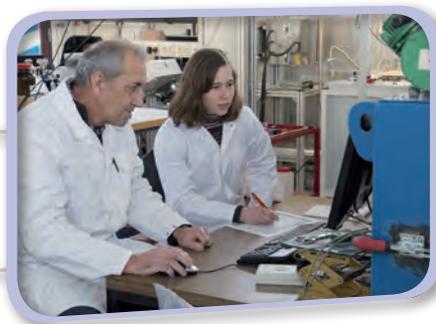
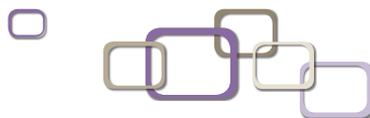


Études & Recherche

2016/2017





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 2016 :

- Études et recherche : 42 %
- Assistance : 25 %
- Formation : 11 %
- Information : 15 %

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

Quelques chiffres-clés 2016

Effectif

- 580 salariés dont
- 209 basés à Paris (siège social) et
- 371 au Centre de Lorraine (Vandoeuvre-lès-Nancy)

Budget

- 81,15 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
Interview de Monsieur le Professeur Yves Roquelaure	12
Bilan d'activité 2016 "Études et recherche"	14

■ Programme "Études et recherche" 2016/2017

Panorama des études conduites en 2016/2017 par thématique :

Accidentologie et culture de prévention	15
Allergies professionnelles	17
Bruits, vibrations, champs électromagnétiques, optique	19
Conception des équipements, des lieux et des situations de travail	25
Déchets et recyclage	26
Multi-expositions : produits chimiques et bruits	27
Nanomatériaux manufacturés	31
Organisation, santé et sécurité au travail	35
Reproduction et travail	42
Risques biologiques	43
Risques chimiques	45
Risques mécaniques et nouvelles technologies pour la prévention d'accidents	60
Risques psychosociaux	62
Risque routier professionnel	66
Troubles musculo-squelettiques des membres et du rachis	67
Viellissement, maintien dans l'emploi et prévention de la désinsertion professionnelle	69

■ Partenariats

■ Communications et publications de l'année 2016

■ Liste des publications 2016





Pr Didier Baptiste
Directeur scientifique de l'INRS

Éditorial du Directeur scientifique

Cette nouvelle édition de la Brochure "Études et recherche 2016-2017" est pour moi, cette année encore, l'occasion de souligner la richesse des apports des équipes scientifiques et techniques au débat sur la prévention des risques professionnels.

Tout d'abord au travers des 16 études terminées présentées dans ce bilan, qui pour certaines s'inscrivent dans le domaine des multi-expositions, ou celui de l'organisation du travail, avec des connaissances précieuses acquises dans le transport et la logistique ainsi que sur les pratiques d'entreprises "en Lean". La mobilisation des chercheurs s'est également illustrée sur les risques psychosociaux, avec notamment une étude sur les situations à forte charge émotionnelle ou les résultats d'une évaluation des interventions de prévention des RPS et TMS réalisées en entreprises, qui fera l'objet dans les semaines à venir de la parution d'un ouvrage de référence. Sans oublier la nécessité constante d'enrichir les connaissances sur les risques chimiques, auxquels un tiers des salariés français se déclare exposé dans le cadre de son activité, de travaux sur la prévention des TMS avec par exemple une analyse du rôle de l'encadrement de proximité. Je n'oublie pas les études en cours avec des perspectives à court terme dans le domaine de la robotique collaborative, des exosquelettes, des nanomatériaux ou de l'impact du travail de nuit sur la santé...

Cette densité de sujets est le fruit d'une adaptation permanente des activités de l'INRS à l'actualité en prévention. Les différentes compétences de l'INRS interagissent, en prise avec la réalité du terrain, pour construire des savoirs, les diffuser et démultiplier leur mise en œuvre. Ainsi, 2016 a été marquée par une intensification de l'activité événementielle. Autant de moments privilégiés d'accroître la diffusion et le partage de connaissances avec notamment un colloque international sur les perturbateurs endocriniens, une journée technique sur le prélèvement passif, ou le bilan du projet "amiante-méta".

Enfin, dans la continuité des sujets et des évolutions que j'évoquais précédemment, la 5^e conférence internationale "Innovorg", organisée en mars 2017, était consacrée aux enjeux pour la santé et la sécurité des innovations technologiques et des changements organisationnels associés. Dans un contexte socio-économique d'intensification du travail, de recours à la robotisation, d'omniprésence du numérique, d'allongement des parcours professionnels, de vieillissement de la population active, il s'agissait pour l'INRS - en collaboration avec le réseau Perosh - de réfléchir à l'impact de ces changements profonds sur la santé et la sécurité, dans leurs dimensions productives, organisationnelles, managériales et relationnelles. L'"usine du futur" ou plus exactement les services et l'industrie du futur requièrent notre vigilance vis-à-vis d'un avenir que nous devons, en tant qu'acteurs de la prévention, appréhender. Au cœur de cette volonté prospective, la prévention ne peut plus être vue comme un frein à la performance des entreprises, mais comme une véritable aide au développement, à la vitalité des entreprises et au bien-être de ses salariés.

Je vous souhaite une bonne lecture.

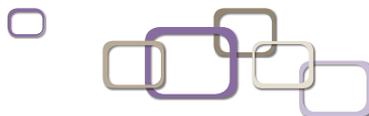


Direction scientifique

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. Fontenay-aux-Roses (92)
----------------------	--

Vice-présidents

Annie JOLIVET	Centre d'Études de l'Emploi. Noisy-le-Grand (93)
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)
Christine CHAUVIN-BLOTTIAUX	Université de Bretagne-Sud. Centre de recherche 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)
Daniel EILSTEIN	Santé Publique France. Cellule Inégalités sociales et territoriales de santé, Direction de la prévention et de la promotion de la santé. 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)
Laurence LE COQ	IMT Atlantique Bretagne-Pays de Loire, École Mines-Télécom. 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	ErdF-grdf, Médecine du Travail, service de santé au travail. Villers-lès-Nancy (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). Vitry-sur-Seine (94)
Daniel EILSTEIN	Santé Publique France, Cellule inégalités sociales et territoires de santé. 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)

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	IMT Atlantique Bretagne-Pays de Loire, École Mines-Télécom. 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. Fontenay-aux-Roses (92)
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)
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 2016, les actions d’études et de recherche représentent 42 % 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 255 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 prélèvements et d’analyse aux polluants gazeux et aux aérosols semi-volatils, particulaires y compris de taille nanométrique et aux aérosols microbiologiques. Il identifie les secteurs d’activités 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 :

- Analyses spatiales et temporelles des expositions chimiques
- 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'actions 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 peuvent provoquer 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/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, cardiovasculaires, 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.





© S. Morillon - INRS

Yves Roquelaure

Responsable médical, Chef du service de santé au travail et pathologies professionnelles au CHU d'Angers
Directeur du laboratoire Epidémiologie en santé au travail et ergonomie (Ester)

Interview de Monsieur le professeur Yves Roquelaure

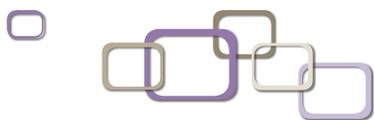
Votre service prend en charge les pathologies professionnelles et les questions de santé au travail au Centre hospitalier universitaire d'Angers. Quels efforts de prévention identifiez-vous à la lumière des problématiques que vous rencontrez ?

« Au sein du service de santé au travail que je dirige, nous sommes principalement confrontés à trois pathologies professionnelles. Nous rencontrons tout d'abord de nombreux cas de cancers. Il est clair que les efforts pour prendre en compte le risque cancérigène dans les entreprises, notamment les plus petites, doivent être maintenus, voire renforcés. La difficulté de traçabilité des parcours professionnels, la complexité des expositions, la multiplicité de statuts des travailleurs d'aujourd'hui rendent plus prégnant encore le besoin de prévention, à tous les niveaux. Ensuite nos patients présentent des atteintes musculo-squelettiques, notamment des lombalgies chroniques invalidantes. La particularité de notre unité est d'apporter une expertise médicale à ces patients mais aussi de les accompagner, au sein d'un parcours global d'aide et de soin. Enfin, nous assistons à une montée en puissance des risques psychosociaux avec des cas de dépressions, de burnout ou de stress post-traumatique... qui réclament toute notre attention.

L'INRS a eu le privilège de vous compter parmi les intervenants de sa 5ème conférence scientifique consacrée aux changements organisationnels et à leurs enjeux pour la prévention. Vous avez soulevé la question de la soutenabilité des actions pour préserver la santé dans un monde du travail qui évolue. Pouvez-vous nous éclairer sur l'impact de ces évolutions en termes d'organisation de la prévention ?

La multiplicité des formes d'emploi (contrats précaires, intérim, travailleurs indépendants...) que j'évoquais à l'instant, la transformation majeure des modes d'organisation et de production constatés dans les entreprises - que l'INRS a proposé d'aborder durant trois journées de débats en mars dernier - ne sont pas sans conséquences sur la santé au travail. Dans un monde du travail plus flexible, plus individualiste, les professionnels de santé alertent sur l'impact de cette mutation socio-économique. Les enjeux en termes de prévention reposent sur une dimension constructive de la santé avec des stratégies de prévention et d'intervention conjuguées, pour mieux accompagner les entreprises et leurs salariés. Aujourd'hui un médecin généraliste rencontre au moins un cas de pathologie professionnelle au cours d'une journée. Des réseaux d'échanges doivent donc se développer pour améliorer le suivi médical, le maintien dans l'emploi et en bonne santé (exemple au sein de notre service avec un suivi d'expositions partagé entre la CARSAT, le CHU et un groupe de cancérologues). La coopération entre les politiques de santé publique et de santé au travail peut s'accroître, la volonté existe sur le terrain.

