

CERTES !

Centre d'Etudes et de Recherche
en Thermique, Environnement et Systèmes

Université Paris 12-Val de Marne

Rapport scientifique

2004/2007

Octobre 2007

TABLE DES MATIERES

Composition de l'équipe	-----1
Rapport	
Métrologie et modélisation des transferts en milieu non-homogène	-----2
Thermographie IR quantitative	-----8
Transferts et changements de phase en milieu poreux	----- 11
Méthodes et outils de modélisation des systèmes thermiques	----- 13
Identification et diagnostic	----- 15
Sources, transfert et impact des polluants atmosphériques	----- 18
Liste des publications	----- 28

COMPOSITION DE L'EQUIPE AU 01/10/2007

Enseignants chercheurs	Autres Enseignants	Chercheurs	Ingénieurs contractuels	Post-Doc	Doctorants
14	0	0	1	0	14

Y. Candau	Professeur	IUT Créteil
J.F. Durastanti	Professeur	IUT Sénart
E. Géhin	Professeur	IUT Créteil
G. Lefebvre	Professeur	IUT Créteil
A. Boudenne	Maître de Conférences	IUT Créteil
M. Fois	Maître de Conférences	IUT Créteil
M. Karkri	Maître de Conférences	IUT Créteil
L. Ibos	Maître de Conférences	IUT Créteil
A. Ionescu	Maître de Conférences	UFR Sc. et Techn.
A. Mazioud	Maître de Conférences	IUT Sénart
L. Oukhellou	Maître de Conférences	IUT Créteil
N. Ramdani	Maître de Conférences HDR	IUT Créteil
E. Surugue	Maître de Conférences	IUT Sénart
O. Riou	Maître de Conférences	IUT Sénart
M. Larbi Youcef	Ingénieur contractuel	IUT Créteil
S. Bekhouche	Doctorant	Université Paris 12
A. Coman	Doctorant ATER	Université Paris 12
A. Khlaifi	Doctorant	Université Paris 12
R. Tlili	Doctorant Allocataire	Université Paris 12
N. Meslem	Doctorant ATER	Université Paris 12
S. Kaced	Doctorant	Université Paris 12
J. Ben Hadj Boubaker	Doctorant, co-tutelle	Université Paris 12
M. Abida	Doctorant, co-tutelle	Université Paris 12
T. Geryes	Doctorant	Université Paris 12
S. Delaby	Doctorant	Université Paris 12
C. Motzkus	Doctorant ATER	Université Paris 12
G. Hersen	Doctorant	Université Paris 12
S. Touré	Doctorant	Université Paris 12
R. Saadani	Doctorant	Université Paris 12

Evolution durant le plan quadriennal 2004-2008

M. Karkri	MCF	arrivé en sept.2007
A. Boudenne	MCF	arrivé en sept.2006
N. Ramdani	MCF HDR	délégation INRIA sept. 2007
O. Riou	MCF	arrivé en sept. 2005 (mutation)
M. Fois	MCF	arrivée en sept.2004 (mutation)
xxxxx	MCF	recrutement sept. 2008

Séjours de chercheurs étrangers

- Pr. S. Thomas, Université du Kerala, Inde (2007, 2 mois)
- Pr. Y. Mamunya, Institute of macromolecular chemistry, Kiev, Ukraine (2006, 2 mois)
- Pr. N. Ghrab, ENIT Tunis, Tunisie (2007, 2 mois)

METROLOGIE ET MODELISATION DES TRANSFERTS EN MILIEU NON-HOMOGENE

Personnels impliqués

Yves Candau (PR1), Gilles Lefebvre (PR2), Abderrahim Boudenne (MCF), Magali Fois (MCF), Laurent Ibos (MCF), Boudjemaa Agoudjil (Doctorant), Stefan Datcu (Post-Doctorant)

Collaborations

Pr. Sabu Thomas Mahatma Gandhi University Kottayam, Kerala, Inde (invité au CERTES en 2007, 2 mois)	Matériaux composites à fibres naturelles, nanocomposites, fabrication, traitement chimiques, mesures mécaniques
Pr. Yevgen Mamunya Institute Of Macromolecular Chemistry Kiev, Ukraine (invité au CERTES en 2006, 2 mois)	Composites conducteurs, charges microniques et nanoparticules, mesures électriques et diélectriques, modélisation de la conductivité électrique
Dr. Igor Krupa Polymer Institute Bratislava, Slovaquie	Composites conducteurs incluant des charges isolantes métallisées, fabrication, analyse thermique, mesures mécaniques
Dr. Jean-Charles Majesté Laboratoire de Rhéologie des Matières Plastiques Université Jean Monnet, Saint-Etienne	Procédés de fabrication des composites, rhéologie
Dr. Céline Picard Unité de Recherche en Chimie Organique et Macromoléculaire, Université du Havre	Etude de composites par calorimétrie différentielle à balayage et analyse mécanique dynamique
Patrick Ausset SCUMEA/LISA – Université Paris 12	Etudes par microscopie électronique répartition des charges et fibres de renfort
Pr. Elena Palomo TREFLE, ENSAM Bordeaux	Projet HTP-Stock (ACI CNRS), matériaux pour le stockage d'énergie à haute température
Pr. Jean-Pierre Dumas LaTEP, Université de Pau et des Pays de l'Adour	Projet HTP-Stock (ACI CNRS), matériaux pour le stockage d'énergie à haute température
Dr. Xavier Py et Dr. Régis Olivès PROMES, Université de Perpignan	Projet HTP-Stock (ACI CNRS), matériaux pour le stockage d'énergie à haute température

Présentation générale

Cet axe de recherche, mis en place au cours du plan quadriennal précédent a été poursuivi grâce à deux thèses successives et la mise en place de nouvelles collaborations. Les travaux menés depuis 2004 ont concerné d'une part la mise au point et

l'amélioration de bancs de mesure et d'autre part la caractérisation de matériaux composites.

1 - Activité métrologique

Comme cela avait été mentionné dans le projet de laboratoire du plan quadriennal précédent, un de nos objectifs principaux était le développement de bancs de mesure innovants permettant une caractérisation complète des propriétés thermophysiques des matériaux. Ces bancs de mesure sont utilisés en routine pour la caractérisation de matériaux hétérogènes et peuvent servir ponctuellement pour des prestations industrielles [R-9].

Mesure de conductivité et diffusivité thermique par méthode périodique (DICO)

Lors du plan quadriennal précédent et dans le cadre de la thèse de doctorat de M. Boudenne, un banc de mesure de conductivité et diffusivité thermique par méthode périodique avait été mis au point. Ce banc de mesure permet de caractériser des matériaux polymères ou composites sous forme de plaques de quelques millimètres d'épaisseur, les échantillons étant insérés entre deux plaques métalliques dont la température est mesurée par thermocouple. Une estimation des propriétés thermophysiques de l'échantillon est réalisée par minimisation de l'écart quadratique entre les fonctions de transfert thermiques expérimentales et théorique, cette dernière étant obtenue grâce à une modélisation des transferts de chaleur par la méthode des quadripôles. Le dispositif a été validé en utilisant différents matériaux de référence. Une étude approfondie des sources d'incertitudes associées à l'estimation des propriétés thermophysiques a été entreprise et a permis de confirmer l'importance de la bonne connaissance de certains paramètres supposés connus du modèle de transfert de chaleur (propriétés thermophysiques de la plaque arrière métallique et coefficient d'échange en face arrière). Ces résultats ont fait l'objet de deux articles dans des revues à comité de lecture [ACL-7, ACL-35] et de plusieurs communications en congrès. Actuellement, ce dispositif est utilisé quotidiennement pour la caractérisation de matériaux composites. Récemment la plage de température de mesure a été étendue à la gamme [-30°C ; +135°C] par l'acquisition d'un système de régulation de température par circulation de fluide caloporteur, grâce à un financement spécial obtenu auprès de l'UFR de Sciences et Technologies de Paris 12. Un travail a par ailleurs été entrepris dans le cadre de la thèse de M. Raïssi afin d'appliquer des techniques d'inversion ensemblistes à l'estimation de propriétés thermophysiques. Les développements méthodologiques ont fait l'objet de publications [ACL-36, ACL-44] et communications en congrès. Un effort de finalisation devra être encore fait pour pouvoir utiliser en routine ces techniques d'estimation dans ce cas d'étude.

Mesure de conductivité thermique, diffusivité thermique et émissivité par thermographie IR en régime périodique

Un nouveau banc de mesure a été mis au point dans le cadre des travaux de thèse de M. Agoudjil et de post-doctorat de M. Datcu. Ce montage expérimental constitue une évolution du montage précédent (DICO). En effet, le principe d'excitation thermique de l'échantillon par un signal sinusoïdal est conservé. L'échantillon est monté sur une plaque métallique dont la température est mesurée par thermocouple. La face arrière de l'échantillon est en contact avec l'air. Une partie de cette surface est recouverte d'une peinture noire d'émissivité connue. La température de la face arrière de l'échantillon est mesurée à l'aide d'une caméra infrarouge. L'émissivité de l'échantillon est obtenue par

comparaison des mesures de température sur la surface nue et sur la peinture noire. Le porte-échantillon étant placé sur une platine rotative, il est possible de déterminer l'émissivité à différents angles, ce qui permet l'obtention d'indicatrices d'émission. Par la suite, après correction de la température de surface, la fonction de transfert thermique expérimentale de l'échantillon est calculée. La fonction de transfert théorique est obtenue par modélisation des transferts de chaleur par la méthode des quadripôles. Enfin, l'estimation de la conductivité et de la diffusivité thermique est obtenue par méthode inverse. Le fonctionnement de ce banc a été validé par caractérisation d'un échantillon de PVC. Les résultats et l'analyse des incertitudes de mesure ont donné lieu à une publication [ACL-32] et à plusieurs communications. Des mesures ont été réalisées récemment sur des composites Polypropylène/Cuivre. Les résultats sont en cours d'analyse.

Optimisation du fonctionnement d'un dispositif portable de mesure d'émissivité

Un appareil portable de mesure de l'émissivité avait été mis au point en 2001 en collaboration avec le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Nancy afin de pouvoir mesurer sur site l'émissivité de revêtements de chaussées. Ce paramètre, pris en compte dans les simulations permettant la prédiction de la température des chaussées est d'une importance capitale et doit donc être connu avec une bonne précision. Par ailleurs, l'émissivité dépend de nombreux paramètres tels que la composition et l'état de surface et il varie donc au cours du temps au fur et à mesure que le revêtement de chaussée se dégrade. Les expérimentations menées sur site de 2002 à 2004 par le LRPC de Nancy ont laissé apparaître quelques défauts de fonctionnement. Un contrat d'étude a donc été mis en place afin d'optimiser le fonctionnement de l'appareil [R-7, R-8]. L'appareil fonctionne sur le principe d'une mesure indirecte en régime modulé, ce qui permet de s'affranchir du rayonnement ambiant. Parmi les actions menées, on notera une modification complète du programme de pilotage et de traitement des mesures, une amélioration du système d'alimentation de la source infrarouge, une nouvelle conception du système de détection optique et enfin la réalisation d'un système de contrôle du réglage de l'appareil. Les nouveaux tests effectués en laboratoire ont permis d'obtenir des résultats probants et ce travail a conduit à une publication conjointe entre le CERTES et le LRPC de Nancy [ACL-39]. Par ailleurs, une nouvelle version de l'appareil a été réalisée au CERTES et est utilisée pour la mesure de l'émissivité de matériaux pour le bâtiment (plâtre, béton...) et de diverses peintures.

Mise en place d'un dispositif de mesure de la conductivité électrique

Dans le cadre du projet HTP-Stock, décrit ci-après, le CERTES avait en charge la caractérisation de la conductivité électrique de composites Graphite/Sels. Un banc de mesure de conductivité électrique à température ambiante a donc été mis en place grâce à l'acquisition d'une source de courant et d'un nanovoltmètre. La source de courant permet d'imposer un courant électrique dans l'échantillon, qui est placé entre deux plaques de Cuivre. La mesure de la différence de potentiel entre les deux plaques de Cuivre permet l'obtention de la résistance électrique de l'échantillon. L'utilisation d'un montage 4 fils permet de s'affranchir des résistances parasites de la connectique. Par ailleurs, l'utilisation d'une technique appelée « Current Reversal Method », basée sur l'application d'un courant d'intensité positive puis négative, permet d'annuler l'effet des différences de potentiel d'origine thermoélectrique, dont l'amplitude est du même ordre de grandeur que les tensions à mesurer. Ce banc de mesure, mis en place dans le cadre du travail de thèse de M. Agoudjil, a été utilisé pour la caractérisation de composites Graphite/Sels et est actuellement utilisé pour la caractérisation de composites conducteurs à matrice polymère. Une évolution du dispositif est en cours afin de

permettre la mesure de la conductivité électrique de l'ambiante jusqu'à +650°C grâce à l'acquisition d'un four tubulaire.

2 - Applications dans le domaine de la caractérisation des propriétés de matériaux composites

Les bancs de mesure développés au sein du CERTES depuis plusieurs années permettent aujourd'hui d'étudier les propriétés thermophysiques et électriques de matériaux composites. Les travaux effectués depuis 2004 dans ce domaine ont porté sur quatre types de matériaux hétérogènes : des composites Graphite/Sels, des composites polymère/charges métalliques, des composites polymère/fibres naturelles et du polycarbonate chargé en dioxyde de Titane.

Etude des composites à changement de phase pour le stockage d'énergie (Projet HTP-STOCK)

L'objectif de ce projet était l'élaboration de nouveaux matériaux composites adaptés au stockage d'énergie thermique à des températures comprises entre 200 et 600°C avec des hautes performances en puissance. Ce projet, financé par une Action concertée Energie du CNRS associait quatre laboratoires : TREFLE (ENSAM Bordeaux), PROMES (Université de Perpignan), LaTEP (Université de Pau) et CERTES (Université Paris 12). Le CERTES avait en charge la mesure de propriétés thermophysiques (conductivité et diffusivité thermique) et de conductivité électrique à température ambiante. Les séries d'échantillons fournies par la laboratoire PROMES ont permis de mettre en évidence l'anisotropie des propriétés thermophysiques et électriques de ces matériaux. Les résultats obtenus ont été mis en relation avec les procédés de fabrication (coulage du mélange ou pressage de poudres) [R-3, R-10, R-15].

Elaboration et caractérisation de composites conducteurs à matrice polymère

Ce sujet de recherche a été initié lors de la Thèse de M. Boudenne (12/2003), et poursuivi lors de la thèse de M. Agoudjil (12/2006) ainsi que dans le cadre de l'activité post-doctorale de M. Boudenne. Ce travail, initialement réalisé en collaboration avec le LRMP (Université de Saint-Etienne) et l'URCOM (Université du Havre) a pour but de réaliser une caractérisation globale des propriétés de ces matériaux. Différents systèmes composites ont été réalisés et caractérisés de manière à mettre en évidence l'influence de différents paramètres sur les propriétés thermophysiques. Cette démarche a pour but de constituer une base expérimentale en vue de la modélisation des propriétés thermophysiques de ces matériaux, les modèles existants dans la littérature étant peu satisfaisants. De nouvelles collaborations ont vu le jour avec le Polymer Institute de Bratislava et l'Institute of Macromolecular Chemistry de Kiev. Ces collaborations internationales sont renforcées par l'invitation de chercheurs étrangers au sein du CERTES (Pr. Mamunya : mai/juin 2006 ; Dr. Krupa : début 2008). Les principaux résultats obtenus ont tout d'abord permis de montrer l'influence de la taille des particules conductrices dans le cas de l'utilisation de charges de géométrie irrégulière [ACL-18]. L'utilisation de sphères de tailles différentes n'induit aucun effet sur la conductivité et la diffusivité thermique. L'utilisation de charges d'aluminium fortement oxydées permet d'obtenir un comportement atypique et des composites conducteurs de chaleur, mais isolants électriques [ACL-8, ACL-17]. L'utilisation de nanotubes de carbone n'a pas conduit à une augmentation significative des propriétés thermophysiques malgré l'obtention de composites conducteurs avec un seuil de percolation électrique très faible [ACL-59]. Par ailleurs, l'utilisation de charges isolantes sphériques (polyamide ou verre) métallisées permet d'obtenir des composites bons

conducteurs de chaleur et d'électricité avec une teneur en métal très faible, ce qui permet de conserver une densité du matériau proche de celle de matrice polymère, résultat intéressant pour le développement de nouveaux matériaux composites conducteurs pour des applications où le poids des systèmes est prépondérant (dispositifs embarqués par exemple) [ACL-47, ACL-51]. Enfin, la caractérisation complète de ces matériaux sur le plan des propriétés thermophysiques, électriques et mécaniques a permis de démontrer expérimentalement l'existence d'analogies de comportement entre ces propriétés, ce résultat n'ayant à notre connaissance jamais été montré auparavant [ACL-57, ACL-51, ACT-67].

Tous ces résultats devront être complétés par l'étude de nouveaux systèmes composites, afin de constituer une base de données pour la modélisation des propriétés de ces matériaux. Une nouvelle thèse a débuté en septembre 2007 (A. Boutros) grâce à l'obtention d'une allocation de recherche ministérielle dans le cadre de l'Ecole Doctorale SIMME de l'université Paris 12. Ce financement permettra de poursuivre les travaux expérimentaux et de modélisation dans ce domaine.

Etude des propriétés de polymères renforcés par des fibres naturelles

Ce sujet de recherche a été initié par une collaboration entre l'équipe du Professeur Sabu Thomas de l'université Mahatma Gandhi de Kottayam, en Inde. Le Pr. S. Thomas a séjourné deux mois au CERTES au printemps 2007 et sera de nouveau invité pour un mois au CERTES au printemps 2008.

L'objectif de cette action de recherche est d'étudier la possible substitution de fibres minérales par des fibres naturelles pour assurer le renfort de polymères recyclables ou du caoutchouc naturel, ce qui permettrait d'obtenir des composites totalement recyclables (« GREEN Composites ») et d'utiliser certaines ressources naturelles non valorisées pour l'instant. Les premières études ont porté sur l'influence de la concentration, de l'hybridation et du traitement des fibres naturelles sur les propriétés thermophysiques de ces composites. L'équipe du Pr. Thomas met en œuvre les échantillons et réalise en parallèle à notre étude une caractérisation mécanique de ces matériaux. L'objectif à plus long terme est d'optimiser les propriétés de ces composites, d'étudier la possibilité d'utiliser des nano-fibres naturelles et de parvenir à une modélisation des propriétés thermophysiques et mécaniques. Les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence la possibilité de modifier les propriétés thermophysiques par un traitement adapté des fibres, ce qui peut conduire à une augmentation ou une diminution de la conductivité thermique effective [ACL-38, ACL-53]. Ce dernier point permet d'entrevoir de nouvelles applications dans le domaine de l'isolation thermique. Par ailleurs, l'utilisation de fibres naturelles métallisées permettrait d'obtenir des composites conducteurs très légers et incluant une très grande majorité de matériau recyclable.

Effet des contraintes thermiques sur les propriétés physiques des polymères amorphes

Cette étude rentre dans le cadre de la thèse de doctorat d'Etat de M. Rouabah, en collaboration avec l'université de Setif (Algérie). Dans ce travail, nous avons étudié les effets de la température de trempe et de la teneur en pigment (TiO_2) sur les propriétés mécaniques et thermiques d'un polymère amorphe (polycarbonate (PC)).

Il a été constaté que plus le refroidissement était rapide, soit plus la température de première trempe à partir de l'état fondu est basse, plus la résistance au choc Izod et l'allongement à la rupture sont importants. Parallèlement on assiste à une diminution du module d'élasticité, de la dureté shore D, de la densité, de la contrainte au seuil d'écoulement et de la température de fléchissement sous charge (TFC). Ces changements ont été interprétés par une augmentation des contraintes résiduelles et du volume libre.

La conductivité et la diffusivité thermique ont également été étudiées, elles ne varient pas de manière significative. De plus, aucune tendance ne peut être interprétée du fait de l'action opposée de l'augmentation du volume libre et de l'orientation moléculaire sur la conductivité thermique.

L'effet de la teneur en pigment a ensuite été étudié. Pigmenter le PC entraîne une augmentation du module d'élasticité et des propriétés mécaniques, ainsi qu'une diminution de la résistance au choc et de l'allongement à la rupture. L'objectif de la thèse était de trouver le meilleur traitement thermique possible afin de minimiser la perte de ces dernières propriétés à l'aide d'un traitement thermique. Un mélange à 3% de TiO_2 a été choisi pour faire cette étude, ce taux de pigment correspondant aux contraintes au seuil d'écoulement et TFC les plus élevées. L'étude du PC et du PC / TiO_2 pour différentes températures de deuxième trempe (à partir de T_g plus 15°C) a montré un comportement inhabituel. En effet, une seconde trempe à 40°C correspond aux meilleures propriétés choc et allongement à la rupture. Ceci a été interprété par l'existence d'une relaxation moléculaire à cette température. L'existence de cette relaxation moléculaire a de plus été mise en évidence lors de ces travaux. L'étude des propriétés thermophysiques a, là encore, montré qu'elles n'étaient pas influencées par la seconde trempe.

