France.

Chaque lauréat s'engage à être présent pour la remise du prix à Fourmies.

Les lauréats sont autorisés à se prévaloir librement du prix qui leur sera attribué et qui est destiné à promouvoir la notoriété de leur projet, à l'issue de la remise des trophées le samedi 1er octobre à 16h30. Les lauréats devront s'engager à faire figurer sous toute forme de communication liée à leur projet, pendant au moins 2 années, la mention « Lauréat de la Fondation Théophile Legrand – Institut de France ».

### ARTICLE 7 – REMISE DES PRIX

**Les prix 2011 seront remis le samedi 1er octobre à 16h30, au cours d'une cérémonie de prestige, organisée à l'auditorium du Bol Vert à Trélon (59). A cet effet, les lauréats devront présenter leur projet.**

### ARTICLE 8 – COMMUNICATION - PRESSE - DIFFUSION DE L'INFORMATION

Les candidats garantissent l'exactitude des renseignements qu'ils produisent et qu'ils devront éventuellement justifier à la demande du jury. L'organisation du concours pourra faire l'objet d'opérations de communication multimédias, notamment en direction de la presse. Les lauréats autorisent par avance la Fondation Théophile Legrand – Institut de France à faire état de la réalisation des projets décrits dans leur dossier de candidature. Ils devront faire part expressément des documents ou des informations dont ils souhaiteraient conserver la confidentialité.

Plus de renseignements : <http://www.theophilelegrand.w1w.fr>

**Aurélie CAYLA**

16 place Sébastopol App17

59000 LILLE

Tél : 0662099530

E-mail : [aurelie.cayla@ensait.fr](mailto:aurelie.cayla@ensait.fr)

Situation familiale : Célibataire

Age : 25 ans



## INGENIEUR DOCTORANTE TEXTILE

---

### *Formation :*

- **2007-2009** : *Doctorat en Science des Matériaux* (Université USTL Lille1) au GEMTEX (laboratoire de Génie et Matériaux TEXTiles), Roubaix.
  - **2006-2007** : *Master recherche MPT* (Matériaux et Procédés Textiles) en partenariat ENSAIT/ENSAM (Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers) en parallèle de la 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur.
  - **2005-2006** : *Semestre d'étude ERASMUS* (5 mois), Finlande (Université technologique de Tampere, dans le département matériaux et textiles techniques).
  - **2004-2007** : *Elève ingénieur à l'ENSAIT* (Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries Textile, Roubaix). Option : textile technique.
  - **2002-2004** : *Classe préparatoire* PCSI puis PSI\* au Lycée Lafayette, Clermont-Ferrand.
  - **Juin 2002** : *Baccalauréat scientifique* (option Mathématiques) au lycée Jeanne d'Arc, Clermont-Ferrand.
- 

### *Expériences professionnelles :*

- **2009** : **GEMTEX, Roubaix, (2 ans)** : Laboratoire de Génie et Matériaux TEXTiles.  
Doctorat sur le projet de recherche européen INTELTEX :
  - filage en voie fondue de multifilaments biphasiques chargés en nanotubes de carbone,
  - capteurs textiles,
  - gestion du projet européen,
  - participations aux meetings semestriels entre les 23 partenaires européens,
  - veille technologique (bibliographie, état de l'art,...).
- **2007** : **GEMTEX, Roubaix, (6 mois)** : Laboratoire de Génie et Matériaux TEXTiles.  
Stage master recherche sur le filage de mélange de polymères :
  - étude de la morphologie des mélanges de polymères immiscibles,
  - filage en voie fondue de systèmes biphasiques.
- **2006** : **LGM<sup>2</sup>B, Bordeaux, (3 mois)** : Laboratoire de Génie Mécanique et Matériaux de Bordeaux.  
Stage ingénieur recherche sur l'assemblage par collage pour la société Alstom :
  - collage multimatériaux : formulation d'une colle à matrice époxy,
  - mise en place d'un essai de cisaillement,
  - mélange de polymères immiscibles,
  - étude des propriétés de surface et interface.
- **2005** : **Dewhirst Benitex, Casablanca, Maroc (2 mois)** : Entreprise de confection.

Stage technicien dans le domaine de la qualité :

- suivi de production et contrôle qualité des marchandises,
- mise en place du suivi qualité des costumes hommes de luxe pour Mark&Spencer (Angleterre).

---

## ***Communications et publications :***

### **Conférences internationales :**

- “*Electrical, rheological properties and morphologies of biphasic system filled with carbon nanotubes*”,  
A. Cayla, C. Campagne, M. Rochery, E. Devaux,  
ITMC 2009 (Intelligent Textiles and Mass Customisation), Casablanca (Maroc), 12-14 Novembre 2009.
- “*Study on the use of carbon nanotubes polymer composites in textiles*”,  
F. Ferreira, B. Surma, C. Campagne, I. Krucinska, M. Paiva, J. Covas, A. Ferreira, B. Oliveira, R. Novais, A. Almeida, C. Aubry, A. Cayla, M. Rochery, E. Devaux,  
AUTEX 2009 (Association of Universities for Textiles), Izmir (Turkey), 26-28 mai 2009.
- “*Smart and multifunctional nonwoven textiles*”,  
C. Campagne, C. Aubry, A. Cayla, E. Devaux, M. Rochery,  
Congrès EDANA 2008 (Nonwovens Research Academy 2008), Chemnitz (Germany), 09-10 octobre 2008.

### **Conférence nationale :**

- “*Propriétés électriques et morphologies de mélanges biphasiques chargés en nanotubes de carbone*”,  
A. Cayla, C. Campagne, M. Rochery, E. Devaux,  
JEPO 36 (36èmes Journées d'Etudes des Polymères), Amnéville-les-Thermes (Lorraine), 14-19 septembre 2008.

---

## ***Connaissances complémentaires :***

- **Langues** : - Anglais : bon niveau.  
- Allemand : bon niveau dont plusieurs séjours linguistiques.
- **Informatique** : -Maîtrise de Word, Excel, Power point.  
-Connaissance de Solidworks, Modaris.
- **Permis de conduire, permis bateau.**
- **BNSSA** : Brevet National de Sécurité et de Sauvetage Aquatique.

