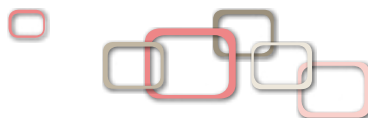


Études & Recherche

2015/2016





Carte d'identité de l'INRS

1947 : Création par les partenaires sociaux de l'INS (Institut national de sécurité), association loi 1901 constituée sous l'égide de la CNAMTS, administrée par un Conseil paritaire (composé de 9 représentants des employeurs et 9 représentants des syndicats de salariés).

1968 : L'INS devient l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles) et intègre la branche accidents du travail, maladies professionnelles (AT/MP) de l'Assurance maladie.

Missions de l'INRS

- Identifier les risques professionnels et mettre en évidence les dangers
- Analyser leurs conséquences pour la santé et la sécurité de l'Homme au travail
- Diffuser et promouvoir les moyens de maîtriser ces risques au sein des entreprises

Les statuts et les règles déontologiques de l'INRS garantissent son impartialité. L'évaluation scientifique des travaux de l'INRS est assurée par une commission d'experts extérieurs. Ses orientations sont en cohérence avec la Convention d'objectifs et de gestion de la branche AT/MP.

Quatre modes d'action complémentaires

De l'acquisition des connaissances jusqu'à leur diffusion en passant par leur transformation en solutions, l'Institut met à profit ses ressources pluridisciplinaires pour diffuser une culture de prévention des risques professionnels et proposer des outils méthodologiques et pratiques.

L'INRS a pour objectif de contribuer à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles par le déploiement d'actions complémentaires, réparties comme suit en 2015 :

- Études et recherche : 43%
- Assistance : 25 %
- Formation : 11 %
- Information : 14 %

(Actions de communication externe ou vers l'international 7 %)

Quelques chiffres-clés 2015

Effectif

- 586 salariés dont
- 210 basés à Paris (siège social) et
- 376 au Centre de Lorraine (Vandoeuvre-lès-Nancy)

Budget

- 82,5 M€ issus à 98 % du Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles de l'Assurance maladie (branche AT/MP)

Public cible

- 18,6 millions de salariés et
- 1,7 million d'entreprises relevant du régime général de la Sécurité sociale

Sommaire

■ Avant-propos

Éditorial du Directeur scientifique de l'INRS	4
Commission scientifique de l'INRS	6
Groupes de suivi	7
Activités "Études et recherche" des départements de l'INRS	10
Entretien avec le Président de la Commission scientifique de l'INRS	12
Bilan d'activité 2015 "Études et recherche"	14

■ Programme "Études et recherche" 2015/2016

Panorama des études conduites en 2015/2016 par thématique :

Accidentologie et culture de prévention	15
Allergies professionnelles	16
Bruits, vibrations, champs électromagnétiques, optique	18
Conception des équipements, des lieux et des situations de travail	25
Déchets et recyclage	26
Multi-expositions : produits chimiques et bruits	30
Nanomatériaux manufacturés	32
Organisation, santé et sécurité au travail	35
Prévention des cancers professionnels	37
Reproduction et travail	39
Risques biologiques	41
Risques chimiques	44
Risques mécaniques et nouvelles technologies pour la prévention des accidents	58
Risques psychosociaux	60
Risque routier professionnel	63
Troubles musculo-squelettiques des membres et du rachis	64
Vieillesse, maintien dans l'emploi et prévention de la désinsertion professionnelle	67

■ Partenariats

70

■ Communications et publications de l'année 2015

74

■ Liste des publications 2015

75





Pr Didier Baptiste
Directeur scientifique de l'INRS

Éditorial du Directeur scientifique

Avec la particularité de disposer de quatre modes d'action complémentaires (études et recherche, assistance, formation et information), l'INRS apporte des connaissances concrètes en matière de santé et de sécurité au travail. La finalité de l'activité "Études et recherche" est d'agir sur le champ de la prévention des risques professionnels, qui est multiple, évolutif, afin de corriger et anticiper les situations de travail potentiellement dangereuses. La compréhension génère l'innovation ; et l'acquisition de ces savoirs conduit à des méthodes ou techniques nouvelles ayant vocation à être transférées vers les entreprises.

En 2015, cette approche s'est particulièrement illustrée dans le domaine du risque chimique.

Bien que les expositions aux substances aient diminué ces dernières années, que les niveaux de pollution soient plus faibles - grâce à des apports scientifiques et réglementaires sans précédents - le risque pour la santé demeure une préoccupation majeure des acteurs de la prévention. Plus de 100 millions de substances étaient recensées fin 2015 dans le registre du Chemical abstract service.

Les chercheurs de l'INRS sont mobilisés pour comprendre l'impact de l'utilisation des produits chimiques sur l'environnement de travail et contribuer à un abaissement des concentrations au plus bas niveau possible. Ils poursuivent des travaux pour estimer les dangers (toxicologie), les effets pour la santé (cancers, allergies...), les nouvelles substances (nanomatériaux...), la caractérisation des expositions (méthodes), la biométrie (surveillance). D'autres aspects liés à l'activité réelle du terrain sont étudiés, telles les multiexpositions ou coexpositions (effets conjugués, synergies), l'ergonomie (analyse des postes de travail), l'épidémiologie (mise en évidence d'altérations de la santé en rapport avec des expositions), le type de protection (filtres, équipement de protection collective et individuelle), le traitement des émissions à la source (capture...).

L'Institut attache aussi de l'importance au transfert des connaissances, à leur appropriation. Une conférence scientifique internationale organisée en avril par les équipes de recherche de l'INRS a ainsi permis de faire le point sur les dernières innovations pour évaluer et réduire les expositions chimiques. 360 participants ont pu découvrir les méthodes disponibles ou en cours de développement, dont la synthèse a été publiée dans la revue *Hygiène et sécurité du travail*. Une journée technique consacrée à l'exposition aux fumées de soudage a également favorisé le partage d'informations, notamment sur les postes à souder innovants. De nouveaux outils d'évaluation issus des travaux d'études ont aussi été mis à disposition des entreprises (Metropol, Seirich...).

Comprendre et innover en matière d'études et recherche, c'est aussi agir pour que la prévention soit intégrée le plus en amont possible des situations de travail. Avec des travaux sur la conception des futurs équipements, l'organisation du travail, la protection des actifs les plus jeunes, ou des populations vieillissantes, celles exposées à des nuisances physiques ou psychologiques, l'Institut contribue à faire avancer la culture de prévention dans les entreprises.

Nous espérons que cette édition vous permettra de mieux identifier les apports scientifiques et techniques de l'Institut et que vous en apprécierez le contenu illustré.

Je vous souhaite une bonne lecture.

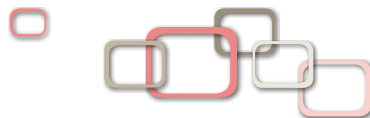


Direction scientifique

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.

Contact : ds@inrs.fr



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 conduites par l'Institut. 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.

Président

Denis BOULAUD	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Direction environnement et intervention. Le Vésinet (78)
----------------------	--

Vice-présidents

Christine CHAUVIN-BLOTTIAUX	Université de Bretagne-Sud. Centre de recherches en psychologie, cognition et communication (CRPCC). Lorient (56)
------------------------------------	---

Robert GARNIER	Hôpital Fernand-Widal. Centre antipoison. Paris (75)
-----------------------	--

Jean-Claude SAGOT	Université de technologie de Belfort-Montbéliard. Laboratoire systèmes et transports. Belfort (90)
--------------------------	--

Autres membres

Paul AVAN	Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) - Université d'Auvergne. Faculté de médecine. Équipe biophysique et neurosensorielle. Clermont-Ferrand (63)
------------------	--

Raphaël DUMAS	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR). Laboratoire de biomécanique et mécanique des chocs. Villeurbanne (69)
----------------------	---

Daniel EILSTEIN	Institut de veille sanitaire (InVS). Saint-Maurice (94)
------------------------	---

Alexandre GARCIA	Conservatoire national des arts et métiers. Laboratoire de mécanique des structures et des systèmes couplés/Laboratoire d'acoustique (LMSSC). Paris (75)
-------------------------	--

Alain GARRIGOU	Université de Bordeaux 1. Département hygiène, sécurité et environnement. Gradignan (33)
-----------------------	--

Yves GONTHIER	Université de Savoie. Polytech Annecy-Chambéry. Le Bourget-du-Lac (73)
----------------------	--

Pascal GUÉNEL	Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations (CESP). Villejuif (94)
----------------------	--

Benoît IUNG	Université de Lorraine. Centre de recherche en automatique de Nancy (CRAN). Vandœuvre-lès-Nancy (54)
--------------------	--

Annie JOLIVET	Centre d'études de l'emploi. Noisy-le-Grand (93)
----------------------	--

Laurence LE COQ	École des mines. Département systèmes énergétiques et environnement. Nantes (44)
------------------------	--

Benoît MAUNIT	Université d'Orléans. Institut de chimie organique et analytique (ICOA). Orléans (45)
----------------------	---

Alain PINEAU	Faculté de pharmacie. Laboratoire de toxicologie. Nantes (44)
---------------------	---

Nicolas TRICOT	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA). Unité de recherche technologies et systèmes d'information pour les agrosystèmes. Aubière (63)
-----------------------	--

David VERNEZ	Institut universitaire romand de santé au travail. Lausanne (Suisse)
---------------------	--

Christophe VIAL	Institut Pascal. Axe génie des procédés, énergétique et biosystèmes (GePEB). Aubière (63)
------------------------	---

Elisabete WEIDERPASS VAINIO	Cancer registry of Norway. Institute of population based cancer research. Oslo (Norvège)
------------------------------------	--

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 dossiers des études, échanger avec les chercheurs et établir leur rapport d'évaluation.

Membres du groupe de suivi département épidémiologie en entreprise

Amélie ADAM	Association lorraine de santé en milieu de travail. Ludres (54)
Dominique CHOUDAT	Groupe hospitalier Cochin. Service de pathologie professionnelle Université Paris Descartes. Paris (75)
Alexis D'ESCATHA	AP-HP. Unité de pathologie professionnelle, de santé au travail et d'insertion. Garches (92)
Pierre DUCIMETIÈRE	Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). Villejuif (94)
Daniel EILSTEIN	Institut de veille sanitaire (InVS). Saint-Maurice (94)
Pascal GUÉNEL	Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations (CESP). Villejuif (94)
Elisabete WEIDERPASS VAINIO	Cancer registry of Norway. Institute of population based cancer research. Oslo (Norvège)

Membres du groupe de suivi département homme au travail

Christophe BONNAUD	CARSAT Auvergne. Département risques professionnels. Clermont-Ferrand (63)
Sandrine CAROLY	Université de Grenoble-Alpes. UMR PACTE. Grenoble (38)
Christine CHAUVIN-BLOTTIAUX	Université de Bretagne-Sud. Centre de recherches en psychologie, cognition et communication (CRPCC). Lorient (56)
Raphaël DUMAS	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR). Laboratoire de biomécanique et mécanique des chocs. Villeurbanne (69)
Alain GARRIGOU	Université de Bordeaux 1. Département hygiène, sécurité et environnement. Gradignan (33)
Catherine HELLEMANS	Université libre de Bruxelles. Faculté des sciences psychologiques et de l'éducation. Bruxelles (Belgique)
Annie JOLIVET	Centre d'études de l'emploi. Noisy-le-Grand (93)
Annette LECLERC	Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). Unité 687 - Hôpital Paul Brousse. Villejuif (94)
Jean-Pierre LIBERT	Université de Picardie Jules Verne. Laboratoire Peritox. Amiens (80)
Pascal MADELEINE	Aalborg University. Department of Health, Science and Technology. Aalborg East (Danemark)
Philippe MAIRIAUX	Université de Liège. Faculté de médecine. Département des sciences de la santé publique. Liège (Belgique)
Arnaud MIAS	Université Paris-Dauphine. Institut de recherche interdisciplinaire en sciences sociales (IRISSO). Paris (75)
Michel NIEZBORALA	Association de santé au travail interentreprises et de l'artisanat. Toulouse (31)
Jean-Michel SCHWEITZER	Association régionale pour l'amélioration des conditions de travail (ARACT). Metz (57)

Membres du groupe de suivi département ingénierie des équipements de travail

Michel BERENGIER	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR). Centre de Nantes. Bouguenais (44)
Élodie DEQUAIRE	Centre technique des industries mécaniques (CETIM). Senlis (60)
Jacques FELBLINGER	Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). CHU Nancy-Brabois. Imagerie adaptative, diagnostique et interventionnelle. Vandœuvre-lès-Nancy (54)
Emmanuel FOLTETE	École nationale supérieure de mécanique et des microtechniques (ENSMM). Département mécanique appliquée. Besançon (25)
Alexandre GARCIA	Conservatoire national des arts et métiers (CNAM). Laboratoire de mécanique des structures et des systèmes couplés (LMSSC). Laboratoire acoustique. Paris (75)
Benoît IUNG	Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN). Vandœuvre-lès-Nancy (54)
Guy LE BERRE	CARSAT Bretagne. Direction des risques professionnels. Rennes (35)
Emmanuel MARTEAU	CRAM Île-de-France. Paris (75)
Fodil MERAGHNI	École nationale supérieure d'arts et métiers. Laboratoire d'étude des microstructures et de mécanique des matériaux (LEM3). Metz (57)
Bernard ROUGIE	Institut national de métrologie du Conservatoire national des arts et métiers (CNAM). La Plaine-Saint-Denis (93)
Jean-Claude SAGOT	Université de technologie de Belfort-Montbéliard. Laboratoire systèmes et transports. Belfort (90)
Nicolas TRICOT	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA). Unité de recherche technologies et systèmes d'information pour les agrosystèmes. Aubière (63)

Membres du groupe de suivi département ingénierie des procédés

Jacques BORÉE	École nationale supérieure de mécanique et d'aérotechnique. Futuroscope. Chasseneuil (86)
Jacques CATANI	CARSAT Sud-Est. Laboratoire risques chimiques - Métrologie. Marseille (13)
Frédéric DURAND	Laboratoire interrégional de chimie de l'est. Vandœuvre-lès-Nancy (54)
François DURIER	Centre technique des industries aéronautiques et thermiques (CETIAT). Villeurbanne (69)
Philippe GÉRARDIN	Université de Lorraine. Faculté des sciences et technologie. Laboratoire d'études et de recherche sur le matériau bois. Vandœuvre-lès-Nancy (54)
Yves GONTHIER	Université de Savoie. Polytech Annecy-Chambéry. Le Bourget-du-Lac (73)
Laurence LE COQ	École des mines. Département systèmes énergétiques et environnement. Nantes (44)
Michel LEBRUN	CARSAT Auvergne. Centre interrégional de mesures physiques. Clermont-Ferrand (63)
Michel SARDIN	Université de Lorraine. École nationale supérieure des industries chimiques (ENSIC). Nancy (54)
Christophe VIAL	Institut Pascal. Axe Génie des procédés, énergétique et biosystèmes (GePEB). Aubière (63)

Membres du groupe de suivi département métrologie des polluants

Denis BOULAUD	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Direction environnement et intervention. Le Vésinet (78)
Jacques CATANI	CARSAT Sud-Est. Laboratoire risques chimiques. Métrologie. Marseille (13)
Martine CHOUVET	Institut technique des gaz et de l'air (ITGA). Laboratoire PRYSM. Saint-Étienne (42)
Caroline DUCHAINE	Centre de recherche hôpital de Laval. Département de biochimie et de microbiologie. Sainte-Foy (Québec)
Catherine HEDOUIN-LANGLET	CRAM Île-de-France. Laboratoire de toxicologie industrielle. Paris (75)
Jérôme LAVOUE	Centre de recherche du centre hospitalier de l'université de Montréal (CHUM). Montréal (Canada)
Pierre LE CANN	École des hautes études en santé publique. Rennes (35)
Benoît MAUNIT	Université d'Orléans. Institut de chimie organique et analytique (ICOA). Orléans (45)
Valérie PICHON	École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris (ESPCI). Paris (75)
David VERNEZ	Institut universitaire romand de santé au travail. Lausanne (Suisse)

Membres du groupe de suivi département toxicologie et biométrie

Brice APPENZELLER	Institut de santé du Luxembourg. Laboratoire de biomonitoring. Esch-sur-Alzette (Luxembourg)
Paul AVAN	Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) - Université d'Auvergne. Faculté de médecine. Équipe biophysique et neurosensorielle. Clermont-Ferrand (63)
Jacques BOPP	Orange. Service de santé au travail. Mulhouse (68)
Robert GARNIER	Hôpital Fernand Widal. Centre antipoison. Paris (75)
Marie-Claude JAURAND	Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). CEPH/IUH. Paris (75)
Saadia Kerdine-Römer	Université Paris-Sud - Faculté de pharmacie - Laboratoire d'excellence en recherche sur le médicament et l'innovation thérapeutique (LabEX LERMIT). Châtenay-Malabry (92)
Pierre LeBailly	Centre François Baclesse. UMR INSERM Cancers et Prévention. Caen (14)
Alain Pineau	Faculté de pharmacie. Laboratoire de toxicologie. Nantes (44)



Activités “Études et recherche” de l’INRS

En 2015, les actions d’études et de recherche représentaient 43 % des activités de l’INRS.

Menées dans 6 départements et 21 laboratoires du centre de Lorraine, ces activités sont conduites par des chercheurs, ingénieurs, médecins, techniciens, chimistes, toxicologues, ergonomes...

Ces départements représentent 250 personnes.

Métrologie des polluants

Le département développe des méthodes d’évaluation et de caractérisation des expositions professionnelles par inhalation et par contact cutané. Il propose des méthodes de prélèvement et d’analyse des polluants gazeux et des aérosols semi-volatils, particulaires, y compris de taille nanométrique, et des aérosols microbiologiques. Il identifie les secteurs d’activité et/ou les métiers dans lesquels il est nécessaire d’engager des actions de prévention du risque chimique et biologique. Il capitalise et exploite les données collectées dans les bases de données COLCHIC et SCOLA.

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, biologiques 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

Toxicologie et biométrie

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 :

- Biométrie
- Génération d’atmosphères et de chimie analytique toxicologique
- Cancérogénèse, mutagenèse et reprotoxicité
- Sensibilisations, allergies et biologie clinique
- Pénétration cutanée, cinétique et métabolisme
- Ototoxicité et neurotoxicité

Ingénierie des équipements de travail

Le département développe de l'ingénierie de prévention des risques mécaniques et physiques liés aux équipements de travail. Les machines fixes ou mobiles, engins, véhicules, machines portatives, outils... entrent dans le champ d'action du département, ainsi que les composants de sécurité, les locaux (ateliers, bureaux...) et les équipements de protection individuelle ou collective.

En plus des risques d'accident, les équipements de travail sont sources de bruit, vibrations, rayonnements optiques ou électromagnétiques qui provoquent des maladies professionnelles. Le département vise l'amélioration, si possible dès la conception, de tous ces équipements et dispositifs de protection utilisés par l'Homme au travail.

Laboratoires :

- Acoustique au travail
- Électromagnétisme - Vibrations - Optique
- Conception - Équipements de protection - Interfaces homme-machine
- Sécurité des équipements de travail et automatismes

Homme au travail

Le département mène des activités scientifiques visant à améliorer les conditions de travail par la production et le transfert de connaissances, de démarches, de méthodes et d'outils issus de la recherche, à destination des acteurs de la prévention des risques professionnels. Centrées sur l'analyse de l'activité réelle de l'Homme au travail, des pratiques d'entreprises et sur des expérimentations simulant des situations de travail, les questions traitées portent tant sur l'évaluation des risques en lien avec les aspects physiques, physiologiques, psychosociaux, organisationnels, technologiques et démographiques que sur la mobilisation d'actions stratégiques et managériales de prévention pour gérer la santé et sécurité au travail.

Laboratoires :

- Ergonomie et psychologie appliquées à la prévention
- Gestion et organisation pour la santé et sécurité au travail
- Physiologie - Mouvement - 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 à des produits, des environnements de travail ou des facteurs psychosociaux. Les études conduites s'intéressent aux pathologies respiratoires, cardio-vasculaires, aux allergies, aux cancers, aux troubles musculo-squelettiques, aux troubles de la reproduction et aux troubles liés à des facteurs psychosociaux. Le département conduit également des études d'évaluation d'impact sur la prévention d'interventions ou de formations. Ces différentes études peuvent nécessiter le développement, en interne, de méthodes statistiques adaptées.





Denis Boulaud
Président de la Commission
scientifique de l'INRS

Entretien avec Denis Boulaud

Vous venez d'être nommé Président de la Commission scientifique de l'INRS, à laquelle vous apportez votre expertise depuis 14 années. Quel regard portez-vous sur l'activité "Études et recherche" de l'Institut, son évolution ces dernières années ?

Je contribue en effet aux travaux de la Commission scientifique de l'INRS depuis 2002. J'ai occupé la fonction de vice-Président de celle-ci entre 2008 et 2015, avant d'accepter sa présidence, au début de cette année 2016. Dans ce cadre, j'anime également le groupe de suivi du département "Métrologie des polluants" depuis 2008.

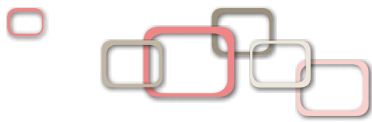
Au cours de ces 14 années, j'ai pu constater une évolution sensible des études et recherche de l'INRS avec une ouverture de plus en plus affirmée vers des collaborations externes, en contribuant notamment à des projets européens et des projets financés par l'ANR. Le nombre de doctorants a par ailleurs beaucoup progressé au cours des dix dernières années, démontrant ainsi le dynamisme et l'attractivité de la recherche au sein de l'INRS. Cette évolution s'est notamment manifestée au niveau de la valorisation scientifique des résultats des études et recherche avec une augmentation remarquable des publications dans les revues internationales à comité de lecture.

La Commission scientifique et les groupes de suivi viennent d'être renouvelés. Comment appréhendez-vous le rôle de cette instance chargée d'évaluer les travaux d'études et recherche de l'INRS ?

L'animation de la Commission scientifique (CS) repose, en premier lieu, sur les Groupes de suivi (GS), qui réalisent un travail minutieux d'évaluation et de suivi des études et recherche avec des experts externes ayant des spécialités bien en phase avec les disciplines scientifiques des différents départements. Ces avis, avec les recommandations associées, sont ensuite consolidés au sein de la CS dont les membres débattent collégalement du bien-fondé. Dans ce processus, l'articulation entre les GS et la CS est essentielle, et il convient de veiller à ce que la richesse de ce processus soit préservée à tous les niveaux. Ce système dual (GS/CS) permet ainsi d'accompagner utilement les travaux de l'INRS, à la fois sur le volet évaluation et sur le volet suivi, avec des demandes d'inflexions des travaux lorsque la CS les juge nécessaires.

Quels seront, selon vous, les besoins de demain en matière de recherche dédiée à la santé et sécurité au travail ? À l'échelle nationale, quel rôle tient l'INRS en amont de ces questions au bénéfice de la prévention des risques professionnels ?

Les recherches menées à l'INRS doivent, bien entendu, répondre aux besoins du monde du travail, qui doit



faire face à des risques identifiés depuis de nombreuses années mais également à des risques émergents. Les thématiques de l'INRS sont bien ancrées dans les problématiques actuelles avec la prévention des risques : chimiques et biologiques, physiques et mécaniques et liés à l'organisation du travail. Au sein de ces trois grandes thématiques apparaissent des préoccupations nouvelles, dont la liste suivante n'est pas exhaustive, telles que les nanoparticules, les bioaérosols, les multi-expositions, les nuisances sonores sources de gêne et de fatigue, la cohabitation homme-robot, le bien-être au travail et l'augmentation de l'âge des salariés au sein du monde du travail.

Face à ces enjeux, l'INRS joue un rôle de premier plan pour prévenir ces risques professionnels en France, en anticipant les problématiques grâce à une veille scientifique et une analyse permanentes des besoins, afin d'assurer la pertinence et l'applicabilité des travaux menés.

Parcours professionnel

"À l'issue d'un doctorat d'état en physique à l'Université Paris VI, j'ai occupé différentes fonctions au sein du CEA (Commissariat à l'énergie atomique), puis de l'IRSN (Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) : chef de laboratoire, chef de service, adjoint de direction opérationnelle dans le domaine des études et recherche sur les transferts des contaminants au sein des installations et de l'environnement. Ce parcours m'a amené à développer des compétences particulières dans les domaines de l'aérodynamique, de la physique des aérosols et de leur métrologie, notamment celle sur les "nanoparticules"."

Carte d'identité de l'IRSN

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) compte 1 748 salariés parmi lesquels de nombreux spécialistes, ingénieurs, médecins, agronomes, vétérinaires, techniciens, experts et chercheurs. L'IRSN est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) placé sous la tutelle conjointe des ministères chargés de l'écologie, de la recherche, de l'énergie, de la santé et de la défense.

L'IRSN a une mission d'expertise et de recherche dans les domaines de :

- la sûreté nucléaire,
- la sûreté des transports de matières radioactives et fissiles,
- la protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants,
- la protection et le contrôle des matières nucléaires,
- la protection des installations nucléaires.

Bilan d'activité 2015 "Études et recherche"

89 études (soit 240 837 heures) ont été menées en 2015 par les départements scientifiques et techniques de l'INRS, dont l'activité représente 43 % du volume de travail de l'INRS.

Ces activités d'études et recherche se répartissent principalement selon 17 thématiques parmi les 21 identifiées dans le plan stratégique 2013-2017 de l'INRS.

Ces thématiques sont définies selon différentes entrées : le type de risque considéré (biologique, chimique...), le secteur dans lequel ces risques apparaissent (déchets et recyclage, risques routiers...) ou le type d'effet considéré (allergies, cancers professionnels, troubles musculo-squelettiques...). Un cas particulier est la thématique "nanomatériaux manufacturés", un sous-ensemble du risque chimique mais faisant l'objet de développements spécifiques.

En 2015, comme les années précédentes, la thématique "risque chimique" est prépondérante (28 % de l'activité Études et recherche). Viennent ensuite les thématiques "nanomatériaux manufacturés" (10 %) et "bruits, vibrations, champs électromagnétiques, optique" (10 %). Les thèmes relatifs à l'organisation du travail, au vieillissement, aux risques psychosociaux et aux troubles musculosquelettiques représentent 16 %.

Les pages qui suivent proposent une présentation détaillée des 18 études qui se sont achevées fin 2015 (indication donnée à la fin du titre), ainsi qu'un résumé court de l'ensemble des 85 études en cours en 2016. Ces études sont classées selon la thématique principale à laquelle elles sont rattachées. Un repère visuel de couleur signale ce rattachement ainsi que les thématiques associées.

Les 17 thématiques des études conduites en 2015/2016

 Accidentologie et culture de prévention	 Prévention des cancers professionnels
 Allergies professionnelles	 Reproduction et travail
    Bruits, vibrations, champs électromagnétiques, optique	 Risques biologiques
 Conception des équipements, des lieux et des situations de travail	   Risques chimiques
 Déchets et recyclage	 Risques mécaniques et nouvelles technologies pour la prévention des accidents
 Multi-expositions : produits chimiques et bruits	 Risques psychosociaux
 Nanomatériaux manufacturés	 Risque routier professionnel
 Organisation, santé et sécurité au travail	 Troubles musculo-squelettiques des membres et du rachis
	 Vieillesse, maintien dans l'emploi et prévention de la désinsertion professionnelle



Accidentologie et culture de prévention

Un des objectifs de l'INRS en termes d'accidentologie vise l'intégration de la sécurité le plus en amont possible des situations de travail, par l'intermédiaire des systèmes de management de la santé et de la sécurité au travail, du développement d'une culture de prévention dans l'entreprise. Les activités d'études et de recherche de l'INRS au sein de cette thématique suivent deux orientations :

- établir de nouvelles méthodes de compréhension et d'évaluation des risques d'accidents,
- développer des stratégies de réduction de la suraccidentabilité des nouveaux embauchés.

2009

2016



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-HERRMANN et Michel GRZEBYK**

Département épidémiologie en entreprise

Cette étude vise à déterminer l'impact de la formation initiale en santé et sécurité au travail sur la survenue d'accidents du travail chez les jeunes de 18 à 30 ans entrant dans la vie active. L'identification de facteurs influençant l'accidentologie est indispensable pour proposer des stratégies de prévention adaptées à ces salariés.

2016

2019



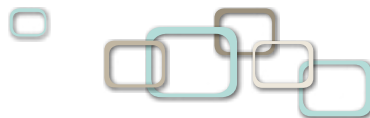
Développement et mise à l'épreuve d'une méthode d'analyse des accidents avec perturbation du mouvement (APM) à destination des préventeurs d'entreprise

■ **Sylvie LECLERCQ**

Département homme au travail

L'objectif de cette étude est de développer une méthode d'analyse des APM destinée aux préventeurs d'entreprise. La finalité est de faire évoluer le regard porté sur ces accidents pour mieux les prévenir, en révélant les facteurs (environnementaux, organisationnels, en particulier) qui se combinent pour occasionner une perturbation du mouvement en situation de travail. La méthode ainsi développée, qui comportera l'identification de mesures de prévention adaptées, sera mise en pratique dans dix entreprises dans le but d'intégrer les retours d'expérience.