Nous avons donc vu que, dans le cas du PC pigmenté, le choix d'un traitement thermique adapté permet de compenser la perte des propriétés engendrée par l'ajout de pigment. M. Rouabah a soutenu sa thèse d'état en avril 2007 en Algérie et ses travaux ont, pour l'instant, conduit à deux articles [ACL 48, ACL-49].

THERMOGRAPHIE IR QUANTITATIVE

Personnels impliqués

Yves Candau (PR1), Abderrahim Boudenne (MCF), Magali Fois (MCF), Laurent Ibos (MCF), Atef Mazioud (MCF), Olivier Riou (MCF), Mohamed Larbi Youcef (Chercheur contractuel), Stefan Datcu (Post-Doctorant)

Collaborations / Partenaires industriels

Dr Mario Marchetti Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées CETE de l'Est, Nancy	Mesures d'émissivité, détection de défauts dans les revêtements de chaussée
Dr. Marc Schoeffter ADEME	Contrôle de l'isolation des bâtiments
Dr. Pierre Brémond CEDIP Infrared, Croissy-Beaubourg	Contrôle de l'isolation des bâtiments
Dr. Alain Filloux Alpheeis, Sophia Antipolis	Contrôle de l'isolation des bâtiments
Michel Piro EDF R&D, Les Renardières	Contrôle de l'isolation des bâtiments
Dr. Yann Gélébart Laboratoire d'Acoustique Ultra-sonore et Electronique, Université du Havre	Contrôle Non Destructif de composites thermostructuraux en fonction du vieillessement thermique

Présentation générale

Les travaux de recherche du CERTES dans le domaine de la thermographie infrarouge, poursuivis depuis 2001, sont fortement liés à l'existence d'une activité contractuelle quasiment continue avec EDF R&D (site des Renardières) concernant l'application de la thermographie IR au contrôle de l'enveloppe thermique des bâtiments. Un effort a été entrepris pour se doter de moyens métrologiques permettant d'envisager dans un futur proche de nouvelles applications au travers de collaborations nouées très récemment.

Plusieurs enseignants-chercheurs du CERTES ont pris part à l'organisation de la troisième édition du congrès Thermogram (en octobre 2005), conférence destinée à faire le point tous les deux ans sur les techniques et les applications de la thermographie IR dans le domaine de la maintenance. Cette troisième édition a été une nouvelle fois organisée conjointement avec l'IUT de Sénart, l'Institut de la Thermographie et l'Association Française de Thermographie et s'est déroulée sur le site de Sénart. L'organisation de la 4ème édition a été confiée au LEO/UTAP (Université de Reims), des enseignants-chercheurs du CERTES restant néanmoins membres du comité d'organisation.

Actions de recherche

Mise au point d'un banc de mesure par méthode Flash utilisant la Thermographie IR

Sur la base des travaux de recherche du CERTES depuis 2000 dans le domaine de la thermographie IR passive, nous nous sommes attachés au développement d'une instrumentation permettant la caractérisation de matériaux ou d'assemblages de matériaux par thermographie IR active. La méthode est basée sur une excitation thermique de type « Flash » réalisée à l'aide de lampes halogènes et sur une mesure de température en face avant par caméra IR. L'intérêt de cette méthode est qu'elle ne nécessite l'accès qu'à une des surfaces du système étudié et peut donc être éventuellement adaptée à des mesures dans un cadre de maintenance par exemple.

Cette méthode a été utilisée pour la détection « qualitative » de défauts dans des matériaux composites, la mesure du profil d'épaisseur d'une plaque de PVC [ACT-24] et la détection de la position d'interfaces dans des complexes plâtre-polystyrène expansé [ACT-46, ACT-68]. Très récemment, nous avons montré la faisabilité de la détection de défauts dans des matériaux pour le BTP. L'enjeu dans ce cas est d'une part de distinguer la présence de défauts des hétérogénéités du matériau et d'autre part de déterminer la profondeur et les dimensions du défaut. Une nouvelle campagne de mesure a été programmée pour octobre 2007, en collaboration avec le LRPC de Nancy, afin d'obtenir des résultats quantitatifs.

Une variante de la méthode précédente, basée sur une excitation « flash » en face avant et une mesure de température par caméra IR en face arrière a été appliquée, dans le cadre d'une collaboration avec le LAUE de l'université du Havre, au suivi de l'évolution de la diffusivité et de la conductivité thermique de composites carbone/epoxy à différents stades de vieillissement [COM-27]. Les premiers tests ayant montré des résultats prometteurs, nous envisageons une poursuite de cette étude à l'avenir et le développement d'une expérimentation dédiée.

Contrôle de l'isolation des bâtiments par thermographie IR (Projet PROTOMERES-PARIS)

Ce travail fait suite à la thèse de M. Datcu (12/2002), qui portait sur la quantification des déperditions des bâtiments par thermographie IR, réalisée dans le cadre d'une convention entre le CERTES et EDF. Ces travaux nous ont permis d'acquérir une solide expérience dans le domaine de la correction de champs de températures obtenus par thermographie IR, dans le contexte du contrôle de l'enveloppe des bâtiments [ACL-9, ACL-21]. Le projet PROTOMERES-PARIS (PROTOTYPE de MESure de RESistance thermique de PARois ISolées de bâtiments) a été initié par le CERTES et EDF R&D du site des Renardières à la suite de deux pré-études confiées au CERTES en 2004 et 2005 [R-5]. Un projet a été soumis en juin 2005 dans le cadre de l'appel à projets PREBAT 2005 lancé par l'ANR et dont la gestion a été confiée à l'ADEME. Le projet a été retenu et regroupe en plus des deux partenaires initiateurs, le CEDIP spécialiste en fabrication de caméras infrarouges et ALPHEEIS une société d'ingénierie spécialisée dans la maîtrise de l'énergie. L'objectif du projet est la définition d'un protocole de mesure et de la procédure associée pour l'élaboration d'un cahier des charges pour la réalisation d'un dispositif portable de contrôle de l'isolation des murs. L'originalité du projet est qu'il concerne le contrôle de l'isolation en paroi courante de bâtiments réhabilités. Cette méthodologie, basée sur la thermographie IR active, est donc complémentaire des techniques d'observation passives permettant actuellement de déterminer la position de défauts d'isolation.

Le projet a démarré en mai 2006 avec l'acquisition par le CERTES de doublages isolants plâtre polystyrène normalisés. Un protocole expérimental a été mis en place pour effectuer des mesures de températures en face avant des panneaux par une caméra infrarouge confiée par le CEDIP et mettre au point une source d'excitation permettant un éclairage uniforme de la surface de la paroi. Des thermocouples sont également utilisés pour les mesures pour compléter la base de données expérimentales. En parallèle, un modèle analytique de comportement des panneaux isolants soumis en face avant à un flash a été développé. Ce modèle servira à terme à identifier les propriétés thermophysiques et géométriques de l'isolation des murs de bâtiments. Une première étude a porté sur les doublages isolants seuls. Actuellement, l'application de la méthode au cas de murs composés de parpaing ou de béton et isolés en face avant par les mêmes doublages est en cours. Les premiers résultats obtenus ont permis de montrer la faisabilité de la méthode et ont été présentés lors de communications en congrès avec actes [ACT-103, ACT-147].

TRANSFERTS ET CHANGEMENTS DE PHASE EN MILIEU POREUX

Personnels impliqués :

Gilles Lefebvre (PR2), Samir Kaced (Doctorant)

Collaborations

Saïd Makhlouf, PR Univ. de Tizi Ouzou (Algérie)	gel dans les sols, puits canadien
Jean-Marie Konrad, PR Univ. Laval (Québec, Canada)	gel dans les sols
Rachid Bennacer, MCF LEEE, Univ. de Cergy Pontoise	mesure acoustique de teneur en glace d'un milieu poreux
André Dupas Ingénieur conseil	Gel dans les sols; métrologie; mesures diélectriques de teneur en glace

Présentation générale

Le gel/dégel de l'eau dans les matériaux poreux met en jeu des quantités d'énergie considérables qui peut avoir des conséquences importantes sur leur comportement mécanique. C'est le cas en géotechnique (gonflement/effondrement des sols), génie civil (dimensionnement au gel des chaussées routières, ferrées, aéroportuaires), environnement (cryodépollution), agroalimentaire (congélation des aliments), santé (cryochirurgie).

Cette problématique recouvre des phénomènes physiques complexes pour certains encore mal connus ou compris, relevant de la thermique, de la mécanique et de la thermodynamique. Il requiert (comme d'ailleurs beaucoup de sciences de l'ingénieur) une approche conjointe théorique, numérique et expérimentale.

L'objectif de cette action de recherche, qui se poursuit dans le prochain Plan Quadriennal, est de développer des outils de modélisation et de calcul, de mettre au point des dispositifs métrologiques adaptés, et de générer une base de données expérimentales.

Actions de recherche

Modélisation des transferts en milieux hétérogènes

Les travaux de modélisation progressent en intégrant une complexité qui va en s'accroissant. Les méthodes et outils développés et décrits dans des publications couvrent maintenant un champ qui va de la conduction de la chaleur dans les solides aux transferts couplés de chaleur et de fluides avec changement de phase dans les milieux poreux.

Laurent TECHER a étudié en 2003 (stage DEA TSE) la convection naturelle ou forcée dans un ballast de voie ferrée; un code de calcul a été développé à cette occasion, puis réécrit ensuite dans le cadre d'une étude sous traitée par le LRPC de Nancy pour la SNCF en vue du dimensionnement des voies du TGV Paris Est.

Un code en géométrie cylindrique 1D a été mis au point en 2002 (calumet) par Gilles

LEFEBVRE et Yahia MSAAD (doctorant ENPC) pour étudier les transferts couplés de chaleur et d'eau dans les bétons soumis à déshydratation à haute température [ACT-70, ACT-110, ACT-111]. Samir KACED a adapté ce code au cours de son stage de DEA en 2003 à des géométries rectangulaires et l'a complété afin de prendre en compte le changement de phase solide/liquide de l'eau. La thèse de Samir KACED, qui devrait être soutenue fin 2007, décrit avec beaucoup de détail et de pertinence les transferts et changements de phase dans des milieux composites (multicouches 1D) à l'aide de systèmes de 14 équations algèbro-différentielles non linéaires fortement couplées par élément de discrétisation spatiale. Le modèle prend notamment en compte une « loi de gel » qui décrit comment l'eau gèle progressivement lorsque la température descend en dessous de 0°C, plus ou moins rapidement selon les caractéristiques de la matrice poreuse solide. Le code développé (solgel1D) permet d'observer l'évolution de nombreuses caractéristiques thermo-hydriques et la progression du « front de gel » ainsi que l'influence de la plus ou moins forte gélivité des matériaux, dans ce cas géotechniques. Ces travaux sont menés depuis 2006 en collaboration avec Saïd MAKHLOUF, MCF à l'Université de Tizi Ouzou (Algérie) qui utilise le modèle pour étudier l'implantation de chambres froides sur terre-plain [ACT-75]. Ces travaux ont permis de montrer la faisabilité d'un code basé sur le couplage de l'ensemble des équations (pour la plupart non linéaires) d'équilibre, de bilan et de transfert, discrétisées en espace par la méthode des volumes finis, et résolues temporellement grâce à un solveur générique (dassl) dans un environnement de programmation de haut niveau (scilab) [INV-3, INV-4, ACT-96, ACT-104, ACT-143, ACT-144, COM-10]

Différents travaux de modélisation (comparaison et validation de relations empiriques, modélisation fine avec Comsol) ont été réalisés dans le cadre de divers stages en vue de l'étude de la sensibilité de la conductivité thermique équivalente des matériaux composites aux caractéristiques thermophysiques, géométriques et structurels des matrices et charges.

Caractérisation expérimentale des milieux hétérogènes

Grâce à une collaboration avec André Dupas, ingénieur conseil (et ex chercheur du LCPC), nous avons élaboré une expérience consistant à chauffer à haute température (environ 600°C) un échantillon instrumenté de béton haute performance (BHP) pour en étudier le phénomène de déshydratation; une instrumentation particulière permettant la détermination des teneurs en eau liquide et vapeur basée sur des mesures diélectriques, a été employée (construction des capteurs au laboratoire). Une campagne d'essais a été menée et des comparaisons ont été faites avec les résultats produits par le code calumet [ACT-7].

Jianjia Liang a contribué, au cours de son stage (Master SDIA/CSME/Univ.Paris 12, 2006) à la mise au point d'un banc expérimental de détermination de teneur en eau gelée dans une argile (par micro calorimétrie); un premier test de détermination acoustique a également été réalisé en collaboration avec Rachid BENNACER (LEEE, Univ. Cergy pontoise).

METHODES ET OUTILS DE MODELISATION DES SYSTEMES THERMIQUES

Personnels impliqués :

Gilles Lefebvre (PR2), Yves Candau (PR1), J.F. Durastanti (PR2), P. Rabearivelo (doctorant)

Collaborations

Nadia Ghrab, PR ENIT, Univ. de Tunis (Tunisie)	Thermique des bâtiments, méthode modale, simulation stochastique
---	---

Présentation générale

Cet axe de recherche est consacré à l'aspect méthodologique de la modélisation en Thermique. Dans ce cadre, nous développons des techniques, souvent issues ou mieux connues dans d'autres domaines, pour les appliquer à des systèmes thermiques de grande taille.

Actions de recherche

Méthodologie de modélisation thermique

Les travaux réalisés par le passé permettent de mettre en évidence des bonnes pratiques et méthodologies de modélisation en thermique; ces résultats ont été présentés à plusieurs reprises dans des ateliers et congrès [INV-4, INV-7]

Méthodes modales en thermique

Le code de calcul m2m traite les transferts de chaleur linéaires et réciproques par méthode modale ou volumes finis pour des systèmes résultant de l'assemblage complexe de pièces de géométrie simple. Divers outils de description, de saisie, de simulation et d'analyse constituent la boîte à outil m2m, téléchargeable sur le site de l'auteur (www.gilles.lefebvre.name).

La méthode modale appliquées aux systèmes thermiques linéaires et réciproques est maintenant décrite en détail dans un livre rédigé par Gilles LEFEBVRE et diffusé depuis février 2007 (www.editions-ellipses.fr) [OS-3].

Le développement de la simulation stochastique de systèmes thermiques décrits par un modèle modal a progressé grâce au stage de DEA de Mohamed Abida réalisé sous la co-direction de Nadia GHRAB (PR, ENIT, Univ. Tunis) et Gilles LEFEBVRE; ces travaux se poursuivent dans le cadre d'une thèse franco-tunisienne en co-tutelle dans laquelle on explore les avantages de la représentation modale pour effectuer ce genre de simulation du comportement thermique des bâtiments.

Méthodes inverses

Une méthode originale d'inversion par synthèse de modèle a été mise au point au cours de la thèse que Afef GAFSI a réalisé sous la direction de Gilles LEFEBVRE. La combinaison de cette technique avec la réduction modale par troncature, qui s'avère intéressante pour régulariser les problèmes thermiques mal posés, a fait l'objet d'une

publication en 2006 [ACL-37].

Un travail d'identification des paramètres thermiques (GV, surface solaire..) d'un bâtiment solaire a été entrepris dans le travail de DEA de l'ENIT de J. Ben Hadj Boubaker; qui va entreprendre une thèse en co-tutelle (N. Ghrab/Y. Candau); parallèlement l'instrumentation du bâtiment solaire de l'ENIT est en cours de rénovation, et il sera utilisé dans cette thèse pour tester les méthodes et la validité des modèles simples identifiés.

Application de la réanalyse à la mécanique des fluides

La technique de réanalyse propose de pouvoir modifier des éléments (en particulier des conditions aux limites et des composantes non-linéaires) d'un système sans avoir à retraiter l'intégralité du système linéaire initial. Les travaux précédents ont démontré que la méthode, initialement pensée dans le domaine de la mécanique, était transférable vers d'autres disciplines. L'adaptation à la thermique a révélé des applications inédites concernant les états instationnaires et les non-linéarités. Il est apparu naturel de se tourner alors vers la mécanique des fluides compte tenu des nombreuses non-linéarités mises en jeu.

En 2005, Patrice Rabearivelo a soutenu une thèse consacrée à la résolution des équations de Navier-Stokes par la réanalyse; il démontre la pertinence de cette technique pour le traitement du problème de convection naturelle au sein d'un fluide Newtonien soumis à des conditions aux limites variables; la méthode est validée en particulier dans le cas d'une cavité soumise à un gradient de températures.

IDENTIFICATION ET DIAGNOSTIC

Personnels impliqués

Yves Candau (PR1), Nacim Ramdani (MCF), Laurent Ibos (MCF), Abdel Boudenne (MCF), Latifa Oukhellou (MCF), Tarek Raissi (doctorant), Nacim Meslem (doctorant)

Collaborations

<p>I. Braems, E. Walter Laboratoire des Signaux et Systèmes, CNRS, Gif-sur-Yvette</p> <p>Ph. Poinet B. Telle Laboratoire d'Informatique, Robotique et Microélectronique, Montpellier</p> <p>T. Poinot Laboratoire d'Automatique et d'Informatique Industrielle, Poitiers</p>	<p>Identification à erreurs bornées</p>
<p>P. Akinin INRETS</p>	<p>Diagnostic temps réel</p>

Présentation

Aussi bien dans des activités relevant de la mesure (identification de paramètres, méthodes inverses) que de la modélisation (sensibilité des modèles, atteignabilité) les chercheurs sont amenés à aborder des problématiques relevant du « Traitement du Signal ». Cet axe de recherches permet de créer, au sein du laboratoire, des rencontres entre spécialistes des méthodes et utilisateurs potentiels. Les actions présentées ci-après sont incluses et ont été présentées à plusieurs reprises dans les groupes de travail Identification et Méthodes ensemblistes pour l'automatique du GDR MACS.

Actions de recherche

Identification à erreurs bornées de paramètres physiques

Pour apporter une meilleure crédibilité aux résultats de validation des modèles et de diagnostic des erreurs, nous nous sommes intéressés à la notion de *garantie* : les grandeurs estimées par identification par exemple, doivent toujours être assorties d'ensemble d'incertitude contenant de manière sûre les vraies valeurs. De plus, nous devons être capables de détecter l'absence de solution lorsque c'est le cas. Cet aspect est abordé dans le contexte déterministe des erreurs inconnues-mais-bornées par le biais de méthodes dites « ensemblistes » et plus particulièrement, celles fondées sur l'arithmétique des intervalles. Une telle approche, fondamentalement différente de l'approche probabiliste classique fournissant des valeurs ponctuelles, au mieux assorties d'ensemble de confiance, est en fait plus naturelle car plus en accord avec la notion d'incertitude associée à la mesure physique

Notre thème de recherche consiste en l'étude du problème d'identification des paramètres de systèmes dynamiques décrits soit par des fonctions explicites à variables complexes, soit par des équations différentielles non linéaires incertaines. L'approche que l'on préconise pour cette étude consiste à :

- transformer ce problème d'identification en un problème d'inversion ensembliste en tenant compte de la structure du modèle, des données expérimentales et les bornes d'erreurs de sorties;
- caractériser l'ensemble solution en utilisant des techniques de calcul basées sur l'arithmétique d'intervalles, et tout particulièrement en s'appuyant sur l'algorithme d'inversion ensembliste SIVIA (Set Inversion Via Interval Analysis). Cet algorithme, fondé sur un test d'inclusion, permet de calculer les approximations intérieure et extérieure de l'image réciproque d'un ensemble par une fonction réelle [ACL47].

Dans le cas des *systèmes à variables complexes*, nous avons développé une arithmétique des intervalles complexes adaptée à la représentation polaire, afin de réduire le pessimisme lors de l'évaluation de modèles non-linéaires non décomposables en parties réelle et imaginaire; un nouvel algorithme de projection garantie d'ensembles a d'autre part été développé au L2S. Ces avancées nous ont permis d'obtenir sous forme garantie des encadrements de paramètres physiques (conductivité et diffusivité thermiques, permittivité électrique) sur la base de mesures expérimentales [ACL-30, ACL-36, ACL-44].

Dans le cas des *systèmes décrits par des équations différentielles*, l'utilisation de SIVIA nécessite des encadrements garantis des solutions des équations différentielles, aux instants de mesures. Cette question fondamentale, abordée lors de la thèse de T. RAISSI, se poursuit par le travail de N. MESLEM.