---

## ***Activités diverses :***

- **Sports** : - Natation depuis l'âge de 4 ans en club et en compétition,  
- Equitation en club et compétition depuis 15 ans,  
- Danse contemporaine en association et au Centre Chorégraphique National de Roubaix.
- **Divers** : - Responsable de promotion au conseil des études à l'ENSAIT (2004-2007).  
- Secrétaire du groupe étudiant (GE) de l'ENSAIT (Bureau des élèves)  
- Responsable défilé du Gala ENSAIT 2007.



**Prix international Théophile Legrand  
de l'innovation textile**

**Présentation des travaux**



## I -Présentation générale du projet INTELTEX

Le projet Inteltext est soutenu par la Commission européenne par le sixième programme cadre de recherche et de développement (6<sup>ème</sup> PCRD). L'objectif global du projet est de développer une approche radicalement nouvelle afin d'obtenir des textiles intelligents combinant trois fonctions innovantes:

- mesure continue de contraintes mécaniques appliquées à une structure textile,
- détection de températures spécifiques (seuils de douleur, points de fusion...),
- détection de produits chimiques dans l'atmosphère (solvants volatils toxiques ...).

Cette multi-sensibilité sera assurée par l'intégration des composites polymères conducteurs (CPC) sous formes de fibres textiles. Ces CPC, obtenus par dispersion de particules conductrices dans une matrice polymère isolante, sont un matériau dont la conductivité électrique varie en fonction de contraintes externes comme la température, la vapeur, les liquides, les contraintes mécaniques.

La collaboration d'une vingtaine de partenaires dispersés sur toute l'Europe permet de constituer des sous-projets afin de définir des rôles bien précis. L'ENSAIT étant le leader du sous-projet 3 (SP3), voir figure 1, mon rôle était de mettre en œuvre les mono et multifilaments, et de les caractériser.

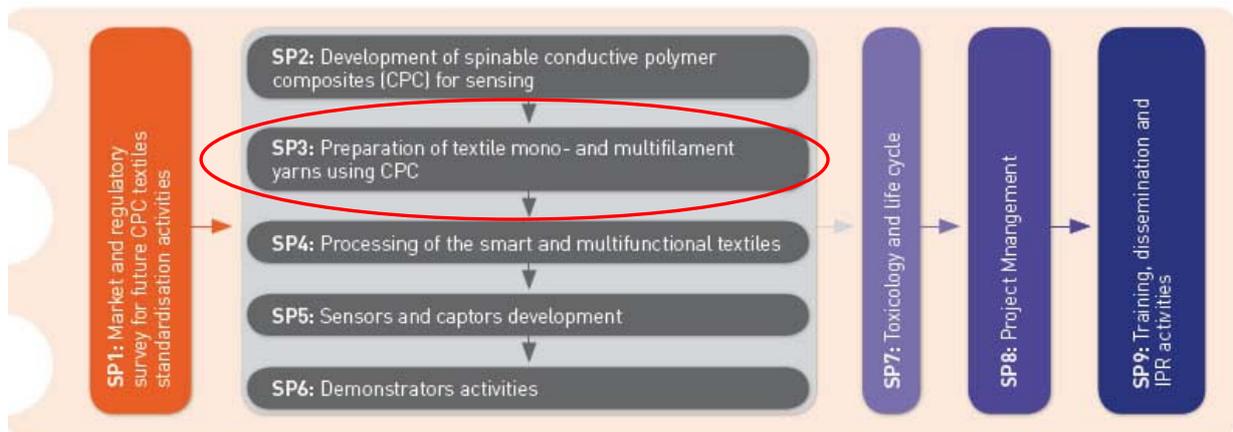


Figure 1 : Organisation du travail dans les différents sous-projets

## II – Présentation des travaux de recherche

L'objectif de mes travaux est donc d'obtenir des textiles intelligents capables de détecter un seuil critique de température par une chute de la conductivité électrique du matériau à cette température. Cette conductivité électrique sera alors apportée par l'ajout en masse de nanotubes de carbone (NTCs) dans une matrice polymère.



Mais afin de protéger les fibres d'une perte de propriétés mécaniques, lors de la montée en température, nous sommes contraints de passer par des systèmes biphasiques. Les NTCs sont introduits dans la phase sensible à l'élévation de température protégée par la seconde phase dont la température de fusion est plus élevée. En effet, un premier polymère avec une haute température de fusion sera utilisé comme matrice, et le deuxième avec une faible température de fusion sera chargé en nanotubes de carbone. Lorsque la température va augmenter, la phase avec les nanotubes va fondre, et les nanotubes vont dépercoler entraînant une chute de la conductivité électrique. La matrice, quant à elle, permettra d'assurer la résistance mécanique du fil. Le but est alors d'obtenir un fil polymère biphasique conducteur en mettant en œuvre la propriété de conduction électrique des nanotubes de carbone. Le mélange biphasique sera composé de polypropylène (PP,  $T_f=165^\circ\text{C}$ ) pour la matrice et de polycaprolactone (PCL,  $T_f=58^\circ\text{C}$ ) pour la phase dispersée chargée en nanotubes de carbone.

## II-1) Les nanotubes de carbone

De part leurs propriétés exceptionnelles, les nanotubes de carbone ont motivé une intense recherche dans le monde des nanotechnologies. En effet, leurs propriétés mécaniques, électriques, thermiques et chimiques hors du commun permettent d'envisager de nombreuses applications : dispositifs à émission de champs, renforcement de matériaux composites, polymères conducteurs... Mais ce sont les propriétés électriques qui nous intéressent le plus. Les NTCs ont un fort potentiel de conduction électrique et sont utilisés dans les petits composants électroniques. En fonction de leur nature, ils peuvent alors avoir un comportement électrique similaire à un matériau semi-conducteur, ou conducteur. La conductivité électrique d'un polymère chargé de nanotubes de carbone dépend non seulement de la nature du polymère mais aussi du taux de charge de NTCs dans le polymère. Cette conductivité n'est pas linéaire en fonction du taux de charge de NTCs dans le polymère. Il existe un seuil appelé seuil de percolation, au passage duquel, le nanocomposite passe de l'état isolant (état I, figure 2) à l'état conducteur (état II, figure 2).