Il s'agit aussi de mobiliser les entreprises et leurs managers, confrontés à l'incertitude des marchés, pour soutenir leurs politiques de prévention. Dans le cas précis des TMS, coordonner les aspects soin et prévention par des actions concertées entre personnels de santé et représentants dans l'entreprise crée une synergie participative avec, par exemple, davantage de marges de manœuvre laissées aux opérateurs dans une chaîne de production. Le système de santé au travail s'est depuis longtemps organisé et adapté aux risques professionnels, qu'il a même souvent anticipés. Il est à présent nécessaire de construire des passerelles pour coordonner cette action avec l'ensemble des acteurs de santé.



Vos travaux de recherche, en particulier sur les troubles musculosquelettiques vous ont amené à collaborer de longue date avec l'INRS. Quelles actions vous rapprochent des équipes en charge des études et recherche à l'Institut et notamment du département "Homme au travail" ?

Physiologiste du travail, j'ai fait la connaissance de l'INRS et de l'actuel département "Homme au travail" dans les années 90, dans le cadre d'une thèse sur les démarches de conception en lien avec la prévention des TMS. La notion de "marge de manœuvre" n'était pas encore évoquée à cette époque et l'INRS proposait déjà d'allier ergonomie et logique organisationnelle pour agir sur les conditions de travail des opérateurs. Cette dynamique de "veille et expertise" est en ce sens unique en France et j'ai toujours été réceptif à l'originalité des travaux de l'INRS qui réunissent des compétences sur l'ensemble des risques professionnels (chimiques, physiques, psychologiques...). Peu d'équipes ont une telle approche et les moyens de son transfert, via des formations, des guides, destinés aux entreprises. En ce moment, les équipes de l'INRS coopèrent à un projet d'envergure consacré au travail de nuit, qui s'effectuera auprès d'une cohorte de 200 000 personnes, afin d'estimer l'impact potentiel de ces horaires atypiques sur la santé ; une situation professionnelle pas si atypique dans le monde du travail et sa grande diversité.

Carte d'identité : Présentation de l'Équipe ESTER / INSERM UMR 1085

Depuis le 1er janvier 2017, l'équipe d'Epidémiologie en santé au travail et ergonomie (Ester) dirigée par Yves Roquelaure est devenue la 10ème équipe de l'Institut de recherche en santé environnement et travail (Irset), labellisé Inserm UMR 1085. Ester regroupe des chercheurs dans le champ de la santé au travail, notamment les membres de l'ancien Laboratoire d'ergonomie et d'épidémiologie en santé au travail (Leest) dans le domaine des troubles musculosquelettiques (TMS) et des chercheurs travaillant sur les thématiques de santé mentale (risques psychosociaux) et les cancers professionnels.

Les axes de travail sont les suivants :

- Recherche étiologique sur les déterminants professionnels,
- Évaluation de leur contribution aux inégalités sociales de santé,
- Évaluation des expositions professionnelles ("ergo-expologie"),
- Interventions de prévention et évaluation des interventions

Site : www.ester.univ-angers.fr/

Bilan d'activité 2016 "Études et recherche"

En 2016, 92 études (soit 235 551 heures) ont été menées par les départements scientifiques de l'INRS, dont l'activité représente 42 % du volume de travail de l'INRS.

Les activités d'études et recherche menées en 2016 se répartissent principalement selon 17 thématiques parmi les 22 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 2016, comme les années précédentes, la thématique "risque chimique" est prépondérante (31 % de l'activité Études et recherche). Les thèmes relatifs à l'organisation du travail, au vieillissement, aux risques psychosociaux et aux troubles musculosquelettiques représentent 17 %. Viennent ensuite les thématiques "bruits, vibrations, champs électromagnétiques, optique" (12 %) et "nanomatériaux manufacturés" (10 %).

Les pages qui suivent proposent une présentation détaillée des 16 études qui se sont achevées fin 2016, ainsi qu'un résumé de l'ensemble des 94 études en cours en 2017. Ces études sont classées selon la thématique principale à laquelle elles sont rattachées. Un repère visuel de couleur signalera ce rattachement ainsi que les thématiques associées.

Les 17 thématiques des études conduites en 2016/2017

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



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
(terminée 2016)

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

Département épidémiologie en entreprise

Exposé des motifs et objectifs

Dans la période de transition de l'école vers l'emploi, les moins de 25 ans sont plus vulnérables au risque d'accident du travail (AT) du fait qu'ils sont à la fois jeunes et nouveaux dans l'emploi. Face à ce constat de sur-accidentalité, la prévention auprès de cette population s'est focalisée sur l'enseignement de la santé et sécurité au travail (S&ST). En France, l'enseignement S&ST fait l'objet d'un partenariat entre le Ministère de l'Éducation Nationale et la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés depuis 1993. L'INRS participe à la définition des compétences S&ST au sein des Commissions Professionnelles Consultatives du Ministère de l'Éducation Nationale. Cependant, à ce jour, l'impact de ces enseignements sur la survenue d'AT n'a pas été évalué. L'objectif principal de cette étude était de déterminer l'effet de l'enseignement S&ST reçu au cours de la scolarité sur la survenue d'AT chez les jeunes entrant dans la vie active. Les objectifs secondaires de cette étude étaient axés sur les effets potentiels d'autres éléments contribuant à un environnement en santé et sécurité au travail : formation "sauveteur secouriste du travail" reçue au cours de la scolarité et conditions d'accueil à l'arrivée dans l'entreprise (information sur les risques professionnels, formation à la sécurité et formation au poste de travail par un collègue plus ancien...).

Démarche

Une étude de cohorte prospective a été mise en place auprès d'apprentis et élèves, issus de sept académies, inscrits en dernière année de CAP/BEP, de baccalauréat ou brevet professionnel ou de BTS, dans des spécialités de production ou de service (inclusions entre 2009 et 2012, fin du dernier suivi : 2014).

Le questionnaire d'inclusion, complété par les participants juste avant leur sortie de l'école, interrogeait sur les parcours scolaires, et en particulier sur l'enseignement S&ST reçu. Le questionnaire de suivi, complété tous les six mois pendant deux ans, interrogeait, entre autre, sur les caractéristiques de l'emploi, les conditions de travail et les conditions d'accueil dans l'entreprise, ainsi que la survenue éventuelle d'accident(s) dans le cadre du travail.

Résultats principaux

Parmi les 755 participants éligibles à l'étude, 90 % ont déclaré avoir reçu un enseignement S&ST. Au cours du suivi, les participants ont déclaré 1290 emplois (1,7 emplois / participant en moyenne). Dans 70 % des cas, l'emploi correspondait à la formation initiale. Au cours du suivi également, 158 AT ont été rapportés par les participants ou identifiés par le biais des bases de données des CARSAT, correspondant à un taux d'incidence de 0,12 [0,10-0,14]

AT / participant-année. Un risque deux fois moindre d'AT a été observé pour les participants qui ont déclaré avoir reçu l'enseignement S&ST au cours de leur scolarité. Un risque moindre d'AT pour les participants qui ont suivi la formation "sauveteur secouriste du travail" a également été observé. Les conditions d'accueil à l'arrivée dans l'entreprise n'étaient pas statistiquement associées à la survenue d'AT.

Discussion

Cette étude longitudinale a permis de mettre en évidence un moindre risque d'AT chez les jeunes ayant reçu un enseignement S&ST, ainsi que chez les jeunes ayant suivi la formation "sauveteur secouriste du travail". L'enseignement S&ST est largement dispensé dans les diplômes professionnels, avec une approche souvent plus large que les risques spécifiques du métier préparé. Nos résultats soulignent l'intérêt à poursuivre et généraliser cette approche.

Dans un objectif de continuum d'éducation à la S&ST (formation initiale et continue tout au long de la vie professionnelle), il serait intéressant de poursuivre l'évaluation de stratégies globales d'enseignement à la S&ST (développer la culture de prévention, favoriser les liens entre école et entreprise), ainsi que les modalités d'accueil des jeunes, voire des nouveaux embauchés, mises en place lors de l'arrivée dans l'entreprise.

Une synthèse des principaux résultats sera réalisée à destination des participants à l'étude. Des articles et communications scientifiques sont également prévus.



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 et Andréa EMILI**

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 > 2017



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 - 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.

2017 > 2020



Mesure des performances du modèle *in vitro* BMDC pour l'évaluation du potentiel sensibilisant de substances chimiques

■ **Fabrice BATAIS et Isabelle SPONNE**

Département toxicologie et biométrie

Les allergies professionnelles provoquées par l'exposition des salariés à des produits chimiques sont un problème important de santé au travail. Cette étude vise à évaluer les performances du modèle BMDC sur un panel important de substances chimiques. S'il s'avère performant en termes d'exactitude, de sensibilité et de spécificité, il sera proposé au centre européen pour la validation des méthodes alternatives (ECVAM) dédiées à la détection de nouvelles substances potentiellement sensibilisantes.



2017 > 2019



Développement d'un test pour l'évaluation du potentiel sensibilisant des substances chimiques industrielles : apport des connaissances des mécanismes intracellulaires impliqués

■ **Isabelle SPONNE et Fabrice BATAIS**

Département toxicologie et biométrie

L'objectif de cette étude est de connaître l'implication de différentes voies de signalisation dans la réponse cellulaire à des sensibilisants cutanés et respiratoires. Ces travaux seront dans un premier temps conduits sur un modèle de cellules dendritiques dont le rôle central dans la physiopathologie des allergies cutanées ou respiratoires est reconnu, puis sur d'autres types cellulaires d'intérêt. Ils visent à fournir, *in fine*, des biomarqueurs qui pourront être intégrés dans un test prédictif du potentiel sensibilisant, en cours de développement.

2013 > 2017



Sévérité et contrôle des asthmes en relation avec le travail

■ **Valérie DEMANGE et Anca RADAUCEANU**

Département épidémiologie en entreprise

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.

© C. Almodovar pour l'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 à 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

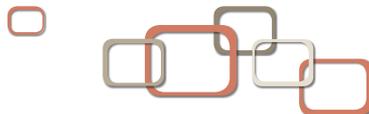
Département ingénierie des équipements de travail

■ Thèse de doctorat : Ossen EL SAWAF

Université Lyon 1 (Ecole doctorale MEGA) - Nicolas GRIMAUULT

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 de 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.