La première direction abordée consiste en l'intégration numérique garantie des EDO basée sur le développement en série de Taylor intervalle par rapport au temps. Ces méthodes procèdent en deux étapes : (i) vérification de l'existence et de l'unicité de la solution sur un pas d'intégration et calcul de l'encadrement de la trajectoire solution sur ce pas d'intégration et que l'on appellera solution a priori ; (ii) calcul d'un encadrement garanti de la solution à l'extrémité du pas d'intégration en utilisant un développement de Taylor dont le terme reste est évalué sur la solution a priori. Des résultats intéressants ont pu être obtenus par cette méthode pour certains systèmes [ACL-13, ACL-29], cependant, dans le cas où l'incertitude sur l'état initial ou l'incertitude sur les paramètres est importante, l'effet d'enveloppement provoque la divergence de ces méthodes.

Le second type est fondé sur les théorèmes de comparaison des inégalités différentielles, en particulier celui de Müller. Contrairement aux méthodes du premier type, ces méthodes ne souffrent pas de l'effet d'enveloppement. En effet, leur principe consiste à encadrer l'EDO incertaine, dont les incertitudes sont présentées par des vecteurs intervalles, par deux EDOs certaines et ponctuelles, ce qui permet de contourner le problème de divergence causé par l'effet d'enveloppement [INV-10, ACT-78, ACT-85]. L'application à des systèmes quasi-monotones est originale et fait intervenir un automate hybride pour franchir de manière garantie les points de basculement du sens des inégalités ; il est donc naturel de songer à une extension au cas des systèmes dynamiques hybrides, i.e. les systèmes qui possèdent à la fois des dynamiques continues et discrètes, fréquemment rencontrés dans le milieu industriel.

Diagnostic temps réel

La problématique diagnostic est ici traitée à l'aide d'approches à base de reconnaissance des formes qui ne supposent pas que l'on dispose d'un modèle physique du système à diagnostiquer. Elles nécessitent en revanche une base d'apprentissage où chaque observation est représentée par un ensemble de paramètres (extraits des signaux de mesure) constituant le vecteur formes et le mode de fonctionnement qui lui est associée. Nous nous sommes particulièrement intéressés au diagnostic de systèmes complexes comportant plusieurs sous-systèmes interdépendants et répartis spatialement sur un axe orienté. Ces particularités induisent que dans les signaux de mesure, la signature d'un sous-système dépend de l'état des sous systèmes situés en amont. Le diagnostic de tels systèmes fait apparaître en effet plusieurs verrous que ce travail de recherche tente de lever.

Axe 1 : Fusion de décisions

Mots clés : fusion de données, fonctions de croyances, théorie de Dempster-Shafer

Le premier volet théorique concerne le développement de méthodes de fusion de décisions dans le cadre du modèle des croyances transférables. L'approche que nous avons développée consiste à construire plusieurs classifieurs locaux (pour chaque sous-système) et à combiner ensuite leurs sorties respectives dans le cadre de la théorie des fonctions de croyance. Cette fusion a pour but de limiter l'impact d'éventuels conflits entre sous-classifieurs et de conduire ainsi à des décisions plus robustes. La spécificité des systèmes à diagnostiquer est prise en compte dans toute la chaîne de reconnaissance des formes depuis la paramétrisation des signaux jusqu'à la construction des classifieurs et leur fusion. Nous avons également travaillé sur la fusion de deux méthodes différentes de diagnostic : approche à base de modèle et approche par RdF. Cette combinaison a pour but d'améliorer la qualité du diagnostic (multi-défauts) tout en maintenant un niveau de robustesse approprié.

Axe 2 : Modèles génératifs

Mots clés : modèle graphique, méthodes à noyaux,

Ce volet porte sur la mise au point de modèles génératifs pour le diagnostic. Ces derniers permettent en effet de représenter les relations entre variables d'intérêt (liées aux défauts) et les variables extraites des signaux observés par un modèle graphique qui permet de spécifier l'ensemble des dépendances et indépendances entre variables. La mise au point de tels modèles pour le diagnostic soulève néanmoins plusieurs questions. Nous nous sommes intéressés à la modélisation générative dans un contexte supervisé, et plus particulièrement à la prise en compte de non linéarités dans ces modèles. Plutôt que de faire appel aux techniques d'échantillonnage qui sont lourdes en temps de calcul, nous avons développé des approches basées sur les méthodes à noyaux notamment l'analyse canonique des corrélations régularisée à noyau (RKCCA) et la régression partielle aux moindres carrés (KPLS).

Volet applicatif

Dans le cadre d'une collaboration scientifique avec l'institut National de Recherche sur les Transports et Leur Sécurité (INRETS), le volet applicatif de ces travaux concerne le diagnostic automatique d'un système de l'infrastructure ferroviaire qui intervient dans le contrôle commande des trains : le circuit de voie. Ce système est composé de plusieurs sous-systèmes (condensateurs) dont le nombre est variable et sur lesquels les observations prélevées sont spatialement dépendantes. Plusieurs transferts industriels ont pu être réalisés, principalement avec la SNCF .

SOURCES, TRANSFERTS ET IMPACTS DES POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

Personnels impliqués

Yves Candau (PR1), Evelyne Géhin (PR2), Anda Ionescu (MCF), Adriana Coman (doctorante), Marjorie Jaquelin (doctorante), Anis Khlaifi (doctorant), Charles Motzkus (doctorant) G. Hersen, S. Delaby, T. Geryes, T.L. Ha, N. Fischer

Collaborations

<p>M. Beekmann (CR HDR) G. Bergametti (DR) G. Forêt (MCF) C. Schmechtig (IR) Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (LISA) CNRS-UMR 7583, Universités Paris 7 et Paris 12</p>	<p>Assimilation des mesures d'un réseau de qualité de l'air sur un modèle de chimie-transport</p>
<p>P. Le Louër, Dir Technique SECHAUD Environnement (ex LECES), Maizières-lès-Metz D. Harvy, J. Hodges CORUS, British Steel Plc., Grande Bretagne</p>	<p>Identification des sources et évaluation de leurs contributions au niveau global de poussières dans l'environnement</p>
<p>R. A. Lefèvre (PREX) A. Chabas (MCF) T. Lombardo (MCF) P. Ausset (IR) Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (LISA) CNRS-UMR 7583, Universités Paris 7 et Paris 12</p>	<p>Impact de la pollution atmosphérique sur les matériaux du bâti</p>
<p>François Gensdarmes SERAC Service d'études en aérocontamination et en confinement de l'IRSN Enric Robine LMEI (Laboratoire de Microbiologie des Environnements Intérieurs du CSTB)</p>	<p>Caractérisation de l'émission d'aérosol par fractionnement de liquides</p>

Présentation générale

La thématique « Sources et transfert des aérocontaminations » a pour objectif de développer des outils expérimentaux ou statistiques pour l'amélioration de la prédiction des transferts de polluants et/ou d'aérocontamination. Un premier axe concerne la

caractérisation des termes sources utilisés dans les modèles de transfert tandis que le deuxième axe s'attache à développer des outils permettant une meilleure prédiction des cartographies de polluants. L'originalité de cette approche est de lier à la fois des compétences expérimentales et des compétences dans le domaine des outils statistiques.

1 - Caractérisation des sources de polluants atmosphériques

a) Etude de génération des aérosols par différents mécanismes

Etude de génération des aérosols par différents mécanismes : chute de poudre, fractionnement de surface liquide, activités domestiques

Le but est d'étudier les mécanismes qui produisent la mise en suspension d'un aérosol avec des applications liées à la protection des travailleurs ou du public. L'objectif final est d'affiner la connaissance des mécanismes physiques produisant une mise en suspension. (poudre, liquide et matériaux) pour différents scénarios et de proposer lorsque c'est possible une modélisation du mécanisme qui permettra de quantifier et de caractériser la production d'aérosols. Ces études nécessitent des compétences dans des domaines très variés et des collaborations avec des laboratoires complémentaires ont été recherchées.

Trois actions ont été engagées sur ce thème :

- la mise en suspension de particule par chute de poudre
- la création d'aérosols par fractionnement de liquide
- la caractérisation des aérosols émis par les activités domestiques

La mise en suspension de poudres

La thèse de M. Jacquelin [ACT-45, ACT-69, ACT-135] sur l'étude de la mise en suspension de particules lors de la chute accidentelle de poudre a permis de mettre en évidence les différents paramètres influents (granulométrie, masse volumique apparente de la poudre, hauteur de chute, masse totale de poudre, débit...) pour la mise en suspension d'aérosols lors de la chute d'une poudre (diamètre médian en volume de l'ordre de 30 μm) dans différentes conditions. Les effets liés au rebond des particules et les effets aérodynamiques ont pu être quantifiés pour deux poudres différentes ce qui a permis une analyse plus fine des mécanismes physiques produisant la mise en suspension. Il a également été mis au point une technique originale d'analyse des prélèvements sur filtres prenant en compte les pertes par sédimentation et permettant de déterminer la masse réellement mise en suspension.

Mise en suspension par fractionnement de liquide

L'objectif de ce travail mené par C. Motzkus [ACL-55, ACL-62, ACT-79, ACT-107, ACT-123, ACT-138] dans le cadre de sa thèse a été de déterminer les modes de mise en suspension de radioéléments en phase liquide lors de la chute d'une goutte sur une surface liquide. Une première phase d'étude bibliographique a permis de montrer que la génération de gouttelettes par impaction de gouttelettes micrométriques ($< 150 \mu\text{m}$) sur une surface liquide est déjà bien maîtrisée d'un point de vue théorique ; notre attention s'est plus particulièrement portée sur le cas de chutes de gouttes millimétriques qui ont été étudiées à l'aide de dispositifs ne permettant pas de donner d'information sur la mise en suspension de gouttes de diamètre inférieur à 50 μm . Un dispositif expérimental a donc été créé afin d'étudier dans un premier temps le seuil dépôt/éclaboussure mis en évidence par Cosali et al. (Cosali et al., Exp Fluids, 36, 888-900, 2004) pour des gouttes millimétriques impactant sur des surfaces liquides et un aérosol généré de diamètre supérieur à 50 μm . Un dispositif de prélèvement à fort débit ainsi qu'un granulomètre (APS, Welas) ont permis la mesure de la masse de liquide mis en suspension et un banc

vidéo (5000 image/s) a permis d'observer la transition entre dépôt et éclaboussure. Il a été montré que la relation établie par Cosali et al. est valable dans nos conditions d'expérience. La suite de l'étude comporte une analyse des granulométries des aérosols liquides émis, ce qui a impliqué la réalisation d'un modèle d'évolution de la granulométrie de l'aérosol en tenant compte des effets conjoints de la sédimentation, de l'évaporation et du débit de prélèvement. Les granulométries obtenues ont été comparées aux différents modèles physiques prédisant la granulométrie des aérosols émis par la goutte lors de l'impact (fractionnement des digitations formées, instabilité de la couronne...). L'étude a donné des informations originales sur la formation de gouttes dont le diamètre est très inférieur au diamètre des gouttes principales formées par fractionnement des jets de la couronne.

Caractérisation des aérosols émis par les activités domestiques

Il est maintenant communément admis que certaines activités ont un impact très important sur la concentration en particules à l'intérieur des habitations. Les sources les plus couramment citées et étudiées sont la fumée de cigarette, la cuisson des aliments, le chauffage au fuel, les cheminées, les bougies, l'encens, l'utilisation d'aspirateur, de bombes aérosols. La majorité de ces études sont réalisées dans des habitations et les auteurs relient l'impact des différentes activités sur la concentration massique (PM10 ou PM2,5) ou en nombre dans les différentes pièces de la maison. D'autres études ont été réalisées en chambre d'essais avec différents moyens de mesure (ELPI, CNC...) permettant d'obtenir une information sur la granulométrie des émissions. Néanmoins l'ensemble de ces études est très disparate et il reste difficile de comparer réellement les différents taux d'émission des sources potentielles.

Dans le cadre du programme PRIMEQUAL2, une étude sur la caractérisation des particules émises par différentes activités domestiques (cuissons sur plaque électrique ou au four, bougies, encens, utilisation de spray, utilisation d'imprimante, chauffage) a été entreprise en collaboration avec le CSTB, le LEPTAB, le LHVP et ARCANE-CENBG [R-16].

Pour couvrir un grand nombre de situations et de sources, les dispositifs expérimentaux qui ont été choisis permettent de réaliser des mesures sur une gamme importante de diamètre et de concentration en nombre (ELPI, DMS500, compteur optique). De plus l'enceinte expérimentale a été spécifiquement étudiée pour faciliter la mesure au plus près de la source d'émission. Les facteurs d'émissions équivalents totaux mesurés dans une gamme de 5 nm à 1 µm sont compris entre $0,06 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$ et $13,10 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$. Ces résultats seront complétés par des analyses chimiques et une caractérisation de la densité apparente des particules émises.

b) Estimation des sources de pollution par modélisation inverse

L'estimation des sources de pollution a été traitée, dans le cadre de la thèse de A. Khlaifi, par deux approches, adaptées à deux problématiques différentes : identification des sources et détermination de leurs contributions au niveau global de poussières dans l'environnement ; estimation des sources chroniques et de localisation connue, dans un but de surveillance.

Identification des sources et évaluation de leurs contributions au niveau global de poussières dans l'environnement

Nous avons étudié cette problématique à partir des cas d'étude réels, dans le cadre du projet européen « Tracing Of Airborne Dust » (TOAD) [PE-6], auquel nous avons participé en collaboration avec SECHAUD Environnement. L'objectif général du projet a

été d'estimer la contribution de la sidérurgie au niveau global de particules en suspension dans leur environnement proche.

La démarche s'appuie sur une campagne spéciale d'exposition d'échantillons dans l'environnement des sources. Nos deux cas d'étude sont des sites sidérurgiques, l'un en France, l'autre en Italie, et les points de mesure ont été choisis à l'intérieur de l'usine ou dans le voisinage immédiat. Les échantillons ont été ensuite analysés pour déterminer les concentrations en certains éléments chimiques, dont la sélection est cruciale pour une identification pertinente des sources

Les concentrations d'éléments chimiques pour tous les échantillons constituent une base de données qu'on peut analyser statistiquement, par des méthodes de classification et reconnaissance de formes, pour mettre en évidence des groupes d'éléments. Cette démarche est justifiée par le fait que les éléments émis par une source doivent se retrouver, dans l'environnement de celle-ci, groupés du point de vue statistique ; ces groupes peuvent être ensuite interprétés comme la « signature » d'une source.

L'idée de rechercher les « signatures » ou profils des sources par analyse statistique multivariée n'est pas nouvelle, mais par rapport à la majorité des études précédentes qui mettaient en évidence les signatures des sources en utilisant une seule technique d'analyse statistique, nous avons appliqué plusieurs méthodes d'analyse multivariée et comparé leurs résultats. Cette inter-comparaison trouve son sens lorsqu'on ne dispose pas de signatures réelles des sources ; alors, sont gardés comme représentatifs ou robustes uniquement les groupes mis en évidence par plusieurs méthodes différentes [ACL-24]. Dans cette analyse comparative, en plus des méthodes linéaires classiques comme l'analyse en composantes principales et la classification hiérarchique, nous avons appliqué, pour la première fois dans ce domaine, les méthodes non-linéaires comme l'analyse en composantes indépendantes et l'analyse en composantes principales à noyaux qui ont tendance à filtrer les éléments redondants, en gardant l'essentiel pour chaque profil [ACT-72].

Les groupes obtenus ont été interprétés pour la plupart comme signatures des sources sidérurgiques ; certains d'entre eux ont pu être validés grâce aux analyses chimiques effectuées directement aux sources.

Pour déterminer la contribution des sources au niveau global de poussières dans l'environnement, la méthode la plus adaptée est la factorisation matricielle positive (Positive Matrix Factorization, PMF), spécialement conçue pour déterminer les contributions (positives) et les profils des sources (inconnus a priori). L'utilisation de cette méthode, répandue dans les pays nordiques et anglo-saxons, mais très peu utilisée en France, combinée avec l'information sur les profils des sources obtenue précédemment, a permis d'estimer les contributions des différentes sources identifiées, au niveau global de PM₁₀ relevé sur chaque échantillon.

Dans cette étude nous avons obtenu des résultats prometteurs pour la séparation « aveugle » des sources. En partie, ces résultats ont été validés par des mesures directement à la source. Leur interprétation aurait été plus riche si on pouvait avoir une connaissance plus approfondie des processus sidérurgiques avec leur spécificité sur chaque site, ainsi que d'autres informations à pouvoir discriminant, comme les variables météorologiques. Des manques ou incohérences relevés peuvent servir à la conception de nouveaux projets.

Estimation des sources chroniques et de localisation connue

L'objectif de cette estimation est d'une part la surveillance des sources, d'autre part, une estimation indirecte de leurs émissions, assujetties à une taxe, d'après le principe pollueur-payeur. L'intérêt de cette approche est qu'elle ne demande pas une campagne de mesure spécialement conçue, car on peut utiliser des mesures provenant des capteurs

d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air situés dans la proximité des sources visées.

Le cas d'étude choisi correspond à une zone industrielle située en Yvelines, où il y a trois sources émettrices de quantités importantes de SO_2 , pour lesquelles nous connaissons les débits d'émissions horaires. Les paramètres météorologiques sont mesurés par Météo France et les concentrations de SO_2 au sol, par trois capteurs d'AIRPARIF¹, en continu. Nous avons d'abord testé la validité d'un modèle déterministe simple, le modèle gaussien de Pasquill, appliqué aux émissions mesurées. Le modèle s'avérant approprié à notre cas d'étude, nous avons développé un couplage original entre le modèle gaussien et les algorithmes génétiques, pour résoudre le problème inverse : en connaissant les paramètres météorologiques et en supposant que le transport de polluants se fait en accord avec le modèle de Pasquill, nous cherchons les émissions des 3 sources qui minimisent l'écart modèle-mesures pour les capteurs d'AIRPARIF ; cette minimisation est réalisée par une technique d'optimisation combinatoire, les algorithmes génétiques mono- ou multi-objectif [ACT-97, ACT-98].

La qualité des résultats obtenus dépend essentiellement de la qualité de l'information fournie par les capteurs, étant fortement liée à la direction du vent par rapport aux emplacements sources-capteurs.

Par conséquent, il devient intéressant de chercher un ensemble de capteurs permettant de remonter aux émissions des sources lors des situations météorologiques les plus probables. Pour cela nous avons d'abord créé des données semi-synthétiques pour des capteurs fictifs répartis uniformément et en grand nombre sur toute la région autour des sources, à partir des données météorologiques réelles enregistrées sur 2 ans et des caractéristiques globales d'émissions des sources, en utilisant à nouveau le modèle gaussien de Pasquill. Certains de ces capteurs fictifs étant redondants ou inutiles, nous avons procédé ensuite à une sélection basée sur des méthodes d'analyse statistique linéaires et non-linéaires (classification hiérarchique, analyse en composantes principales à noyaux). Ceci nous a conduit à un réseau formé d'une douzaine de capteurs, permettant d'estimer les sources avec des erreurs raisonnables sur l'ensemble des deux ans d'étude [ACT-146].

2 - Transfert des polluants

Cartographie de la pollution atmosphérique à partir des mesures d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air

Dans le cadre général de la surveillance de la qualité de l'air, la cartographie de la pollution atmosphérique répond à des exigences réglementaires et à un besoin d'information de la population vis-à-vis de la répartition spatiale de la pollution. Une analyse de cette répartition, corrélée avec d'autres données de la région (émissions, topographie, mode d'occupation du sol etc.) est essentielle pour une meilleure compréhension de la dispersion des polluants atmosphériques en zone urbaine.

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Loi 96-1236 du 30 décembre 1996) a conduit à l'implantation des réseaux de mesure dans toutes les agglomérations urbaines et même dans des régions rurales éloignées. Pour chaque agglomération urbaine, on dispose, à travers le réseau de surveillance, d'un ensemble de mesures ponctuelles. A partir de ces mesures ponctuelles et dispersées, on peut obtenir une distribution spatiale de la pollution, par interpolation. Les techniques d'interpolation font partie des outils avec lesquels les réseaux de surveillance de la qualité de l'air doivent se doter.

¹ AIRPARIF est le réseau de surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France

Dans le cadre de la thèse de A. Coman, nous avons analysé l'utilisation de plusieurs méthodes d'interpolation en vue d'estimation des distributions spatiales de polluants. Le site d'étude choisi est la région d'Ile-de-France, où la qualité de l'air est surveillée par le réseau AIRPARIF et les polluants auxquels nous nous sommes intéressés sont le dioxyde d'azote (NO_2) et l'ozone (O_3).

Nous avons mis en œuvre des méthodes d'interpolation stochastique, en particulier plusieurs types de krigeage, qui sont des méthodes géostatistiques, dont la principale caractéristique est de prendre en compte la structure spatiale du phénomène à modéliser (dans notre cas la dispersion de la pollution atmosphérique), à partir de ses observations (les mesures d'AIRPARIF). L'analyse variographique a montré que pour notre zone d'étude, il est souvent difficile de modéliser la structure spatiale du champ de polluants par l'intermédiaire d'un variogramme; le krigeage intrinsèque basé sur des fonctions de covariance généralisée demeure ainsi plus adapté. Les performances des méthodes ont été analysées par des tests de validation croisée, ainsi qu'à partir de la carte de variance de l'erreur de l'estimation [ACT-92].