Allergies professionnelles

Dans cette thématique, les activités d'études et de recherche sont attachées aux axes suivants :

- développer des outils de mesure de l'exposition et des effets pour mieux identifier les produits à risque,
- identifier les déterminants qui contribuent aux expositions au risque allergique.

2013 > 2018



Le nickel et ses composés : état des lieux et caractérisation de l'exposition

■ **Barbara SAVARY**

Département métrologie des polluants

Après avoir listé les secteurs d'activité dans lesquels le nickel et ses composés sont présents, une enquête de filière est menée pour identifier les procédés de mise en œuvre du nickel et évaluer le nombre de salariés potentiellement exposés par secteur, par procédé, par composé du nickel. Elle permettra de repérer les situations de travail potentiellement préoccupantes et de réaliser par la suite des suivis épidémiologiques, de biomonitoring et des mesures atmosphériques.

2014 > 2016



Développement d'un modèle *in vitro* de co-culture pour l'évaluation du potentiel sensibilisant de substances industrielles

■ **Fabrice BATAIS et Isabelle SPONNE**

Département toxicologie et biométrie

■ **Thèse de doctorat : Cécile HUPPERT**

Université de Lorraine - Pr Christophe PARIS

Le potentiel sensibilisant de nouvelles substances chimiques apparaissant dans le domaine industriel doit être identifié précocement afin de prévenir les risques d'allergies professionnelles. Cette étude vise à développer une méthode de co-culture entre des cellules épithéliales et des cellules dendritiques de souris afin d'améliorer la sensibilité d'un test développé antérieurement et de discriminer les sensibilisants cutanés des sensibilisants respiratoires.

2013 > 2017



Sévérité et contrôle des asthmes en relation avec le travail

■ **Valérie DEMANGE et Anca RADAUCEANU**

Département épidémiologie en entreprise

■ **Thèse de doctorat : Hermine MEVEL**

Université de Lorraine - Pr Christophe PARIS

La répartition selon la sévérité et le contrôle des asthmes en relation avec le travail n'est pas connue et pourrait varier en fonction des facteurs d'exposition aux allergènes, notamment professionnels. Une enquête est réalisée auprès de 400 sujets ayant un asthme en relation avec le travail et 400 sujets ayant un asthme sans relation avec le travail. Ces connaissances permettront de repérer des métiers ou des secteurs où la prévention des pathologies respiratoires doit être renforcée.

2016 > 2019



Développement de protocoles analytiques standardisés pour la recherche d'allergènes dans les gants de protection

■ Danielle JARGOT

Département métrologie des polluants

L'étude a pour objectif de définir et valider des protocoles analytiques efficaces pour la mise en évidence des allergènes dans les gants de protection. Les sensibilisants les plus incriminés, les allergènes émergents et ceux posant des difficultés de diagnostic seront traités en priorité. Ces analyses visent à développer un outil d'investigation complémentaire au bilan du dermato-allergologue pour prévenir les risques de dermatose allergique, vérifier l'efficacité des gants de protection utilisés par les salariés diagnostiqués et, *in fine*, permettre leur maintien en poste.

© Serge Morillon - INRS





Bruits, vibrations, champs électromagnétiques, optique

Bruits

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 autre 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.

2015



2018



Calcul d'indicateurs d'exposition aux bruits de parole dans le tertiaire

■ Patrick CHEVRET

Département ingénierie des équipements de travail

■ Thèse de doctorat : Krist KOSTALLARI

INSA - Étienne PARIZET

Dans le cadre de la réduction des nuisances sonores dans les bureaux ouverts, deux axes sont visés par cette étude. L'un concerne le développement d'outils prévisionnels permettant d'obtenir des indicateurs sur l'ambiance sonore. Le second est lié aux conséquences sur les performances et sur la fatigue d'une exposition aux bruits de parole, jugés les plus gênants en bureau ouvert.

2016



2019



Perception des alarmes sonores sous protecteur auditif par des salariés ayant des atteintes auditives

■ Jean-Pierre ARZ

Département ingénierie des équipements de travail

L'objectif de cette étude est de développer des méthodes d'évaluation des paramètres qui garantissent la perception de signaux sonores dans un environnement bruyant, en particulier dans les cas de déficits auditifs et de port de protecteur contre le bruit. La première méthode sera basée sur des simulations sonores, afin de reproduire ce qui est entendu par des malentendants et par des normo-entendants, la seconde sur un modèle psychoacoustique pour calculer, dans un bruit ambiant, le niveau sonore nécessaire pour qu'une alarme soit audible. Au terme de l'étude, les deux outils seront mis à la disposition des préventeurs.

2016 > 2017



Holographie acoustique, par balayage, des machines bruyantes

■ **Armand NÉJADE**

Département ingénierie des équipements de travail

Cette étude vise le développement d'une technique d'holographie acoustique utilisant une nouvelle approche d'acquisition des données. Pour aborder ce sujet, deux méthodes, à savoir, "Equivalent Source Method (ESM)" et "Statistically Optimized Near-Field Acoustic Holography (SONAH)" sont implantées. L'idée est de mettre au point un outil pratique destiné aux industriels pour la localisation des sources de bruits et l'identification des mécanismes de rayonnement des machines ou d'autres structures.

2013 > 2017



Caractérisation des propriétés acoustiques des parois complexes et influence sur le bruit dans les locaux industriels

■ **Nicolas TROMPETTE et Jacques CHATILLON**

Département ingénierie des équipements de travail

■ **Thèse de doctorat : Kevin RABISSE**

Université de Lorraine - Pr Joël DUCOURNEAU

L'étude a pour but, d'une part, de poursuivre l'examen des performances acoustiques des parois industrielles. D'autre part, elle vise à développer un modèle empirique reliant la diffusion acoustique à l'absorption apparente et de déployer sur le terrain le système de mesure des caractéristiques des parois verticales, en cours de réalisation à l'INRS.



Vibrations

Pour contribuer à la prévention des risques liés aux vibrations, l'INRS agit sur plusieurs volets. Il développe des outils d'aide à l'évaluation sans mesures (calculatrice, base de données...). Dans le domaine des vibrations main-bras, des travaux de modélisation et de caractérisation expérimentale de la propagation des vibrations émises par les machines portatives sont conduits. Concernant les vibrations globales du corps, des actions portant sur la prise en compte de cofacteurs (efforts, posture) visent à accroître les connaissances sur cette co-exposition au poste de conduite d'engins mobiles vibrants.



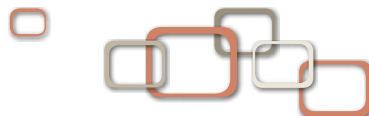
Modélisation et caractérisation expérimentale de la propagation des vibrations mécaniques dans le membre supérieur lors de l'utilisation de machines portatives tournantes (*terminée 2015*)

■ **Christophe NOËL**

Département ingénierie des équipements de travail

Exposé des motifs et objectifs

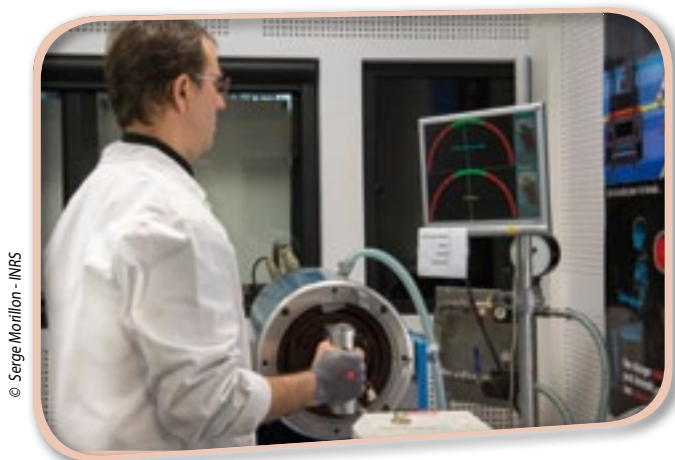
Aujourd'hui, en France, approximativement 11 % des salariés sont exposés à des vibrations transmises au membre supérieur. Une exposition prolongée à de forts niveaux vibratoires peut conduire à un certain nombre de pathologies. Pour tenter de protéger les salariés, la dose d'exposition journalière aux vibrations est réglementée et est évaluée selon une norme de mesurage qui, aujourd'hui, ne garantit pas une protection suffisante des salariés au regard des troubles vasculaires tels que le syndrome de Raynaud. Notre but, à terme, est d'apporter des connaissances permettant de mieux prendre en compte, dans la méthode normalisée d'évaluation de l'exposition vibratoire, certains effets physiopathologiques des vibrations sur le réseau vasculaire digital. Dans ce cadre, l'objectif de la présente étude



est de mesurer et de prédire les effets mécaniques des vibrations transmises au système main-doigt et d'évaluer l'influence de certains facteurs sur la propagation vibratoire (effort de serrage, de poussée, amplitude de la vibration...).

Démarche

À l'échelle de la main, un dispositif expérimental a été mis en œuvre, utilisant un vibromètre laser à balayage, qui permet d'estimer les caractéristiques biomécaniques locales à la surface de la face dorsale d'une main serrant une poignée vibrante. À l'échelle de la phalange, un banc d'essai a été construit pour mesurer la réponse biodynamique de la phalange précontrainte vibrée. Par ailleurs, il a été développé un modèle mathématique numérique idoïne simulant les mêmes conditions expérimentales et permettant de calculer des grandeurs thermomécaniques à l'intérieur des tissus biologiques du doigt ; données difficilement accessibles par l'expérimentation. L'ensemble des mesures a été réalisé sur un groupe de 20 sujets volontaires, dans le cadre d'un protocole de recherche biomédicale.



© Serge Morillon - INRS

Résultats principaux

Les réponses biomécaniques locales à la surface de la main sont spatialement hétérogènes. Elles mettent en évidence des zones de forte (tissus mous) et faible (métacarpes) absorption vibratoire. Par rapport aux forces de poussée, les efforts de serrage ont une importance prépondérante sur le transfert vibratoire entre la poignée et la main. Les mesures ont montré que les phalanges ont un comportement mécanique similaire à celui de certains élastomères avec une souplesse variant peu, jusqu'à 125 Hz, puis une rigidification élevée au-delà de cette fréquence. S'agissant du modèle numérique, une nouvelle loi de comportement mécanique, basée sur des considérations physiologiques, a été conçue. Les paramètres associés ont ensuite été identifiés (erreur essai/calcul inférieure à 8 %).

Discussion

En termes de prévention, les méthodologies de mesurage développées peuvent être utilisées pour caractériser les performances d'atténuation vibratoire de solutions anti-vibratiles (gants, poignées). Des abaques d'iso-puissance dissipée en fonction du niveau de l'accélération et de sa fréquence ont été établis. Ils offrent une piste potentielle de modification de la norme de mesurage de l'exposition vibratoire. D'un point de vue scientifique, le modèle numérique, conçu et validé dans cette étude, constitue la première étape d'une stratégie multi-échelles ayant pour objectif final de prédire certains effets des vibrations sur le dérèglement de la vasoconstriction artérielle basale en prenant en compte des couplages entre la mécanique, la biologie et la physiologie.



Développement d'un outil pour la mise en œuvre du décret "Vibration" pour les opérateurs de machines vibrantes tenues à la main *(terminée 2015)*

■ **Éric CARUEL et Patrice DONATI**

Département ingénierie des équipements de travail

Exposé des motifs et objectifs

Plus de 2 millions de salariés utilisent des machines vibrantes tenues à la main. L'exposition régulière à ces vibrations peut entraîner des troubles reconnus et indemnisés au titre des tableaux de maladies professionnelles. Dans un objectif de prévention, le décret n° 2005/746 prescrit aux entreprises d'évaluer l'exposition aux vibrations, ce qui peut être compliqué à réaliser dans la pratique. L'objectif de cette étude était d'élaborer une application numérique pour estimer facilement et sans mesure l'exposition des opérateurs aux vibrations main-bras. Il nécessitait de :

- collecter un grand nombre de données vibratoires main-bras afin de quantifier, par famille de machines courantes, la distribution des valeurs des émissions vibratoires,
- déterminer les paramètres des machines et les tâches influant sur les niveaux vibratoires,
- mettre au point une méthode pour la construction de cette application.

Démarche

Les mesures de vibrations ont été réalisées conformément aux normes NF ISO 5349-1 et 2 sur les zones de préhension des machines vibrantes utilisées en situation réelle. Le travail a été fait, d'une part, par les neuf centres de mesures physiques des Caisses régionales et l'INRS qui ont harmonisé préalablement leur mode opératoire et les fiches de relevés, et, d'autre part, par le Health and Safety Laboratory, homologue anglais de l'INRS. Au total, plus de 122 familles de machines réparties en quatre catégories ont été retenues : construction, espaces verts, bois et métal. L'ensemble des fiches de mesures a été collecté et complété par l'INRS via Internet pour les caractéristiques physiques des machines. À partir des données recueillies dans la base et pour chaque famille de machines regroupant au moins 30 mesures, une analyse détaillée a été effectuée visant à mettre en évidence pour chaque famille les principaux paramètres affectant les valeurs vibratoires mesurées. La construction de l'application pour évaluer le risque vibratoire s'appuie sur les conclusions de cette analyse mais aussi sur l'expérience pratique acquise sur le terrain.

© Serge Morillon - INRS



Résultats principaux

Au total, 1 875 fiches de mesures (dont 600 venant du HSL) ont été recueillies et réparties sur un ensemble de 122 familles de machines. Les analyses ont été faites sur les 18 familles comptant au moins une trentaine de fiches et dans certains cas plus de 200. Le grand nombre de données d'accélération vibratoire avec une connaissance des caractéristiques des machines et de l'environnement a permis de déterminer 37 sous-familles de machines homogènes définies à partir de paramètres facilement accessibles par les utilisateurs (tâches réalisées ou caractéristiques de la machine). Il a été vérifié que ces sous-familles donnaient des valeurs différentes (d'au moins 30 %) d'accélération.

Pour chaque sous famille, un questionnaire spécifique aux conditions d'utilisation a été rédigé. Une application prototype a été construite et donne, pour chaque sous-famille retenue, un estimatif de la valeur d'exposition quotidienne de l'opérateur, une comparaison avec les valeurs limites réglementaires et des conseils adaptés en prévention. Pour cela, l'utilisateur doit identifier la sous-famille, répondre au questionnaire et renseigner la durée d'exposition.

Discussion

Le recueil des fiches vibrations sera poursuivi pour couvrir plus de familles, notamment les pilonneuses, piqueurs, ponçuses, taille-haies... Avant sa mise à disposition sur le site web de l'INRS, l'application doit fonctionner de façon conviviale et fiable. Elle devra être validée par les spécialistes des Caisses régionales et testée par des préventeurs en entreprise.



Cartographie des postures statiques et dynamiques chez les opérateurs assis d'engins mobiles vibrants (terminée 2015)

■ Maël AMARI

Département ingénierie des équipements de travail

Exposé des motifs et objectifs

L'exposition prolongée aux vibrations de l'ensemble du corps augmente le risque de troubles lombalgiques. En France, 3 millions d'opérateurs d'engins mobiles travaillant en position assise seraient exposés à ce type de contrainte (tracteurs, bulldozers, pelles, chariots élévateurs, tondeuses autoportées...). La procédure d'évaluation du risque vibratoire ne tient pas compte de la position du corps et des mouvements liés à la réalisation d'une tâche de travail, bien que ces paramètres soient considérés comme des cofacteurs de risque importants. Pour améliorer la prévention dans le domaine des vibrations, l'INRS vise à intégrer les contraintes posturales à la prochaine révision de la norme ISO 2631-1:1997, et à long terme la mise au point d'une méthode d'évaluation combinée des postures et des vibrations. Dans ce contexte, les objectifs de l'étude étaient d'effectuer simultanément des mesures de vibrations et de posture aux postes de conduite d'engins mobiles vibrants pour :

- identifier des indicateurs posturaux pertinents pour la discrimination des engins,
- estimer les différences interindividuelles de posture entre des opérateurs réalisant des tâches de travail identiques,
- évaluer en conditions réelles les différences de posture des opérateurs pour les principales familles de machines.

Démarche

Des mesures de vibrations ont été effectuées conformément à la norme ISO 2631-1:1997. Une cupule accélérométrique a été placée sur le siège des engins. Des mesures de posture ont été réalisées selon les recommandations du rapport technique normalisé ISO/TR 10687:2012 à l'aide du système CUELA¹ développé par l'IFA². Les écarts angulaires des segments du corps ont été comparés à des valeurs limites dérivées de la norme EN 1005:2005 pour l'évaluation des postures et des mouvements au travail.

Les variations interindividuelles de posture ont été estimées par la comparaison de mesures effectuées avec 12 conducteurs sur 3 engins de chantier dans des conditions contrôlées (chargeuse, tombereau et pelle).

125 mesures représentatives de l'exposition réelle des opérateurs ont été réalisées en entreprise pour 13 familles d'engins.

Résultats principaux

Cette étude a permis d'identifier deux indicateurs discriminants pour les positions statiques et pour les mouvements. Des différences significatives ont été observées entre des conducteurs réalisant des tâches de travail identiques. Certaines d'entre elles ont pu être attribuées à des stratégies de conduite communes à plusieurs véhicules.

Des différences entre les postures adoptées par les conducteurs ont été observées en fonction des véhicules à la fois dans les positions statiques et dans les mouvements. Certaines de ces différences se sont révélées significatives du point de vue de la procédure d'évaluation du risque définie par la norme EN 1005:2005.

¹ CUELA : Computer-Unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems.

² IFA : Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, homologue allemand de l'INRS.

Discussion

Les segments du corps et les mouvements qui possèdent les écarts les plus importants par rapport aux positions de référence ont été identifiés. La liste des grandeurs descriptives de la posture préconisée par le rapport technique normalisé ISO/TR 10687:2012 a ainsi été réduite pour les familles d'engins mesurés.

La cartographie des postures et des vibrations sera poursuivie au fur et à mesure des demandes d'assistance des entreprises. Certains engins seront étudiés en priorité (tracteurs, tondeuses, chariots élévateurs, etc.). Les efforts de recherche devront désormais porter sur la mise au point d'un critère de sévérité prenant en compte simultanément la posture et les vibrations. Pour cela, des essais seront réalisés en laboratoire dans des conditions contrôlées.

2014 > 2017



Modélisation des phénomènes de remodelage vasculaire consécutifs à une exposition vibratoire du système main-bras

■ Pierre LEMERLE

Département ingénierie des équipements de travail

■ Thèse de doctorat : Yue HUA

Université de Lorraine - Pr Jean-François GANGHOFFER

Cette étude propose de contribuer à améliorer la compréhension des mécanismes physiopathologiques impliqués dans le "syndrome des vibrations", en tentant d'adapter les techniques de modélisation du comportement des tissus mous, plus particulièrement le système artériel périphérique, à des sollicitations de type vibratoire.

2015 > 2017



Simulation des vibrations de machines tenues à la main

■ Gérard FLEURY

Département ingénierie des équipements de travail

Afin de réduire la perte d'objectivité de l'évaluation de l'exposition vibratoire à laquelle sont soumis les utilisateurs de machines portatives, cette étude vise à prédire par simulation numérique le niveau vibratoire d'une machine en conditions réelles et de quantifier l'erreur maximale entre la valeur prédite et la valeur effectivement émise. Cette méthode devrait permettre aux préventeurs d'évaluer facilement l'exposition vibratoire des salariés utilisateurs de machines portatives.

2015 > 2017



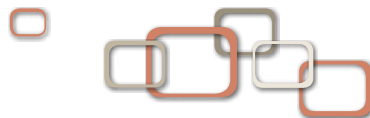
Recherche de solutions pour l'atténuation des vibrations lors de la circulation d'engins de manutention par le traitement des sols

■ Jérôme REBELLE

Département ingénierie des équipements de travail

Ces travaux visent à étudier le traitement des sols et la limitation des obstacles ou des ruptures de pente qu'il peut comporter afin de réduire la génération de vibrations et de chocs. Il est prévu de développer un prototype opérationnel de quai niveleur et de rampe ajustable. L'approche expérimentale débouchera sur une analyse critique des solutions disponibles sur le marché, que ce soit de traitement antivibratile ou d'implantation d'un nouveau dispositif, pour permettre d'orienter les choix des acheteurs et utilisateurs.





Champs électromagnétiques

Dans le domaine des champs électromagnétiques, il y a lieu d'évaluer les expositions réelles, de caractériser les sources, de recenser les moyens de prévention, de développer des solutions techniques pour réduire les expositions et de sensibiliser les utilisateurs.

2016

2018



EXTI : Exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques industriels

■ **Mélina BOULDI**

Département ingénierie des équipements de travail

Cette étude vise à développer des outils numériques et expérimentaux permettant d'obtenir une évaluation paramétrique et des prédictions pertinentes de l'exposition aux champs électromagnétiques des travailleurs en milieu industriel. Plusieurs approches seront combinées : simulations numériques à partir de modèles de corps humains et de sources ; cartographies *in situ* des champs rayonnés autour d'une presse ; mesures *in vitro* du champ interne dans un mannequin de gel instrumenté.



Rayonnements optiques

Dans le domaine des rayonnements optiques, des études de l'INRS destinées à définir une méthodologie d'évaluation des risques *in situ* et à évaluer les moyens de protection, se poursuivent. D'autres visent à accompagner la mise en œuvre du décret relatif à la protection des salariés contre les risques dus aux rayonnements optiques artificiels.

2011

2017



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

■ **Annick BARLIER-SALSI**

Département ingénierie des équipements de travail

L'étude vise la constitution d'un dispositif d'aide, basé sur le logiciel CatRayon, permettant d'identifier, sans mesure, les sources de rayonnements optiques artificiels qui présentent des dangers et d'évaluer, *a priori*, les risques des situations de travail et les moyens de les prévenir. Pour les cas où le recours à la métrologie est nécessaire, il s'agira de mettre à disposition des acteurs de prévention une méthodologie de mesure de ces rayonnements au poste de travail.



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...).

Les études de l'INRS 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 aux concepteurs de simuler différents scénarios d'une future situation de travail et de vérifier le respect de principes d'ergonomie physique (anthropométrie, postures, efforts, stabilité...).

2012 > 2017



Développement d'une méthodologie de conception détaillée sûre d'équipements de travail

■ Jacques MARSOT, Bruno DAILLE-LEFEVRE et Aurélien LUX

Département ingénierie des équipements de travail

■ Thèses de doctorat :

Nicholas de GALVEZ - ENSAM ParisTech - Pr Patrick MARTIN

Ismaël EI MOUAYNI - ENSAM ParisTech - Pr Jean-Yves DANTAN

L'objectif de cette étude est de développer une démarche structurée et outillée applicable en phase de conception détaillée. C'est en effet dans cette phase que se concrétisent les solutions techniques, donc le niveau de risque du futur équipement de travail. Les résultats seront validés auprès d'experts et au travers d'études de cas.

2014 > 2017



Variabilité du mouvement : caractérisation lors d'activités d'assemblage et intégrabilité dans un outil d'aide à la conception

■ Jonathan SAVIN

Département ingénierie des équipements de travail

■ Clarisse GAUDEZ et Martine GILLES

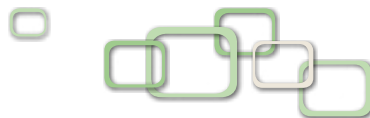
Département homme au travail

■ Thèse de doctorat : Jonathan SAVIN

*Université Pierre et Marie Curie Paris VI
Pr Philippe BIDAUD*

Cette étude a pour objet d'analyser la variabilité motrice et de décrire différentes stratégies lors de la réalisation d'une même activité, afin de faciliter la prise en compte en conception de situations de travail. La variabilité du mouvement sera étudiée au moyen de données biomécaniques et physiologiques pour des tâches répétitives, et un démonstrateur informatique des fonctionnalités développées pour les humains virtuels sera conçu.





Déchets et recyclage

Les activités d'études et de recherche contribuent à la conception et à l'organisation des filières (collecte, tri, démantèlement, dépollution, traitement, valorisation) en y associant la composante hygiène et sécurité, notamment par l'analyse de certains processus organisationnels, la caractérisation des procédés dans les filières émergentes et/ou existantes et l'évaluation des niveaux d'exposition des salariés. L'INRS vise également le développement de solutions de prévention des risques et des effets sur la santé des salariés, adaptées notamment aux particularités du secteur de la valorisation des déchets, du BTP et du traitement des sols pollués.



DEEE : réduction du risque chimique dans les filières existantes et émergentes (*terminée 2015*)

■ Marie-Thérèse LECLERC et François ZIMMERMANN

Département ingénierie des procédés

Exposé des motifs et objectifs

Les filières de traitement des Déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) ont beaucoup évolué ces dernières années en raison du contexte réglementaire et du développement de nouvelles technologies. Les moyens d'agir, en termes de prévention des risques professionnels, sur des filières existantes et matures s'avèrent limités. *A contrario*, les actions de prévention menées dès la phase d'émergence des filières sont les plus efficaces pour préserver la santé des salariés. Les objectifs de cette étude sont d'assurer le suivi des filières de traitement existantes, d'accompagner les entreprises vers l'industrialisation des procédés dans les filières émergentes et d'optimiser les procédés de traitement pour réduire l'exposition aux polluants à la source.

© Serge Morillon - INRS





© Serge Morillon - INRS

Démarche

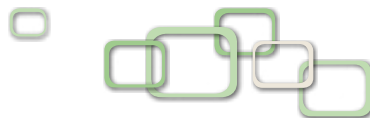
Des évaluations du risque chimique ont été réalisées dans les filières de traitement existantes (écrans à tubes cathodiques, lampes usagées, petits appareils ménagers) et des filières émergentes (écrans plats) pour chaque procédé et par opération unitaire. Le suivi des filières émergentes a été mené dès la phase de conception des procédés jusqu'à leur industrialisation.

En raison des enjeux liés à la présence du mercure dans les filières de traitement, des bilans matières en mercure et une étude paramétrique ont été réalisés pour déterminer les facteurs influents permettant d'optimiser les procédés de traitement des déchets mercuriels.

Résultats principaux

Toutes les filières de traitement sont impactées par le risque chimique. La filière la plus contaminée par la pollution est la filière de traitement des lampes usagées ; le polluant majoritaire est le mercure. Dans la filière de traitement des écrans à tubes cathodiques, les niveaux d'exposition relevés demeurent préoccupants avec des dépassements de la valeur limite en plomb. Dans la filière des écrans plats, une première phase d'évaluation des procédés pilotes a mis en évidence que le risque chimique semble être majoritairement lié à des niveaux d'exposition au plomb. Les procédés pilotes les plus exposants n'ont pas été retenus au cours des appels d'offres, tandis que les prototypes présentant les niveaux d'exposition les plus faibles ont obtenu des marchés de traitement. Une seconde phase d'évaluation sur les nouveaux procédés industrialisés a montré des niveaux d'exposition relativement faibles.

Les bilans matières en mercure sur les lampes usagées ont montré une importante variabilité de la répartition du mercure dans les différentes fractions sortantes. L'étude paramétrique a permis de déterminer les paramètres influents pour optimiser l'épuration en mercure. L'ensemble de ces travaux en laboratoire sur les lampes usagées a été mis à profit pour évaluer la performance de l'épuration en mercure d'un procédé industriel dans la filière de traitement des écrans LCD.



Discussion

Dans ce contexte de développement de nouvelles filières, l'approche de prévention proposée a répondu aux exigences pragmatiques de recyclage et de respect de l'environnement. Elle a permis d'accompagner les décideurs, les éco-organismes, pour intégrer un volet hygiène et sécurité dans le cahier des charges des entreprises de traitement. Ce positionnement a eu un triple bénéfice pour la prévention :

- faire des recommandations aux concepteurs de procédés et aux entreprises de traitement,
- rechercher des solutions techniques pour optimiser les procédés trop émissifs,
- sélectionner les procédés les moins exposants pour leur industrialisation.

In fine, lorsque la filière deviendra mature, cette démarche initiale l'orientera "naturellement" vers les "meilleures technologies disponibles".



Panorama de l'exposition des salariés dans les activités de dépollution des sols contaminés (terminée 2015)

■ **Pascal POIROT**

Département ingénierie des procédés

Exposé des motifs et objectifs

La réhabilitation des sites et sols pollués est un secteur d'activité en plein essor, en raison du contexte industriel qui conduit à l'augmentation des friches, et de l'action du ministère de l'Écologie qui en a fait une priorité du Grenelle de l'Environnement. Au-delà des risques que ces sites peuvent présenter pour la santé et l'environnement, la dépollution des sols, activité encore récente, suscite des questions relatives aux risques chimiques. L'objectif de cette étude était d'établir un panorama du secteur pour identifier les techniques de dépollution utilisées et les postes à risques lors de la dépollution des sols, d'évaluer et de mesurer le risque d'exposition chimique et, dans certains cas, biologique des salariés lors des différentes opérations de traitement. Si des niveaux importants étaient mis en évidence, il conviendrait d'en analyser les raisons et d'étudier des mesures de prévention collective.



