



Études & recherche

2011/2012

Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
www.inrs.fr

SOMMAIRE

Avant-Propos

Éditorial du Directeur scientifique de l'INRS	02
Commission scientifique	04
Groupes de suivi	05
Activités « études et recherche » des départements de l'INRS	08
Entretien avec le Directeur scientifique de l'IRSST	10
Bilan d'activité 2011 « études et recherche »	12

Activités « études et recherche » 2011 / 2012

■ Accidentologie, perception du risque et acceptabilité	15
■ Allergies professionnelles	18
■ Bruits, vibrations, champs électromagnétiques et optiques	22
■ Cancers professionnels	27
■ Conception des équipements, des lieux et des situations de travail	32
■ Déchets et recyclage	33
■ Nanotechnologies et nanoparticules	36
■ Organisation, santé, sécurité et bien-être au travail	38
■ Risques biologiques	39
■ Risques chimiques	43
■ Risques mécaniques	60
■ Risques psychosociaux (stress, violence interne et externe)	61
■ Risques pour la reproduction	64
■ Risque routier professionnel	65
■ Troubles musculo-squelettiques (TMS)	66
■ Vieillesse, travail, santé	71

Partenariats	72
--------------------	----

Communications et publications de l'année 2011	76
--	----

Liste des publications 2011	77
-----------------------------------	----

ÉDITORIAL DU DIRECTEUR SCIENTIFIQUE

En matière d'études et de recherche, les champs d'intervention de l'INRS sont étendus pour répondre à la diversité des risques professionnels. L'objectif du rapport annuel « Études & Recherche », dont cette édition est la troisième, est de vous présenter les apports scientifiques et techniques de l'Institut, en découvrant les travaux achevés au cours de l'année 2011 et ceux en cours en 2012.

Le développement de connaissances scientifiques nécessite parfois la mise en œuvre de moyens et matériels spécifiques. C'est le cas pour l'INRS en 2012 avec la création d'un pôle dédié à la recherche sur les nanoparticules. Au-delà d'un nouveau bâtiment équipé des moyens de protection adaptés aux nanoparticules, il s'agira pour l'Institut de favoriser le travail pluridisciplinaire en associant une vingtaine de chercheurs et techniciens issus des domaines de la



métrologie, toxicologie et de l'ingénierie. Au sein de cette nouvelle structure, les chercheurs exploiteront des équipements communs – notamment capables de générer des nanoparticules en suspension dans l'air – pour rechercher d'éventuels effets toxicologiques sur la santé par des études *in vitro* et *in vivo*, mieux connaître les propriétés physiques et chimiques des nanoaérosols, les performances des instruments de mesure et étudier l'efficacité des dispositifs de protection individuels et collectifs.

Ces sujets ont par ailleurs fait l'objet d'une conférence internationale organisée à Nancy par l'INRS « Risques professionnels liés aux nanoparticules et aux nanomatériaux » les 5, 6 et 7 avril 2011. L'événement scientifique, auquel 430 personnes originaires de 26 pays ont participé, a permis aux experts mondiaux de confronter leurs points de vue et perspectives de recherche en la matière.



© Jean-Pierre Dalens / INRS

Prof. Didier Baptiste,
Directeur scientifique de l'INRS



Aux côtés des colloques que l'INRS co-organise ou auxquels il participe, ce premier rendez-vous inaugurerait un cycle de conférences scientifiques, désormais annuel. En avril 2012, la deuxième édition s'est intéressée aux risques liés aux multiexpositions en milieu de travail, pour un public composé de chercheurs, experts et praticiens de différents horizons (toxicologie, santé et sécurité au travail, surveillance biologique des expositions, médecine du travail, protection de l'audition...). Les discussions ont notamment porté sur les moyens d'action visant à identifier, mettre en évidence et réguler les risques liés aux co-expositions (multiples ou complexes) de l'environnement professionnel. La recherche sur les allergies professionnelles sera le thème abordé lors de la conférence 2013.

Pour favoriser le partage de telles connaissances au sein de la communauté scientifique et la mise en œuvre d'applications pratiques en entreprise, les études et recherche à l'INRS contribuent à produire de nouveaux savoirs, à développer des méthodologies d'analyse des risques et à concevoir des solutions efficaces – dont la finalité est de prévenir les risques professionnels.

Comme les éditions précédentes, ce rapport 2011-2012 est structuré par thématiques de recherche en santé et sécurité au travail. À côté des 22 études terminées en 2011, partie centrale du document, vous retrouverez toutes les informations qui composent le panorama de notre activité d'études et recherche : présentation des instances d'évaluation, liste des études en cours, des publications, des communications, des partenariats scientifiques...

Je vous souhaite une agréable lecture.



DIRECTION SCIENTIFIQUE

Elle a pour mission d'assurer l'orientation, l'animation et la coordination des activités d'études et recherche de l'INRS ainsi que l'analyse des tendances et évolutions pouvant avoir un impact sur l'environnement de la santé et sécurité au travail. Elle développe des partenariats scientifiques européens et internationaux.

ds@inrs.fr

LA COMMISSION SCIENTIFIQUE DE L'INRS

L'INRS est doté d'une Commission indépendante qui assure l'expertise de ses travaux scientifiques et techniques. Celle-ci est chargée d'évaluer la pertinence et la validité des études que l'Institut conduit. Cette Commission comprend des personnalités particulièrement compétentes et reconnues dans les domaines disciplinaires de l'INRS. Les membres de cette Commission scientifique accompagnent chaque opération nouvelle et en suivent le déroulement jusqu'à la clôture, en étroite collaboration avec les spécialistes de l'Institut. Sa composition est votée par le Conseil d'administration pour une durée de quatre ans. Les président et vice-présidents de la Commission scientifique rendent compte de leurs avis au Conseil d'administration de l'Institut.

PRÉSIDENT

Dominique CHOUDAT	Groupe hospitalier Cochin – Broca, Hôtel Dieu, AP-HP – Paris
--------------------------	--

VICE-PRÉSIDENTS

Denis BOULAUD	IRSN – Direction de l'Environnement et de l'Intervention – Le Vesinet
----------------------	---

Jean-Pierre LIBERT	Faculté de médecine d'Amiens – Laboratoire PERITOX
---------------------------	--

AUTRES MEMBRES

Francis ALLARD	Université de La Rochelle – LEPTIAB – La Rochelle
-----------------------	---

Christine CHAUVIN-BLOTTIAUX	Université Bretagne Sud – CRPCC – Lorient
------------------------------------	---

Alain DEGIOVANNI	ENSEM – LEMTA – Vandœuvre-les-Nancy
-------------------------	-------------------------------------

Daniel EILSTEIN	Institut de Veille Sanitaire (InVS) – St-Maurice
------------------------	--

Nadine GABAS	ENSIACET – Toulouse
---------------------	---------------------

Robert GARNIER	Hôpital Fernand Widal – Centre Anti-Poisons – Paris
-----------------------	---

Pascal GAUDUCHON	Université de Caen - Basse Normandie – GRECAN – Caen
-------------------------	--

Pascal GUENEL	INSERM – CESP – Villejuif
----------------------	---------------------------

Dominique HABAULT	CNRS – UPR 7051 – Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (LMA) – Marseille
--------------------------	--

Pascale LEVET	ANACT – Lyon
----------------------	--------------

Philippe LUBINEAU	CETIM – Senlis
--------------------------	----------------

Benoît MAUNIT	Université d'Orléans – ICOA
----------------------	-----------------------------

Alain PINEAU	Faculté de Pharmacie – Laboratoire de Toxicologie – Nantes
---------------------	--

Jean-Claude SAGOT	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard – Laboratoire Systèmes et Transports – Belfort
--------------------------	--

Pascal UGHETTO	Université Paris Est – LATTS – Marne-la-Vallée
-----------------------	--

David VERNEZ	Institut Universitaire Romand de Santé au Travail – Lausanne
---------------------	--

Elisabete WEIDERPASS VAINIO	Cancer Registry of Norway – Institute of population based cancer research – Oslo
------------------------------------	--

GROUPES DE SUIVI

Pour couvrir l'étendue des disciplines présentes à l'INRS, la Commission scientifique s'appuie sur des sous-commissions, appelées groupes de suivi. Au nombre de six, chaque groupe est relié, par domaine de compétence, à un département scientifique et technique (voir présentation ci-après) du centre de Lorraine de l'INRS. Ces groupes examinent, pour chaque étude, les objectifs, la démarche suivie, les résultats, les retombées escomptées ou réalisées. Leurs membres se réunissent à l'INRS chaque année durant deux jours pour analyser les comptes-rendus de travaux et établir leur rapport d'évaluation.

MEMBRES DU GROUPE DE SUIVI DÉPARTEMENT ÉPIDÉMIOLOGIE EN ENTREPRISE

Alain BERGERET	Institut Universitaire de Médecine du Travail Institut Pierre Mazel Université Claude Bernard – Lyon I
Dominique CHOUDAT	Groupe Hospitalier Cochin – Broca, Hôtel Dieu, AP-HP – Paris
Pierre DUCIMETIERE	INSERM – Villejuif
Daniel EILSTEIN	Institut de Veille Sanitaire (InVS) – St-Maurice
Pascal GUENEL	INSERM – CESP – Villejuif
Annette LECLERC	INSERM – Unité 687 Hôpital Paul Brousse – Villejuif
Philippe MORSALINE	PSA Peugeot Citroën Service Médical Centre technique de la Garenne – La Garenne Colombes
Elisabete WEIDERPASS VAINIO	Cancer Registry of Norway – Institute of population based cancer research – Oslo

MEMBRES DU GROUPE DE SUIVI DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Denis BOULAUD	IRSN – Direction de l'Environnement et de l'Intervention Le Vesinet
Jacques CATANI	CARSAT du Sud-Est – Laboratoire Risques Chimiques Métrologie – Marseille
Martine CHOUVET	ITGA – Laboratoire PRYSM – St-Étienne
Marie-Claire HENNION	ESPCI – Laboratoire Environnement et Chimie Analytique du CNRS – Paris
Jérôme LAVOUÉ	Centre de Recherche du CHUM – Montréal
Benoît MAUNIT	Université d'Orléans – ICOA – Orléans
Enric ROBINE	CSTB – Département Développement Durable – Marne-la-Vallée
Alain SOYEZ	CARSAT Nord-Picardie – Laboratoire d'Évaluation des Risques Professionnels – Villeneuve-d'Ascq
David VERNEZ	Institut Universitaire Romand de Santé au Travail – Lausanne

MEMBRES DU GROUPE DE SUIVI DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Emmanuel ABORD DE CHATILLON	Institut de Recherche en Gestion et Économie Université de Savoie – Annecy-le-Vieux
Christine CHAUVIN-BLOTTIAUX	Université de Bretagne Sud – CRPCC – Lorient
Laurence CHEZE	INRETS – Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs – Villeurbanne
Xavier CUNY	Professeur honoraire au CNAM – Paris
Alexis D'ESCATHA	AP-HP – Unité de Pathologie Professionnelle, de Santé au Travail et d'Insertion – Garches
Alain GARRIGOU	Université de Bordeaux 1 – Département Hygiène, Sécurité et Environnement – Gradignan
Benoît JOURNE	Faculté Sciences Économiques et Gestion Institut d'Économie et de Management – Nantes
Pascale LEVET	ANACT – Lyon
Jean-Pierre LIBERT	Faculté de Médecine – Laboratoire PERITOX – Amiens
Philippe MAIRIAUX	Université de Liège – Faculté de Médecine Département des Sciences de la Santé Publique – Liège
Jean-Claude MOISDON	Ancien membre de l'École des Mines – Paris
James RICHARDSON	Université de Paris Sud XI – Orsay
Pascal UGHETTO	LATTS – Université Paris-Est – Marne-la-Vallée

MEMBRES DU GROUPE DE SUIVI DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Michel BERENGIER	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – Centre de Nantes Bouguenais
Bernard DEMOULIN	Professeur émérite – Groupe TELICE – Institut d'Électronique et de Microélectronique – Villeneuve-d'Ascq
Christian GARNIER	CARSAT Auvergne – Centre Interrégional de Mesures Physiques – Clermont-Ferrand
Luc GAUDILLER	Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures UMR CNRS/INSA 5259 – Villeurbanne
Dominique HABAULT	CNRS – Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique – Marseille
Louis JEZEQUEL	École Centrale de Lyon – Écully
Philippe LUBINEAU	Centre Technique des Industries Mécaniques (CETIM) – Senlis
Emmanuel MARTEAU	CRAM Ile-de-France – Paris
Patrick MARTIN	ENSAM – Laboratoire de Conception Fabrication Commande – Metz
Bernard ROUGIE	Institut National de Métrologie du Conservatoire des Arts et Métiers – La Plaine St-Denis
Jean-Claude SAGOT	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard Laboratoire Systèmes et Transport – Belfort
Françoise SIMONOT-LION	LORIA – Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses Applications – Villers-les-Nancy

MEMBRES DU GROUPE DE SUIVI DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Francis ALLARD	Université de La Rochelle – LEPTIAB – La Rochelle
Thierry BALANNEC	CARSAT Bretagne – Rennes
Jean-Marie BUCHLIN	Institut Von Karmann – Rhode-Saint-Genèse, Belgique
Jacques CATANI	CARSAT Sud Est – Laboratoire Risques Chimiques / Métrologie – Marseille
Alain DEGIOVANNI	ENSEM – LEMTA – Vandœuvre-les-Nancy
Nadine GABAS	École Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques – Toulouse
Yves GONTHIER	Université de Savoie – Polytech' Annecy-Chambery – Le Bourget du Lac
Michel LEBRUN	CARSAT Auvergne – Centre Interrégional de Mesures Physiques – Clermont-Ferrand
Jacques VENDEL	Ancien membre de l'IRSN – Laboratoire de Physique et de Métrologie des Aérosols et du Confinement – Gif-sur-Yvette

MEMBRES DU GROUPE DE SUIVI DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Jacques BOPP	Centre Hospitalier de Mulhouse – Mulhouse
Bruno BUCLEZ	Rio Tinto Alcan / Aluminium Pechiney – Bauxite et Aluminium – Voreppe
Robert GARNIER	Hôpital Fernand Widal – Centre Anti-Poison – Paris
Pascal GAUDUCHON	Université de Caen-Basse Normandie – Groupe Régional d'Études sur le Cancer – Caen
Marie-Claude JAURAND	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale – CEPH-IUH – Paris
Marc PALLARDY	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale – Laboratoire de Toxicologie – Chatenay-Malabry
Alain PINEAU	Laboratoire de Toxicologie – Faculté de Pharmacie – Nantes
Guido RYCHEN	ENSAIA – INPL – Vandœuvre-les-Nancy

ACTIVITÉS « ÉTUDES ET RECHERCHE » DES DÉPARTEMENTS DE L'INRS

En 2011, les actions d'études et de recherche représentent 42 % des activités de l'INRS. Menées dans 6 départements et 25 laboratoires du Centre de Lorraine, ces activités sont conduites par des chercheurs, ingénieurs, médecins, techniciens, chimistes, toxicologues, ergonomes... Ces départements représentent 280 personnes.

Métrologie des polluants

Ce département travaille essentiellement sur l'évaluation de l'exposition professionnelle aux agents chimiques. Il développe des méthodes de prélèvements et d'analyse, et les diffuse via la base de données METROPOL. Il effectue des campagnes de mesurage de l'exposition aux substances toxiques dans les entreprises à risques, les données collectées alimentant la base de données COLCHIC.

Laboratoires

- Chimie analytique organique
- Caractérisation du risque chimique
- Laboratoire d'analyse inorganique et de caractérisation des aérosols
- Métrologie des aérosols

Ingénierie des procédés

Ce département recherche, étudie et fait la promotion de solutions de prévention en réponse aux problèmes d'exposition aux polluants chimiques ou à la chaleur. Il recherche la solution la plus pertinente en analysant les processus à l'origine du problème d'exposition professionnelle et en privilégiant la réduction des émissions à la source.

Laboratoires

- Évaluation du risque chimique
- Applications technologiques pour l'évaluation des risques
- Ingénierie aéraulique
- Procédé et épuration des polluants

Polluants et santé

Ce département a pour vocation la recherche appliquée en toxicologie, dans le domaine de l'évaluation des risques liés à l'exposition aux polluants en milieu professionnel. Les deux axes de travail sont la surveillance biologique des expositions et de leurs conséquences chez l'Homme en situation professionnelle et la mesure des effets toxiques sur des systèmes expérimentaux.

Laboratoires

- Cancérogénèse et toxicité du développement
- Neurotoxicité et immunotoxicité
- Surveillance biologique de l'exposition aux substances inorganiques
- Unité de service inter-laboratoires
- Surveillance biologique de l'exposition aux substances organiques
- Toxicocinétique expérimentale et exposition dermique



Ingénierie des équipements de travail

Le département est chargé des actions d'évaluation et de réduction des risques physiques liés aux équipements de travail. Les équipements concernés sont les machines (machines fixes ou portatives, outils, engins...), les composants de sécurité, les locaux (ateliers, bureaux...), et les équipements de protection individuelle ou collective. Les risques physiques se rapportent au risque d'accident et aux nuisances physiques telles que le bruit, les vibrations, la chaleur, les rayonnements optiques ou électromagnétiques... Son action vise l'amélioration des équipements et des dispositifs de protection utilisés par l'Homme au travail.

Laboratoires

- Prévention technique / Équipements de protection individuelle
- Prévention technique des machines
- Ingénierie de conception de systèmes sûrs
- Sûreté des systèmes automatisés
- Modélisation des systèmes mécaniques de prévention
- Réduction du bruit au travail

Homme au travail

Ce département a pour objectif la recherche d'une meilleure adaptation de la situation de travail (tâche, outil, poste, organisation, environnement) aux caractéristiques (physiques, physiologiques, mentales et sociales) de l'opérateur humain. Les critères d'optimisation de cette adaptation sont la sécurité, la santé (physique et mentale), mais aussi l'efficacité, le confort, la satisfaction au travail des opérateurs, l'ensemble de ces critères concourant à la sécurité et à la fiabilité des systèmes de production et de services.

Laboratoires

- Biomécanique et ergonomie
- Ergonomie et psychologie appliquées à la prévention
- Gestion de la sécurité
- Organisation, changement et prévention
- Physiologie du travail

Épidémiologie en entreprise

Le département conduit des études épidémiologiques visant à mettre en évidence des altérations de la santé en rapport avec des expositions professionnelles. Les études conduites s'intéressent aux pathologies respiratoires, aux perturbations du système nerveux périphérique, aux troubles neuro-comportementaux, aux pathologies liées au stress, aux cancers professionnels. Elles sont rendues publiques et contribuent aux décisions en matière de prévention.

ENTRETIEN AVEC LE DIRECTEUR SCIENTIFIQUE DE L'IRSST

- L'IRSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail – Québec) a récemment fêté ses trente ans, quels enseignements tire-t-il de cette expérience de recherche en santé et sécurité au travail ? Et comment celle-ci s'oriente-t-elle pour l'avenir ?

À travers le temps, une organisation recentre son champ d'action, précise ses axes et domaines de recherche et apprend à considérer les facteurs socio-économiques qui sont susceptibles d'influencer l'agenda de recherche. Nous avons certainement mûri au cours des trente dernières années, ce qui nous a permis de nous créer une identité tant en termes des domaines de recherche que nous couvrons, qu'en matière de transfert et de valorisation des résultats de recherche et du raffermissement des liens que nous entretenons avec nos partenaires et les milieux de travail. Grâce à la veille scientifique introduite plus récemment à l'IRSST, les activités de recherche ont pu être orientées en fonction de certaines problématiques émergentes dont les conséquences pour la santé et la sécurité des travailleurs pourront être atténuées sinon éliminées, plutôt que se traduire par des demandes d'indemnisation. Plus que jamais, le champ d'action en recherche doit être guidé par la volonté de voir celle-ci se traduire par des applications concrètes visant l'amélioration de la santé et de la sécurité des travailleurs.

- En termes d'études, vous développez de nombreux partenariats universitaires. Quels en sont les apports pour vos recherches ?

Les partenariats universitaires ou avec d'autres centres de recherche publics ou privés constituent un formidable levier permettant d'augmenter la capacité de recherche d'une organisation par le partage de ressources humaines, financières ou matérielles. Ils assurent également la formation d'une relève qualifiée dans les domaines que nous couvrons. Chose certaine, les partenariats universitaires sont incontournables et font partie intégrante des principes d'action que nous préconisons dans notre politique scientifique. À l'IRSST, plus de 80 % de nos activités de recherche sont réalisées avec des partenaires externes, principalement du milieu universitaire.

- **En tant qu'Institut homologue francophone, l'INRS entretient des liens privilégiés avec vous. En quoi ces échanges contribuent-ils à mieux prévenir les risques professionnels ?**

En France comme au Québec, nous avons à cœur la réalisation d'études et de recherches qui produisent des retombées concrètes dans les milieux de travail. Les liens entre l'INRS et l'IRSST ont permis plusieurs belles réalisations, tout en favorisant des échanges fructueux entre nos directions et équipes de chercheurs. Pensons aux études sur le renversement des chariots élévateurs ou encore, plus récemment, à la conception de l'utilitaire Protecpro, ce logiciel interactif de présélection des matériaux polymères utilisés dans les équipements de protection individuelle. À plusieurs égards, l'INRS et l'IRSST ont des visées similaires et des moyens complémentaires. En combinant les efforts sur des sujets d'intérêt commun, ce sont les travailleurs et les employeurs qui, au bout du compte, sont gagnants puisque les projets réalisés conjointement visent ultimement à mieux prévenir les lésions professionnelles.

© DR



Paul-Émile Boileau,
Directeur scientifique de l'IRSST

CARTE D'IDENTITÉ IRSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail – Québec)

- Création en 1980
- Effectif 130 personnes
- L'Institut est un organisme paritaire privé sans but lucratif, administré par un conseil d'administration. Sa mission est de :
 - contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes,
 - assurer la diffusion des connaissances et jouer un rôle de référence scientifique et d'expertise,
 - offrir les services de laboratoire et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et sécurité du travail.

Contact : DirectionScientifique@irsst.qc.ca

BILAN D'ACTIVITÉ 2011 « ÉTUDES ET RECHERCHE »

En 2011, 99 études (soit 268 000 heures) ont été menées par les départements scientifiques et techniques de l'INRS. La durée moyenne d'une étude est de 4 ans. La répartition de cette activité par thématique principale (rattachement en fonction du risque étudié, de la pathologie ou du secteur d'activité concerné) est présentée dans le graphique ci-contre.

Le risque chimique, qui inclut des domaines tels que la toxicologie, la métrologie ou l'ingénierie des procédés, représente près de 27 % de l'activité de recherche. Deux autres thématiques : « nanotechnologies et nanoparticules » et « bruits, vibrations, champs électromagnétiques, optique » constituent chacune environ 10 % du volume total. « Cancers professionnels », « risques mécaniques », « allergies professionnelles » et « organisation, santé, sécurité et bien-être au travail » représentent chacune plus de 5 %.

Deux études ont donné lieu au dépôt de brevets en 2011 :

- Echoscan : dispositif de mesure de la perte auditive ;
- Dactari : dispositif d'évaluation de l'exposition aux produits chimiques d'une personne sur le lieu de travail.

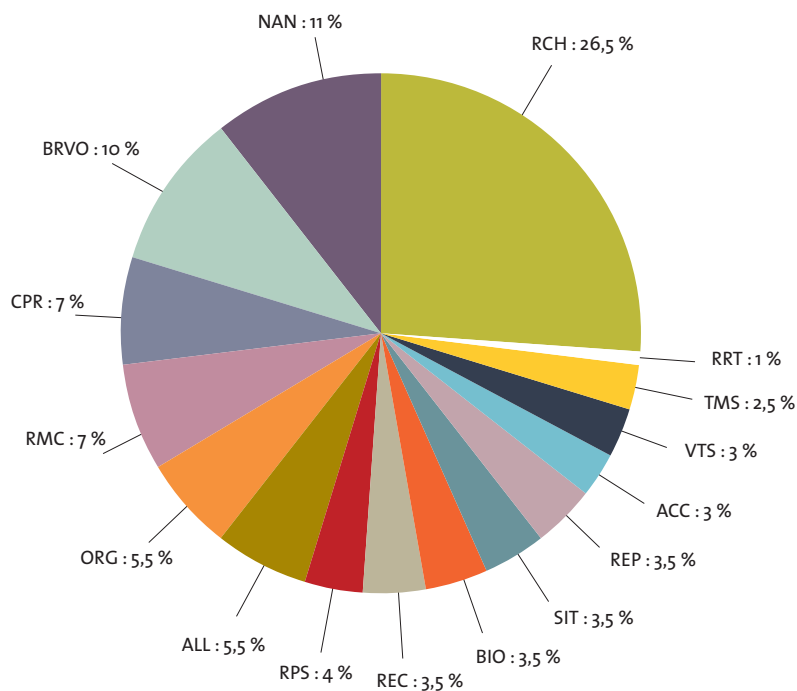
Depuis 2008, 13 brevets ont été déposés.

Les études contribuent également à de nombreux textes réglementaires et normes, à des contenus de formation ou d'information à destination des préventeurs et des entreprises.