Etant donné qu'on peut disposer aussi des séries temporelles des stations de mesure, il nous a semblé judicieux de prendre en compte simultanément la distribution spatiale et temporelle du phénomène de dispersion des polluants atmosphériques, ce qui est possible si on utilise le krigeage intrinsèque spatio-temporel, basé sur des fonctions de covariance généralisées spatio-temporelles. Ceci a été effectué dans un but d'analyse, pas de prédiction. En effet, les tests de validation croisée ainsi que la carte de variance de l'erreur de l'estimation montrent une nette amélioration de la précision de l'estimation, mais au prix d'un assez important coût du calcul.

Globalement, on peut conclure que les méthodes géostatistiques, et en particulier le krigeage, peuvent fournir des distributions spatiales de polluants assez précises, en nécessitant en entrée uniquement les concentrations de polluants, mais leurs résultats sont limités à la région couverte par les stations de mesure; elles ne sont donc pas utilisables en extrapolation, ni en prévision. Pour ces derniers cas il est conseillé de recourir à des modèles déterministes de chimie-transport des polluants.

Assimilation des mesures d'un réseau de qualité de l'air sur un modèle de chimie-transport à l'échelle régionale

Les modèles déterministes de chimie-transport (CTM) peuvent palier aux inconvénients des méthodes récepteur, comme le krigeage, car ils décrivent de manière fondamentale les processus qui interviennent dans l'évolution des concentrations de polluants. Vu la complexité des phénomènes et l'incertitude dans les nombreuses entrées demandées, on s'attend à des erreurs plus ou moins importantes.

Pour améliorer les résultats d'un modèle déterministe, on peut appliquer la technique d'assimilation de données, qui consiste à utiliser les observations *in situ* (fournies par les stations d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air) pour contraindre les champs simulés (entachés d'erreurs) à rester proche de la réalité des observations.

Depuis février 2006, nous avons initié, en collaboration étroite avec le LISA (groupe Modélisation, responsable M. Beekmann), le développement d'un premier système permettant l'assimilation des observations d'ozone de surface (mesurées par le réseau AIRPARIF) dans le modèle CHIMERE (développé par le LISA et le LMD, Ecole polytechnique), à l'échelle de l'Ile-de-France.

Nous avons choisi une méthode d'assimilation séquentielle, le Filtre de Kalman, en particulier l'algorithme du Filtre de Kalman d'Ensemble (EnKF). Dans un premier temps, bien que nous avons perturbé uniquement les concentrations d'ozone, les résultats sont très encourageants et montrent que cette technique permet de réduire de

façon significative l'écart entre les simulations du modèle et les mesures [ACT-93, ACT-132, COM-24].

Nous envisageons, dans l'immédiat, de perturber non seulement les concentrations d'ozone, mais également les paramètres principaux déterminant sa formation (émissions, conditions aux limites, taux de photolyse, dépôt sec ...). L'étape suivante visera la mise en œuvre d'un *lisseur* (smoother) de Kalman d'ensemble afin de pouvoir tenir compte des corrélations temporelles des erreurs du modèle. Cela permettra d'assimiler plusieurs espèces simultanément, notamment l'ozone et le dioxyde d'azote (NO₂) rendant ainsi possible une correction dynamique des flux d'émissions. Un autre objectif très important est de pouvoir prédire la qualité de l'air à courte échéance afin de pouvoir anticiper les pics de pollution. Cette étude sera poursuivie dans le prochain plan quadriennal.

Toujours dans un but de prédiction, vu que le modèle déterministe CHIMERE nous donne des prévisions sur des mailles qui sont assez larges (6 km × 6 km), nous avons essayé d'obtenir une prévision locale, au niveau des stations qui mesurent les concentrations de polluants. Nous avons ainsi développé un modèle basé sur les réseaux de neurones, prenant en compte les séries temporelles d'ozone et des paramètres météorologiques pour prévoir l'ozone sur un horizon de 24 heures [ACL-54].

Impact de la pollution atmosphérique sur les matériaux du bâti

Dans le cadre de la collaboration avec l'équipe Interactions Matériaux Atmosphère du LISA, dirigée par le Pr. R.A. Lefèvre et actuellement par A. Chabas, nous avons étudié deux phénomènes relevant de l'impact de la pollution atmosphérique sur les matériaux du bâti: la salissure, en particulier le noircissement, connus sous le terme anglais "soiling", et de façon plus restreinte, la sulphatation.

Le soiling est un phénomène qui a été assez peu étudié, mais dont l'importance s'est relevée cruciale pour la préservation du patrimoine culturel. C'est pour cela qu'il a été au cœur de plusieurs projets européens, avec la corrosion, auxquels nous avons participé grâce à la collaboration étroite avec l'équipe IMA.

C'est le verre silico-calco-sodique (le verre moderne) qui a été choisi par l'IMA pour commencer l'étude du soiling. Plusieurs échantillons de verre ont été exposés d'abord à Paris (thèse de T. Lombardo, LISA), ensuite dans plusieurs villes européennes, dans le cadre du projet européen MULTI-ASSESS [PE-1]. L'IMA a effectué ensuite des mesures physiques et des analyses chimiques du dépôt sur le verre, afin de pouvoir estimer le soiling et ensuite essayer de l'expliquer et de le prédire. Pour cela, nous nous sommes impliqués dans la recherche d'un modèle approprié, le rôle du CERTES concernant la partie modélisation. Les mécanismes physico-chimiques étant très complexes et pas suffisamment connus, nous avons opté dans un premier temps pour un modèle sémi-empirique, que nous avons ajusté aux mesures de soiling relevées dans le temps. L'interprétation physique de la forme analytique du modèle le mieux adapté aux mesures a mis en lumière des propriétés très intéressantes du phénomène de soiling. Le modèle de l'évolution temporelle du soiling bâti à l'origine sur la campagne expérimentale à Paris [ACL-26, ACL-27, ACT-28, ACT-29] a pu être généralisé à d'autres villes [ACL-40, ACT-45] grâce aux expériences menées dans le projet MULTI-ASSESS. La conclusion générale de cette étude, à laquelle nous sommes arrivés grâce à l'interprétation des coefficients du modèle obtenus pour les différentes expériences, a été que la cinétique du soiling est la même dans toutes les villes étudiées, mais que l'amplitude du phénomène est caractéristique à l'environnement de chacune d'entre elles. L'étape suivante a été ensuite de donner une autre dimension à notre modèle temporel en le transformant dans une fonction dose-réponse, la réponse étant toujours le soiling, mais les doses étant, en plus du temps, les concentrations de particules en

suspension dans l'air (PM₁₀), les concentrations des gaz, ainsi que les paramètres météorologiques (température, humidité relative). Pour la détermination de la fonction dose-réponse nous avons utilisé les mesures de soiling effectuées dans une cinquantaine de villes, dans ce but, dans le cadre de la convention européenne PIC-MATERIAUX [PE-7]. Les résultats obtenus dans le cadre du stage de master de F. Toche (LISA et CERTES) seront prochainement soumis pour publication dans un journal.

L'objectif final est d'appliquer la fonction dose-réponse du soiling au stock des matériaux exposé au risque de la pollution atmosphérique, correspondant au patrimoine culturel inscrit sur la liste de l'UNESCO. Pour cela, dans le projet CULT-STRAT, nous avons mis au point une méthodologie pour la détermination directe, sur le terrain, des surfaces de ces matériaux; ensuite, nous avons calculé et cartographié les surfaces des différents matériaux pour quelques zones inscrites sur la liste du patrimoine culturel mondial de l'UNESCO [OV-1].

En parallèle, nous avons étudié, par la même approche, l'effet d'une double verrière pour la protection des vitraux (aux cathédrales de Troyes et de Cologne), dans le cadre du projet VIDRIO [PE-2], les résultats obtenus faisant l'objet également de publications [ACL-25, ACT-75].

Actuellement, nous travaillons sur la simulation et la modélisation de l'altération des verres médiévaux (vitraux) qui ne sont pas inertes à la pollution atmosphériques, comme c'était le cas du verre moderne (projet financé par le Ministère de la Culture), [ACT-149].

Les propriétés des verres autonettoyants (fabriqués par Saint Gobain et Picklington) ont été mises en évidence par comparaison avec le verre moderne standard dans le projet SELF CLEANING-GLASS [PE-4].

Le deuxième phénomène que nous avons étudié est la sulphatation de la pierre (calcaire parisien et touronien) par la même démarche exposition/modélisation/interprétation [ACL-46, ACL-64, ACT-52, ACT-53, ACT-138], dans un projet PRIMEQUAL-2. Il a été intéressant de remarquer la similitude entre les deux phénomènes (soiling du verre et sulphatation de la pierre) à travers les tendances traduites par les modèles.

Certaines propriétés du soiling ont pu être mises en évidence grâce à notre démarche exposition/modélisation empirique/interprétation, en résultant dans une meilleure compréhension de ce phénomène. Deux pistes sont envisageables par la suite: d'une part, transposer les résultats obtenus pour le verre aux matériaux qui ne sont pas inertes (comme c'était le cas du verre) et d'autre part, se lancer dans le développement des modèles mécanistiques du soiling.

b) Métrologie des aérosols appliquée à la caractérisation des transferts

La prédiction du transfert d'un aérosol dans un environnement nécessite la connaissance de ces caractéristiques (diamètre aérodynamique ou de mobilité équivalente, densité apparente et facteur de forme dynamique). La plus part du temps certains de ces paramètres pourtant indispensables à la modélisation du transfert ne sont connus. C'est pourquoi nous avons développé des techniques permettant de mesurer l'ensemble de ces paramètres et que nous les avons appliquées à différents types d'aérosols dont les caractéristiques physique sont inconnues (par exemple certains bioaérosols).

Métrologie du facteur de forme dynamique et de la densité apparente des aérosols

De 2002 à 2006 (R-6) nous avons étudié et comparé différentes méthodes métrologiques pour la caractérisation de la masse volumique apparente et du facteur de forme dynamique des aérosols. Deux méthodes ont déjà été étudiées : une méthode utilisant deux analyseurs de mobilité électrique circulaire (SMEC) en série et une méthode utilisant un DMA (Differential Mobility Analyzer) et un ELPI (Electrical Low Pressure Impactor) en série. Les résultats obtenus avec la première méthode ont montré que les incertitudes deviennent très importantes pour des aérosols dont le diamètre de mobilité électrique équivalent est inférieur à 0,5 μm . Cette méthode reste cependant intéressante pour des aérosols de diamètre supérieur à cette limite. La deuxième méthode a été testée à l'IRSN par F.X. Ouf sur des suies générées par un brûleur dans un domaine de diamètre de mobilité électrique équivalent allant de 150 nm à 500 nm. Ces résultats, comparés aux mesures des dimensions fractales des agrégats correspondants ont permis de montrer que la relation linéaire communément admise entre le diamètre de giration et le diamètre de mobilité électrique équivalent n'est valable que pour un nombre de particules primaires des agrégats supérieur à 20 (250 nm en diamètre de mobilité) [ACT-26, ACT-26, ACT-124].

Une troisième méthode est en cours de test dans le cadre d'une étude sur la caractérisation des aérosols émis dans les habitations par les activités courantes (projet de recherche PRIMEQUAL2 [R-16]). Le principe est basé sur la comparaison des granulométries mesurées en parallèle avec un ELPI et un DMS500 (analyseur de mobilité électrique). La granulométrie obtenue en terme de diamètre de mobilité électrique équivalente permet de calculer les granulométries qui devraient être obtenues avec l'ELPI (en tenant compte de la loi de charge et de l'efficacité de chaque étage). La minimisation des écarts entre la granulométrie calculée et celle mesurée à l'ELPI permet d'estimer la masse volumique apparente moyenne de l'aérosol sur la plage considérée.

Métrologie des bio-aérosols

De 2001 à 2005 (thèse de T. L. Ha soutenue en 2005, CSTB/Département Développement Durable/Division Santé et Bâtiment) E. Géhin a co-encadré puis dirigé une étude sur la survie des *Legionella pneumophila* en suspension dans l'air. Un système de production d'aérosols de Légionelles et un dispositif permettant de garder ces aérosols en suspension pendant plus d'une centaine d'heure a tout d'abord été mis au point, puis les différentes techniques de collecte et d'analyse ont été testées. Dans nos conditions d'étude il a été observé que la technique d'impaction liquide permet d'obtenir le ratio le plus élevé entre Légionelles cultivables et concentration en aérosol de Légionelles. Une étude de la survie a été ensuite réalisée avec deux techniques d'analyse : la culture et une technique de mesure de l'intégrité membranaire. Nos résultats montrent une perte de la cultivabilité des *Legionella pneumophila* sous l'effet de la déshydratation, phénomène qui est amplifié par une cinétique d'évaporation lente de l'aérosol. En revanche, l'intégrité membranaire peut être conservée sur plus de 70 heures [ACL-61, ACT-5, ACT-43, ACT-116, ACT-118, INV-1, INV-8].

Les techniques de génération et de conservation des aérosols mis au point lors de la thèse de T.L. Ha sont actuellement utilisées dans le cadre de la thèse de S. Delaby (2004-2007, CSTB/CERTES), sur la caractérisation des dispositifs de traitement de l'air pour la réduction ou l'élimination des aérosols bactériens dans l'air intérieur des habitations ou des immeuble de bureau. Un banc de mesure de l'efficacité de ces dispositifs a été mis au point, ainsi qu'un ensemble test à l'échelle 1 qui permettra d'analyser les modes de transfert de ces aérosols dans des conditions réelles [ACT-109, ACT-133, ACT-150].

Depuis juin 2005 G. Hersen a débuté une thèse (CSTB/CERTES) sur la caractérisation des virus respiratoires aérosolisés impliqués dans la bronchiolite de

l'enfant. Une première étape de ce travail a consisté en la réalisation d'un système de mise en suspension des virus, réaliste au regard des modes de mises en suspension habituellement rencontrés (toux). Pour cela il fallait tout d'abord déterminer la taille des gouttelettes émises lors de la toux et déterminer dans quelle plage de granulométrie se trouve les virus. Un dispositif de mesure a été réalisé comprenant une chambre de mesure dans laquelle le patient doit tousser. Le prélèvement et la caractérisation de l'aérosol a été réalisé à l'aide d'un ELPI. Une campagne de mesure a été organisée lors de l'hiver 2006-2007 dans un cabinet médical (généraliste) ce qui a permis de mesurer les granulométries des aérosols émis pour une classe de diamètre allant de 20 nm à 10 µm (article en préparation pour le *Journal of Aerosol Science*). Ces résultats dont il n'existe aucun équivalent dans la littérature ont permis de montrer que la moyenne des concentrations en particules émises dans cette plage de diamètre est supérieure dans le cas de patient infecté par un virus que par un patient non porteur de virus. Cependant la variabilité des résultats d'un patient à l'autre ne permet pas de différencier ces deux classes de patients [ACT-134]. Les analyses des prélèvements par classe de taille sont actuellement en cours et devraient permettre d'identifier le diamètre des particules contenant les virus.

PUBLICATIONS 2003-2007

Publications ACL	Communications ACT	Thèses et DHDR	Rapports d'études
52 + 8 soumises	110	9	19

REVUES A COMITE DE LECTURE (ACL)

Internationales

- ↓ 2003
- ACL-1. BRAEMS I., RAMDANI N., KIEFFER M., WALTER E., *Caractérisation garantie d'un dispositif de mesure de grandeurs thermiques*, APII-JESA **37**(9), 1129-1143, 2003.
- ACL-2. CANDAU Y., *On The Exergy of Radiation*, Solar Energy, **75**(3), 241-247, 2003.
- ACL-3. JURSKI K., GÉHIN E., *Heterogeneous condensation process in an air water vapour expansion through a nozzle – Experimental aspect*, International Journal of Multiphase Flow, **29**, 1137-1152, 2003.
- ACL-4. GAFSI A., LEFEBVRE G., *Stolen heating or cooling energy evaluation in collective buildings using model inversion techniques*, Energy and Buildings, **35**, 293-303, 2003.
- ACL-5. POIGNET P., RAMDANI N., VIVAS A., *Approche ellipsoïdale factorisée pour l'estimation de paramètres dynamiques physiques de robots parallèles*, APII-JESA **37**(9), 1111-1127, 2003.
- ACL-6. POIGNET P., RAMDANI N., Application des outils de calculs ensemblistes, numéro spécial de la revue APII-Journal Européen des Systèmes Automatisés **37**(9) :1057-1192, 2003, éditeur invité.
- ↓ 2004
- ACL-7. BOUDENNE A., IBOS L., GÉHIN E., CANDAU Y., *A simultaneous characterisation of thermal conductivity and diffusivity of polymer materials by a periodic method*, Journal of Physics D : Applied Physics, **37**(1), 132-139, 2004.
- ACL-8. BOUDENNE A., IBOS L., FOIS M., GÉHIN E., MAJESTÉ J-C., *Thermophysical properties of Polypropylene/Aluminum composites*, Journal of Polymer Science - Part B: Polymer Physics, **42**, 722-732, 2004.
- ACL-9. DATCU S., IBOS L., CANDAU Y., MATTÉI S., FRICHET J-C., *Focal plane array infrared camera transfer function calculation and image restoration*, Optical Engineering, **43**(3), 648-657, 2004.
- ACL-10. GÉHIN E., RENOUX A., *Theoretical approach of a continuous flow particle counter by condensation of ambient humidity*, IDOJARAS, **108**(2), 79-94, 2004.
- ACL-11. NARONGPUNT V., DATCU S., IBOS L., ADNET F., FONTAS B., CANDAU Y., ALIMI D., *Monitoring acupuncture stimulation effects by infrared thermography*, Quantitative InfraRed Thermography Journal, **1**(2), 185-204, 2004.
- ACL-12. NEIDHÖFER M., BEAUME F., IBOS L., BERNÈS A., LACABANNE C., *Structural evolution of PVDF during storage or annealing*, Polymer, **45**, 1679-1688, 2004.
- ACL-13. RAÏSSI T., RAMDANI N., CANDAU Y., *Set membership state and parameter estimation for systems described by nonlinear differential equations*, Automatica **40**(10), 1771-1777, 2004.

- ACL-14. RIOU O., DURASTANTI J.F., SFAXI Y., *Determination of proper frequency range for accurate heat capacity measurement by AC microcalorimeter*. Superlattices and microstructures, **35**, 353-361, Mai 2004.
- ↓ 2005
- ACL-15. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., *Influence of fibre reinforcement and peel ply surface treatment toward adhesion of composite surfaces*, International Journal of Adhesion and Adhesives **25**, 404-409, 2005.
- ACL-16. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., *Peel ply surface treatment for composite assemblies : chemistry and morphology effects*, Composites Part A : Applied science and manufacturing **36**(11), 1562-1568, 2005.
- ACL-17. BOUDENNE A., IBOS L., GÉHIN E., FOIS M., MAJESTE J-C., *Anomalous behavior of thermal conductivity and diffusivity in polymeric materials filled with metallic particles*, Journal Of Materials Science **40**, 4163-4167, 2005.
- ACL-18. BOUDENNE A., IBOS L., GÉHIN E., FOIS M., MAJESTE J-C., *Electrical and thermal behavior of Polypropylene filled with copper particles*, Composites Part A : Applied Science and Manufacturing, **36**, 1545-1554, 2005.
- ACL-19. BOUDENNE A., *Thermal conductivity study of PDLC (Polystyrene/7CB Liquid crystal) film*, Physical and chemical News, **24**, 24-29, 2005
- ACL-20. CANDAU Y., *Solving Inverse Heat Diffusion Problem with Discrete Wavelet Transform*, Inverse Problems in Science and Engineering, **13**(4), 329-339, 2005.
- ACL-21. DATCU S., IBOS L., CANDAU Y., MATTEI S., *Contribution to improvement of building wall surface temperature measurements by infrared thermography*, Infrared Physics and Technology, **46**, 451-467, 2005.
- ACL-22. IBOS L., BERNÈS A., LACABANNE C., *Annealing or storage influence on pyroelectricity of ferroelectric PVDF and P(VDF-TrFE) copolymer*, Ferroelectrics, **320**(1), 15-21, 2005.
- ACL-23. LE BRAS M., DUQUESNE S., FOIS M., GRISEL M., POUTCH F., *Intumescent Polypropylene/flax blends : a preliminary study*, Polym. Degrad. Stab., **88**, 80-84, 2005.
- ACL-24. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Identification des sources et quantification de leur contribution aux niveaux de PM10. Etude d'un site industriel en Italie*, A. Zolghadri et G. Roussel (eds.), en : Traitement de l'information pour la surveillance et la gestion préventive des épisodes de pollution atmosphérique, Numéro spécial du Journal Européen des Systèmes Automatisés, (RS-JESA) **39**(4), 437-453, 2005.
- ACL-25. LEFÈVRE R., IONESCU A., AUSSET P., CACHIER H., CHABAS A., FAVEZ O., LOMBARDO T., OIKONOMOU K., *In-the-field experimental simulation using glass soiling sensors and modelling of the atmospheric particles deposition on stained-glass windows with protective double-glazing*, Rivista della Stazione Sperimentale del Vetro **3**-2005, 51-58, 2005.
- ACL-26. LOMBARDO T., IONESCU A., LEFÈVRE R.A., CHABAS A., AUSSET P. CACHIER H., *Soiling of silica-soda-lime float glass in urban environment : measurements and modelling*, Atmospheric Environment **39**, 989-997, 2005.
- ACL-27. LOMBARDO T., CHABAS A., LEFÈVRE R.A, IONESCU A., *Modelling the soiling of float glass in polluted atmosphere*, Glass Technology **46**(2), April 2005, 192-196, 2005.
- ACL-28. NARONGPUNT N., CORNILLOT P., ATTALI J-R., MOLINIER F., ALIMI D., DATCU S., IBOS L., CANDAU Y., FONTAS B., RAJI A., CLAIRAC B., BLOCH DANAN S., MARIIGNAN M., *Infrared thermographic visualization of the traditional chinese acupuncture meridian points*, Journal Of The American Academy Of Medical Acupuncture, **16**(2), 32-37, 2005.
- ACL-29. RAÏSSI T., RAMDANI N., CANDAU Y., *Bounded-error moving horizon state estimator for non-linear continuous-time systems : application to a bioprocess system*, Journal of Process Control **15**(5), 537-545, 2005.