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 - 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.

2017 > 2020



Développement de protocoles d'évaluation du confort des bouchons d'oreille en entreprise et en laboratoire et proposition d'un indice de confort

■ **Jonathan TERROIR**

Département ingénierie des équipements de travail

Actuellement, les bouchons d'oreille sont exclusivement caractérisés par l'atténuation acoustique qu'ils apportent. Cette étude vise à évaluer le confort des bouchons d'oreille, via une approche globale incluant les quatre typologies de confort identifiées : physiologique, auditif, psychologique et fonctionnel. Les résultats faciliteront le choix d'un protecteur adapté et donc l'amélioration de la protection pour les personnes exposées, tant en matière d'atténuation que de confort.

© P. Delapierre pour 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.

2014 > 2017



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

■ Pierre LEMERLE

Département homme au travail

■ Thèse de doctorat : Yue HUA

Université de Lorraine - 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

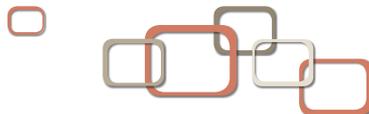


Recherche de solutions pour l'atténuation des vibrations lors de la circulation d'engins de manutention par le traitement des sols

■ 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 anti-vibratile ou d'implantation d'un nouveau dispositif, pour permettre d'orienter les choix des acheteurs et utilisateurs.



2017 > 2019



Étude de la réponse dynamique du corps d'un conducteur d'engin mobile exposé à des vibrations. Effets de la position et des mouvements liés à la tâche de travail

■ **Maël AMARI**

Département ingénierie des équipements de travail

La réglementation impose aux employeurs d'évaluer le risque vibratoire. Pour les vibrations du corps entier, la procédure définie par la norme ne tient pas compte des contraintes posturales (position statique maintenue et mouvements). L'objectif de cette étude est de faire progresser la norme, en caractérisant la réponse dynamique du corps d'un conducteur d'engin exposé à des vibrations, tenant compte de la diversité des postures et des mouvements réalisés lors de l'accomplissement des tâches de travail.

2017 > 2020



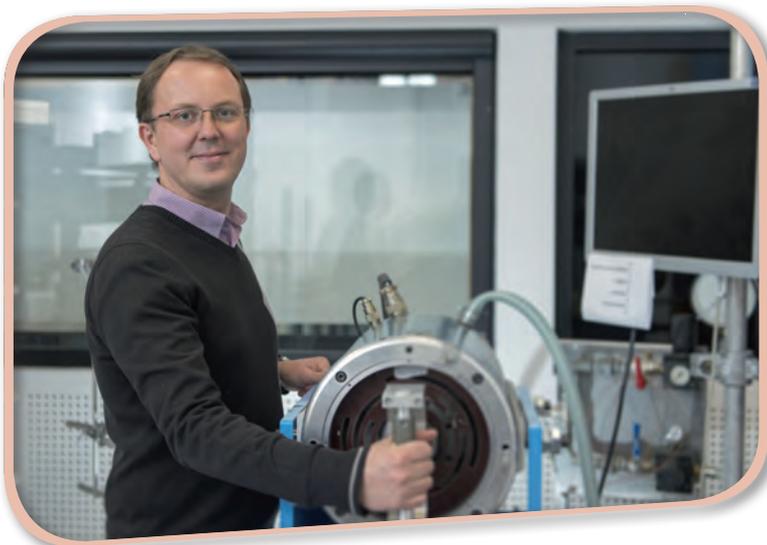
Une approche multi-échelles pour la prédiction de certains effets des vibrations mécaniques sur le réseau vasculaire digital

■ **Christophe NOËL**

Département ingénierie des équipements de travail

Parmi les salariés travaillant avec des machines portatives, la majorité utilise des machines rotatives générant des vibrations potentiellement responsables de troubles angioneurotiques, tels que le syndrome secondaire de Raynaud. L'objectif de cette étude est d'améliorer la méthode de mesurage normalisée en réunissant des connaissances pour mieux comprendre, analyser et prédire la relation entre les vibrations mécaniques et certaines de leurs conséquences physiologiques aiguës et pathologiques chroniques sur la microcirculation digitale.

© S. Morillon - INRS





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.

2016

2019



Évaluation des interactions entre les champs électromagnétiques basses fréquences et les opérateurs en milieu industriel : approche numérique et expérimentale

■ **Mélina BOULDI**

Département ingénierie des équipements de travail

L'objectif de cette étude est de développer une méthode d'évaluation basée sur des simulations numériques, dont la validité sera vérifiée par comparaison avec des mesures *in vitro*. Un banc d'essai sera conçu, composé d'une source de rayonnement (soudeuse par points à basse-fréquence ou presse haute-fréquence) et d'un mannequin dans un matériau ayant des propriétés diélectriques proches des tissus humains. Ces travaux permettront de connaître, de manière paramétrique, les valeurs d'exposition interne des salariés pour différentes sources industrielles et différents postes de travail.



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

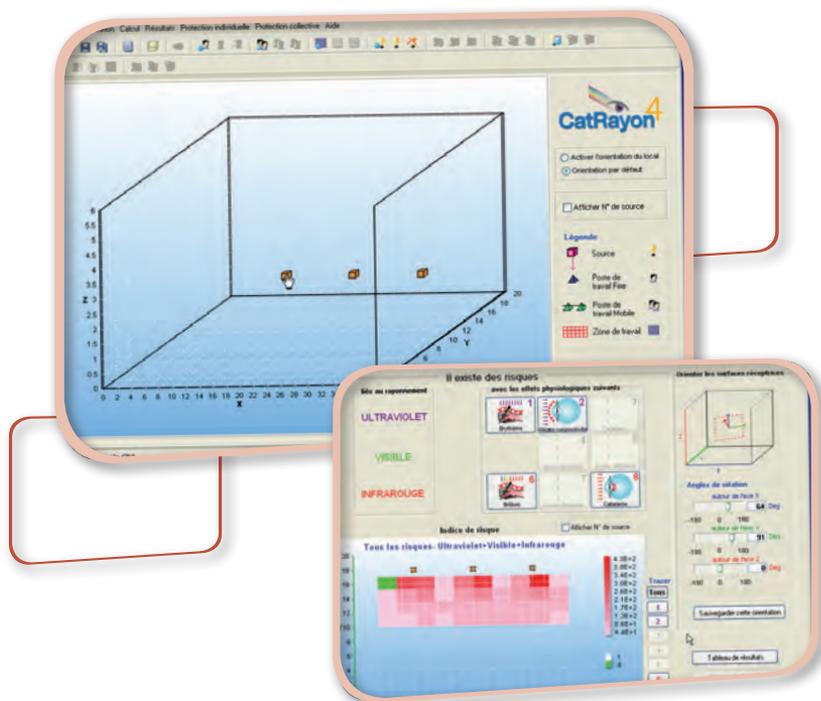


Dispositif d'accompagnement à la mise en œuvre du décret n°2010-750 du 2 juillet 2010 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements optiques artificiels

■ **Annick BARRIER-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 scénarii d'une future situation de travail et de vérifier le respect de principes d'ergonomie physique (anthropométrie, postures, efforts, stabilité, etc.).

2012 > 2017



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

■ Jacques MARSOT, Bruno DAILLE-LEFEVRE et Aurélien LUX ■ Thèse de doctorat : Ismaël EI MOUAYNI
Département ingénierie des équipements de travail *ENSAM ParisTech - 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 durant 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

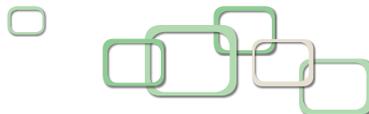


Variabilité du mouvement : caractérisation lors d'activités d'assemblage et intégrabilité dans un outil d'aide à la conception

■ Jonathan SAVIN ■ Clarisse GAUDEZ et Martine GILLES ■ Thèse de doctorat : Jonathan SAVIN
Département ingénierie des équipements de travail *Département homme au travail* *Université Pierre et Marie Curie Paris VI*
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.

2013 > 2018



Prévention des risques chimiques et biologiques dans les unités de méthanisation

■ **Patricia DIRRENBARGER**

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 bio-contaminants seront conduites et des corrélations entre émissions et procédés de méthanisation seront recherchées en vue de proposer des solutions pour la réduction des risques.

© G. Kerbaol - INRS





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.



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 *(terminée 2016)*

■ **Gautier MATER**

Département métrologie des polluants

■ **Thèse de doctorat : Gautier MATER**

Université de Lorraine - Christophe PARIS

Exposé des motifs et objectifs

En France, deux bases de données d'exposition professionnelle à des produits chimiques (BDEP), COLCHIC et SCOLA, coexistent avec des objectifs différents (respectivement prévention et réglementation). COLCHIC et SCOLA, propriétés de la CNAM-TS et de la DGT, sont gérées par l'INRS qui en assure aussi leurs exploitations. A travers trois applications SOLVEX, FIBREX disponibles sur www.inrs.fr et Scolamiente, <http://scolamiente.inrs.fr/>, l'INRS met à disposition des utilisateurs des outils permettant d'interroger par secteur d'activité, métier ou tâche ou par substances, les données enregistrées dans ces deux BDEP pour en connaître les niveaux a priori. COLCHIC et SCOLA contiennent respectivement 929 700 (670 agents chimiques) et 429 104 données (105). Leur représentativité par rapport à la population générale est cependant inconnue et fait l'objet de ce travail.

Démarche

Après avoir effectué une analyse descriptive comparative, l'étude de l'association entre les niveaux d'exposition et les éléments contextuels a été réalisée par modélisation statistique pour chaque agent, séparément pour COLCHIC et SCOLA, puis dans un jeu de données commun. La synthèse à travers les agents s'est faite par méta analyse. La représentation graphique sous forme de "Forest plot" permet d'illustrer la variabilité interagente chimiques.