22 études se sont achevées en fin d'année 2011. Une synthèse est présentée dans les pages qui suivent.

En 2012, 102 études sont inscrites au programme « études & recherche » : études nouvelles ou déjà engagées. Elles sont également listées, par thématiques, dans les pages qui suivent.

RÉPARTITION DES « ÉTUDES ET RECHERCHE » 2011



LÉGENDES DES THÉMATIQUES

ACC	Accidentologie, perception du risque et acceptabilité	REC	Déchets et recyclage
ALL	Allergies professionnelles	REP	Risques pour la reproduction
BIO	Risques biologiques	RMC	Risques mécaniques
BRVO	Bruits, vibrations, champs électromagnétiques, optique	RPS	Risques psychosociaux (stress, violence interne et externe)
CPR	Cancers professionnels	RRT	Risque routier professionnel
NAN	Nanotechnologies et nanoparticules	SIT	Conception des équipements, des lieux et des situations de travail
ORG	Organisation, santé, sécurité et bien-être au travail	TMS	Troubles musculo-squelettiques et lombalgies
RCH	Risques chimiques	VTS	Vieillesse, travail, santé



ACCIDENTOLOGIE, PERCEPTION DU RISQUE ET ACCEPTABILITÉ

Les accidents du travail restent une préoccupation car, bien que leur nombre soit en diminution (environ 11 % entre 2000 et 2009), ceux-ci restent fréquents et graves. Un quart d'entre eux concerne les accidents de plain-pied.

Dans le domaine de l'accidentologie, l'INRS met à disposition des outils techniques d'aide à l'analyse des risques (méthode de l'arbre des causes), d'évaluation des risques (listes de contrôles) ainsi que des outils de gestion de la santé et de la sécurité au travail (audit de sécurité, grilles de positionnement des entreprises par rapport à leurs pratiques, démarches de systèmes de management de la sécurité).

Pour prévenir plus efficacement les risques d'accidents, l'INRS explore également de nouvelles représentations de leur survenue. Les activités d'études et de recherche contribuent à cette réflexion en revisitant la modélisation classique de survenue de l'accident et en développant l'approche par scénarios-type utilisée dans d'autres domaines tels les risques industriels ou les risques de la circulation routière.

Ces études ainsi que celles sur la perception des risques professionnels et le comportement face aux risques contribuent à alimenter et à améliorer les pratiques de prévention en entreprises.

EFFICACITÉ DES PRODUITS DE COMMUNICATION EN PRÉVENTION : INFLUENCE DES MODALITÉS D'UTILISATION

Christian DAVILLERD

DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

OBJECTIFS

Les entreprises disposent d'un large éventail d'outils de communication et d'information afin d'élaborer leurs démarches de prévention. Ces outils étant utilisés dans des conditions bien différentes d'une entreprise à une autre, leurs qualités intrinsèques ne suffiront donc pas toujours à en garantir l'efficacité. Partant du principe que les modalités d'usage d'un produit contribuent grandement à son efficacité finale, l'objectif était ici d'analyser l'interaction de produits de communication dans le cadre de leur utilisation (lien produit / démarche).

MÉTHODOLOGIE

Deux approches simultanées ont été réalisées :

- un bilan de l'existant en matière de pratiques de communication en prévention sous forme d'une enquête téléphonique (auprès de 306 chargés de sécurité) recensant différents produits utilisés et actions concrètes de leur mise en œuvre en fonction de contextes variés ;
- une démarche plus expérimentale consistant à susciter, organiser, concevoir, accompagner, analyser, évaluer une action de communication d'envergure basée sur une démarche participative des salariés.

RÉSULTATS

Le terme générique d'outils de communication en prévention recouvre en fait deux concepts bien différents. D'une part les supports physiques que l'entreprise se procure auprès d'organismes ou réalise en interne (brochures, vidéos, signalétique, revues, affiches, guides...), et d'autre part les actions de prévention que l'entreprise met en œuvre en intégrant et faisant vivre, de manière souvent très personnalisée, ces supports.

Les résultats issus de l'enquête mettent clairement en évidence le fait qu'aux yeux des chargés de sécurité interrogés la démarche retenue semble souvent plus importante que le choix a priori de tel ou tel produit. Ce qui a conduit à la mise en place et l'évaluation d'une action spécifique de communication prévention dans deux entreprises différentes, selon des critères participatifs issus d'une première analyse de l'existant, sous la forme de messages directs, au plus près du poste, agrémentés de démonstrations concrètes et accompagnés de supports physiques.

À l'issue de la campagne, une évaluation par entretiens directs avec des opérateurs et agents de maîtrise permet de dégager certains enseignements :

- le caractère incontournable d'une analyse préalable de l'existant ;
- les différents niveaux d'efficacité des composantes de ces campagnes (diapositive d'accroche, présentation orale, brochure récapitulative, affichage ultérieur...);
- les facteurs renforçant la crédibilité des intervenants (compétences, capacités relationnelles, connaissance de la réalité du terrain, statut, implication affichée);
- le rôle primordial du management de proximité (préparation, sensibilisation, débriefing, observations de changements, relais et continuité...);
- l'importance de la visibilité de l'implication de l'entreprise (mise à disposition d'équipements de protection individuelle, actions concrètes et tangibles d'accompagnement);
- retombées constatées : données chiffrées, connaissances nouvelles, changements d'attitude, voire de comportement...

CONCLUSIONS

Cette étude avait pour ambition la détection et l'analyse des facteurs contribuant à faire vivre la prévention dans l'entreprise et l'optimisation de leur évolution. Bien que la démarche expérimentale se soit déroulée dans des entreprises de taille importante, bon nombre de caractéristiques retenues pour la campagne (groupes restreints, échanges, dialogue, communication directe, interactivité...) pourraient également s'appliquer à des entreprises de taille plus restreintes, voire à des PME.

Il en résulte que toute action de communication en prévention doit être imaginée dans la continuité, dès la phase de préparation. Une condition essentielle lorsque l'on veut tendre vers la notion de « culture de sécurité », durable et efficace.



Évaluation d'actions de prévention conduites en entreprise
sur la base d'entretiens avec les salariés

Au sein de cette thématique, 3 études sont en cours en 2012 :

Analyse coût-bénéfice d'actions de prévention en entreprise

Christian TRONTIN – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Évaluation de l'impact de la formation initiale en santé et sécurité au travail
sur la survenue d'accidents au travail chez les moins de 30 ans

Stéphanie BOINI – DÉPARTEMENT ÉPIDÉMIOLOGIE EN ENTREPRISE

Les accidents de plain-pied : cas des perturbations d'équilibre en situation professionnelle

Sylvie LECLERCQ – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

ALLERGIES PROFESSIONNELLES

Les substances allergènes ou irritantes sont nombreuses et en constante évolution. Elles sont évaluées à plus de 350 dans le monde du travail. Rencontrées dans de multiples secteurs (nettoyage, boulangerie-pâtisserie, coiffure, métiers de la santé, industrie du bois, peinture, BTP, métallurgie, agroalimentaire, agriculture), elles se présentent sous différentes formes : solide, liquide, gazeuse, à l'état de poussière ou d'aérosol. Les allergies peuvent être respiratoires, cutanées ou oculaires.

Chaque année, de nouvelles molécules apparaissent dans l'industrie et il est impératif d'identifier clairement et précocement les composés chimiques qui induisent potentiellement une sensibilisation. Cette démarche permet de prendre des mesures de prévention adaptées (remplacement d'un composé sensibilisant par un composé non sensibilisant, étiquetage, mesures de protection individuelle ou collective).

Les mécanismes immunologiques en jeu dans les allergies sont de mieux en mieux compris mais il est essentiel de transférer ces connaissances dans le monde du travail et de disposer de techniques d'analyse fiables, sensibles et spécifiques, facilement utilisables.

SANTÉ RESPIRATOIRE D'AGENTS ANIMALIERS

Valérie DEMANGE

DÉPARTEMENT ÉPIDÉMIOLOGIE EN ENTREPRISE

OBJECTIFS

Le personnel animalier, souvent étudié du point de vue unique du risque d'exposition aux animaux, pouvant entraîner rhinite et asthme allergiques, est également exposé aux produits nettoyants et désinfectants. Le personnel de laboratoire chargé de la préparation des animaux cumule des expositions à ces produits et aux milieux de culture. L'exposition professionnelle aux désinfectants est associée à des effets surtout irritatifs du système respiratoire, de la sphère ORL et des yeux. L'incidence de l'asthme professionnel due à l'utilisation de ces produits irritants/allergisants augmente depuis une dizaine d'années. Les médecins du travail de l'Institut Pasteur ont sollicité l'INRS pour conduire une étude sur l'état de santé et les expositions professionnelles des agents de laboratoire et des animaliers.

MÉTHODOLOGIE

La population concernée était l'ensemble du personnel de laboratoire chargé de la préparation et les animaliers. Les trois médecins du travail de l'Institut Pasteur ont effectué le recueil de données, lors de la visite médicale. Il incluait un auto-questionnaire médical et un questionnaire sur le poste occupé, les tâches effectuées, les produits de nettoyage ou de préparation de milieux de culture utilisés, les animaux de laboratoire manipulés, la symptomatologie à l'occasion du travail et les équipements de protection utilisés.

RÉSULTATS

131 salariés ont participé, 100 agents de laboratoire chargés de préparation et 31 animaliers. Les résultats indiquent que 127 salariés (soit 97 %) réalisent des tâches de nettoyage, 66 (50 %) manipulent ou ont manipulé un animal de laboratoire et 20 (15 %) préparent des milieux de culture. 72 salariés (55 %) déclarent au moins un symptôme rythmé par le travail. Les plus fréquemment déclarés sont la rhinite (27 %), la conjonctivite (23 %), la toux sèche (21 %), la gêne oropharyngée (14 %) et l'eczéma (11 %). Les fréquences les plus élevées de rhinite et de conjonctivite sont observées lors des tâches en animalerie et lors de la pesée des poudres. Les fréquences les plus élevées de gêne oropharyngée, de sifflements respiratoires et de crise d'asthme sont observées lors des tâches en animalerie.

CONCLUSIONS

Cette étude descriptive a permis aux médecins du travail de l'Institut Pasteur de mieux connaître les symptômes et les expositions des agents de laboratoire et des animaliers de l'Institut. Elle met en évidence que le personnel présente des expositions multiples concomitantes (aux produits détergents désinfectants et aux animaux, ou aux produits détergents désinfectants et aux produits de préparation de milieux de culture). De plus, des agents de laboratoire chargés de préparation sont amenés à manipuler également des animaux.

De manière générale, dans les centres de recherche-développement, les messages de prévention et les mesures mises en place à destination des animaliers devraient aussi porter sur les produits de nettoyage et de désinfection, et ceux à destination des agents de laboratoire chargés de préparation, sur les animaux de laboratoire s'ils peuvent y être exposés.

À l'Institut Pasteur, cette étude a permis de prendre en charge médicalement 19 personnes en consultations spécialisées d'allergologie, de pneumologie, de dermatologie ou en consultations de pathologies professionnelles. Les médecins du travail ont débuté une série de réunions d'information auprès du personnel pour présenter les résultats de l'étude et rappeler les recommandations sur les pratiques et l'utilisation des moyens de protection collective et individuelle lors du contact avec les animaux, de la manipulation des produits détergents désinfectants, ainsi que des produits de préparation des milieux de culture.



Opération de nettoyage
par un agent de laboratoire animalier

RECHERCHE DE L'EFFET IMMUNOTOXIQUE LOCAL PRÉCOCE ET ADJUVANT DE PARTICULES RESPIRABLES DE SILICE ET D'OXYDE DE FER DANS UN MODÈLE MURIN

Masarin BAN

DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

OBJECTIFS

L'exposition, en milieu professionnel, à des polluants particuliers peut être responsable de nombreuses pathologies respiratoires. Les cibles potentielles de ces aérocontaminants pulmonaires sont diverses. Parmi celles-ci, les ganglions lymphatiques associés aux poumons, siège de l'immunité locale, sont particulièrement exposés car les particules ou fibres inhalées sont transportées vers ces organes après leur passage dans l'espace pleural. Le but de cette étude était de rechercher chez la souris exposée par voie intratrachéale à des microparticules de silice et à des micro et nanoparticules d'oxyde de fer d'éventuels effets locaux immunotoxiques, adjuvants et inflammatoires.

MÉTHODOLOGIE

■ Effets inflammatoires et immunotoxiques locaux des particules

Ces effets ont été recherchés chez des souris de lignée consanguine BALB/c ayant reçu préalablement une ou quatre instillations intratrachéales de chaque type de particules à 3 concentrations différentes. Les effets éventuels des particules sur la production pulmonaire de cytokines proinflammatoires, sur la capacité des cellules ganglionnaires à fabriquer des anticorps contre des globules rouges de mouton (réponse immunitaire adaptative) et à tuer des cellules tumorales (réponse immunitaire innée) ont été examinés.

■ Effet inflammatoire et effet adjuvant des particules sur la réponse allergique

Ces effets ont été étudiés sur un modèle murin d'allergie à l'ovalbumine. Pendant la période de sensibilisation à l'ovalbumine, les souris (BALB/c) ont reçu 4 instillations intratrachéales de chaque type de particules. Pour démontrer un éventuel effet adjuvant des particules, les paramètres de la réponse allergique induite (inflammation allergique, cytokines de type Th 2, IgE sériques totales et spécifiques) ont été comparés chez des souris exposées et non exposées aux particules.

RÉSULTATS

Des augmentations significatives du nombre des cellules inflammatoires pulmonaires (macrophages et neutrophiles) ont été observées avec les trois types de particules. Cependant, la production par les cellules ganglionnaires des cytokines pro inflammatoires n'a augmenté qu'avec les particules d'oxyde de fer (nano et micro). La réponse immunitaire adaptative vis-à-vis des globules rouges de mouton a été diminuée avec les trois types de particules. Enfin, aucun effet des particules n'a été observé sur la réponse immunitaire innée.

La réponse allergique à l'ovalbumine a été diminuée chez les souris exposées à des doses de 500 µg/souris de nano et microparticules d'oxyde de fer. Cependant, seule l'exposition à 100 µg/souris de nanoparticules d'oxyde de fer a induit un effet adjuvant significatif sur la réponse allergique.

CONCLUSIONS

La recherche d'effets adjuvants et/ou immunotoxiques des particules de l'environnement industriel sur l'immunité pulmonaire a été effectuée pour la première fois chez la souris dans les ganglions associés aux poumons. L'effet immunosuppresseur des particules d'oxyde de fer sur la réponse immunitaire à un antigène particulaire ou soluble a été clairement constaté. À doses équivalentes, l'effet immunosuppresseur et inflammatoire des nanoparticules est supérieur à celui des microparticules d'oxyde de fer. Les résultats de cette étude permettent de mieux définir les effets des particules sur des mécanismes immunologiques pouvant conduire à des pathologies respiratoires comme l'infection, l'allergie et le cancer.



Analyse par microscope des effets immunotoxiques de particules

Au sein de cette thématique, 2 études sont en cours en 2012 :

Inflammation des voies aériennes et exposition microbiologique des travailleurs des plates-formes de compostage: une étude longitudinale

Valérie DEMANGE – DÉPARTEMENT ÉPIDÉMIOLOGIE EN ENTREPRISE

Développement d'un test *in vitro* d'identification de sensibilisants chimiques

Fabrice BATAIS – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

BRUITS, VIBRATIONS, CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET OPTIQUES

Les statistiques montrent que des millions de salariés sont soumis au bruit et aux vibrations, dans de nombreux secteurs d'activité. En ce qui concerne les ondes électromagnétiques, les applications industrielles se sont multipliées au cours des dernières années. Par ailleurs, un recensement du parc des machines anciennes les plus émissives indique qu'au moins 100 000 opérateurs seraient exposés aux champs électromagnétiques. Les applications croissantes utilisant les rayonnements optiques (éclairage par LED, séchage ou désinfection par UV...) induisent une multiplication des populations exposées aux risques physiques associés. Quatre directives européennes relatives à ces nuisances fixent des valeurs d'action et des valeurs limite d'exposition au-delà desquelles il est demandé aux entreprises de renforcer la prévention. Depuis plusieurs années, l'INRS développe des connaissances pour faciliter la mise en application de ces réglementations à finalité préventive.

BRUITS

Sur ce thème, les travaux de recherche de l'INRS visent à améliorer les méthodes de diagnostic et de localisation des sources de bruit et à étudier les nouveaux matériaux acoustiques ainsi que les protecteurs auditifs. Un nouvel axe de travail s'intéresse à la compréhension et à la perception des messages dans des espaces ouverts et l'influence sur la gêne ou le confort auditif des salariés. L'INRS s'intéresse également aux multi-nuisances associant bruit et produit chimique (dépôt d'un brevet en 2011 pour Echoscan qui permet d'apprécier le fonctionnement de l'oreille interne et moyenne).

Au sein de cette thématique, 7 études sont en cours en 2012 :

Techniques d'holographie acoustique pour la caractérisation des machines industrielles bruyantes

Armand NEJADE – DÉPARTEMENT INGÉNIEURIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Amélioration de l'intelligibilité de signaux utiles dans le bruit : application aux bureaux ouverts

Patrick CHEVRET – DÉPARTEMENT INGÉNIEURIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Protection individuelle contre le bruit : le point sur les méthodes de mesures *in situ* de l'efficacité réelle et individuelle des protecteurs

Nicolas TROMPETTE – DÉPARTEMENT INGÉNIEURIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Perception de signaux acoustiques utiles dans le bruit

Jean Pierre ARZ – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Tests auditifs « objectifs » dans la prévention des risques de surdité professionnelle :
une alternative à l'audiométrie tonale

Pierre CAMPO, Thomas VENET – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Nocivité comparée d'un bruit impulsionnel et d'un
bruit stable de même énergie acoustique lors d'une
co-exposition au styrène

Pierre CAMPO

DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Développement de méthodes de caractérisation
in situ des propriétés acoustiques des parois dans
les locaux industriels

Jacques CHATILLON – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE
DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL



Chambre semi-an choique
pour la réalisation d'essais acoustiques

VIBRATIONS

Plus de deux millions de salariés sont exposés à des vibrations transmises au système main-bras par des machines portatives ou guidées à la main. Cette exposition peut entraîner à long terme des maladies professionnelles reconnues, environ 200 cas par an. Pour approfondir les connaissances dans le domaine des vibrations main-bras, l'INRS développe des actions de modélisation et de caractérisation expérimentale de la propagation des vibrations émises par les machines portatives. Concernant les vibrations globales du corps, des travaux portant sur la prise en compte de cofacteurs visent à effectuer des mesures des postures de conducteurs d'engins mobiles vibrants.

AIDE   LA MISE EN ŒUVRE DU DÉCRET VIBRATION POUR LES OPÉRATEURS DE MACHINES VIBRANTES TENUES   LA MAIN

Éric CARUEL

DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

OBJECTIFS

Plus de deux millions d'opérateurs sont régulièrement exposés à des vibrations transmises au système main-bras par des machines tenues à la main (dont 18 et 8 % à plus de 10 et 20 h par semaine), susceptibles d'entraîner à long terme des pathologies professionnelles reconnues au titre des tableaux 69 et 29 des régimes général et agricole. L'application du décret n  2005/746 impose à l'employeur d'évaluer, et si nécessaire de mesurer, l'exposition quotidienne vibratoire

des opérateurs et de la comparer à la valeur déclenchant l'action de prévention de $2,5 \text{ m/s}^2$ et à la valeur limite de 5 m/s^2 à ne pas dépasser. L'objectif de cette étude était de construire une base de données vibration « main-bras » pour apporter à terme une aide aux entreprises pour satisfaire leurs obligations réglementaires (via un support d'aide au diagnostic type calculatrice interactive notamment) afin de prévenir l'exposition aux vibrations.

MÉTHODOLOGIE

Cette étude a été menée en collaboration avec les experts des 9 Centres de Mesures Physiques des CARSAT/CRAM pour construire une base de données. Un bilan sectoriel des valeurs d'exposition quotidienne des opérateurs et des amplitudes vibratoires émises par les machines vibrantes a été effectué pour évaluer la répartition des valeurs d'exposition vis-à-vis des seuils réglementaires.

Devant la très grande diversité de machines vibrantes et de métiers, la base actuelle ne regroupe pas suffisamment de mesures pour alimenter une calculatrice. Aussi, une démarche complémentaire a été expérimentée afin de compenser l'insuffisance du nombre de mesures réalisées aux postes de travail. Elle est basée sur la comparaison des valeurs déclarées des machines par les fabricants (obligation de la directive « Machines » 2006/42/CE) et de celles mesurées.

RÉSULTATS

Sur les 140 postes de travail évalués sur une journée de 8 heures et regroupés sur une trentaine de métiers, 25 % d'entre eux se situent au-dessus de la valeur limite d'exposition 5 m/s^2 et plus de 60 % dépassent la valeur déclenchant l'action $2,5 \text{ m/s}^2$. Près de 230 machines réparties dans une cinquantaine de familles de machines ont été mesurées.

Par ailleurs, la comparaison effectuée sur 150 machines vibrantes, entre la valeur mesurée et celle déclarée pour la machine considérée, a montré que l'erreur commise sur les valeurs de l'émission vibratoire sur chaque machine était d'au moins 100 % dans un tiers des cas. C'est pourquoi une exploitation statistique des valeurs déclarées a été testée. L'erreur résultant de la comparaison d'un panel de machines d'une même famille, des valeurs mesurées et déclarées des percentiles 25, 50 et 75 %, a été déterminée pour trois familles courantes de machines. Suivant ces trois percentiles, l'erreur est inférieure à 25 % pour les familles des meuleuses d'angle et des clefs à chocs. Quant à la comparaison sur une vingtaine de débroussailleuses, l'erreur est bien plus importante (de 25 à 85 %).

CONCLUSIONS

Une base de données vibrations « main-bras » a été créée. Elle confirme le risque d'exposition vibratoire (25 % des postes évalués dépassent la valeur limite d'exposition). Cette base ne regroupe pas assez de mesures à ce jour pour alimenter une calculatrice interactive destinée à évaluer la valeur d'exposition vibratoire des opérateurs (sans mesure et associée à un questionnaire sur les conditions d'utilisation des machines et sur les durées d'exposition quotidiennes). Les mesures au poste de travail doivent donc être poursuivies avec plus de partenaires réalisant des mesures de vibration sur le terrain.

Il est possible pour certaines familles de machines courantes de compléter le manque de données dans la base en utilisant les valeurs d'émission déclarées par les fabricants. Mais cette application nécessite une approche statistique pour éviter des erreurs trop élevées.



Mesure et diagnostic vibratoires
de machines portatives pour
le développement d'une base de données

Au sein de cette thématique, 3 études sont en cours en 2012 :

Étude d'instruction pour la prise en compte de la posture dans l'évaluation
de l'exposition aux vibrations globales du corps de conducteurs d'engins mobiles

Maël AMARI – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Modélisation et caractérisation expérimentale de la propagation des vibrations mécaniques
dans le membre supérieur lors de l'utilisation de machines portatives tournantes

Christophe NOËL – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Développement d'un outil pour la mise en œuvre du décret « vibration »
pour les opérateurs de machines tournantes tenues à la main

Éric CARUEL, Patrice DONATI – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES ET OPTIQUES

Dans le domaine des champs électromagnétiques, les populations sont exposées en raison d'applications professionnelles et domestiques utilisant les propriétés des champs et des ondes électromagnétiques. Il y a lieu de caractériser les sources, de recenser les moyens de prévention et de sensibiliser les utilisateurs. En 2011, l'accent a porté sur l'amélioration de la qualité des mesurages, notamment dans le domaine du soudage par résistance.

Dans le domaine des rayonnements optiques, des études destinées à définir une méthodologie d'évaluation des risques *in situ* et à évaluer les moyens de protection, se poursuivent. Dans le cadre de l'accompagnement à la mise en œuvre du décret relatif à la protection des salariés contre les risques dus aux rayonnements optiques artificiels, l'INRS a engagé en 2011 une étude transversale dont un axe concerne le développement d'une méthode de mesure aux postes de travail.