ACL-30. RAÏSSI T., IBOS L., RAMDANI N., CANDAU Y., *Analyse de spectres de relaxation diélectrique par inversion ensembliste : une première approche*, Revue Internationale de Génie Electrique, **8**(1), 97-117, 2005.

ACL-31. RAMDANI N., POIGNET P., *Robust dynamic experimental identification of robots with set membership uncertainty*, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics **10**(2), 253-256, 2005.

↓ 2006

ACL-32. AGOUDJIL B., DATCU S., BOUDENNE A., IBOS L., CANDAU Y., *Parametric estimation of thermoradiative properties of materials based on harmonic excitation*, Review of Scientific Instruments, **77**, pp. 035106-1 à 035106-9, 2006.

ACL-33. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., LAURENS P., *Surface treatment of carbon / epoxy and glass / epoxy composites with an excimer laser beam*, Int. J. Adhesion and Adhesives, **26**, 543-549, 2006.

ACL-34. BOUDENNE A., IBOS L., FOIS M., GÉHIN E., MAJESTE J-C., CANDAU Y., *Comparaison des propriétés thermiques de composites polypropylène/cuivre à différentes lois théoriques ou semi-empiriques*, Physical and Chemical News, **29**, 56-61, 2006.

ACL-35. BOUDENNE A., IBOS L., CANDAU Y., *Analysis of uncertainties on thermophysical parameters of materials obtained from a periodic method*, Measurement Science and Technology, **17**, 1870-1876, 2006.

ACL-36. CANDAU Y., RAÏSSI T., RAMDANI N., IBOS L., *Complex interval arithmetic using polar form*, Reliable Computing **12**(1), 1-20, 2006.

ACL-37. GAFSI A., LEFÈVRE G., *A new inverse method using model synthesis: application to thermal systems*, Num. Heat Transfer, part B, **49**, 1-24, 2006.

ACL-38. IDICULA M., BOUDENNE A., UMADEVI L., IBOS L., CANDAU Y., THOMAS S., *Thermophysical properties of natural fibre reinforced polyester composites*, Composites Science and Technology, **66**(15), 2719-2725, 2006.

ACL-39. IBOS L., MARCHETTI M., BOUDENNE A., DATCU S., LIVET J., CANDAU Y., *Infrared emissivity measurement device: Principle and applications*, Measurement Science and Technology, **17**, 2950-2956, 2006.

ACL-40. IONESCU A., LEFÈVRE R.A., CHABAS A., LOMBARDO T., AUSSET P., CANDAU Y., ROSSEMAN L., *Soiling modelling based on silica-soda-lime glass exposure at six european sites*, Science of the Total Environment **369**, 246-255, 2006.

ACL-41. RAMDANI N., CANDAU Y., GUYON G., DALIBART C., *Sensitivity analysis of dynamic models to uncertainties in inputs data with time-varying variances*, Technometrics **48**(1), 74-87, 2006.

↓ 2007

ACL-42. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., PICARD C., *On the influence of Polymer Surface Layer Thickness on the adhesion of composite Assembly. Difference between initial state and Thermal Ageing*, Macromolecular symposia, Vol. **249-250**, 635-640, 2007

ACL-43. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., *Roughness and fibre reinforcement effect onto wettability of composite surfaces*, Applied Surface Science, **253**, 4753-4758, 2007.

ACL-44. BRAEMS I., RAMDANI N., KIEFFER M., JAULIN L., WALTER E., CANDAU Y., *Guaranteed characterization of thermal conductivity and diffusivity in presence of model uncertainty*, Inverse Problems in Science and Engineering, 2007, sous presse.

ACL-45. IONESCU A., CANDAU Y., *Air pollutant emissions prediction by process modelling - Application in the iron and steel industry in the case of a re-heating furnace*, Environmental Modeling and Software **22** (2007), 1362-1371, 2007.

ACL-46. LEFÈVRE R.A., IONESCU A., AUSSET P., CHABAS A., GIRARDET F., *Modelling of the calcareous stone sulphation in polluted atmosphere after exposure in the field*, in Building Stone Decay : From Diagnosis to Conservation (Prikryl R., Smith B.J. eds.), Geological Society, London, Special Publications, **271**, 131-137, 2007.

- ACL-47. KRUPA I., BOUDENNE A., IBOS L., *Thermophysical properties of polyethylene filled with metal coated polyamide particles*, European Polymer Journal, **43**, 2443-2452, 2007
- ACL-48. ROUABAH F., FOIS M., BOUDENNE A., IBOS L., DADACHE D., HADDAOUI N., AUSSET P., *Mechanical and thermal properties of polycarbonate. II. Influence of titanium dioxide content and quenching on pigmented polycarbonate*, Journal of Applied Polymer Science, **106**(4), 2710-2717, 2007
- ACL-49. ROUABAH F., FOIS M., BOUDENNE A., IBOS L., DADACHE D., HADDAOUI N., *Investigations of the mechanical and thermal behavior of quenched pigmented polycarbonate: Influence of free quenching*, Journal of Applied Polymer Science, revised version, July 2007.
- ACL-50. SAMÉ A, OUKHELLOU L., CÔME E, AKNIN P, *Mixture-model-based signal denoising*, ADAC Journal (Advance in data analysis and classification), **1**, 39-51, Mars 2007
- ACL-51. AGOUDJIL B., IBOS L., MAJESTÉ J-C., CANDAU Y., MAMUNYA Ye-P., *Thermophysical, electrical and rheological properties of Ethylene Vinyl Acetate/Silver-coated glass spheres composites*, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, acceptée pour publication.
- ACL-52. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., *Tool preparation of thermoset matrix composites and its relevance to adhesion*, Journal of adhesion, acceptée pour publication.

— soumises ou en révision

- ACL-53. THOMAS R., BOUDENNE A., IBOS L., CANDAU Y., THOMAS S., *Investigation on thermophysical behavior of CTBN and HTPB liquid rubber modified epoxy blends*, Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics, en révision.
- ACL-54. COMAN A., IONESCU A., CANDAU Y., *Hourly ozone prediction for a 24-hour horizon using neural networks*, soumise le 17/10/2006, à Environmental Modeling and Software, en cours de révision.
- ACL-55. MOTZKUS C., GÉHIN E., GENSDARMES F., *Study of airborne particles produced by normal impaction of millimetric droplets onto a liquid film*, soumise le 18/06/2007, à Experiments in Fluids, corrections mineures en cours.
- ACL-56. OUKHELLOU L., CÔME E., BOUILLAUT L., AKNIN P., *Combined use of sensor data and structural information resumed by Bayesian network. Application to a railway diagnosis-aid scheme*, Transportation Research Part C, en révision.
- ACL-57. AGOUDJIL B., IBOS L., CANDAU Y., MAJESTÉ J-C., *A comparative analysis of dielectric, rheological and thermophysical behaviour of Ethylene Vinyl Acetate/BaTiO₃ composites*, Journal of Physics D.: Applied Physics, soumise
- ACL-58. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., PICARD C., *Thermal and hygrothermal ageing of bonded CFRP and GFRP composites. Part I : Hygrothermal ageing*, Composites : Part A soumise
- ACL-59. MAMUNYA Ye-P., BOUDENNE A., LEBOVKA N.I., IBOS L., CANDAU Y., LISUNOVA M.O., *Investigation on electrical and thermophysical behaviour of PVC-MWCNT composites*, Composites Science and Technology, acceptée avec révision mineure, oct 2007
- ACL-60. MOUTIER J., FOIS M., PICARD C., *Structural repair of carbon/BMI composites by carbon/epoxy composites*, Composites: part B, soumise

Nationales

- ACL-61. HA T.L., ROBINE E., GÉHIN E., *Etude de l'aérosol de Legionella. Approche météorologique*, Salles Propres et maîtrise de la contamination, **40**, 38-42, 2005.

- ACL-62. MOTZKUS C., GENS DARMES F., GÉHIN E., *Étude de la mise en suspension de microgouttelettes lors de l'impact de gouttes sur une surface*, **43**, 18-26, 2006.
- ACL-63. RAMALHO O., BONNEAU E., KIRCHNER S., GÉHIN E., *Caractérisation des particules ultrafines émises par les activités domestiques*, *Pollution Atmosphérique* **190**, 143-148, 2006.
- ACL-64. LEFÈVRE R.A., IONESCU A., AUSSET P., *La sulfatation des pierres calcaires en atmosphère polluée : expérimentation sur terrain et modélisation*, *Pollution atmosphérique*, N° spécial « Pollution atmosphérique et Matériaux du Patrimoine du Bâti », juin 2007, 47-53, 2007.

CONFÉRENCES INVITÉES (INV)

- INV-1. GÉHIN E., ROBINE E., *L'aérosol de legionelle*, Séminaire Euroforum, Legionella, coliformes et autres contaminants microbiologiques : identifiez et prévenez les risques, Paris, 15 et 16 juin 2004.
- INV-2. LEFEBVRE G., *Transferts hygrothermiques dans les parois de bâtiments. Réduction de modèles*, Journée SFT « Modèles et méthodes de simulation thermique des parois de bâtiments », Toulouse, 4 mars 2004.
- INV-3. LEFEBVRE G., KACED S., DUPAS A., *Transferts de chaleur et d'eau dans les sols gelés: le code solgel*, Séminaire international: Atelier thermique 2004: La prise en compte du gel dans la conception des chaussées, ATQR, Univ. Laval, Québec, 27 mai 2004
- INV-4. LEFEBVRE G., *Validation d'outils de simulation du gel dans les sols*, Séminaire international: Atelier thermique 2004: La prise en compte du gel dans la conception des chaussées, ATQR, Univ. Laval, Québec, 27 mai 2004
- INV-5. RAÏSSI T., RAMDANI N., IBOS L., CANDAU Y., *Analyse de propriétés diélectriques dans un contexte à erreurs bornées*, Conférence Internationale Francophone d'Automatique (CIFA 2004), Douz (Tunisie), 22-24 Novembre 2004, Session invitée : Méthodes ensemblistes pour l'automatique.
- INV-6. RAMDANI N., *Méthodes ensemblistes pour l'automatique*, CIFA 2004.
- INV-7. LEFEBVRE G., *Perspectives de recherche en terme d'architecture et de modèles, Journée thématique IBPSA-SFT: outils de simulation thermo-aérauliques du bâtiment*, La Rochelle, 31 mars 2005.
- INV-8. GEHIN E., *L'aérosol de legionelle*, Séminaire Euroforum, Tours aéroréfrigérantes et risques légionelle, Paris, 31 mai et 1^{er} juin 2005.
- INV-9. RAÏSSI T., RAMDANI N., CANDAU Y., *Robust Nonlinear Continuous-Time State Estimation, Using Interval Taylor Models*, 5th IFAC Symposium On Robust Control Design, CD-ROM Paper 232, 2006
- INV-10. RAMDANI N., MESLEM N., RAÏSSI T., CANDAU Y., *Set-Membership Identification Of Continuous-Time Systems*, 14th IFAC Symposium On System Identification, Newcastle, SYSID2006, 446-451, invited paper, 2006.
- INV-11. RAMDANI N., VEHI J. *Interval methods for guaranteed parameter and state estimation*, 5th IFAC Symposium on Robust Control Design, 2006.
- INV-12. IONESCU A., *Modelling methodologies applied to weathering of materials and mapping of climate change*, Cours doctoral européen « Global Climate Change and Cultural Heritage », Centre Universitaire Européen pour les Biens Culturels (CUEBC), Ravello, Italie, 23/10/2007.

ARTICLES DANS DES REVUES SANS COMITÉ DE LECTURE (SCL)

- SCL-1. OUKHELLOU L., AKNIN P., VILETTE F., *Utilisation conjointe de modèles interne et externe pour la classification et la localisation de défauts. Application au diagnostic de la transmission voie-machine du TGV*, REE. 2003

COMMUNICATIONS AVEC ACTES (ACT)

Internationales

↓ 2003

- ACT-1. AKNIN P., OUKHELLOU L., VILETTE F., *Track circuit diagnosis by automatic analysis of inspection car measurements* World Congress on Railway Research WCRR, Edinburg, 28 Septembre-1 octobre 2003, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-2. BARRET M., MADANI K., DURASTANTI J.F., An application of wavelet transform to the detection of incipient spalling in rolling bearings, Workshop on advanced control and diagnosis. Duisbourg (Germany) 26-27 novembre 2003, Communication orale session 3, Proceedings of IAR-ICD.
- ACT-3. BARRET M., DUJARDIN A.S., AMARGER V., MADANI K., DURASTANTI J.F., *Mechanical fault using wavelet transform and artificial neural network techniques. Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, in Conady Research Review, K.Saad, R .Mosdorf, Z.Sosnowski and O.Himola (eds.), ISBN 256552, 243-251.
- ACT-4. BRAEMS I., JAULIN L., KEIFFER M., RAMDANI N., WALTER E., *Reliable Parameter Estimation In Presence Of Uncertainty*, 13th IFAC Symposium On System Identification, Rotterdam, SYSID2003, 1856-1861, 2003, communication orale.
- ACT-5. FISCHER N., MAZOUÉ S., GÉHIN E., RENOUX A., *Origins and size distribution of the submicronic aerosol in a Parisian metro station*, Journal of Aerosol Science, Abstract of European Aerosol Conference, pp. S1165-S1166, Madrid 2003, affiche.
- ACT-6. HA T.L., ROBINE E., RENOUX A. GÉHIN E., *Testing of an experimental tool designed to study aerosols of Legionella*, Journal of Aerosol Science, Abstract of European Aerosol Conference, Madrid 2003, affiche.
- ACT-7. IONESCU A., POPOUNNEAU M., TESSAURO V, DE VANSSAY E., *Observatoire de la qualité de l'air et méthodologie d'optimisation d'un réseau de mesures à l'aide d'outils statistiques dessinés pour cet effet*, 12^e Colloque Scientifique International Transports et Pollution de l'Air, Avignon, 16-18 juin 2003, Actes Vol. 2, 105-110, 2003, affiche.
- ACT-8. MSAAD Y., LEFEBVRE G., *Le comportement du béton à hautes températures: approche thermo-hydro-chimique*, Première Rencontre Francophone « Matériaux de construction pour le développement durable », EHTP, CDROM, Casablanca, (MAROC) 5-6 mai 2003.
- ACT-9. MESLEM N., RAMDANI N., CANDAU Y., *Identification ensembliste de systèmes à temps continu par atteignabilité hybride*, Journées Identification et Modélisation Expérimentale, Poitiers, 16-17 novembre 2006, actes sur CD-ROM.
- ACT-10. OUKHELLOU L., AKNIN P., VILETTE F., *Classification and localization of defects by combined use of external and internal signal modelings. Application to the diagnosis of TGV information transmission system*, Third workshop on Physics in Signal and Image Processing in Physics PSIP2003, Grenoble. 29-31 Janvier 2003, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-11. POIGNET P., RAMDANI N., VIVAS A., *Robust Estimation Of Parallel Robot Dynamic Parameters With Interval Analysis*, Proceedings 42th IEEE Conference on Decision and Control, CDC2003, Maui, 6503-6508, 2003, communication orale.
- ACT-12. POIGNET P., RAMDANI N., VIVAS A., *Ellipsoidal Estimation Of Parallel Robot Dynamic Parameters*, Proceedings Of IEEE IROS 2003, 3300-3305, 2003, communication orale.
- ACT-13. RAÏSSI T., RAMDANI N., CANDAU Y., *Parameter Estimation For Nonlinear Continuous-Time Systems In A Bounded Error Context*, Proceedings 42th IEEE Conference on Decision and Control, CDC2003, Maui, 2240-2245, 2003, communication orale.

- ACT-14. RAÏSSI T., RAMDANI N., CANDAU Y., *Guaranteed State Estimation For Nonlinear Continuous Time Systems With Taylor Models*, 13th IFAC Symposium On System Identification, Rotterdam, SYSID2003, 1725-1730, 2003, communication orale.
- ACT-15. RAMDANI N., POINOT T., *Nonlinear System Identification In Presence Of Nuisance Parameters*, IEEE/IFAC European Control Conference, Cambridge, ECC 2003, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-16. RAMDANI N., OJALVO J., *A software for validating complex systems dynamic models : A case study in building thermal physics*, IEEE-SMC/IMACS Computational Engineering in Systems Applications, Symp. on : Modeling, Analysis and Control, Lille, CESA'2003, 2003, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-17. TELLE B., ALDON M.J., RAMDANI N., *Camera Calibration And 3d Reconstruction Using Interval Analysis*, Proceeding Of The 12th Intern. Conf. On Image Analysis And Processing, Iciap2003, IEEE Computer Society, ISBN:0-7695-1948-2, 374-380, 2003, communication orale.
- ACT-18. TELLE B., ALDON M.J., RAMDANI N., *3rd Guaranteed Visual Sensing Based On Interval Analysis*, Proceedings Of IEEE IROS 2003, 1566-1571, 2003, communication orale.
- ↓ 2004
- ACT-19. BARRET M., MAZIOUD A., DURASTANTI J.F., *Application de la thermographie infrarouge au suivi de la dégradation d'un roulement : Etude expérimentale et modélisation*, Cinquième colloque francophone CMOI, Méthodes et techniques optiques pour l'industrie, Saint-Etienne 15-19 novembre 2004.
- ACT-20. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., *Influence of release agents on composite adhesion*, 40^{ème} Symposium International sur les Macromolécules, International Union of Pure and Applied Chemistry, Macro 2004, Paris, 4-9 juillet 2004, Proceedings sur CD-ROM, 2 pages et sur www.e-polymers.org/paris/data/L1738.pdf, affiche.
- ACT-21. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., LAURENS P., *Excimer Laser surface treatment as an innovative way to control composite materials adhesion performance*, 7th Euradh 2004, Freiburg, Allemagne, 5-9 septembre 2004, pp 132-137, communication orale.
- ACT-22. BENTOUMI M., MILLERIOUX G., BLOCH G., OUKHELLOU L., AKNIN P., *Classification de Défauts de Rail par SVM*, Congrès International IEEE Signaux, Circuits et Systems SCS'04, Monastir, Tunisie, 18-21 mars 2004, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-23. BOUDENNE A., IBOS L., GÉHIN E., CANDAU Y., *New method for a complete characterisation of thermal properties of polymers*, MACRO 2004 – 40th IUPAC World Polymer Congress, Paris, 4-9 Juillet 2004, Proceedings sur CD-ROM, 2p., communication orale.
- ACT-24. BOUDENNE A., IBOS L., GÉHIN E., FOIS M., MAJESTÉ J.-C., *Anomalous behaviour of thermal conductivity, diffusivity and effusivity in polymeric materials filled with metallic particles*, MACRO 2004 – 40th IUPAC World Polymer Congress, Paris, 4-9 Juillet 2004, Proceedings sur CD-ROM, 2p, affiche.
- ACT-25. DATCU S., IBOS L., CANDAU Y., *Square pulsed thermography applied to thermal defaults characterization*, 7th International Conference on Quantitative Infrared Thermography (QIRT 2004), Bruxelles (Belgique), 5-8 Juillet 2004, Proceedings of QIRT 2004, Ed° Von Karman Institute, pp. H.17.1-H.17.6, affiche.
- ACT-26. DEBIOLLES A., OUKHELLOU L., AKNIN P., *Combined use of partial least square regressions and neural networks for diagnosis tasks*, Int. Conf. on Pattern Recognition. Cambridge ICPR, 23-26 Août 2004, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-27. GÉHIN E., SARAKA J., PINA V., *Study of the performance of the SMEC dynamic shape factor measurement technique*, Journal of Aerosol Science, pp. S649-S650, Abstract of European Aerosol Conference, Budapest, 2004, affiche.
- ACT-28. LOMBARDO T., LEFÈVRE R.A., CHABAS A., AUSSET P., CACHIER H., IONESCU A., *Characterisation of particulate matter deposition inducing soiling of modern glass*, Air Pollution and Cultural Heritage- EC International Workshop - Sevilla, Spain, 1-3