© Serge Morillon - INRS

Démarche

La méthodologie d'identification de sites de dépollution s'est appuyée sur la base de données Basol développée par le ministère de l'Écologie, du développement durable et de l'énergie (MEDDE), mais surtout sur la coopération avec l'Union des professionnels de la dépollution des sites (UPDS) pour recueillir les informations nécessaires sur les chantiers avant d'y réaliser des campagnes de métrologie. Sept campagnes de mesures ont été réalisées sur des chantiers ou sites pollués par des hydrocarbures, principal polluant, permettant d'évaluer l'exposition chimique des salariés lors de ces activités.

Résultats principaux

Sur les chantiers se déroulant en extérieur, l'étude a mis en évidence que les niveaux de concentration en matières particulaires totales (MPT) étaient faibles et que les différents opérateurs, qu'ils soient au sol ou conducteurs de pelle, sont très faiblement exposés. Concernant les hydrocarbures totaux, potentiellement présents dans le sol, les analyses de prélèvements indiquent généralement des teneurs faibles en hydrocarbures aromatiques type BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) présents dans l'atmosphère de travail sauf sur un chantier (50 % de la VLEP en benzène).

En revanche, sur un chantier fermé sous tente, l'étude a montré des concentrations en MPT et en BTEX importantes sans toutefois dépasser les VLEP. L'utilisation de détecteurs à photo-ionisation (PID) à lecture directe a montré également que les opérateurs pouvaient subir d'importants pics d'exposition, malgré des dispositifs d'aspiration. À noter que les autres polluants, tels que les aromatiques HAP (hydrocarbures polycycliques aromatiques) et les solvants chlorés, potentiellement présents dans les sols (phase de diagnostic), ont été mesurés sur certains chantiers à l'état de trace dans l'air ambiant.

Discussion

En raison de la grande diversité des paramètres régissant l'activité, l'étude n'a permis de réaliser qu'une approche partielle, en ciblant les chantiers proposés par l'Union des professionnels de la dépollution des sites. Cependant, la plupart de ces chantiers ou sites ayant des sols pollués par des hydrocarbures mettant en œuvre des techniques biologiques de dépollution représentent 60 % des tonnages hors confinement. Sur ces sites, les concentrations en MPT ainsi que les concentrations en COV sont généralement faibles lorsque les chantiers sont à ciel ouvert. L'étude montre également qu'un chantier d'excavation clos, malgré les dispositifs d'aspiration mis en place, peut-être (très) polluant.

Les résultats feront l'objet d'une publication dans la revue Hygiène et sécurité du travail (HST) à destination des professionnels du secteur et des préventeurs.

2013 > 2018



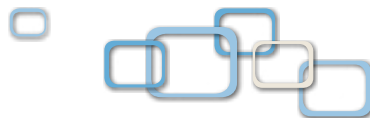
Prévention des risques chimiques et biologiques dans les unités de méthanisation

■ Patricia DIRRENERGER

Département ingénierie des procédés

Ces travaux visent à renforcer la connaissance des nuisances chimiques et biologiques liées aux paramètres influents des procédés de méthanisation. Une cartographie des secteurs d'activité et des procédés mis en œuvre sera réalisée. Des campagnes métrologiques des composés gazeux, des poussières et biocontaminants seront conduites, et des corrélations entre émissions et procédés de méthanisation seront recherchées en vue de proposer des solutions pour la réduction des risques.





Multi-expositions : produits chimiques et bruits

Les travaux de l'INRS visent :

- l'identification des risques encourus par les salariés exposés à des combinaisons de nuisances (association bruit et produit chimique) ainsi que l'évaluation de leurs effets potentiels,
- le développement de nouveaux outils capables de prendre en compte les expositions multiples (bases de données, modèles physiologiques, pharmacocinétiques, biomonitoring, équipements de protection, dépistage, épidémiologie...),
- l'évaluation de la pertinence des VLEP, notamment dans le cas des faibles doses.

2013 > 2016



Évaluation de l'utilisation des mesures d'exposition à des produits chimiques dans les banques de données françaises COLCHIC et SCOLA pour la prévention des maladies professionnelles

■ **Gautier MATER**

Département métrologie des polluants

■ **Thèse de doctorat : Gautier MATER**

Université de Lorraine - Pr Christophe PARIS

Ce projet vise à évaluer l'utilisation des données de COLCHIC et SCOLA pour la prévention des maladies professionnelles, incluant la surveillance des expositions, l'élaboration d'outils d'analyse de risque, et l'estimation rétrospective de l'exposition pour l'épidémiologie. L'élaboration du protocole de comparaison pourra servir à des collaborations internationales pour la mise en commun de ressources et d'informations objectives sur les niveaux d'exposition professionnelle.

2013 > 2016



Modification de l'amplitude du réflexe de l'oreille moyenne après inhalation de solvant. Conséquences physiologiques pour les expositions au bruit

■ **Pierre CAMPO et Thomas VENET**

Département toxicologie et biométrie

■ **Thèse de doctorat : Ludivine WATHIER**

Université de Lorraine - Pr Cécile PARIETTI

Cette démarche vise à approfondir la compréhension des mécanismes expliquant la synergie des effets du bruit et des agents chimiques sur l'audition et de prioriser les risques encourus par les sujets co-exposés à des substances dont les effets ototoxiques (solvants chlorés, par exemple) sont peu connus. Le modèle établi permettra de classer les associations "bruit et ototoxiques" en fonction de leur dangerosité pour l'audition.

2014 > 2016



Modification du métabolisme du styrène par une co-exposition avec la 2-butanone (MEK)

■ **Benoît COSSEC**

Département toxicologie et biométrie

Des travaux ont montré que le styrène présentait des effets toxiques pouvant s'accroître dans le cas de multi-expositions. L'influence d'une co-exposition styrène/MEK et d'éventuelles interactions sont recherchées dans cette étude en mesurant les variations de concentrations sanguines de la molécule et les variations de concentrations de métabolites dans les urines. Différents outils analytiques seront développés pour mesurer les métabolites tels les vinylphénols et les acides mercapturiques.

2015 > 2017



Effets sur l'audition et l'équilibre d'une co-exposition à un bruit riche en basses fréquences et à un solvant : le modèle du Disulfure de Carbone (CS₂)

■ **Monique CHALANSONNET et Pierre CAMPO**

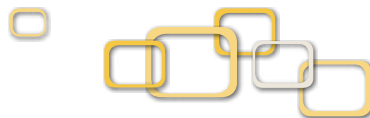
Département toxicologie et biométrie

■ **Thèse de doctorat : Maria CARRERES-PONS**

Université de Barcelone - Pr Jordi LLORENS

Les objectifs de l'étude sont de vérifier si les valeurs limites recommandées pour le bruit et le Disulfure de Carbone (CS₂) sont suffisamment protectrices lors d'expositions combinant à la fois solvant [(6 x 15 min)/j à 250 ppm] et bruit continu riche en basses fréquences [85 dB, 6 h/j]. La compréhension des mécanismes conduisant à un déficit auditif dans les basses fréquences permettra de distinguer les traumatismes provoqués par le bruit de ceux inhérents à une intoxication au CS₂.





Nanomatériaux manufacturés

L'action de l'INRS sur les nanomatériaux manufacturés se décline autour de trois objectifs :

- mettre à la disposition du monde du travail des connaissances sur les dangers,
- concevoir des outils pour identifier, caractériser et mesurer les expositions professionnelles,
- proposer des approches et des outils de prévention pour les entreprises et les laboratoires produisant ou manipulant ces matériaux.

2013 > 2017



Étude de l'effet de l'agglomération sur les propriétés toxicologiques respiratoires et la toxicocinétique de nanoparticules de dioxyde de titane inhalées chez le rat

■ Laurent GATÉ et Christian DARNE

Département toxicologie et biométrie

■ Thèse de doctorat : Laetitia CHEZEAU

Université de Lorraine - Pr Bertrand RIHN

Afin d'étudier les propriétés toxicologiques d'aérosols de granulométries distinctes, le but de cette étude est de développer un système expérimental permettant d'exposer des animaux de laboratoire à des aérosols obtenus à partir d'un même échantillon de nanopoudre manufacturée. L'évaluation toxicologique sera précédée d'une phase visant à préparer des échantillons de particules donnant des aérosols de granulométrie prédéterminée et à mettre en place des outils de génération, de caractérisation ainsi que d'exposition des animaux.

2014 > 2017



Étude de la neuro-inflammation et des perturbations potentielles de la barrière hémato-encéphalique chez des rats adultes et âgés exposés au TiO₂ nanoparticulaire par voie inhalatoire

■ Monique CHALANSONNET et François GAGNAIRE

Département toxicologie et biométrie

Le dioxyde de titane (TiO₂) suscite des interrogations quant à sa toxicité à l'état nanoparticulaire. L'impact sur le système nerveux central est notamment mal appréhendé. Cette recherche, réunissant des équipes de l'INRS, du CEA et de l'Université d'Orsay, propose d'étudier chez le rat l'effet, sur les fonctions physiologiques de la barrière hémato-encéphalique, d'une exposition subaiguë inhalatoire (voie majeure d'exposition professionnelle) à un aérosol de TiO₂.

2013 > 2016



Approche européenne commune pour l'évaluation réglementaire des nanomatériaux (NANoREG)

■ Laurent GATÉ

Département toxicologie et biométrie

■ Olivier WITSCHGER

Département métrologie des polluants

■ Emmanuel BELUT

Département ingénierie des procédés

L'INRS est partenaire du projet NANoREG, qui vise à mettre à la disposition des législateurs des méthodes pertinentes pour améliorer l'évaluation et la gestion des risques pour l'Homme et l'environnement des nanomatériaux. Dans ce cadre, l'INRS est impliqué sur les aspects de toxicologie *in vivo* (toxicité par administration répétée par voie inhalatoire de nanotubes de carbone chez le rat), les expositions professionnelles et la protection collective.

2014 > 2018



Performance de la métrologie en temps réel appliquée aux aérosols de nanoparticules

■ **Sébastien BAU et Olivier WITSCHGER**

Département métrologie des polluants

Cette étude s'inscrit dans la continuité de l'étude ExpoNano (2008-2012) et dans le cadre des projets NanoCEN, NANoREG, EpiNano. Elle a pour objectif d'apprécier les performances de la métrologie en temps réel, pour la mesure de la distribution granulométrique en nombre des aérosols de nanoparticules et de leur concentration en nombre.

2014 > 2017



Évaluation de l'exposition au dioxyde de titane nanométrique

■ **Bertrand HONNERT**

Département métrologie des polluants

Cette étude a pour objectif d'évaluer le risque chimique lié à la mise en œuvre du dioxyde de titane nanométrique. Elle repose sur une méthodologie originale adaptée au caractère nanométrique de cet agent chimique, à partir d'une métrologie menée sur l'air inhalé par les opérateurs au cours de leurs activités de terrain et d'un recueil des mesures de prévention associées à l'utilisation du dioxyde de titane nanométrique.

2013 > 2018



Normalisation des activités concernant les nanotechnologies et les nanomatériaux (NanoCEN)

■ **Olivier WITSCHGER et Sébastien BAU**

Département métrologie des polluants

L'INRS est pilote d'actions portant sur cinq normes pulvéulence, qui contribueront au processus de compréhension, de gestion et d'information sur les risques d'exposition professionnelle aux nanomatériaux. Dans le cadre de cette étude, des essais de reproductibilité des mesurages de pulvéulence de poudres "témoins" sont prévus dans plusieurs instituts européens, dont l'INRS. Un banc d'essai conçu et validé par l'INRS sera reproduit et installé dans les laboratoires d'un institut danois.

2015 > 2017



ExproPNano : Évaluation des expositions professionnelles aux particules nanométriques (stratégie de mesurage couplée à une analyse de l'activité)

■ **Olivier WITSCHGER**

Département métrologie des polluants

■ **Thèse de doctorat : Louis GALEY**

Université de Bordeaux - Pr Alain GARRIGOU

Il s'agit dans ce projet de développer une méthode pour évaluer l'exposition professionnelle en associant la caractérisation des aérosols et un premier niveau d'analyse d'activité. Les résultats contribueront à la construction de la matrice emplois-expositions aux nanomatériaux du programme MatPUF, ainsi qu'au dispositif français de surveillance des travailleurs exposés aux nanomatériaux et à l'acquisition de connaissances pour alimenter notamment la base de données d'exposition européenne NECID.



2016 > 2019



Nanomatériaux et expositions professionnelles lors d'opérations mettant en œuvre des poudres : étude des relations entre propriétés physico-chimiques des poudres et caractéristiques des aérosols émis sur les lieux de travail

■ **Olivier WITSCHGER et Sébastien BAU**

Département métrologie des polluants

■ **Thèse de doctorat : Claire DAZON**

Université Aix-Marseille - Philippe LLEWELLYN

Face à la diversité des nanopoudres et des scénarios d'exposition professionnelle, les objectifs de l'étude sont de mettre au point une démarche de caractérisation des poudres afin de permettre de déterminer leur catégorie, de développer des méthodes permettant d'étudier l'émission d'aérosols de nanopoudres et d'établir des relations entre la granulométrie des aérosols obtenus en laboratoire et ceux auxquels sont potentiellement exposés les salariés, par le biais d'études de postes en entreprise. Ces travaux alimenteront les préconisations françaises en matière d'évaluation des expositions professionnelles par le biais des méthodes qui auront été développées.

2013 > 2016



Impact des sources et de l'environnement sur le confinement des polluants nanoparticulaires par les dispositifs de protection collective

■ **Emmanuel BELUT**

Département ingénierie des procédés

Les objectifs poursuivis dans cette étude visent le développement de modèles numériques du transport des aérosols nanométriques (diagnostic, analyse, conception de captage, ventilation générale), l'amélioration des connaissances sur les sources d'aérosols polluants, la réalisation d'essais exploitables pour évaluer la modification du confinement induit par les sources de pollution et l'environnement de travail.

2013 > 2016



Performances des appareils de protection respiratoire (APR) filtrants et isolants vis-à-vis des nanoparticules

■ **Sandrine CHAZELET**

Département ingénierie des procédés

Cette étude vise à mieux cerner les performances des APR présentant un facteur de protection élevé (masque complet, à ventilation libre ou assistée, appareils isolants) vis-à-vis de nanoparticules de nature, taille et morphologie variables. L'effet du rythme respiratoire du porteur de l'APR sera également simulé pour prendre en compte différentes situations de travail. Ces travaux devraient enrichir les recommandations liées au port d'APR lors de la manipulation de nanomatériaux.





Organisation, santé et sécurité au travail

Les études de l'INRS considèrent trois dimensions organisationnelles qui interagissent sur la santé-sécurité : l'organisation de l'entreprise, l'organisation de la production et l'organisation de la prévention. Ces dimensions de l'organisation du travail vont de la conception d'outils, de systèmes et de processus de travail jusqu'à l'activité de management des ressources humaines et des questions de santé sécurité au travail. Deux axes de recherche sont suivis :

- le développement de nouveaux modes d'organisation, de gestion de la main-d'œuvre et de dispositifs d'information et de communication, qu'il s'agisse du "Lean" management, de la sous-traitance ou des TIC dans les entreprises en réseau,
- l'évolution des rôles et responsabilités dans des nouveaux métiers, nouvelles filières et nouvelles formes de conception ou de division du travail, dont le travail des concepteurs et celui de l'encadrement de proximité.

2011 > 2016



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

■ **Virginie GOVAERE et Liên WIOLAND**

Département homme au travail

■ **Thèse de doctorat : Bérangère HITTINGER**

Université de Toulouse - Pr Julien CEGARRA

Il s'agit dans cette étude de proposer un cadre d'analyse adapté au mode d'organisation en réseau dans le transport routier de marchandises et de la logistique et d'élaborer une stratégie de prévention. Une dizaine d'entreprises seront suivies pour prendre en compte la variété des organisations (taille, type d'activité, statut...), et des solutions de prévention des risques techniques, technologiques et organisationnels seront proposées.

2013 > 2016



Pratiques d'entreprises en "Lean" et santé au travail

■ **Évelyne MORVAN, Bertrand DELECROIX et Edwige QUILLEROU-GRIVOT**

Département homme au travail

Des interventions dans des entreprises en système de rationalisation de la production "lean" seront réalisées selon une approche pluridisciplinaire (économie, ergonomie, psychologie). Il s'agira de mieux comprendre la nature des processus de mise en tension et de régulation. Des enseignements seront tirés sur la manière dont les pratiques d'organisation "lean" conduisent (ou pas) à une altération de la santé des salariés.



2015 > 2019



Expositions professionnelles et pratique d'externalisation dans le domaine de la maintenance. Vers une prévention contextualisée

■ **Corinne GRUSENMEYER**

Département homme au travail

Ces travaux visent à étudier les expositions professionnelles des personnels de maintenance (santé, sécurité des opérateurs, sûreté des installations), à appréhender les relations entre les organisations du travail de maintenance et les risques pour les opérateurs, notamment en cas d'externalisation, et à développer la compréhension de ces formes d'externalisation. Les résultats devraient permettre de proposer des pistes de prévention adaptées.

2013 > 2016



Prévention en conception et coopération entre acteurs de différents mondes professionnels. Le cas d'un projet national d'extension du traitement des déchets valorisables

■ **Bertrand DELECROIX et Évelyne MORVAN**

Département homme au travail

■ **Thèse de doctorat : Leila BOUDRA**

Université Lumière de Lyon - Pr Pascal BÉGUIN

L'étude vise à élaborer des méthodes pour intégrer une démarche de prévention des risques professionnels le plus en amont possible des projets de transformation de filière (nouvelle réglementation, par exemple). Il s'agit de permettre aux différents acteurs de coopérer et de s'organiser pour structurer le travail opérationnel en aval et considérer les effets potentiels sur la santé et sécurité. Des préconisations en matière de prévention seront proposées.

2016 > 2019



Analyse du métier de concepteur de systèmes de production : apports de la psychologie du travail et de l'ingénierie pour transformer les pratiques de conception en faveur de la santé-sécurité des opérateurs

■ **Edwige QUILLEROU-GRIVO**

Département homme au travail

■ **Aurélien LUX**

Département ingénierie des équipements de travail

Cette étude vise à améliorer la santé et la sécurité des opérateurs en examinant la manière dont sont conçues leurs situations de travail. Elle comprendra trois volets pour acquérir des connaissances sur l'activité réelle des concepteurs de systèmes de production industriels, identifier les processus de conception et les adapter en faveur de la prévention des risques professionnels, développer une méthodologie d'intervention auprès des concepteurs afin de favoriser l'intégration de la santé et sécurité dans leurs projets.

2016 > 2018



Analyse des changements organisationnels associés à l'usage des Grilles de positionnement en santé et sécurité au travail (GPS&ST)

■ **Karen ROSSIGNOL**

Département homme au travail

Cette étude sera menée auprès d'utilisateurs des outils GPS&ST, conçus il y a dix ans par le réseau Prévention pour aider les acteurs de l'entreprise à étudier, rendre compte et objectiver leurs pratiques de prévention. Les éléments recueillis permettront d'examiner les modalités d'usage, de saisir comment sont définis les axes de progression et comment est élaboré puis appliqué un plan d'action en prévention. Les résultats seront utiles pour élaborer des recommandations à destination des préventeurs pour que les grilles GPS&ST soient suivies d'effets organisationnels visant une meilleure prise en compte de la S&ST.



Prévention des cancers professionnels

Les travaux d'études sur cette thématique visent à :

- améliorer la prévention de tous les types de cancers professionnels et notamment évaluer l'opportunité de l'utilisation de marqueurs d'effets précoces suite à l'exposition à des cancérrogènes,
- initier et accompagner les entreprises dans la prévention du risque amiante,
- étudier la perception des risques cancérrogènes.



Facteurs de protection assignés des appareils de protection respiratoire utilisés en chantier de désamiantage (*terminée 2015*)

■ Sandrine CHAZELET et Éric SILVENTE

Département ingénierie des procédés

Exposé des motifs et objectifs

Suite aux travaux d'expertise publiés en 2009 par l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail sur la toxicologie et la métrologie des fibres d'amiante, cette étude, inscrite dans le projet "Amiante-META"¹ de l'INRS, visait à réévaluer les facteurs de protection assignés des Appareils de protection respiratoire (APR), *a priori* les plus performants, utilisés lors de processus de retrait de matériaux amiantés en utilisant l'analyse des échantillons en META.

Démarche

La première étape fut le développement, en collaboration avec les fabricants, d'un prototype de masque modifié intégrant un système de prélèvement de fibres d'amiante conforme à la norme XP X 43-269 (2002) à l'intérieur de l'APR. La seconde étape fut la certification de ces APR modifiés conformément à la directive EPI. Parallèlement à ces travaux, deux modes opératoires pour le prélèvement sur chantier de désamiantage de niveaux 2 et 3 ont été élaborés. Ces protocoles ont ensuite été appliqués lors de neuf campagnes effectuées sur six chantiers de niveau 3 et trois de niveau 2. Après analyse des échantillons recueillis par META, une exploitation statistique a abouti à la détermination des facteurs de protection assignés des deux types d'APR visés : appareils à adduction d'air et à ventilation assistée.

© Serge Morillon - INRS



¹ Microscopie électronique à transmission analytique.

Résultats principaux

L'étude a suivi, dans un premier temps, des opérateurs équipés d'un appareil à adduction d'air à pression positive effectuant des tâches de retrait ou de maintenance, lors des processus suivants effectués en niveau 3 : retrait de flocage par raclage, retrait de Progyposol® par burinage, très haute pression ou porte-outil, retrait de calorifuge par grattage, retrait d'Insonastic® par sablage, de mastic Caourep® par burinage. Sur 132 mesures d'empoussièrement, 23 % dépassent le seuil maximal de 25 000 f/l.

Dans un second temps, des opérateurs équipés d'appareils à ventilation assistée ont été suivis lors de processus de retrait de colle de dalles de sol ou de carrelage mural par burinage ou ponçage et lors de processus de déboîtement de conduits en fibrociment. De très rares dépassements de la valeur seuil de 6 000 f/l ont été mesurés, en partie du fait d'une mauvaise maîtrise de la dépression en zone et de l'aspiration à la source.

L'exploitation statistique des comptages a fourni deux distributions de facteurs de protection dont les 5^{es} centiles sont respectivement égaux à 250 pour les APR à adduction d'air à pression positive et 100 pour les APR à ventilation assistée. Les données obtenues sur les préleveurs de l'INRS en zone illustrent le fait qu'un observateur éloigné de quelques mètres du point de retrait est bien moins exposé que les opérateurs de désamiantage.

Discussion

Du fait des niveaux d'empoussièrement individuel obtenus lors de cette étude, de nombreuses recommandations en termes d'organisation des tâches et d'amélioration de la protection collective ont été formulées et diffusées auprès des industriels.

Les nouvelles valeurs de facteurs de protection assignés proposées sont fortement liées aux spécificités des chantiers de désamiantage (autres EPI, formation des opérateurs, tests d'ajustement, contraintes liées aux postures, au confinement). Par ailleurs, les résultats obtenus pour les deux types d'appareils ne peuvent pas être comparés étant donné qu'ils ont été évalués sur des typologies de chantier et dans des conditions environnementales (humidité, empoussièrement général...) très différentes.





Reproduction et travail

Les programmes de recherche de l'INRS contribuent à l'identification de certains dangers ayant un impact potentiel sur le déroulement de la grossesse, en améliorant l'état des connaissances toxicologiques expérimentales sur les produits chimiques, notamment sur les phtalates. D'autres études visent à repérer les situations à risque et à recueillir des données sur les relations entre exposition professionnelle de la mère et pathologie de l'enfant.



Évaluation biologique de l'exposition professionnelle au phtalate de di(isononyle) [DiNP] (terminée 2015)

■ René GAUDIN

Département toxicologie et biométrie

Exposé des motifs et objectifs

Le phtalate de di(isononyle) (DiNP) est majoritairement utilisé comme plastifiant dans l'industrie du polychlorure de vinyle (PVC) souple, en substitution au phtalate de di(2-éthylhexyle) (DEHP). Le procédé industriel repose sur une extrusion, puis une gélification afin d'obtenir un "compound" solide (compoundage). Il est possible d'obtenir également des solutions appelées "plastisols". Contrairement au DEHP, le DiNP n'est pas classé toxique pour la reproduction par l'Union européenne, mais des éléments nouveaux sont apportés par de récentes publications où l'activité de perturbation endocrinienne du DiNP est mise en avant. Trois objectifs principaux avaient été fixés dans cette étude : évaluer l'exposition professionnelle au DiNP dans l'industrie du PVC souple, estimer la dose interne journalière de salariés exposés au DiNP, apprécier une éventuelle co-exposition au DEHP.

Démarche

Avec l'aide des CARSAT et des services de santé au travail, plusieurs entreprises ont été sollicitées dans les secteurs industriels du PVC souple, fabriquant et/ou utilisant des compounds-granulés solides obtenus après mélange du PVC, du DiNP et d'additifs divers. Trois entreprises du secteur du compoundage ont participé à l'étude. Des prélèvements urinaires ont été réalisés quotidiennement, en début et fin de poste, durant cinq jours consécutifs auprès de 47 salariés volontaires potentiellement exposés au DiNP. D'autres prélèvements ont concerné 27 salariés considérés comme témoins non professionnellement exposés et travaillant majoritairement dans des services administratifs. La méthodologie utilisée reposait sur le dosage urinaire de trois métabolites du DiNP, le phtalate de mono-(4-méthyl-7-hydroxyoctyl) (7-OH-MiNP), le phtalate de mono-(4-méthyl-7-oxooctyl) (7-oxo-MiNP) et le mono-(4-méthyl-7-carboxyheptyl) (7-cx-MiNP), par une technique de chromatographie liquide haute performance couplée à la spectrométrie de masse en tandem (HPLC-MS/MS). Pour juger d'une co-exposition au DEHP, les métabolites urinaires de ce phtalate ont également été dosés.

Résultats principaux

L'analyse des 358 échantillons urinaires provenant des 47 salariés mettant en œuvre du DiNP et des 216 échantillons recueillis chez les 27 témoins n'a pas montré d'exposition professionnelle au DiNP plus élevée chez les exposés que chez les témoins, avec des doses internes journalières (médiane à 3,3 µg/kg de poids corporel/jour) très en deçà des doses journalières admissibles (DJA européenne et américaine), respectivement de 150 et 120 µg/kg/jour. Une seule dose interne mesurée à 137,3 µg/kg/jour dépasse la DJA prônée par les États-Unis. En revanche, les concentrations de métabolites du DEHP mesurées dans les échantillons urinaires recueillis témoignent d'une exposition professionnelle à ce phtalate et confirme qu'il est toujours utilisé.

2014 > 2017



Évaluation de la toxicité prénatale d'insecticides pyréthrinoïdes chez le rat - Effets testiculaires

■ Anne-Marie SAILLEFAIT

Département toxicologie et biométrie

Cette étude vise à évaluer les effets de pyréthrinoïdes sur le testicule fœtal de rats mâles exposés *in utero*. La production de testostérone, un élément critique pour le développement de l'appareil génital mâle, sera particulièrement investiguée. Inscrite dans le cadre des préoccupations concernant les effets de pesticides et de perturbateurs endocriniens sur l'appareil reproducteur, l'étude concourra à réduire les incertitudes sur les dangers que pourraient constituer les expositions professionnelles aux pyréthrinoïdes pendant la grossesse et aidera à la mise en place de mesures de protection.

2015 > 2017



Étude expérimentale de l'excrétion urinaire et de la toxicité de la N-éthyl-2-pyrrolidone

■ Anne-Marie SAILLEFAIT

Département toxicologie et biométrie

Le but de cette étude est d'apporter des informations nouvelles sur le métabolisme et la toxicité de la NEP après des administrations répétées par voie orale. Elle sera réalisée en collaboration avec le laboratoire de toxicologie de l'Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) qui a l'expertise du dosage des métabolites urinaires de la NEP. Ces données contribueront à mieux évaluer le risque pour la santé d'expositions professionnelles à la NEP. Elles pourront être utilisées dans un cadre réglementaire pour l'établissement de valeurs toxicologiques et/ou biologiques de référence et lors du choix d'une substance de substitution pour la NMP.

2014 > 2017



Recherche d'effets à type de perturbations endocriniennes, lors d'une exposition au DiNP en milieu industriel

■ Jean-Bernard HENROTIN

Département épidémiologie en entreprise

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet du DiNP sur les concentrations plasmatiques de testostérone (hormone impliquée dans la fertilité masculine) ainsi que des conséquences cliniques, chez des salariés de la plasturgie. Une étude analytique de type longitudinale sera menée en entreprise pour mesurer un effet à court terme sur les taux sanguins de testostérone d'une exposition aux phtalates (DiNP et DEHP) mesurée à partir des dosages urinaires.