Au sein de cette thématique, 3 études sont en cours en 2012 :

CatRayon « Spectacle » – Outil pour déterminer l'exposition énergétique aux dispositifs d'éclairage scénique

Serge SALSI – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

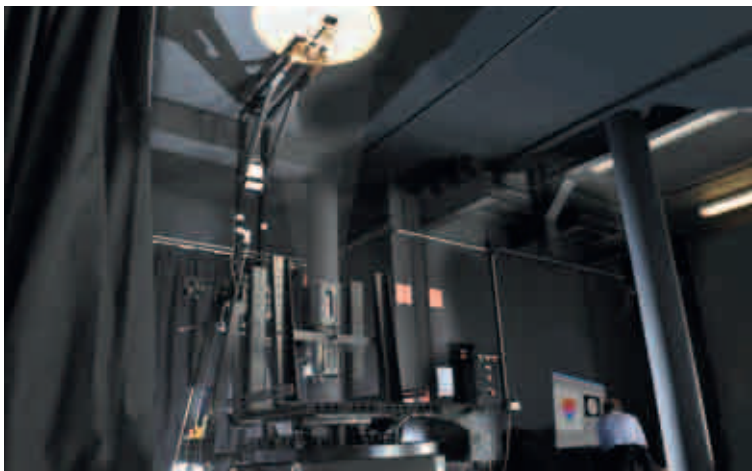
Dispositif d'accompagnement à la mise en œuvre du décret 2010-750 du 2 juillet 2010 relatif à la « protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements optiques artificiels »

Serge SALSI – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Aide à la mise en œuvre de la directive européenne « Champs électromagnétiques » pour les opérateurs de machines rayonnantes

Philippe DEMARET, Patrice DONATI

DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL



Mesure de l'exposition énergétique aux dispositifs d'éclairage scénique

CANCERS PROFESSIONNELS

En matière de prévention du risque cancérigène en entreprise, l'Institut a acquis une expérience dans le domaine de la mise au point de méthodes de prélèvement et de dosage de polluants dans l'atmosphère ou les milieux biologiques, notamment pour les composés cancérigènes. Régulièrement associé à la conduite de campagnes de contrôle d'agents CMR (cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction), initiées par la Direction générale du travail, l'INRS contribue également à évaluer les expositions professionnelles (fibres, amiante, poussières de bois...) dans différents secteurs et à déployer des démarches de substitution ou de réduction des expositions, par le biais de la ventilation par exemple.

ESTIMATION DES FRACTIONS DE CANCER DU POU MON ATTRIBUABLES AUX EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES RECONNUES : UNE ÉTUDE CAS-TÉMOIN DE POPULATION

Eve BOURGKARD

DÉPARTEMENT ÉPIDÉMIOLOGIE EN ENTREPRISE

OBJECTIFS

Les fractions de cancer bronchique attribuables (FRA) à des expositions professionnelles varient considérablement selon les études. Elles dépendent fortement de la période de temps et de la zone géographique auxquelles elles se rapportent. De nombreuses études épidémiologiques mettent en évidence des liens forts entre le cancer bronchique et les expositions à des substances comme l'amiante, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ou la silice. Cependant, la majorité des études n'évaluent pas les parts attribuables à ces principaux cancérigènes professionnels. L'objectif de cette étude était d'estimer les fractions de risque de cancer bronchique attribuables à ces expositions professionnelles dans le nord de la Lorraine. Cette zone géographique est caractérisée par une incidence élevée de cancer bronchique et un passé industriel lourd (sidérurgie, mines de fer, mines de charbon).

Par ailleurs, l'évaluation des expositions professionnelles par jugement d'experts sur la base d'un ensemble de questionnaires très détaillés est habituellement considérée comme la méthode de référence. Cependant, cette méthode est lourde en contraintes logistiques et financières. Cette étude a également permis d'évaluer une méthode d'estimation des expositions professionnelles à partir d'un questionnaire plus court listant 47 tâches potentiellement exercées au cours d'une vie professionnelle (appelé « Tâches »).

MÉTHODOLOGIE

Une étude cas-témoins de cancer bronchique a été menée dans la population générale de 4 bassins d'emplois du nord de la Lorraine. Les cas ont été recrutés dans tous les hôpitaux de la région d'étude. Les témoins ont été recrutés par téléphone par un institut de sondage, de manière aléatoire parmi la population de la région d'étude. Tous les sujets ont été interrogés à domicile, par des enquêteurs formés, à l'aide de questionnaires médicaux et professionnels standardisés. Les évaluations d'expositions par le questionnaire « Tâches » ont été comparées à celle d'une expertise de référence. Des scores cumulés d'expositions ont été calculés à partir des questionnaires professionnels. Les relations dose-effet et les FRA ont été estimées à l'aide de modèles statistiques prenant en compte les facteurs non professionnels.

RÉSULTATS

L'étude cas-témoins comprend 246 cas et 531 témoins. Les estimations du risque de cancer bronchique en tenant compte du tabac, de l'histoire familiale de cancer bronchique et de la consommation de vin, augmentent significativement avec les indices d'expositions cumulés à l'amiante, aux HAP, à la silice cristalline et avec les fumées de moteur diesel. La FRA calculée pour les facteurs professionnels, pris dans leur ensemble, est égale à 56 %, amiante (22 %) et silice cristalline (30 %) participant le plus dans l'apparition du cancer bronchique.

L'évaluation du questionnaire « Tâches » a été réalisée sur un échantillon de 93 sujets tirés au sort parmi la population d'étude, rassemblant 503 emplois-périodes. Comparativement à l'expertise de référence, les expositions évaluées à partir du questionnaire « Tâches » présentent une très bonne concordance pour amiante et une bonne concordance pour HAP.



Dépouillement et analyse
de questionnaires d'évaluation
d'expositions professionnelles

CONCLUSIONS

Cette étude a permis d'obtenir une estimation quantitative des expositions professionnelles à l'amiante, aux HAP et à la silice, et de mettre en évidence des relations dose-effet entre ces expositions professionnelles et le risque de cancer bronchique. De plus, ce travail a permis d'estimer, pour la première fois, des FRA au niveau d'une zone géographique caractérisée par un passé industriel lourd. Ces FRA calculées sont plus élevées que celles retrouvées dans la littérature. Ceci est lié à des fréquences élevées de sujets exposés au niveau de cette région. Cette étude met en avant la part de l'amiante et de la silice dans l'apparition des cancers bronchiques.

Ce travail a également montré la fiabilité du questionnaire « Tâches » dans l'estimation des expositions professionnelles à l'amiante et dans une moindre mesure à HAP. L'utilisation d'un questionnaire court permet une économie en temps et en moyens comparativement aux méthodes de référence. Ainsi, dans le cadre de la prévention secondaire, il permet de traiter rapidement un ensemble de dossiers et de faciliter l'identification des personnes à haut risque de cancer bronchique nécessitant un suivi médical. De plus, l'utilisation et l'interprétation d'un questionnaire court facilitent le déroulement des études épidémiologiques menées dans la recherche en prévention.

Pour conclure, nos résultats montrent que, dans une région au passé industriel lourd, la survenue de cancer bronchique lié à des expositions professionnelles passées subsiste, avec une proportion de cancers bronchiques, potentiellement attribuables à une exposition professionnelle, non négligeable. Par ailleurs, les efforts de prévention doivent être poursuivis car les expositions professionnelles à la silice cristalline, aux HAP et aux fumées de diesel sont encore présentes au niveau de certains postes de travail.

SURVEILLANCE BIOLOGIQUE DE L'EXPOSITION AU CHROME DANS L'INDUSTRIE DU CHROMAGE ÉLECTROLYTIQUE

Nadège JACOBY

DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

OBJECTIFS

Les revêtements électrolytiques de chrome (Cr) sont utilisés dans de nombreux domaines de l'industrie où ils permettent d'améliorer notamment la résistance à l'usure et à la corrosion. En France, l'industrie du traitement de surface emploie près de 25 000 personnes réparties dans environ 1700 établissements. L'exposition à l'acide chromique ou aux chromates est reconnue en France comme pouvant être responsable de maladies professionnelles (pathologies irritatives de la peau, rhinites ou asthme, ulcérations et perforations de la cloison nasale, cancer broncho-pulmonaire...).

L'étude ambitionne de proposer un indicateur biologique d'exposition (le chrome urinaire) et une valeur limite biologique permettant son interprétation. Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire de posséder une connaissance des conditions d'exposition des salariés et des paramètres biologiques (toxico-cinétiques) spécifiques des activités de chromage électrolytique.

MÉTHODOLOGIE

Des contacts initiés sur base d'annonces publiées dans la revue *Documents pour le Médecin du Travail* ont permis le recrutement de 118 sujets issus de 7 entreprises de chromage électrolytique. Les données exploitées par les modèles multiniveau concernent uniquement trois d'entre elles et regroupent 32 volontaires regroupés dans 4 catégories de métier. Afin d'appréhender les différents facteurs susceptibles d'influencer l'interprétation des résultats, chaque volontaire a répondu à un questionnaire détaillé (données biométriques, anamnèse professionnelle, tabagisme...). Les recueils urinaires ainsi que les prélèvements atmosphériques individuels ont été réalisés selon 4 protocoles distincts (cinétique / début de poste - fin de poste, entre autres).

RÉSULTATS

Au total, 2789 recueils urinaires ont été réalisés. La majorité des concentrations de chrome urinaire observées sont inférieures à 1 µg/g de créatinine et se rapprochent donc des niveaux renseignés pour la population adulte française [0,54 µg/g de créatinine] (18 à 74 ans). Les chromeurs présentent une excrétion urinaire significativement plus importante que les autres professions suivies, à savoir les polisseurs, les techniciens et les agents administratifs.

La structure des données a nécessité le recours à des modèles statistiques multiniveau (entreprise, sujet) pour inférer la relation entre le chrome atmosphérique et le chrome urinaire. Ces modèles d'analyse statistique soulignent l'importance du métier exercé dans l'interprétation des résultats de chromurie. Au niveau de la valeur limite atmosphérique d'exposition professionnelle (50 µg/m³), le modèle a permis d'inférer une valeur de chrome urinaire de 6 µg/g créatinine pour une exposition limitée à la voie inhalatoire.



Analyse de recueils urinaires
en salle blanche

CONCLUSIONS

Sur la base des observations, cette étude a permis d'extrapoler une valeur limite biologique de 6 µg/g créatinine adaptée aux opérateurs exposés au chrome dans les situations de chromage électrolytique. Une large majorité des opérateurs suivis lors de cette étude présentaient des chromuries inférieures à cette valeur.

Proposer ou définir des valeurs limites (biologiques ou atmosphériques) est un rôle actuellement attribué à des agences nationales ou internationales ; à titre d'exemple, le travail du groupe sur les indices biologiques d'exposition (IBE) attaché au Comité d'Experts Spécialisés VLEP de l'ANSES. L'INRS peut également, dans le contexte d'une réappropriation des données de la littérature, contribuer à alimenter la réflexion de ces groupes de travail. À ce titre, les résultats de cette étude doivent être largement diffusés et faire l'objet de communications internationales.

Au sein de cette thématique, 7 études sont en cours en 2012 :

Exposition professionnelle à la N-méthylpyrrolidone : état des lieux

Benoît COSSEC – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Confirmation de la pertinence de l'emploi du 3-hydroxybenzo[a]pyrène comme indicateur biologique d'exposition aux hydrocarbures

Alain ROBERT – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Cancer de la vessie et brouillards d'huile : étude de cohorte prospective dans des populations professionnelles issues de la sidérurgie du Nord-Pas de Calais

Ève BOURGKARD, Michel GRZEBYK – DÉPARTEMENT ÉPIDÉMIOLOGIE EN ENTREPRISE

MESuRe, Méthode d'estimation de la survie relative

Michel GRZEBYK, Guy HEDELIN – DÉPARTEMENT ÉPIDÉMIOLOGIE EN ENTREPRISE

3-Hydroxybenzo[a]pyrène bio-indicateur potentiel d'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques : rôle du cycle entérohépatique

Jean-Paul PAYAN – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Étude des procédés de métallisation : caractérisation des aérosols émis et surveillance biologique des opérateurs

Nadège JACOBY – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Suivi urinaire de salariés lors d'une exposition au béryllium dans l'industrie française

Jérôme DEVOY, Jean-François HEILLIER – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

CONCEPTION DES ÉQUIPEMENTS, DES LIEUX ET DES SITUATIONS DE TRAVAIL

Au-delà du respect des exigences réglementaires, la démarche dite de « Prévention intégrée » permet aux concepteurs, aux chefs d'entreprise ainsi qu'aux acteurs de la prévention d'anticiper les risques professionnels et de mieux les maîtriser tout en conciliant les impératifs techniques, organisationnels et économiques de leurs projets. L'enjeu est d'appliquer des principes de conception sûre, en amont des projets d'équipements (machines, outils...) ou de lieux de travail (bâtiment, atelier...).

Initialement axée sur le risque mécanique et une approche plutôt technique, la démarche de prévention intégrée se veut aujourd'hui multirisques, participative et centrée sur l'usage du futur équipement ou lieu de travail.

Les études portent à la fois sur l'approche méthodologique et sur les outils de conception. D'autres travaux étudient des outils logiciels, également dénommés « Mannequins numériques », pour permettre à terme aux concepteurs de simuler différents scénarios d'une future situation de travail et d'en vérifier le respect de principes d'ergonomie physique (anthropométrie, postures, efforts, stabilité, etc.).



Situation de travail
dans le secteur du papier et carton

Au sein de cette thématique, 5 études sont en cours en 2012 :

Gestion de l'équilibre d'un mannequin virtuel dans un environnement fortement perturbé

Pierre LEMERLE – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Développement et validation d'algorithmes de mannequins numériques pour l'évaluation des facteurs de risques biomécaniques en conception

Jonathan SAVIN – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Comparaison de méthodes de mesure du coefficient de frottement de revêtements de sol

Patrice MARCHAL – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Méthodologie d'aide à la rédaction d'un cahier des charges basée sur la notion de situation de travail

Bruno DAILLE-LEFEVRE – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Développement d'une méthodologie de conception détaillée sûre

Jacques MARSOT, Bruno DAILLE-LEFEVRE, Aurélien LUX

DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

DÉCHETS ET RECYCLAGE

Depuis une dizaine d'années, les questions de protection de l'environnement ont encouragé le développement, la croissance et l'industrialisation des filières du recyclage et de la valorisation des déchets. Ce secteur est en mouvement (nouvelles filières, nouveaux procédés, nouveaux métiers) et ses effectifs sont en forte croissance. Les métiers liés à la collecte, au tri, au traitement des ordures ménagères et au recyclage connaissent une fréquence et une gravité d'accidents nettement supérieure à la moyenne nationale.

L'INRS participe à l'identification et à l'évaluation des risques (chimiques ou biologiques) dans certaines filières émergentes et/ou encore méconnues, au travers de constats et d'opérations réalisés sur le terrain, mais également par l'analyse et la compréhension de processus organisationnels existants et la caractérisation de procédés. Il contribue à la conception et à l'organisation des filières (collecte, tri, démantèlement, dépollution, traitement, valorisation) en y intégrant la composante hygiène et sécurité. Pour les activités génératrices de risques chimiques ou biologiques tels que le compostage ou le traitement des DEEE, des études sont conduites pour cibler les opérations les plus polluantes et les réduire à la source. L'Institut vise enfin le développement de solutions de prévention des risques et des effets sur la santé des salariés, adaptées aux particularités de la filière déchets.

RÉDUCTION DU RISQUE CHIMIQUE LORS DES OPÉRATIONS DE BROYAGE MISES EN ŒUVRE DANS LES ACTIVITÉS DE TRAITEMENT DES DÉCHETS D'ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES ET ÉLECTRONIQUES (DEEE)

Marie-Thérèse LECLER

DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

OBJECTIFS

Conséquence d'un contexte réglementaire de plus en plus contraignant, le secteur du recyclage des déchets a largement évolué depuis une quinzaine d'années. Dans les filières de traitement des Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques (DEEE), de nombreux risques sont présents et notamment le risque chimique qui est particulièrement préoccupant. Les objectifs de cette étude étaient de recenser les procédés de traitement, d'identifier les principaux agents chimiques par filière de traitement, d'évaluer le risque chimique par opération unitaire et par filière de traitement des DEEE et de développer des solutions techniques de prévention de la pollution des atmosphères de travail.

MÉTHODOLOGIE

Les évaluations du risque chimique ont été effectuées pour chaque opération unitaire dans les filières de traitement des écrans à tubes cathodiques, des lampes usagées, des cartes électroniques, câbles électriques, plastique et petits appareils en mélange (PAM). L'exposition des salariés a été mesurée au moyen de prélèvements sur support en individuel et en ambiance avec, en parallèle, des mesures instantanées en lecture directe des concentrations des polluants (poussières et granulométrie des poussières, vapeurs de mercure) et des prélèvements surfaciques sur la peau des salariés et sur les surfaces de travail.



Évaluation de l'exposition à des polluants lors du traitement d'écrans à tubes cathodiques

RÉSULTATS

Au cours de cette étude, environ 650 prélèvements atmosphériques en individuel et en ambiance et 120 prélèvements surfaciques ont été réalisés dans les filières de traitement des DEEE.

- Les procédés de traitement des écrans à tubes cathodiques sont, pour la plupart, des procédés manuels ou semi-automatiques qui exposent les opérateurs à des polluants potentiellement Cancérigènes Mutagènes ou Reprotoxiques (CMR) (plomb).

Pour les opérations de démantèlement manuel, la mise en place d'un plénum soufflant et d'une aspiration au niveau de la table, validée sur un site de traitement, a permis de diminuer de plus de 80 % les niveaux d'empoussièrement et d'exposition aux polluants métalliques et peut être recommandée dans d'autres activités de tri manuel. En parallèle, un poste de découpe de la bande anti-implosion a été conçu et validé par simulation numérique. Compte tenu de la pulvérulence des poudres luminescentes présentes dans les tubes cathodiques, la dépollution des écrans doit être réalisée par un procédé de broyage mécanique à sec ou à l'humide dans une enceinte confinée en dépression.

- Le traitement des lampes usagées expose les salariés aux poussières (en particulier l'yttrium) et aux vapeurs de mercure. Afin de développer des solutions de réduction de la pollution au mercure, sur l'ensemble de la chaîne de traitement des lampes usagées, les cinétiques d'émissions du mercure sur les différentes fractions obtenues après broyage ont été étudiées pour limiter son relargage après séparation de ces fractions.

- Les filières de traitement secondaires exposent les salariés à des poussières métalliques (essentiellement plomb, étain et baryum). Le broyage est le procédé de traitement incontournable dans ces filières secondaires. Les solutions de prévention spécifiques au broyage seront étudiées dans le cadre d'une autre étude portant sur cette opération unitaire.

CONCLUSIONS

Cette étude a permis, pour la première fois, de dresser un large panorama des opérations unitaires à risque lors du traitement des DEEE et, pour répondre aux attentes des différents secteurs des filières (entreprises, Éco-organismes, CARSAT et CRAM), différentes solutions de prévention ont été investiguées, en particulier pour les opérations unitaires les plus à risque.

Partant du constat que :

- les moyens d'action sur ces filières existantes et matures restent très souvent limités par de fortes contraintes économiques la fin de vie de certaines autres filières,
- les actions de prévention menées dès les phases de conception des filières sont les plus efficaces,

une nouvelle étude intitulée « DEEE : réduction du risque chimique dans les filières existantes et émergentes » est en cours. Les objectifs de cette étude sont d'assurer le suivi des filières de traitement existantes tout en accompagnant les entreprises vers l'industrialisation des procédés dans les filières émergentes (écrans plats et piles, batteries lithium).

Au sein de cette thématique, 4 études sont en cours en 2012 :

DEEE : réduction du risque chimique dans les filières existantes et émergentes

Marie-Thérèse LECLER, François ZIMMERMANN – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Évaluation des expositions lors des opérations de maintenance
des usines d'incinération d'ordures ménagères

Ronan LEVILLY – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Risques chimiques liés aux traitements des déchets de bois dangereux

Pascal POIROT – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Panorama de l'exposition des salariés dans les activités de dépollution des sols contaminés

Pascal POIROT – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS



Enquête sur les risques respiratoires dans le secteur du compostage des déchets

NANOTECHNOLOGIES ET NANOPARTICULES

Les nanotechnologies connaissent depuis dix ans un essor considérable, dans de nombreux secteurs d'activité : chimie, énergie, bâtiment, cosmétique, automobile, électronique... Les propriétés uniques des nanomatériaux suscitent cependant la crainte d'effets biologiques chez les salariés potentiellement exposés, qui n'existent pas à la taille micrométrique. Les données actuelles sont insuffisantes pour évaluer leur impact sur la santé.

La prévention des risques dans les entreprises ou les laboratoires de recherche nécessite comme pour tout produit chimique d'identifier les sources d'exposition, d'évaluer les expositions et de caractériser le risque en relation avec les dangers potentiels, la finalité étant de réduire le risque en apportant des solutions de prévention. Dans ce contexte, il convient d'accorder une place significative à la protection des salariés et à la gestion des risques. Des moyens de protection collective ou individuelle existent mais des vérifications complémentaires sont nécessaires pour confirmer les performances de ces équipements.

L'INRS conduit un programme pour la prévention des risques liés aux nanomatériaux manufacturés, qui se décline autour de trois objectifs : évaluer les effets sur la santé, évaluer les expositions, prévenir les risques liés aux nanomatériaux. Les études toxicologiques concernent les effets génotoxiques, immunotoxiques, pulmonaires et neurotoxiques éventuels de nanomatériaux.

Dans le cadre d'études épidémiologiques, des réflexions sont menées en partenariat avec l'InVS et l'IReSP pour proposer des protocoles de surveillance des salariés exposés aux nanomatériaux, produits intentionnellement. L'INRS poursuit enfin des études sur la caractérisation et la métrologie des expositions professionnelles et sur l'efficacité des dispositifs de prévention collective et des équipements de protection individuelle.

Au sein de cette thématique, 8 études sont en cours en 2012 :

Évaluation par instillation intrachéale de la toxicité pulmonaire de particules d'oxydes de fer nano et submicrométriques chez le rat

Laurent GATE – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Étude de transfert de l'aluminium vers le cerveau par la voie olfactive

Monique CHALANSONNET – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Étude des effets génotoxiques in vitro de particules de silices nanostructurées issues de différents procédés de fabrication

Yves GUICHARD, Christian DARNE – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Génotoxicité *in vitro* et *in vivo* des nanomatériaux : projet d'action conjointe
Yves GUICHARD, Laurent GATE, Christian DARNE – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Nanoparticules : métrologie et caractérisation des expositions professionnelles
Olivier WITSCHGER, Peter GORNER – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Perception et évaluation des risques liés aux nano-objets : pour quelles perspectives de gestion ?
Éric DRAIS – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Vers une nouvelle approche de la santé et de la prévention face aux risques émergents :
cas des nanoparticules
Bernadette VENNER – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Évaluation de l'efficacité de différents dispositifs de protection collective utilisés
pour la production ou la manipulation de nanoparticules
Jean-Raymond FONTAINE, Emmanuel BELUT – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS



Nouveau pôle INRS dédié
à la recherche sur les risques
liés aux nanoparticules

ORGANISATION, SANTÉ, SÉCURITÉ ET BIEN-ÊTRE AU TRAVAIL

Les mutations technologiques, la recherche d'accroissement de productivité, ont entraîné dans les entreprises des modifications organisationnelles, favorisant l'émergence de nouveaux risques pour la santé des salariés (troubles musculosquelettiques, risques psychosociaux...). Des études menées en Europe font état de salariés ayant un sentiment de dégradation de leurs conditions de travail. Près de 60 % estiment, selon une autre enquête européenne, que le travail affecte négativement leur santé, conclusions suggérant un lien avec des formes typiques d'organisation.

L'objectif des travaux menés par l'INRS dans ce domaine est d'aborder simultanément les liens entre les formes d'organisations, l'activité de travail et l'organisation de la prévention des risques pour la santé et sécurité. Les études portent sur les liens entre organisation et santé-sécurité. Elles ont pour finalité de développer des connaissances et des outils, méthodes d'actions en prévention, quel que soit le type de risque considéré.

Au sein de cette thématique, 3 études sont en cours en 2012 :

Préparation et réalisation des activités de maintenance.

Analyses en entreprise et implications pour la prévention

Corinne GRUSENMEYER – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Prévention dans le transport et la logistique : évolutions technologiques et organisationnelles dans des entreprises en réseau

Virginie GOVAERE, Liën WIOLAND – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Dynamiques organisationnelles et prévention

Martine FRANCOIS, Évelyne MORVAN – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

RISQUES BIOLOGIQUES

18 % des salariés (enquête Sumer 2010) sont potentiellement exposés à des agents biologiques (bactéries, champignons microscopiques, cultures cellulaires, endoparasites, virus et prions) pouvant être à l'origine de risques infectieux, toxique, immunoallergique et cancérigène. Les secteurs professionnels se sont diversifiés. Ils concernent les soins et services à la personne, les fonctions d'accueil, professions de santé, métiers au contact des animaux, de l'environnement, du traitement de l'eau, des déchets...

Les travaux de recherche de l'INRS visent, en l'absence de Valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP), à développer des approches d'évaluation pour l'ensemble des types de risques biologiques y compris en métrologie des bioaérosols.

DÉVELOPPEMENT DE MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE DE MYCOTOXINES DANS L'AIR DES LIEUX DE TRAVAIL

Danielle JARGOT

DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

OBJECTIFS

Les mycotoxines sont produites par des moisissures qui peuvent se développer sur les végétaux et matériaux issus de la cellulose. Substances chimiques thermostables et pour la plupart dangereuses, elles font l'objet d'une surveillance très attentive pour la sécurité des consommateurs. Les salariés qui manipulent des denrées ou matériaux contaminés peuvent être exposés par voie respiratoire ou cutanée. Ces expositions professionnelles restent cependant mal connues. L'objectif de cette étude était de développer et valider des méthodes suffisamment fiables et bien décrites pour être mises en œuvre par les laboratoires qui pourront ainsi évaluer les expositions aux mycotoxines les plus courantes (ochratoxine A, fumonisines, aflatoxines, trichotécènes).