Résultats principaux

Trois forts prédicteurs "Durée de prélèvement", "Équipement de protection individuelle" et "Année" sont systématiquement associés aux niveaux dans les deux bases et 3 autres sont spécifiques à chacune d'elles. Avec des niveaux deux fois plus élevés dans COLCHIC comparés à SCOLA en 2007, leurs concentrations deviennent globalement comparables entre 2012 et 2015 pour 15 agents chimiques communs à ces deux BDEP.

Discussion

Ce travail a permis, après avoir identifié les prédicteurs dans les analyses séparées de COLCHIC et SCOLA, de comparer ces deux BDEP dont l'origine des mesures est issue d'un même tissu industriel, mais avec chacune leur spécificité en termes d'objectifs. Des associations cohérentes entre des variables d'intérêt et les niveaux mesurés ont été mis en évidence à travers les agents chimiques, qui pourraient causer des biais lors de l'établissement de portraits d'exposition. Elles doivent donc être prises en compte pour rapprocher le plus possible les estimations des niveaux

d'exposition réels en milieu de travail en France. L'amplitude modérée de ces associations et la similarité des niveaux pour les années récentes dans les deux bases de données, restent rassurantes à cet égard, malgré l'absence de gold star auquel les comparer. La convergence des niveaux de COLCHIC et SCOLA ouvre des perspectives pour de futures exploitations conjointes, renforçant ainsi la connaissance a priori des expositions pour les substances communes à ces deux bases. Ce travail ouvre des pistes sur des évolutions possibles des applications SOLVEX et FIBREX en agrégeant les données de COLCHIC et SCOLA si les tendances se confirment dans les années à venir, ce qui améliorerait la puissance statistique. Les modèles proposés pourront ainsi être utilisés pour prédire des expositions dans des situations à décrire par l'utilisateur, incluant, par exemple, des déterminants tels que la volatilité des substances, les caractéristiques liés au potentiel d'émission, etc. Ce travail a été valorisé par une communication au Congrès EPICOH (Utrecht 2013), un article scientifique publié dans la revue American Journal of Industrial Medicine et un mémoire de thèse. Deux autres articles sont actuellement en cours de rédaction pour finaliser la valorisation.



© S. Morillon - IMS



Modification de l'amplitude du réflexe de l'oreille moyenne après inhalation de solvant. Conséquences physiologiques pour les expositions au bruit (terminée 2016)

■ Pierre CAMPO et Thomas VENET

Département toxicologie et biométrie

■ Thèse de doctorat : Ludivine WATHIER

Université de Lorraine - Cécile PARIETTI

Exposé des motifs et objectifs

Le milieu industriel peut être un environnement bruyant parfois associé à une atmosphère polluée par des substances chimiques volatiles. Si les effets traumatisants du bruit sur les cellules sensorielles situées dans la cochlée sont bien connus, les effets toxiques des solvants sur ces mêmes cellules le sont moins. Or, certains solvants, comme le toluène, peuvent potentialiser les effets cochléo-traumatisants du bruit chez des salariés co-exposés. Des résultats précédents ont montré que le toluène peut perturber le réflexe de l'oreille moyenne (ROM). Cette étude visait à exploiter cette sensibilité du ROM aux solvants aromatiques pour élaborer un test de criblage capable d'identifier les substances volatiles susceptibles de modifier le réflexe. Par ailleurs, le choix des solvants a permis d'étudier le mode d'action des solvants sur les neurones impliqués dans l'arc réflexe.

Démarche

Les solvants testés ont été choisis en fonction de leur lipophilie (log Kow) ; le benzène (2,13) est le plus hydrophile, tandis que le m-xylène (3,2) est le plus lipophile. Le protocole expérimental consistait à faire inhaler des solvants à des rats mâles adultes de la souche Brown Norway. Pour cela, les animaux étaient anesthésiés de façon à ajuster l'amplitude du ROM à une valeur proche de 1,5 dB. L'amplitude du ROM a été déterminée grâce à la mesure de l'amplitude du produit de distorsion acoustique (PDA). Lors du déclenchement du ROM par une stimulation acoustique de 95 dB à 4400 Hz, l'amplitude du PDA décroissait. La variation des amplitudes mesurées avant et pendant le déclenchement du ROM a permis de calculer celle du ROM. Après stabilisation du ROM, l'animal était exposé à 3000 ppm de solvant par voie intratrachéale, pendant 15 minutes.

Résultats principaux

Le modèle élaboré permet de discriminer les effets des solvants sur le ROM : le benzène a un effet maximum, il est suivi par le chlorobenzène puis par le toluène, styrène, p-xylène et m-xylène ; quant à l'éthylbenzène et l'o-xylène, ils n'ont aucun effet sur le ROM anesthésié. Quant aux trois isomères du xylène, ils ont une action différente selon l'arrangement des groupements méthyles autour du noyau benzénique. Enfin, l'analyse par résonance magnétique nucléaire des microsomes de cerveau de rats exposés au toluène a montré que des concentrations réalistes de toluène ne perturbent pas la fluidité des membranes biologiques.

Discussion et valorisations

Les solvants perturbent les neurones impliqués dans la boucle du réflexe de l'oreille moyenne selon un mode d'action modulé par la structure de la molécule. À l'aide de ce modèle, l'étude des mécanismes d'action des solvants sera poursuivie en testant d'autres substances volatiles, comme les solvants chlorés. Ce test de criblage peut d'ores et déjà être utilisé afin d'identifier des substances volatiles capables de modifier le ROM et potentialiser les effets cochléo-traumatisants du bruit. Ces travaux ont été valorisés dans des congrès internationaux (INA 2015, Risques chimiques 2015, ARET 2015, GERM 2016) et ils ont fait l'objet d'une publication dans la revue *Neurotoxicology*.



Modification du métabolisme du styrène par une co-exposition avec la 2-butanone (MEK) (terminée 2016)

■ **Benoît COSSEC**

Département toxicologie et biométrie

Exposé des motifs et objectifs

L'exposition à une seule substance chimique n'est pas la règle en milieu professionnel. Pourtant, les Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP) sont souvent établies à partir de données bio-métriologiques : concentration sanguine de la substance d'intérêt ou concentrations urinaires des métabolites, qui ne tiennent pas compte des conditions d'expositions atmosphériques multifactorielles.

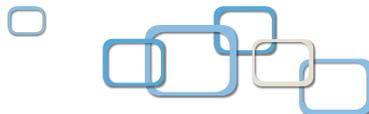
L'objectif de cette étude était d'évaluer, chez le rat, l'impact métabolique d'une exposition atmosphérique à une molécule connue pour sa toxicité, le styrène, avec une molécule utilisée en grande quantité, parce que supposée anodine, la méthyle-éthyle-cétone (MEK), ou 2-butanone.

Démarche

Trois opérations ont été mises en œuvre. Les synthèses des étalons internes et des métabolites non disponibles dans le commerce, ont d'abord été réalisées puis caractérisées. Ensuite des groupes de rats ont été exposés, soit à du styrène seul, soit à de la MEK seule, soit à des expositions conjointes aux deux solvants. Le sang et les urines ont été collectés au début et à la fin de la semaine d'exposition. Les échantillons de sang et d'urine ont été analysés par chromatographie gazeuse ou liquide.

Résultats principaux

Une exposition combinée de 50 ppm (~ 2 x VLEP8h) de styrène et de 200 ppm de MEK (VLEP8h) a augmenté la concentration de styrène dans le sang par rapport à une exposition au styrène seul. En conséquence, la MEK déplace le métabolisme hépatique du styrène, augmente sa concentration sanguine et par là-même sa toxicité. Un tel effet est plus marqué en début qu'en fin de semaine, laissant penser que les expositions occasionnelles sont plus délétères que les expositions de routine au cours desquelles les enzymes impliqués dans la métabolisation peuvent s'adapter (induction, inhibition par exemple). La perturbation du métabolisme du styrène par la MEK retentit également sur les indicateurs biologiques d'exposition, ou, en d'autres termes, sur les métabolites urinaires. En effet, les concentrations d'acides mandélique et phénylglyoxalique, indicateurs d'exposition chez l'homme, ont été également augmentées après exposition conjointe au styrène et à la MEK.



Discussion

Aujourd'hui, les acides mandélique et phénylglyoxalique sont les indicateurs biologiques de l'exposition au styrène. Cependant, une exposition conjointe au styrène et à la MEK perturbe d'une part, le métabolisme de la molécule d'intérêt, et d'autre part, la cinétique d'excrétion des métabolites. Se pose alors la question de la pertinence des IBE en cas d'expositions multiples. Cette étude souligne l'importance des multi-expositions dans la gestion du risque chimique pour les salariés. Elle devra être complétée par des études de cinétique d'élimination afin de proposer des périodes de recueil plus adaptées aux conditions d'exposition atmosphérique.

Une publication sera soumise à une revue internationale à la fin du 1er trimestre 2017. Par ailleurs, les données obtenues dans cette étude permettront d'enrichir la base de données MiXie France pour sensibiliser les médecins du travail aux risques encourus par les salariés exposés à plusieurs solvants.

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 - 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 X15 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.

2017 > 2018

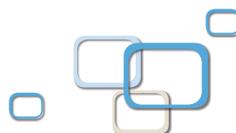


Substances chimiques volatiles et réflexe de l'oreille moyenne

■ **Ludivine WATHIER et Pierre CAMPO**

Département toxicologie et biométrie

La présente étude propose de tester des solvants chlorés et des molécules non-aromatiques pour édicter des règles permettant de prévoir l'action des substances chimiques volatiles sur le réflexe de protection de l'oreille moyenne (ROM). Ces investigations visent à préciser la relation qui existe entre les modifications de l'amplitude du ROM et certaines caractéristiques structurales des solvants.





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.