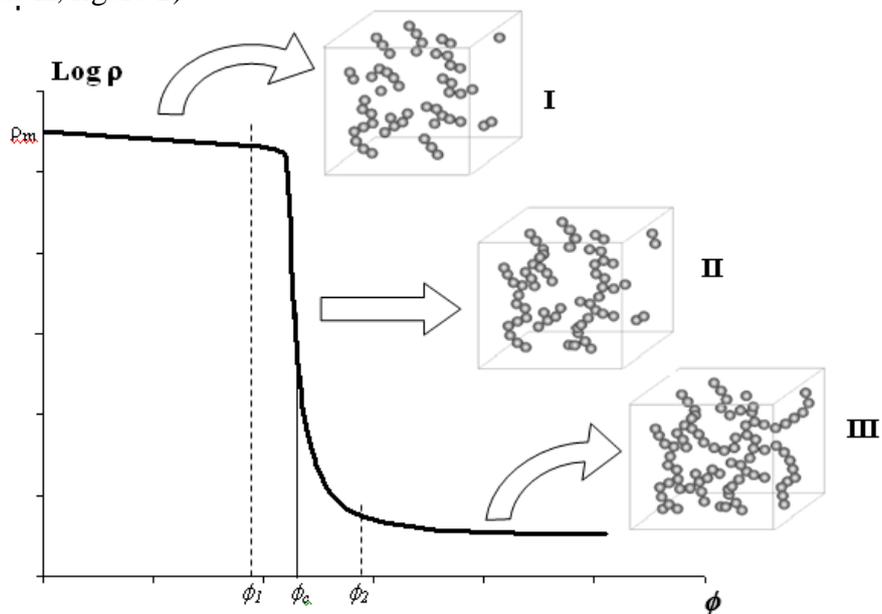


Figure 2 : Evolution de la résistivité électrique d'un composite en fonction de la concentration volumique de charge conductrice

A l'état isolant, les nanotubes sont trop éloignés les uns des autres, alors qu'à l'état conducteur, les NTCs sont assez proches pour permettre la conduction électrique. Le point  $\phi_2$  sur la figure 2 correspond au taux de charges le plus intéressant, car en effet, il coïncide à la conductivité maximale pour un taux de charges minimales.

Ce phénomène de percolation va alors être la base de notre système de détection. La mise en œuvre est réalisée en deux étapes principales : l'extrusion qui permet la réalisation du mélange final puis le filage en voie fondue afin d'obtenir le multifilament.

## II-2) La mise en œuvre

L'extrusion est la première étape de la mise en œuvre, elle consiste à obtenir le mélange final destiné à être filé. Le but est que les composants, qui constituent le mélange, forment un nouveau polymère le plus homogène possible. Une première extrusion visant à incorporer les nanotubes de carbone au PCL (mélange maître) est réalisée, puis une deuxième permettant d'incorporer notre mélange maître au PP pour obtenir le biphase PP / PCL<sub>chargé</sub>. Le GEMTEX dispose d'une extrudeuse bi-vis THERMO PRISM PTW-16 de la marque Thermo Haake, dont le rapport L/D est de 25 (longueur vis/diamètre vis). On obtient alors des granulés bi-composants chargés utilisés à l'étape de filage.

Les granulés obtenus à l'étape d'extrusion vont alors être utilisés pour faire des multifilaments par voie fondue grâce à la machine semi-industrielle SPINBOY I (Busschaert Engineering).

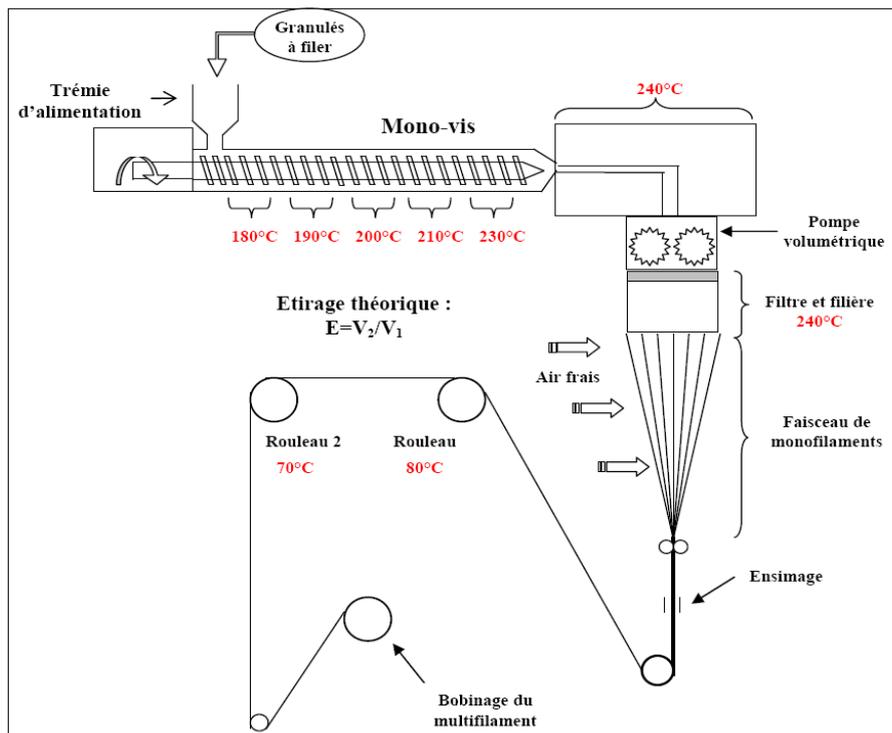


Figure 3 : Schéma de principe de la machine de filage en voie fondue

Les granulés vont donc subir à nouveau une étape d'extrusion. La matière alors à l'état fondu passe ensuite à travers une pompe volumétrique, puis par deux filières composées chacune de 40 canaux de 1,2 mm de diamètre. A la sortie de ces filières, on récupère un multifilament

Aurélie CAYLA

Prix international Théophile Legrand de l'innovation textile

refroidi par air frais qui va être ensimé, puis enroulé sur deux rouleaux successivement pour être finalement déposer sur une bobine sur laquelle il sera collecté. L'étirage du fil est obtenu grâce au rapport des vitesses des deux rouleaux successifs ( $E=V2/V1$ , voir schéma ci-dessous).