MÉTHODOLOGIE

La méthode de mesure intègre un prélèvement dans l'air des particules de denrées contaminées (collectées sur une mousse contenue dans une coupelle tournante) et l'analyse ultérieure des mycotoxines adsorbées sur ces poussières. Le choix du capteur individuel de poussières CIP 10, équipé d'un sélecteur de la fraction inhalable, a été validé sur des aérosols expérimentaux. La conservation des mycotoxines dans la coupelle et la récupération des poussières ont été testées. Les performances de l'analyse pour l'extraction des mycotoxines à partir des poussières, le traitement des échantillons et le dosage lui-même, effectué par chromatographie en phase liquide avec détection fluorimétrique, ont été évaluées. Les résultats de ces essais ont permis d'estimer, pour chaque type de mycotoxine, la reproductibilité de la méthode et l'incertitude attendue sur les résultats de mesure.

RÉSULTATS

Trois fiches MétroPol sont proposées sur le site www.inrs.fr pour la mesure de l'ochratoxine A dans l'air à une concentration minimum de 0,03 ng/m³, des fumonisines (2 ng/m³) et des aflatoxines (0,001 ng/m³). Les résultats de prélèvements en situation réelle ont montré que les domaines d'application proposés étaient parfaitement adaptés aux mesurages sur site où la contamination des aérosols peut être, d'ailleurs, plus importante que celle du matériau manipulé. Les données de validation des méthodes sont fournies aux laboratoires. Elles les renseignent utilement sur la qualité des résultats attendue lorsqu'ils mettent en œuvre les méthodes, dans les conditions opératoires décrites.

CONCLUSIONS

Les protocoles validés, faciles à mettre en œuvre et robustes permettront aux laboratoires de réaliser des mesures en entreprises lors des manipulations de céréales, café, réglisse, fruits à coque, épices ou arachides pour des concentrations minimales dans l'air, abaissées d'un facteur 100 ou 1000 par rapport aux données publiées jusqu'ici. Les méthodes qui sont proposées ici constituent aujourd'hui des outils qui pourront permettre de confirmer la réalité et l'importance des expositions et de se prononcer sur les priorités à donner à la prévention et à la recherche.



Analyse en laboratoire
de prélèvements de particules

ÉTUDE DE LA MISE EN SUSPENSION DES MICRO-ORGANISMES EN VUE DE DÉVELOPPER ET DE CARACTÉRISER DES MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE D'AGENTS BIOLOGIQUES DISPERSÉS DANS L'AIR

Xavier SIMON, Philippe DUQUENNE, Peter GORNER

DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

OBJECTIFS

Les données scientifiques concernant la métrologie et la caractérisation des bioaérosols aux postes de travail ont toujours été majoritairement fondées sur des mesures en entreprise, en conditions réelles d'exposition. L'objectif principal de l'étude était donc de produire des bioaérosols expérimentaux dont les propriétés soient maîtrisées et qui puissent être utilisés pour mener des essais de laboratoire relatifs au développement et à la caractérisation de méthodes de prélèvement et d'analyse des agents biologiques dans l'air. L'acquisition de cette nouvelle compétence s'avérait nécessaire pour ouvrir des perspectives de travaux nouveaux ou complémentaires à ceux menés, par ailleurs, à partir de prélèvements de terrain.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie a tout d'abord consisté à concevoir un dispositif expérimental dédié à la génération et à la caractérisation de bioaérosols expérimentaux. En parallèle, des protocoles de préparation de cultures liquides ont été élaborés et testés pour différents micro-organismes. S'appuyant sur des compétences pluridisciplinaires disponibles au sein de l'équipe (physique des aérosols, génie des procédés, microbiologie), les bioaérosols générés ont ensuite été étudiés. Les principaux paramètres d'intérêts étaient les suivants : caractéristiques physiques des aérosols, niveaux de concentrations en micro-organismes cultivables, totaux et en endotoxines, stabilité dans le temps, reproductibilité.

RÉSULTATS

L'étude a permis la conception, la réalisation, la qualification et le dépôt en 2009 d'un brevet intitulé « Cellule de génération d'aérosols et générateur d'aérosols pourvu d'une telle cellule ». Celui-ci est basé sur le principe de la mise en suspension des micro-organismes dans l'air par bullage d'air comprimé dans un film liquide de culture microbienne. Plusieurs modèles de bioaérosols expérimentaux, présentant un intérêt en hygiène du travail, ont été développés et qualifiés : bactéries Gram négatif et endotoxines associées, actinomycètes, moisissures de type *Penicillium*. Les résultats concernant la stabilité dans le temps ou la reproductibilité des essais sont satisfaisants et conformes aux attentes. Pour chacun des modèles, les niveaux de concentrations générés sont tout à fait représentatifs de ceux rencontrés dans les entreprises ; leur utilisation actuelle et future dans les travaux scientifiques de l'Institut est d'autant plus justifiée. Enfin, les bioaérosols expérimentaux mis au point ont déjà été utilisés pour réaliser de nombreux essais de laboratoire (production d'échantillons analytiques aux caractéristiques maîtrisées).

CONCLUSIONS

L'Institut est désormais équipé d'une infrastructure dédiée à la génération et à l'utilisation de bioaérosols expérimentaux (générateur, bancs d'essais, personnels qualifiés, matériels dédiés et outils de caractérisation, etc.). Les nombreux résultats confirment que les bioaérosols produits avec le générateur peuvent être utilisés dans un grand nombre d'essais de laboratoire aux objectifs et contraintes variés, en lien direct avec la métrologie (développement de méthodes pour la mesure de l'exposition des salariés aux bioaérosols, évaluation des performances des biocollecteurs) et en ouverture vers d'autres applications (évaluation des performances de procédés de destruction ou de filtration, toxicologie par inhalation). Enfin, en fonction des besoins de futures études INRS ou de coopérations nationales ou internationales, d'autres modèles de bioaérosols expérimentaux pourront être développés (β -D-glucanes ou bactéries Gram positif, par exemple).



Mise au point de méthode de prélèvement et d'analyse de bioaérosols expérimentaux

Au sein de cette thématique, 3 études sont en cours en 2012 :

Métrologie des bioaérosols

Philippe DUQUENNE, Peter GORNER – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Comportement des aérosols microbiens dans les systèmes de ventilation d'espaces occupés

Denis BEMER – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Mycotoxines et biométrie des expositions – Étude de faisabilité

Sophie NDAW, Alain ROBERT – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

RISQUES CHIMIQUES

Largement présents sur les lieux de travail, certains produits chimiques passent parfois encore inaperçus. En France, 3,7 millions de salariés seraient exposés à au moins un produit chimique (enquête Sumer 2010).

Investi depuis de longues années dans la prévention du risque chimique, l'INRS a acquis une expertise en matière de métrologie atmosphérique, de biométrie et de toxicologie. La recherche se poursuit par le biais d'études sur les nouvelles substances y compris les produits de substitution, la métrologie, les bio-indicateurs, l'influence sur la santé, l'épidémiologie...

La mesure des expositions professionnelles aux produits chimiques fait appel à deux disciplines complémentaires : la métrologie atmosphérique dans le but de fournir des méthodes de prélèvement et d'analyse de différentes substances chimiques, la biométrie afin de mesurer dans les fluides biologiques humains des bioindicateurs révélateurs d'une exposition. Pour améliorer la connaissance des expositions aux agents chimiques, des études de filières ciblées et la conduite de campagnes sont réalisées sur le terrain. D'autres études de l'INRS s'intéressent au développement de solutions de prévention privilégiant la réduction des émissions à la source et leur intégration à la conception des installations et équipements.

Enfin, des actions en toxicologie expérimentale apportent des connaissances sur les effets toxiques des produits chimiques, soit sur l'animal, soit sur des systèmes expérimentaux (toxicodynamie). Les effets toxiques recherchés concernent l'effet cancérigène ou mutagène, reprotoxique, allergisant, neurotoxique, ototoxique.

LE DOSAGE DU BÉRYLLIUM PAR ICP-MS DANS L'ATMOSPHÈRE DES LIEUX DE TRAVAIL

Davy ROUSSET

DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

OBJECTIFS

Le nombre de salariés potentiellement exposés au béryllium et à ses composés en France est d'environ 12 000. Ce chiffre est probablement sous-estimé car il ne prend pas en compte tous les secteurs d'activités. La valeur limite d'exposition professionnelle sur 8h (VLEP-8h) en France est de $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pour le béryllium et ses composés. Cette valeur ne semble pas suffisamment efficace dans la prévention de pathologies liées à l'exposition au béryllium. L'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES) a ainsi proposé en 2010 l'abaissement de la VLEP-8h à $0,01 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Les techniques d'analyses actuelles ne permettent pas de répondre à cette diminution importante de la VLEP ; les performances de la méthode d'analyse par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) doivent être évaluées en fonction notamment du média de prélèvement. L'objectif principal de cette étude était de disposer d'une méthode de prélèvement et d'analyse suffisamment sensible pour pouvoir quantifier au moins le dixième d'une VLEP-8h. Cette technique d'analyse a également été testée pour permettre une meilleure caractérisation de l'exposition au béryllium et à ses composés, en tenant compte de la solubilité liée à la taille des particules.

MÉTHODOLOGIE

La méthode d'analyse par ICP-MS a été comparée aux méthodes actuelles d'analyse les plus sensibles pour la détermination de traces de béryllium prélevées sur un support (spectrométrie d'absorption atomique électrothermique (SAA-ET), fluorescence moléculaire). Une approche en laboratoire a permis de tester les effets de matrices, d'évaluer les limites de quantification de l'appareil dans des matrices variées représentatives des méthodes de prélèvement et d'analyses du béryllium, afin d'identifier les plus adaptées au dosage de faibles quantités de béryllium et à la caractérisation des aérosols. Ces méthodes ont été évaluées sur le terrain dans divers secteurs d'activités susceptibles de produire des aérosols de béryllium de granulométrie et de composition chimique variables.

RÉSULTATS

Les matrices liées à la mise en solution des supports de prélèvement et des aérosols ont un impact direct sur plusieurs paramètres du plasma de l'ICP. Leurs effets sont ainsi variables en fonction de la matrice elle-même, de l'élément analysé et des conditions analytiques. L'ensemble de ces effets ne peut être complètement corrigé à l'aide d'un standard interne et une reconstitution de matrice est donc préconisée. Les limites de quantification obtenues dans ces matrices sont généralement inférieures à 10 ng de béryllium, équivalentes voire meilleures pour la technique SAA-ET que pour la technique ICP-MS. Les meilleures sensibilités sont obtenues pour les membranes en esters de cellulose (MEC), quelle que soit la technique d'analyse. Ce support semble le plus adapté à l'analyse de faibles quantités de béryllium pour pouvoir satisfaire aux exigences normatives pour l'évaluation des expositions professionnelles au béryllium en cas d'abaissement significatif de la VLEP-8h. Cette méthode a été validée pour les oxydes de béryllium par l'intermédiaire d'un essai inter-laboratoire international. D'autre part, un protocole de minéralisation et de dosage par ICP-MS a été développé et validé pour deux types d'impacteurs, rendant désormais possible l'analyse de la composition chimique d'un aérosol en fonction de sa granulométrie.



Mise au point de méthode de prélèvement et d'analyse de l'exposition au béryllium

CONCLUSIONS

La méthode de prélèvement des aérosols sur supports en cellulose et d'analyse par ICP-MS semble adaptée à l'analyse de faibles quantités de béryllium pour pouvoir répondre à un abaissement de la VLEP-8h jusqu'à $0,05 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Cependant, si cet abaissement devait être plus important, la méthode d'analyse par SAA-ET présente une meilleure sensibilité pour le béryllium que l'ICP-MS pour les supports de prélèvement étudiés. Une autre alternative serait d'utiliser un dispositif de prélèvement individuel fonctionnant à un débit supérieur à $2 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ pour augmenter la quantité d'aérosols prélevée sur une même période de temps.

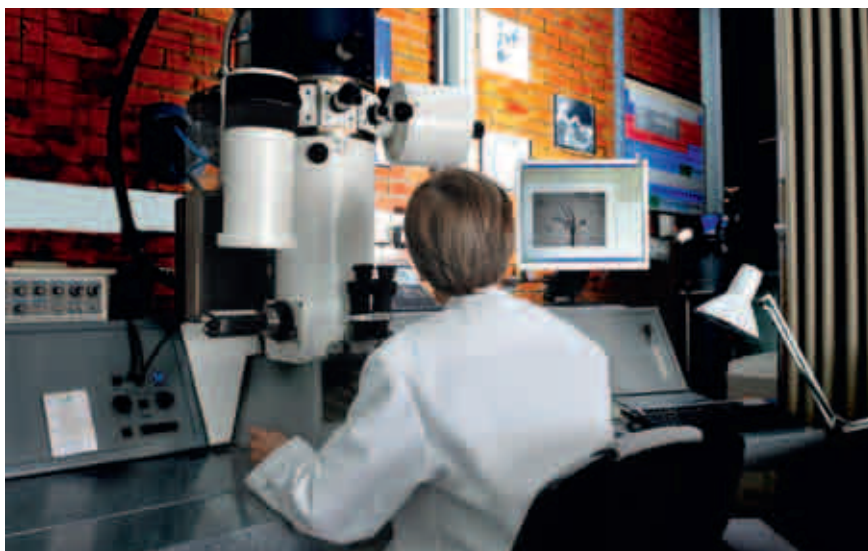
CRÉATION D'UNE BASE DE DONNÉES SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DES MATÉRIAUX FIBREUX

Davy ROUSSET, Sarah BURZONI

DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

OBJECTIFS

Plusieurs rapports de l'ANSES (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail, ex AFSSET) ont souligné l'importance de renforcer la traçabilité des caractéristiques physico-chimiques des différentes fibres minérales artificielles (FMA). La diversité d'applications de ces matériaux fibreux rend nécessaire d'établir une cartographie plus précise des compositions chimiques des fibres existantes ou nouvelles pour faciliter leur catégorisation, et permettre notamment une comparaison plus aisée avec les fibres qui ont fait l'objet d'études toxicologiques. L'objectif de cette étude était dans un premier temps de développer une méthode d'analyse des fibres permettant de déterminer de manière précise leur composition chimique. Il était alors possible d'évaluer la faisabilité d'une base de données dont l'objectif serait d'aider à la classification des fibres, en regard de la réglementation en vigueur, et au suivi des modifications des compositions chimiques dans le temps.



Analyse sur microscope électronique
de matériaux contenant des fibres

MÉTHODOLOGIE

La création d'une base de données de ce type nécessite que les trois étapes principales : collecte des échantillons, analyse et stockage, soient décrites et évaluées dans le cadre d'une démarche opérationnelle et cohérente pour assurer la traçabilité des fibres sélectionnées.

RÉSULTATS

■ Collecte

Les laboratoires interrégionaux de chimie (LIC) des CARSAT et de la CRAMIF ont été sollicités pour constituer le premier réseau de collecte à partir d'un protocole de prélèvement de matériaux fibreux neufs et bien référencés pour, dans un premier temps, constituer une base de données robuste. Le nombre d'échantillons collectés a cependant été insuffisant et l'extension de ce réseau aux services de santé au travail est envisagée.

■ Analyse

L'analyse par spectrométrie atomique est peu adaptée à l'analyse de la composition chimique des fibres, en raison des difficultés de mise en solution complète de certains échantillons, et d'autre part de l'impossibilité d'analyser la composition d'une fibre en cas de mélange. Une méthode d'analyse in situ par microscopie électronique à balayage (MEB) a été développée, validée à partir de l'analyse d'échantillons de composition connue, et appliquée aux échantillons collectés. Ces résultats ont permis de démontrer la robustesse des analyses chimiques par MEB pour les matériaux fibreux, notamment dans le cas de mélanges complexes. Cette technique permet également de s'affranchir des problèmes de mise en solution. Des écarts ont été observés entre la composition théorique des différentes familles de fibres et les analyses réalisées sur les échantillons bien référencés. Ces écarts mettent en évidence le besoin de disposer d'une base de données plus importante qui permettrait d'affiner la composition chimique moyenne pour chaque famille de fibres.

■ Stockage des données

La base de données existante COLCHIC peut permettre l'enregistrement de la plupart des données liées à la collecte et à l'analyse des échantillons. Une légère modification de la structure de cette base est cependant nécessaire pour pouvoir renseigner certaines informations (type de fibres, date de fabrication,...).

CONCLUSIONS

Cette étude a permis de démontrer la possibilité de créer une base de données permettant de stocker les informations relatives à la collecte et à l'analyse (composition chimique des fibres, diamètre moyen) de matériaux contenant des fibres. Elle a cependant mis en évidence des limites opérationnelles concernant l'alimentation de cette base de données. Cette étude a également permis de souligner les carences en termes de connaissances et de suivi des compositions chimiques des fibres minérales artificielles. Cependant, plusieurs points sont encore à améliorer, notamment l'efficacité du réseau de collecte. Une réflexion complémentaire doit également définir les modalités de l'élaboration et du fonctionnement de cette base de données ainsi que les objectifs à long terme de son exploitation.

ÉVALUATION DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE PAR INHALATION AUX AMIDES (FORMAMIDE, ACÉTAMIDE ET HOMOLOGUES)

Eddy LANGLOIS, Bertrand HONNERT, Benoit OURY
DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

OBJECTIFS

Le risque lié aux agents chimiques cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR) constitue une priorité en matière de santé au travail. La prise en compte de ce risque passe par la connaissance des utilisations et des expositions à ces produits. L'objectif de l'étude était d'améliorer ces connaissances pour une famille particulière d'agents chimiques : les amides. La plupart des amides sont toxiques pour la reproduction de catégorie 2 (R2) et cancérigène de catégorie 3 pour l'acétamide (C3). Ils interviennent dans de nombreuses fabrications particulièrement dans l'industrie chimique et pharmaceutique en raison de leurs propriétés réactives et solvatantes. Cependant, la connaissance des expositions reste parcellaire.

MÉTHODOLOGIE

Cette étude visait à décrire par une étude de filière les utilisations de ces produits et les secteurs d'activités concernés et, dans une seconde phase, à mesurer les expositions dans des établissements représentatifs. Ces mesures sont réalisées à l'aide de la méthode validée par l'INRS, prélèvement actif à l'aide d'une pompe. En parallèle, les travaux engagés pour substituer le prélèvement actif par un prélèvement passif sont poursuivis. La géométrie du badge GABIE est reprise avec un remplissage par une résine adsorbante polyacrylate (Amberlite® XAD7).

RÉSULTATS

L'étude de filière a permis de faire le point sur la mise en œuvre des amides ; les composés de la famille du formamide sont les plus utilisés [4 550 tonnes pour le diméthylformamide (DMF), 1 510 tonnes pour le diméthylacétamide (DMAc), moins de 250 tonnes pour les autres amides]. Les quantités les plus importantes sont consommées dans les secteurs de la synthèse chimique et pharmaceutique. La population potentiellement exposée est évaluée à moins de 20 000 personnes avec près d'un quart exposée conjointement à plusieurs amides dans le secteur de la recherche et du développement.

La cartographie du risque a été menée dans 5 entreprises représentatives de la chimie et de la pharmacie. 83 prélèvements ont été réalisés pour cerner l'exposition des salariés sur une cinquantaine de postes ou lors de situations particulières de travail. Aucune des expositions mesurées ne dépasse les valeurs limites d'exposition professionnelle sur 8 heures du DMF (30 mg/m³) et du DMAc (7,2 mg/m³) ou la valeur limite de court terme sur 15 minutes du DMAc (36 mg/m³). Le débit de prélèvement du badge testé en parallèle avec la méthode validée varie fortement durant la première heure d'exposition, le polluant rétrodiffuse sur le support adsorbant, il ne peut être validé en l'état.



Analyse de prélèvements
d'amides réalisés en entreprises

CONCLUSIONS

Les quantités d'amides consommées diminuent, la substitution par des produits moins dangereux est engagée pour certaines utilisations, comme par exemple, les opérations de nettoyage. Les niveaux d'expositions dans les entreprises visitées sont faibles, 95 % des mesures sont inférieures au dixième des valeurs limites et 100 % au cinquième. Deux situations d'expositions sont distinguées : la phase de production bien maîtrisée qui ne génère qu'une faible exposition et les opérations en périphérie qui génèrent des expositions notables, mais sur de très courtes périodes, avec des salariés généralement équipés d'appareils de protection respiratoires.

La mise au point du badge amides doit être prolongée, la stabilisation du débit de diffusion à la fin de la première heure de prélèvement permet d'espérer utiliser ce badge avec la préconisation de deux débits, l'un pour un prélèvement de 15 minutes et l'autre pour un prélèvement de plus d'une heure. Les seules mesures réalisées dans le cadre de l'étude ne valident pas le badge et d'autres essais devront être menés.

DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE EMPIRIQUE DE L'EXPOSITION PROFESSIONNELLE AUX AGENTS CHIMIQUES À L'AIDE DE LA BASE DE DONNÉES COLCHIC

Frédéric CLERC

DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

et Nicolas BERTRAND

DÉPARTEMENT EXPERTISE ET CONSEIL TECHNIQUE

OBJECTIFS

Cette étude avait pour but de contribuer au développement de nouvelles méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle aux composés organiques volatils en utilisant des modèles informatiques statistiques.

MÉTHODOLOGIE

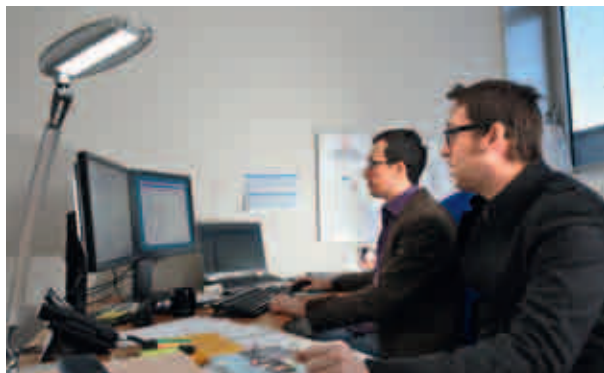
La méthode développée lors de cette étude a été baptisée TEXAS (Tool for EXposure ASsessment). Le principe consiste à analyser les données de la base COLCHIC par sous-ensembles, nommés scénarios de travail, qui sont représentatifs de tâches et/ou de métiers spécifiques. Les données des scénarios ont été utilisées pour créer des modèles permettant à l'hygiéniste industriel d'obtenir une estimation de la concentration ambiante d'un composé organique volatil.

RÉSULTATS

L'étude a permis la mise au point de la méthode TEXAS. De plus, pour chaque scénario, un ensemble de statistiques descriptives et de modèles estimatifs de la concentration a été constitué à partir des données de la base COLCHIC. Pour estimer la pertinence de la méthodologie, une comparaison a été réalisée sur la base d'un cas d'étude faisant référence, une imprimerie industrielle, où un grand nombre de mesures ont été réalisées. La concentration estimée par TEXAS a ainsi été confrontée à la concentration réellement observée sur le terrain.

CONCLUSIONS

La finalité de ces travaux n'est pas de remplacer les mesures en entreprise existantes mais de fournir plus d'informations aux hygiénistes industriels pour optimiser l'évaluation des expositions chimiques. En particulier, les scénarios peuvent être exploités pour classer des situations professionnelles et la description statistique pour l'aide au repérage ou pour l'évaluation des risques professionnels. Les travaux ont été valorisés dans plusieurs publications. Par ailleurs, des collaborations internationales ont été menées, notamment avec l'American Industrial Hygiene Association, pour l'optimisation, la traduction en français et la diffusion par l'INRS du logiciel de modélisation physique IH Mod. TEXAS constitue un premier pas vers la mise au point d'un outil d'aide au diagnostic de respect de la Valeur Limite d'Exposition Professionnelle. L'objectif est de



Développement de méthode statistique visant à optimiser l'évaluation du risque chimique

combiner toutes les sources d'information utile (modélisation et expertise) afin de construire une estimation de l'exposition professionnelle. Cette estimation sera ensuite affinée grâce à l'intégration des mesures réalisées en entreprise via des techniques d'actualisation bayésienne et fera l'objet d'un prototype logiciel.

PRÉLÈVEMENT ET ANALYSE DU MERCURE DANS L'AIR DES LIEUX DE TRAVAIL

Davy ROUSSET

DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

OBJECTIFS

La valeur limite d'exposition professionnelle définie pour une période de travail de 8 heures en France (VLEP-8h) est actuellement de 0,05 mg.m⁻³ pour les vapeurs de mercure et de 0,1 mg.m⁻³ pour les composés inorganiques. La directive européenne 2009/161/CE impose une diminution de la VLEP-8h à 0,02 mg.m⁻³ pour le mercure et ses composés inorganiques bivalents. L'objectif de cette étude est de valider pour cette nouvelle valeur limite, à partir de référentiels normatifs, une des méthodes d'analyse actuellement utilisée pour l'évaluation de l'exposition atmosphérique au mercure (MétroPol 074). Cette méthode consiste à piéger les vapeurs de mercure sur un tube à adsorption contenant des oxydes métalliques (200 ou 500 mg). Dans le cas de l'utilisation d'un tube de 500 mg, une cassette fermée munie d'un filtre en fibre de quartz peut être montée en amont du tube pour le prélèvement du mercure particulaire présent dans la fraction inhalable.