- December 2003, In Saiz-Jimenez, C. (Ed.), European Commission International Workshop Air Pollution and Cultural Heritage, Sevilla, Spain. Balkema, A.A. Publisher, Leiden, The Netherlands, 2004, 209-215, communication orale.
- ACT-29. LOMBARDO T., IONESCU A., CHABAS A., LEFÈVRE R.A, AUSSET P., CACHIER H., *Modelling of soiling of float glass in polluted atmosphere*, 7th Conference of the European Society of Glass, Athènes, Grèce, 25-28 avril 2004, Actes 107-108, affiche.
- ACT-30. MARCHETTI M., MUZET V., PITRE R., DATCU S., IBOS L., LIVET J., *Emissivity measurements of road materials*, 7th International Conference on Quantitative Infrared Thermography (QIRT 2004), Bruxelles (Belgique), 5-8 Juillet 2004, Proceedings of QIRT 2004, Ed° Von Karman Institute, pp. I.2.1-I.2.7, communication orale.
- ACT-31. NARONGPUNT V., DATCU S., IBOS L., ADNET F., FONTAS B., CANDAU Y., ALIMI D., *Infrared thermography applied to acupuncture*, 7th International Conference on Quantitative Infrared Thermography (QIRT 2004), Bruxelles (Belgique), 5-8 Juillet 2004, Proceedings of QIRT 2004, Ed° Von Karman Institute, pp. J.1.1-J.1.6, communication orale.
- ACT-32. OUKHELLOU L., DEBIOLLES A., AKNIN P., VILETTE F., *Automatic diagnostic of track circuit in a predictive maintenance context*, Int Conf on Railway Engineering, London, 6-7 Juillet 2004, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-33. RAÏSSI T., IBOS L., RAMDANI N., CANDAU Y., *Guaranteed method for the estimation of dielectric relaxation models parameters*, 8th International Conference on Solid Dielectrics (ICSD 2004), Toulouse, 5-9 Juillet 2004, Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Solid Dielectrics, Vol. 1, pp. 111-114, IEEE Catalog Number 04CH37359, ISBN 0-7803-8348-6, affiche.
- ACT-34. RIOU O., BERREBI S., BRÉMOND P., *Non uniformity correction and thermal drift compensation of infrared camera*, Proceedings of SPIE 5405, 47-53, Thermosense 26 (2004)
- ACT-35. RIOU O., LESIEUR A., *Control of electric installation by thermography*, Congrès de l'Association autrichienne de thermographie, Salzburg (septembre 2004), actes sur CD-ROM.
- ↓ 2005
- ACT-36. AGOUDJIL B., DATCU S., BOUDENNE A., IBOS L., CANDAU Y., *Parametric estimation of thermo-radiative properties of materials based on harmonic excitation*, The Seventeenth European Conference on Thermophysical Properties (ECTP 2005), Bratislava (Slovaquie), 5-8 Septembre 2005, Proceeding sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-37. AMMAR-KHODJA I., MARAIS C., PICARD C., FOIS M., GOUBET A.S., *Comprehensive investigation on thermal degradation combined effects in aged woven carbon fibers/epoxy matrix composite laminates*, fifteen International Conference on Composite Materials, Durban, Afrique du sud, 27 juin au 1^{er} juillet 2005, 10 pages, Composite structures, communication orale.
- ACT-38. AUTRIQUE L., RAMDANI N., RODIER S., *Mobile Source Estimation With An Iterative Regularization Method*, Proceedings 5th Int. Conf. Inverse Problems In Engineering : Theory & Practice, July 2005, Cambridge, Leeds University Press, Leeds, ISBN 085316242, Volume I, pp.a08, 2005, communication orale.
- ACT-39. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., LAURENS P., JOUBERT F., *Influence of the polymer surface layer on the adhesion of polymer matrix composites*, fifteen International Conference on Composite Materials, Durban, Afrique du sud, 27 juin au 1^{er} juillet 2005, 9 pages, Composite structures, communication orale.
- ACT-40. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., *Chemical modification induced by peel ply treatment of composites : adhesion behaviour at the initial state and after ageing*, Adhesion '05, St. Catherine's College, Oxford, UK, 7 au 9 septembre 2005, p 25-28, Macromolecular symposia 249-250, special issue : advanced polymer for emerging technologies, edited by Kim, K, 2007 WILEY – VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. p. 635-640, mars 2007, communication orale.

- ACT-41. BOUDENNE A., IBOS L., CANDAU Y., *Analysis of uncertainties on thermophysical parameters of materials obtained from a periodic method*, The Seventeenth European Conference on Thermophysical Properties (ECTP 2005, Bratislava (Slovaquie), 5-8 Septembre 2005, Proceeding sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-42. BRAEMS I., RAMDANI N., BOUDENNE A., KIEFFER M., JAULIN L., IBOS L., WALTER E., CANDAU Y., *New Set-Membership Techniques For Parameter Estimation In Presence Of Model Uncertainty*, Proceedings 5th Int. Conf. Inverse Problems In Engineering : Theory & Practice, July 2005, Cambridge, Leeds University Press, Leeds, ISBN 085316242, Volume I, pp. B09, 2005, communication orale.
- ACT-43. DEBIOLLES A., OUKHELLOU L., AKNIN P., DENOEUX T., CÔME E., *Linear and nonlinear regressions using PLS feature selection and NN on a defect diagnosis application*, Int. Conf. On Machine Intelligence. ICMI 2005. Tozeur, Tunisia. 5-7 Novembre 2005, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-44. HA T.L., ROBINE E., GÉHIN E., *Effect of aerosolization on Legionella Pneumophila*, Abstract de LEGIONELLA2005, Chicago, 16-20 octobre 2005, affiche.
- ACT-45. IONESCU A., FAVEZ O., AUSSET P., CACHIER H., CHABAS A., LEFÈVRE R.-A., LOMBARDO T., ROSSEMAN L., *Modelling of the soiling of Si-Ca-Na modern glass exposed at five European urban and semi-rural sites within the EC-MULTI-ASSESS project*, 7th International Conference on Acid Deposition, Acid Rain 2005, Prague June 16, 2005, , <http://www.chmi.cz/uoco/isko/acidrain2005/sbornik/session22.pdf>, Actes 695, 2005, communication orale.
- ACT-46. JACQUELIN M., GÉHIN E., GENSDARMES, F., *Study of airborne particles generated by free falling powder*, Abstract of European Aerosol Conference, Gendt, 2005, affiche.
- ACT-47. LARBI YOUCEF M., MAZIOUD A., IBOS L., DATCU S., CANDAU Y., *Contribution à l'estimation de la résistance thermique de parois de bâtiments par thermographie infrarouge*, 7^{ème} Colloque Inter-universitaire Franco-Québécois (CIFQ 2005), Saint-Malo, 23-25 Mai 2005, Actes du congrès CIFQ 2005 (Thermique des Systèmes), pp. 205-210, communication orale.
- ACT-48. KHLAIFI A., DAHECH S., BELTRANDO G., IONESCU A., CANDAU Y., *Modélisation de la dispersion des polluants atmosphériques en situation anticyclonique estivale: exemple de la Ville de Sfax*, XVIII^{ème} Colloque de l'Association Internationale de Climatologie (AIC 2005), Gênes. Actes 43, communication orale.
- ACT-49. KHLAIFI A., DAHECH S., IONESCU A., BELTRANDO G. CANDAU Y., *Sirocco climatology and its impact on atmospheric pollution in Sfax*. 5th Annual Meeting of the European Meteorological Society (EMS 2005), Utrecht, Pays Bas, http://www.emetsoc.org/EMS5/0373_Khlaifi_update.pdf, communication orale.
- ACT-50. KHLAIFI A., DAHECH S., BELTRANDO G., IONESCU A., CANDAU Y., *Identification and assesement of seasonal air pollution variability using Gaussian model in the urban area of Sfax (Tunisia) during 2004*, European Geosciences Union (EGU) 2005, Geophysical Research Abstracts, Vol. 7, 01553, 2005, Sref-ID : 1607-7962/gra/EGU05-A-01553, 2005, affiche.
- ACT-51. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Identification and characterization of PM10 sources in Port Talbot (UK) by analyzing individual particles*, European Aerosol Conference (EAC 2005) Gand, Belgique, Actes p. 386, 2005, affiche.
- ACT-52. LEFÈVRE R.A., IONESCU A., AUSSET P., CHABAS A., GIRARDET F., VINCE F., *Modeling of the calcareous stone sulphation in polluted atmosphere after exposure in the field*, European Geosciences Union (EGU) 2005, Geophysical Research Abstracts, Vol. 7, 08670, Sref-ID : 1607-7962/gra/EGU05-A-08670, communication orale.
- ACT-53. LEFÈVRE R.-A., AUSSET P., CHABAS, A., IONESCU A., GIRARDET, F., VINCE F., *Modelling of the limestone sulphation in polluted atmosphere after exposure in the field in Paris and Tours*, 7th International Conference on Acid Deposition, Acid Rain 2005, Prague June 16, Actes p. 699, 2005, affiche.
- ACT-54. MAUDUIT C., LIVET J., PEIFFER L., ROBINET A., LEFEBVRE G., *Revision of the French reference document of frost design method for High speed railway lines*, 7th Int.

- Conf. On Bearing Capacity of Roads, Railway and Airfields, Norwegian Univ. of Sc. and Tech., Trondheim, Norvège, 27-29 juin 2005, CD-ROM (10 pages).
- ACT-55. RAMDANI N., RAÏSSI T., CANDAU Y., BOUDENNE A., IBOS L., *Set Membership Parameter Identification With Complex Intervals Using Polar Forms*, IFAC World Congress Praha05, July 2005, CD-ROM, Paper 3383, 2005, communication orale.
- ACT-56. MAZOUÉ S., FISCHER N., GÉHIN E., RENOUX A., *Size distribution of the submicronic aerosol in a Parisian metro station*, abstract du 13th IUAPPA World Clean Air and Environmental Protection Congress, 22-27 août, publié dans Pollution Atmosphérique, 99-102, décembre 2005, affiche.
- ACT-57. RAÏSSI T., RAMDANI N., IBOS L., CANDAU Y., *A Reliable Method For The Estimation Of Dielectric Relaxation Models Parameters*, Proceedings Of The 5th Int. Conf. Inverse Problems In Engineering : Theory & Practice, July 2005, Cambridge, Leeds University Press, Leeds, ISBN 085316242, Volume III, pp. R01, 2005, communication orale.
- ACT-58. RAMDANI N., RAÏSSI T., CANDAU Y., IBOS L., *Complex Interval Constraint Propagation for Non Linear Bounded-Error Parameter Identification*, Proceedings Of 44th IEEE Conference on Decision and Control and European Control Conference, December 2005, Sevilla, 3590-3595, 2005.
- ACT-59. RAMDANI N., RAÏSSI T., CANDAU Y., BOUDENNE A., IBOS L., *Set membership parameter identification with complex intervals using polar form*, 16th IFAC World Congress, Prague (République Tchèque), 3-8 Juillet 2005, Proceeding sur CD-ROM, 6 pages, communication orale.
- ↓ 2006
- ACT-60. AGOUDJIL B., IBOS L., MAJESTÉ J-C., BOUDENNE A., *Electrical and thermophysical properties of Ethylene Vinyl Acetate/Silver-Coated Glass Spheres composites*, 12th European Conference on Composite Materials (ECCM 12), Biarritz, 29 Août – 1^{er} Septembre 2006, Proceeding sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-61. AMMAR-KHODJA I., PICARD C., FOIS M., MARAIS C., NETCHITAÏLO P., *Degradation / properties relationship of carbon / epoxy composites after thermo-oxidative ageing*, ECCM 12, 12th European Conference on Composite Materials, Biarritz, 29 au 1^{er} septembre 2006, Proceeding sur CD-ROM, 6p., communication orale.
- ACT-62. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., PICARD C., *On the influence of polymer surface layer thickness on the adhesion on composite assembly. Differences between initial state and thermal ageing*, IUPAC International Symposium on Advanced Polymers for Emerging Technologies, Bexco, Busan, Corée, 10-13 octobre 2006 communication orale, Macromolecular symposia 249-250, special issue : Advanced polymer for emerging technologies, edited by Kim, K, 2007 WILEY – VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 635-640, mars 2007.
- ACT-63. BOUDENNE A., IDICULA M., IBOS L., THOMAS S., CANDAU Y., *Thermophysical properties of natural FIBRE polymer composite materials*, 12th European Conference on Composite Materials (ECCM 12) Biarritz, 29 Août – 1^{er} Septembre 2006, Proceeding sur CD-ROM, affiche.
- ACT-64. BOUDENNE A., IBOS L., DATCU S., CANDAU Y., MAZIOUD A. *Measurement of thermophysical properties by two different methods and study of their uncertainties*, 9th AIAA/ASME Joint Thermophysics and Heat Transfer Conference, San Francisco, California, 5-8 Juin 2006, Proceeding sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-65. DEBIOLLES A., OUKHELLOU L., AKNIN P., DENOEUUX T, *Track circuit automatic diagnosis based on a local electrical modelling*, WCCR'06, World Congress on Railway Research. 4-6 Juin 2006, actes sur CD-ROM, affiche.
- ACT-66. DEBIOLLES A., OUKHELLOU L., DENOEUUX T., AKNIN P., *Output coding of spatially dependent subclassifiers in evidential framework. Application to the diagnosis of railway track/vehicle transmission system*, Int. Conf. on information Fusion Fusion'06, Firenze 10-13 Juillet 2006, actes sur CD-ROM, communication orale.

- ACT-67. DEBIOLLES A., DENOEUX T., OUKHELLOU L., AKNIN P., *Evidential fusion of classifiers reacting to spatially dependent subsystems. Application to a railway device diagnosis*, 11th IPMU Information Processing & Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems Paris, 2-7 Juillet 2006, actes sur CD-ROM, affiche.
- ACT-68. FOIS M., BOUDENNE A., IBOS L., MAJESTÉ J-C., *Study of mechanical and thermophysical properties of polypropylene/copper composite materials*, 12th European Conference on Composite Materials (ECCM 12) Biarritz, 29 Août – 1^{er} Septembre 2006, Proceeding sur CD-ROM, 8 pages, communication orale.
- ACT-69. IBOS L., LARBI YUCEF M., MAZIOUD A., DATCU S., CANDAU Y., *Non-destructive testing of building walls using active infrared thermography*, 8th International Conference on Quantitative Infrared Thermography (QIRT 2006), Padoue (Italie), 27-30 Juin 2006, Proceeding sur CD-ROM, Communication orale.
- ACT-70. JACQUELIN M., GÉHIN E., GENSDARMES F., *Study of airborne particles generated by free falling powders*, proceeding of International Aerosol Conference, St Paul, 2006, 832-833, communication orale.
- ACT-71. KACED S., LEFEBVRE G., DUPAS A., *Modélisation des transferts couplés de chaleur et de masse dans un milieu poreux soumis à des températures élevées*, 1^{ères} Journées Nat. De l'Ingénierie Mécanique, Univ. des Sc. Et Tech. De Mentouri, Constantine, Algérie, 1 et 2 juillet 2006, communication orale.
- ACT-72. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Contribution à l'identification et la quantification des sources de pollution atmosphérique dans une agglomération de la Grande Bretagne*, XIX^{ème} Colloque de l'Association Internationale de Climatologie (AIC 2006), septembre 2006, Epernay, Actes 346-351, communication orale.
- ACT-73. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Assessment of aerosol sources in the case of a real industrial French site using a Kernel Method*. Advanced Atmospheric Aerosols Symposium, Milan, Novembre 2006, in E. Ranzi (ed.) Chemical Engineering Transactions, Vol. 10, 2006, ISBN 88-901915-7-0, pp. 395-400, 2006, communication orale.
- ACT-74. LEFÈVRE R.-A., IONESCU A., *The stock of materials at risk of air pollution deterioration in the centre of Paris inscribed on the UNESCO list of the World Cultural Heritage*, International Conference of Heritage, Weathering and Conservation, Madrid, June 2006, Book of Abstracts p. 90, 2006, communication orale.
- ACT-75. LOMBARDO T., CHABAS A., LEFEBVRE R.-A., AUSSET P., CACHIER H., FAVEZ O., OIKONOMOU K., IONESCU A., *The use of protective glazing to prevent dust deposition on stained-glass windows*, International Conference of Heritage, Weathering and Conservation, Madrid, June 2006, in Heritage, Weathering and Conservation, Fort R., Alvarez de Buergo M., Gomez-Heras M., 477-485, communication orale.
- ACT-76. MAKHLOUF S., KACED S., LEFEBVRE G., *Transferts couplés de chaleur et de masse dans un milieu poreux; réponse du sol dans un modèle 1D à un signal de température périodique annuel en surface*, 8th Int. Meeting on Energetical Physics, Centre Univ. de Béchar, Algérie, 11 et 12 novembre 2006, Vazquez-Calvo M. (eds), vol 1, 477-483, 2006, communication orale.
- ACT-77. MAZIOUD A., DURASTANTI J-F., IBOS L., SURUGUE E., *Detection of rolling bearing degradation using infrared thermography*, 8th International Conference on Quantitative Infrared Thermography (QIRT 2006), Padoue (Italie), 27-30 Juin 2006, Proceeding sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-78. MAZIOUD A., DURASTANTI J.F., IBOS L., VASSE F., *Detection of rolling bearing degradation using infrared thermography*, 37th American Institute of Aeronautics and Astronautics /ASME. Joint Thermophysics and heat transfer conference, 5-8 Juin 2006, San Francisco, Californie, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-79. MESLEM N., RAMDANI N., RAÏSSI T., CANDAU Y., *Estimation des paramètres des systèmes à temps continu par une approche ensembliste*, CIFA 2006, Bordeaux, 2006, actes sur CD-ROM.

- ACT-80. MOTZKUS. C, GÉHIN. E., GENSDARMES F., *Study of aerosol production by normal impaction of millimetric droplets onto a liquid film*, Proceeding of International Aerosol Conference, St Paul, 2006, 834-835, communication orale.
- ACT-81. OUKHELLOU L., AKNIN P., DELECHELLE E., *Railway Infrastructure system diagnosis using empirical mode decomposition and Hilbert transform*, IEEE int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing ICASSP'06 Toulouse, 15-19 Mai 2006, actes sur CD-ROM, affiche.
- ACT-82. PAGES G., RAMDANI N., FRAISSE P., GUIRAUD D., *Upper Body Posture Estimation Using Handle Force Measurements : Experimental Results* 11th Annual Conference of the International FES Society, Zao, Japan, 2006, CD-ROM, communication orale.
- ACT-83. PAGES G., RAMDANI N., FRAISSE P., GUIRAUD D., *Towards A Reliable Posture Estimation For Standing Rehabilitation In Paraplegia*, 6th IFAC Symposium On Modelling And Control In Biomedical Systems, Reims, 63-68, 2006, communication orale.
- ACT-84. PETREHUS V., IONESCU A., KRAVVARITIS D., *Mathematical model of indirect measurement of CO₂ emissions at source*, The 3rd International Colloquium "Mathematics in Engineering and Numerical Physics", October 6-9, 2004, Bucarest, Roumanie, en M. Logofatu, D. Iordache, V. Paun (eds.), Proceedings of the third edition of the Colloquium "Mathematics in Engineering and Numerical Physics, Part II: Numerical Physics", CREDIS, Bucarest, 2006, 97-100, 2006, communication orale.
- ACT-85. RAÏSSI T., RAMDANI N., CANDAU Y., *Robust Nonlinear Continuous-Time State Estimation, Using Interval Taylor Models*, 5th IFAC Symposium On Robust Control Design, CD-ROM Paper 232, invited paper, 2006, communication orale.
- ACT-86. RAMDANI N., MESLEM N., RAÏSSI T., CANDAU Y., *Set-Membership Identification Of Continuous-Time Systems*, 14th IFAC Symposium On System Identification, Newcastle (England), SYSID2006, 446-451, invited paper, 2006, communication orale.
- ACT-87. RAMDANI N., POIGNET P., *Experimental Parallel Robot Dynamic Model Evaluation With Set Membership Estimation*, 14th IFAC Symposium On System Identification, Newcastle (England), SYSID2006, 967-972, 2006, communication orale.
- ACT-88. RAMDANI N., PAGES G., P.FRAISSE, D.GUIRAUD, *Human upper body posture estimation from forces exerted on handles*, IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, ROBIO 2006, Kunming (Chine), 410-415, 2006, communication orale.
- ACT-89. RIOU O., PAJANI D., DURASTANTI J.F., *Spatial Resolution and accuracy in temperature of a thermal focal plane array camera : Evaluation of error in temperature from slit response function and calibration curve*. 8th Quantitative Infrared Thermography. 27-30 Juin 2006, Padoue, Proceeding sur CD-ROM, communication orale.
- ↓ 2007
- ACT-90. BASTOGNE T., MEZIERES-WANTZ S., RAMDANI N., VALLOIS P., BARBERI-HEYOB M., *Parameter Estimation of Pharmacokinetics Models in the presence of Timing Noise*, European Control Conference, ECC'07, Kos (Grèce), communication orale.
- ACT-91. BOUDENNE A., IBOS L., DATCU S., CANDAU Y., *Simultaneous characterization of thermophysical properties using two different methods*, 9th International Thermal Conductivity Conference and the 17th International Thermal Expansion Symposium (ITCC29/ITES17), Brigmingham USA, juin 2007, communication orale.
- ACT-92. BOUDENNE A., IDICULA M., IBOS L., THOMAS S., CANDAU Y., *Thermal behaviour of natural fibre reinforced polymer composite materials*, Eurofillers 2007, Zalakaros, Hongrie, août 2007, affiche.
- ACT-93. COMAN A., IONESCU A., CANDAU Y., *Comparative study of interpolation technics in atmospheric sciences*, International Conference "Trends and Challenges in Applied Mathematics", - ICTCAM 2007, Bucarest, June 20-23, 2007, Actes en cours de parution, communication orale.