Risques biologiques

Les travaux de recherche de l'INRS visent notamment, en l'absence de valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP), à :

- développer des approches d'évaluation des risques immunoallergiques et toxiques liés à l'exposition aux agents aéroportés d'origine biologique,
- développer des méthodes et des stratégies de mesure (prélèvement et analyse) des bioaérosols transférables aux acteurs de la prévention de ces risques,
- acquérir les méthodes pour évaluer la qualité de l'air intérieur,
- étudier les moyens de réduire les expositions aux bioaérosols.



Procédés d'épuration de l'air des lieux de travail contaminés par les micro-organismes : étude d'instruction sur les solutions techniques de séparation/désinfection (*terminée 2015*)

■ Denis BEMER

Département ingénierie des procédés

■ Philippe DUQUENNE et Xavier SIMON

Département métrologie des polluants

Exposé des motifs et objectifs

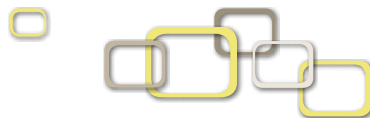
L'exposition aux bioaérosols (bactéries, moisissures, sous-produits ou fragments de micro-organismes) présents dans l'air aux postes de travail est avérée dans de nombreux secteurs professionnels. Chez certains salariés, l'inhalation d'agents biologiques aéroportés a été associée à la survenue d'affections respiratoires. Des solutions techniques ont été proposées pour prévenir ces risques biologiques, en particulier des dispositifs de traitement d'air destinés à réduire les niveaux de concentration en bioaérosols dans les ateliers ou sur les postes de travail. Pour autant, les connaissances concernant l'efficacité de ces systèmes, leur innocuité et leur adéquation avec la prévention des risques biologiques ne sont pas encore stabilisées et ne permettent pas de formuler de recommandations précises. Cette expertise est pourtant nécessaire pour pouvoir répondre efficacement aux interrogations des entreprises ou des CARSAT confrontées à des expositions importantes. Afin d'étudier les solutions de traitement d'air les plus adaptées aux bioaérosols susceptibles d'être générés dans l'air des lieux de travail, une étude d'instruction a été engagée. Les objectifs étaient de disposer des connaissances nécessaires et d'un regard critique sur les procédés de traitement envisageables pour les atmosphères contaminées par des bioaérosols et de déterminer les moyens d'essais pour compléter ces connaissances.

Démarche

L'étude comportait deux volets menés en parallèle :

- une étude bibliographique visant à documenter les techniques de séparation/inactivation et identifier les procédés les mieux adaptés,
- une pré-étude effectuée à partir de deux procédés d'épuration jugés pertinents au cours de la recherche bibliographique : la filtration par lit granulaire et par média fibreux métallique couplée à une inactivation par voie thermique.





Résultats principaux

La recherche bibliographique (plus de 300 articles) a permis d'identifier et de documenter l'ensemble des procédés de traitement d'air visant à l'élimination des micro-organismes, toutes activités confondues. Sont distingués les procédés basés sur l'inactivation directe dans l'air des bioaérosols sans collecte préalable, et ceux conduisant à une séparation et une collecte préalable des particules biologiques et à leur inactivation au moyen de différents modes de traitement. L'étape de séparation des particules, lorsqu'elle existe, s'effectue exclusivement au moyen de médias filtrants fibreux. L'inactivation par voie thermique présente de nombreux avantages par rapport aux autres techniques du fait de sa facilité de mise en œuvre et de l'assurance d'une destruction complète des micro-organismes. Elle ne génère pas de sous-produits toxiques, comme peuvent le faire les procédés d'oxydation ou certains traitements chimiques.

Discussion

La synthèse bibliographique sur les procédés de séparation/inactivation des agents microbiologiques constitue un premier socle de connaissances sur les procédés de traitement envisageables pour les atmosphères contaminées en bioaérosols. Elle permet également de pouvoir répondre aux interrogations des entreprises ou des CARSAT et, le cas échéant, d'apporter des éléments d'expertise sur des procédés commerciaux que pourraient proposer certains industriels. Cependant, les données recueillies ne permettent pas de proposer une solution technique de prévention permettant de réduire, avec une efficacité connue, les niveaux de concentration en bioaérosols dans les ateliers ou sur les postes de travail.

La phase expérimentale a permis de montrer que les deux technologies étaient capables de présenter des efficacités de séparation élevées et de supporter une charge thermique permettant la destruction des micro-organismes les plus résistants, tels que les entités fongiques par exemple. Ces solutions semblent prometteuses. Des travaux complémentaires seraient nécessaires afin de valider ces techniques avec des particules biologiques et permettre un dimensionnement pour une éventuelle application industrielle.

Enfin, un état des lieux a été mené sur les moyens d'action et de prévention dont dispose actuellement le réseau Prévention pour améliorer les conditions de travail et diminuer les risques biologiques dans des entreprises. Les guides et brochures de l'INRS ainsi que le retour d'expérience des CARSAT peuvent contribuer à des actions d'amélioration des situations de travail en cas d'exposition avérée des salariés aux bioaérosols.

2013 > 2017



Étude comparative de méthodes de prélèvement pour la mesure d'exposition aux bioaérosols constitués d'agents biologiques sensibles aux stress

■ **Xavier SIMON et Philippe DUQUENNE**

Département métrologie des polluants

L'étude a pour objectifs d'évaluer et de comparer des méthodes de prélèvement adaptées pour la collecte des micro-organismes sensibles. Le but est de proposer un biocollecteur qui complétera ou remplacera les mesures effectuées par cassette fermée, dans la détermination d'expositions professionnelles aux bioaérosols. Après des travaux en laboratoire, des essais seront réalisés dans des atmosphères de travail (assainissement, agroalimentaire, maintenance ou tertiaire).

2013 > 2017



Développement et évaluation d'une méthode de mesure des (1,3)- β -D-glucanes dans l'air des lieux de travail

■ **Philippe DUQUENNE et Xavier SIMON**

Département métrologie des polluants

Les objectifs de l'étude sont de développer et d'évaluer une méthode de mesure des (1,3)- β -D-glucanes (composés d'origine biologique) contenus dans l'air, et de la mettre à la disposition des CARSAT. L'étude prévoit notamment la mise en place d'un banc d'analyses et différents tests de dosage avec les principaux supports de collecte, avant l'organisation de mesures d'exposition dans des environnements professionnels.

2015 > 2018



Caractérisation microbiologique et physique des aérosols fongiques émis au poste de travail lors du tri et du recyclage des déchets

■ **Philippe DUQUENNE et Xavier SIMON**

Département métrologie des polluants

■ **Thèse de doctorat : Jodelle DEGOIS**

Université de Lorraine - Pr Pierre LEBLOND et Dr Cyril BONTEMPS

L'étude vise, d'une part, à déterminer la composition (biodiversité) et la distribution granulométrique des aérosols fongiques émis lors des activités de tri et de recyclage de déchets, et, d'autre part, à rechercher un (des) indicateur(s) caractéristique(s) des bioaérosols émis dans l'atmosphère de travail. Il s'agit d'élaborer une stratégie de mesure permettant de réaliser une caractérisation approfondie des aérosols fongiques au poste de travail et de la déployer dans les entreprises.

2014 > 2017



Exposition professionnelle aux mycotoxines : biométrie et évaluation atmosphérique

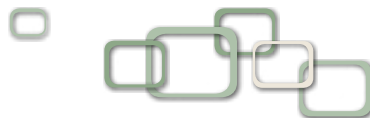
■ **Sophie NDAW et Alain ROBERT**

Département toxicologie et biométrie

L'objectif de ces travaux est de proposer des outils pour une évaluation des expositions aux mycotoxines. Des méthodes de dosage simultané de cinq mycotoxines et leurs métabolites dans les urines et dans l'air seront développées. Sur la base des méthodes développées, l'exposition sera caractérisée dans différents secteurs concernés (élevage, fabrication d'aliments pour animaux, traitement et transformation de denrées alimentaires, récolte de céréales, manipulation de paille et fourrage).

© Serge Morillon - INRS





Risques chimiques

Les risques chimiques sont étudiés à l'INRS depuis son origine. Les travaux se poursuivent par le biais d'études sur de nouvelles substances, y compris les produits de substitution, la métrologie, les bio-indicateurs, l'influence sur la santé, l'épidémiologie, l'amélioration et le développement de procédés, la mise au point de techniques de prévention...



Axe 1 : mettre à disposition des connaissances sur les dangers

Les travaux pour mettre en évidence et pour quantifier les dangers liés à l'exposition aux substances chimiques, qu'ils soient toxiques, mutagènes, cancérigènes, reprotoxiques, allergisants ou neurotoxiques, sont étudiés sous deux angles : toxicologie expérimentale, sur l'animal (*in vivo*) et sur des cellules en culture (*in vitro*), et épidémiologie. Les études de mise au point de méthodes dans ces deux disciplines figurent dans cette sous-thématique.



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 (*terminée 2015*)

■ Ève BOURGKARD et Michel GRZEBYK

Département épidémiologie en entreprise

Exposé des motifs et objectifs

Les brouillards d'huile sont des aérosols de fluides de coupe d'huiles entières et de fluides aqueux (huiles solubles et fluides synthétiques). Un certain nombre d'agents chimiques peuvent être présents dans ces fluides ou se former lors de leur utilisation : notamment des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (huiles entières, fluides solubles) et des nitrosamines (fluides aqueux). La concentration de ces polluants a évolué au cours du temps en raison d'améliorations opérées dans la composition et la nature des fluides de coupe. Des études épidémiologiques passées ont suggéré qu'il existe un excès de cancer de la vessie parmi des populations utilisatrices de fluides de coupe peu ou non raffinés. Cependant, les études par type de fluide montrent des résultats discordants. L'objectif de cette étude était de rechercher s'il existe un risque de cancer de la vessie associé à des expositions professionnelles à des brouillards d'huile, issus de l'utilisation plus récente d'huiles entières ou de fluides aqueux, en prenant en compte d'autres cancérigènes professionnels et extraprofessionnels. Ce risque a été étudié dans la sidérurgie.

Démarche

Une étude cas-témoins a été mise en place dans une cohorte constituée par l'ensemble des salariés embauchés entre 1960 et 1997 dans six usines sidérurgiques du Nord-Pas-de-Calais. Les cas de cancer de la vessie survenus parmi les sujets de la cohorte, au cours de la période 2006-2012, ont été identifiés à partir du fichier de demandes d'exonération du ticket modérateur au titre des affections de longue durée et auprès de 21 hôpitaux et cliniques

de la région Nord-Pas-de-Calais. Les témoins ont été sélectionnés à partir des sujets de la cohorte selon la méthode de contre-appariement. Les informations médicales, la consommation de tabac, l'histoire professionnelle (intitulés d'emploi, dates, tâches exercées, expositions) ont été recueillies par questionnaires renseignés en face-à-face au domicile des sujets. Les expositions professionnelles entre 1960 et 2012 ont été évaluées par des experts de l'INRS et du Laboratoire interrégional de chimie de l'est (LICE).

Résultats principaux

Cette étude met en évidence une relation entre la survenue de cancers de la vessie et des expositions professionnelles aux brouillards de fluides de coupe tous types confondus, ainsi qu'aux brouillards de fluides de coupe d'huiles entières. La relation observée pour les fluides de coupe d'huiles entières résulte d'expositions datant des 30 dernières années. Cette étude ne met pas en évidence de relation entre le cancer de la vessie et des expositions aux fluides aqueux (huiles solubles ou fluides synthétiques).

Discussion

Ces huiles entières étant principalement constituées d'huiles minérales, ce résultat semble en faveur de la présence de cancérrogènes contenus dans les huiles minérales, neuves ou usagées. Cette étude montre que la prévention reste nécessaire dans les secteurs utilisateurs de fluides de coupe. Une prévention efficace présuppose cependant une meilleure connaissance de la composition des fluides de coupe, neufs ou en cours d'utilisation.

Des études multidisciplinaires destinées à connaître la composition des fluides de coupe (neufs et usagés), les niveaux d'expositions atmosphériques actuelles et leur relation avec des biomarqueurs d'effet précoce permettraient de mieux cibler les actions de prévention et ainsi diminuer la fréquence des cancers de la vessie en relation avec des expositions aux fluides de coupe.



Développement d'un modèle de co-culture pour étudier les propriétés génotoxiques des particules (terminée 2015)

■ Laurent GATÉ et Christian DARNE

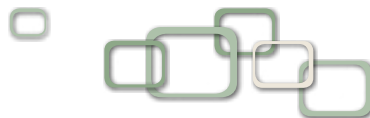
Département toxicologie et biométrie

Exposé des motifs et objectifs

Le développement de méthodes alternatives à l'expérimentation animale afin d'étudier les propriétés toxicologiques des particules manufacturées auxquelles sont potentiellement exposés les salariés par inhalation est une nécessité pour répondre aux attentes des instances internationales en termes de réduction de l'utilisation d'animaux de laboratoire. La majorité des évaluations de la toxicité de ces agents chimiques mises en œuvre *in vitro* sont réalisées sur des monocultures de cellules cibles telles que des cellules épithéliales issues du poumon. Mais cette approche expérimentale ne tient pas compte de la complexité du tissu pulmonaire et de la pluralité des acteurs impliqués dans la réaction inflammatoire qui peut découler de l'exposition à des particules. L'objectif de cette étude était donc de développer un modèle de co-culture qui prendrait mieux en compte cette complexité et les interactions qui se produisent *in vivo* au niveau pulmonaire entre les différents types cellulaires.

Démarche

Un modèle de co-culture a été mis au point, il comprenait des cellules épithéliales (A549), des macrophages (THP1 différenciées) et des granulocytes (HL60 différenciées). La réponse du système a été évaluée à l'aide d'une silice cristalline (DQ12) dont les propriétés inflammatoires et génotoxiques étaient connues et de son homologue sous une forme "inactivée" (recouverte de polyvinylpyridine-N-oxyde) (DQ12-PVNO). L'étude des dommages à l'ADN a été déterminée par le test des comètes et l'induction d'une réponse inflammatoire par l'analyse de l'expression du Tumor Necrosis Factor α et de l'interleukine-8.



Résultats principaux

Le DQ12, mais pas le DQ12-PVNO, induit une augmentation significative des dommages à l'ADN dans les cellules A549 cultivées seules. La présence des macrophages et/ou des granulocytes diminue les effets génotoxiques de cet échantillon de silice. Le DQ12, mais pas le DQ12-PVNO, stimule l'expression de l'interleukine-8 par les cellules A549 cultivées seules. La présence des macrophages et/ou des granulocytes augmente cette production. Ces phénomènes sont corrélés avec la production d'espèces réactives de l'oxygène intracellulaire dans les A549.



Discussion

Cette étude est parmi les premières à évaluer *in vitro* l'interaction des acteurs cellulaires majeurs de la réponse inflammatoire pulmonaire. Elle contribue à la mise en évidence d'une communication importante entre ces cellules et à l'apport d'informations complémentaires sur le mécanisme d'action toxique des silices. Elle ne permet cependant pas de valider l'hypothèse selon laquelle les granulocytes peuvent augmenter la génotoxicité des particules. Bien que la compréhension de ce modèle nécessite d'être approfondie, il pourrait à terme aider à évaluer la toxicité des fibres et particules et ainsi limiter le recours aux animaux de laboratoire. En raison des ressources disponibles et de l'exploitation du laboratoire de nanotoxicologie *in vivo*, de tels travaux *in vitro* ne pourront être réalisés dans l'immédiat. Cependant, des mises au point techniques issues de cette étude pourront éventuellement être utilisées au laboratoire.

Ce travail fera l'objet d'au moins une publication dans un journal scientifique international à comité de lecture.

■ Michel GRZEBYK et Guy HEDELIN

Département épidémiologie en entreprise

Les méthodes de survie relative permettent l'étude de la survenue d'événements dans une population spécifique par rapport à une population de référence pour laquelle des tables de taux existent. L'étude propose de développer des approches autorisant la non-linéarité et la non-proportionnalité des taux et d'adapter ces méthodologies au contexte de la santé au travail, en proposant des solutions aux biais inhérents à des populations de travailleurs (biais du travailleur sain). Ces approches seront soumises à des validations sur des données simulées et réelles, appliquées dans différents secteurs.

2013 > 2016



Prise en compte des caractéristiques des échantillons de peau pour une meilleure estimation des flux d'absorption percutanée

■ **Fabrice MARQUET et Jean-Paul PAYAN**

Département toxicologie et biométrie

Cette étude propose de corréler le flux de passage percutané avec les caractéristiques de la peau déterminées à partir de coupes histologiques, et notamment l'épaisseur des différentes couches cutanées (stratum corneum, épiderme viable et derme). Ceci devrait permettre de réduire la variabilité observée dans la mesure du flux de certaines molécules et de donner ainsi une meilleure estimation des flux d'absorption mesurés *ex vivo*.

2014 > 2016



Détermination des paramètres permettant le dosage du chrome intra-érythrocytaire : I - Étude *in vitro*

■ **Jérôme DEVOY**

Département toxicologie et biométrie

Le chrome hexavalent est la forme la plus toxique du chrome, et il n'existe pas, à l'heure actuelle, de marqueur d'exposition biologique. Une étude bibliographique a montré que le CrVI s'incorpore aux érythrocytes, alors que les autres espèces du chrome ne le font pas ou très peu. Cette hypothèse doit être vérifiée avant d'utiliser ce dosage comme marqueur spécifique d'une exposition au CrVI, dans le but ultérieur d'établir une valeur d'indicateur biologique d'exposition au chrome hexavalent.

2014 > 2017



Mise en place de l'essai de transformation cellulaire *in vitro* sur Bhas 42. Application pour l'évaluation du potentiel cancérigène de nanomatériaux

■ **Yves GUICHARD et Christian DARNE**

Département toxicologie et biométrie

L'objectif principal de cette étude est la mise en place de l'essai de transformation *in vitro* sur Bhas 42. La validation de cet essai sera réalisée avec des agents cancérigènes de référence qui permettront d'établir des données historiques pour les futures études. La réponse de l'essai envers un agent particulaire sera évaluée avec une silice cristalline. S'il est concluant, il sera utilisé pour rechercher le potentiel cancérigène de nanomatériaux manufacturés.

2015 > 2018



Absorption percutanée d'esters industriels : relation structure-activité entre le flux d'absorption et la substitution du groupement acide de type aromatique

■ **Catherine CHAMPMARTIN et Jean-Paul PAYAN**

Département toxicologie et biométrie

Pour une dizaine d'esters, dont le groupement acide présente un noyau aromatique plus ou moins substitué et un groupement alcool constant (éthyl ou méthyl), il sera mesuré leur flux d'absorption percutanée et leur vitesse d'hydrolyse par deux iso-enzymes d'estérases de type humain. Les résultats de cette étude devraient permettre de mieux estimer le flux d'absorption percutanée de toxiques industriels en se basant sur une relation structure-activité semi-quantitative.



Axe 2 : mettre à disposition des connaissances sur l'état des expositions et des outils d'évaluation des expositions

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, et la biométrie afin de mesurer dans les fluides humains des bio-indicateurs révélateurs d'une exposition. Pour ces deux approches, des études de mise au point de méthodes et des études de terrain sont menées. Les études de filières permettent d'estimer l'ampleur d'une exposition et le nombre de salariés exposés. Ensuite, l'exploitation de bases de données de mesures d'exposition (COLCHIC-SCOLA) et de campagnes de mesures permet d'apprécier les niveaux des expositions.



Cartographie des secteurs et procédés générant des Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (terminée 2015)

■ Catherine CHAMPMARTIN et Hubert MONNIER

Département ingénierie des procédés

Exposé des motifs et objectifs

Des travaux récents ont mis en évidence de nouvelles activités, comme la densification carbone et la réfection d'installations recouvertes de revêtements à base de brai, pour lesquelles l'exposition professionnelle aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) était insoupçonnée ou méconnue, la génération d'HAP pendant ces activités étant peu ou pas documentée dans la littérature. Cela a mis en évidence la difficulté, pour les hygiénistes et les entreprises, d'identifier la présence potentielle d'un risque HAP. L'objectif de l'étude était d'élaborer et de mettre à leur disposition un outil typologique permettant de repérer les secteurs et les procédés susceptibles de générer des HAP, auxquels pourraient être exposés 111 000 salariés d'après l'enquête SUMER 2010.

Démarche

L'étude a consisté, tout d'abord, à recenser les secteurs d'activité dans lesquels il y avait émission d'HAP et exposition des opérateurs. À l'aide du benzo[a]pyrène (BaP), utilisé comme traceur du risque cancérigène, une priorisation des secteurs à risque a été effectuée. Six campagnes de prélèvements (prélèvements atmosphériques, urinaires, surfaciques et de matériaux ou de résidus) ont ensuite été réalisées dans les activités de cémentation gazeuse, de densification carbone et de cokéfaction pour compléter ces données. Elles ont permis d'enrichir les connaissances sur les conditions de génération des HAP propres à chacun des procédés. Dans un troisième temps, un travail a été effectué pour vérifier l'influence de paramètres, comme la température, la pression, le débit de réactif gazeux sur la génération de benzène, de HAP et de suie dans un procédé tel que la cémentation gazeuse basse pression.

Résultats principaux

La cémentation basse pression, la densification en carbone et la cokerie génèrent du BaP à des niveaux nettement supérieurs à la recommandation de la Caisse nationale de l'assurance maladie, qui est de 150 ng/m³ d'air inspiré sur huit heures de poste. En effet, lors d'opération de pyrolyse, les conditions opératoires du craquage en phase gaz sont telles que des HAP ou des précurseurs d'HAP sont générés. En sortie des fours, les HAP forment des dépôts au contact des surfaces froides, à l'origine d'expositions lors des opérations de maintenance et de nettoyage. Cependant, si les fours ne sont pas complètement étanches (fuites ou portes ouvertes), les expositions peuvent avoir lieu pendant la production, notamment en cokerie. Les voies d'expositions sont à la fois inhalatoires et

cutanées. Par ailleurs, les études théoriques menées à partir d'un mécanisme réactionnel simplifié de pyrolyse de l'acétylène ont montré que l'utilisation d'une faible pression et la diminution du temps de séjour permettent de réduire les concentrations de produits cancérigènes et initiateurs de HAP tels que le benzène.

Discussion

Après avoir suivi sur plusieurs années et dans différentes entreprises l'exposition des salariés dans les activités de cémentation basse pression et de densification carbone, force est de constater que la mise en place de solutions de prévention a permis de réduire les expositions élevées, mesurées lors des premières campagnes. Cependant, dans le secteur des cokeries, elles restent encore très élevées, voire excessives, pour certains postes. Dans ce secteur, une marge de progression existe, et les efforts doivent être mobilisés pour limiter les expositions inhalatoires et cutanées. Une étude théorique sur la cémentation basse pression a montré qu'un changement des conditions opératoires de la pyrolyse permettait de réduire des HAP à la source. L'application aux procédés industriels est complexe et nécessitera, dans tous les cas, une qualification des pièces et du procédé.

2013 > 2016



Contact cutané avec le bitume dans les travaux de revêtement routier : analyse de l'activité de travail et prévention

■ Florence HELLA

Département homme au travail

■ Thèse de doctorat : Nathalie JUDON

Université de Bordeaux - Pr Alain GARRIGOU

L'étude vise à produire des connaissances sur les conditions d'exposition cutanée au bitume des salariés lors de travaux routiers, ainsi que sur les pratiques mises en œuvre pour prévenir ce risque chimique. Son but est d'animer et modéliser le processus qui permet aux acteurs concernés d'interagir autour de la problématique, en visant l'établissement d'un consensus, tant sur les déterminants de l'exposition au bitume que sur les solutions de prévention.

2011 > 2017



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

■ Benjamin SUTTER et Eddy LANGLOIS

Département métrologie des polluants

Cette étude propose d'évaluer l'efficacité de prélèvement des dispositifs selon deux axes. Le premier est constitué par la conception et la validation d'un moyen de génération d'aérosols semi-volatils étalons. Le second permettra la détermination de l'efficacité de prélèvement des dispositifs testés, exposés à l'aérosol de référence. Les résultats permettront de constituer une base de données à laquelle pourront se référer les préventeurs pour le choix du dispositif correspondant à leur besoin.

2013 > 2017

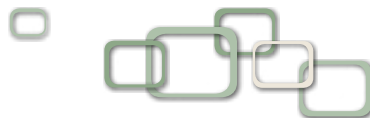


Étude du couplage de la désorption de support par CO₂ supercritique et des techniques d'analyse par chromatographie

■ Eddy LANGLOIS

Département métrologie des polluants

L'objectif de cette étude est de développer une technique d'analyse de prélèvements atmosphériques de composés organiques volatils ne faisant pas appel à l'utilisation de solvant. Cette technique basée sur l'extraction au dioxyde de carbone (CO₂) à l'état supercritique, couplée à l'analyse par chromatographie en phase gazeuse ou liquide, présente un double avantage : manipulateurs de laboratoire soustraits au risque chimique et simplification du processus analytique.



2014 > 2016



Étude de dispositifs de prélèvement individuel des aérosols d'acide sulfurique en fraction thoracique

■ **Peter GÖRNER**

Département métrologie des polluants

Le sujet de l'étude sera de tester les dispositifs de prélèvement individuel de la fraction thoracique des aérosols, convenables pour l'échantillonnage de l'acide sulfurique (produit corrosif pour la peau, les yeux, les voies respiratoires et digestives) sur les lieux de travail. La finalité sera de sélectionner ou de développer un dispositif et de le qualifier pour le mesurage de l'exposition professionnelle, avant d'être mis à la disposition du réseau de prévention.

2014 > 2017



Élaboration de la méthodologie de l'évaluation des contaminations de surface : aspects métrologiques et transfert par contact

■ **William ESTEVE**

Département métrologie des polluants

Cette étude a pour but d'appréhender l'évaluation de la contamination des surfaces par déposition de polluants atmosphériques. Il s'agit d'étudier les paramètres influant sur l'efficacité des prélèvements surfaciques, de développer un outil métrologique permettant d'obtenir une information standardisée sur les cinétiques de dépositions, et de conduire une expérimentation exploratoire pour évaluer le transfert par contact des surfaces contaminées vers les salariés.

2011 > 2016



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 et Alain ROBERT**

Département toxicologie et biométrie

L'étude consistera à valider une technique de mesure de la fraction résiduelle des COV dans l'urine (l'analyse de l'espace de tête : *Headspace*) pour réaliser le suivi de salariés potentiellement et simultanément exposés à plusieurs COV. La méthode analytique sera optimisée sur des urines surchargées puis testée sur des urines de salariés réellement exposés. Cette méthode d'analyse simultanée de COV de structure et de propriétés chimiques différentes pourra être proposée aux hygiénistes du travail comme outil d'évaluation des multi-expositions, alternatif et complémentaire de la surveillance atmosphérique.

2015 > 2018



Caractérisation chimique des fumées de bitume

■ **Eddy LANGLOIS**

Département métrologie des polluants

■ **Thèse de doctorat : Marie-Astrid DUTOIT**

Géoressources - Raymond MICHELS et LIEC - Pierre FAURE

La méthode MétroPol 123, récemment mise au point par l'INRS, est validée pour mesurer les expositions de travailleurs sur les chantiers routiers. Cette méthode doit être étendue à des expositions plus élevées mais également plus faibles. L'objectif de cette étude est de caractériser les émissions de différents bitumes produites en laboratoire, à l'aide d'un dispositif de génération et de condensation des fumées, afin de sélectionner les conditions de détection adaptées à tous les types d'exposition.

2015 > 2018



Mise à jour des bonnes pratiques pour l'élaboration d'une stratégie de prélèvement

■ **Frédéric CLERC**

Département métrologie des polluants

Cette étude vise à proposer une actualisation des bonnes pratiques pour l'élaboration d'une stratégie de prélèvement, suite à différentes évolutions réglementaires. Les pratiques actuelles concernant les bio-aérosols et les nano-aérosols seront identifiées, les différences et similarités exposées et les données de référence d'exposition collectées, afin de simuler l'impact de différentes stratégies sur le diagnostic d'exposition. Une méthodologie pour la constitution de groupes d'exposition homogène sera proposée et testée sur les données contenues dans la base COLCHIC. Des expérimentations sur l'impact de la prise en considération des multi-expositions seront également menées en appliquant les algorithmes de MiXie.