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie est contrainte par les différents référentiels normatifs utilisés pour la validation d'une méthode de prélèvement et d'analyse. Elle est plus complexe pour le mercure potentiellement présent sous forme d'un aérosol mixte (particules et vapeur) et nécessite de combiner plusieurs référentiels normatifs et donc plusieurs dispositifs de génération pour réaliser les essais. Le banc de génération développé dans ce travail ne permettant pas de générer des particules contenant du mercure, les performances de la méthode ont été testées uniquement pour la phase vapeur. La vapeur est produite par réduction de mercure II en solution dans une chambre de prélèvement équipée de 5 ports de prélèvements, sur lesquels sont connectés les dispositifs à tester. Plusieurs paramètres ont été évalués à l'aide de ce système : valeurs des blancs, limites de quantification, capacité de piégeage, conservation des échantillons, volume de claquage.

RÉSULTATS

Les valeurs de blancs et les limites de quantification (LQ) des différents dispositifs testés (tube 200 mg seul ou tube 500 mg avec cassette) sont très faibles et bien inférieures aux exigences des normes. Ces supports, y compris la cassette fermée, permettent d'atteindre des sensibilités

suffisantes tenant compte de la diminution de la VLEP-8h. La capacité de piégeage de ces dispositifs est reproductible et supérieure à 90 % quelle que soit la concentration en vapeur de mercure, testée jusqu'à 10 fois la VLEP-8h sans phénomène de claquage. Pour les tubes 200 mg, la conservation à 7°C est nécessaire pour préserver l'échantillon pendant au moins 3 semaines. Pour les tubes 500 mg, la durée de conservation doit être réévaluée car ce support ne permet pas de conserver une faible quantité de mercure pendant 3 semaines, même à 7°C.

CONCLUSIONS

La méthode de prélèvement et d'analyse des vapeurs de mercure est conforme aux exigences des référentiels normatifs à l'exception de la conservation des faibles concentrations prélevées de mercure vapeur sur les tubes 500 mg. Des tests complémentaires vont être réalisés pour améliorer le stockage pour ces conditions et pour évaluer l'influence de la température sur les capacités de piégeage des dispositifs. Enfin, bien que le prélèvement et l'analyse de la phase particulaire des composés du mercure n'aient pas pu être évalués dans le cadre de cette étude, les limites de quantification obtenues pour le dispositif tube 500 mg avec cassette permettent d'envisager son utilisation notamment en présence d'un aérosol mixte.



Tests visant à valider une méthode de prélèvement et d'analyse du mercure

VÉRIFICATION DES PERFORMANCES DES APR FILTRANTS APRÈS STOCKAGE AVANT UTILISATION

Sandrine CHAZELET

DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

OBJECTIFS

Cette étude avait pour objet de valider expérimentalement les conditions de stockage des filtres utilisés dans les appareils de protection respiratoire filtrants qui se divisent en deux catégories :

- les filtres électrets pour masques jetables (fibres de polypropylène chargées électriquement) ;
- les filtres en fibres de verre présents dans les cartouches équipant les appareils réutilisables (microfibres non chargées).

L'étude s'est donc orientée vers l'influence de variations des paramètres température et humidité relative sur les performances de ces filtres. Elle a également intégré un protocole de neutralisation des charges électriques des filtres électret et, dans une démarche prospective, a permis de mesurer l'effet de champs magnétiques intense et de décharges électrostatiques sur les performances de filtres de différentes classes. Ce travail constitue le préalable à toute étude sur une dégradation dans le temps de la performance des filtres.

MÉTHODOLOGIE

D'une manière générale le principe adopté est de mesurer la perméance (rapport de la concentration en particules en sortie du filtre sur la concentration en particules à l'entrée) des filtres à l'état neuf et après les avoir soumis à l'influence d'un paramètre extérieur, ainsi que le champ électrique au voisinage des filtres. Ces essais comparatifs ont toujours été faits sur quatre échantillons du même type de filtre. Trois types de filtres ont été testés : électret de classe P1, électret de classe P2 et filtre en fibres de verre de classe P3. Ces médias filtrants ont été fournis par un fabricant de masques respiratoires.

Les expositions subies par les différents échantillons sont listées ci-dessous :

- cycles en humidité entre 20 % et 80 % à une température constante égale à 25°C ;
- cycles en température sur la plage - 30°C, + 70°C à une humidité relative constante égale à 25 % ;
- mise en contact avec de l'isopropanol et séchage du filtre ;
- rayonnement électromagnétique au voisinage d'une presse haute fréquence ;
- décharges électrostatiques.

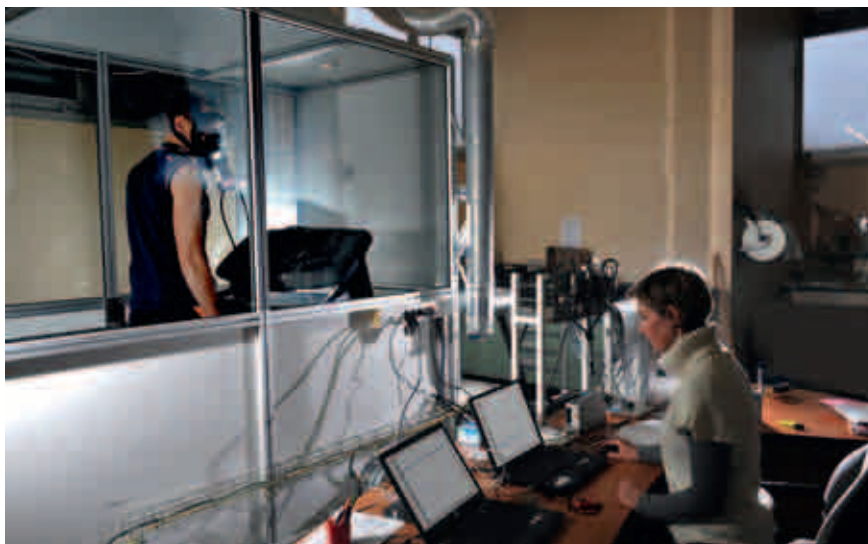
Ces deux derniers points ont été réalisés en collaboration avec le département Ingénierie des Équipements de Travail de l'INRS.

RÉSULTATS

Cette étude a permis de vérifier que des variations en humidité relative et en température, sur les plages des conditions de stockage préconisées par les fabricants, ne risquaient pas de générer de baisse d'efficacité des filtres. Par ailleurs le stockage de masques filtrants au voisinage de machines générant de forts champs électromagnétiques ne semble pas modifier la classe de celui-ci. Il en est de même lors de décharges électrostatiques accidentelles dans l'air au voisinage des filtres. Sur l'ensemble des paramètres étudiés, seule la mise en contact avec l'isopropanol génère une modification significative de la perméance, c'est-à-dire du niveau d'efficacité du filtre étudié et cela, uniquement sur les filtres électrets. Les charges portées par les fibres sont neutralisées par cette procédure issue des normes de test des filtres de ventilation générale.

CONCLUSIONS

Cette étude permet de soulever une question sur l'évolution des protocoles normalisés de test des filtres pour la protection respiratoire. L'utilisation croissante des filtres électrets pose la question de la stabilité de ces charges dans le temps. Un approfondissement pourrait être apporté par l'étude de l'évolution de la perméance des filtres électrets balayés par des vapeurs de solvant (cas des cartouches mixtes gaz-particules).



Expérimentation pour la mesure d'efficacité des filtres d'appareils de protection respiratoire

ÉVALUATION DE PROCÉDÉS D'ÉPURATION DE L'AMMONIAC EN MILIEU PROFESSIONNEL

Philippe FERRARI

DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

OBJECTIFS

D'un point de vue hygiène au travail, l'ammoniac est source d'inconfort lorsqu'il est présent en faibles concentrations dans l'environnement. C'est un irritant des muqueuses et des poumons à plus forte concentration. Une exposition prolongée et répétée entraîne une accoutumance, les effets sont alors plus difficilement perceptibles.

Afin d'aider les préventeurs dans leur choix de système d'épuration d'ammoniac, cette étude se proposait de traiter de cette problématique dans différents secteurs d'activités (compostage, traitement des déchets) en mettant l'accent sur l'impact de la présence d'un co-polluant l'hydrogène sulfureux. En effet, dans ces secteurs d'activités, les opérations manuelles et mécaniques sur engins s'enchaînent dans une atmosphère fortement contaminée en ammoniac qui nécessite de disposer de systèmes de protection collective ou individuelle adaptés.

MÉTHODOLOGIE

Afin d'évaluer les systèmes de protection collective et individuelle adaptés à l'épuration de l'ammoniac, notre action s'est déroulée en plusieurs phases :

- suite à une sollicitation de la CARSAT de Bretagne visant à évaluer les systèmes d'épuration équipant les engins dédiés au ramassage et au traitement des algues vertes, différents caissons d'épuration d'ammoniac ont été étudiés en situation réelle. Le caisson d'épuration ammoniac a alors été exposé à une atmosphère de concentration connue en gaz (ammoniac ou de sulfure d'hydrogène selon le site) ;
- sur la base des essais menés sur le terrain et en s'inspirant des normes qui concernent les cartouches, un cahier des charges a été défini sur la base duquel ont été réalisés en laboratoire des tests d'efficacité de caissons de trois fabricants présents sur le marché national ;
- les performances de cartouches de protection respiratoire ont été vérifiées en étudiant l'influence de l'humidité relative, de la présence d'un autre composé comme le sulfure d'hydrogène et les conséquences d'une réutilisation.

RÉSULTATS

Au niveau des caissons d'épuration, les performances des adsorbants présents essentiellement sous la forme de charbon actif imprégné sont très aléatoires selon le fournisseur et, dans certains cas, totalement insatisfaisantes.

Les cartouches anti-gaz testées répondent aux exigences des normes. L'influence positive de l'humidité sur la capacité de piégeage de l'ammoniac n'est pas évidente. La réutilisation d'une cartouche ne pénalise pas ses performances. Une fois adsorbée, la molécule d'ammoniac est transformée et le système est stable. Enfin, la présence de sulfure d'hydrogène a plutôt tendance à réduire les temps de claquage.

CONCLUSIONS

Le but de cette étude était d'aider les préventeurs dans leur choix de système d'épuration d'ammoniac adapté à leur application (limites et conditions d'utilisation). Très rares sont les fabricants qui prévoient un équipement d'épuration d'origine. L'intégration de ces systèmes n'est pas réalisée à la conception des engins, et de grosses difficultés apparaissent pour leur trouver un emplacement. L'installation des caissons sur les véhicules présente donc une forte marge de progrès.

À l'instar du travail de normalisation sur la protection de l'opérateur sur tracteurs agricoles, il serait souhaitable d'élargir les actions de normalisation aux autres engins, avec le souci de prendre en compte des tests de capacité de piégeage vis-à-vis de l'ammoniac ou le sulfure d'hydrogène, voire d'autres gaz inorganiques. Contrairement aux caissons d'épuration, les cartouches anti-gaz ont des performances satisfaisantes et stables, qui se dégradent en présence d'un co-polluant.

VENTILATION DES TABLES DE DÉCOUPE AUTOMATISÉE DES MÉTAUX

Robert BRACONNIER

DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

OBJECTIFS

Cette étude concernait les opérations de coupage thermique des métaux, à l'aide de machines automatisées équipées d'une table support sur laquelle sont posées des tôles planes à découper. Le nombre de conducteurs de machines de découpe est estimé en France à environ 7 500. Ces opérations s'accompagnent d'un dégagement de particules fines et de gaz initialement situé en dessous de la tôle découpée, au droit des outils de coupe. Le captage des polluants émis lors des opérations de découpe est généralement réalisé à l'aide de dispositifs d'aspiration équipant le dessous de la table.

Cette étude répond aux préoccupations exprimées par plusieurs caisses d'assurance retraite et santé au travail, en particulier au sein du groupe de travail ventilation n° 7 « Opérations de soudage à l'arc », concernant les paramètres de bon fonctionnement des installations de captage des fumées de coupage. L'objectif de l'étude est de caractériser les spécificités de l'aérodynamique des systèmes de captage équipant des tables de découpe automatisée des métaux.

MÉTHODOLOGIE

L'étude a comporté des mesures de ventilation et de pollution particulaire réalisées lors d'une intervention sur site sur une table pouvant fonctionner en oxycoupage ou en découpe plasma ainsi que des simulations numériques d'écoulements réalisées à l'aide d'un logiciel de ventilation prévisionnelle, de façon à caractériser la sensibilité des performances des systèmes de captage par rapport aux caractéristiques principales de l'installation.

RÉSULTATS

Les mesures sur site ont porté sur le débit aspiré, le niveau d'empoussièrement autour de la machine et l'évaluation à l'aide d'un gaz traceur du confinement procuré par la table. Les résultats des mesures de concentration en poussières et de confinement de la table à l'aide d'un gaz traceur mettent en évidence une bonne efficacité du système de ventilation.

Les simulations numériques d'écoulement ont porté sur une table ventilée par zones à l'aide de fentes d'aspiration ménagées dans les parois latérales du bac à scories. L'examen des champs de vitesse met en évidence la présence simultanée de passages d'air supérieurs situés au niveau de la tôle à découper et de passages inférieurs, internes à la table support et situés en dessous de la tôle, qui connectent entre eux les caissons adjacents. Les vitesses d'air régnant dans les différents passages sont fortement influencées par la valeur du taux de couverture du caisson actif. La plus faible de ces vitesses caractérise la robustesse de confinement des polluants procuré par le système de ventilation. Les simulations effectuées indiquent que, dans la presque totalité des cas, cette vitesse minimale se situe dans un passage inférieur, c'est-à-dire dans une zone difficilement accessible pour des contrôles sur site par anémométrie.

CONCLUSIONS

Les simulations effectuées ont permis de mieux appréhender la structure détaillée des écoulements au voisinage de la table et en particulier de caractériser les écoulements d'air qui traversent les divers passages mettant en communication le caisson sous aspiration avec le reste de l'atelier, écoulements qui s'opposent aux fuites potentielles de polluant.

L'influence de différents paramètres de fonctionnement sur la répartition des vitesses d'air induites par le système de ventilation a été étudiée : dimensions et position de la tôle à découper sur la table support, extraction d'air par des fentes unilatérales ou bilatérales, position du point de découpe par rapport à la longueur de la table, présence d'écrans de protection périphériques, existence de courants d'air dans l'atelier de découpe.

NOUVEAUX OUTILS POUR LA SURVEILLANCE BIOLOGIQUE : 3^E PHASE

Patrice SIMON

DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

OBJECTIFS

L'objectif de l'étude concernait les possibilités d'adaptation ou de développement d'outils de surveillance biologique, plus pratiques, plus aisés à mettre en œuvre et destinés à faciliter la tâche du médecin du travail ou de l'hygiéniste.

MÉTHODOLOGIE

La poursuite de ce projet comprenait trois phases distinctes :

- une validation des systèmes réactifs ;
- la poursuite de travaux relatifs à l'élaboration de systèmes réactifs de piégeage et de reconnaissance moléculaire ;
- le développement de nouvelles applications d'Uriprel® pour les substances organiques et minérales.

RÉSULTATS

Quatre actions principales ont été menées :

- développement d'une application d'Uriprel® pour le cadmium urinaire. En coopération avec une association de médecine du travail de la région bordelaise, les capacités du dispositif à piéger et conserver le cadmium urinaire ont été évaluées sur une centaine d'échantillons d'urines. Une comparaison inter-laboratoires a également été effectuée avec pour résultats une déviation standard relative d'environ 15 % pour les échantillons conservés en flacon. Aucune perte significative n'a été observée pour les échantillons conservés sur Uriprel® par comparaison aux échantillons conservés en flacon ;
- validation d'Uriprel® en entreprise pour les naphhtols urinaires. Après avoir été testé en laboratoire au cours de l'étude précédente, le dispositif a été validé en entreprise (traitement du bois à la créosote) pour les 1 et 2 naphhtols. Après un mois de stockage à température ambiante il n'y avait pas de perte significative comparativement aux échantillons conservés en flacon et congelés ;

- préparation (assemblage, conditionnement, ensachage et étiquetage) et fourniture de plus 8000 dispositifs à destination des médecins du travail et des laboratoires demandeurs dans l'attente de la commercialisation d'Uriprel®;
- concrétisation de la fabrication et de la commercialisation du dispositif Uriprel®.

CONCLUSIONS

Les travaux ont abouti à l'élaboration d'un système polyvalent de recueil et de transport plus commode et plus sûr que le flaconnage et susceptible d'assurer la conservation des substances instables : « Uriprel® ». Le point principal est sa commercialisation. Seul un usage massif d'Uriprel® par les médecins du travail et les hygiénistes et une appropriation effective par les laboratoires prestataires de service permettront à ce dispositif d'être viable. Dans l'affirmative, d'autres applications devront alors être développées et proposées pour une surveillance des expositions professionnelles plus élargie.

Au sein de cette thématique, 32 études sont en cours en 2012 :

Utilisation d'un badge passif pour le prélèvement d'amiante chez des travailleurs du second œuvre du bâtiment

Céline EYPERT-BLAISON – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS
et Anita ROMERO HARIOT – DÉPARTEMENT EXPERTISE ET CONSEIL TECHNIQUE

Pulvéulence des poudres en fractions conventionnelles d'aérosol

Richard WROBEL, Peter GORNER – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Prélèvements et analyses de polluants atmosphériques organiques

Eddy LANGLOIS, Danielle JARGOT – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Spéciation du chrome dans les particules en suspension dans l'air. Utilisation du couplage chromatographie en phase liquide-spectrométrie de masse à plasma induit

Michel DOROTTE – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Indicateurs d'exposition au toluène : évaluation chez le rat des perturbations métaboliques reliées à une co-exposition

Frédéric COSNIER – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Développement d'un prototype de capteur d'exposition chimique sélectif aux aromatiques monocycliques

Bruno GALLAND, Patrick MARTIN – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Surveillance biologique de l'exposition à plusieurs composés organiques volatils par la mesure de leur fraction résiduelle dans l'urine : étude de faisabilité

Amandine ERB, Alain ROBERT – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Étude de performance d'échantillonneurs d'aérosols organiques semi-volatils

Benjamin SUTTER, Eddy LANGLOIS – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Caractérisation des produits de dégradation thermique des matières plastiques
Marianne GUILLEMOT, Benoît OURY – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Étude des filières agents chimiques
Raymond VINCENT – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Modèles d'aide à la décision pour l'évaluation des expositions professionnelles
Frédéric CLERC – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS
et Nicolas BERTRAND – DÉPARTEMENT EXPERTISE ET CONSEIL TECHNIQUE

Le 1,3-butadiène : point sur les connaissances actuelles en milieu de travail
et évaluation de l'exposition
Sarah BURZONI – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Cartographie des secteurs et procédés générant des HAP
Catherine CHAMPMARTIN – DÉPARTEMENT
INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Recherche de solutions technologiques
pour l'atténuation d'émission de particules
provoquée par la circulation de véhicules
Fabien GERARDIN – DÉPARTEMENT
INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Validation des méthodes de terrain
pour évaluer l'étanchéité d'ajustage
des masques respiratoires
Sandrine CHAZELET – DÉPARTEMENT
INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Développement d'outils de prédiction
et de détection de la durée de vie des médias
adsorbants – Applications au domaine
des vapeurs organiques
Stéphanie MARSTEAU, Bruno GALLAND
DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Réduction des risques induits par le broyage
Éric SILVENTE – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Captage de fibres céramiques réfractaires sur poste fixe
François-Xavier KELLER – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Évaluation technico-économique de dispositifs de ventilation
intégrant une récupération d'énergie
Roland RAPP – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS



Recherche de solutions pour l'atténuation
d'émission de particules
lors de la circulation de véhicules

Ventilation des espaces confinés

Robert BRACONNIER, François-Xavier KELLER – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Mise au point d'une méthodologie de mesure des émissions de poussières des machines à bois électroportatives

François-Xavier KELLER – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Évaluation conjointe de l'efficacité de captage et de l'ergonomie des torches de soudage aspirantes

Francis BONTHOUX – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Modélisation de l'absorption percutanée de toxiques industriels : prise en compte du caractère amphiphile des substances et de l'épaisseur de la peau

Jean-Paul PAYAN, Dominique BEYDON – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Passage percutané d'herbicides dérivés de 2,4-dichlorophénoxyacides : relation structure-activité

Jean-Paul PAYAN, Dominique BEYDON – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Absorption percutanée ex-vivo de toxiques lipophiles solides : utilisation de véhicule de type sébum artificiel

Dominique BEYDON – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Développement d'un modèle de co-culture pour étudier les propriétés génotoxiques des particules

Laurent GATE, Christian DARNE – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Interaction toluène/butanone chez le rat : aspects métaboliques et ototoxicité

Frédéric COSNIER – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Étude transversale d'instruction sur l'évaluation des contaminations de surface

Williams ESTEVE, Davy ROUSSET – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS et Emmanuel BELUT, Denis BEMER – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Exposition au béryllium en France. Caractérisation, prévention, diffusion des connaissances

Davy ROUSSET – DÉPARTEMENT MÉTROLOGIE DES POLLUANTS

Filtration et Adsorption

Denis BEMER – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Modélisation pour la Prévention de la Pollution

Jean-Raymond FONTAINE – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

Élimination du formaldéhyde par voie passive dans le secteur tertiaire

Fabien GERARDIN – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES PROCÉDÉS

RISQUES MÉCANIQUES

Les salariés des entreprises impliquées dans le cycle de vie d'un équipement de travail sont susceptibles d'être exposés au risque mécanique, que ce soit au niveau conception, utilisation, modification, maintenance ou destruction. Les secteurs d'activité sont multiples : industrie manufacturière, BTP, agroalimentaire, transport et logistique, traitement des déchets... Malgré des progrès notables dans la conception des équipements de travail, les risques mécaniques, à l'origine de nombreux accidents du travail, continuent de nécessiter une attention particulière. En 2010, les machines étaient impliquées dans 7,5 % des accidents du travail, dont 43 % sont dus au levage et à la manutention et 13 % aux outils (données CNAMTS).

L'INRS joue un rôle privilégié dans la prévention de ces risques par :

- l'intégration de la sécurité dans la conception de machines dangereuses et leurs dispositifs de protection (scies pour l'agroalimentaire, machines à bois, compacteurs d'emballage, chariots élévateurs...);
- le développement de méthodes pour concevoir ou reconcevoir des systèmes de commande de machines automatisées ;
- l'analyse de la sûreté de fonctionnement de systèmes techniques et de situations de coactivité équipement de travail / opérateur ;
- la prise en compte des phases de maintenance dès la conception des équipements de travail
- la contribution à la normalisation.

Au sein de cette thématique, 6 études sont en cours en 2012 :

Estimation de l'efficacité de systèmes de retenue pour caristes :

élaboration d'une procédure d'essai

Jérôme REBELLE – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Sécurité des presses à servomoteur

James BAUDOIN, Jean-Paul BELLO
DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Robotique et prévention des AT-MP : étude d'instruction

Adel SGHAIER, Philippe CHARPENTIER
DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Élaboration d'une méthode de spécification du besoin d'un dispositif électro-sensible et guide de choix

David TIHAY – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

Maintenance des éoliennes : caractérisation et prévention des activités à risques basées sur les référentiels « sécurité des machines »

Jean-Christophe BLAISE – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

PRECEP : PREvention des Collisions Engins-Piétons

Pascal LAMY – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL



Exposition au risque de collision engins-piétons

RISQUES PSYCHOSOCIAUX : STRESS, VIOLENCE INTERNE ET EXTERNE

Selon une enquête de l'Observatoire européen des conditions de travail de 2007, 20 à 30 % des salariés de l'Union européenne considèrent que le stress au travail présente un risque pour leur santé. Les RPS concernent toutes les catégories de travailleurs (cadres, employés et indépendants) et tous les secteurs d'activités.

L'exposition aux risques psychosociaux (RPS) peut augmenter de 50 à 100 % le risque de maladies cardiovasculaires, TMS ou pathologie mentale. La forte prévalence de l'exposition à des facteurs psychosociaux au travail et leur impact sur la santé en termes de pathologies invalidantes pour la population active et coûteuses pour la société, font des risques psychosociaux un enjeu majeur de santé publique.

Afin de favoriser ou de consolider des propositions d'action en lien avec les réalités du terrain, l'INRS analyse, développe et évalue des pratiques de prévention des RPS. Des études visent notamment à comprendre les phénomènes pouvant conduire au bien-être ou à la dégradation de la santé physique ou mentale au travail.