- ACT-94. COMAN A., FORET G., IONESCU A., CANAU Y., BEEKMANN M., BERGAMETTI G., SCHMECHTIG C., *Spatio-temporal modelling of environmental data using Ensemble Kalman Filter*, International Conference "Trends and Challenges in Applied Mathematics"- ICTCAM 2007, Bucarest, June 20-23, 2007, Actes en cours de parution, communication orale.
- ACT-95. CÔME E., BOUILLAUT L., AKNIN P., OUKHELLOU L., *Hidden Markov random field, an application to railway infrastructure diagnosis*, 1st IFAC Dependable Control on Discrete Systems DCDS'07, Cachan, 13-15 Juin 2007, 155-160, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-96. LEFÈVRE R.-A., IONESCU A., *Evaluation by a direct measurement method of the stock of materials at air pollution risk on the façades in two cities inscribed on the UNESCO list: Paris and Venice*. The protection of cultural heritage from air pollution. The need for effective local policy, maintenance and conservation strategies. Joint workshop of the EU Project CULT-STRAT and ICP Materials. Task Force of the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, Paris, 15-16 March 2007, Book of Abstracts, 2007, communication orale.
- ACT-97. KACED S., LEFEBVRE G., MAKHOLOUF S., *Étude du comportement hygrothermique d'un sol argileux soumis à des températures négatives*, Colloque Inter Universitaire Franco-Québécois CIFQ2007, Montréal, Québec, Canada, 28-30 mai 2007, communication orale.
- ACT-98. KHLAIFI A., IONESCU A., CANAU Y., *Pollution source identification based on a Gaussian model of dispersion coupled with a genetic algorithm- application in a real industrial area of the greater Paris*. International Conference on Approximation Methods and Numerical Modelling in Environment and Natural Resources (MAMERN'07), Granada, Spain, July 11-13, 2007, actes 279-284, 2007, communication orale.
- ACT-99. KHLAIFI A., IONESCU A., CANAU Y., *Source Identification Based on Coupled Gaussian Model with a Multi-Objective Genetic Algorithm*, The Third International Conference on Environmental Science and Technology (IC EST 2007) sponsored by the American Academy of Sciences on August 6-9, 2007, in Houston, Texas, the United States of America, Book of Abstracts p. 31, Actes en cours de parution, 2007, communication orale.
- ACT-100. KHLAIFI A., IONESCU A., *Impact de la vitesse et de la direction du vent sur l'estimation des principaux émetteurs de la vallée de la Seine en France*, XX^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie *Climat, Tourisme et Environnement*, 3-8 septembre 2007, Carthage Tunisie, 342-347, 2007, affiche.
- ACT-101. KRUPA I., BOUDENNE A., IBOS L., *Thermophysical Properties of Polyethylene Filled with Silver coated Polyamide Particles*, 9th International Thermal Conductivity Conference and the 17th International Thermal Expansion Symposium (ITCC29/ITES17), Brigmingham USA, juin 2007, communication orale.
- ACT-102. KRUPA I., BOUDENNE A., IBOS L., *Electrically and thermally conductive composites filled with silver polymer coated polymeric particles*, European polymer congress (EPF 2007), Portorož, Slovénie, juillet 2007, communication orale.
- ACT-103. KRUPA I., NOVAK I., BOUDENNE A., IBOS L., *Conductive composites on the base of polyethene filled with silver coated polyamide particles*, Eurofillers 2007, Actes sur CD-ROM (6 pages) Zalakaros Hongrie, août 2007, communication orale.
- ACT-104. LARBI YUCEF M., MAZIOUD A., IBOS L., CANAU Y., BREMOND P., PIRO M., FILLOUX A., *A non destructive method for diagnostic of insulated building walls using infrared thermography*, Thermosens XXIX 9-13 avril 2007, Orlando, Floride, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-105. LEFEBVRE G., KACED S., *Modélisation thermo-hydrique d'un milieu poreux gelé: méthodologie*, Colloque Inter Universitaire Franco-Québécois CIFQ2007, Montréal, Québec, Canada, 28-30 mai 2007, affiche.

- ACT-106. MAMUNYA Ye-P., BOUDENNE A., IBOS L., LEBEDEV E., *Thermophysical investigations on PVC-CNT materials*, Eurofillers 2007, Zalakaros, Hongrie, août 2007, affiche.
- ACT-107. MAZIOUD A., DURASTANTI J.F., IBOS L., BREMOND P., *Steady of heat generated by a rolling bearing degradation by IR thermography*, Thermosens XXIX 9-13 avril 2007 Orlando, Floride, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-108. MOTZKUS C., GÉHIN E., GENSDARMES F., *Characterization of aerosol emitted by impact of millimetric droplets onto a liquid film.*, Proceeding of European Aerosol Conference, Salzburg, 2007, affiche.
- ACT-109. PAGES G., RAMDANI N., FRAISSE P., GUIRAUD D., *Upper body posture estimation for standing function restoration*, IEEE International Conference on Robotics and Automation ICRA'07, Roma, 3742-3747, 2007.
- ACT-110. PETINGA P., PETIT P., VIALLE P.J. , DELABY S., ROBINE E., GÉHIN E., *Study of a new photocatalytic air cleaner applied to the management of the microbiological indoor air quality*, actes du congrès AIVC, Crète 2007.

Nationales

- ↓ 2003
- ACT-111. MSAAD Y., LEFEBVRE G., *Modélisation des transferts couplés diffusifs monodimensionnels de chaleur, eau et air dans le béton soumis à un processus de déshydratation*, Journées des Sciences de l'Ingénieur, Réseau de l'Equipement, MELT, 9-11 nov. 2003, Dourdan, 109-114, affiche.
- ACT-112. MSAAD Y., LEFEBVRE G., *Modélisation unidimensionnelle des transferts couplés de chaleur, air et eau dans un milieu poreux: le béton soumis à un processus de déshydratation*, 16ème Congrès Franç. Mécanique, 4 sept. 2003, Nice, actes sur CD-ROM, affiche.
- ACT-113. RIOU O., BREMOND P., *Correction de Non-Uniformité (NUC) des caméras thermiques*, Journées de thermographie instrumentale et industrielle Thermogram'2003, 139-150 (2003), conférence plénière.
- ACT-114. TORTEL V., RIOU O., SURUGUE E., *Thermographie bispectrale, tenant compte de l'environnement: évaluation des performances, retour d'expérience*, Congrès français de thermique SFT 2003, affiche.
- ↓ 2004
- ACT-115. BOUDENNE A., IBOS L., GÉHIN E., CANDAU Y., *Analyse des incertitudes liées à l'identification de propriétés thermophysiques de matériaux par méthode périodique*, Congrès français de thermique 2004, Presqu'île de Giens, 25-28 Mai 2004, Actes du congrès annuel de la SFT, pp. 721-726 (Tome 2), Ed° Société Française de Thermique (2004) ISBN 2-905267-40-2, affiche.
- ACT-116. JACQUELIN M., GEHIN E., GENSDARMES F., *Etude de la mise en suspension de particules par chute de poudre*, 20ème Congrès Français sur les Aérosols, Paris, déc. 2004, 27-32, ASFERA ED, communication orale.
- ACT-117. HA T. L., ROBINE E., RENOUX A., GÉHIN E., *Etude de l'aérosol de legionella : approche métrologique*, pp. 84-91, 20ème Congrès Français sur les Aérosols, Paris, décembre 2004, 84-91, ASFERA ED, communication orale.
- ACT-118. OUKHELLOU L., AKNIN P., NADJI M., *Utilisation de la régression PLS et d'un algorithme de coalescence floue pour le suivi de point de fonctionnement. Application au diagnostic de la transmission voie/machine du TGV*, Colloque Interdisciplinaire en Instrumentation C2I 29-30 Janvier 2004, Vol 1 pp 231-238, Ed Hermès, communication orale.
- ↓ 2005
- ACT-119. HA T.-L., ROBINE E., GÉHIN E., LE-BRUN M., MERCHAT M., *Etude de l'aérosol de Legionella Pneumophila : approche méthodologique*, pp. 79-83, 21ème Congrès Français sur les Aérosols, Paris, décembre 2005, ASFERA ED, communication orale.

- ACT-120. JACQUELIN M., GÉHIN E., GENSDARMES F., *Etude de la mise en suspension de particules par chute de poudre*, 95-100, 21^{ème} Congrès Français sur les Aérosols, Paris, décembre 2005, ASFERA ED, communication orale.
- ACT-121. KHLAIFI A., DAHECH S., IONESCU A., BELTRANDO G., CANDAU Y., *Etude de la dispersion de polluants atmosphériques (SO₂, Fluor et poussières) dans une ville côtière*, Journée Interdisciplinaire de la Qualité de l'air – Grenoble, 2005, communication orale.
- ACT-122. LARBI YOUCEF M., MAZIOUD A., IBOS L., DATCU S., CANDAU Y., *Détection d'interface et mesure d'épaisseur de paroi par thermographie infrarouge*, Thermogram'2005, Sénart, 20-21 Octobre 2005, Actes du congrès Thermogram'2005 (Thermographie instrumentale et industrielle), pp. 71-83, communication orale.
- ACT-123. MAZIOUD A. IBOS L., DACTU S., CANDAU Y., *Caractérisation thermo géométrique d'un complexe isolant*, Forum FLUENT PARIS 13, octobre 2005, actes sur CD-ROM, affiche.
- ACT-124. MOTZKUS C., GEHIN E., GENSDARMES F., *Etude de la mise en suspension de micro-gouttelettes lors de l'impact d'une goutte sur une surface sèche ou sur une flaque de liquide*, 101-106, 21^{ème} Congrès Français sur les Aérosols, Paris, décembre 2005, ASFERA ED, communication orale.
- ACT-125. OUF F.X. , COURSIL C., GEHIN E., VENDEL J., *Comparaison de différentes méthodes de détermination des caractéristiques fractales d'agrégats de suie d'acétylène*, pp. 125-130, 21^{ème} Congrès Français sur les Aérosols, Paris, décembre 2005, ASFERA ED, communication orale.
- ACT-126. RIOU O., *Résolution spatiale et exactitude en température des caméras thermiques*, Actes du Congrès Thermogram'2005, 139-153, conférence plénière.
- ACT-127. RIOU O., *Panorama commercial des caméras thermiques disponibles en France*, Actes du Congrès Thermogram'2005, 153-162, communication orale.
- ↓ 2006
- ACT-128. AGOUDJIL B., DATCU S., BOUDENNE A., IBOS L., CANDAU Y., *Estimation des propriétés thermo-radiatives de matériaux opaques par méthode périodique*, Congrès français de thermique 2006, Ile de Ré, 16-19 Mai 2006, Actes du congrès annuel de la SFT, pp. 935-940 (Tome 2), Ed° Société Française de Thermique (2006) ISBN 2-905267-49-6, affiche.
- ACT-129. AMMAR-KHODJA I., PICARD C., FOIS M., MARAIS C., *Analyse de l'influence de l'oxygène sur le vieillissement thermo-oxydant d'un composite carbone/epoxy*, Matériaux 2006, Dijon, 13-17 novembre 2006, actes sur CD-ROM, 10 pages, communication orale.
- ACT-130. AMMAR-KHODJA I., PICARD C., FOIS M., MARAIS C., *Thermo-oxydation de composites pleins et multi-troués. Relation structure/endommagement/propriétés*, JST, Paris, mars 2006, Revue des composites et des matériaux avancés, à paraître, communication orale.
- ACT-131. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., PICARD C., *Etude de la durabilité d'assemblages composites collés carbone/epoxyde, lors de vieillissement thermique*. Matériaux 2006, Dijon, 13-17 novembre 2006, 9 pages, Actes sur CD-ROM, affiche.
- ACT-132. BOUDENNE A., IDICULA M., IBOS L., THOMAS S., CANDAU Y., *Effet de l'hybridation et du traitement chimique des fibres naturelles sur le comportement thermophysique des matériaux composites polymère/fibres naturelles*, Congrès français de thermique 2006, Ile de Ré, 16-19 Mai 2006, Actes du congrès annuel de la SFT, pp. 929-934 (Tome 2), Ed° Société Française de Thermique (2006) ISBN 2-905267-49-6, affiche.
- ACT-133. COMAN A., FORET G., IONESCU A., CANDAU Y., BEEKMANN M., BERGAMETTI G., SCHMECHTIG C., *Assimilation séquentielle de mesures in situ dans le modèle de chimie-transport CHIMERE pour améliorer la cartographie et la prévision de l'ozone en Ile-de-France*, Colloque National sur l'Assimilation de Données, Toulouse, 9-10 mai 2006, Affiche, Actes sur CD-ROM, 2006

- ACT-134. DELABY S., ROBINE E., PETINGA P., PETIT P., GÉHIN E., *Etude des procédés épurateurs appliqués à la gestion de la qualité microbiologique de l'air des environnements intérieurs*, pp. 83-88, 22^{ème} Congrès Français sur les Aérosols, Paris, décembre 2006, ASFERA ED. Communication orale
- ACT-135. HERSEN G., ROBINE E., MOLETTA M., DEVARE C., GÉHIN E., FREYMUTH F., VABRET A., *Etude de l'exposition aux aérosols viraux dans les environnements intérieurs*, pp. 214-219, 22^{ème} Congrès Français sur les Aérosols, Paris, décembre 2006, ASFERA ED, communication orale.
- ACT-136. JACQUELIN M., GÉHIN E., GENSDARMES, F., *Etude de la mise en suspension de particules par chute de poudre*, pp. 101-106, , 22^{ème} Congrès Français sur les Aérosols, Paris, décembre 2006, ASFERA ED, communication orale.
- ACT-137. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Identification et quantification des sources de PM10 dans une agglomération de la Grande Bretagne : Analyse individuelle*, 22^{ème} Congrès Français sur les Aérosols. CFA 2006, Paris, novembre 2006, Actes pp.51-56, Communication orale.
- ACT-138. LEFEVRE R.-A., IONESCU A., AUSSET P., CHABAS A., LOMBARDO T., *Modélisation des effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux des bâtiments : calcaire et verre*, affiche présentée au Colloque PRIMEQUAL, Strasbourg 24-25 janvier 2006, Actes p. 76-77, Affiche.
- ACT-139. MOTZKUS C., GÉHIN E., GENSDARMES F., *Etude de la mise en suspension d'un aérosol de micro-gouttelettes lors de l'impact d'un train de gouttes millimétriques sur un film liquide*, pp. 107-112, 22^{ème} Congrès Français sur les Aérosols, Paris, décembre 2006, ASFERA ED, communication orale.
- ACT-140. SAME A., COME E., OUKHELLOU L., AKNIN P., *Un algorithme GEM pour le débruitage de signaux*, 13^{ème} rencontres de la Société Francophone de Classification, SFC'06 Metz, 6-8 Septembre 2006, 195-196, communication orale.
- ↓ 2007
- ACT-141. AGOUDJIL B., BOUDENNE A., KRUPA I., IBOS L., MAJESTE J.-C., *Propriétés thermophysiques de composites polymère / charges isolantes métallisées*, Congrès français de thermique 2007, Ile des Embiez, 29 Mai – 1^{er} Juin 2007, Actes du congrès annuel de la SFT, pp. 939-944 (Tome 2), Ed° Société Française de Thermique (2007) ISBN 2-905267-54-2, affiche.
- ACT-142. AMMAR-KHODJA I., PICARD C., FOIS M., MARAIS C., *Analyse des vieillissements thermique et thermo-oxydant de composites carbone/epoxy multi-troués*, JNC15, Marseille, 6-8 juin 2007, Comptes rendus des quizièmes journées nationales sur les composites, p. 201-208, communication orale.
- ACT-143. CÔME E., OUKHELLOU L., AKNIN P., BOUILLAUT L. *Diagnostic d'un système ferroviaire spatialement réparti par modèle génératif et méthode à noyau*, colloque GRETSI 12-14 Septembre 2007, Reims, 633-636, communication orale.
- ACT-144. KACED S., LEFEBVRE G., MAKHLOUF S., *Modèle multicouche de comportement hygrothermique de sols soumis à des températures négatives*, Congrès Soc. Franç. Thermiciens, Île des Embiez, 29 mai-1^{er} juin 2007, 731-736, affiche.
- ACT-145. KACED S., LEFEBVRE G., MAKHLOUF S., *Transferts couplés de chaleur et de masse dans un milieu poreux; réponse du sol dans un modèle 1D à un signal de température périodique*, Congrès Soc. Franç. Génie des Procédés, Saint-Etienne, 9-11 octobre 2007, accepté.
- ACT-146. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Formulation du problème d'estimation des sources de pollution atmosphérique par modélisation inverse Approche statistique et approche physique*, 4^{ème} Edition des Journées Interdisciplinaire de la Qualité de l'air (JIQA)– 25-26 Janvier 2007– Villeneuve d'Ascq, Actes sur CD-ROM, Communication orale.
- ACT-147. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Conception optimale d'un réseau de capteurs permettant d'estimer les principaux émetteurs polluants - application dans une zone industrielle*, 5^{ème} édition des journées STIC&Environnement 2007 (Sciences et

Techniques de l'Information et de la Communication pour l'environnement), Lyon 13-15 novembre 2007, sélection sur résumé étendu, acceptée pour communication orale, 2007.

- ACT-148. LARBI YUCEF M., MAZIOUD A., IBOS L., CANAU Y., BREMOND P., PIRO M., FILLOUX A., *Méthode non destructive de diagnostic de parois isolées du bâtiment par thermographie infrarouge active*, Congrès français de thermique 2007, Ile des Embiez, 29 Mai – 1^{er} Juin 2007, Actes du congrès annuel de la SFT, pp. 1113-1118 (Tome 2), Ed° Société Française de Thermique (2007) ISBN 2-905267-54-2, affiche.
- ACT-149. LOMBARDO T., LOISEL C., CHABAS A., AUSSET P., PALLOT-FROSSARD I., IONESCU A., *Vitrail et environnement atmosphérique : simulation et modélisation de l'altération de verres médiévaux*, Colloque « Sciences des Matériaux du Patrimoine Culturel » Paris, 6 et 7 décembre 2007, affiche.
- ACT-150. MOUTIER J., FOIS M., PICARD C., *Réparation structurale de matériaux composites carbone/BMI avec des matériaux carbone/epoxy*, JNC15, Marseille, 6-8 juin 2007, Comptes rendus des quinzièmes journées nationales sur les composites, p. 225-237, affiche.
- ACT-151. PETIT P., PETINGA P., DELABY S., GÉHIN E., ROBINE E., *Etude d'un nouveau procédé d'épuration photocatalytique appliqué à la gestion de la qualité microbiologique de l'air intérieur*, Congrès ContaminExpert, Paris, mars 2007, actes sur CD-ROM, communication orale.
- ACT-152. MNASRI T., BEN YOUNES R., MAZIOUD A., DURASTANTI J.F., *Etude du coefficient de transfert d'un échangeur bi-tubulaire enterré en régime instationnaire*, Congrès Français de Thermique, SFT 2007, Île des Embiez, 29 mai - 1 juin 2007, 361-366, affiche.