Lors d'un mélange de polymères non miscibles, de nombreuses morphologies sont possibles. Cette morphologie est très importante car elle permet de définir les propriétés finales. Généralement, on rencontre des structures nodulaires, fibrillaires ou co-continues (état de non équilibre). Chacune des structures possède ses avantages et est destinée à une application très précise : par exemple, les structures nodulaires peuvent permettre de bien résister aux chocs, alors que les structures co-continues seront utilisées pour des propriétés de conduction (une des phases est chargée d'un composant conducteur percolant). Notre multifilament devra alors avoir une structure co-continue afin de permettre la détection de variations de températures. Grâce à la bibliographie des mélanges de polymères immiscibles, l'ajustement de nombreux paramètres permet de définir le grade des polymères, les proportions massiques, les conditions de mise en œuvre. Les différentes analyses thermiques (analyse calorimétrique à balayage différentiel (DSC), et l'analyse thermique gravimétrique (ATG)), l'indice de fluidité (Melt Flow Index (MFI)), les mesures de tensions interfaciales, ont alors permis d'optimiser les proportions du mélange afin de définir la bonne morphologie et donc la conductivité électrique satisfaisante.

Après les nombreuses caractérisations : un compromis entre conductivité électrique et résistance mécanique, a été trouvé afin de déterminer une composition précise du mélange final. En effet, le multifilament doit obtenir une certaine conductivité finale afin de détecter la température souhaitée, mais aussi posséder une certaine résistance mécanique afin de supporter l'étape de filage mais aussi de tissage.

L'incorporation du multifilament dans une structure textile est une étape délicate. En effet, elle ne doit pas impliquer de fortes contraintes mécaniques pouvant conduire à la perte de conductivité. Le tissage du multifilament a été la solution la plus adaptée, la bonneterie entraînant trop de contraintes dues à un fort rayon de courbure des mailles.



Figure 4 : Prototypes de tissu réalisés sur machine à main

L'élaboration de différentes armures sur machine à main (figure 4) a été testé afin d'obtenir une meilleur accessibilité aux fibres conductrices.

## II-2) La détection température

Le multifilament conducteur intégré dans une structure tissé, il est alors possible de tester sa détection de température et surtout la répétitivité de cette détection.

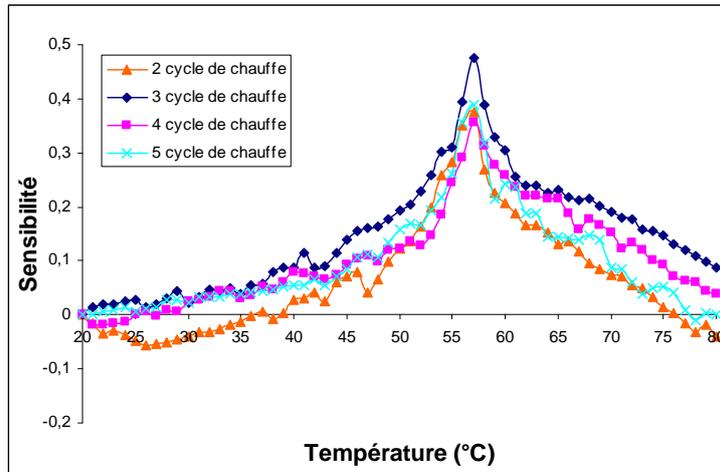


Figure 5 : Courbe de détection température du mélange PP/PCL<sub>chargé</sub>

La figure 5 montre une augmentation de la résistivité aux alentours de 58°C due à la dépercolation des nanotubes dans la phase PCL. Les montés en température successives permettent de montrer la réversibilité du système jusqu'à 5 cycles.

## III – Conclusions et perspectives

Mon étude consistait à mettre en œuvre et caractériser un nanocomposite chargé en nanotubes de carbone dans le cadre du projet européen Inteltext. Il s'agissait alors d'obtenir un fil biphasique composé de polypropylène et de polycaprolactone chargé en nanotubes de carbone.

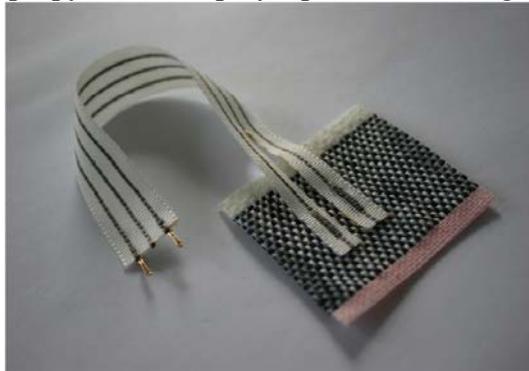
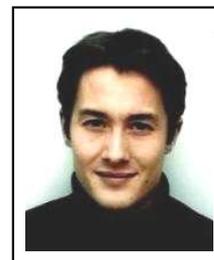


Figure 6 : Premiers prototypes de connectique

Mes travaux ont permis l'élaboration de d'échantillons fonctionnels à l'échelle laboratoire (figure 6). Les premiers prototypes de connectique ont déjà été réalisés et maintenant, grâce aux différents partenaires industriels, la dernière année de ma thèse se concentrera sur le passage à l'échelle industrielle qui nécessite alors de nombreuses adaptations.