ÉMOTIONS AU TRAVAIL ET SANTÉ : COMPARAISON ENTRE DIFFÉRENTES SITUATIONS À FORTE CHARGE ÉMOTIONNELLE

Corinne VAN DE WEERDT
DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

OBJECTIFS

Cette étude, portant sur les liens entre émotions au travail et santé, a cherché à comparer différentes situations à forte charge émotionnelle pour le développement d'une prévention adaptée. Bien que les émotions au travail soient investies de manière croissante depuis plusieurs années, des connaissances sur l'apparition des émotions en situation réelle de travail et leurs effets sur la santé manquaient. Une étude précédente sur les émotions avait investigué le secteur des centres d'appels téléphoniques. Cette présente étude a consisté à déterminer, dans d'autres milieux, quelles sources d'émotions positives et négatives sont à l'origine de l'activité, et quels sont les impacts des émotions en termes de charge de travail. Il a été également question d'analyser les stratégies émotionnelles utilisées par les salariés pour réduire cette charge ou pour la réguler. L'étude a consisté aussi à déterminer s'il existait différents types de charge émotionnelle, en distinguant celle qui émane de la nature même du travail, de celle provenant de l'organisation.

MÉTHODOLOGIE

Une méthodologie psycho-ergonomique spécifique a été utilisée pour caractériser la dimension psycho-affective du travail. Elle se base sur des entretiens, des observations filmées de l'activité, le relevé d'émotions, des auto-confrontations collectives enregistrées par vidéo. Trois interventions ont été menées pour identifier les mécanismes d'apparition des émotions au travail, leur régulation par les salariés, leurs bénéfices et leurs impacts sur la santé. La première a été menée dans une grande entreprise du secteur secondaire (transport d'électricité). Ce terrain présente la caractéristique de concerner des activités situées dans des environnements à risques pour la santé et sécurité des salariés et des personnes proches physiquement des installations électriques. La seconde a eu lieu dans une unité de développement de réseaux électriques et comporte la particularité de traiter des projets à long terme tout en répondant à des exigences organisationnelles strictes. La troisième a été réalisée dans un centre de soins à domicile. Cette petite structure présente la spécificité de gérer des activités contraintes par un cadre rigoureux, impliquant une grande responsabilité, exposant à des situations émotionnellement fortes, dans un contexte isolé. Une comparaison des résultats relatifs à ces trois structures a été effectuée.

RÉSULTATS

Les situations à fortes contraintes émotionnelles ont été analysées, au même titre que les stratégies mises en œuvre par les salariés pour y faire face. Il apparaît que lorsque la charge émotionnelle provient de la nature du travail, les salariés ont tendance à considérer que cela fait partie de leur métier et qu'il est de leur ressort de la gérer seuls, ou collectivement mais de façon informelle. Or, les résultats montrent que la mise en place d'actions de prévention au niveau organisationnel peut avoir des effets bénéfiques pour préserver la santé des salariés, même si la charge émotionnelle provient de la nature du travail. Un enjeu fort de la prévention consiste à débattre des conditions de travail en vue de leur transformation. L'étude montre que l'expression des émotions au travail, comme point de départ à ce débat, s'avère pertinent et facilitateur. En outre, cette étude a permis de consolider la méthodologie de recueil d'informations sur les émotions, et d'analyser des stratégies individuelles et collectives pour diminuer ou réguler la charge émotionnelle.



Observation de situations professionnelles pour identifier l'apparition et la gestion d'émotions au travail

CONCLUSIONS

L'apport de préconisations a enrichi la démarche de prévention proposée aux entreprises. De plus, l'application de l'une d'elle, consistant à mettre en place un groupe formel pour le partage d'émotions au travail, a permis d'en dégager des recommandations applicables plus largement, car pouvant s'adresser à des entreprises d'autres secteurs professionnels.



Au sein de cette thématique, 6 études sont en cours en 2012 :

Étude des mécanismes de régulations de l'isolement professionnel

Jacques MARC – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Modélisation de Situations de Violences au Travail (MSVT)

Marc FAVARO – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Promotion d'une politique de bien-être dans les entreprises du tertiaire

Vincent GROSJEAN – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Prévention des risques psychosociaux et transformation des pratiques de médecine du travail

Blandine BARLET – DÉPARTEMENT EXPERTISE ET CONSEIL TECHNIQUE

et Éric DRAIS – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

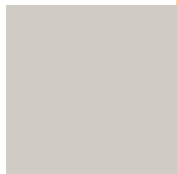
Des risques psychosociaux aux facteurs organisationnels :

approche par un questionnaire Santé/Bien-être

Vincent GROSJEAN – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Les situations à forte charge émotionnelle: bilan et perspectives

Corinne VAN DE WEERDT – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL



RISQUES POUR LA RÉPRODUCTION

L'environnement au sens large peut avoir un impact sur la fertilité humaine. En milieu professionnel, des facteurs toxiques peuvent induire des effets néfastes pour la reproduction. Les programmes de recherche de l'INRS visent à approfondir les connaissances toxicologiques sur la reproduction et le développement fœtal ainsi qu'à évaluer le danger pour la grossesse de certaines catégories de substances.

Des études de toxicologie expérimentale vis-à-vis du développement sont conduites afin de fournir des données pour la réglementation (classification, étiquetage), comprendre les mécanismes d'action ou déterminer des valeurs toxicologiques de référence. L'Institut travaille également sur certains perturbateurs endocriniens, comme les phtalates et le bisphénol A.

Au sein de cette thématique, 3 études sont en cours en 2012 :

Influence de la structure chimique sur la toxicité du développement des phtalates

Anne-Marie SAILLEFAIT – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Étude du mode d'action reprotoxique de phtalates : cas du phtalate de di-n-hexyle

Anne-Marie SAILLEFAIT – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ

Évaluation biologique de l'exposition professionnelle au phtalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP) liée au port de gants vinyle

René GAUDIN – DÉPARTEMENT POLLUANTS ET SANTÉ



Exposition professionnelle au DEHP liée au port de gants vinyle en milieu hospitalier

RISQUE ROUTIER PROFESSIONNEL

Selon les statistiques de la CNAMTS, l'accident de la route (hors accident de trajet domicile-travail) représentait, en 2010, 20 % des décès au travail. De nombreux salariés passent une grande partie de la journée au volant d'un véhicule dans le cadre de leur travail. Ils sont, de ce fait, exposés au risque routier professionnel. Outre l'accident, l'activité de conduite au travail expose les salariés à d'autres risques professionnels, tels les RPS ou les TMS.

Plusieurs millions de véhicules utilitaires légers (VUL) : fourgons, fourgonnettes camionnettes, sont utilisés quotidiennement par les entreprises pour transporter le matériel et les produits liés à leur activité. Lors d'un accident routier frontal, un chargement non retenu à l'arrière du véhicule peut être projeté vers les places assises et devenir un projectile dangereux pour les occupants.

Dans ce domaine l'INRS contribue à déterminer les procédures d'arrimage des charges, les règles de conception et de réalisation des aménagements intérieurs des VUL, les systèmes électroniques de sécurisation de ces véhicules, en vue d'enrichir la normalisation.



Situation professionnelle
de chargement d'un véhicule utilitaire

Au sein de cette thématique, une étude est en cours en 2012 :

Évaluation du risque lié au chargement d'un véhicule utilitaire et aide à la conception d'aménagements plus sûrs

Gérard FLEURY – DÉPARTEMENT INGÉNIERIE DES ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES ET LOMBALGIES

Les troubles musculosquelettiques (TMS) des membres et du rachis représentent plus de 80 % des maladies professionnelles reconnues et plus d'un accident du travail sur cinq. Ils demeurent un enjeu majeur de santé au travail au regard des coûts socio-économiques et médicaux qu'ils engendrent.

L'introduction récente de la prévention de la pénibilité dans le code du travail, liée notamment à des « contraintes physiques marquées », facteurs de TMS, renforce la nécessité de poursuivre les efforts en matière de prévention collective des TMS. Les actions entreprises dans le cadre des TMS et lombalgies sont conduites en synergie avec de nombreux partenaires (institutionnels ou organismes de recherche). Elles touchent à l'ergonomie, la biomécanique et la conception d'équipements et postes de travail.

En matière de recherche, l'INRS propose notamment des orientations dans un contexte de standardisation croissante des modes opératoires. Des pistes de réflexion sur ce sujet sont susceptibles de contribuer au maintien à leur poste des opérateurs vieillissants.

Concernant le lien entre TMS et conception, deux axes sont particulièrement étudiés :

- le renforcement des connaissances sur les facteurs de risque de TMS et leurs déterminants ;
- la variabilité des conditions de réalisation d'une même tâche, comme moyen de prévention.

INFLUENCE DE LA MANIPULATION DES ARTICLES SUR LES PRINCIPAUX DÉTERMINANTS DES FACTEURS DE RISQUES DE TMS GÉNÉRÉS PAR L'ACTIVITÉ D'ENCAISSEMENT DANS LA GRANDE DISTRIBUTION

Jean-Pierre ZANA, Jean-Louis POMIAN

DÉPARTEMENT EXPERTISE ET CONSEIL TECHNIQUE

OBJECTIFS

L'étude entreprise sur la manipulation des articles aux postes d'encaissement a été demandée à l'INRS par l'Association Technique du Commerce et de la Distribution (PERIFEM) et la Fédération des Entreprises du Commerce et de la Distribution (FCD). Elle vient compléter les travaux expérimentaux antérieurs qui portaient sur la réponse biomécanique et physiologique résultant des postures et mouvements les plus contraignants en situation d'encaissement sur un poste de travail représentatif d'hypermarché. L'analyse effectuée ici, centrée sur des paramètres d'ordre biomécanique et physiologique, prend en compte les aspects organisationnels (y compris les stratégies d'adaptation individuelles) et les ambiances physiques spécifiques aux postes d'encaissement.

Les objectifs de l'étude sont :

- de montrer l'impact des charges déplacées, lors du passage des marchandises pour le scanage, susceptible de provoquer des contraintes musculo-squelettiques sur les zones à risque (cervico-scapulaire, brachiale et thoraco-lombaire) ;
- de déterminer les stratégies opératoires utilisées en fonction du temps et des masses déplacées ;
- de proposer des axes d'amélioration des situations d'encaissement en vérifiant le bien-fondé des propositions faites à la profession dans un cahier des charges concernant la conception des meubles d'encaissement, réalisé et publié parallèlement par l'INRS.

MÉTHODOLOGIE

Cinq enseignes nationales sur six départements français ont participé à cette étude. Les prises de données dans les 3 hypermarchés et les 4 supermarchés se sont étalées sur 6 mois. La prise de données a consisté à filmer 58 hôte(sse)s de caisse lors de leur activité d'encaissement pendant 5 heures de travail (pause comprise). De plus, le questionnaire nordique simplifié qui permet d'évaluer la perception des douleurs dans les 12 derniers mois et le questionnaire de ressenti au travail utilisant une échelle de Borg, le CR 10, ont été soumis aux hôte(sse)s de caisse filmés.

RÉSULTATS

Les résultats du questionnaire nordique simplifié révèlent que pour les opérateurs, la région lombaire a été la plus douloureuse dans les 12 derniers mois (70 %). Les autres régions anatomiques fortement concernées par des gênes et des douleurs (40 % des sujets) sont la région cervicale, les épaules, les poignets et les mains. Ces douleurs ont une incidence sur l'activité quotidienne pour un maximum de 21 % des personnes interrogées. Le nombre d'arrêts de travail est inférieur à 10 %.

L'analyse de l'enregistrement des marchandises par les opérateurs de caisse montrent qu'ils les soulèvent, lors de la prise sur le tapis amont, majoritairement pendant la première heure, 63 % en première heure versus 58 % en dernière heure ($p < 0,01$). A contrario, ils les glissent en fin de journée, 38 % en début de poste versus 42 % en fin de poste ($p < 0,01$). Le même changement de mode opératoire est observé lors de la dépose des marchandises sur le tapis aval avec la même significativité.



Manipulation de marchandises à un poste d'encaissement

CONCLUSIONS

L'objectif de cette étude était d'analyser les modes opératoires lors de l'activité d'encaissement et les contraintes engendrées. Les résultats ont permis de mettre en évidence la mise en œuvre de modes opératoires différents entre la première et la dernière heure. Toutefois, il n'a pu être déterminé le moment où s'effectue ce changement de stratégie opératoire. En analysant les changements de positions adoptés par les hôte(sse)s de caisse nous avons recherché un parallèle entre le changement de mode opératoire et le changement de position. Les changements sont la conséquence d'une activité posturale contraignante associée à des mouvements répétitifs que les opérateurs tentent de pallier. Il est probable que des changements de positions anticipés limiteraient les facteurs douloureux.

L'analyse des tickets de caisses nous a donné des renseignements pertinents sur les tonnages manipulés lors de l'activité d'encaissement en grandes surfaces. Comparée à l'étude menée par Portero et al. (2005), cette étude conforte l'hypothèse que la répétitivité des tâches de déplacement des marchandises et de scannage apparaît plus contraignante que la masse unitaire des marchandises manipulées.

Le manque de marges de manœuvre laissées à l'hôte(sse) de caisse, du fait de la conception des postes d'encaissement, ne lui permettant pas de changer facilement de position entre les positions assis et debout, participe à l'augmentation des contraintes posturales et des efforts musculaires qui se traduisent par des douleurs ressenties en fin de journée, plus importantes.

PRÉVENIR LES TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES DES MEMBRES SUPÉRIEURS EN VARIANT LES CONDITIONS DE RÉALISATION D'UNE MÊME TÂCHE

Clarisse GAUDEZ

DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

OBJECTIFS

Cette étude visait à réduire les risques de TMS, liés à la sollicitation cumulative des tissus musculo-tendineux lors d'activités standardisées à rythme imposé, en diversifiant les façons de réaliser une même tâche afin de générer une variabilité des mouvements effectués par l'opérateur. Elle faisait suite à une assistance, effectuée à la demande de la CARSAT Bourgogne-Franche Comté, chez un équipementier automobile. L'activité concernait la pose d'inserts. Elle a permis d'avancer l'hypothèse selon laquelle alterner différentes façons de poser les inserts pouvait permettre de réduire les sollicitations biomécaniques des tissus musculo-tendineux. Cette étude a pour objet de valider, ou non, cette hypothèse.

MÉTHODOLOGIE

Cette étude s'est divisée en 4 phases. Un état des lieux des différentes techniques de pose d'inserts utilisées dans plusieurs entreprises du secteur automobile a été réalisé afin d'apprécier si la pose « manuelle » tend à persister et donc s'il existe un intérêt à poursuivre les investigations dans ce domaine pour la prévention des TMS. Dans le but d'approfondir les connaissances relatives à cette activité, une analyse ergonomique de l'activité de pose d'inserts a été effectuée dans une entreprise où la pose pouvait être réalisée de différentes façons (main nue, outils). Un traitement approfondi des données biomécaniques recueillies lors de l'assistance initiale et une simulation en laboratoire de la tâche de pose d'inserts ont été effectués, afin d'évaluer les sollicitations pour différentes façons de poser les inserts et de valider l'intérêt de les varier.

RÉSULTATS

Les discussions avec les dirigeants et les observations faites dans plusieurs entreprises indiquent que la tendance actuelle est d'effectuer l'activité de pose d'inserts, en partie ou entièrement manuellement, avec ou sans outil et qu'elle persistera vraisemblablement dans les prochaines années. Cette étude met en évidence que la pose d'inserts est une activité généralement sollicitante. Les tissus musculo-tendineux sollicités et l'intensité des sollicitations dépendent de la variété des inserts à poser, de l'emplacement et de l'orientation de leurs supports sur la pièce ainsi que de la façon de les poser (à main nue ou avec un outil). Pour certaines variétés d'inserts, qui peuvent être posées de deux façons différentes, globalement, aucune des façons ne sollicite moins l'ensemble des muscles étudiés et donc n'est à privilégier. En revanche, chaque façon sollicite différemment les tissus musculo-tendineux. Ainsi, une alternance des deux façons de poser les inserts permettrait de varier les mouvements réalisés par les opérateurs et ainsi de favoriser la récupération des tissus sollicités. Le choix de la façon de poser les inserts et le rythme d'alternance entre les différentes façons seraient laissés à la convenance de l'opérateur, ce qui augmenterait sa marge de manœuvre.



Simulation en laboratoire d'une tâche de pose d'insert pour évaluer les sollicitations biomécaniques

CONCLUSIONS

Cette étude propose de prévenir les TMS en diversifiant les façons de réaliser une même tâche. Elle va, ainsi, à l'encontre des standards opératoires généralement proposés par les concepteurs. Cette étude est à l'origine de la conception de deux prototypes d'outils pour poser les inserts qui nécessitent encore des améliorations tant du point de vue ergonomique que sécuritaire avant d'être validés en entreprise. Elle montre qu'en plus de l'évaluation des facteurs de risque biomécaniques habituellement analysés, les temps de récupération des tissus musculo-tendineux sollicités doivent être pris en compte. Ce travail interroge aussi sur les connaissances actuelles en physiologie du travail, plus précisément sur la difficulté à établir des liens entre les données électromyographiques recueillies et leurs conséquences physiologiques ainsi que sur les seuils proposés pour interpréter ces données.

Au sein de cette thématique, 3 études sont en cours en 2012 :

Identification de déterminants émergents en lien avec le risque de TMS : analyse ergonomique et biomécanique de l'activité de découpe de viande

Adriana SAVESCU – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Encadrement de proximité et prévention des TMS : représentations et actions

Aude CUNY – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

TMS et travail sur écran : effet du type de souris et de la position du membre supérieur

François CAIL, Clarisse GAUDEZ – DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

VIEILLISSEMENT, TRAVAIL, SANTÉ

En France, comme dans la plupart des pays d'Europe, la population en âge de travailler vieillit. La part des quinquagénaires dans la population active devrait, selon les projections, encore progresser pendant les 15 prochaines années. Par ailleurs, les évolutions législatives récentes (Loi sur la réforme des retraites et le financement de la Sécurité Sociale) font que l'emploi des seniors est devenu une préoccupation nationale. Toutefois, la question du vieillissement au travail reste encore peu abordée dans les entreprises, et ce, malgré l'obligation de mise en place d'accords « seniors » depuis le 1^{er} janvier 2010.

Les études et recherche de l'INRS suivent dans ce domaine trois orientations :

- caractérisation d'une population vieillissante ;
- étude des impacts des conditions de travail et des pénibilités tout au long du parcours professionnel ;
- mobilisation et articulation des acteurs au sein de l'entreprise : promotion du « bien vieillir au travail ».

Au sein de cette thématique, 3 études sont en cours en 2012 :

Démarche d'évaluation globale des pénibilités du travail

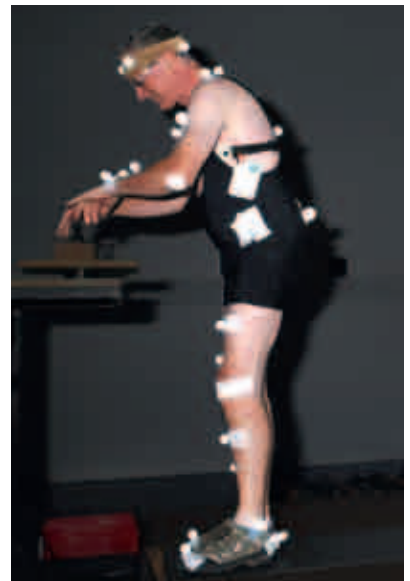
Kevin DESBROSSES, Jean-Pierre MEYER,
Emmanuelle TURPIN-LEGENDRE
DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Incidence selon l'âge, de contraintes temporelles variées
dans une tâche d'assemblage, sur les astreintes
biomécaniques et physiologiques

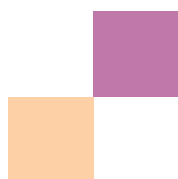
Laurent CLAUDON, Martine GILLES, Jean-Pierre MEYER
DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL

Âge, santé, travail

Martine GILLES, Isabelle TITON
DÉPARTEMENT HOMME AU TRAVAIL



Mesure d'astreintes
biomécanique
et physiologique
et incidence selon l'âge



PARTENARIATS

AMÉLIORER LA CONNAISSANCE PAR L'APPORT DE COMPÉTENCES COMPLÉMENTAIRES

Les partenariats scientifiques constituent depuis de nombreuses années le cadre de travail des équipes de recherche de l'INRS. L'ouverture vers les universités, les organismes nationaux (ANACT, ANSES, CEA, CNRS, InVS, INERIS, IRSN ...), les instituts homologues (IFA, IRSST, NIOSH...), les réseaux européens et internationaux (PEROSH, AISS) est présente dans 60% des études conduites en 2011 par l'INRS :

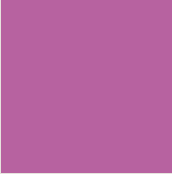
- 27 études avec des Instituts ou Centre de recherche français
- 16 études avec des Ecoles et Universités françaises
- 13 études avec des Partenaires étrangers
- 13 études avec le réseau des CARSAT/CRAM.

Au-delà de réflexions communes, de l'acquisition de connaissances avec des partenaires, les « études et recherche » de l'INRS apportent un appui scientifique et technique aux politiques publiques nationales, européennes et internationales.

Au niveau national, l'INRS a participé à l'élaboration de nouvelles recommandations en collaboration avec la Direction générale du travail (cancers de vessie, horaires atypiques, surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés à l'effet cancérigène des poussières de bois...). Après accord de la Haute autorité de santé, le projet de recommandation sur le béryllium a été arrêté. Une contribution des chercheurs de l'INRS a été apportée aux activités de contrôle de l'empoussièrement en fibres d'amiante par microscopie électronique à transmission analytique (META).

L'Institut est par ailleurs impliqué dans :

- deux projets de l'ANSES
 - Gabo : gêne acoustique dans les bureaux ouverts
 - Dicer : définition d'indicateurs pour la caractérisation des expositions aux champs radiofréquences
- quatre projets de l'Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche
 - Mesure : méthode d'estimation de la survie relative
 - Mycodiag : intégration d'outils sélectifs pour l'analyse de l'Ochratoxine A – méthodes de diagnostic pour l'évaluation du risque toxicologique
 - FuturProd : atelier de réflexion prospective – système de production du futur
 - Reforba : recyclage de la fraction organique issue des résidus de broyage automobiles
- un projet avec l'ADEME
 - Atena : amélioration du traitement des émissions de nanoparticules.



Afin de renforcer le partage de connaissances scientifiques européennes, l'INRS participe et assure la Présidence du réseau PEROSH (Réseau des homologues européens en recherche en santé et sécurité au travail) qui rassemble 13 Instituts européens. Il contribue plus particulièrement à quatre projets de recherche relatifs à l'exposition aux nanomatériaux, à la toxicité des nanomatériaux, à la détermination des facteurs de protection des appareils de protection respiratoire et au bien-être au travail.

L'INRS coopère à deux projets européens :

- Le projet Nanodevice (26 partenaires), coordonné par notre homologue finlandais (FIOH) et financé par la DG Recherche de la Commission européenne, vise le développement de nouvelles techniques/méthodes pour la caractérisation des nanoparticules en atmosphères de travail. En 2011, un échange avec l'Université de Stockholm et l'accueil à l'INRS de l'un de ses chercheurs a permis d'évaluer les performances de deux prototypes de préleveurs d'aérosols.
- Le projet Nanogenotox sur les méthodes de mise en évidence des effets toxiques des nanoparticules (16 partenaires européens, 11 pays), financé par la DG Santé publique et protection des consommateurs de la Commission européenne, dont la conférence de clôture se tiendra à Paris en 2012.

L'INRS travaille également avec l'Institut de Santé au Travail de Lausanne (Suisse) sur la *mesure des expositions aux produits reprotoxiques*, notamment aux phtalates. Par ailleurs une collaboration a été initiée sur le risque d'exposition au virus de l'hépatite E (utilisé comme indicateur d'exposition aux virus entériques).

Sur le plan international, l'Institut a poursuivi en 2011 son implication auprès d'instances telles que le BIT, l'Agence européenne de Bilbao, l'AISS... et le développement de projets de recherche conjoints avec ses homologues. À titre d'exemples, des échanges ont eu lieu avec le FIOH (Finlande) sur la vision zéro accident, la culture de prévention et le bien-être au travail et avec l'INAIL (Italie) sur la prévention des risques psychosociaux. Avec l'IFA (Allemagne) la signature en février 2011 d'une entente cadre de partenariat a conduit à une convention spécifique dans le domaine des scies à ruban.

Une collaboration avec l'IRSST (Québec/Canada) a abouti en 2011 à la mise à disposition d'un outil interactif de présélection des matériaux polymères utilisés dans les équipements de protection individuelle (gants, combinaisons, bottes). Une deuxième action a porté sur la sécurisation des phases de maintenance et de production d'une presse à injection de plastique.

À l'occasion du Congrès mondial de prévention initié par l'AISS et le BIT en septembre 2011 à Istanbul, l'INRS a organisé plusieurs symposia : « Retour sur la prévention » du Comité Recherche de l'AISS, « De l'école au travail » du Comité Éducation et Formation, « nanotechnologies » du Comité Chimie et « coopération francophone en santé et sécurité au travail ».

LABORATOIRES MIXTES

Au niveau national, certains partenariats prennent la forme d'« équipes mixtes », entités constituées de laboratoires universitaires extérieurs et de laboratoires INRS. En 2011, les travaux se sont poursuivis avec :

- le laboratoire d'Énergétique et Mécanique Théorique et Appliquée (CNRS et Université de Lorraine, Nancy) ;
- le laboratoire de Biomathématiques et d'Audioprothèse de l'Université de Lorraine, Nancy ;
- le laboratoire des Réactions et du Génie des Procédés (CNRS et Université de Lorraine, Nancy) ;
- le laboratoire de psychologie de l'Université de Lorraine.