COMMUNICATIONS SANS ACTES (COM)

↓ 2003

- COM-1. LEFÈVRE R.-A., CHABAS A., AUSSET P., FAVEZ O., IONESCU A., *Preliminary results after 9-month exposure of modern glass in Prague, Athens, Rome, Krakow and London*, 5th Multi-Assess Workshop, Vienna, October 30th -November, 1st, 2003, communication orale.
- COM-2. LOMBARDO T., IONESCU A., LEFÈVRE R.A., CHABAS A., AUSSET., CACHIER H., *Correlation between soiling of silica-soda-lime glass and atmospheric pollutants in Paris*, CARMEL - EC International Workshop - Sevilla, Spain, December 1-3, 2003, communication orale.

↓ 2004

- COM-3. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., *Compréhension des phénomènes d'adhésion d'assemblages composites collés*, Journées de l'école doctorale, Caen, 2 avril 2004, communication orale.
- COM-4. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., *Traitement de surface de matériaux composites par tissus à délaminer*, Premières journées de la fédération française des matériaux, Allègement des structures et revêtements de surface, Limoges, 26-28 Octobre 2004, communication orale.
- COM-5. BOUDENNE A., IBOS L., FOIS M., GÉHIN E., MAJESTE J.-C., CANAU Y., *Comparaison des propriétés thermiques de composites polypropylène/cuivre à différentes lois théoriques ou semi-empiriques*, Congrès français de thermique 2004, Presqu'île de Giens, 25-28 Mai 2004, affiche.
- COM-6. IBOS L., BERNÈS A., LACABANNE C., *Annealing or storage influence on pyroelectricity of ferroelectric PVDF and P(VDF-TrFE) copolymers*, 7th European Conference on Applications of Polar Dielectrics (ECAPD7), Liberec (Rép. Tchèque), 6-9 Septembre, 25-28 Mai 2004, communication orale.
- COM-7. IONESCU A., FAVEZ O., LEFÈVRE R.A., CHABAS A., LOMBARDO T., CACHIER H., AUSSET P., *Preliminary results after 12-month exposure of modern glass samples*

in Prague, Athens, Rome, Krakow and London. Comparison with Paris, 6th MULTI-ASSESS Meeting, Prague, April 1st-2nd, 2004, communication orale.

- COM-8. IONESCU A., FAVEZ O., LEFÈVRE R.A., CHABAS A., LOMBARDO T., CACHIER H., AUSSET P., *Soiling of Modern Glass - Results from Six Cities in Europe*, Cultural Heritage in the City of Tomorrow-EC International Workshop, London, June 10-11, 2004, communication orale.
- COM-9. IONESCU A., CHABAS A., LOMBARDO T., LEFÈVRE R.A., FAVEZ O., CACHIER H., AUSSET P., *Progress on exposure of modern glass specimens*, 7th MULTI-ASSESS Meeting, Riga, November 1st-3rd, 2004, communication orale.
- COM-10. KACED S., LEFEBVRE G., DUPAS A., *Prise en compte du gel dans un modèle 1D de transferts couplés chaleur-eau-air dans le sol*, Congrès Soc. Franç. Thermiciens, juin 2004, Giens, affiche.
- COM-11. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Identification of the Contribution of the Steel Industry to the Levels of PM10 in the Surrounding Area using Statistical Methods*, 1st TOAD Meeting, Maizières les Metz, February 14th, 2004, communication orale.
- COM-12. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Identification of the Contribution of the Steel Industry to the Levels of PM10 in the Surrounding Area using Statistical Methods*, 2nd TOAD Meeting, Créteil, May 19th, 2004, communication orale.
- COM-13. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Identification of the Contribution of the Steel Industry to the Levels of PM10 in the Surrounding Area using Statistical Methods*, 3rd TOAD Meeting, Créteil, September 24th, 2004, communication orale.
- COM-14. RIOU O., CHATEAU E., *Mesure de propriétés thermophysiques par micro calorimétrie*, Salon de la physique, Cité de la Villette Paris le 15 juin 2004, communication orale.
- COM-15. RIOU O., *De la prévention des risques électriques à la détection des risques sanitaires majeurs*, Les entretiens de l'assurance, Palais des Congrès Paris les 13 et 14 décembre 2004 (communication orale)

↓ 2005

- COM-16. AGOUDJIL B., IBOS L., MAJESTE J-C., BOUDENNE A., *Caractérisation des propriétés thermophysiques et électriques des matériaux composites à matrice polymère*, 33^{èmes} Journées d'Etude des Polymères (JEPO XXXIII), Le Bessat, 18-23 Septembre 2005, communication orale.
- COM-17. AGOUDJIL B., IBOS L., MAJESTE J-C., *Caractérisation de la conductivité électrique de composites à matrice polymère*, 35^{ème} Colloque annuel du Groupe Français des Polymères (GFP2005), Paris, 22-24 Novembre 2005, affiche.
- COM-18. FOIS M., BOUDENNE A., IBOS L., MAJESTE J-C., *Analyse comparative des propriétés mécaniques et thermophysiques de composites PP/Cuivre*, 35^{ème} Colloque annuel du Groupe Français des Polymères (GFP2005), Paris, 22-24 Novembre 2005, communication orale.
- COM-19. IONESCU A., AUSSET P., CACHIER H., CHABAS A., FAVEZ O., LEFÈVRE R.A. , LOMBARDO T., ROSSEMAN L., *Modelling of Modern Glass Soiling*, MULTI-ASSES Final Meeting, Krakow, April 3rd-5th, 2005, communication orale.
- COM-20. IONESCU A., LEFÈVRE R.A., ROSSEMAN L., COMAN A., *Spatial distributions of air pollutants and stock of materials at risk in the Parisian area*, 3rd CULT-STRAT Meeting, Berlin, October 10th-11th, 2005, communication orale.
- COM-21. ROUABAH F., IBOS L., FOIS M., BOUDENNE A., DADACHE D., HADDAOUI N., *Amélioration des propriétés mécaniques du polycarbonate pigmenté : rôle de la trempe libre*, 35^{ème} Colloque annuel du Groupe Français des Polymères (GFP2005), Paris, 22-24 Novembre 2005, communication orale.

↓ 2006

- COM-22. AMMAR-KHODJA I., PICARD C., FOIS M., MARAIS C., *Etude comparée de la thermo-oxydation d'un composite carbone/epoxy et de la résine non supportée*, 32^{èmes} Journées d'études des polymères, Guidel, 24-29 septembre 2006, communication orale.

- COM-23. CÔME E., OUKHELLOU L., AKNIN P., *Diagnosis of complex system by combined use of RKCCA and graphical model*, Workshop on Current Challenge in Kernel Methods, CCKM06 Brussels 2006, actes sur CD-ROM, affiche.
- COM-24. COMAN A., FORET G., IONESCU A., CANDAU Y., BEEKMANN M., BERGAMETTI G., SCHMECHTIG C., *Ozone assimilation with EnKF on a Chemistry-Transport Model CHIMERE, at a regional scale*, Workshop on Data Assimilation at Large Scale, Delft 7th-8th of November, 2006, communication orale.
- COM-25. IONESCU A., LEFÈVRE R.A., *Stock of materials of risk in the centre of Paris inscribed on the UNESCO list of the World Cultural Heritage*, 4th CULT-STRAT Meeting, Catania, 3rd-4th of April, 2006, communication orale.
- COM-26. LEFÈVRE R.-A., IONESCU A., *The stock of materials at risk of air pollution deterioration in the centre of Paris inscribed on the UNESCO list of the World Cultural Heritage*, 5th CULT-STRAT Meeting, Madrid, 2nd-3rd of October, 2006, communication orale.
- ↓ 2007
- COM-27. IBOS L., GELEBART Y., FOIS M., CANDAU Y., BREMOND P., *Propriétés thermophysiques de composites Carbone / Epoxy : influence du vieillissement*, Congrès français de thermique 2007, Ile des Embiez, 29 Mai – 1^{er} Juin 2007, affiche.
- COM-28. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., *Source identification based on an atmospheric dispersion model and mono-objective genetic algorithm: application in a real industrial area*, International Conference "Trends and Challenges in Applied Mathematics", - ICTCAM 2007, Bucharest, June 20-23, 2007, affiche.
- COM-29. LEFÈVRE R.-A., IONESCU A., *Evaluation by a direct measurement method of the stock of materials at air pollution risk on the façades in two cities inscribed on the UNESCO list: Paris and Venice*, 6th CULT-STRAT Meeting, Paris, 12th-13th of March, 2007, communication orale.
- COM-30. LEFÈVRE R.-A., IONESCU A., *The Stock of Materials at Risk on the Building Façades in Rome. Comparison with two other Cities inscribed on the UNESCO List: Paris and Venice*, 7th CULT-STRAT Meeting, Prague, 26th-28th of September, 2007, communication orale.
- COM-31. RIOU O., *Evaluation de l'erreur systématique en température d'une caméra thermique à partir de sa fonction de réponse à une fente*, Congrès International de Thermographie, 4-6 Mai 2007, Bischoffsheim, communication orale.

OUVRAGES SCIENTIFIQUES (OU CHAPITRES) (OS)

- OS-1. FOIS M., GRISEL M., LE BRAS M., DUQUESNE S., POUTCH F., *Fire retardant Polypropylene / Flax Blends – The use of Hydroxides*, Fire Retardancy of Polymers, "New trends in using hallogen free mineral additives and fillers.", M. Le Bras, Ch.A. Wilkie, S. Bourbigot et al. (Eds), The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK Nov 2004, 11 pages.
- OS-2. BÉNARD Q., FOIS M., GRISEL M., LAURENS P., *Laser Surface treatment of composite materials to enhance adhesion properties*, Adhesion-Current Research and Applications, Chapter 4, pp 305-318, 2005, Wulff Possart, Ed., Wiley-VCH
- OS-3. LEFEBVRE G., *La méthode modale en thermique. Modélisation, simulation, mise en oeuvre, applications*, Coll. TechnoSup, Ed. Ellipses, février 2007, 310 pages.

OUVRAGES DE VULGARISATION (OU CHAPITRES) (OV)

- OV-1. LEFÈVRE R.A., IONESCU A., *Evaluation by the Direct Measurement Method of the Stock of Materials at Air Pollution Risk on the Façades in two Cities inscribed on the UNESCO List: Paris and Venice*, in Watt J. and Hamilton R. (eds.), The effect of Air Pollution on Cultural Heritage-A Reference Manual, (à paraître), Springer

Autres activités internationales (AI)

GÉHIN E.

- membre du bureau directeur de l'International Aerosol Research Assembly qui organise tous les 4 ans l'International Aerosol Conference, depuis 1999.
- membre du bureau directeur de l'European Aerosol Assembly qui organise tous les ans l'European Aerosol Conference, depuis 1999.
- membre du comité d'organisation de l'International Aerosol Conference, St Paul, Minnesota, 10-15 septembre 2006.
- membre du comité scientifique de European Aerosol Conference, Budapest, 6- 10 septembre 2004
- présidente de la session « Combustion aerosols II » European Aerosol Conference, Budapest, 6-10 septembre 2004.

IONESCU A. - Participation aux projets européens suivants :

- Kucera V. (co-ordinator), 2005. Model for multi-pollutant impact and assesement of threshold levels for cultural herritage (MULTI-ASSESS), EU 5 FP RTD Project, contract number EVK4-CT-2001-00044, Project period : 1 January 2002-30 April 2005, 52 pages and annexes, <http://www.corr-institute.se/MULTI-ASSESS/Publishable%20Final%20report/MULTI-ASSESS%20pub%20final%20rep.pdf>.
Auteurs : Tidblad J., Kucera V., Samie F., Schreiner M., Melcher M., Kreislova K., Knotkova D., Lefèvre R.A., Ionescu A., Snethlage R., Varotsos C., De Santis F., Mezinskis G., Sidraba I., Henriksen J., Kobus J., Ferm M., Faller M., Reiss D., Yates T., Watt J., Hamilton R., O'Hanlon S.
- Bernardi A. (co-ordinator), 2005 : VIDRIO Project, Determination of conditions to prevent weathering due to condensation, particle deposition and micro-organism growth on ancient stained glass windows with protective glazing, Contract number : EVK4-CT-2001-00045, Starting date 01/02/2002, duration 36 months, <http://www.isac.cnr.it/~vidrio/index2.htm>
- Kucera V. (co-ordinator), (2004-2007). Assessment of Air Pollution Effects on Cultural Heritage –Management Strategies (CULT-STRAT), (SSPI-CT-2004-501609), <http://www.corr-institute.se/cultstrat/>
- Espiard Ph. (co-ordinator), 2004-2007. Verres autonettoyants (SELF-CLEANING GLASS), contract number NMP3-CT-2003-505952
- Programme International Coopératif de la Commission Economique pour l'Europe des Nations-Unies , (PIC-MATERIAUX), Effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux, incluant les monuments historiques et culturels, 3e phase (début : octobre 2005), <http://www.corr-institute.se/ICP-Materials/>
- Harvey D.S. (co-ordinator), 2007. Tracing Of Airborne Dust (TOAD), Start Date 2001-07-01, End date 2004-12-31, ECSC STEEL-C, Project Agreement 7210.PR/299, EU Ref R636, Ref. Source no : 120446, ISBN 92-79-04995-8, ISSN 1018-5593, ©European Communities, Office of Official Publications of the European Communities, 2007, 127 p.
- Programme International Coopératif de la Commission Economique pour l'Europe des Nations-Unies , (PIC-MATERIAUX), Effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux, incluant les monuments historiques et culturels, 4e phase (début : octobre 2006), <http://www.corr-institute.se/ICP-Materials/>

Information et culture scientifique et technique

GÉHIN E.

- membre du comité de rédaction de la revue « Pollution Atmosphérique » depuis 2003.
- membre du comité de rédaction de la revue « Salles Propres et Maîtrise de la contamination » -2004.

- membre du conseil scientifique du Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) depuis 2003.
- membre du comité de pilotage du projet EXPAU (Exposition Professionnelle aux Aérosols Ultra-fins dans l'atmosphère des lieux de travail) de l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) depuis 2004
- expert auprès de l'ANR pour le programme Nanosciences et Nanotechnologies PNANO 2005 et 2006.

IONESCU A.

- conseiller scientifique auprès de l'ASPEC (Association des Salles Propres pour la Prévention et Etude de la Contamination) sur le traitement statistique des données lors de l'élaboration de la nouvelle norme française AFNOR sur les salles propres et environnements maîtrisés apparentés

LEFEBVRE G.

- Président de IBPSA France de octobre 2002 à 2006 (association loi de 1901 de promotion de la modélisation dans le domaine du bâtiment) et membre du bureau directeur de IBPSA International.
- Président du comité scientifique et co-organisateur des quatre conférences IBPSA France (10-11 déc. 1998, Sophia Antipolis; 26-27 oct. 2000, Sophia Antipolis; 17-18 oct. 2002, La Plaine Saint Denis; oct. 2004, Toulouse).

RIOU O.

- Formateur et Référent technique à la SNECMA-VILLAROCHE concernant l'équilibrage des rotors.
- Membre et Correspondant à l'Association Française des Ingénieurs en Maintenance depuis 2004 : auteur de notes techniques dans les domaines de la thermographie infrarouge, du suivi des lubrifiant et de l'analyse vibratoire des machines tournantes.
- Correspondant à l'Association Française de Thermographie : auteur de notes techniques concernant les caractéristiques des caméras thermiques.

VALORISATION : CONTRATS DE RECHERCHE, PARTENARIAT INDUSTRIEL, CRÉATIONS D'ENTREPRISES

- R-1. IBOS L., LEFEBVRE G., *Optimisation énergétique et thermique d'un système de séparation des isotopes de gaz rares à la surface de Mars*, Projet PALOMA, Collaboration Univ. Paris VI - Service d'Aéronomie / Univ. Paris XII – CERTES, Convention INSU-AGREP, Rapport final, 4 avril 2003 (29 pages plus annexes).
- R-2. LEFEBVRE G., *Etude thermique sommaire d'une sonde atmosphérique sous ballon*, Projet Hibiscus-Air, Collaboration CNRS - Centre d'Etude des Atmosphères Terrestres et Planétaires / Univ. Paris XII – CERTES, décembre 2003 (13 pages).
- R-3. BOUDENNE A., IBOS L., CANDAU Y., *Projet HTP-Stock – Rapport intermédiaire N° 1*, Rapport d'avancement du projet HTP-Stock (Action Concertée Energie CNRS), 23 Avril 2004, 5p
- R-4. IONESCU A., COMAN A., *Etude de la pollution atmosphérique à partir des mesures fournies par des capteurs passifs au long d'une autoroute* (Collaboration CERTES-Cap Environnement), Mars 2004, 20 pages.
- R-5. LARBI YOUCEF M., DATCU S., IBOS L., CANDAU Y., *Analyse de l'état de l'art sur la mesure de la résistance thermique d'une paroi isolante en régime non permanent – Etude bibliographique*, Rapport d'Etude (Convention CERTES – EDF Les Renardières), Janvier 2004, 38p
- R-6. GÉHIN E., *Etude du facteur dynamique des aérosols issus de combustion*, Contrat de recherche avec l'IRSN Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire), Juin 2005 et décembre 2005 (43 pages+ 26 pages).

- R-7. IBOS L., DATCU S., BOUDENNE A., CANDAU Y., Modifications et améliorations des performances d'un émissomètre infrarouge portable et autonome, Rapport d'étude intermédiaire (Convention CERTES – LCPC/CETE de l'Est), 25 Janvier 2005, 38p
- R-8. IBOS L., DATCU S., BOUDENNE A., CANDAU Y., Modifications et améliorations des performances d'un émissomètre infrarouge portable et autonome, Rapport final (Convention CERTES – LCPC/CETE de l'Est), 29 Mars 2005, 26p
- R-9. IBOS L., BOUDENNE A., Caractérisation thermique à température ambiante d'une résine Polyuréthane, Contrat Tyco Electronics Simel - CERTES, 15 Juillet 2005, 20p
- R-10. IBOS L., BOUDENNE A., AGOUDJIL B., CANDAU Y., Projet HTP-Stock – Rapport intermédiaire N° 2, Rapport d'avancement du projet HTP-Stock (Action Concertée Energie CNRS), 22 Juillet 2005, 11p
- R-11. KHLAIFI A., IONESCU A., CANDAU Y., Estimation de la contribution des émetteurs sidérurgiques aux niveaux de PM10 mesurés dans l'environnement en utilisant des méthodes d'analyse statistique (Collaboration CERTES- LECES-Environnement dans le cadre du projet européen « Tracing of Airborne Dust »), Mars 2005 (25 pages+120 pages d'annexes).
- R-12. LEFEBVRE G., Amélioration de la modélisation numérique des l'interface chaussée/atmosphère: prise en compte de la convection et de la contribution énergétique des précipitations dans les couches de roulement poreuses”, Collaboration Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Nancy / Université Paris XII – CERTES, mai 2005 (14 pages + 52 pages d'annexes).
- R-13. LEFÈVRE R.A., IONESCU A., Report on the work performed by the Paris XII University (LISA and CERTES), second year (01/08/2004 – 31/07/2005) within the frame of the CULT-STRAT project (5 pages), 2005.
- R-14. OUKHELLOU L., Optimisation des circuits de voies UM71, Univ. Paris XII – CERTES, Convention SNCF-AGREP, Rapport final, 2005 (20 pages).
- R-15. BOUDENNE A., IBOS L., CANDAU Y., Projet HTP-Stock – Rapport final, Rapport d'avancement du projet HTP-Stock (Action Concertée Energie CNRS), 30 Juin 2006, 6p
- R-16. GÉHIN E., Programme PRIMEQUAL2, Caractérisation physico-chimique et étude du transport des particules dans les locaux, étude en collaboration avec le CSTB, le LEPTAB, le LHVP et ARCANE-CENBG. Rapport intermédiaire, Juin 2006 (106 pages + 40 pages d'annexes).
- R-17. LARBI YUCEF M., IBOS L., MAZIOUD A., CANDAU Y., PIRO M., BREMOND P., FILLOUX A., Rapport d'avancement du projet PROTOMERES-PARIS (Projets PREBAT-ANR), Mai 2007.
- R-18. LEFÈVRE R.A., IONESCU A., Report on the work performed by the Paris XII University (LISA and CERTES), second year (01/08/2005 – 31/07/2006) within the frame of the CULT-STRAT project (25 pages), 2006.
- R-19. OUKHELLOU L., Dépouillement des essais en ligne de Gault-St Denis pour le projet Shuntage, Univ. Paris XII – CERTES, Convention SNCF-AGREP, Rapport final, 2006 (30 pages).