**Gauthier BEDEK**  
**14 Rue Bernard Blier**  
**59350 Saint André-Lez-Lille- France**  
**Tél.: 03.59.30.41.62 (Professionnel), 06.45.35.46.71 (Personnel)**  
**E-Mail: [gautier.bedek@ensait.fr](mailto:gautier.bedek@ensait.fr) ; [gbedek@gmail.com](mailto:gbedek@gmail.com)**  
**27 ans, PACS, 1 enfant**



## FORMATION

30 août 2010	Thèse de doctorat de l'USTL-Lille I <u>Spécialité</u> : Mécanique, Energétique, et Matériaux.	USTL, 59
2005/2006	MASTER 2 Recherche ENSAIT-ENSAM- <u>Spécialité</u> : Mécanique, Matériaux, et Procédés (M2P) textiles.	GEMTEX, 59
2003/2006	Ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Industries Textile, spécialité Textiles Techniques.	ENSAIT, 59
2001/2003	CPGE, spécialité Physique Chimie et Science de l'Ingénieur.	Reims, 51

## EXPERIENCE

Nov. 2010	- <b>Enseignant Chercheur</b> - TIMTEX	HEI
Février à nov. 2010	- <b>Ingénieur R&amp;D</b> - Laboratoire Confort Thermique	OXYLANE Research (Villeneuve d'Ascq)
2006 à février 2010	- <b>Thèse CIFRE</b> - effectuée au sein du groupe DAMART, et encadrée avec le GEMTEX et HEI <u>Sujet</u> : Conception et élaboration d'un matériau textile auto-rafraîchissant	DAMART- GEMTEX- HEI
Janvier à sept. 2006	- <b>Recherche</b> - Elaboration d'un matériau intumescent par microencapsulation introduite dans une matrice polypropylène.	GEMTEX
Décembre à juin 2005	- <b>Semestre d'étude au Danemark</b> – Formation suivie : « Sustainable Building », « Cost effective and energy savings »...	DTU, Lyngby (Danemark)

## Conférences, brevet, et publications

26-28 juin 2007	G.Bedek, <u>F.Salaün</u> , I.Vroman, M.Lewandowski, Thermal conductivity measurements of padded polypropylene knit fabrics: influence of incorporated microcapsules in padding, 7 <sup>th</sup> AUTEX World Textile Conference	7 <sup>th</sup> AUTEX, Tampere (Finlande)
04-06 juillet 2007	<u>I.Vroman</u> , G.Bedek, F.Salaün, M.Lewandowski, Polypropylene fabrics containing flame retardant microcapsules: effect of the microcapsules on the thermal conductivity, 11 <sup>th</sup> European meeting on Fire Retardant Polymers	EFRP 11 <sup>th</sup> , Bolton (Royaume Uni)
14-19 sept. 2007	<u>G.Bedek</u> , F.Salaün, I.Vroman, M.Lewandowski, Influence de l'incorporation de microcapsules sur les propriétés thermomécaniques du polypropylène, 35 <sup>èmes</sup> Journées d'Etudes des Polymères	JEPO 35, La Colle sur Loup (France)
15-17 nov. 2007	<u>F.Salaün</u> , G.Bedek, I.Vroman, Thermal properties of polypropylene fibres with incorporated microcapsules by melt-spinning, 1 <sup>st</sup> Intelligent Textiles and Mass Customisation	ITMC, Casablanca (Maroc)

Juin 2008	<u>G.Bedek</u> , F.Salaün, E.Devaux, D.Dupont, D.Deranton, Microencapsulation of xylitol with semi-permeable shell used as humidity sensor: process and application on knitting fabrics	8 <sup>th</sup> AUTEX, Biella (Italie)
31 aout-04 sept. 2008	F.Salaün, <u>G.Bedek</u> , E.Devaux, D.Dupont, D.Deranton, B.Tillmann, Investigation of water absorption and diffusion in microcapsules containing xylitol to provide a cooling effect by thermal analysis retardant agent, 18 <sup>th</sup> European Conference on Thermophysical Properties	18 <sup>th</sup> ECTP, Pau (France)
07 sept. 2008	F.Salaün, <u>S.Giraud</u> , I.Vroman, G.Bedek, S.Bourbigot, Influence of chemical structure on thermal properties of microcapsules containing flame retardant agent, 5 <sup>th</sup> International Conference on Modification, Degradation and Stabilization of Polymers	MoDeSt 2008, Liège (Belgique)
22 oct. 2008	F.Salaün, I.Vroman, G.Bedek, M.Lewandowski, Effects of microparticles on isotactic polypropylene: thermomechanical and thermal properties, Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics Vol. 46, pp.2566-2576	
26-28 mai 2009	<u>G.Bedek</u> , Z.Martinkowska, E.Devaux, D.Dupont, F.Salaün, D.Deranton, Evaluation of humidity properties on knitting fabrics and comparison with a physiological model"	9 <sup>th</sup> AUTEX, Izmir (Turquie)
7-9 juin 2009	<u>F.Salaün</u> , I.Vroman, G.Bedek, M.Lewandowski, S.Bourbigot, Investigation of thermal properties of isotactic polypropylene fibers filled with flame-retardant microparticles	Frontiers in Polymer Science Mainz (Allemagne)
23 sept. 2009	<u>F.Salaün</u> , G.Bedek, E.Devaux, D.Dupont, D.Deranton, Investigation of water absorption and diffusion in microparticles containing xylitol to provide a cooling effect by thermal analysis, International Journal of Thermophysics, 30(4), pp.1242-1256	
Nov. 2009	<u>S. Giraud</u> , F. Salaün, G. Bedek, I. Vroman, S. Bourbigot, Influence of chemical shell structure on the thermal properties of microcapsules containing a flame retardant agent, Polymer Degradation and Stability, 95, pp.315-319	
Déc. 2009	<u>G.Bedek</u> , F.Salaün, E.Devaux, D.Dupont, Microencapsulation par polycondensation interfaciale du xylitol- Influence des paramètres de synthèse	JPN2, Polytech'Lille (France)
12 fév. 2010	O.Maret, B.Tillmann, <u>G.Bedek</u> , F.Salaün, E.Devaux, D.Dupont, D.Deranton, Brevet Européen N° 09-51008 « Microcapsules pour textile « auto-rafraîchissant »	EP2218498 A2