DOCTORANTS

Les partenariats développés par l'INRS constituent également un cadre propice au recrutement et à l'accueil de doctorants.

En 2011, 20 candidats à un doctorat ont enrichi les travaux de recherche.

Les universités et organismes de recherche impliqués dans ces collaborations sont :

- Université Toulouse II – Laboratoire cognition, langues, langage, ergonomie
- Université Versailles – St-Quentin-en-Yvelines – Laboratoire PRINTEMPS
- Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM) – Laboratoire CRTD (Centre de Recherche sur le Travail et le Développement)
- Université de Provence – Aix-en-Provence Laboratoire CEPERC (Centre EPistémologie et ERgologie Comparative)
UMR – CNRS 6059
- UFR Sciences Humaines et Arts (SHA) – Metz ETIC (Expérience utilisateur dans le Traitement des Interactions technologiques et des Conduites humaines et sociales)



Les doctorants de l'INRS et leurs encadrants, lors de la 3^{ème} édition de la « Journée des thésards » organisée à l'INRS le 16 juin 2011 pour présenter leurs activités de recherche.

- Université de Lorraine – UHP
LEMTA (Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique Théorique et Appliquée)
- Institut National des Sciences Appliquées (INSA) – Lyon – LVA (Laboratoire Vibrations Acoustique)
- Université Pierre et Marie CURIE – Paris 6 – LSI (Laboratoire de Simulation Interactive) – CEA
- Université de Lorraine – INPL – Nancy – LRGP (Laboratoire Réactions et Génie des Procédés)
- Université de Lorraine – INPL – Nancy – LPMA (Laboratoire de Physique et de Métrologie des Aérosols) – IRSN SACLAY
- École des Mines – Nantes – Laboratoire GEPEA (Génie des Procédés Environnement Agroalimentaire) UMR – CNRS 6144
- Université de Bourgogne – Dijon – Laboratoire Microbiologie & Géochimie des Sols – INRA – UMR 1229
- Université de Pau et des Pays de l'Adour LCABIE (Laboratoire de Chimie Analytique Bio-Inorganique et Environnement) IPREM – Pau
- Université de Lorraine – UHP – Unité de Recherche NGERE (Nutrition, Génétique et Exposition aux Risques Environnementaux) – INSERM – UHP UMR S-954

ZOOM SUR UN PARTENARIAT AVEC LE CNRS

Veille scientifique via un groupement de recherche « psychologie ergonomique »

En janvier 2008, le département Homme au Travail de l'INRS s'est associé au Groupement de Recherche du CNRS « Psychologie ergonomique et Ergonomie cognitive », afin de développer des actions de veille, d'engager des collaborations et de valoriser des travaux d'études et recherche. Ces actions ont notamment pris la forme d'échanges et d'une École d'Été sur les théories et les méthodes de la discipline. La participation de l'INRS a porté sur les thèmes : « Prise de décision, gestion des risques et adaptation » et « Émotions et charge dans l'activité ».

Les réflexions menées dans le cadre de ce partenariat ont permis de faire émerger des modèles et des démarches d'intervention en entreprise, en particulier sur la pression temporelle, sur les RPS ainsi que sur les émotions au travail. Un numéro spécial « Émotions et activités » de la revue *Le Travail Humain* a été publié. Cette collaboration a conduit à la création d'une nouvelle association. Les travaux se poursuivent désormais au sein d'ARPEGE (Association pour la Recherche en Psychologie ErGonomique et Ergonomie).

COMMUNICATIONS ET PUBLICATIONS DE L'ANNÉE 2011

COMMUNICATIONS 2011

Les chercheurs et experts de l'INRS participent chaque année à de nombreux congrès nationaux et internationaux : 124 communications ont été présentées dans différentes manifestations en 2011, dont 71 dans des congrès à l'étranger. Ils ont été particulièrement impliqués dans les événements suivants :

- « Risques liés aux nanoparticules et nanomatériaux » à Nancy (11 communications INRS)
- « Colloque Bruit Vibration 2011 » à Paris (9 communications INRS)
- « 3^{ème} congrès francophone sur les TMS » à Grenoble (6 communications INRS)

Aux côtés de colloques auxquels il participe, l'INRS a organisé deux rendez-vous scientifiques majeurs en 2011 :

Le colloque « Bruit et vibrations au travail » en mars a réuni 314 participants (responsables de prévention en entreprises, médecins du travail, ingénieurs et contrôleurs des CARSAT/CRAM, inspecteurs du travail, consultants, etc.). Il avait pour objectif de les aider à appréhender les risques encourus par les salariés exposés au bruit et aux vibrations. Environ 80 conférences plénières et spécialisées ainsi que des tables rondes ont traité de l'évaluation et de la réduction du risque d'exposition au bruit et aux vibrations. Une quarantaine de ces communications a été réunie dans un numéro spécial de la revue INRS *Hygiène et Sécurité du Travail* (n°223 de juin 2011).

La conférence « Risques liés aux nanoparticules et aux nanomatériaux » s'est tenue les 5, 6 et 7 avril à Nancy devant 465 participants (chercheurs, experts, hygiénistes industriels, ingénieurs et

médecins) originaires de 22 pays. Elle a permis de compléter les connaissances sur les dangers et les effets sur la santé, les méthodes de caractérisation des nanoparticules et nanomatériaux, les moyens d'en mesurer l'exposition, les expositions réelles aux postes de travail, le contrôle des émissions et les performances des équipements de protection. 6 conférences invitées, 24 communications orales et 80 posters ont couvert l'ensemble des disciplines : de l'épidémiologie, médecine, chimie, physique, hygiène industrielle, à la sociologie.

Inaugurant un nouveau cycle de conférences sur la recherche en santé et sécurité au travail en direction de la communauté scientifique nationale et internationale, cette première édition est suivie en 2012 d'une conférence sur les risques liés aux multiexpositions.

PUBLICATIONS 2011

Les résultats des « études et recherche » font l'objet de publications scientifiques et techniques.

- 75 articles sont parus en 2011, dont 33 dans des revues internationales, dont :
 - *Progress in Retinal and Eye Research*
 - *American Journal of Medicine*
 - *Toxicological Sciences*
 - *Archives of Toxicology*
 - *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*
- 42 dans des revues nationales, dont : 19 dans la revue de l'INRS *Hygiène et Sécurité du Travail* 3 chapitres dans des ouvrages.

Ainsi que :

- 39 actes de congrès
- 2 dépôts de brevet (13 depuis 2008).

La liste des publications de l'année 2011 est détaillée ci-après.

LISTE DES PUBLICATIONS 2011

ACCIDENTOLOGIE, PERCEPTION DU RISQUE ET ACCEPTABILITÉ

LECLERCQ S., CHAPOUTHIER A., SAULNIER H. ► Les heurts, glissades et autres perturbations du mouvement au travail. Fiche pratique de sécurité, ED 140, novembre 2011, 4 p.

DEROSIER C., LECLERCQ S. ► De l'étude des pratiques de travail à la conception de situations capacitanes : une voie pour la prévention des accidents de plain-pied. Thèse de Doctorat – Discipline : psychologie ergonomique, Université Paris VIII - Saint-Denis - U.F.R. Psychologie le 17 juin 2011.

DAVILLERD C. ► Histoire, évolution, état actuel d'un outil de prévention : l'affiche de sécurité. In : DOUGUET F., FILLAUTT., SCHWEYER F.X. (sous la direction de) - Image et santé : matériaux, outils, usages, Rennes, *Presses de l'EHESP*, 2011, chap. 6, pp. 69-84.

ALLERGIES PROFESSIONNELLES

DONNAY C., DENIS M., MAGIS R., FEVOTTE J., MASSIN N., DUMAS O., PIN I., CHOUDAT D., KAUFFMANN F., LE MOUAL N. ► Under-estimation of self-reported occupational exposure by questionnaire in hospital workers. (Sous-estimation des expositions professionnelles déclarées par les employés hospitaliers lors d'un questionnaire). *Occupational and Environmental Medicine*, 2011, vol. 68, pp. 611-617.

MASSIN N., DEMANGE V., BOURGKARD E., CHOUDAT D. ► Études épidémiologiques transversales. Encyclopédie Médico-chirurgicale (EMC), *Pathologie Professionnelle de l'Environnement*, avril 2011, 16-865-A-10, pp 1-7.

TOSSA P., PARIS C., WILD P., DEMANGE V., ZMIROU-NAVIER D., BOHADANA A. ► La mesure du monoxyde d'azote exhalé : un marqueur non invasif de l'hyperréactivité bronchique. Résultats dans une population d'apprentis boulangers / pâtisseries et coiffeurs. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 2011, vol. 72, pp 88-89.

BRUITS, VIBRATIONS, CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES, OPTIQUE

KUSY A., CHATILLON J. ► Mesure de l'efficacité réelle des bouchons moulés individualisés. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n°223, pp. 93-97.

DUCOURNEAU J., FAIZ A., CHATILLON J. ► Measurement of sound diffusion coefficients of a sinusoidal surface in a reverberant workshop. (Mesure des coefficients de diffusion acoustique d'une surface sinusoïdale dans un atelier réverbérant). Acte de la conférence internationale Internoise 2010 «Noise and sustainability», Lisbonne (Portugal), 13-16 juin 2010, 10 p.

DUCOURNEAU J., FAIZ A., CHATILLON J. ► Nouvelle méthode de mesure du coefficient de diffusion acoustique des parois à relief dans les locaux industriels. *Acoustique & Techniques*, 2011, n° 65, pp. 13-18.

THIERY L., NORMAND J., DUCLOS J., MASSARDIER-PILONCHERY A. ► Évaluation du risque lié au bruit par analyse collective d'audiogrammes. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n°223, pp. 75-79.

TROMPETTE N., CHATILLON J., CHEVRET P., ZIMPFER V., BUCK K. ► Voice picking in Warehouse: impact on operative's exposure to noise and solutions to prevent excessive noise exposure. (La commande vocale dans les centres logistiques : impact sur l'exposition au bruit des opérateurs et solutions de prévention). Acte de la Conférence Internationale Internoise 2010 «Noise and sustainability», Lisbonne (Portugal), 13-16 juin 2010, 10 p.

TROMPETTE N., CHATILLON J. ► La prévention de l'exposition au bruit. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n°223, pp. 153-158.

TROMPETTE N., CHATILLON J. ► Le risque d'exposition au bruit : trois étapes pour l'évaluer. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 223, pp. 75-79.

CAMPO P. ► Bruit et grossesse : il faudrait aussi protéger le fœtus. *Le Concours Médical*, 2011, Tome 133, n° 7, pp. 556-557.

CAMPO P., RUMEAU C. ► Bruits et agents ototoxiques. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 223, pp. 15-18.

QUESNEL S., NGUYEN Y., **CAMPO P.**, HERMINE O., RIBEIL J.A., ELMALEH M., GRAYELI A.B., FERRARY E., STERKERS O., COULOIGNER V. ► Protective effect of systemic administration of erythropoietin on auditory brain stem response and compound action potential thresholds in an animal model of cochlear implantation. (Effet protecteur de l'administration systémique d'érythropoïétine sur les seuils de potentiels auditifs provenant du tronc cérébral et de la cochlée sur un modèle animal d'implantation cochléaire). *Annals of Otolaryngology & Rhinology*, 2011, vol. 120, n° 11, pp. 737-747.

CAMPO P., VENET T., RUMEAU C., THOMAS A., RIEGER B., COUR C., COSNIER F., PARIETTI-WINKLER C. ► Impact of noise or styrene on the kinetics of presbycusis. (Impact d'une exposition au bruit ou au styrène sur la cinétique d'apparition de la presbycusis). *Hearing Research*, 2011, n° 280, pp. 122-132.

RUMEAU C., CAMPO P., VENET T., THOMAS A., COUR C., PARIETTI-WINKLER C. ► Toluene effect on the olivocochlear reflex. (Les effets du toluène sur le réflexe olivocochléaire). *Toxicological Sciences*, 2011, vol. 121, n° 1, pp. 140-145.

VENET T., CAMPO P., RUMEAU C., RIEGER B., THOMAS A., COUR C. ► Neuronal circuits involved in the middle-ear acoustic reflex. (Circuits neuronaux impliqués dans le réflexe de l'oreille moyenne). *Toxicological Sciences*, 2011, vol. 119, n° 1, pp. 146-155.

VENET T., CAMPO P. ► EchoScan : Dispositif d'évaluation objective des performances des oreilles interne et moyenne. *Hygiène et Sécurité du Travail*, 2011, n° 223, pp. 57-61.

CARUEL E., GALMICHE J.P. ► Vibrations : Pourquoi et quand faire de la métrologie ? *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 223, pp. 121-124.

CARUEL E. ► Vers une calculatrice interactive vibrations mains. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 223, pp. 85-89.

REBELLE J., KLINGLER A., POIROT R. ► Analyse vibratoire de 6 transpalettes électriques du marché. Approche expérimentale. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 223, pp. 135-141.

BEHAR-COHEN F., MARTINSONS C., VIENOT F., **BARLIER-SALSI A.**, PICAUD S., GARCIA M., ATTIA D., ENOUF O., CESARINI J., ZISSIS G., Toulouse III U. ► Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: Any risks for the eye?. (Diodes électroluminescentes (LED) pour l'éclairage domestique. Des risques pour les yeux ?). *Progress in Retinal and Eye Research*, 2011, vol. 30, n° 4, pp. 239-257.

DEMARET P., DONATI P. ► Intégrer le risque « rayonnements électromagnétiques » dans le document unique d'évaluation des risques professionnels. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 225, ND 2350, pp. 45-53.

CANCERS PROFESSIONNELS

AUBLET-CUVELIER A., BOINI S., BOURGKARD E., DEMANGE V., GRZEBYK M., RADAUCEANU A. ► 13^e colloque de l'Association pour le développement des études et recherches épidémiologiques en santé et travail (ADEREST) Pont-à-Mousson, 23 et 24 septembre 2010. *Documents pour le Médecin du Travail*, 2011, n° 125, TD 175, pp. 83-93.

BOURGKARD E., WILD P. ► Cancer de la vessie et brouillards d'huile dans la sidérurgie : Etude prospective d'une cohorte de salariés de la région Nord-Pas-de-Calais. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 2011, vol. 72, pp. 84-85.

GONZALEZ M., BOURGKARD E., WILD P., PARIS C. ► Évaluation des expositions professionnelles : validation d'un questionnaire « tâches ». Prise en compte des facteurs professionnels dans la prédiction de survenue du cancer bronchique. In ANSES, APR 2007, Rapport final, Paris, septembre 2011, pp. 37-50.

CONCEPTION DES ÉQUIPEMENTS, DES LIEUX ET DES SITUATIONS DE TRAVAIL

GARDEUX F. ► Une aide logicielle pour la conception / (ré)aménagement de locaux et de situations de travail. Actes du 12^e colloque national AIP-PRIMECA, Le Mont-Dore, 29 mars-1^{er} avril 2011, 12 p.

SAVIN J. ► Digital human manikins for work-task biomechanical risk factors assessment: which degree of confidence and using constraints? (Evaluation par mannequins numériques des facteurs de risques biomécaniques d'une situation de travail : quel niveau de confiance et quelles contraintes d'usages ?). Actes du 1^{er} colloque international sur les modèles numériques d'humains DHM 2011, Lyon, 14-16 juin 2011. CD-Rom, 9 p., ISBN 978-2-9539515-0-9.

DE MAGISTRIS G., MICAELLI A., ANDRIOT C., SAVIN J., MARSOT J. ► Dynamic virtual manikin control design for the assessment of the workstation ergonomics. (Conception de lois de contrôles d'humain virtuel pour l'évaluation ergonomique de postes de travail). Actes du 1^{er} colloque international sur les modèles numériques d'humains DHM 2011, Lyon, 14-16 juin 2011, CD-Rom, 7 p., ISBN 978-2-9539515-0-9.

SAVIN J. ► Design of safer workstations: digital manikins are hard at work at INRS. (Conception de postes de travail plus sûrs : les mannequins numériques sont à l'œuvre à l'INRS). Site internet *Virtual Ergonomics Solutions* - Publications - DELMIA - CATIA - Dassault Systèmes.

MANSOUR D., MICAELLI A., LEMERLE P. ► A Computational Approach for Push Recovery in case of Multiple Noncoplanar Contacts. (Une nouvelle approche de modélisation pour la récupération de l'équilibre humain dans le cas de contacts non-coplanaires). Actes de la Conférence Internationale sur les Robots et Systèmes Intelligents - IROS'11, San Francisco (USA), 25-30 Septembre 2011, 8 p.

DÉCHETS ET RECYCLAGE

SAVARY B., VINCENT R. ► Used tire recycling to produce granulates : Evaluation of occupational exposure. (Valorisation des pneumatiques usagés en granulats : Evaluation des expositions professionnelles). *Annals of Occupational Hygiene*, 2011, vol. 55, n° 8, pp. 931-936.

CHOLLOT A., POMIAN J.L., ANDEOL-AUSSAGE B., ROMERO-HARIOT A. ► La filière des déchets diffus spécifiques - Aide au repérage des risques lors de la collecte et du regroupement des DDS. Paris, INRS, 2011, ED 6121, 27 p.

CHOLLOT A., LECLER M.T., ZIMMERMANN F., COURTOIS B., SAVARY B. ► Les écrans à tubes cathodiques - Comment réduire le risque chimique. Paris, INRS, 2011, ED 6089, 8 p.

ZIMMERMANN F., LECLER M.T., IHOUA S., SILVENTE E., CHOLLOT A. ► Risques chimiques dans la filière de valorisation des lampes usagées. *INRS, Documents pour le Médecin du Travail*, 2011, n° 125, pp. 147-155.

NANOTECHNOLOGIES ET NANOPARTICULES

BINET S., DRAIS E., CHAZELET S., RADAUCEANU A., REYNIER M., RICAUD M., WITSCHGER O. ► Risques liés aux nanoparticules et nanomatériaux. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 224, CR 16, pp. 29-41.

BOUTOU-KEMPF O., MARCHAND J.L., RADAUCEANU A., WITSCHGER O., IMBERNON E., IRESP G. ► Development of a French epidemiological surveillance system of workers producing or handling engineered nanomaterials in the workplace. (Proposition d'un dispositif français de surveillance épidémiologique des travailleurs qui produisent ou manipulent des nanomatériaux manufacturés sur leur lieux de travail). *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 2011, vol. 53, supplément n° 6, S103-S107.

WITSCHGER O. ► Recommandations en matière de caractérisation des potentiels d'émission et d'exposition professionnelle aux aérosols lors d'opérations mettant en œuvre des nanomatériaux. Guide méthodologique CEA, INERIS, INRS, Décembre 2011, 48 p.

BAU S., JACOBY J., WITSCHGER O. ► Performances de l'instrument meDISC pour la mesure en temps réel de la taille et de la concentration en nombre des aérosols de nanoparticules. Actes du 26^{ème} Congrès Français sur les Aérosols (CFA 2011), Paris, 25-26 Janvier 2011. Association Française d'Etudes et de Recherches sur les Aérosols (ASFERA), 2011, dans un recueil d'actes (CD-ROM).

BAU S., JACOBY J., WITSCHGER O. ► CAIMAN: a versatile facility to produce aerosols of nanoparticles. (CAIMAN : un banc d'essais versatile pour la production d'aérosols de nanoparticules). *Journal of Physics: Conference Series*, 2011, vol. 304, n° 1, pp. 012014.

BAU S., WITSCHGER O., GENSDARMES F., THOMAS D. ► Response of three instruments devoted to surface-area for monodisperse and polydisperse aerosols in molecular and transition regimes.. (Réponse de trois instruments dédiés à la mesure de la surface pour des aérosols monodispersés et polydispersés en régimes moléculaire et de transition). *Journal of Physics: Conference Series*, 2011, vol. 304, n° 1, pp. 012015.

CESARD V., BELUT E., PREVOSTE C. ► Preliminary evaluation of nanoparticle transfer across the dynamical air barrier of a microbiological safety cabinet. (Evaluation préliminaire du transfert des nanoparticules au travers d'une barrière de confinement dynamique d'un poste de sécurité microbiologique). Actes Roomvent 2011, Trondheim (Norvège), 19 - 22 juin 2011, 8 p.

GUICHARD R., TANIÈRE A., BELUT E., RIMBERT N. ► Simulation of nanoparticle coagulation: improved numerical technique. (Modélisation de la coagulation des nanoparticules : technique numérique améliorée). Actes de la 12^{ème} conférence internationale des écoulements multiphasiques dans les locaux industriels, Ischia (Naples), septembre 2011, 12 p.

ORGANISATION, SANTÉ, SÉCURITÉ ET BIEN-ÊTRE AU TRAVAIL

GRUSENMEYER C. ► Improving understanding of maintenance organization to ensure safe maintenance activities in companies. (Développer la compréhension de l'organisation de la maintenance dans les entreprises pour sécuriser les activités concernées). In: *Healthy Workplaces. A European Campaign on Safe Maintenance*, European Agency for Safety and Health at Work, 2011, ch. 1, pp 7-10, <http://osha.europa.eu/en/publications/magazine/magazine12/view>.

DELECROIX B., BIOCHE A., FRANCOIS M. ► Le travail dans la performance globale - application à la conception d'un centre de tri de déchets. In A. *Garrigou & F. Jeffroy (Eds.)*, Actes du 46^{ème} Congrès de la SELF « L'ergonomie à la croisée des risques », Paris, 14-16 septembre 2011, pp. 128-134.

QUILLEROU E. ► L'analyse des gestes professionnels et de leurs dilemmes dans différentes instances au sein de l'entreprise : question de reconnaissance ? Actes du 3^{ème} Congrès francophone sur les troubles musculosquelettiques - Échanges et pratiques sur la prévention, Grenoble, 26-27 mai 2011, 7 p.

HITTINGER B., GOVAERE V., WIOLAND L. ► Effets de l'utilisation d'un système informatique embarqué sur l'activité d'opérateurs du transport routier de marchandises. In: BASTIEN C., CEGARRA J., CHEVALIER A., DINET J., GREGORI N., GROSJEAN V. (sous la direction de), *EPIQUE'2011 - 6^{ème} colloque de psychologie ergonomique*, Metz, 05-07 septembre 2011, *Presses Universitaires de Nancy*, 2011, pp. 217-224.

GOVAERE V., WIOLAND L. ► Propagation des effets des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) : une proposition de méthodologie élargie. Note Scientifique et Technique INRS, NS 0294, 2011, 32 p.

RISQUES BIOLOGIQUES

FORTHOMME A., LE COQ L., ANDRES Y., JOUBERT A., BEMER D., DUQUENNE P., SIMON X. ▶ Tracking performance of a microbial consortium aerosol in the filter stage of a HVAC. (Suivi du comportement d'un aérosol microbien lors de l'étape de filtration d'une CTA). Actes Indoor Air 2011, Austin (Texas), juin 2011, 7 p.

FORTHOMME A., ANDRES Y., JOUBERT A., SIMON X., DUQUENNE P., BEMER D., COQ L. ▶ Evolution of a microbial aerosol behavior in HVAC systems – Quantification of *Staphylococcus epidermidis* and *Penicillium oxalicum* viability. (Etude du comportement d'un aérosol microbien lors de l'étape de filtration dans une CTA – Suivi de la viabilité de *Staphylococcus epidermidis* et *Penicillium oxalicum*). In: *Récents Progrès en Génie des Procédés*. XIII^{ème} congrès de la SFGP, Lille, 29 nov. au 1^{er} décembre 2011, Ed. SFGP, n° 101, 2011, 6 p.

FAURE M., GERARDIN F., ANDRE J.C., PONS M.N., ZAHRAA O. ▶ Study of photocatalytic damages induced on *E. coli* by different photocatalytic supports (various types and TiO₂ configurations). (Dommage métabolique de *E. coli* provoqué par l'action photocatalytique). *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 2011, vol. 222, pp. 323-329.

BETELLI L., SIMON X., HARTMANN A., GEHIN E., DUQUENNE P. ▶ Génération en voie liquide et caractérisation par PCR temps réel de bioaérosols de spores d'actinomycètes. Actes du 26^{ème} Congrès Français sur les Aérosols (CFA 2011), Paris, 25-26 Janvier 2011. Association Française d'Études et de Recherches sur les Aérosols (ASFERA), 2011, recueil d'actes CD-ROM.

BOUCHER D., BAPTISTE J.F., JAZIRI F., DAVID C., BIDERRE-PETIT C., DUQUENNE P., PEYRETAILLADE E., PEYRET P. ▶ Bacterial community composition of biological degreasing systems and health risk assessment for workers. (Composition des communautés bactériennes dans les systèmes biologiques de dégraissage et approche des risques pour les travailleurs). *Microbial Ecology*, 2011, vol. 62, n°4, pp. 868-881, DOI: 10.1007/s00248-011-9887-7.