2016 > 2019



Amélioration de l'analyse statistique de données biométoprologiques : application au béryllium et au chrome

■ **Aurélié REMY**

Département toxicologie et biométoprologie

■ **Thèse de doctorat : Aurélié REMY**

Université de Lorraine - Pascal WILD

Il est courant de relever des niveaux d'exposition atmosphériques et biologiques en dessous des seuils de quantification. Ces données, qualifiées de « censurées », ne peuvent être ignorées et nécessitent un traitement particulier. L'étude portera sur l'optimisation d'une méthode de traitement statistique pour répondre à la problématique des données censurées. Elle sera appliquée pour exploiter les données inorganiques qui n'ont pas pu l'être, particulièrement les données d'exposition professionnelles au béryllium et au chrome. Les expositions biologiques recueillies (substances organiques et inorganiques) alimenteront la constitution d'une base de données biométoprologiques.

2015 > 2018



Mise au point d'une nouvelle méthode d'évaluation des expositions aux émissions particulières des moteurs diesel

■ **Benoît OURY**

Département toxicologie et biométoprologie

■ **Denis BEMER**

Département ingénierie des procédés

Cette étude vise à développer une nouvelle méthode d'évaluation de la protection des salariés vis-à-vis des particules diesel cancérigènes. La démarche sera d'adapter la méthode thermo-optique de dosage du carbone élémentaire, utilisée pour l'environnement, à l'évaluation professionnelle. Validée dans différentes situations, elle sera ensuite transférée, notamment aux CARSAT, sous la forme d'une fiche MétroPol et éventuellement d'une formation. Cette mise au point permettra aussi d'évaluer la pertinence d'autres méthodes tels l'aéthalomètre portable, les compteurs de suies...

2015 > 2019

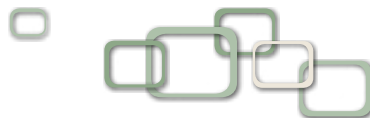


Développement de capteurs chimiques de gaz pour la mesure en temps réel des expositions professionnelles aux agents chimiques organiques

■ **Marianne GUILLEMOT**

Département métrologie des polluants

Plusieurs pistes seront étudiées en vue de développer une méthode d'évaluation de la concentration d'ozone dans l'air, basée sur l'interaction entre un capteur chimique de gaz et le composé cible. Ce système de mesure permettra d'identifier les phases exposantes au cours d'une mesure d'exposition classique sur 8 heures. Le chlorure de vinyle monomère et le 1,3-butadiène sont également des molécules d'intérêt pour cette étude, qui seront étudiées si les résultats ne sont pas concluants avec l'ozone. Cette étude pourrait aboutir à un prototype de mesure en temps réel des expositions professionnelles à l'ozone.



2016 > 2017



Validation en situation professionnelle de l'utilisation du prélèvement passif dans des conditions extrêmes : courtes durées et faibles vitesses d'air

■ Eddy LANGLOIS

Département métrologie des polluants

Cette étude a pour objectif de valider l'utilisation des badges dans deux types de conditions d'utilisation extrême : courtes durées et faibles vitesses d'air. Pour cela, des interventions seront réalisées dans des entreprises où ces situations auront été identifiées. La réalisation de prélèvements actifs et passifs, de manière simultanée au poste de travail, permettra de valider statistiquement la technique de prélèvement passif, quels que soient la substance et le type d'activité. Les résultats seront communiqués aux utilisateurs potentiels de cette technique afin de consolider leur confiance et permettre de développer l'utilisation des badges pour l'évaluation de l'exposition professionnelle.



Axe 3 : mettre à disposition des solutions de prévention

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 des équipements. En outre, des investigations sont menées pour identifier les opérations ou activités pour lesquelles des solutions techniques doivent être développées prioritairement.



Développement d'un prototype de capteur d'exposition chimique sélectif aux aromatiques monocycliques (terminée 2015)

■ Bruno GALLAND et Patrick MARTIN

Département ingénierie des procédés

■ Thèse de doctorat : Khaoula HAMDJ

Université de Lorraine - Pr Marc HEBRAND et Pr Mathieu ÉTIENNE

Exposé des motifs et objectifs

Les Composés organiques volatils (COV) sont parmi les polluants les plus courants. L'industrialisation et l'utilisation de l'automobile ont conduit à un apport accru de ces produits chimiques organiques dans l'atmosphère. Les dérivés benzéniques (c.-à-d. le benzène, le toluène, le -p, - m et -o xylène, BTX) sont une catégorie bien particulière des COV en raison de leurs dangers pour l'environnement et la santé humaine (CMR).

L'objectif principal de l'étude visait la conception d'un prototype d'analyseur temps réel transportable de BTX (benzène, toluène, xylènes) utilisable pour effectuer des mesures dans l'atmosphère des lieux de travail. Le principe général était de développer un matériau sensible, ou capteur, pour la concentration des BTX et de procéder à une mesure en spectroscopie UV.

Démarche

Initié en 2009 avec le Laboratoire Francis Perrin (LFP) du CEA, le projet n'a pu aboutir aux résultats escomptés, du fait principalement des difficultés de reproductibilité en dimensions des capteurs. Réorientée en 2012, l'étude s'est poursuivie avec un nouveau partenaire, le Laboratoire de chimie physique et microbiologie pour l'environnement (LCPME), unité mixte CNRS / Université de Lorraine. Une thèse de doctorat a été adossée à ces travaux dont le cœur est la mise au point d'un matériau à porosité et fonctionnalité contrôlées pour la concentration des BTX.

De nombreux essais ont conduit à la réalisation de capteurs silicatés de géométrie de type monolithe (épaisseur de l'ordre du millimètre, technique sol-gel) et de type film mince (quelques microns d'épaisseur, technique de dépôt par trempage-retrait d'une solution de nanoparticules de silice). Des essais de fonctionnalisation pour améliorer l'hydrophobicité du matériau et augmenter la sensibilité de détection des BTX ont été menés. En parallèle, une installation d'essai a été conçue, validée et utilisée pour les caractérisations des différents capteurs fabriqués.

Résultats principaux

Les performances atteintes par les films minces permettent de valider la faisabilité du principe de l'analyseur, notamment pour la détection de toluène et de xylènes sur une plage de 1 à 100 ppmV. Mais l'effet de l'hygrométrie de l'air sur l'adsorption des BTX est important, et la présence d'autres vapeurs de solvants, comme des cétones, empêche la quantification de BTX. Le seuil de détection de benzène n'est pas encore satisfaisant, de l'ordre de quelques dizaines de ppmV, au regard de la valeur limite de 1 ppmV de ce composé. Des premiers essais ont montré une dérive de l'ordre de 40 % pour un même capteur durant une heure d'essai et un écart de reproductibilité de l'ordre de 40 % sur une quarantaine de capteurs réalisés. Par contre, l'expérience acquise lors de ces travaux, a permis, sur la base d'une structure de film différent, d'envisager une amélioration de la reproductibilité (environ 10 %).

Discussion

Lors du déroulement des travaux, il a été constaté que la conception du capteur (nature du matériau et dimensions) et sa fonctionnalisation posaient des problèmes techniques et scientifiques, ce qui a entraîné des répercussions sur le respect de la programmation. Cette difficulté a empêché l'évaluation des performances métrologiques des capteurs et, de fait, la finalisation d'un prototype. Les pistes d'amélioration du nouveau film devront être confirmées avant d'envisager une reprise d'essais sur banc de génération. L'expérience acquise durant ce travail a également permis d'acquérir de nouvelles compétences (détection UV, tube Nafion, microcellule à film mince...) qui pourront être valorisées dans de futures études.



Mise au point d'une méthodologie de mesure des émissions de poussières des machines à bois électroportatives (terminée 2015)

■ François-Xavier KELLER

Département ingénierie des procédés

■ Thèse de doctorat : Florent CHATA

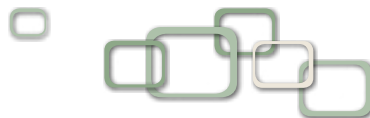
Université de Lorraine - Pr Anne TANIÈRE

Exposé des motifs et objectifs

Les poussières de bois sont classées au niveau national sur la liste des procédés cancérigènes, et le décret du 23 décembre 2003 fixe une valeur limite d'exposition professionnelle contraignante pour les poussières de bois à 1 mg.m⁻³ depuis le 1^{er} juillet 2005 en France. En moyenne, plus de 120 cas de maladies professionnelles liées aux poussières de bois, dont 70-80 cancers, sont répertoriés chaque année par le régime général. L'objectif de cette étude est la mise en place d'une méthodologie de caractérisation des émissions de poussières de bois issues des machines électroportatives. Ces machines sont très répandues dans l'industrie du bois et sont celles qui présentent des niveaux d'émissions particulièrement élevés.

© Serge Morillon - INRS





Démarche

Le choix d'une méthode d'essai a été fait en partant de la norme européenne EN1093-3 existante pour l'appliquer aux machines à bois électroporatives. Pour cela, une cabine ventilée a été utilisée au cours de ce travail. Les tests ont été effectués par l'intermédiaire d'un robot afin d'optimiser la répétabilité des mesures et d'éviter l'exposition d'un opérateur. Différents capteurs ont été sélectionnés pour mesurer la concentration de poussières émises lors des tests. Des cycles d'usages spécifiques ont été déterminés pour évaluer cinq ponceuses et neuf scies circulaires. Le travail a principalement porté sur la caractérisation des émissions des ponceuses orbitales et des scies circulaires. La mesure des pertes de charge liées au réseau d'extraction de copeaux et aux différentes machines a été réalisée afin de déterminer la puissance aéraulique relative et de connaître les débits d'aspiration pour chaque machine.

Résultats principaux

Les résultats de cette méthode permettent d'établir un niveau de concentration de poussières émises par les ponceuses et les scies circulaires testées. Ces mesures montrent la possibilité de l'élaboration d'une classification des machines. Une analyse statistique a été menée et a permis de confirmer la discrimination des machines entre elles. Pour les ponceuses, une machine émet plus de poussières que les autres. Concernant les scies circulaires, nous pouvons conclure que trois machines sur neuf présentent des valeurs de concentrations plus faibles (facteur 7 entre la plus émissive et la moins émissive).

Discussion

Cette étude a permis de mettre en place une procédure d'essai caractérisant l'émission des machines à bois. Elle peut être utilisée pour étudier d'autres machines et d'autres types de polluants particuliers. Les fabricants et les concepteurs de machines, mais aussi les fédérations professionnelles, peuvent se l'approprier et l'utiliser afin d'établir un critère de choix entre les différentes machines en ce qui concerne l'émission des poussières. En parallèle à cette étude, un travail de normalisation est en cours dans le cadre du CENELEC en vue de publier des méthodes de mesure des poussières avec les fabricants de machines portatives. De plus, en 2016, une nouvelle version de la directive machine devrait être discutée. L'ajout d'informations concernant l'émission de poussières serait utile pour la prévention. Effectivement, une indication concernant l'émission d'une machine permettrait aux chefs d'entreprise/utilisateurs d'orienter leur choix vers des équipements présentant les plus faibles niveaux d'émissions.



Impact de la ventilation des espaces de bureaux sur la qualité de l'air intérieur (terminée 2015)

■ **Laurence ROBERT**

Département ingénierie des procédés

Exposé des motifs et objectifs

Avec la tertiariation des emplois de plus en plus marquée et près de 10 millions de salariés travaillant dans des bureaux, la Qualité de l'air intérieur (QAI) est devenue un enjeu de santé professionnelle. Cependant, la nature des composés chimiques, leur concentration, le rôle de la ventilation et celui des diverses sources d'émission restent des composantes assez méconnues, et le risque chronique encouru par les salariés relativement ignoré. C'est dans ce contexte que l'INRS a initié une étude sur la QAI dans les bâtiments tertiaires de type bureaux. Elle visait à approfondir la connaissance sur les risques de pollution auxquels pourraient être soumis ces salariés, à étudier l'impact des systèmes de ventilation et à proposer une démarche de diagnostic de prévention pour les salariés.

Démarche

Quatorze campagnes de prélèvements d'air dans des bureaux ont été menées, dont treize dans le cadre de la collaboration avec l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur. Pour chaque campagne, cinq bureaux et un point extérieur (plus de 70 mesures) ont été instrumentés en vue de qualifier l'environnement de travail, tant sur les paramètres de confort que sur l'exposition aux composés organiques volatils (COV) et aldéhydes présents dans ces environnements.

En parallèle, une méthode expérimentale a été mise au point pour juger de l'impact de la ventilation sur la QAI dans un espace de type bureau par le suivi, en temps réel, de l'indicateur COVtot. À ces fins, un réseau de mini-capteurs à oxydes métalliques et une cabine expérimentale reproduisant le fonctionnement d'un bureau ont été mis en œuvre.

Résultats principaux

En termes de confort, les bureaux sont des espaces à tendance surchauffée présentant un air très sec, ce qui confirme la majorité des plaintes relayées par le réseau de prévention au sujet de la QAI. En termes d'exposition, le formaldéhyde est un composé ubiquitaire présent dans tous les environnements de bureaux instrumentés ; 66 % d'entre eux présentent une concentration au-dessus de la valeur guide de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ proposée par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Nombre de composés organiques volatils, reflet d'une pollution spécifique, sont également présents dans ces environnements. En revanche, l'exposition aux particules fines ne semble pas une préoccupation majeure dans ce type de locaux.

La méthode expérimentale originale, développée pour appréhender l'impact de la ventilation sur la QAI dans un espace représentant un bureau, a permis de montrer l'importance de certaines caractéristiques peu étudiées de la ventilation sur la répartition, dans le plan des voies respiratoires, de polluants pour un même taux de renouvellement d'air. Il est alors apparu prioritaire de faire évoluer les débits sanitaires de ventilation pour prendre en compte, non plus uniquement les occupants comme source de pollution (CO_2 et humidité), mais aussi les sources d'émissions de composés chimiques présents dans ces environnements.

Enfin, une démarche de diagnostic a été établie. Cette démarche propose, par un ensemble d'actions, de prédire si, oui ou non, un bâtiment suspecté présente un défaut de qualité d'air. Un guide INRS permettra de transférer cette démarche auprès du réseau de prévention.

Discussion

La problématique relative à la QAI revêt une multitude d'aspects qui, tous, méritent d'être étudiés pour estimer, comprendre, améliorer, réduire et prévenir l'exposition des salariés dans ce type de locaux. Deux aspects particuliers mériteraient d'être discutés : le choix de valeurs repères appropriées à la problématique QAI et la révision des débits de ventilation pour tenir compte de la pollution chimique provenant de sources autres que l'Homme.

Une étude relative aux locaux tertiaires où les salariés sont en contact avec des produits manufacturés neufs est envisagée pour compléter ces travaux. Une journée technique INRS relative aux problématiques de la QAI est prévue en 2017, et des publications sont en cours de rédaction.



2014 > 2017



Intérêt et limites de l'abattage humide en hygiène industrielle

■ **Fabien GÉRARDIN et Emmanuel BELUT**

Département ingénierie des procédés

■ **Thèse de doctorat : Gaël CHERRIER**

Université de Lorraine - Pr Anne TANIÈRE

L'étude consistera à proposer le laveur humide le mieux adapté au traitement d'émissions de particules et de gaz dans les filières de valorisation des déchets électriques et électroniques, du compostage ou de la transformation du bois, et à valider un modèle numérique dédié à la prédiction de l'efficacité de collecte par des gouttes liquides. Cette étude devrait permettre de définir les intérêts et limites de l'abattage humide et d'élargir l'application à d'autres situations de travail.

2015 > 2018



Développement d'outils d'aide à la protection cutanée

■ **François ZIMMERMANN**

Département ingénierie des procédés

En matière de prévention du risque cutané lors d'expositions chimiques, cette étude vise à poursuivre le développement d'outils d'aide au choix de protections adaptées. Le logiciel ProtecPo sera implémenté, et un appareil de détermination du temps de résistance des protections sera développé et commercialisé (kit de perméation). L'appareil sera complémentaire du logiciel existant et permettra de valider les performances des protections cutanées en fonction des conditions d'utilisation.

2013 > 2017



Contribution à la modélisation du comportement des cartouches d'APR : exposition à des atmosphères complexes de vapeurs organiques et effet des cycles d'utilisation

■ **Stéphanie MARSTEAU et Éric SILVENTE**

Département ingénierie des procédés

■ **Thèse de doctorat : François VUONG**

Université de Lorraine - Pr Cécile VALLIÈRES

Dans le but de parfaire les connaissances sur la durée de vie des lits d'adsorbants équipant les appareils de protection respiratoire, l'étude a pour objectif de finaliser la modélisation de l'effet de l'humidité et d'investiguer les effets d'expositions à des mélanges de solvants, ainsi que les effets des cycles de fonctionnement (respiration humaine, réutilisation, stockage...). Les résultats permettront d'enrichir l'outil PRÉMÉDIA précédemment développé en étendant son domaine d'application.

2013 > 2016



Séparation des particules ultrafines générées par les procédés de travail des métaux

■ **Denis BEMER**

Département ingénierie des procédés

■ **Thèses de doctorat : Loïc WINGERT et Maria Cristina CADAVID RODRIGUEZ**

Université de Lorraine - Pr Dominique THOMAS

Les procédés de projection thermique de métaux, de découpe ou de soudage à l'arc génèrent des particules ultrafines qui, en plus d'être toxiques, sont à l'origine du colmatage des filtres mis en œuvre pour leur élimination. En parallèle de l'amélioration des techniques de décolmatage, il est prévu d'étudier d'autres procédés : colonnes à bulles, lits granulaires et électrofiltres. Leurs performances seront testées au moyen de bancs d'essai, et la solution la plus adaptée sera évaluée sur site.

2013 > 2016



Simulation tridimensionnelle de l'aérosolisation des poudres lors des transferts de matières pulvérulentes

■ Emmanuel BELUT et Jean-Raymond FONTAINE

Département ingénierie des procédés

■ Thèse de doctorat : François AUDARD

Université de Toulouse - Pr Olivier SIMONIN

L'objectif de cette étude est de développer des méthodes de modélisation pour évaluer les émissions de poussières lors des opérations de transfert de pulvérulents, et pour concevoir des moyens de prévention collective susceptibles de réduire les expositions professionnelles qui en résultent.

2014 > 2018



Réduction à la source des HAP lors des opérations de pyrolyse

■ Hubert MONNIER

Département ingénierie des procédés

■ Catherine CHAMPMARTIN

Département toxicologie et biométrie

■ Thèse de doctorat : Tsilla BENSABATH

*Université de Lorraine
Pr Pierre-Alexandre GLAUDE*

Cette étude vise à limiter l'exposition aux HAP des salariés chargés de la maintenance d'installations dans lesquelles ont lieu des réactions de pyrolyse. Le but est de modifier le cœur du procédé en effectuant un traitement du polluant "à la source". Un four à pyrolyse sera modélisé, et la structure ainsi que l'agencement des fours seront étudiés. Une méthodologie sera développée, qui pourrait s'appliquer à d'autres opérations : cémentation atmosphérique, carbonituration, combustion.

2015 > 2018



Réduction des émissions de particules de carbone, d'oxydes d'azote et de monoxyde de carbone pour la santé au travail - Applications aux émissions de moteurs Diesel en espace confiné

■ Hubert MONNIER, Marie-Thérèse LECLERC et Denis BEMER

Département ingénierie des procédés

■ Thèse de doctorat : Florine DELACHAUX

Université de Lorraine - Cécile VALLIÈRES

L'objectif est d'étudier la faisabilité et la viabilité d'un traitement des gaz d'échappement de moteurs Diesel en espaces professionnels confinés de type garages, lorsque l'aspiration centralisée n'est pas adaptée. Il s'agit de réduire les émissions de particules de suie chargées en HAP et de gaz tels les NO_x et le CO. Les conclusions permettront de valider un concept d'épurateur de fumées diesel qui devra être adapté aux différentes spécificités des véhicules.





Risques mécaniques et nouvelles technologies pour la prévention des accidents

L'INRS joue un rôle privilégié dans la prévention des risques mécaniques en :

- poursuivant les travaux visant à sécuriser les équipements de travail contribuant au développement de systèmes de commandes sûrs,
- mettant à disposition des critères de choix et d'utilisation de systèmes de prévention basés sur les nouvelles technologies,
- étudiant les performances réelles des EPI afin d'en améliorer l'usage.

2013 > 2016



Vieillessement des filets de sécurité : compréhension des phénomènes et analyse des méthodes d'essai

■ **Ghislaine GRAND**

Département ingénierie des équipements de travail

L'étude portera sur des filets de sécurité de différentes caractéristiques, soumis à plusieurs types de vieillissement, naturel et artificiel. Les propriétés mécaniques seront suivies afin de caractériser l'évolution des phénomènes mis en jeu. Les résultats permettront d'évaluer la pertinence des méthodes d'essai normalisées des filets neufs et éventuellement de proposer des améliorations. Une méthode de suivi du vieillissement des filets au cours de leur durée de vie sera proposée aux utilisateurs.

2014 > 2016



Mise en œuvre des fonctions de sécurité pour la robotique collaborative

■ **Adel SGHAIER**

Département ingénierie des équipements de travail

L'objectif de cette étude est double : approfondir la connaissance des fonctions proposées par les fabricants de robotique et aider les intégrateurs et utilisateurs de robots collaboratifs dans la mise en œuvre de cellules de travail, dans une perspective de réduction à la source des risques mécaniques. La réalisation d'une cellule robotique collaborative en laboratoire permettra d'expérimenter les difficultés ou limites auxquelles pourront être confrontés les futurs intégrateurs et utilisateurs.

2015 > 2017



Faisabilité de l'identification et de la détection d'événements précurseurs de situations dangereuses dans une architecture numérique intégrée

■ **Pascal LAMY**

Département ingénierie des équipements de travail

L'enjeu de cette étude est d'évaluer la faisabilité de construire un retour d'expérience (détection d'événements) en s'appuyant sur les capacités offertes par les capteurs communicants. La démarche consiste à identifier les situations dangereuses hors usage prévisible, soit à l'aide de récits d'accidents, soit à l'aide d'experts connaissant le contexte, et de vérifier s'il est possible de faire un lien avec les données observables du système, par l'intermédiaire des capteurs de l'équipement de travail.

2016 > 2018



Sécurité des systèmes de protection individuelle intelligents (SPII), élaboration de principes généraux de conception, appréciation du risque et réduction du risque

■ **Patrice MARCHAL**

Département ingénierie des équipements de travail

Face à l'apparition de nouveaux équipements de protection individuelle intelligents (SPII), les préventeurs souhaitent estimer le niveau de sécurité pour choisir le système le mieux adapté, et les fabricants ont besoin de principes généraux de conception des SPII. Cette étude propose d'établir un état de l'art des SPII, de définir une catégorisation et d'élaborer des principes de conception, à partir d'un processus d'analyse des risques. En plus des préventeurs qui seront sensibilisés via l'édition d'une brochure et des fabricants via un guide de conception, il est prévu de transmettre les résultats au Comité européen de normalisation, afin d'intégrer la notion de sûreté de fonctionnement dans les normes des SPII.

2015 > 2017



Coactivité homme-robot : analyse du besoin et des moyens de prévention

■ **David TIHAY**

Département ingénierie des équipements de travail

L'étude propose d'identifier les besoins réels de coactivité des utilisateurs de robotique industrielle, puis d'analyser l'utilisabilité des moyens de prévention pour répondre à ces besoins. L'analyse du besoin sera mise à la disposition de la normalisation ainsi que des laboratoires de recherche. L'état de l'art relatif aux moyens de prévention précisera les contraintes de mise en œuvre, fournissant à l'utilisateur des points de vigilance dans la prévention des risques liés à la coactivité homme-robot.



© Gaël Kerbaol - INRS





Risques psychosociaux

Les travaux scientifiques de l'INRS sur ce thème visent notamment :

- à mettre à la disposition des entreprises et préventeurs des outils de diagnostic et de nouvelles méthodes de prévention des RPS,
- à étudier les effets des nouveaux facteurs organisationnels et des nouvelles contraintes sur la santé physique et mentale et de leurs mécanismes de régulation,
- à explorer les facteurs du travail favorables à la construction de la santé,
- à élaborer des outils d'objectivation des facteurs de RPS.



Les interactions entre santé et travail : effet des conditions psychosociales de travail sur l'évolution de la santé mentale (*terminée 2015*)

■ **Stéphanie BOINI-HERMANN et Michel GRZEBYK**

Département épidémiologie en entreprise

Exposé des motifs et objectifs

Les connaissances actuelles permettent d'affirmer l'existence de liens entre l'exposition à certains facteurs psychosociaux (FPS) et des atteintes pour la santé à court ou plus long terme. L'exposition aux FPS est généralement définie selon les modèles de Karasek et Siegrist. D'autres concepts ont émergé (ex : violences au travail, insécurité de l'emploi), mais restent jusqu'à présent peu explorés, en particulier dans le cadre d'études longitudinales.

L'objectif de l'étude était d'examiner l'effet de l'évolution des expositions à une grande variété de FPS sur l'évolution de la santé mentale (dépression ou anxiété) entre 2006 et 2010, ainsi que sur l'évolution de l'état de santé perçu et sur celle des limitations d'activités quotidiennes en raison d'un problème de santé.

Démarche

L'enquête "Santé et itinéraire professionnel" est une étude longitudinale en population générale, organisée conjointement par les ministères de la Santé et du Travail, qui a concerné 14 000 personnes en 2006, dont environ 11 000 ont pu être réinterrogées en 2010. La présente étude concerne les 5 684 sujets occupant un emploi en 2006 et en 2010.

Quatre situations d'exposition (sujets exposés en 2006 et 2010 ; sujets exposés en 2006 uniquement ; sujets exposés en 2010 uniquement ; sujets non exposés en 2006 et 2010) pour 17 FPS ont été mises en relation respectivement avec la dégradation de la santé mentale, la survenue de limitations d'activité et la dégradation de l'état de santé perçu en 2010 par rapport à 2006. Ces évolutions ont été analysées chez les hommes et chez les femmes séparément, en tenant compte de l'itinéraire professionnel passé, des événements importants (personnels ou professionnels), des caractéristiques de l'emploi et des caractéristiques individuelles, recueillis en 2006 ou en 2010.

Résultats principaux

Pour les hommes comme pour les femmes, la forte complexité du travail et le manque de reconnaissance étaient les expositions les plus déclarées en 2006 ou en 2010. Les changements d'exposition entre 2006 et 2010, bien que modérés, étaient plutôt dans le sens d'une détérioration, en particulier en termes de pression au travail et de manque de reconnaissance.

Les associations observées avec les FPS étaient plus nombreuses pour la santé mentale et l'état de santé perçu que pour les limitations d'activité. La dégradation de la santé est globalement plus fréquente en cas d'exposition aux FPS en 2010 uniquement ou en cas d'exposition en 2010 et 2006, par rapport à des expositions en 2006 uniquement. En particulier, la perception d'une insécurité de l'emploi est associée à la dégradation des trois indicateurs de santé chez les hommes et chez les femmes. Les expositions à un sentiment de peur pendant le travail (sécurité pour soi ou pour les autres) ou à un déséquilibre vie professionnelle - vie personnelle sont des facteurs importants chez les femmes, et les expositions à une forte quantité de travail ou une faible utilisation des compétences actuelles sont des facteurs importants chez les hommes. Le fait d'avoir plus d'autonomie en 2010 chez les hommes et plus de reconnaissance ou de moyens pour faire un travail de qualité en 2010 chez les femmes diminue le risque de dégradation de la santé en 2010.

Discussion

Les résultats observés sont plutôt en faveur d'un effet immédiat des FPS sur la dégradation de la santé, et la question de la réversibilité de ces effets reste posée. Les résultats mettent également en évidence qu'il est nécessaire de disposer d'un outil de mesure standardisé et validé qui couvre l'ensemble des FPS, outil qui fait défaut actuellement. Des études d'évolution de la santé chez des sujets malades ou des études d'intervention focalisées spécifiquement sur les changements des conditions de travail pourraient utilement alimenter la question de la caractérisation des effets des FPS. Un article à destination des préventeurs et des articles et communications scientifiques sont prévus.

2012 > 2016



Situations de travail à forte charge émotionnelle et pratiques organisationnelles de prévention

■ **Corinne VAN DE WEERDT**

Département homme au travail

Cette étude psycho-ergonomique s'inscrit dans la continuité de l'étude ayant porté sur les émotions au travail et la santé. Elle vise à établir un état des lieux de résultats théoriques, méthodologiques et pratiques et à analyser les interventions conduites dans plusieurs entreprises du secteur secondaire et tertiaire, complétées de nouveaux contextes professionnels. Elle apportera des éléments de réflexion et les fondements de démarches préventives accessibles aux acteurs de la prévention.

2014 > 2017

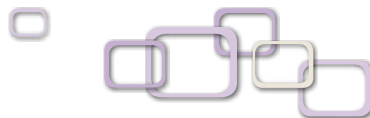


Démarches d'intervention organisationnelle : quelle appropriation pour la prévention des RPS ?