## INFORMATIQUE, METHODES D'ANALYSE, ET LANGUES

- Maîtrise des outils Word, Excel, PowerPoint, OfficeProject ...
- Formation sur Comsol, Modaris, AUTOCAD, BuildingCalc, Statistica, X-Tractis, Solidworks, CASETO® ...
- Utilisation de DSC, ATG, Hot Disk, IRTF, MEB, divers appareils disponibles en laboratoire de métrologie...
- Analyses RMN<sup>13</sup>C, XPS, DRX, Calorimétrie de mélange Setaram...
- Utilisation de normes spécifiques au confort thermique (Skin Model), aux transferts de masses textiles (ISO15496, MMT(ATLAS)...), ou à la métrologie textile
- Maîtrise de normes en rapport au confort thermique (ISO 7730, ISO 11092...)
- Obtention du TOEIC (740 points).
- Italien : Parlé, Lu, Ecrit.

## ACTIVITES PERSONNELLES

- Attestation de Formation aux Premiers Secours
- Pratique de sports collectifs (football...), et individuels (squash, escalade, musculation ...)
- Littérature, presses...

## Conception et élaboration d'une structure textile auto-rafraîchissante

---

### I Introduction et historique du projet

Face à la course à une production « discount », les acteurs de la filière textile adaptent et diversifient leur offre. Les industries dites « traditionnelles » étant les plus touchées, elles s'orientent aujourd'hui vers des produits de niche comme le marché des textiles « intelligents », fonctionnels, et techniques, à haute valeur ajoutée, où le savoir faire et l'innovation jouent un rôle prépondérant.

Impulsées par l'augmentation du standard de vie, les attentes vers des produits fonctionnels permettent de diversifier les innovations dans le domaine de vêtements s'adaptant à leur environnement : ce sont des textiles fonctionnels dits « intelligents ». C'est dans cet esprit que la société DAMART, qui a construit son histoire sur la base de produits chauds *Thermolactyl*<sup>®</sup>, développe maintenant son offre avec d'autres fonctionnalités pour le confort de ses clients et en particulier une gamme de vêtements rafraîchissant sous sa marque *OCEALIS*<sup>®</sup>, gamme pour laquelle DAMART désire mettre en œuvre des innovations différenciées.

A l'origine du projet, il m'a été demandé de concevoir et d'élaborer un produit textile « auto-rafraîchissant » à la fois autonome, réversible, fin et non dangereux, pour créer un sous vêtement qui serait utilisé en environnement chaud et sec.

Par l'analyse de ce qui est présent sur le marché de l'innovation en terme de textiles intelligents améliorant le confort, il nous est apparu nécessaire de repenser la conception d'un tel produit.

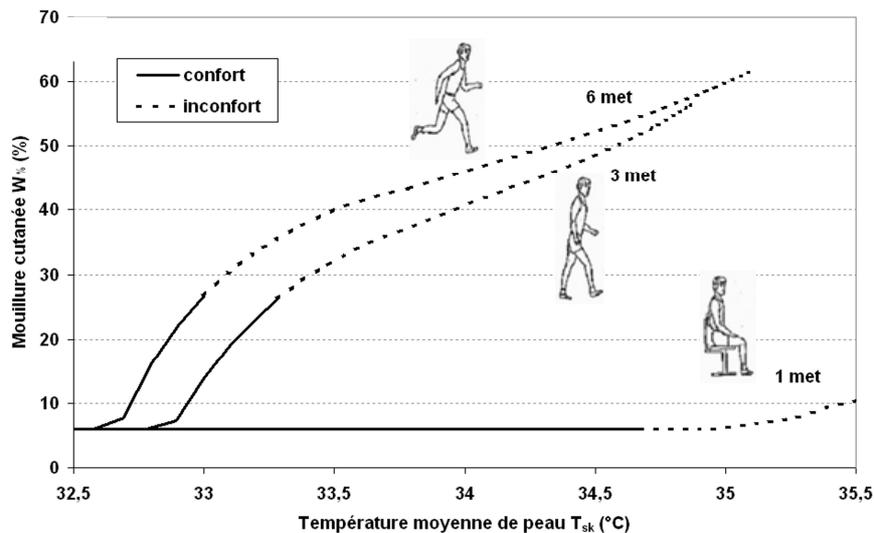
Depuis vingt ans, un nouveau type de matériau d'isolation a fait son apparition sur le marché textile : ce sont les Matériaux à Changements de Phase, ou PCM, capables d'améliorer le comportement thermique en régime transitoire. Par changement d'état, le plus souvent de solide à liquide, le PCM absorbe ou libère de l'énergie, ce qui améliore l'inertie thermique lors de son introduction dans les textiles. Cette intégration au sein des étoffes est assurée par un procédé de microencapsulation qui protège l'actif à l'aide d'une membrane imperméable. Cet axe majeur d'innovation dans le domaine des textiles intelligents thermorégulants a suscité de nombreux intérêts dans le secteur de la recherche appliquée.

### II Présentation des travaux de recherche

#### II.1 Définition du textile auto-rafraîchissant

Partant du constat que les technologies thermorégulantes intégrées à l'interface textile ne considèrent que les transferts thermiques, on se propose de les combiner avec les transferts hydriques dans la conception d'un textile thermorégulant en environnement chaud. En effet, l'homme en tant qu'homéotherme doit maintenir sa

température centrale dans une plage très étroite. Le corps équilibre son bilan thermique avec son environnement par la thermorégulation, en particulier par le mécanisme de sudation dans un environnement chaud ou lors d'activités intenses. En utilisant un logiciel de prédiction de la sensation thermique, CASETO<sup>®</sup>, développé par DAMART aidé d'experts en thermique, physiologie et informatique, il a été modélisé le ressenti thermique en environnement chaud, et ce, en prenant en compte l'ensemble des échanges thermophysiques du corps. Au travers de cette étude, il a été révélé un lien étroit entre l'augmentation soudaine de l'humidité cutanée (ou mouillure cutanée, Figure 1), marquée par un déséquilibre du bilan thermique et une apparition de l'inconfort au chaud.