Impact des sources et de l'environnement sur le confinement des polluants nanoparticulaires par les dispositifs de protection collective (*terminée 2016*)

■ Emmanuel BELUT

Département ingénierie des procédés

Exposé des motifs et objectifs

L'objectif de cette étude était de développer des outils nécessaires à l'évaluation de l'efficacité des dispositifs de protection collective, basés sur la ventilation vis-à-vis des aérosols de nanoparticules. Pour instruire ce sujet, trois axes d'action ont été identifiés : la caractérisation des sources d'aérosols de nanoparticules, l'étude des facteurs de dégradation aérauliques du confinement des enceintes ventilées et le développement de modèles de simulation numérique de la dispersion des nanoaérosols sur les lieux de travail (ventilation prévisionnelle).

Démarche

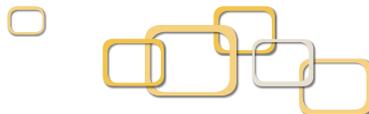
Pour caractériser les sources d'aérosols nanostructurés les plus couramment placées sous enceinte de confinement aéraulique, ces sources ont, dans un premier temps, été identifiées et classées sur la base d'une analyse bibliographique détaillée. Leur analyse a fait apparaître qu'une cartographie vraisemblable des quantités de polluant émises par les procédés ne pouvait être réalisée qu'expérimentalement, après développement d'une méthode spécifique. Cette méthode a donc été développée et standardisée pour être appliquée aux sources de nanoaérosols placées sous enceinte ventilée. Pour développer un modèle de ventilation prévisionnelle adapté aux spécificités des aérosols de nanoparticules (dépôt, aggrégation), une collaboration avec un laboratoire universitaire a été initiée et des travaux de thèse de doctorat entrepris. Les travaux se sont appuyés sur une base expérimentale et avec une forte exigence d'applicabilité de la méthode développée.

Résultats principaux

Les résultats ont permis de répertorier les principales sources d'aérosols de nanomatériaux présentes sous enceinte ventilée. Une méthode expérimentale de caractérisation des débits de génération de ces sources applicable sur le terrain a ensuite été développée et validée. Un modèle prévisionnel réaliste de l'évolution des nanoaérosols polluants dans les atmosphères de travail a été conçu. Ce modèle est utilisable à des fins d'assistance et une version simplifiée, sous la forme d'un modèle d'exposition à deux zones, a été développée. Ce modèle simplifié est destiné à guider les préventeurs pour estimer l'ordre de grandeur approximatif des concentrations attendues dans une situation de travail donnée, et l'état d'agrégation de l'aérosol.

Discussion

La méthode de caractérisation des sources sera proposée aux unités techniques des CARSAT. En ce qui concerne le modèle de ventilation prévisionnelle développé, il est opérationnel pour des actions de terrain. Enfin, les travaux réalisés dans le cadre de cette étude ont été valorisés sous la forme de publications scientifiques, de communications nationales et internationales et d'un micrologiciel en cours de finalisation.



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 - 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 > 2017



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.

2016 > 2020



Développement d'une approche expérimentale intelligente pour l'évaluation du danger lié aux nanomatériaux (projet européen SMARTNANOTOX)

■ **Laurent GATÉ**

Département toxicologie et biométrie

Dans le cadre du projet européen SmartNanotox, financé par la Commission européenne, l'INRS prendra en charge les travaux relatifs à l'évaluation des propriétés toxicologiques *in vivo* des nanomatériaux (toxicité subaiguë chez le rat). L'Institut assurera également des analyses transcriptomiques afin d'identifier les mécanismes moléculaires initiateurs et les événements mécanistiques clés menant à des effets adverses. Enfin, l'INRS participera au développement d'une méthode de criblage "intelligente" pour l'évaluation prédictive *in vitro* et *in silico* de la toxicité des nanomatériaux.

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.

2016 > 2019



Caractérisation multiparamétrique des particules ultrafines métalliques

■ Davy ROUSSET

Département métrologie des polluants

■ Thèse de doctorat : Massimissa BELHADJ

Institut Mines Télécom Lille Douai – Patrice CODDEVILLE

La petite taille des nanoparticules leur confère une réactivité élevée liée à l'augmentation de leur surface spécifique et de leur solubilité. Cette réactivité chimique se traduit par une plus grande capacité à causer un stress oxydant au niveau cellulaire, principal mécanisme responsable de la toxicité de ce type de particules. Cette étude permettra de disposer d'une méthodologie pour caractériser de manière plus spécifique les expositions aux particules ultrafines et d'évaluer l'utilité de cette caractérisation pour l'interprétation des effets observés sur l'organisme.

2016 > 2020



Optimisation des méthodes de prélèvement des particules ultrafines d'aérosols métalliques par des impacteurs en cascade

■ Virginie MATERA et Élodie PARDIEU

Département métrologie des polluants

Les objectifs de cette étude visent à évaluer les performances de différents impacteurs et à proposer une méthode efficace et reproductible pour le prélèvement des particules ultrafines, dans un contexte d'exposition aux particules métalliques. Ce dispositif a pour but de rendre accessible aux spécialistes de la prévention, la méthode de mesure de la granulométrie et l'analyse chimique des aérosols.

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 - 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 > 2017



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.



Prévention dans le transport et la logistique : évolutions technologiques et organisationnelles dans des entreprises en réseau (*terminée 2016*)

■ **Virginie GOVAERE et Lièn WIOLAND**

Département homme au travail

■ **Thèse de doctorat : Bérangère HITTINGER**

Université de Toulouse - Julien CEGARRA

Exposé des motifs et objectifs

Les entreprises de Transport Routier de Marchandises et de la Logistique forment un secteur capital pour l'économie. Ce secteur concerne 1,8 millions de salariés qui, en termes de sinistralité, sont 2 à 3 fois plus souvent accidentés que ceux des autres secteurs d'activités. Ces entreprises sont organisées en chaînes logistiques qui s'apparentent à des réseaux d'entreprises connectées entre elles. En 2011, des études INRS ont mis en évidence le phénomène de "propagation" (diffusion des facteurs perturbateurs ou protecteurs) d'une situation de travail vers une autre situation et son pendant en termes de prévention "agir ailleurs". L'objectif de l'étude actuelle était de conduire une réflexion sur l'élaboration d'une stratégie de prévention destinée à ces entreprises en réseau en intégrant les phénomènes de "propagation et d'agir ailleurs" via l'analyse des effets de l'introduction des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) et des évolutions organisationnelles dans ce secteur.



© S. Morillon - INRS

Démarche

Une analyse ergonomique a été conduite dans 5 entreprises. Une de ces entreprises a fait l'objet d'un suivi longitudinal (6 ans) afin de considérer les différentes phases du déploiement de la TIC ainsi que l'évolution de l'organisation de l'entreprise en lien avec ce déploiement. Pour l'ensemble des entreprises, le recueil des données s'est opéré au moyen d'entretiens et d'observations avec les différents acteurs (de la direction jusqu'aux opérationnels). Les données ont ensuite été formalisées selon 4 niveaux : celui du réseau, de l'entreprise, du collectif et des acteurs.

Résultats principaux

La stratégie de l'entreprise, son mode de gestion ainsi que son organisation définissent les conditions de l'activité, de l'usage des TIC, ainsi que la gestion des contraintes par les opérateurs. Quelle que soit l'entreprise, le phénomène de propagation est constaté à la fois au sein de l'entreprise (entre services) et entre les entreprises en réseau. L'origine des facteurs perturbateurs et protecteurs est donc à chercher à l'échelle de la situation de travail et aussi de toutes les situations connectées.

De plus, tous les salariés des entreprises doivent tenir compte de la cohabitation et de la pluralité de TIC pour réaliser une même tâche. L'utilisation d'une TIC modifie les cœurs de métiers et se traduit par une intensification du travail des différents acteurs de l'entreprise. Cette intensification a des conséquences potentielles sur la santé et la sécurité des salariés mais également sur la façon dont est gérée la prévention des risques professionnels dans l'entreprise.

Discussion

Les diagnostics et les solutions de prévention ont donné lieu à des restitutions pour chaque entreprise. Une démarche de prévention destinée aux entreprises en réseau a été élaborée. Elle comprend un volet diagnostique et un volet de déploiement des solutions de prévention. Dans cette démarche, il s'agit d'identifier puis de mettre en œuvre des solutions visant à maîtriser les facteurs perturbateurs à la source plutôt qu'au niveau de la situation dans laquelle ils s'expriment.

Cette étude a été valorisée par des publications (21) et communications (24) auprès de différents publics (scientifiques, préventeurs et professionnels). Dans le cadre des projets ANR, le projet "smart planning" a été retenu et constitue l'une des suites de cette étude.

Une journée technique est également programmée en octobre 2017.



© S. Morillon - INRS



Pratiques d'entreprises en "Lean" et santé au travail (terminée 2016)

■ Évelyne MORVAN, Bertrand DELECROIX et Edwige QUILLEROU-GRIVOT

Département homme au travail

Objectifs

Facteurs de risque pour la santé ou opportunités d'amélioration des conditions de travail, les travaux sur le mode d'organisation "en Lean" ne convergent pas toujours. La portée des analyses en termes de "causes-effets" est limitée par le flou du concept, ses évolutions et l'hétérogénéité des pratiques. Les réalités de l'introduction du Lean dans les entreprises étant mal connues, cette étude des processus et de leurs déterminants visait à identifier des espaces d'articulation avec la prévention. Face à la diffusion actuelle du concept, notamment dans de nouveaux secteurs comme le BTP ou les services de soins, les objectifs de l'étude étaient de documenter la diversité du Lean, en vue de trouver des leviers de prévention des risques professionnels.

Méthodologie

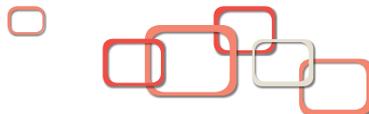
Les travaux se sont déroulés en quatre volets : construction d'un cadre d'analyse de l'introduction d'un changement lié au Lean ; bilan de la littérature dans les secteurs du BTP et des hôpitaux ; constitution d'un ensemble de cas d'entreprises pour mener des entretiens et visites sur le terrain, analyse détaillée du processus d'implantation (2 cas du secteur industriel et 1 cas du BTP) et mise en perspective de l'ensemble des cas (3 de l'industrie, 6 du BTP et 9 des services de soins); échanges avec des préventeurs et des chercheurs.