■ **Mireille LAPOIRE-CHASSET**

Département homme au travail

L'objectif de l'étude est d'identifier les différentes démarches d'intervention organisationnelle et de décrire les conditions de leur appropriation par les acteurs de la prévention. Pour chaque démarche sélectionnée, l'objectif, l'ancrage théorique, les présupposés seront explicités dans une perspective de sociologie des sciences et de l'intervention. Des documents pédagogiques pourront être conçus pour faire évoluer les contenus de formation, ainsi que des supports synthétiques d'information.



2013 > 2016



Évaluation des interventions de prévention des RPS et TMS

■ **Christian TRONTIN**

Département homme au travail

■ **Stéphanie BOINI-HERMANN**

Département épidémiologie en entreprise

■ **Dominique CHOUANIÈRE**

Direction générale

Dans un contexte économiquement contraint, l'efficacité, l'efficience ou l'impact des actions de prévention des RPS et TMS sont questionnés. L'enjeu est de disposer d'outils qui permettent, au-delà de la perception subjective, d'objectiver les résultats liés aux pratiques. En collaboration avec l'ANACT, l'étude vise à concevoir et tester une démarche d'évaluation, à partir d'un cadre théorique pluridisciplinaire et des besoins des préventeurs de terrain. Ce travail donnera lieu à un ouvrage collectif de synthèse ainsi qu'à des recommandations.

2016 > 2019



Bien-être et usage des TIC : mise en débat des pratiques collectives

■ **Vincent GROSJEAN**

Département homme au travail

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) sont l'objet d'interrogations multiples quant à leurs impacts psychosociaux et leur rôle dans la définition des activités des cadres et salariés du tertiaire. Cette étude propose de mettre en débat des pratiques et usages de la large palette des modalités de communication aujourd'hui disponibles dans les entreprises. L'étude suivra l'implantation de solutions en entreprises afin d'en évaluer les impacts dans une perspective plus large de l'ouverture d'espaces de dialogue sur le travail et ses conditions d'exercice.

2016 > 2018



Développement d'un modèle d'intervention sur les violences au travail (MIVT)

■ **Marc FAVARO**

Département homme au travail

Cette étude vise à poursuivre des investigations, pour éprouver les modalités d'usage, dans le contexte d'interventions à conduire auprès d'une (ou de plusieurs) entreprise(s) confrontée(s) à des situations de violence internes ou externes et évoluer vers un modèle d'intervention sur les violences au travail (MIVT). Ces travaux s'appuieront sur des données d'observations propres à chaque entreprise et sur une dynamique structurée d'échanges, qui, partant de problèmes réels ou de scénarios virtuels introduits en séances de travail, aboutiront progressivement à une stabilisation du MIVT dédié à la prévention des violences en contextes professionnels.



Risque routier professionnel

Outre des actions de prévention en collaboration avec la CNAM-TS et les fédérations professionnelles, l'INRS étudie l'effet de l'usage du véhicule automobile sur la santé (hors accident) des salariés conducteurs.

Les résultats de recherches sur l'aménagement des VUL permettent de convertir les essais (aménagements industriels en cas de freinage d'urgence ou de choc) en solutions de prévention, à destination des constructeurs et aménageurs.

2014 > 2017



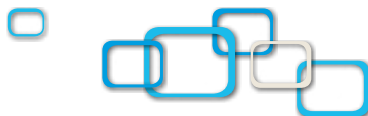
Conduite de véhicule utilitaire léger, conditions de travail et troubles musculo-squelettiques chez les opérateurs des activités de messagerie

■ Anca RADAUCEANU et Stéphanie BOINI-HERMANN

Département épidémiologie en entreprise

La conduite intensive de véhicule utilitaire léger (VUL) dans les activités de messagerie/livraison est caractérisée par un cumul de contraintes biomécaniques, psychosociales et organisationnelles. L'effet de la conduite de VUL sur les TMS du bas du dos et des membres supérieurs, et sur la santé perçue, en tenant compte de l'organisation et des conditions de travail, sera étudié. Différentes données seront recueillies et analysées à partir des caractéristiques de conduite et de distribution. L'identification de contraintes modifiables en situation de travail ouvrira des pistes de prévention.





Troubles musculo-squelettiques des membres et du rachis

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 se propose :

- d'évaluer et adapter les stratégies d'intervention à différents contextes (approche sociologique en ciblant plus particulièrement les petites et moyennes entreprises),
- de développer des méthodes et outils permettant d'intégrer les connaissances les plus récentes sur les relations entre organisation, facteurs psychosociaux, facteurs biomécaniques et TMS, et les transférer aux préventeurs et à l'encadrement de proximité,
- d'introduire les principes de prévention des TMS dans les processus de conception des situations de travail (variabilité gestuelle, outils moins sollicitants...).



Identification de déterminants émergents en lien avec le risque de TMS : analyse ergonomique et biomécanique de l'activité de découpe de viande (terminée 2015)

■ **Adriana SAVESCU**

Département homme au travail

Exposé des motifs et objectifs

Le secteur de la découpe de viande est un des secteurs les plus touchés par les troubles musculo-squelettiques (TMS). Les évolutions organisationnelles, et notamment le contexte de sous-traitance, peuvent mobiliser des salariés d'entreprises différentes (entreprises utilisatrices - EU, entreprises extérieures - EE) sur un même site de production, notamment lors de la réalisation de certaines opérations d'entretien du couteau, comme l'affûtage. Des divergences de point de vue sur la qualité de coupe des couteaux ont été observées particulièrement dans ce contexte de sous-traitance. L'objectif de cette étude visait à proposer de nouvelles réponses de prévention en identifiant de nouveaux déterminants du risque de TMS dans l'activité de découpe de viande. Pour cela, différents critères d'évaluation du pouvoir de coupe du couteau (PCC) évoqués par les opérateurs de découpe et les affûteurs ont été analysés dans des contextes organisationnels et contractuels variés.



© Serge Morillon - INRS

Démarche

Une approche ergonomique et biomécanique a été mise en œuvre associant des évaluations quantitatives et qualitatives du pouvoir de coupe du couteau avant et après des opérations d'affûtage et d'affilage. L'analyse des activités d'affûtage ainsi que des entretiens individuels et en binôme (intra-métier entre opérateurs de découpe ou entre affûteurs ; inter-métier entre opérateur de découpe et affûteur) ont été réalisés. La méthodologie a été déployée dans quatre sites de découpe de viande (29 opérateurs de découpe et 7 affûteurs) incluant les trois modes différents d'organisation de l'affûtage.

Résultats principaux

L'étude a permis l'identification de critères d'évaluation du PCC propres à chaque métier (opérateur de découpe et affûteur) : physiques, visuels, auditifs et de productivité, et leur confrontation. Parmi ceux-ci, les critères auditifs et de productivité sont apparus comme nouveaux. De plus, de nouveaux critères physiques et visuels sont venus compléter ceux déjà existants dans la littérature, notamment : la "sensation" éprouvée au contact couteau-outil d'affilage/affûtage ou au contact couteau-papier test ; la lame tordue du couteau, la coloration de la lame comme signe de qualité ou de défaut du fil du couteau, ou encore des indices de qualité de découpe de viande. Concernant les déterminants du pouvoir de coupe du couteau, des divergences d'opinion ont été identifiées en fonction du métier (opérateur de découpe ou affûteur). D'autres déterminants tels que le manque d'échanges entre opérateurs de découpe et affûteurs, la dépendance organisationnelle, le manque de formation ou une formation inadaptée ont également été identifiés.

Discussion et conclusion

Ces résultats permettront aux entreprises et professionnels de ce secteur d'agir sur l'organisation de l'entretien du couteau dans un contexte de sous-traitance mobilisant des EU et des EE, en prenant en compte les liens affûteur-opérateur de découpe. À cet effet, en fonction du mode d'organisation de l'affûtage, des réflexions sont à mener sur la création d'espaces de discussion intra et inter-métier. Travailler sur ces questions permettra de progresser dans l'optimisation de l'entretien du couteau et, ce faisant, dans la maîtrise du risque de TMS, en tenant compte des contextes organisationnels des entreprises. Ces résultats pourront également faire évoluer les supports de formation mis à disposition par l'INRS à l'attention des entreprises de découpe de viande et le contenu des formations à l'entretien du couteau (affûtage et affilage). Cette évolution mettra l'accent sur l'étroite articulation entre ces deux tâches et les opérateurs qui les réalisent. Ces derniers doivent intégrer autant des connaissances communes que des connaissances propres à chaque métier. Les résultats de cette étude ont déjà fait l'objet de plusieurs communications dans des congrès internationaux, et seront intégrés dans les supports de formation de l'INRS.

2016 > 2018



Développement et validation d'un système ambulatoire pour l'évaluation des postures et des mouvements du membre supérieur en conditions réelles de travail

■ **Adriana SAVESCU**

Département homme au travail

■ **Thèse de doctorat : Brice BOUVIER**

Université de Lyon - Pr Raphaël DUMAS

Exposé des motifs et objectifs

Cette étude avait pour objectif le développement et la validation d'un système ambulatoire permettant l'évaluation des postures et des mouvements du membre supérieur, à partir de capteurs inertiels. L'utilisation de tels dispositifs nécessite une modélisation cinématique du membre supérieur associée à ces capteurs (qui dépend de la méthode de calibration retenue) et la validation des données cinématiques de sortie (angles articulaires et positions segmentaires) pour développer un système fiable.



Démarche

Un protocole expérimental a été conduit en laboratoire. Dix sujets ont été équipés avec cinq capteurs inertiels (main, avant-bras, bras, omoplate, thorax) et ont réalisé une session de calibration visant à construire la correspondance des axes segmentaires avec les axes techniques des capteurs inertiels et une session de test permettant de valider la meilleure procédure de calibration. La session de calibration était composée de sept maintiens de postures/mouvements fonctionnels, et la session de test de huit maintiens de postures/mouvements fonctionnels différents. Pour chaque sujet, toutes ces sessions étaient répétées avec trois expérimentateurs différents. Une modélisation cinématique du membre supérieur a permis de comparer les données angulaires (poignet, coude et épaule) et la position de la main dans l'espace, calculées à partir des capteurs inertiels, avec des valeurs obtenues à l'aide d'un système optoélectronique, considéré comme système de référence. Les critères de comparaison des valeurs angulaires concernaient la justesse (précision par rapport à la référence), la fidélité (reproductibilité) et l'interprétabilité (respect de limites articulaires physiologiques). L'erreur de positionnement de la main a été caractérisée par le calcul de la justesse.

Résultats principaux

Les résultats ont montré qu'une calibration combinant une posture statique et un mouvement fonctionnel de flexion/extension du coude était la plus appropriée au regard des différents critères de comparaison retenus. Il a notamment été observé une fidélité des angles articulaires de l'ordre de 5-10° et une erreur de positionnement de la main dans l'espace de 7-15 cm selon les différentes conditions de test considérées. Ces résultats sont en cohérence avec la littérature scientifique existante sur le sujet. Par ailleurs, il a été montré qu'un niveau de rigueur élevé accordé à la procédure expérimentale (utilisation d'instructions écrites) permettait de limiter l'effet expérimentateur. Enfin, une interface graphique a été développée offrant une visualisation des angles articulaires du poignet, du coude et de l'épaule ainsi qu'une représentation 3D réaliste du mouvement du membre supérieur.

Discussion

Cette étude, qui a fait l'objet d'une thèse de doctorat soutenue le 8 décembre 2015, a contribué à la mise à disposition d'un système ambulateur pour l'évaluation des postures et des mouvements du membre supérieur dans une optique d'évaluation de facteurs de risque de TMS-MS en milieu professionnel. Basé sur l'utilisation de capteurs inertiels, ce dispositif permettra à terme de s'affranchir des contraintes de mise en œuvre d'un système optoélectronique et du manque de précision des goniomètres classiquement utilisés. Des recommandations sur la procédure de calibration anatomique ont été formulées sur la base de critères de justesse, de fidélité et d'interprétabilité. Les limites de la modélisation cinématique actuelle ont été identifiées, et des perspectives d'amélioration ont été proposées. Celles-ci concernent la prise en compte d'un capteur inertiel placé sur l'omoplate et la caractérisation du système en milieu magnétiquement perturbé.

Les résultats de cette étude ont fait l'objet de plusieurs communications dans des congrès nationaux et internationaux et d'une publication dans la revue internationale à comité de lecture "Sensors" parue en juillet 2015.

2012 > 2016



Encadrement de proximité et prévention des TMS : représentations et actions

■ Aude CUNY

Département homme au travail

■ Thèse de doctorat : Aude CUNY

Université de Grenoble - Pr Sandrine CAROLY

Cette étude vise à produire des connaissances sur l'activité de l'encadrement, sur son rôle potentiel dans la gestion de l'organisation et, ce faisant, de la prévention des TMS. La méthodologie de référence sera la recherche-intervention en ergonomie de l'activité. L'analyse de l'activité de l'encadrement mobilisera de multiples outils (observations, entretiens, autoconfrontations...) dont les résultats devraient fournir des orientations utiles aux préventeurs.



Viellissement, maintien dans l'emploi et prévention de la désinsertion professionnelle

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

- élaborer des stratégies destinées à sensibiliser les entreprises sur la question du vieillissement au travail,
- agir sur les contraintes responsables de vieillissement prématuré (démarche d'évaluation des facteurs de risques, adaptations de situations de travail pour les salariés âgés),
- établir des déterminants positifs et négatifs entre parcours professionnel et santé selon divers paramètres : catégorie socioprofessionnelle, secteur d'activité, conditions du travail, ruptures dans la vie professionnelle, inaptitude au travail, évolution des capacités fonctionnelles physiques...



Incidence, selon l'âge, de contraintes temporelles variées dans une tâche d'assemblage sur les astreintes biomécaniques et physiologiques (*terminée 2015*)

■ **Martine GILLES, Kévin DESBROSSES et Laurent CLAUDON**

Département homme au travail

Exposé des motifs et objectifs

Le travail sous contrainte temporelle peut être particulièrement difficile pour les salariés vieillissants. Des marges de manœuvre pourraient permettre de mettre en place des stratégies de régulation ou de faire face plus facilement à des aléas de production. L'objectif de cette étude visait à comparer, en fonction de l'âge, les astreintes physiologiques enregistrées lors d'une tâche répétitive d'assemblage et à caractériser les effets de marges de manœuvre temporelles liées à un dispositif d'approvisionnement plus ou moins contraint lors d'assemblages pouvant présenter ou non des aléas.

Démarche

14 sujets juniors (25-35 ans) et 14 sujets seniors (55-65 ans) ont réalisé une tâche d'assemblage de type industriel (temps de cycle de 22 secondes) selon deux conditions de rythme et deux conditions d'information. Le rythme pouvait être contraint, avec une pénalité de production si la tâche n'était pas réalisée dans le temps de cycle imposé, ou permettant des marges de manœuvre temporelles, avec une pénalité de production si trois temps de cycle consécutifs étaient supérieurs à trois temps de cycle théoriques (66 secondes). Une information préalable sur la survenue d'un assemblage avec aléas pouvait être donnée ou non aux sujets. Pour chacune des quatre conditions (d'une durée totale de 50 minutes), les sujets réalisaient 136 assemblages, dont 15 % comprenaient des aléas obligeant à effectuer des opérations supplémentaires dans le même temps de cycle. Le nombre de pénalités de production, l'activité électromyographique de 12 muscles et des paramètres biomécaniques du mouvement ont été analysés. Les opérateurs travaillaient debout et étaient approvisionnés automatiquement à leur poste de travail.

Résultats principaux

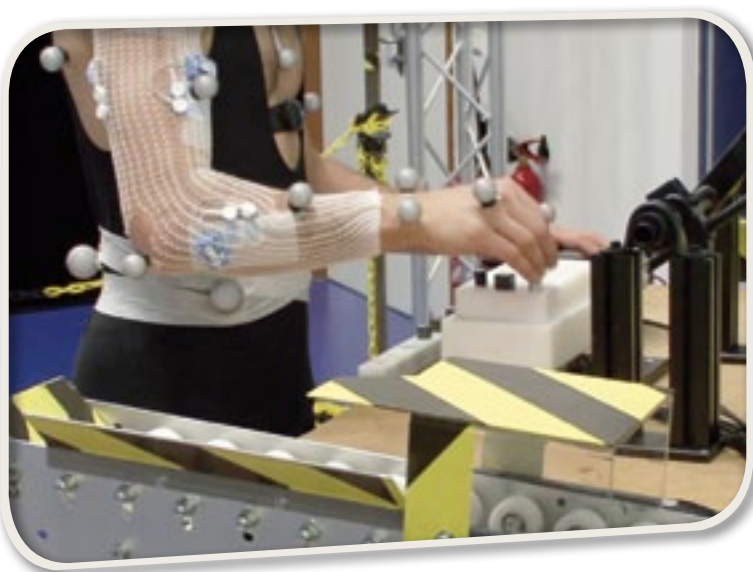
Les principaux effets observés concernaient l'âge et les conditions de rythme. Ainsi, le nombre de pénalités de production était plus élevé en rythme contraint qu'en rythme avec marge, et ce, plus particulièrement pour les sujets seniors et lors d'assemblages avec aléas. Ces assemblages avec aléas engendraient également une astreinte musculaire plus élevée en rythme contraint pour les deux classes d'âge et en rythme avec marge pour les sujets seniors uniquement. Pour l'ensemble des assemblages, le rythme avec marge permettait de réduire les astreintes musculaires par rapport au rythme contraint, et ce, de façon plus prononcée pour les sujets juniors. Les vitesses de déplacement du poignet étaient plus élevées lors des assemblages avec aléas par rapport aux assemblages sans aléas, et ce, plus particulièrement pour les sujets seniors et en rythme contraint. Pour les assemblages sans aléas,

les vitesses du poignet étaient plus faibles en rythme avec marge qu'en rythme contraint chez les sujets juniors uniquement. Pour les assemblages avec aléas, les vitesses du poignet étaient plus faibles en rythme avec marge qu'en rythme contraint pour les deux classes d'âge. Enfin, la condition avec une information préalable sur la survenue d'un assemblage avec aléas, couplée au rythme avec marge, s'accompagnait d'une légère diminution de l'astreinte musculaire, et ce, essentiellement pour les sujets seniors.

Discussion

La cadence d'approvisionnement autorisant des marges de manœuvre temporelles permettait de limiter les pénalités de production, les contraintes biomécaniques et les astreintes musculaires, à la fois pour les sujets juniors et seniors, et ce, de façon plus marquée lors des assemblages avec aléas. Par ailleurs, si la possibilité de marges de manœuvre temporelles permettait aux sujets juniors de réaliser tous les assemblages (avec ou sans aléas) avec le même niveau d'astreintes musculaires, celui-ci restait toutefois légèrement supérieur pour les assemblages avec aléas chez les sujets seniors. Enfin, le fait de disposer d'une information préalable sur la survenue d'aléas, couplée aux possibilités de marges de manœuvre temporelles, permettait de réduire les astreintes, en particulier pour les sujets seniors. Même si la généralisation d'une étude de laboratoire doit être envisagée avec précaution, privilégier des dispositifs de production permettant des marges de manœuvre pourrait avoir des effets protecteurs pour l'ensemble des opérateurs, juniors et seniors.

Un enrichissement des formations INRS ainsi que des publications scientifiques valoriseront ces résultats.



© Serge Morillon - INRS

2013

2016



Comment aider les entreprises à mieux intégrer la question de la santé et de la prévention dans la politique de gestion des âges ?

■ **Isabelle SALMON**

Département homme au travail

■ **Thèse de doctorat : Isabelle SALMON**

Université de Grenoble - Pr Emmanuel ABORD de CHATILLON

L'étude a pour objectif d'aider les entreprises à considérer la gestion des âges, en ciblant la fonction de DRH, acteur clé du processus. Elle vise à élaborer une démarche permettant au DRH de mobiliser l'ensemble des acteurs, dans l'entreprise et en dehors, concernés par la gestion des âges et à proposer des recommandations (sur les méthodes et outils RH existants) pour intégrer la santé et la prévention dans les politiques de gestion des carrières de travailleurs vieillissants.

2014 > 2017



Évaluation des capacités fonctionnelles physiques en fonction des contraintes physiques rencontrées au cours du parcours professionnel et des facteurs psychosociaux

■ **Emmanuelle TURPIN-LEGENDRE**

Département homme au travail

L'étude a pour objectif d'analyser les effets des contraintes physiques et psychosociales sur les capacités fonctionnelles et leur répercussion sur la santé perçue. Dépister une détérioration précoce permettrait de repérer les phénomènes d'usure (atteintes ostéo-articulaires et cardio-vasculaires) et de mettre en place des actions pour les limiter. L'enquête et un ensemble de tests seront réalisés auprès de 200 salariés du BTP avec la collaboration du service de santé au travail.

2015 > 2020



Facteurs de succès et d'échec lors du processus de retour au travail après chirurgie pour une lésion dégénérative de l'épaule en lien avec le travail

■ **Anne PICHENE-HOUARD**

Département homme au travail

Afin d'améliorer les conditions d'un retour au travail, après une opération de l'épaule, il paraît important de décrire les facteurs pronostiques contribuant à l'issue favorable et défavorable de ce processus. Un suivi longitudinal sera réalisé auprès de 120 salariés. Il comportera cinq temps de recueil de données objectives et subjectives portant sur les nombreux aspects impliqués dans le parcours de retour au travail de salariés atteints de lésions, et dans une perspective de prévention de la désinsertion professionnelle.

2016 > 2022



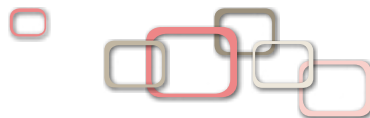
Effet du travail de nuit dans la survenue des maladies cardio-vasculaires ischémiques

■ **Jean-Bernard HENROTIN et Stéphanie BOINI-HERMANN**

Département épidémiologie en entreprise

Les maladies cardio-vasculaires ischémiques sont une cause fréquente de décès ou de handicap prématurés. Les facteurs de risque "classiques" n'expliquent qu'une partie de ces maladies. L'implication d'autres facteurs professionnels, comme le travail de nuit, a été évoquée ces dernières années. Cette étude épidémiologique propose d'examiner le lien entre le travail de nuit, qui concerne environ 15 % des salariés, et la survenue de maladies cardio-vasculaires ischémiques. Il est attendu que les résultats favorisent la diffusion et la mise en place de mesures de prévention spécifiques en entreprise sur le thème des maladies cardio-vasculaires ischémiques.





Partenariats

Le plan stratégique de l'INRS identifie comme objectif des études et recherche d' "associer l'INRS aux meilleures équipes nationales et/ou internationales". De fait, les partenariats scientifiques constituent un cadre de travail fréquent pour les équipes de recherche de l'INRS. Une majorité des études conduites à ce jour le sont en partenariat avec des universités ou organismes nationaux (ANACT, ANSES, CEA, CNRS, InVS, INERIS, IRSN...) et étrangers, mais aussi avec le réseau des CARSAT/CRAM et les réseaux européens ou internationaux (PEROSH, AISS).

Une forme particulièrement étroite de collaboration concerne les équipes-projets qui mutualisent les compétences et les équipements pour atteindre des objectifs communs.

Équipes-projets INRS-CNRS/ Université de Lorraine

- 1. Filtration et adsorption (LFA) :** entre le Laboratoire de réactions et de génie des procédés (LRGP) du CNRS et le laboratoire Procédé et épuration des polluants (PROCEP) de l'INRS : les travaux réalisés en 2015 ont porté sur l'élimination du formaldéhyde, la réduction à la source des HAP lors des opérations de pyrolyse, la modélisation du comportement des cartouches d'appareils de protection respiratoire, la séparation des particules ultrafines, les performances des APR filtrants et isolants vis-à-vis des nanoparticules.
- 2. Prévention de la pollution (LMPP) :** entre le Laboratoire d'énergétique et de mécanique théorique et appliquée (LEMTA), UMR CNRS - Université de Lorraine, et le laboratoire ingénierie aéronautique de l'INRS : étude de l'impact des sources et de l'environnement sur le confinement des polluants nanoparticulaires par les dispositifs de protection collective.
- 3. Acoustique des parois dans les locaux industriels (APLI) :** entre le LEMTA et le laboratoire réduction du bruit au travail de l'INRS : caractérisation des propriétés acoustiques des parois complexes et influence sur le bruit dans les locaux industriels.
- 4. Conception sûre des situations de travail (LC2S) :** entre le laboratoire Conception-fabrication-commande de l'ENSAM Paris Tech de Metz et le laboratoire ingénierie de conception des systèmes sûrs de l'INRS : développement d'une méthodologie de conception détaillée sûre d'équipements de travail.

Les partenariats internationaux sont initiés soit dans le cadre de réseaux institutionnels tels PEROSH, l'agence de Bilbao, soit sur la base de relations bilatérales.

Partenariats internationaux dans le cadre de PEROSH

Afin de renforcer le partage de connaissances scientifiques européennes, l'INRS est impliqué au sein du réseau PEROSH (Réseau des homologues européens en recherche en santé et sécurité au travail) regroupant, à l'échelle européenne, les principaux organismes de recherche en santé et sécurité au travail (12 organismes et 11 pays). Ses équipes participent à différentes actions réalisées en son sein.

- **En 2015, le groupe "Well-being at work"** a contribué à l'organisation de la conférence prévue en mai 2016 à Amsterdam sur le thème "Combining knowledge to support well-being of workers in the changing world of work" (Associer les connaissances au service du bien-être des travailleurs dans un monde du travail évolutif). Par ailleurs, des recommandations visant à lutter contre la sédentarité au travail ont été produites. Le groupe a par ailleurs participé à la première réunion scientifique du réseau en octobre 2015 à Varsovie autour de trois thèmes, dont le vieillissement au travail et la prévention face aux changements technologiques majeurs.
- **La participation de l'INRS au projet NECID** (base de données d'exposition aux nanomatériaux) porté par le TNO (Netherlands organization for applied scientific research) et l'IFA (Institut für Arbeitsschutz) a continué en 2015. L'objectif de cette base est de capitaliser des données d'exposition aux nanomatériaux et d'en permettre l'exploitation à des fins de recherche et d'évaluation des risques. Les travaux entrepris depuis 2014 ont porté sur la définition des modules d'entrée des données, la présentation et le traitement statistique des résultats et l'harmonisation de la stratégie de mesurage des expositions. Des tests sur une première version de la base ont également été effectués.

- **La participation au groupe "Recommandations sur les procédures de mesure de la charge physique de travail" s'est poursuivie en 2015** avec trois réunions et une formation au logiciel Acti4 développé par l'institut danois (NRCWE). Cette participation permet d'échanger avec nos homologues européens sur les nouveaux outils et techniques de mesure de l'activité et de la charge physique de travail, dans l'objectif de construire un document commun de recommandations à destination des chercheurs et préventeurs européens.
- **L'INRS s'est engagé dans le projet intitulé "indIR-UV"** qui concerne l'exposition aux rayonnements UV et IR des personnes travaillant dans l'environnement d'arcs de soudage. Ce projet, programmé sur deux ans et demi, a démarré en juin 2015. Des mesures inter-laboratoires sur des arcs de soudage avec les six instituts européens partenaires se sont déroulées durant une semaine à l'institut de soudure de Gliwice (Pologne) en novembre 2015.
- Enfin, l'INRS participe à la réflexion conjointe de l'ensemble des instituts fédérés dans PEROSH sur l'orientation à donner aux recherches futures en santé et travail : "Futures project".

Relations internationales bilatérales

L'INRS travaille dans plusieurs domaines avec l'IRSST, son homologue du Québec, avec lequel une entente-cadre de partenariat pour cinq ans vient d'être renouvelée pour la seconde fois. Des accords-cadres de partenariat ont aussi été signés avec le NIOSH (National institute of occupational safety and health - États-Unis), l'IFA (Institut für Arbeitsschutz - Allemagne) et l'IST (Institut universitaire Romand de santé au travail - Suisse) comportant différentes actions de collaboration à moyen terme.

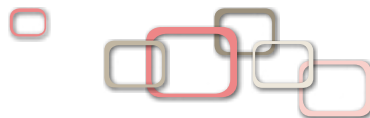
Enfin, des collaborations ponctuelles sont en cours avec le FIT (Florida institute of technology - États-Unis), le MIT (Massachusetts institute of technology - États-Unis), le Centre hospitalier universitaire de Montréal (Canada), la BGHW (Berufsgenossenschaften für Handel und Warenlogistik - Allemagne), l'IPA (Institut für Prävention und Arbeitsmedizin - Allemagne) et l'Institut coréen homologue de l'INRS (KOSHA - Corée).

Par ailleurs, l'INRS répond avec ses partenaires à des appels à projets de recherche à la fois nationaux et internationaux.