SIMON X., DUQUENNE P., KOEHLER V., PIERNOT C., COULAIS C., FAURE M. ▶ Aerosolization of *Escherichia coli* and associated endotoxin using an improved bubbling bioaerosol generator. (Production d'un bioaérosol expérimental d'*Escherichia coli* et d'endotoxines avec un générateur bulleur amélioré). *Journal of Aerosol Science*, 2011, vol. 42, n° 8, pp. 517-531.

RISQUES CHIMIQUES

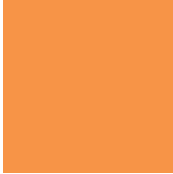
OURY B. ▶ Le «screening», un outil pour l'identification des composés organiques volatils dans une atmosphère de travail. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 224, ND 2346, pp. 19-27.

GALLAND B., COURTOIS B. ▶ Détecteurs portables de gaz et de vapeurs - Guide de bonnes pratiques pour le choix, l'utilisation et la vérification. INRS, Aide-mémoire technique, ED 6088, février 2011, 10 p.

EYPERT-BLAISON C., LECAQUE T., MARC F., KAUFFER E., MOULUT J.C. ▶ Use of the CIP10-R for determining crystalline silica in workplace airborne dust. (Utilisation de l'appareil CIP10-R pour le dosage de la silice cristalline dans l'air des lieux de travail). *Annals of Occupational Hygiene*, 2011, vol. 55, n°4. pp. 357-368.

JARGOT D., HECHT C. ▶ Évaluer l'exposition des salariés lors de la mise en œuvre de résines époxydiques : Exemples concrets d'évaluation en entreprise. *Documents pour le médecin du travail*, 2011, n° 125, TF 190, pp. 49-60.

HOWE A., MUSGROVE D., TAYLOR C., BREUER D., GUSBETH K., MORITZ A., DEMANGE M., OURY V., ROUSSET D., DOROTTE M. ▶ Evaluation of sampling methods for measuring exposure to volatile inorganic acids in workplace air. Part 1: Sampling hydrochloric acid (HCl) and nitric acid (HNO₃) from a test gas atmosphere. (Évaluation de méthodes de prélèvement utilisables pour la mesure de l'exposition aux acides minéraux volatils dans l'air des lieux de travail. 1^{ère} partie : Prélèvement d'acides chlorhydrique (HCl) et nitrique (HNO₃) dans un banc de génération de gaz). *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2011, vol. 8, pp. 492-502.



DEMANGE M., OURY V., ROUSSET D. ► Evaluation of sampling methods for measuring exposure to volatile inorganic acids in workplace air. Part 2: Sampling capacity and breakthrough tests for sodium carbonate - impregnated filters. (Évaluation de méthodes de prélèvement utilisables pour la mesure de l'exposition aux acides minéraux volatils dans l'air des lieux de travail. 2^{ème} partie : capacité de prélèvement et tests de claquage de filtres imprégnés de carbonate de sodium). *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2011, vol. 8, pp. 642–651.

ROUX A., LISON D., JUNOT C., HEILIER J.F. ► Applications of liquid chromatography coupled to mass spectrometry-based metabolomics in clinical chemistry and toxicology: a review. (Application de la métabolomique par chromatographie couplée à la spectrométrie de masse en biologie clinique et toxicologie : une revue de la littérature). *Clinical Biochemistry*, 2011, vol. 44, n° 1, pp. 119-135.

MARTIN P., GALLAND B., NICOT T., KLINGLER J., MARTIN C., VIGNAUD M.C. ► Exposition aux solvants organiques lors de la pose d'électrodes pour électroencéphalogrammes de longue durée. *Documents pour le Médecin du Travail*, 2011, n° 127, TF 194, pp. 397-408.

GAUDIN R., MARSAN P., NDAW S., ROBERT A., DUCOS P. ► Biological monitoring of exposure to di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in six French factories. A field study. (Surveillance biologique de l'exposition au phtalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP) dans six entreprises françaises. Une étude de terrain). *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 2011, vol. 84, n°5, pp. 523-531.

PETERS S., VERMEULEN R., OLSSON A., VAN GELDER R., KENDZIA B., VINCENT R., SAVARY B., WILLIAMS N., WOLDBAEK T., LAVOUE J., CAVALLA D., CATTENEO A., MIRABELLI D., PLATO N., DAHMANN D., BRUNING T., STRAIF K., KROMHOUT H. ► Development of Exposure Database on Lung carcinogens (ExpoSYN) for Quantitative Restrospective Occupational Exposure Assessment. (Développement d'une base de données d'exposition (ExpoSYN) aux agents chimiques à l'origine du cancer du poumon pour une évaluation quantitative des expositions professionnelles). *Annals of Occupational Hygiene*, 2012, vol. 56, n° 1, pp. 70–79.

HONNERT B., GRZEBYK M. ► Enquête sur l'utilisation industrielle des nano-objets : difficulté d'identification. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 222, ND 2340, pp. 3-7.

GRIPPARI F., APPERT-COLLIN J., BEMER D., CHAZELET S., THOMAS D. ► Colmatage des filtres par un aérosol nanométrique. Actes des 2^{èmes} Journées SF2P sur les séparations gaz / particules, Nancy, 15 et 16 juin 2011, 6 p.

GRIPPARI F., BAU S., BEMER D., CHAZELET S., APPERT-COLLIN J.C., THOMAS D. ► Filtration des fumées de métallisation : Caractérisation des agglomérats de nanoparticules. In : *Récents Progrès en Génie des Procédés*. XIII^{ème} congrès de la SFGP, Lille, 29 nov. au 1^{er} décembre 2011. Ed. SFGP, n° 101, 2011, 6 p.

CHARVET A., THOMAS D., BEMER D. ► Utilisation d'une colonne à bulles comme alternative aux médias fibreux pour le traitement des nanoparticules issues des fumées de métallisation. In : *Récents Progrès en Génie des Procédés*. XII^{ème} congrès de la SFGP, Lille, 29 nov. au 1^{er} décembre 2011. Ed. SFGP, n° 101, 2011, 5 p.

BEMER D., CHAZELET S., MASSON A., SUBRA I., CADAVID-RODRIGUEZ M.C. ► Charge électrique des aérosols - Mesure et influence de ce paramètre. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 225, ND 2347, pp. 3-15.

RICAUD M., CHAZELET S., BEMER D., THOMAS D. ► Nanomatériaux - Filtration de l'air et protection des salariés. *INRS, Travail & Sécurité*, mai 2011, Fiche pratique de sécurité ED 138, 4 p.

CLOTEAUX A., GERARDIN F., MIDOUX N. ► Numerical simulation and modelling of a typical swimming pool for disinfection by-products assessment. (Simulation numérique et modélisation d'un bassin de piscine traditionnelle en vue de l'évaluation des sous-produits de désinfection). Proceedings of Fourth International Conference Swimming Pool & Spa, Porto (Portugal), 15-18 Mars 2011, SPSR117-SPSR127.

GERARDIN F., MIDOUX N., THOMAS D., ANDRE J.C. ► Prévention du risque chimique et développement durable : un couplage responsable entre créativité, génie des procédés et attractivité sociale. In : *Récents Progrès en Génie des Procédés*. XIII^{ème} congrès de la SFGP, Lille, 29 nov. au 1^{er} décembre 2011. Ed. SFGP, n° 101, 2011, 5 p.

GERARDIN F. ► Chloramines - Vers une approche propre et sûre. *Travail & Sécurité*, mars 2011, n° 715, pp. 14-15.

TAFNOUT F., BELUT E., OESTERLE B., FONTAINE J.R. ► Caractérisation expérimentale de la dispersion d'un pseudo-polluant d'usinage. Actes 20^{ème} Congrès Français de Mécanique, CFM 2011, Besançon, 2011, 6 p.

TAFNOUT F., BELUT E., FONTAINE J.R., OESTERLE B. ► Experimental and numerical investigation of the dispersion of microparticles emitted by machining operation. (Caractérisation expérimentale et numérique de la dispersion des très fines particules émises par une opération d'usinage). *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2011, n° 78, pp. 857-863.

BONTHOUX F., HENRY F. ► Simulation par traçage gazeux de l'exposition d'un opérateur utilisant une sorbonne dite basse vitesse. Actes 12^{ème} congrès ContaminExpert, CD-ROM, ASPEC, Paris, 15-17 mars 2011, 8 p.

ZIMMERMANN F., CHOLLOT A., CLERC F., JIN Y. ► Analyse comparative des méthodes de détermination de la résistance des matériaux de protection cutanée à la perméation des produits chimiques. *INRS, Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 225, ND 2348, pp. 17-29.

FONTAINE J.R., DEVIENNE R., KELLER F.X., BOURDEL C. ► Capture hood efficiency above industrial heat and pollutant sources. (Efficacité de captage des hottes placées au-dessus des sources industrielles de contaminant et de chaleur). Actes Roomvent 2011, Trondheim (Norvège), 19 - 22 juin 2011, 8 p.

CHAZELET S., BROCHOT C., MICHIELSEN N., THOMAS D. ► Performance de demi-masques filtrants vis-à-vis des nanoparticules. Actes des 2^{èmes} journées SF2P sur les Séparations Gaz / Particules du laboratoire aux applications industrielles, Nancy, 15 et 16 juin 2011, 6 p.

CHAZELET S., BEMER D., GRIPPARI F. ► Effect of the test aerosol charge on the penetration through electret filter. (Influence de la charge des aérosols test sur la perméance des filtres électrets). *Separation and Purification Technology*, 2011, vol. 79, pp. 352-356.

MOURET G., CHAZELET S., THOMAS D., BEMER D. ► Discussion about the thermal rebound of nanoparticles. (Discussion à propos du rebond thermique des nanoparticules). *Separation and Purification Technology*, 2011, vol. 78, pp. 125-131.

CHAUVEAU R., PACAULT S., VALLIERES C., MARSTEAU S., GREVILLOT G. ► Modélisation de fronts d'adsorption de vapeur d'eau sur charbon actif. In : *Récents Progrès en Génie des Procédés*. XIII^{ème} congrès de la SFGP, Lille, 29 nov. au 1^{er} décembre 2011. Ed. SFGP, n° 101, 2011, 6 p.

MARSTEAU S., GALLAND B., VALLIERES C., PACAULT S. ► Outil d'estimation de la durée d'utilisation d'un adsorbant. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 222, ND 2342, pp. 19-25.

GREVILLOT G., MARSTEAU S., VALLIERES C. ► A Comparison of the Wheeler-Jonas Model and the Linear Driving Force at Constant-Pattern Model for the Prediction of the Service Time of Activated Carbon Cartridges. (Comparaison du modèle de Wheeler-Jonas et du modèle LDF (cas de fronts constants) pour la prévision de la durée d'utilisation des cartouches de charbon actif). *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2011, vol. 8, pp. 279-288.

MARQUET F., PAYAN J.P., BEYDON D., WATHIER L., GRAND-CLAUDE M.C., FERRARI E. ► In vivo and ex vivo percutaneous absorption of [¹⁴C]bisphenol A in rats: a possible extrapolation to human absorption?. (Absorption percutanée in vivo et ex vivo du bisphénol A chez le rat : extrapolation possible chez l'homme ?). *Archives of Toxicology*, 2011, vol. 85, n° 9, pp. 1035-1043.

HERY M., SIMON P. ► Places et limites des prélèvements atmosphériques et biologiques et des valeurs réglementaires et indicateurs associés. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale - Pathologie professionnelle et de l'environnement*, 2011, 16-001-B-10.

FALCY M., NDAW S. ► Médicaments cytotoxiques : évaluation des expositions. *Risques et Qualité*, 2011, vol. VIII, n° 3, pp. 217-218.

RISQUES MÉCANIQUES

BAUDOIN J., LECOINTE A., FAYARD F., BENHASSAIN A. ► Vérifications générales périodiques des presses plieuses hydrauliques. Guide aux utilisateurs. Paris, INRS, décembre 2011, ED 6112, 14 p.

L'HUILLIER J.C. ► Démarche pluridisciplinaire pour le développement d'un outil de travail plus approprié. Actes du 3^{ème} congrès francophone sur les troubles musculo-squelettiques. Echanges et pratiques sur la prévention, Grenoble, 26-27 mai 2011, 9 p.

CHARPENTIER P., BAUDOIN J., BELLO J.P. ► Application de la NF EN 62061 à la conception du système de commande d'une presse plieuse hydraulique. *Sécurisation des architectures informatiques industrielles*, avril 2011, pp. 181-225, ISBN 978-2-7462-2459-9.

LEMERLE P., HÖPPNER O., REBELLE J. ► Dynamic stability of forklift trucks in cornering situations - parametrical analysis using a driver simulator. (Stabilité dynamique des chariots élévateurs en conditions de virage - étude paramétrique réalisée sur simulateur de conduite). *Vehicle System Dynamics*, Octobre 2011, vol. 49, n° 10, pp. 1673-1693.

ZORE F., HELLA F. ► Prévention des risques de collision engins-piétons : influence du contexte organisationnel. In: BASTIEN C., CEGARRA J., CHEVALIER A., DINET J., GREGORI N., GROSJEAN V. (sous la direction de), EPIQUE'2011 - Sixième colloque de psychologie ergonomique, Metz, 05-07 septembre 2011, *Presses Universitaires de Nancy*, 2011, pp. 189-199.

MARSOT J. ► Visibilité et prévention des collisions engins-piétons : analyse bibliographique. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 224, ND 2345, pp. 9-18.

BUCHWEILLER J.P., CHARPENTIER P. ► Nouvelles normes de sécurité : les techniques vidéo sont-elles prêtes ? *Jautomatise*, Mars-Avril 2011, n° 75, pp. 40-43.

BLAISE J.C. ► Integrating maintenance into design: the machinery directive sets goals. (Intégration de la maintenance à la conception : la directive machines fixe des objectifs). *Magazine of the European agency for safety and health at work* - vol. 12 - Lieux de travail sûrs - Une campagne européenne pour une maintenance sûre - ISSN 1608-4144 - pp. 39-41.

RISQUES PSYCHOSOCIAUX (STRESS, VIOLENCE INTERNE ET EXTERNE)

CHOUANIERE D., LANGEVIN V. ► Stress et risques psychosociaux : concepts et prévention. *Techniques de l'ingénieur, Prévention des risques professionnels*, SE 3 830, 01-2011, pp. 1-13.

CHOUANIERE D. ► Prévention du stress au travail : types d'interventions et évaluation de leur efficacité. In: « *Stress au travail et santé – Situation chez les indépendants* », expertise collective INSERM, 2011, pp. 241-278.

LANGEVIN V., FRANCOIS M., BOINI S. ► Les questionnaires dans la démarche de prévention du stress au travail. *Documents pour le Médecin du Travail*, 2011, n° 125, TC 134, pp 23-35.

VAN DE WEERDT C., BARATTA R. ► Working conditions and Emotional Strategies of Home Healthcare Workers. (Les conditions de travail et les stratégies émotionnelles de soignants à domicile). 3rd International Conference of Healthcare Systems Ergonomics and Patient Safety, Oviedo (Espagne), 22-24 juin 2011. *Healthcare Systems Ergonomics and Patient Safety 2011*, Albolino et al. (eds), 2011 Taylor & Francis Group, London, pp. 172-174.

VAN DE WEERDT C., BARATTA R. ► Conditions de travail, activité et stratégies émotionnelles de soignants à domicile. In: BASTIEN C., CEGARRA J., CHEVALIER A., DINET J., GREGORI N., GROSJEAN V. (sous la direction de), EPIQUE'2011 - Sixième colloque de psychologie ergonomique, Metz, 05-07 septembre 2011, *Presses Universitaires de Nancy*, 2011, pp. 297-303.

VAN DE WEERDT C. ► Introduction sur la prise en compte des émotions et des affects dans les relations de service. Actes du 3^{ème} Congrès francophone sur les troubles musculo-squelettiques - Echanges et pratiques sur la prévention, Grenoble, 26-27 mai 2011, 6 p.

COEUGNETS., CHARRON C., VAN DE WEERDT C., ANCEAUX F., NAVETEUR J. ► La pression temporelle : un phénomène complexe qu'il est urgent d'étudier. *Le Travail Humain*, 2011, vol. 74, n° 2, pp. 157-181.

VAN DE WEERDT C. ► Les contraintes de travail et les stratégies de régulations émotionnelles en centre de relation clientèle. *Le Travail humain*, 2011, vol. 74, n° 4, pp. 321-339.

CHOUANIERE D., NIEDHAMMER I. ► Revue de la littérature sur les contraintes psychosociales au travail évaluées en épidémiologie comme facteurs de risque des TMS : intérêt et limites. Actes du 3^{ème} Congrès francophone sur les troubles musculosquelettiques - Échanges et pratiques sur la prévention, Grenoble, 26-27 mai 2011, 8 p.

CHOUANIERE D., COHIDON C., EDEY GAMASSOU C., KITTEL F., LAFFERRERIE A., LANGEVIN V., LECLERC A., MOISAN M.P., NIEDHAMMER I., WEIBEL L. ► Expositions psychosociales et santé : état des connaissances épidémiologiques. *Documents pour le Médecin du Travail*, 2011, n° 127, TP 13, pp. 509-517.

MARC J., GROSJEAN V., MARSELLA M.C. ► Dynamique cognitive et risques psychosociaux : isolement et sentiment d'isolement au travail. *Le Travail Humain*, 2011, vol. 74, n°2, pp. 107-130. (P2010-188)

FAVARO M., MARC J. ► Isolement, maltraitance, violence au travail : une recherche-intervention aux confins de l'ergonomie. In A. Garrigou & F. Jeffroy (Eds). Actes du 46^{ème} Congrès de la SELF « L'ergonomie à la croisée des risques », Paris, 14-16 septembre 2011, pp. 184-189.

CHOUANIERE D., BOINI S. ► Principaux résultats de l'étude épidémiologique «Conditions de travail et santé dans les Centres d'Appels Téléphoniques». *Le Journal des professionnels de la Santé au Travail*, JST 44, mars 2011, p. 7.

CHOUANIERE D., BOINI S., COLIN R. ► Conditions de travail et santé dans les centres d'appels téléphoniques. *Documents pour le Médecin du Travail*, 2011, n°126, TF191, pp. 241-259.

CHOUANIERE D., BOINI S., WILD P. ► Conditions organisationnelles et symptômes de stress dans les centres d'appels téléphoniques : effet direct ? *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 2011, vol. 72, pp. 82-83.

BOINI S., CHOUANIERE D., COLIN R., WILD P. ► Relations entre facteurs organisationnels et jobstrain/déséquilibre efforts récompenses dans des centres d'appels téléphoniques en France. *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*, 2011, vol. 72, p 82.

BOINI S., CHOUANIERE D. ► Les relations entre facteurs organisationnels et contraintes perçues chez les téléopérateurs. *Santé & travail*, juillet 2011, n° 75, pp. 42-45.

DELCROIX M., CHOUANIERE D., BOINI S. ► Le questionnaire « Responsable de plateau » de l'étude conditions de travail et santé dans les centres d'appels téléphoniques. *Documents pour le Médecin du Travail*, 2011, n° 128, TF 198, pp. 615-636.

GROSJEAN V., MARC J., ALTHAUS V. ► Les émotions et les erreurs comme éléments de feedback individuel et collectif. Vers une nouvelle lecture de la question de la performance collective et de la santé psychosociale. In: BASTIEN C., CEGARRA J., CHEVALIER A., DINET J., GREGORI N., GROSJEAN V. (sous la direction de), EPIQUE'2011 - Sixième colloque de psychologie ergonomique, Metz, 05-07 septembre 2011, *Presses Universitaires de Nancy*, 2011, pp. 11-23.

PARMENTIER C., GROSJEAN V. ► Démarche d'amélioration des conditions de travail - Les pratiques systémiques de l'école de Palo Alto dans une PMI de sous-traitance automobile. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n° 222, ND 2341, pp. 9-17.

ALTHAUS V., GROSJEAN V., BRANGIER E. ► L'intervention systémique en santé et bien-être au travail : cadre et forme d'une intervention sur la gestion des âges. In A. Garrigou & F. Jeffroy (Eds.), Actes du 46^{ème} Congrès de la SELF « L'ergonomie à la croisée des risques », Paris, 14-16 septembre 2011, pp. 10-16.

RISQUES POUR LA REPRODUCTION

SAILLENFAIT A.M., ROBERT A., SABATE J.P., DENIS F., ROUILLER-FABRE V., MOISON D., GALLISSOT F. ► Effects of in utero exposure to di-n-hexyl phthalate on testosterone synthesis in fetal rat testis. (Effets d'une exposition in utero au phtalate de di-n-hexyle sur la synthèse de testostérone par le testicule fœtal de rat). Actes du 39^{ème} Congrès annuel de la Société Européenne de Tératologie, Gent (Belgique), 4 - 8 septembre 2011. In: *Reproductive Toxicology*, 2011, vol. 32, pp. 172-173.

SAILLEFAIT A.M., ROUDOT A., GALLISSOT F., SABATE J.P. ► Prenatal developmental toxicity studies on di-n-heptyl and di-n-octyl phthalates in Sprague-Dawley rats. (Toxicité du développement prénatal des phtalates de di-n-heptyle et de di-n-octyle chez le rat Sprague-Dawley). *Reproductive Toxicology*, 2011, vol. 32, pp. 268-276.

SABATE J.P., GALLISSOT F., SAILLEFAIT A.M. ► Prenatal developmental toxic effects of dimethoxyethyl phthalate in rats after oral administration. (Effets toxiques pour le développement prénatal du phtalate de diméthoxyéthyle chez le rat après administration par voie orale). Actes du 47^{ème} Congrès de la Société Européenne de Toxicologie - EUROTOX 2011, Paris, 28 - 31 Août 2011. In: *Toxicology Letters*, 2011, vol. 205, suppl. 1, S252-S253.

RISQUE ROUTIER PROFESSIONNEL

TIHAY D. ► Prévenir le risque de surcharge des véhicules utilitaires légers - Les dispositifs embarqués. Paris, INRS, 2011, ED 6114, 16 p.

TROUBLES MUSCULO-SQUELETTIQUES ET LOMBALGIES

CUNY A. ► Activité des médecins du travail et marges de manœuvre : Prévention des TMS et liens avec les RPS dans les entreprises de propreté. Master Recherche Ergonomie - Conservatoire National des Arts et Métiers - Université de Bordeaux - Octobre 2011, 82 p.

SIMONET P., SAVESCU A., VAN TRIER M., GAUDEZ C., AUBLET-CUVELIER A. ► La pluridisciplinarité au service de la prévention des TMS : quand l'association entre psychologie du travail et biomécanique devient, pour les professionnels, support d'analyse des gestes de métier. Actes du 3^{ème} Congrès francophone sur les troubles musculosquelettiques « Échanges et pratiques sur la prévention », Grenoble, 26-27 mai 2011, 7 p.

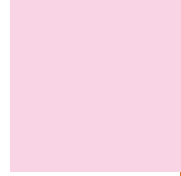
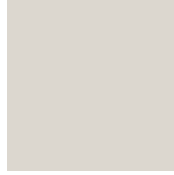
SIMONET P., SAVESCU A. ► L'hypo-socialisation du mouvement - Prévention durable des troubles musculo-squelettiques chez des fossoyeurs municipaux. Thèse de Doctorat - Discipline : psychologie du travail, Conservatoire National des Arts et métiers - École Doctorale Abbé Grégoire le 5 décembre 2011, 335 p.

AUBLET-CUVELIER A., CAIL F., CLAUDON L., ROQUELAURE Y., LECLERC A. ► 7^{ème} conférence internationale sur la prévention des troubles musculo-squelettiques, PREMUS 2010. *Documents pour le Médecin du Travail*, 2011, n° 125, TD 173, pp 61-72.

MEYER J.P. ► Effets des vibrations de l'ensemble du corps. *Hygiène et sécurité du travail*, 2011, n°223, pp. 25-29.

VIEILLISSEMENT, TRAVAIL, SANTÉ

MEYER J.P., MOCHEL J.L. ► Le process cadre vert : comment le travail peut aider à rester actif. Actes du 3^{ème} Congrès francophone sur les troubles musculosquelettiques « Échanges et pratiques sur la prévention », Grenoble, 26-27 mai 2011, 7 p.



Directeur de publication

Stéphane Pimbert

Rédacteurs en chef

Didier Baptiste et Stéphane Vaxelaire

Direction rédactionnelle et coordination

Patricia Bernard et Joseph Ciccotelli

Conception et direction artistique

Ithaque design graphique

Illustrations

Jean-Pierre Dalens et Gaël Kerbaol (p. 67)

Traduction

James Francey, Stephen Walsh et Michel Talarmin

Recueil de données « études et recherche »

Claudine Cericola et Chantal Rolin

Ont également contribué à la publication

les responsables d'études de l'INRS

Juin 2012



Siège social

30, rue Olivier Noyer – 75680 Paris cedex 14
Tél. : 01 40 44 30 00 – Fax : 01 40 44 30 99

Centre de Lorraine

1, rue du Morvan – CS 60027 – F-54519 Vandœuvre cedex
Tél. : 03 83 50 20 00 – Fax : 03 83 50 20 97

E-mail : info@inrs.fr

www.inrs.fr