*Figure 1. Mouillure cutanée  $w$  (%) fonction de la température moyenne de peau  $T_{sk}$  (°C) lors de 3 activités physiques (1, 3 et 6 met) en environnement chaud (26°C ; 46H.R.%) avec une isolation vestimentaire de 0,3 clo*

A l'inverse des technologies PCM, on se propose d'associer les transferts thermiques et hydriques au sein de l'étoffe. Le textile auto-rafraîchissant, désigné par HPCM, pour Matériau à Changement de Phase Hydrique, sera alors considéré comme un textile intelligent « actif » ayant comme stimulus l'humidité de peau, et comme réponse une absorption d'énergie thermique au moment propice de l'apparition de l'inconfort au chaud. De cette manière, il sera possible pour le porteur de ressentir au mieux l'action rafraîchissante de l'étoffe.

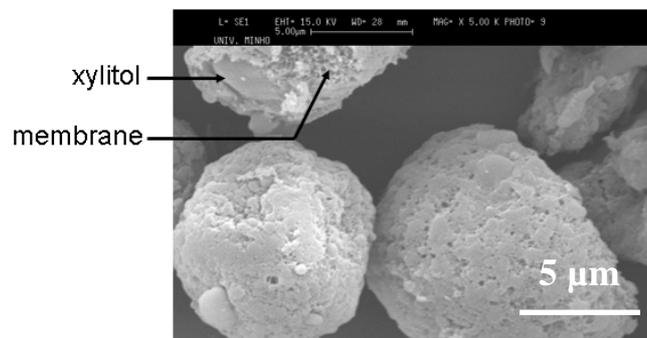
## II.2 Choix du matériau adapté au textile auto-rafraîchissant

Après un état de l'art sur les différents principes de stockage de l'énergie thermique, notre intérêt s'est porté sur les réactions endothermiques apportées par dissolution avec l'eau. Parmi ces matériaux, les polyols et en particulier le xylitol, relativement bien connu dans le domaine alimentaire pour ses propriétés organoleptiques, présente une densité énergétique, une enthalpie et une cinétique de réaction élevée, une large plage de températures de réaction, en plus d'une solubilité et d'une hygroscopicité forte.

## II.3 Réalisation d'un système auto-rafraîchissant par microencapsulation du xylitol

Par une technique d'encapsulation particulière il a été réalisé la microencapsulation du xylitol par polymérisation interfaciale visant à la formation d'une membrane semi-perméable de poly(urée-uréthane). Ce procédé original, utilisant le xylitol à la fois en tant que principe actif et monomère de réaction a permis la formation d'une membrane perméable aux transferts d'humidité et bloquant l'actif quel que soit son état, solide ou liquide : il s'agit d'un système piège ou microréacteur.

Le succès de l'encapsulation a été observé par des techniques telles que l'Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF), ou la Résonance Magnétique Nucléaire du solide (RMN). Le cliché par Microscopie Electronique à Balayage d'une microcapsule est présenté Figure 2.



*Figure 2. Cliché obtenu par Microscopie Electronique à Balayage (X500) des microparticules avec une membrane poly (urée-uréthane) réalisée à partir d'une synthèse type*

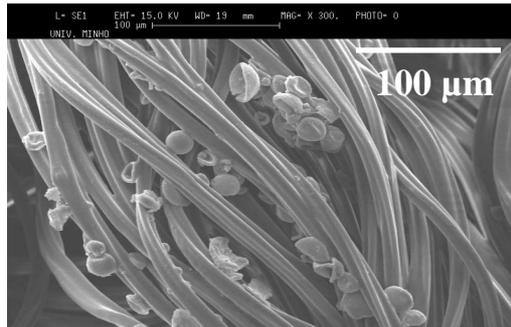
Par l'influence des paramètres de synthèse, il a été observé le mécanisme de formation des microparticules. Par des techniques de mesure adaptées, nous avons montré à la fois le chargement et le déchargement en eau gazeuse ou liquide des microparticules.

La chaleur de dissolution a été déterminée par une technique inhabituelle dans le domaine, à savoir la calorimétrie par dissolution en isotherme (35°C), qui a été mesurée à 124,3 J.g<sup>-1</sup> pour la synthèse la plus performante. Cette dernière a été retenue pour l'intégration sur matrice textile.

## II.4 Conception d'un prototype auto-rafraîchissant

### II.4.1 Mise en œuvre

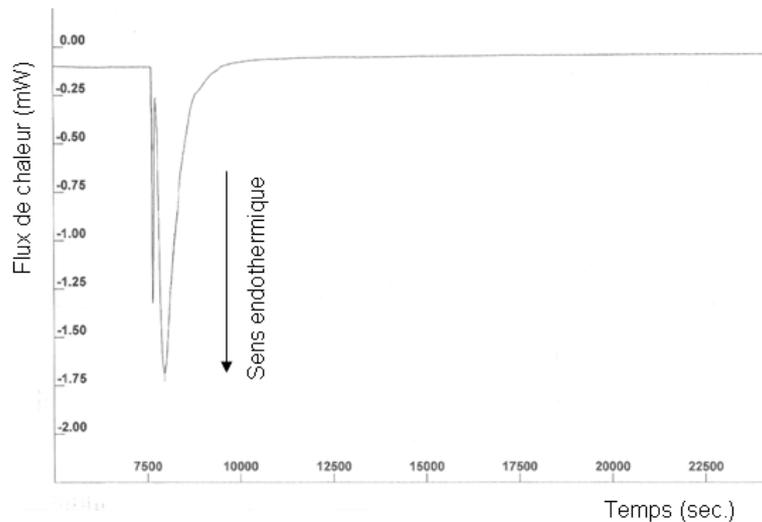
Les avancées en terme de greffage, apportées par des partenariats, nous ont permis d'incorporer d'une manière permanente ces microcapsules sur différents supports textiles utilisés dans le domaine sous-vestimentaire (Figure 3).