Projets avec financement externe

Trois projets européens

- **NANoREG** : L'INRS est partenaire du projet européen NANoREG cofinancé par la Commission européenne et coordonné par le ministère de l'Environnement néerlandais. Une soixantaine de partenaires issus de 16 États membres y participe pour une durée de quatre ans (2013-2017). En 2015, des essais visant à déterminer les performances de divers dispositifs de génération d'aérosols à partir de nanomatériaux en poudre ont été réalisés. L'étude de la toxicité par administration répétée par voie inhalatoire de nanotubes de carbone chez le rat a concerné la génération, la caractérisation et le choix des nanotubes de carbone à tester. L'INRS s'est également impliqué dans le suivi de l'avancement global du projet et dans la participation aux réunions communes.
- **NanoCEN** : Dans le cadre du mandat 461, la Commission européenne a mandaté le CEN, le CENELEC et l'ETSI pour normaliser des activités relatives aux nanotechnologies et nanomatériaux. L'INRS participe à plusieurs projets incluant des actions de recherche prénormative et l'élaboration de huit normes, et pilote les actions portant sur la pulvéulence des nanomatériaux. En 2015, les premières versions des documents ont été proposées. Les actions expérimentales se poursuivent dans le cadre des travaux sur la pulvéulence des nanomatériaux avec notamment la poursuite du travail expérimental sur l'intercomparaison d'ELPI+, la réalisation des essais de pulvéulence ("dustiness") sur les deux dispositifs que possède l'INRS, l'analyse des données et l'élaboration du rapport final.
- **SmartNanoTox** : nouveau projet européen accepté en 2015 concernant la toxicologie des nanoparticules, soumis dans le cadre de PCRD Horizon 2020 avec 12 partenaires issus de huit États membres.



Cinq projets ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail)

- **MEPAS (Méthode de prévision de l'ambiance sonore dans les bureaux ouverts)** : en partenariat avec le CSTB, il s'agit de fournir une méthode simplifiée pour estimer l'exposition sonore des travailleurs dans un bureau ouvert à partir de plans d'aménagements fournis sans être obligé d'effectuer des mesures *in situ*. En 2015, les travaux se sont terminés. Un nouvel indicateur simple, objectif et facilement mesurable de la gêne ressentie par les personnes en présence de bruit sur des bureaux ouverts a été établi. Des recommandations d'aménagement des bureaux ouverts pour l'optimisation de l'ambiance sonore ont été publiées dans une nouvelle norme (NF S 31 199 - commission de normalisation AFNOR S30D en cours de parution).
- **EXTI (Exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques industriels)** : ce projet vise à développer des outils numériques et expérimentaux permettant d'obtenir une évaluation paramétrique de l'exposition aux champs électromagnétiques du travailleur. Le cas d'une presse haute fréquence est retenu pour cette étude effectuée par l'INRS en collaboration avec le laboratoire Ampère de l'Université de Lyon, le laboratoire IMEP (microélectronique, magnétisme et photonique) de l'Université Joseph Fourier de Grenoble et le CSTB de Grenoble. Ce projet a débuté en fin d'année 2015.
- **Nanotransbrain** : ce projet vise à évaluer *in vivo* les effets de l'exposition par voie inhalatoire aux nanoparticules de dioxyde de titane sur la physiologie de la barrière hémato-encéphalique de rats adultes et âgés, en collaboration avec l'équipe de pharmacologie neuro-vasculaire du CEA Saclay et l'Université d'Orsay. La phase d'exposition des rats adultes et âgés s'est déroulée en 2015. La biodistribution du titane dans les différents organes et la perturbation de la barrière hémato-encéphalique ont été étudiées. La neuro-inflammation a également été analysée par des techniques immuno-enzymatiques, et d'autres techniques seront mises en œuvre en 2016.
- **ExproPNano** : sur la base des différentes recommandations élaborées aux niveaux national et international, ce projet, qui implique d'autres partenaires tels que l'Université de Bordeaux (Laboratoire santé travail environnement, LSTE), l'INERIS, l'Université de Montréal et la CARSAT Aquitaine, vise à développer et à valider une méthode permettant d'évaluer l'exposition aux nanomatériaux au poste de travail en associant la caractérisation des aérosols et un premier niveau d'analyse d'activité. Le caractère innovant de cette action repose sur la double approche métrologie-ergonomie et l'objectif affiché de mettre au point une méthode opérationnelle pour un grand nombre de scénarios différents et accessible à tous les préventeurs de terrain. L'année 2015 a été consacrée à la formation des différents intervenants puis à la sélection des entreprises.
- **MAMBO (Maîtrise des émissions d'ammoniac en usine de méthanisation-compostage de déchets, biodéchets et effluents organiques)**, accepté par l'ANSES dans le cadre de l'APR EST 2015. Son contenu s'intègre dans le champ d'une étude déjà engagée sur la prévention des risques chimiques et biologiques dans les unités de méthanisation : il s'agira d'identifier les postes de travail à risque en essayant de les corrélés aux paramètres de procédés. Il permettra la réalisation d'essais pilotes par un des partenaires du consortium.

Un projet ANR

- **Le projet CENSUR** vise à proposer une méthode d'estimation de la survie relative : l'INRS est associé avec cinq équipes françaises et quatre équipes de recherche internationales et intervient pour développer des méthodes spécifiques à la problématique des études en santé au travail. Les méthodes statistiques développées dans ce projet ont été implémentées dans les logiciels R et Stata.

Enfin, l'INRS a mis en place une politique d'accueil de doctorants.

Accueil de thèses de doctorat

Cette politique d'accueil des doctorants co-encadrés par les responsables d'études de l'INRS et des universitaires – plus d'une vingtaine de doctorants sont en permanence à l'INRS (28 en 2015), pour partie financés par l'Institut – est également propice à l'établissement de liens avec les partenaires universitaires, permettant un enrichissement scientifique réciproque et une mutualisation de moyens au service de l'amélioration des connaissances.

En 2015, les thèses suivantes ont été soutenues :

- **Anaëlle CLOTEAUX** : Conception, modélisation et réalisation d'un procédé d'élimination du formaldéhyde dans l'air intérieur. Université de Lorraine.
- **Bérandère HITTINGER** : Le travail collectif à travers les actions collectives, les processus de coordination et les manifestations de soutien social : le cas de binômes d'opérateurs du transport routier de marchandises. Université de Toulouse.
- **Maria-Cristina CADAVID RODRIGUEZ** : Les laveurs : une alternative aux médias fibreux pour le traitement des nanoparticules issues des fumées de métallisation. Université de Lorraine.
- **Blandine BARLET** : De la médecine du travail à la santé au travail. Les groupes professionnels à l'épreuve de la "pluri-disciplinarité". Université de Paris-Ouest.
- **Florent CHATA** : Estimation numérique et expérimentale des profils d'émission en poussières des machines électro-transportatives. Université de Lorraine.
- **Brice BOUVIER** : Développement et validation d'un système ambulatoire pour l'évaluation des postures et des mouvements du membre supérieur en conditions réelles de travail. Université de Lyon.



© Sandrine Pierrat - INRS

Dans ce cadre, l'INRS promeut l'obtention par ses responsables d'études chevronnés – au moins cinq ans de recherche après la thèse, une expérience dans le co-encadrement de thèse, des publications dans des revues scientifiques internationales à comité de lecture – d'une habilitation à diriger des recherches. Actuellement, neuf personnes à l'INRS en sont titulaires.

Communications et publications de l'année 2015

Communications 2015

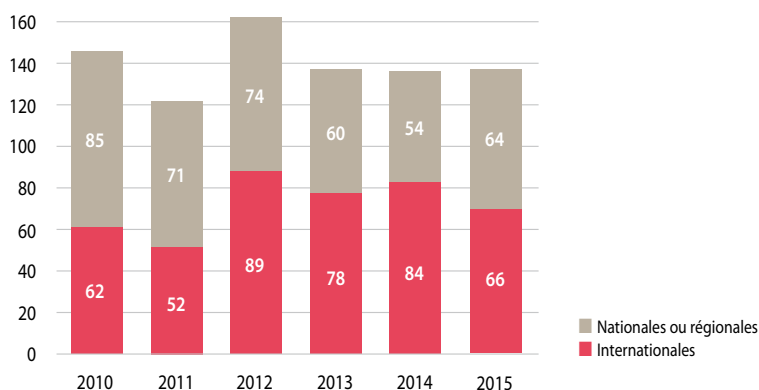
Les chercheurs et experts de l'INRS participent chaque année à de nombreux congrès nationaux et internationaux. **130 communications** ont été présentées dans différentes manifestations en 2015, dont 66 dans des congrès de dimension internationale et notamment :

- 19 communications de l'INRS lors de la conférence "Risques chimiques", à Nancy.
- 9 communications de l'INRS au colloque "Rayonnements optiques et électromagnétiques", à Paris.
- 8 communications de l'INRS au 50^e Congrès de la société d'ergonomie de langue française, à Paris.
- 7 communications de l'INRS au 30^e Congrès français sur les aérosols, à Paris.

Aux côtés de colloques auxquels il participe, l'INRS a organisé un congrès scientifique international et plusieurs journées thématiques en 2015 :

- **Le risque chimique** : méthodes et techniques innovantes, à Nancy les 8, 9 et 10 avril 2015.
- **Rayonnements optiques et électromagnétiques au travail** : de l'exposition à la prévention, à Paris les 21-22 octobre.
- **Expositions professionnelles aux fumées de soudage** : solutions pour prévenir les risques, à Paris le 16 juin, en partenariat avec la CNAMTS, le CETIM (Centre technique des industries mécaniques), l'Institut de soudure et le SYMOP (Syndicat des machines et technologies de production).

Communications présentées dans des manifestations scientifiques :



Publications 2015

Les résultats des "études et recherche" font l'objet de publications scientifiques et techniques, **136 sont parues en 2015**.

Parmi ces publications, 79 articles se sont répartis ainsi :

- 44 dans des revues internationales avec comité de lecture
- 32 dans des revues nationales, dont :
 - 21 dans la revue de l'INRS *Hygiène et Sécurité du Travail*
 - 3 dans la revue de l'INRS *Références en Santé au Travail*

Par ailleurs :

- 8 chapitres d'ouvrages, 38 actes de congrès et 11 notes scientifiques et techniques ont été publiés.

La liste des publications de l'année 2015 est détaillée ci-après.

Liste des publications 2015



Accidentologie et culture de prévention

■ Ergonomics (IF: 1,409)

LECLERCQ S., CUNY X., GAUDEZ C., AUBLET-CUVELIER A.

Similarities between work-related musculoskeletal disorders and slips, trips and falls (Similitudes entre troubles musculo-squelettiques et glissades, trébuchements et chutes). *Accident Analysis and Prevention*. 2015, vol. 58, n° 10, pp. 1624-1636.

■ Encyclopédie médico-chirurgicale - Pathologie professionnelle et de l'environnement

FAVARO M.

Accidentologie : concepts, modèles et méthodes. 2015, vol. 10, n° 1, pp. 16-793.

■ Hygiène et sécurité du travail

LECLERCQ S.

Enjeux pour la sécurité au travail et freins à la prévention. *Juin 2015, n° 239, DO 9, pp. 24-27.*

LECLERCQ S., JACQUES M.

Prévenir les accidents avec perturbation du mouvement au travail. *Juin 2015, n° 239, DO 9, pp. 28-31.*

■ 19th Triennial Congress of the IEA, 9-14 August 2015, Melbourne, Australia

LECLERCQ S.

Should prevention take an all-round view of occupational accidents triggered by movement disturbance? (La prévention doit-elle considérer, ensemble, les accidents occasionnés par une perturbation du mouvement ?). *Proceedings, 2 p.*



Allergies professionnelles

■ Annals of Agricultural and Environmental Medicine (IF: 3,06)

DORRIBO V., WILD P., PRALONG J., DANUSER B., REBOUX G., KRIEF P., NICULITA-HIRZEL H.

Respiratory health effects of fifteen years of improved collective protection in a wheat-processing worker population (Effets de quinze ans de protection collective améliorée sur la santé respiratoire d'une population de salariés exposés à la poussière de blé). 2015, vol. 22, n° 4, pp. 683-690.

■ Revue des Maladies Respiratoires (IF: 0,62)

DINH-XUAN A.T., ANNESI-MAESANO I., BERGER P., CHAMBELLAN A., CHANEZ P., CHINET T., DEGANO B., DELCLAUX C., DEMANGE V., DIDIER A., GARCIA G., MAGNAN A., MAHUT B., ROCHE N.

Place de la mesure du NO expiré dans l'évaluation de l'inflammation bronchique dans l'asthme. Mise au point et position de la Société de pneumologie de langue française. 2015, vol. 32, Issue, pp. 193-215.

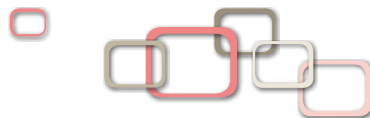


Bruits, vibrations, champs électromagnétiques, optique

■ Journal of the Acoustical Society of America (IF: 1,55)

CHEVRET P.

Advantages of the incoherent uniform theory of diffraction for acoustic calculations in open-plan offices (Avantages de la théorie uniforme de la diffraction incohérente pour la modélisation acoustique dans les bureaux ouverts). 2015, 137(1), pp. 94-104.



■ **Journal of Radiological Protection (IF: 1,386)**

BARLIER-SALSI A.

Stray light correction on array spectroradiometers for optical radiation risk assessment in the workplace (Correction de la lumière parasite sur des spectroradiomètres CCD pour l'évaluation, au poste de travail, des risques dus aux rayonnements optiques). 2015, vol. 34, pp. 915-930.

■ **Applied Acoustics (IF: 1,068)**

DUCOURNEAU J., FAIZ A., CHATILLON J.

New device for measuring sound scattering coefficients of vertical uneven surfaces in a reverberant workplace (Nouveau dispositif pour la mesure des coefficients de diffusion de surfaces verticales à relief dans les ateliers réverbérants). 2015, vol. 90, pp. 21-30.

CHEVRET P.

Release from masking of speech intelligibility due to fluctuating ambient noise in open-plan offices (Étude du démasquage de l'intelligibilité de la parole par les fluctuations du bruit ambiant en open space). 2016, vol. 101, pp. 156-167.

JEAN P., SCHMICH-YAMANE I., JAGLA J., CHEVRET P.

The modelling of desk screens by a combined BEM - Source image approach (Modélisation des cloisons de bureaux par une méthode combinée BEM-sources images). 2015, vol. 101, pp. 91-97.

■ **Acoustics in Practice**

CHEVRET P., CHATILLON J.

Acoustic discomfort for tertiary-sector employees: issues and means of action for prevention (Inconfort acoustique des employés du secteur tertiaire : enjeux et moyens d'action pour la prévention). 2015, vol. 5, pp. 53-59.

■ **Hygiène et sécurité du travail**

TROMPETTE N., DONATI P., FONTAINE J.R., KELLER F.X., CLAUDON L.

Panorama des risques liés à l'utilisation de machines portatives. Janvier 2015, n° 237, DO 7, pp. 22-24.

■ **Internoise 2015, 9-12 August 2015, San Francisco, États-Unis**

CHEVRET P., ZIMPFER V.

Study of factors governing intelligibility in multi-speaker environments from an experiment with a large panel of listeners (Étude des facteurs contribuant à l'intelligibilité multi-locuteur à partir d'une expérience faite avec un large panel d'auditeurs). *Proceedings*, 13 p.

■ **Euronoise 2015, 31 May - 3 June 2015, Maastricht, The Netherlands**

JAGLA J., NOE N., SCHMICH-YAMANE I., CHEVRET P.

A hybrid method for open-plan offices acoustics prediction using beam and particle tracing (Méthode hybride de simulation pour la prédiction de l'acoustique des open spaces utilisant des tracés de faisceaux et de particules). *Proceedings*, 6 p.

LE MUET Y., CHEVRET P.

Acoustic of open spaces - toward a new French standard (Acoustique des bureaux ouverts - vers une nouvelle norme française). *Proceedings*, 6 p.

■ **NOVEM 2015, Noise and vibration - emerging technologies, 13-15 April 2015, Dubrovnik, Croatia**

NEJADE A.

CIBNAH: a new Near-field Acoustic Holography method with no requirement for reference signals (CIBNAH : une nouvelle méthode d'holographie acoustique de champ proche qui n'exige pas de signaux de référence). *Proceedings*, 7 p.

■ **50th UK conference on Human responses to Vibration, 9-10 September 2015, Southampton, The United Kingdom**

FLEURY G.

Sensitivity analysis of the spinal load model used in the draft standard ISO 2631-5 (Étude paramétrique du modèle de colonne vertébrale utilisé dans le projet de norme ISO 2631-5). *Proceedings*, 11 p.



Conception des équipements, des lieux et des situations de travail

■ Applied Ergonomics (IF: 1,332)

GAUDEZ C., GILLES M., SAVIN J.

Intrinsic movement variability at work. How long is the path from motor control to design engineering? (La variabilité intrinsèque du mouvement : des théories du contrôle moteur jusqu'à son intégration dans les outils de conception de postes de travail, un long chemin à parcourir). 2016, vol. 53, pp. 71-78.

■ The Visual Computer (IF: 0,909)

DE MAGISTRIS G., MICAELLI A., EVRARD P., SAVIN J.

A human-like learning control for digital human models in a physics-based virtual environment (Présentation d'un système de contrôle biomimétique d'humains virtuels par apprentissage). 2015, vol. 31, pp. 423-440.

■ International Journal of the Digital Human

DE MAGISTRIS G., MICAELLI A., SAVIN J., GAUDEZ C., MARSOT J.

Dynamic digital human models for ergonomic analysis based on humanoid robotics techniques (Contrôleur de mannequin numérique dynamique basé sur des techniques robotiques et le comportement humain pour les analyses ergonomiques). 2015, vol. 1, n° 1, pp. 81-109.

■ Bibliothèque virtuelle de l'AFNOR

DAILLE-LEFEVRE B., FADIER E., MARSOT J., DEQUAIRE E., ROIGNOT R.

Prévention en phase de conception (cahier des charges basé sur l'usage d'une machine). Novembre 2015, MAR-A-III-20-20, 13 p.

■ Hygiène et sécurité du travail

DAILLE-LEFEVRE B., DEQUAIRE E., ROIGNOT R., FADIER E.

Acheter une machine : comment décrire les usages attendus ? *Hygiène et sécurité du travail*, juin 2015, n° 239, EC 10, pp. 70-73.

MARSOT J.

Prévention intégrée : quelles sont les pratiques des concepteurs de machines ? *Hygiène et sécurité du travail*, juin 2015, n° 239, NT 26, pp. 52-58.

MARSOT J.

Apports et limites des mannequins "virtuels" pour la conception des postes de travail. *Hygiène et sécurité du travail*, juin 2015, n° 239, CC 9, pp. 76-79.

■ Références en santé au travail

CANETTO P., MARSOT J.

MAVImplant : un outil pour prendre en compte la santé-sécurité lors de la création ou du réaménagement d'un lieu de travail. *Septembre 2015*, n° 143, AC 81, pp. 5-7.

■ XIXth Triennial Congress of the International Ergonomics Association, 9-14 August 2015, Melbourne, Australia

QUILLEROU E., LUX A.

New perspectives in intervention for health at work: analyzing design work to transform design practices (De nouvelles perspectives d'intervention et de transformation des pratiques de conception, analyse de travail d'un concepteur par une psychologue du travail et un ingénieur). *Proceedings*, 3 p.

■ CPI 2015 - Xth International Conference on Integrated Design and Production, 2-4 December 2015, Tanger, Maroc

SAADI Y., ÉTIENNE A., SIADAT A., DAILLE-LEFEVRE B.

Vers l'utilisation des ontologies pour la formalisation des exigences de sécurité fondées sur la notion de situation de travail. *Actes*, 5 p.

■ USE 2015 - Understanding Small Enterprises Conference 2015, 21-23 October, Groningen, The Netherlands

CANETTO P., MARSOT J.

MAVImplant, an online tool to build workplace 3D mockup (MAVImplant, un outil en ligne pour construire des maquettes 3D de locaux de travail). *Proceedings*, 8 p.

■ **14^e colloque national AIP-Priméca, 31 mars - 2 avril 2015, La Plagne, France**

DEGALVEZ N., MARSOT J., MARTIN P., GODOT X.
Détection et retour d'information sur les phénomènes dangereux durant le processus de conception. *Actes*, 6 p.

■ **Note scientifique et technique de l'INRS 2015**

MANSOUR D.
Contrôle de l'équilibre de mannequins virtuels dans un environnement perturbé. *Note Scientifique et Technique, NS 335, 180 p.*



Déchets et recyclage

■ **Waste Management (IF: 2,485)**

LECLER M.T., ZIMMERMANN F., SILVENTE E., CLERC F., CHOLLOT A., GROSJEAN J.
Exposure to hazardous substances in cathode ray tube (CRT) recycling sites in France (Évaluation du risque chimique dans le secteur du recyclage des tubes cathodiques [TCR] en France). *2015, 39, pp. 226-235.*



Multi-expositions :
produits chimiques et bruits

■ **Neurotoxicology and Teratology (IF: 3,181)**

VENET T., CAMPO P., THOMAS A., COUR C., RIEGER B., COSNIER F.
The tonotopicity of styrene-induced hearing loss depends on the spectrum of the noise associated with (La tonotopie des pertes auditives induites par le styrène dépend de la fréquence du bruit avec lequel il est associé). *2014, vol. 48, pp. 56-63.*

■ **Journal of Pharmacological and Toxicological Methods (IF: 2,15)**

BONFANTI E., COSNIER F., WATHIER L., CAMPO P.
Determination of ketamine and xylazine in rat brain by liquid-liquid extraction and gas chromatography-mass spectrometry (Dosage de la kétamine et de la xylazine cérébrale chez le rat après extraction liquide-liquide et chromatographie en phase gazeuse couplée à la détection de masse). *2015, vol. 77, pp. 6-9.*

■ **Environnement, Risques & Santé**

CAMPO P.
Les ototoxiques exacerbent les surdités induites par le bruit. *2015, vol. 14, n° 2, pp. 125-134.*

■ **Hygiène et sécurité du travail**

VENET T., THOMAS A.
Bruit et substances ototoxiques : cocktail à risque pour l'audition. *Mars 2015, n° 238, DC 8, pp. 6-9.*



Nanomatériaux manufacturés

■ **Particle and Fibre Toxicology (IF: 7,11)**

DISDIER C., DEVOY J., COSNEFROY A., CHALANSONNET M., HERLIN N., BRUN E., LUND A., MABONDZO A.
Tissue Biodistribution Revealed Blood-Brain Barrier Clearance of Intravenously Administrated Titanium Dioxide Nanoparticles and Brain Inflammation in Rat (La biodistribution tissulaire révélant une clairance de la barrière hémato-encéphalique de nanoparticules de dioxyde de titane administrées par voie intraveineuse et une inflammation du cerveau chez le rat). *2015, vol. 12, Issue 27.*

■ **Aerosol Science and Technology (IF: 3,155)**

CHARVET A., BAU S., BEMER D., THOMAS D.
Density in ELPI data post-treatment: the importance of being earnest (De l'importance du choix de la densité de particule dans le post- traitement des données de l'ELPI). *2015, vol. 49, pp. 1263-1270.*

■ **Environmental and Molecular Mutagenesis (IF: 2,553)**

GUICHARD Y., MAIRE M.A., SEBILLAUD S., FONTANA C., LANGLAIS C., MICILLINO J.C., DARNE C., ROSZAK J., STEPNIK M., FESSARD V., BINET S., GATÉ L.
Genotoxicity of synthetic amorphous silica nanoparticles in rats following short-term exposure. Part 2: intratracheal instillation and intravenous injection (Génotoxicité de nanoparticules de silices synthétiques amorphes chez le rat après une exposition court terme. Partie 2 : instillation intratrachéale et injection intraveineuse). *Mars 2015, vol. 56, Issue 2, pp. 228-244.*

■ **Environmental Science: Processes & Impacts**
(IF: 1,991)

BAU S., ZIMMERMANN B., PAYET R., WITSCHGER O.
Laboratory study of the performances of the miniature Diffusion Size Classifier (DiSCmini) for various aerosols in the range 15-400 nm (Étude en laboratoire des performances du DiSCmini pour différents aérosols dans une gamme de 15 à 400 nm). 2015, vol. 17, pp. 261-269.

■ **Toxicology and Industrial Health (IF: 1,859)**

GUICHARD Y., DARNE C., FONTANA C., CHAVIGNIER E., GATÉ L., BINET S.
Cytotoxic and genotoxic evaluation of different synthetic amorphous silica nanomaterials in the V79 cell line (Évaluation de la cytotoxicité et de la génotoxicité de différents nanomatériaux de silices synthétiques amorphes sur la lignée cellulaire V79).
Online 10 Mars 2015, DOI: 10.1177/0748233715572562, 1- 12.

■ **Archives des maladies professionnelles et de l'environnement (IF: 0,222)**

GUSEVA CANU I., DUCAMP S., DELABRE L., AUDIGNON-DURAND S., DUCROS C., DURAND C., IWATSUBO Y., JEZEWSKI-SERRA D., LE BIHAN O., MALARD S., RADAUCEANU A., REYNIER M., RICAUD M., WITSCHGER O.
Proposition d'une méthode de repérage des postes de travail potentiellement exposant aux nano-objets, leurs agrégats ou agglomérats dans les entreprises mettant en œuvre des nanomatériaux manufacturés.
2015, vol. 76, pp. 329-336.

■ **Journal of Physics: Conference Series**

GUSEVA CANU I., DUCAMP S., DELABRE L., AUDIGNON-DURAND S., DUCROS C., DURAND C., IWATSUBO Y., JEZEWSKI-SERRA D., LE BIHAN O., MALARD S., RADAUCEANU A., REYNIER M., RICAUD M., WITSCHGER O.
A standardized non-instrumental tool for characterizing workstations concerned with exposure to engineered nanomaterials (Une méthode standardisée non instrumentale pour le repérage des postes de travail exposant aux nano-objets et leurs agrégats et agglomérats dans des entreprises avec manipulation de nanomatériaux intentionnellement produits). 2015, 617, 012036 doi:10.1088/1742-6596/617/1/012036.

■ **Pistes**

L'ALLAIN C., CAROLY S., DRAIS E., WITSCHGER O.
Concevoir la prévention d'un risque émergent : une démarche fondée sur les représentations et les activités. 2015, <http://pistes.revues.org/4421>

■ **Nanomaterial Characterization: An Introduction, John Wiley & Sons Inc. Editions, 2015**

WITSCHGER O.
Methods for Testing Dustiness (Méthodes d'essais de dustiness).

■ **Références en santé au travail**

GUSEVA CANU I., DUCAMP S., DELABRE L., AUDIGNON-DURAND S., DRUCROS C., DURAND C., IWATSUBO Y., JEZEWSKI-SERRA D., LE BIHAN O., MALARD S., RADAUCEANU A., REYNIER M., RICAUD M., WITSCHGER O.
Proposition de méthode d'identification et d'observation des postes de travail potentiellement exposant aux nanomatériaux. Septembre 2015, n° 143, TM 35, pp 33-62.

■ **Hygiène et sécurité du travail**

SAVARY B.
Nano-argents : de la production à l'utilisation, quels sont les risques. Mars 2015, n° 238, NT 24, pp. 58-62.

BAU S., WITSCHGER O., GALLAND B., MARTIN P.
Métrologie en temps réel de substances chimiques au poste de travail : intérêts et limites. Juin 2015, n°239, DC 9, pp. 6-10.

■ **CFA 2015, 30^e Congrès français sur les aérosols, 27-28 janvier 2015, Paris, France**

WITSCHGER O., BROUWER D., TUINMAN I., JENSEN K., JANKOWSKA E., DAHMAN D., BURDETT G., BARD D.
DUSTINANO: a pre-normative research project towards a harmonized approach to evaluate the nanomaterials dustiness (DUSTINANO : un projet européen de recherche pré-normative pour harmoniser l'évaluation de la "dustiness" des nanomatériaux en poudre). Actes, 6 p.

BAU S., ZIMMERMANN B., PAYET R., WITSCHGER O.
Laboratory study of the performances of the DiSCmini for various mono and polydisperse aerosols in a range from 15 to 400 nm (Étude en laboratoire des performances du DiSCmini pour différents aérosols mono et polydispersés dans une gamme de 15 à 400 nm). Actes, 6 p.

■ **SELF 2015 - 50^e congrès international de la Société d'ergonomie de langue française, 23-25 septembre 2015, Paris, France**

LALLAIN C., CAROLY S., DRAIS E.

Les espaces de débat sur le travail : des ressources pour la prévention des risques dans un contexte d'innovations et d'incertitudes. *Actes*, 7 p.

■ **Note scientifique et technique de l'INRS 2015**

BAU S., WITSCHGER O.

Étude en laboratoire des performances de l'appareil DiSCmini pour la mesure des aérosols submicroniques. *NS 337, août 2015*, 39 p.



Organisation, santé, et sécurité au travail

■ **Work (IF: 0,521)**

KLOETZER L., QUILLEROU E., SIMONET P.

Engaging practitioners in WRMSD prevention: interdisciplinary experiences in Activity Clinic (L'engagement des professionnels dans la prévention des TMS : expériences interdisciplinaires en clinique de l'activité). *2015, n° 51, pp 161-173*.