Résultats principaux

A l'issue de l'étude, un cadre d'analyse a été proposé pour explorer la diversité du Lean au travers des caractéristiques des trajectoires d'implantation, de diffusion et de transfert de ce concept organisationnel. Issu de travaux sur les outils de gestion et sur les tendances managériales, ce cadre permet de prendre de la distance par rapport aux référentiels Lean (vrai/faux, partiel/complet, etc.). La prétention à l'universalité du Lean cache une multitude de processus d'interprétation et de traduction, dépendant du contexte. Les facteurs économiques, historiques et sociaux, la santé-sécurité et les autres projets pourraient jouer un rôle plus important que le contenu du changement lui-même. Un tableau récapitulatif de facteurs du changement (contenu, processus d'implantation, contexte interne et externe) susceptibles d'avoir un impact sur les résultats de celui-ci a été proposé. Plus globalement, ces travaux ont permis d'identifier les rôles d'acteurs qui influencent les trajectoires d'implantation, de diffusion et de transfert d'un secteur à l'autre. Une cartographie des acteurs impliqués (promoteurs, "implanteurs" externes et internes, encadrants de proximité "intégrateurs" et utilisateurs) a permis de rendre compte de la diversité des rôles. Une analyse des interactions entre les "implanteurs" internes et les "intégrateurs" a pu être réalisée sur 2 chantiers du BTP, permettant d'identifier des tensions et des apprentissages dans l'implantation concrète d'outils. Des connaissances plus générales sur le transfert du Lean au BTP et aux hôpitaux ont été apportées grâce à une mise en perspective de la littérature. Au-delà de l'intérêt porté au Lean par ces deux secteurs, les études de cas montrent la variété des trajectoires (chaque "implanteur" traduit le Lean comme il l'entend), une variété d'appellations et des approches développées à l'échelle locale, dans un souci d'avancer de manière incrémentale et adaptée aux contraintes du secteur, sans précipitation.



© G. Kerbaol - INRS



Conclusion

En observant des trajectoires du Lean dans ces différents contextes, il est constaté que le concept managérial et les outils de gestion qui l'opérationnalisent continuent à être modifiés après leur implantation. Prendre la mesure de la nature fluctuante du Lean et de l'importance des facteurs contextuels et d'implantation peut aider les préventeurs à mieux asseoir leurs actions dans la durée et à se positionner sur l'articulation "performance et santé-sécurité", lors d'échanges avec des promoteurs, des consultants et des "implanteur" du Lean. Ces travaux ont fait l'objet de 2 publications scientifiques, plusieurs actions de formation (stages) auprès des CARSAT, un dossier web INRS, un article dans "Travail et Sécurité" et différentes formes de communications auprès de préventeurs et de chercheurs.



Prévention en conception de filières et coopération entre acteurs territoriaux de différents mondes professionnels. Le cas d'un projet national d'extension du traitement des déchets valorisables (terminée 2016)

■ Bertrand DELECROIX et Évelyne MORVAN

Département homme au travail

■ Thèse de doctorat : Leila BOUDRA

Université Lumière de Lyon - Pascal BÉGUIN

Exposé des motifs et objectifs

Cette étude visait à améliorer la prise en compte de la santé-sécurité des travailleurs dans le secteur du tri des déchets. Elle s'est appuyée sur une expérimentation nationale menée par Eco-Emballages qui a porté, de 2010 à 2013, sur l'extension des consignes de tri des déchets recyclables dans 32 centres de tri. Dans l'objectif d'améliorer la prévention des risques professionnels avant une éventuelle généralisation de l'extension de ces consignes à l'ensemble des centres de tri en France, il s'agissait pour l'INRS d'étudier l'influence des processus de décisions des différents acteurs sur le travail réel des opérateurs de tri, afin de proposer des pistes d'amélioration des situations de travail dans ces centres et ce faisant, réduire les risques d'atteinte à la santé et la sécurité des opérateurs.

Démarche

La démarche a compris deux volets. Tout d'abord, une intervention ergonomique a été menée dans 4 des 32 centres de tri concernés par l'expérimentation. Les interventions ont plus précisément analysé les effets, sur le travail réel et les risques pour la santé-sécurité des opérateurs, de l'évolution des consignes de tri données aux habitants. Les résultats ont été restitués aux décideurs des entreprises d'une part, et des collectivités territoriales d'autre part, dans l'objectif de confronter les logiques des différents acteurs et de concevoir les situations de travail, de façon à favoriser la prévention. Ensuite, les résultats de ces analyses ont été portés auprès du niveau national, (Ademe et Eco-Emballages) qui évaluait les résultats de l'expérimentation.

© P. Delapierre pour l'INRS



Résultats principaux

Les résultats principaux de cette étude ont permis de révéler le découplage existant entre les caractéristiques techniques et organisationnelles du centre de tri et les spécificités territoriales (modes de consommation, activité économique, attractivité touristique...) qui influencent fortement les caractéristiques des déchets à traiter. L'extension des consignes de tri accentue le décalage existant entre les caractéristiques des déchets à recycler et les caractéristiques techniques et organisationnelles du centre de tri, qui ne sont pas adaptées à ces évolutions. Ce découplage fait courir un ensemble de risques aux opérateurs de tri, par une intensification de leur travail et par la survenue de situations de débordements, à l'origine de risques psychosociaux, de risques de TMS, de chutes etc. Les adaptations techniques et organisationnelles mises en œuvre (affectation de personnel supplémentaire, ajout de poubelles ou bacs dans le centre de tri...) ne suffisent pas à réguler ce découplage. Ces résultats, portés auprès du niveau national, ont permis la construction d'une grille d'évaluation des risques professionnels existants et à venir. Cette grille, intégrée aux critères de sélection des entreprises prestataires par Eco-emballage, a été intégrée au processus de l'évaluation des candidatures dans le cadre de l'appel d'offre aux collectivités et aux centres de tri. Elle sera utilisée dans le cadre de la généralisation progressive de l'extension des consignes de tri à l'ensemble des centres de tri en France.

Discussion

Cette étude a permis de mieux comprendre les relations entre différents niveaux de décision et de s'appuyer sur ces relations pour mieux agir en prévention. Les acteurs du niveau national ont engagé des actions auprès des acteurs territoriaux pour qu'ils développent un travail de coopération avec les acteurs de l'entreprise, permettant ainsi de concilier la performance économique et environnementale avec les enjeux de prévention des risques professionnels et d'amélioration des conditions de travail. Au travers de la grille d'évaluation des risques professionnels, c'est progressivement l'ensemble des centres de tri et des collectivités qui renforcent leur rôle d'acteurs de la prévention.

Ces travaux ont fait l'objet d'un rapport de thèse, de cinq publications d'actes de congrès et sept communications. Ils seront intégrés aux stages de formation de l'INRS (prévention dans le secteur des déchets, session "Risques et Organisation" agrément des ingénieurs et contrôleurs CARSAT).

2016 > 2022



Effet du travail de nuit dans la survenue des maladies cardiovasculaires ischémiques

■ **Stéphanie BOINI-HERRMANN et Eve BOURGKARD**

Département épidémiologie en entreprise

Cette étude épidémiologique de type cas-témoins vise à examiner le lien entre le travail de nuit, qui concerne environ 15 % des salariés, et la survenue de maladies cardiovasculaires ischémiques. Cette étude sera réalisée en partenariat avec des équipes de recherche externes (cohorte CONSTANCES, InVS/DST, INSERM/CHU). Il est attendu que les résultats favorisent la diffusion et la mise en place de mesures de prévention spécifiques en entreprises sur le thème des maladies cardiovasculaires ischémiques.

2017 > 2021

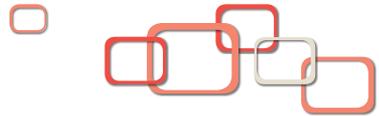


Planification intelligente des tournées de transport des marchandises (Smart Planning)

■ **Virginie GOVAERE et Liën WIOLAND**

Département homme au travail

Le projet Smart Planning propose de développer un ensemble de connaissances nouvelles dans la mise en œuvre de compromis pour l'élaboration des plannings de transport routier de marchandises (TRM), intégrant des préoccupations sociales, économiques, environnementales et de sécurité dans l'optimisation des ressources. Les contributions seront validées par des expérimentations de terrain effectuées auprès des deux partenaires industriels. L'INRS prend en charge les aspects "modélisation des contraintes et des compromis spécifiques au TRM".



2017 > 2019



Gestion des risques pour la santé par les cadres intermédiaires managers : étude exploratoire

■ Jacques MARC

Département homme au travail

Cette étude s'intéresse au rôle des managers dans la prévention des risques pour la santé, dans un contexte où les "marges de manœuvre" semblent en voie de diminution. L'étude s'emploiera à explorer les mécanismes par lesquels les cadres intermédiaires détectent les éléments d'alerte relatifs aux risques pour leur sécurité et leur santé et pour celle de leurs collaborateurs et la façon dont ils y répondent. L'étude s'attachera également à identifier les indicateurs favorisant la prise en charge, par les cadres intermédiaires, des risques pour la santé parmi les autres risques qu'ils ont à gérer.

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.

2016 > 2019



Analyse du métier de concepteurs 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-GRIVOT

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

■ 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.

2017



2020

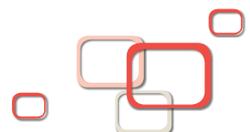


Pour une culture de prévention en santé au travail : exploration sociale et organisationnelle du travail de prévention

■ **Éric DRAIS**

Département homme au travail

Le développement d'une culture de prévention est considéré comme un moyen essentiel d'action en prévention primaire. L'étude s'intéressera à circonscrire la notion de culture de prévention en rapport avec les dimensions techniques, sociales et juridiques du travail. Elle testera les conditions de gestion d'une telle culture à partir de l'observation de dispositifs de prévention et l'analyse des apprentissages associés. Enfin elle cherchera à vérifier les conditions d'instrumentation de la mesure d'une culture de prévention avec l'objectif de contribuer à l'élaboration d'un outil de diagnostic destiné au réseau prévention.