*Figure 3. Cliché obtenu par Microscopie Electronique à Balayage (X500) des microparticules avec une membrane poly (urée-uréthane) réalisée à partir d'une synthèse type*

#### II.4.2 Evaluation des propriétés rafraîchissantes

Les caractérisations de diffusion de l'humidité, sous forme gazeuse et liquide, nous ont prouvé l'impact positif de l'ajout de microcapsules par cette technique qui ne bloque pas les échanges d'humidité au travers de la membrane poreuse. De plus, il a été montré que l'absorption d'humidité liquide engendre immédiatement un effet rafraîchissant (Figure 4).



*Figure 4. Exemple de courbe de flux de chaleur en fonction du temps obtenue pour un prototype auto-rafraîchissant avec HPCM observé à l'aide d'une technique de calorimétrie par dissolution en isotherme à 35°C*

Lors d'une dernière étape, il a été observé par des tests au porter que les microcapsules stabilisent et améliorent le confort thermique lors d'efforts intenses en environnement chaud (Figure 5). Parallèlement à ces remarques, il a été mesuré une baisse de la température cutanée moyenne des étoffes traitées HPCM par rapport aux étoffes brutes identiques, et ce, dès l'apparition des phénomènes de sudation.

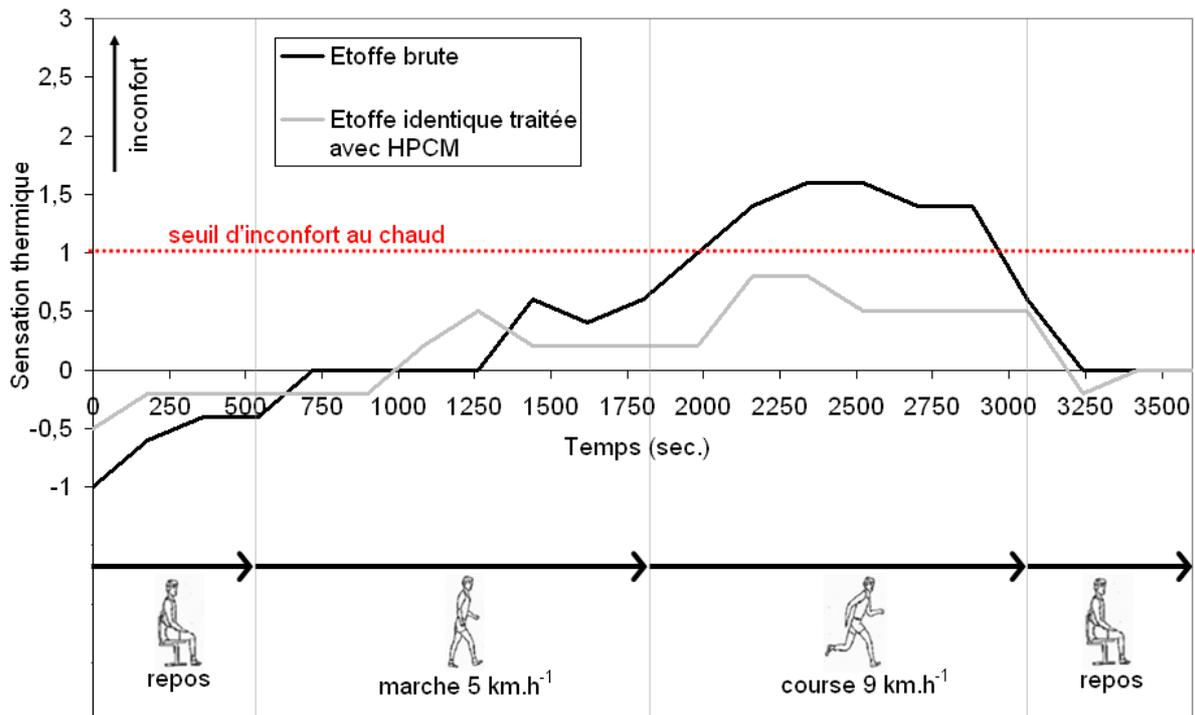


Figure 5. Comparaison de la sensation thermique moyenne en fonction du temps pour différentes activités en environnement chaud (22°C, 45%H.R.) avec une étoffe seule ou intégrant des microcapsules HPCM

### III Conclusions et perspectives

Mon sujet de thèse consistait à concevoir un prototype auto-rafraîchissant. Par une étape de veille, et en appuyant mes recherches grâce à un logiciel de modélisation de la sensation thermique, CASETO<sup>®</sup>, j'ai défini le textile auto-rafraîchissant comme étant un textile intelligent actif à l'humidité cutanée et engendrant une réaction endothermique au moment propice de l'apparition de l'inconfort au chaud.

Après une recherche approfondie des matériaux assurant le stockage d'énergie thermique par dissolution, j'ai proposé d'intégrer le xylitol en tant qu'agent rafraîchissant.

Mes travaux sur les propriétés physicochimiques du xylitol m'ont permis d'adapter le procédé de synthèse de microencapsulation, ce qui a rendu possible la réalisation de microcapsules réactives aux transferts d'humidité, permettant par voie de conséquence d'absorber l'énergie thermique. Avec l'aide d'un partenaire industriel, la fixation permanente des microcapsules auto-rafraîchissantes sur différents supports textiles a été réalisée avec succès. Il a été observé qu'une étoffe avec traitement HPCM permet de retarder l'inconfort, voir de prolonger la neutralité thermique tout au long d'une activité.

La validation du bénéfice d'utilisation, ainsi que le dépôt d'un brevet sur le procédé de synthèse des microparticules auto-rafraîchissantes (EP2218498 A2) a d'ores et déjà conduit à la mise en route du transfert industriel entre DAMART et ses partenaires. Ce travail intègre des contraintes de toxicité, de recyclabilité ou de coût de revient.

A l'heure actuelle, d'autres applications très intéressantes du brevet sont à l'étude : dans l'ameublement avec les propriétés de retard au feu, ou encore dans le domaine de la santé avec l'aide au soin des personnes atteintes de la sclérose en plaque...