■ **Le Travail Humain (IF: 0,469)**

MORVAN E., DELECROIX B., QUILLEROU E.

Dynamiques des marges de manœuvre et santé au travail. le cas d'un projet d'organisation en "opérateurs tournants". *2015, vol. 78, n° 1, pp. 53-65*.

■ **Francophone Perspectives of Learning Through Work. Conceptions, Traditions and Practices. Filliettaz L., Billett S., Springer Editions, 2015**

KLOETZER L., CLOT Y., QUILLEROU E.

Stimulating Dialogue at Work: the Activity Clinic Approach to Learning and Development (Stimuler le dialogue au travail : l'approche de la clinique de l'activité pour l'apprentissage et le développement), pp. 49-70.

■ **XIXth Triennial Congress of the International Ergonomics Association, 9-14 August 2015, Melbourne, Australia**

BOUDRA L., DELECROIX B., BÉGUIN P.

Taking into account the territorial dimension of work for sustainable work system. The case of waste sorting centers (Prendre en compte la dimension territoriale du travail pour des systèmes durables. Le cas des centres de tri des déchets d'emballages ménagers). *Proceedings*, 3 p.

■ **SELF 2015 - 50^e congrès international de la Société d'ergonomie de langue française, 23-25 septembre 2015, Paris, France**

MORVAN E., DELECROIX B.

L'introduction du lean dans une entreprise du BTP analysée à partir de la théorie de l'activité d'Engeström. *Actes "Articulation performance et santé dans l'évolution des systèmes de production"*, 8 p.

GOVAERE V., WIOLAND L.

Symposium : "Distribution en logistique : quel équilibre entre santé et performance ?". *Actes "Articulation performance et santé dans l'évolution des systèmes de production"*, 11 p.

BOUDRA L., DELECROIX B., BÉGUIN P.

La prévention dans le green business à l'échelle des proximités territoriales - Une question de performance globale pour les centres de tri des déchets d'emballages ménagers. *Actes "Articulation performance et santé dans l'évolution des systèmes de production"*, 8 p.

■ **EPIQUE 2015, 8^e Conférence de psychologie ergonomique, 8-10 juillet 2015, Aix-en-Provence, France**

GRUSENMEYER C.

Organisation réticulaire des entreprises et activités collectives. Analyses ergonomiques des activités de maintenance dans un réseau de transport en commun. *Actes*, 12 p.

GOVAERE V., WIOLAND L.

Approche méthodologique déployée pour saisir les ajustements d'un secteur toujours en évolution : le transport routier de marchandises. *Actes*, 4 p.

■ **Note scientifique et technique de l'INRS**

KADHEMI K., CEGARRA J., GOVAERE V., WIOLAND L.

La planification par l'exploitant dans le transport routier de marchandises : contributions théoriques et méthodologiques (partie 1). *Février 2015, NS 328, 65 p.*

KADHEMI K., CEGARRA J., GOVAERE V., WIOLAND L.

La planification par l'exploitant dans le transport routier de marchandises : méthode d'analyse et perspectives d'application inter-domaines (partie 2). *Février 2015, NS 330, 68 p.*

GOVAERE V., WIOLAND L., KADHEMI K., CEGARRA J.

La planification par l'exploitant dans le transport routier de marchandises : enseignements et perspectives issus d'une démarche d'analyse empirique (partie 3). *Février 2015, NS 331, 58 p.*



Prévention des cancers professionnels

■ **Construire en permanence la prévention des cancers professionnels, collection Avis d'experts, EDP, Sciences, 2015**

POURQUET M., FONTAINE J.R., SILVENTE E.

Conception d'équipements de travail, pp. 74-90.

■ **Hygiène et sécurité du travail**

FREVILLE L., EYPERT-BLAISON C.

Amiante : des pratiques à améliorer pour certains participants à l'essai inter-laboratoires Alasca MeT. *2015, n° 240, NT 28, pp. 40-47.*

CHAZELET S., SILVENTE E.

Désamiantage : point d'avancement de la campagne de mesures sur neuf chantiers. *2015, n° 240, NT 29, pp. 48-50.*

■ **Note scientifique et technique de l'INRS 2015**

CHAZELET S., SILVENTE E.

Campagne de détermination des facteurs de

protection assignés des appareils de protection respiratoire utilisés en chantier de désamiantage : cas des appareils de protection respiratoire à adduction d'air. *Juillet 2015, NS 336, 26 p.*



Reproduction et travail

■ **International Journal of Hygiene and Environmental Health (IF: 3,829)**

SAILLENFAIT A.M., NDIAYE D., SABATE J.P.

Pyrethroids: Exposure and health effects, an update (Pyréthrinoïdes : exposition et effets sur la santé, une mise à jour). *2015, vol. 218, pp. 281-292.*

■ **Journal of Occupational Health (IF: 1,096)**

HENROTIN J.B., PICOT C., BOUSLAMA M., COLLOT-FERTEY D., RADAUCEANU A., LABRO M., LARROQUE B., ROUDOT A., SATER N., OULD ELHKIM M., LAFON D.

Reproductive disorders in hairdressers and cosmetologists: a meta-analytical approach (Risques reproductifs chez les coiffeuses et les esthéticiennes : une approche méta-analytique). *2015, vol. 57, pp. 485-496.*

■ **Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement (IF: 0,222)**

SAILLENFAIT A.M.

Les phtalates - Point sur la réglementation en vigueur. *2015, vol. 76, pp.32-35.*

■ **Hygiène et sécurité du travail**

NDAW S., JARGOT D.

Exposition des agents de caisse au bisphénol A lors de la manipulation de papiers thermiques. *Juin 2015, n° 239, EC 9, pp. 66-69.*

■ **Références en santé au travail**

HENROTIN J.B., BOURGKARD E., COLIN R., MEVEL H., RADAUCEANU A., GRZEBYK M.

Épidémiologie en santé au travail - 16^e colloque de l'Aderest, Lyon, 16-17 avril 2015. *2015, n° 143, TD 222, pp 71-73.*



Risques biologiques

■ *Annals of Occupational Hygiene (IF: 1,949)*

DUQUENNE P., SIMON X., DEMANGE V., WILD P.
Endotoxin deposits on the inner cassette walls during bioaerosol sampling: a field investigation in composting facilities (Dépôt des endotoxines sur les parois des cassettes lors des mesures de bioaérosols : étude en conditions réelles d'exposition dans le secteur du compostage). *2015, vol. 59, n° 4, pp. 504-513.*

■ *Particuology (IF: 1,419)*

SIMON X., BAU S., BEMER D., DUQUENNE P.
Measurement of electrical charges carried by airborne bacteria laboratory-generated using a single-pass bubbling aerosolizer (Mesure des charges électriques portées par des bactéries mises en suspension expérimentalement avec un générateur bulleur). *2015, vol. 18, pp. 179-185.*

■ *Environmental Mycology in Public Health: Fungi and Mycotoxins Risk Assessment and Management, Viegas C., Pinheiro A.C., Sabino R., Viegas S., Brandão J., Veríssimo C., Elsevier 2015*

DUQUENNE P., OPPLIGER A.
Highly Contaminated Workplaces (Environnements professionnels : postes de travail fortement contaminés). *Pp. 79-105.*

■ *Hygiène et sécurité du travail*

NDAW S.
Contamination par les mycotoxines : les professionnels aussi sont concernés. *Septembre 2015, n° 240, VP 10, pp. 94-97.*

■ *CFA 2015 - 30^e Congrès français sur les aérosols, 27-28 janvier 2015, Paris, France*

DEGOIS J., DUQUENNE P., COULAIS C., GREFF-MIRGUET G., SIMON X., LAROCHE C.
The effects of pre-treatment of samples on results from (1,3)- β -D-glucans analysis (Influence des conditions de traitement des échantillons sur les résultats de dosage des (1,3)- β -D-glucanes). *Actes, 6 p.*

DUQUENNE P., COULAIS C., SIMON X.

Compatibility of the Cyclone BC-112 with the measurement of endotoxins in bioaerosols: A study in laboratory conditions (Compatibilité du Cyclone BC-112 avec la mesure des endotoxines dans les bioaérosols : essais en conditions de laboratoire). *Actes, 6 p.*

SIMON X., BAU S., BOIVIN A., DUQUENNE P., WITSCHGER O., GORNER P.

Particle collection efficiency of the rotating cup of the CIP 10-M sampler filled with aqueous or viscous liquids (Efficacité de collecte de l'échantillonneur CIP 10-M : influence de la présence de liquides aqueux ou visqueux dans la coupelle rotative). *Actes, 6 p.*

SIMON X., BAU S., BEMER D., DUQUENNE P.

Mesure de la charge électrique d'aérosols bactériens produits par bullage au travers d'un film liquide. *Actes, 6 p.*



Risques chimiques

■ *Archives of Toxicology (IF: 5,98)*

MARQUET F., PAYAN J.P., BEYDON D., WATHIER L., FERRARI E., GRANDCLAUDE M.C.

Influence of water dilution on in vivo and ex vivo percutaneous absorption of [14C]-N-vinyl-2-pyrrolidone in rats (Influence d'une dilution aqueuse sur l'absorption percutanée in vivo et ex vivo de la N-vinyl-2-pyrrolidone chez le rat). *Novembre 2015, vol. 89, Issue 11, pp. 2007-2014.*

■ *Sensors and actuators b: Chemical (IF: 4,29)*

HAMDI K., HEBRANT M., MARTIN P., GALLAND B., ÉTIENNE M.

Mesoporous silica nanoparticle film as sorbent for in situ and real-time monitoring of volatile BTX (benzene, toluene and xylenes) (Film de nanoparticules de silice mésoporeuses pour la détection en temps réel des molécules de benzène, toluène et xylènes [BTS] dans l'atmosphère des lieux de travail). *2015, pp. 904-913.*

■ **Journal of Hygiene and Environmental Health (IF: 3,829)**

HULO S., RADAUCEANU A., CHEROT-KORNOBIS N., HOWSAM M., VACCHINA V., DE BROUCKER V., ROUSSET D., GRZEBYK M., DZIURLA M., SOBASZEK A., EDME J.L.

Beryllium in exhaled breath condensate as a biomarker of occupational exposure in a primary aluminium production plant (Le béryllium dans le condensat d'air exhalé comme biomarqueur d'exposition professionnelle dans une entreprise de production électrolytique d'aluminium International). 2015, vol. 219, n° 1, pp. 40-47.

■ **Atmospheric Environment (IF: 3,062)**

GÉRARDIN F., MIDOUX N.

Attenuation of road dust emissions caused by industrial vehicle traffic (Atténuation des émissions de poussières dans l'environnement induites par la circulation de véhicules industriels). 2015, vol. 127, pp. 46-54.

■ **Industrial & Engineering Chemistry Research (IF: 2,235)**

GUILLEMOT M., CASTEL B.

Workplace Nitrous Oxide Sampling: Alternative Adsorbents (Adsorbant alternatif pour le prélèvement du protoxyde d'azote). 2015, vol. 54, pp. 7760-7765.

■ **Annals of Occupational Hygiene (IF: 2,068)**

BRACONNIER R., KELLER F.X.

Purging of Working Atmospheres Inside Freight Containers (Assainissement des atmosphères de travail à l'intérieur des conteneurs intermodaux). 2015, vol. 59, n° 5, pp. 641-654.

SUTTER B., RAVERA C., LANGLOIS E., HUSSARD C.
Alternatives for benzene in the extraction of bitumen fume from exposure sample media (Substitution du benzène pour l'extraction des fumées de bitume collectées sur un dispositif de prélèvement utilisé pour l'évaluation de l'exposition des salariés). 2016, vol. 60, n° 1, pp. 101-112.

■ **Process Safety and Environmental Protection (IF: 1,829)**

GÉRARDIN F., CLOTEAUX A., MIDOUX N.

Modeling of variations in nitrogen trichloride concentration over time in swimming pool water. 2015, vol. 94, p. 452-462.

■ **Environmental Technology (IF: 1,606)**

BEMER D., MORELEY, RÉGNIER R.

Filtration of ultrafine metallic particles in industry (Filtration dans l'industrie des particules ultrafines métalliques). 2015, vol. 36, n° 18, pp. 2374-2380.

■ **Welding journal (IF: 0,925)**

BRACONNIER R.

Ventilation of Automated Metal Cutting Tables (Ventilation des tables de découpe automatisée des métaux). 2015, vol. 94, pp. 91-100.

■ **Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft (IF: 0,378)**

CLERC F., STEINHAUSEN M., BERTRAND N., VINCENT R., GABRIEL S., VAN GELDER R.

Comparison of formaldehyde exposure measurements stored in the French and German databases (Comparaison des mesures d'exposition au formaldéhyde dans les bases de données allemande et française). Avril 2015, vol. 75, n° 4, pp. 119-126.

■ **Pistes**

JUDON N., HELLA F., PASQUEREAU P., GARRIGOU A.

Vers une prévention intégrée du risque chimique lié à l'exposition cutanée au bitume des travailleurs de la route. Élaboration d'une méthodologie dans le cadre de l'ergotoxicologie. Décembre 2015, vol. 17, n° 2, 24 p.

■ **Environmental Science: Processes & Impacts**

GÖRNER P.

Introduction to papers published from the AIRMON symposium, Marseille, France, 15-19 June 2014 (Introduction aux articles publiés à l'issue du symposium AIRMON, Marseille, France, 15-19 juin 2014). Février 2015, vol. 17, pp. 259-260.

■ **Hygiène et sécurité du travail**

ROUSSET D., COSNIER F., GATÉ L., CLERC F., BERTRAND N., GUIMON M., NIKOLOVA- PAVAGEAU N., GUILLEMOT M., ZIMMERMANN F., BELUT E.

Le risque chimique : méthodes et techniques innovantes. Décembre 2015, n° 241, CC 11, pp. 70-74.

MONNIER H., CHAMPMARTIN C., JEANDEL F.
Traitements thermiques : recommandations pour limiter l'exposition aux HAP. *Juin 2015, n° 239, NT 27, pp. 60-65.*

BONTHOUX F., HELLA F.
Torche aspirante MIG/MAG : un nouveau référentiel pour améliorer leur efficacité. *Décembre 2015, n° 241, note technique, pp. 52-57.*

RAPP R.
Récupération d'énergie : performances d'une installation de chauffage et de ventilation dans une menuiserie. *Septembre 2015, n° 240, NT 30, pp. 52-56.*

ZIMMERMANN F., CHOLLOT A.
Comment choisir sa protection cutanée en fonction des produits chimiques utilisés ? *Juin 2015, n° 239, fiche HST, pp. 97-98.*

■ **ASME JSME KSME Joint Fluids Engineering Conference 2015, 26-31 juillet 2015, Séoul, Corée du Sud**

AUDARD F., FEDE P., SIMONIN O., BELUT E. Numerical analysis of dust emission by powder discharge and jet expansion (Analyse numérique de l'émission de poussière lors de l'expansion du panache lié à la vidange d'une poudre). *Actes, 8 p.*

■ **11th International Conference on Industrial Ventilation, 26-28 octobre 2015, Shanghai, Chine**

FONTAINE J.R., RAPP R.
Technical and financial assessment of four workshop ventilation systems incorporating different types of heat recovery unit (Évaluation technico-économique de quatre systèmes de ventilation d'atelier avec différents types de récupérateurs d'énergie). *Actes, 8 p.*

■ **6th International Conference Swimming Pool & Spa, 17-20 mars 2015, Amsterdam, Pays-Bas**

GÉRARDIN F., CLOTEAUX A., MIDOUX N.
Variations in nitrogen trichloride concentration over time in swimming pool water: Experimental and modeling study (Évolution de la concentration en trichlorure d'azote dans une eau de piscine au cours du temps : Étude expérimentale et modélisation). *Actes, 8 p.*

■ **ECM 2015 - 7th European Combustion Meeting, 30 mars au 2 avril 2015, Budapest, Hongrie**

BENSABATH T., MONNIER H., CHAMPMARTIN C., GLAUDE P.
Modeling of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) formation during hydrocarbon pyrolysis (Modélisation de la formation d'hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP] lors de la pyrolyse). *Actes, 6 p.*

■ **CFA 2015 - 30^e Congrès français sur les aérosols, 27-28 janvier 2015, Paris, France**

CHATA F., BELUT E., KELLER F.X., TANIÈRE A.
Estimation des profils d'émission de sources d'aérosols en régime instationnaire. *Actes, 6 p.*

■ **EPIQUE 2015 - 8^e Conférence de psychologie ergonomique, 8-10 juillet 2015, Aix-en-Provence, France**

JUDON N., HELLA F., GARRIGOU A.
Couplage de données d'observation et de mesure comme objet d'échange autour de la prévention du risque chimique. *Actes, 4 p.*

■ **Note scientifique et technique de l'INRS**

OURY B.
Recherche d'une méthode alternative à la coulométrie pour le dosage des particules émises par les moteurs Diesel. *Février 2015, NS 329, 33 p.*

CLERC F., STEINHAUSEN M., BERTRAND N., VINCENT R., GABRIEL S., VAN GELDER R.
Comparaison des mesures d'exposition au formaldéhyde enregistrées dans les bases de données française et allemande. *Juillet 2015, NS 334, 25 p.*

GÖRNER P., WROBEL R., BOIVIN A., SIMON X.
Validation d'une méthode de mesurage de la pulvérulence des poudres en fractions conventionnelles d'aérosol. *Février 2015, NS 332, 41 p.*



Risques mécaniques et nouvelles technologies pour la prévention des accidents

■ International Journal of Crashworthiness (IF: 0,811)

REBELLE J.

Use of a modified HYBRID III 50th dummy to estimate the efficiency of market restraint systems for forklift truck drivers (Utilisation d'un mannequin HYBRID III modifié pour estimer l'efficacité de systèmes de retenue du marché pour caristes). *2015, vol. 20, n° 4, 22 p.*

■ KANBrief

SGHAIER A., AUBLET-CUVELIER A., CHATILLON J.

Comment les normes européennes peuvent-elles prendre en compte le contact homme-robot ? *2015, KANBrief, p. 14.*

■ Hygiène et sécurité du travail

REBELLE J.

Améliorer la prévention des accidents impliquant un chariot tout-terrain à portée variable. *Mars 2015, n° 238, NT 22, pp. 50-53.*

BUCHWEILLER J.P., BERTRAND P.

Travail isolé : pour une démarche globale de prévention. *Décembre 2015, n° 241, DO 11, pp. 22-23.*

■ Note scientifique et technique de l'INRS

BAUDOIN J., BELLO J.P.

Conception de presses à servomoteur - Préconisations de sécurité. *NS 338, novembre 2015, 75 p.*

MARCHAL P., JACQUES M., SIGARI A.

Comparison of measurement methods of the friction coefficient of floor coverings (Comparaison de méthodes de mesure du coefficient de frottement des revêtements de sol). *NS 333, mars 2015, 27 p.*

■ SIAS 2015 - 8^e conférence internationale sur la sécurité des systèmes industriels automatisés, 18-20 novembre 2015, Königswinter, Allemagne

SGHAIER A., JOCELYN S., BURLET-VIENNEY D., GIRAUD L.

A Study of Main Safety-Related Functions Available to Collaborative Robotics (Étude des principales fonctions de sécurité disponibles pour la robotique collaborative). *Actes, 10 p.*

BAUDOIN J., BELLO J.P., BLAISE J.C.

Servomotors and power drive systems - Key elements for the failsafe design of a servomotor press (Servomoteurs et variateurs - Éléments clés pour une conception sûre d'une servo-press). *Actes, 7 p.*

BLAISE J.C., HARDY S.

Isolation of energies: Establishing Safe Working Conditions (Consignation des énergies : comment mettre en place des conditions sûres de travail). *Actes, 6 p.*

LAMY P., BUCHWEILLER J.P.

Preventing vehicle-pedestrian collisions: the place of detection systems (Prévention des collisions engins-piétons : la place des dispositifs de détection). *Actes, 5 p.*

■ SELF 2015 - 50^e congrès international de la Société d'ergonomie de langue française, 23-25 septembre 2015, Paris, France

ATAIN-KOUADIO J.J., SGHAIER A., PICOT D.

Les Robots d'Assistance Physique : fonctionnement, utilisation en industrie et enjeux santé et sécurité au travail. *Actes, 5 p.*



Risques psychosociaux

■ Production Journal (IF: 0,23)

VAN DE WEERDT C., BARATTA R.

Changes in working conditions for home healthcare workers and impacts on their work activity and on their emotions (Évolution des conditions de travail de soignants à domicile et impacts sur leur activité de travail et leurs émotions). *Avril-juin 2015, vol. 25, n° 2, p. 344-353.*

■ **Encyclopédie Médico Chirurgicale - Pathologie professionnelle et de l'environnement**

CHOUANIÈRE D.

Risques psychosociaux et souffrance au travail.

Avril 2015, vol. 10, n°2, pp. 1-12.

■ **Hygiène et sécurité du travail**

FAVARO M.

Violence interne : derrière les conflits, l'organisation du travail en question. *Septembre 2015, n°240, DC 10, pp. 6-9.*

■ **Les risques du travail. Pour ne pas perdre sa vie à la gagner, Thébaud-Mony A., Davezies P., Voger L. & Volkoff S., Éditions la Découverte, 2015**

BOINI S., CHOUANIÈRE D.

Santé et organisation dans les centres d'appel : une approche épidémiologique, *pp 184-187.*

■ **Quel management pour concilier performances et bien-être au travail ? collection Le travail en débats, Karsenty L., Éditions Octarès, 2015**

ALTHAUS V., GROSJEAN V., BRANGIER E.

Approche systémique et intervention "bien-être" au travail : comment faciliter les changements de l'organisation ? *pp. 19-40.*



Troubles musculo-squelettiques des membres et du rachis

■ **Sensors (IF: 2,048)**

BOUVIER B., DUPREY S., CLAUDON L., DUMAS R., SAVESCU A.

Upper Limb Kinematics Using Inertial and Magnetic Sensors: Comparison of Sensor-to-Segment Calibrations (Cinématique du membre supérieur et capteurs inertiels : Comparaison de méthodes de calibration). *2015, vol. 15, Issue 8, pp. 18813-18833.*

■ **Applied Ergonomics (1,332)**

GAUDEZ C., WILD P., AUBLET-CUVELIER A.

A better way of fitting clips? A comparative study with respect to physical workload (Quelle est la meilleure façon de poser les clips ? Étude comparant quatre techniques de pose). *2015, vol. 51, pp. 236-243.*

■ **Pistes**

CUNY A., CAROLY S., COUTAREL F., AUBLET-CUVELIER A.

Quelle prévention des TMS dans l'activité de l'encadrement de proximité en sous-traitance interne ? Un cas dans le secteur de la découpe de viande. *Décembre 2015, vol. 17, n°2, 24 p.*

■ **Encyclopédie médico-chirurgicale - Pathologie professionnelle et de l'environnement**

AUBLET-CUVELIER A., GAUDEZ C., CAIL F.

Les troubles musculo-squelettiques du membre supérieur d'origine professionnelle. *Juillet 2015, vol. 10, n°3, 11 p.*

■ **Travail et sécurité**

CAIL F., GAUDEZ C.

Quand les souris se redressent. *Juin 2015, n° 762, pp. 30-31.*

■ **Pathologies professionnelles et surpoids, collection Pathologies professionnelles et médecine de réadaptation, Fouquet B., Descatha A., Roulet A., Hérisson C., 2015**

DESPREUX T., AUBLET-CUVELIER A., ROQUELAURE Y., PETIT A., FOUQUET N., BODIN J., DESCATHA A.

Obésité et troubles musculo-squelettiques - Aspects biomécaniques et métaboliques. *Pp. 55-60.*

DESCATHA A., DESPREUX T., ROQUELAURE Y., PETIT A., FOUQUET N., BODIN J., AUBLET-CUVELIER A.

Activité professionnelle, obésité et douleurs musculo-squelettiques : épidémiologie. *Pp. 47-54.*

■ **XIXth Triennial Congress of the International Ergonomics Association, 9-14 August 2015, Melbourne, Australia**

SAVESCU A., CUNY A.

Multidisciplinary analysis of risk factors of MSD in meat cutting: the issue of organising knife maintenance (Analyse pluridisciplinaire des facteurs de risque de TMS dans la découpe de viande : la problématique de l'organisation de l'entretien du couteau). *Proceedings*, 2 p.

■ **ACE 2014 - 45^e congrès annuel de l'Association canadienne d'ergonomie, 7-9 octobre 2014, Montréal, Canada**

SAVESCU A., CUNY A.

Prévention des TMS dans la découpe de viande : la question de la mobilisation des entreprises en situation de sous-traitance. *Actes*, 10 p.

CUNY A., CAROLY S., COUTAREL F., AUBLET-CUVELIER A.

L'analyse des buts de l'activité d'un encadrement de proximité sous-traitant : entre production et santé. *Actes*, 6 p.

■ **SELF 2015 - 50^e congrès international de la Société d'ergonomie de langue française, 23-25 septembre 2015, Paris, France**

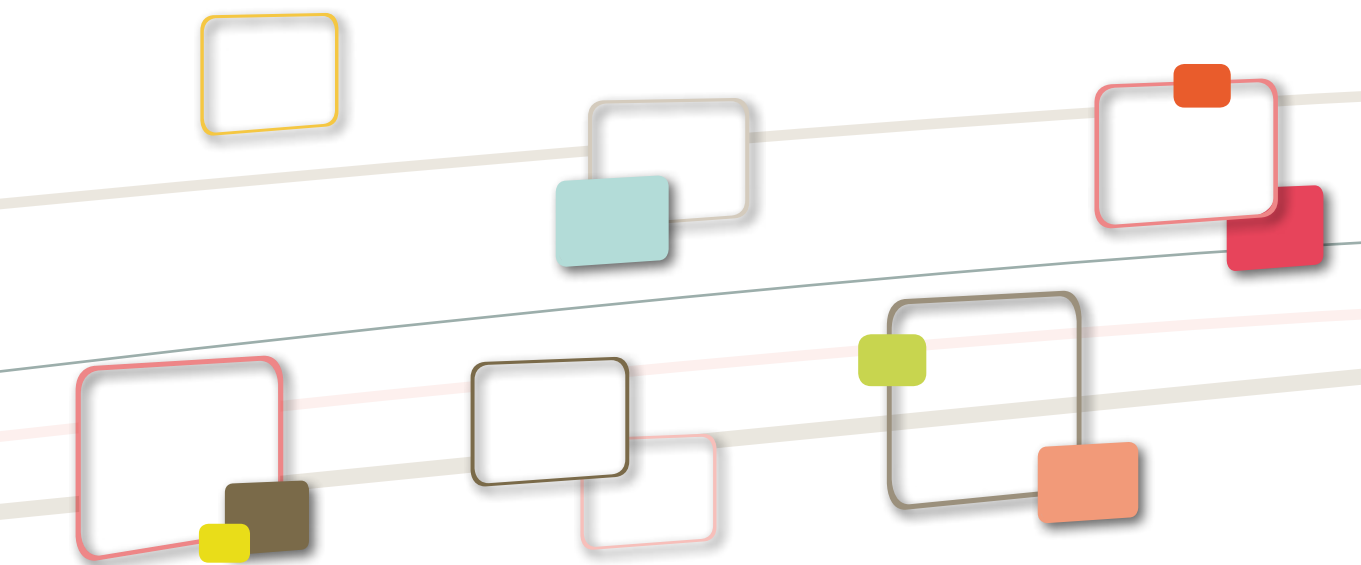
CUNY A., CAROLY S., COUTAREL F., AUBLET-CUVELIER A.

Activité des encadrants et prévention des TMS : quelles régulations collectives en situation de sous-traitance ? *Actes*, 8 p.



- Directeur de publication
Stéphane Pimbert
- Rédacteur en chef
Didier Baptiste
- Direction rédactionnelle
et coordination générale
Patricia Bernard et Pascal Wild
- Crédits photos
Serge Morillon - INRS
Gaël Kerbaol - INRS
Sandrine Pierrat - INRS
- Recueil de données
"études et recherche"
Catherine Aubry, Nicole Renaut,
Chantal Rolin
- Traduction
Stephen Walsh
- Coordination version anglaise
Michel Talarmin
- Ont également contribué
à la publication
Les responsables d'études
et de thématiques de l'INRS
- Conception graphique et mise en page
Trait d'Union - www.traitdunion-com.fr
- Impression
Corlet

Edition INRS ED 4475
Juin 2016 - ISSN 2265-0504



Notre métier, rendre le vôtre plus sûr

Siège social

65, boulevard Richard Lenoir - 75011 Paris

Tél. : 01 40 44 30 00 - Fax : 01 40 44 30 99

Centre de Lorraine

1, rue du Morvan - CS 60027 - 54519 Vandœuvre-lès-Nancy cedex

Tél. : 03 83 50 20 00 - Fax : 03 83 50 20 97

E-mail : info@inrs.fr

www.inrs.fr