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.

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 males exposés *in utero*. La production de testostérone, un élément critique pour le développement de l'appareil génital male, 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 > 2018



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 entreprises pour évaluer 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.

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).

© G. Kerbaol - INRS



2017 > 2019



Méthodologie d'aide à l'évaluation du risque biologique

■ **Sarah BURZONI**

Département métrologie des polluants

■ **Thèse de doctorat : Sarah BURZONI**

Université de Lorraine (Ecole doctorale BioSE) – Luc FERRARI

Afin d'accompagner les entreprises dans leur démarche d'évaluation du risque biologique et de définir des mesures préventives adaptées, l'objectif de l'étude est de proposer une méthodologie d'évaluation qualitative répondant à l'ensemble des situations de travail. La validation de la démarche s'effectuera en interne et en externe auprès d'un échantillon d'établissements concernés par le risque biologique, avant d'être mise à disposition des préventeurs.



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, etc.



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 disciplines figurent dans cette sous-thématique.

2015 > 2017



CENSUR - Défis dans l'estimation de la survie relative

■ 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.

2017 > 2021



Exposition aux fluides de coupe et biomarqueurs d'effets précoces : stress oxydant, inflammation et génotoxicité [OxlGenoCOM]

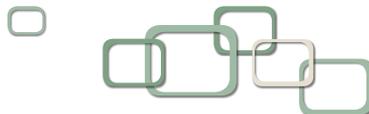
■ Eve BOURGKARD, Valérie DEMANGE

Département épidémiologie en entreprise

■ Fanny JEANDEL

Département toxicologie et biométrie

L'absence de données concernant les polluants présents dans les brouillards d'huile (BH), issus de l'utilisation des fluides de coupe, empêche l'identification d'effets sur la santé. L'objectif de cette étude est d'analyser les relations entre différents paramètres détaillant l'exposition professionnelle aux BH et des biomarqueurs d'exposition et d'effet à différents niveaux physiopathologiques (stress oxydant, inflammation, génotoxicité). La connaissance des déterminants de l'exposition ainsi que des conséquences en matière d'effets précoces, permettra d'optimiser les actions de prévention des risques professionnels des BH en entreprise.



2017 > 2020



Étude des variations de la concentration potassique d'explants d'utricule exposés à des solvants

■ **Monique CHALANSONNET et Pierre CAMPO**

Département toxicologie et biométrie

L'objectif de cette étude est de savoir si les solvants peuvent provoquer des dysfonctionnements au niveau des récepteurs périphériques de l'équilibre, en particulier du vestibule, et de comprendre les mécanismes qui provoquent ces perturbations. Cette approche *in vitro* permettra de mieux comprendre les mécanismes physiopathologiques des vertiges dus au dysfonctionnement des récepteurs périphériques de l'équilibre et de disposer d'un test rapide pour prioriser les molécules nécessitant une exposition chronique de type "corps entier" dans les études *in vivo*.

2013 > 2017



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 corréliser 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 > 2017



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

■ **Thèse de doctorat : Anaïs KIRSH**

Université de Lorraine (Ecole doctorale BioSE) - Hervé SCHOHN

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 particulière sera évaluée avec une silice cristalline. S'il est concluant, il sera utilisé pour rechercher le potentiel cancérigène de nanomatériaux manufacturés.



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, 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 d'exposition (COLCHIC-SCOLA) et de campagnes de mesures permet d'apprécier les niveaux des expositions.



Contact cutané avec le bitume dans les travaux de revêtement routier : analyse de l'activité de travail et prévention (terminée 2016)

■ Florence HELLA

Département homme au travail

■ Thèse de doctorat : Nathalie JUDON

Université de Bordeaux - Alain GARRIGOU

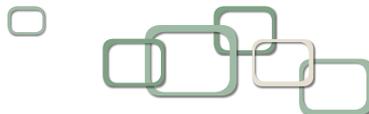
Exposé des motifs et objectifs

La fabrication des routes implique la mise en œuvre d'enrobés bitumineux, contenant notamment des hydrocarbures aromatiques polycycliques dont certains sont classés comme cancérigènes avérés. Dans le contexte d'incertitude actuel entourant les risques chimiques dans les travaux de revêtement routier, l'étude avait pour objectif de dégager des solutions préventives nouvelles permettant d'enrichir les dispositifs de prévention existants.



Démarche

Une démarche centrée sur l'association des travailleurs de tout niveau hiérarchique, misant sur le partage et la confrontation de savoirs et représentations détenus, par ces différents acteurs (opérateurs, personnel d'encadrement, préventeurs et décisionnaires), a été élaborée. La démarche itérative déployée pour l'étude, auprès de deux chantiers de revêtement routier, comportait quatre étapes. Elle se fondait sur différents outils méthodologiques : 1- le recours à des analyses de l'activité de travail individuelle, des mesures physiologiques et des prélèvements chimiques pour alimenter la construction du projet ; 2- la confrontation des opérateurs aux données audio et vidéo, et aux données de mesures et de prélèvements recueillis, comme objet de réflexion sur leur propre activité ; 3- la co-construction d'une expression sur le travail au travers de débats avec les collègues à partir de ces données ; 4- une co-analyse finale avec l'ensemble des acteurs pour construire des pistes de prévention partagées qui pourront ensuite être mises en action par les décisionnaires.



Résultats principaux

L'étude a permis d'identifier les phases d'activité, les postes et outils de travail qui exposent le plus au contact cutané. Les prélèvements confirment que ce niveau d'exposition diffère selon ces phases d'activité et le poste occupé. Les confrontations aux observations ont permis de mieux comprendre les défauts de protection observés chez les opérateurs et leur perception du danger lié au bitume, évalué en fonction de l'odeur perçue de certains enrobés. Les entretiens révèlent que la perception des risques est variable selon le niveau hiérarchique et que les connaissances sur les produits utilisés restent partielles à tous les niveaux de l'entreprise. Sur la base des débats entre opérateurs autour des données d'activité, on découvre que ceux-ci prennent des précautions afin que leur entourage familial ne soit pas exposé aux résidus de produits sur leurs tenues de travail. L'étape finale a permis d'énoncer ces représentations et savoir-faire professionnels. Elle s'est révélée riche d'échanges "métier" et a permis de dégager de nouvelles possibilités d'engagement collectif au sein des entreprises, pour mettre en place des solutions de prévention mieux adaptées à la réalité de l'activité, par exemple : faire évoluer la communication sur le risque chimique ou impliquer les chefs de chantier lors de l'élaboration des quarts d'heure sécurité.

Discussion et conclusion

L'originalité de la démarche a été de créer un espace de discussion qui permette de confronter les points de vue d'acteurs de différents niveaux dans chaque entreprise en développant une nouvelle façon d'aborder la prévention du risque chimique lors des travaux routiers. Elle s'appuie sur la mise en œuvre d'un processus impliquant, notamment, les décideurs de l'entreprise, en vue de construire des solutions partagées. Les entreprises et professionnels du secteur de la construction routière participants se sont engagés à poursuivre la réflexion pour mobiliser les "savoir-faire" au sein de chaque agence afin de favoriser la participation des opérateurs aux actions qui construiront leur propre santé au travail.

L'étude repose sur un travail de doctorat en ergonomie, à l'Université de Bordeaux, soutenu en 2017. Les résultats de cette étude ont fait l'objet de plusieurs articles dans des revues scientifiques et de prévention, et de communications dans des congrès. Des outils de formation à destination des acteurs de terrain seront réalisés en collaboration avec le département Formation.



Développement d'une méthode de prélèvement individuel et d'analyse de fumées de bitume (terminée 2016)

■ Benjamin SUTTER

Département métrologie des polluants

Exposé des motifs et objectifs

Cette étude avait pour objectif premier de développer une méthode de prélèvement et d'analyse des fumées de bitumes générées sur les chantiers routiers. Des coopérations avec l'Union des Syndicats de l'Industrie Routière et le Groupement des Producteurs de Bitume ont permis de conduire ces travaux, selon le référentiel MétroPol.

Les objectifs secondaires étaient de transférer la méthode vers les laboratoires interrégionaux de chimie (LIC) des CARSAT mais aussi de comparer la méthode développée par l'INRS avec celle mise en œuvre avec notre homologue IFA en Allemagne.

Démarche

Cette étude s'est articulée en trois parties :

- mise au point et validation de la méthode MétroPol à l'aide d'une installation de génération de fumées,
- transfert de la méthode MétroPol dans les LIC, avec la mise en œuvre de deux essais interlaboratoires pour valider la qualité de la mise en œuvre de la méthode
- et intercomparaison de la méthode MétroPol avec celle de notre homologue allemand, d'abord en laboratoire puis sur le terrain, en France et en Allemagne.

Résultats principaux

Le résultat principal de cette étude est le développement et la publication de la méthode MétroPol M-2 pour le prélèvement individuel et l'analyse des fumées de bitume routier en vue d'évaluer l'exposition des salariés à celles-ci. Le transfert effectif de la méthode dans les LIC et la réalisation de deux campagnes nationales de prélèvement sont aussi à mentionner.

Enfin, la validation internationale de la méthode constitue le dernier résultat important issu de cette étude.

Discussion

En conformité aux recommandations prodiguées par l'ANSES sur le sujet de l'évaluation de l'exposition des salariés aux fumées de bitume, la méthode MétroPol M-2 développée quantifie la matière organique totale constituant les fumées. Ceci constitue un changement de référentiel qui a été largement discuté avec les syndicats professionnels. En effets, historiquement, l'exposition aux fumées était évaluée par la quantification du traceur Benzo[a]pyrène, présent en grande quantité dans les goudrons contrairement aux bitumes. L'absence de limite d'exposition professionnelle liée à cette nouvelle méthode de mesure permet tout de même de mettre en pratique des recommandations d'hygiène et de sécurité et d'évaluer leurs effets sur l'exposition.

Une thèse sur la caractérisation chimique des fumées est en cours à l'INRS afin de répondre à un certain nombre de questionnements soulevés par ces travaux. Un projet de recherche sur les bitumes tièdes et leurs adjuvants (ou fluidifiants) est en cours de discussion avec notre homologue québécois IRSST.



Étude de dispositifs de prélèvement individuel des aérosols d'acide sulfurique en fraction thoracique (terminée 2016)

■ Peter GÖRNER

Département métrologie des polluants

Exposé des motifs et objectifs

L'utilisation de l'acide sulfurique (H₂SO₄) concerne de nombreux secteurs d'activité et occasionne des expositions chez les travailleurs concernés.

En 2009, la directive 2009/161/UE de la Commission Européenne a fixé la Valeur Limite Indicative d'Exposition Professionnelle (VLEP) à 0,05 mg.m⁻³, en fraction conventionnelle thoracique.

L'objectif de cette étude de laboratoire était de mesurer les efficacités d'échantillonnage et les performances de dispositifs de prélèvement de la fraction thoracique des aérosols. Il s'agissait notamment de sélectionner le ou les dispositifs les plus performants afin qu'ils puissent être qualifiés, pour le mesurage de l'exposition professionnelle aux aérosols d'acide sulfurique. Le but ultime était de mettre les dispositifs retenus à la disposition du réseau de prévention pour permettre le suivi des expositions individuelles des personnes travaillant en présence de brouillards d'acide sulfurique.

Démarche

La méthodologie consistait à tester dans des tunnels aérauliques les appareils de prélèvement de la fraction thoracique des aérosols, à mesurer leur efficacité d'échantillonnage en fonction du diamètre des particules et à évaluer leur performance en dressant des cartes de biais de mesurage de la concentration pour une série d'aérosols polydispersés. Les appareils étaient ensuite confrontés à un cahier des charges décrivant le dispositif de prélèvement idéal pour permettre de sélectionner celui ou ceux présentant les caractéristiques les plus prometteuses pour le

mesurage de la concentration d'un aérosol d'acide sulfurique dans l'air. Dès lors qu'un dispositif candidat manquait à une ou plusieurs spécifications du cahier des charges, il était écarté de l'étude.

Résultats principaux

Parmi les dix dispositifs de prélèvement envisagés pour l'étude de laboratoire, trois échantillonneurs individuels et un échantillonneur statique ont présenté des résultats et des caractéristiques en adéquation avec un échantillonnage efficace de la fraction thoracique d'aérosols, certains après une optimisation de leur débit de prélèvement.

Il s'agit des cyclones BGI GK2.69 et BGI GK4.162, de l'impacteur SKC PPI-T pour un prélèvement en individuel et du CATHIA-T pour un prélèvement à poste fixe.

Discussion

L'étude des échantillonneurs thoraciques a permis d'acquérir une connaissance approfondie sur l'efficacité d'échantillonnage et sur les performances des dispositifs de prélèvement actuellement disponibles. Les résultats ont permis de choisir une ou plusieurs techniques performantes de prélèvement des aérosols thoraciques. Cette connaissance est désormais disponible pour le mesurage de la concentration de toute substance qui est ou qui devra dans le futur être prélevée en fraction thoracique.

Pour répondre à la question spécifique du prélèvement de particules liquides d'acide sulfurique en atmosphères professionnelles, des essais de terrain font l'objet d'une autre étude en cours.

Concernant les valorisations associées à l'étude de laboratoire, trois communications dans des congrès internationaux ont été effectuées et la rédaction d'un article scientifique dans une revue à comité de lecture est en cours de finalisation.

2013 > 2018



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 : personnel de laboratoire soustrait au risque chimique et simplification du processus analytique.

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 étalon. 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 préleveurs pour le choix du dispositif correspondant à leur besoin.

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 influents 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 > 2017



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 MetroPol 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 détections adaptées à tous les types d'exposition.

2015 > 2018

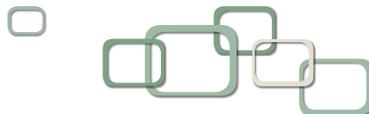


Mise à jour des bonnes pratiques pour l'élaboration d'une stratégie de prélèvement

■ **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 biométriologiques : application au béryllium et au chrome

■ **Aurélié REMY**

Département toxicologie et biométriologie

■ **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 biométriologiques.

2015 > 2018



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

■ **Benoît OURY**

Département métrologie des polluants

■ **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

■ **Thèse de doctorat : Christelle GHAZALY**

Université de Lorraine (CNRS/LCPME) Marc HEBRANT

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.

2017 > 2021



Contribution à l'initiative européenne de biosurveillance (programme HBM4EU de la Commission Européenne)

■ **Alain ROBERT et Sophie NDAW**

Département toxicologie et biométrie

La Direction générale de la recherche a lancé une initiative européenne dont l'objectif est la construction d'un dispositif de biosurveillance européen pérenne. L'action de l'INRS dans ce cadre portera sur la collecte de données d'exposition professionnelle à l'aide de méthodes harmonisées. L'INRS mettra à disposition de la plateforme européenne les données dont il dispose sur les groupes de substances prioritaires fixés par la Commission. L'INRS participera également à la construction d'une base de connaissances sur les liens de cause à effet entre exposition et pathologies associées, en se servant dans un premier temps, du groupe des bisphénols comme modèle.

2016 > 2019



Évaluation des risques chimiques et biologiques liés aux émanations de brouillards d'huile en milieu industriel

■ **Ronan LEVILLY**

Département ingénierie des procédés

L'étude proposée vise à identifier les substances chimiques et biologiques pouvant être présentes dans les familles de fluides de coupe. Les connaissances obtenues doivent permettre d'évaluer plus finement les expositions des salariés et alimenter la réflexion des épidémiologistes, des toxicologues, des métrologues et des préventeurs sur la problématique des brouillards d'huile. Les résultats obtenus permettront également aux entreprises d'ajuster leur évaluation du risque et d'adapter leur démarche de prévention.

2017 > 2018



Étude des performances des pompes de prélèvement individuel au regard des besoins des préventeurs

■ **Eddy LANGLOIS et Alain BOULET**

Département métrologie des polluants

La pompe de prélèvement individuel est un organe essentiel dans le processus d'évaluation des expositions professionnelles aux agents chimiques et biologiques. Cette étude a pour objectif d'évaluer les performances des pompes disponibles sur le marché français en les soumettant aux essais de la norme NF EN ISO 13137 qui fixent les exigences à satisfaire pour ces équipements. Des essais complémentaires seront menés pour caractériser des utilisations dans des conditions particulières.

2016 > 2020

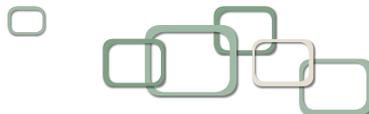


Projection thermique et soudage : évaluation biologique et atmosphérique des expositions au chrome et au nickel

■ **Nadège JACOBY et Ogier HANSER**

Département toxicologie et biométrie

Les objectifs de cette étude consistent à évaluer les expositions professionnelles au Cr et au Ni et leurs effets sur la santé lors des opérations de projection thermique et de soudage (moins exposantes aux particules ultrafines), par des mesures atmosphériques et des dosages urinaires de biomarqueurs d'exposition et d'effets précoces. Ces travaux visent à proposer une stratégie de surveillance biologique adaptée aux opérateurs exposés à ces deux métaux, utilisable par la médecine du travail.



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.



Séparation des particules ultrafines générées par les procédés de travail des métaux (terminée 2016)

■ Denis BEMER

Département ingénierie des procédés

■ Thèses de doctorat : Loïc WINGERT et Maria Cecilia CADAVID RODRIGUEZ

Université de Lorraine - Dominique THOMAS

Exposé des motifs et objectifs

Les procédés de projection thermique ou de découpe des métaux ainsi que le soudage à l'arc génèrent de grandes quantités de particules ultrafines (PUF) (taille < 100 nm) à l'origine du colmatage des filtres industriels. L'étude réalisée avait pour objectif de trouver des solutions au problème du colmatage des filtres, notamment en travaillant sur le décolmatage. D'autres solutions de séparation des PUF ont également été étudiées : séparation en milieu liquide au moyen d'une colonne à bulles, filtration par des milieux granulaires et électrofiltration.

Démarche

En 2009, l'INRS a effectué une étude visant à comprendre les mécanismes à l'origine du colmatage des filtres. Cette étude a nécessité l'élaboration d'un banc d'essai permettant de reproduire une opération de projection thermique, afin de tester les performances d'une cartouche filtrante industrielle. Ce moyen d'essai a permis de préciser les conditions du colmatage des filtres, et surtout du décolmatage, à l'origine de l'augmentation de la perte de charge. L'étude a permis de dégager certaines voies d'amélioration, les deux plus marquantes étant la technique de pré-coating et le décolmatage, au moyen d'une sonde rotative alimentée en air comprimé. La technique du pré-coating, malgré son efficacité, n'a pas été retenue car elle génère de grandes quantités de particules contaminées par les métaux et seule l'étude du décolmatage par sonde rotative a été poursuivie par la suite.

Trois autres procédés de séparation ont été étudiés en plus de la filtration par média filtrant : la séparation en milieu liquide (étude des colonnes à bulles), la filtration par milieu granulaire et l'électrofiltration.

La séparation en milieu liquide a fait l'objet d'une thèse qui s'est terminée fin 2014.

La présente étude de la séparation par les milieux granulaires, initiée en 2013, fait l'objet également d'une thèse qui se termine fin 2016. De très nombreux travaux sur les électrofiltres ont été répertoriés et il n'a pas été envisagé de faire une étude approfondie de ce procédé. Seuls des tests effectués à partir d'un électrofiltre du commerce ont été réalisés.

Résultats principaux

Le décolmatage des cartouches au moyen de la sonde rotative est très encourageant, mais cette solution a du mal à convaincre les industriels à cause des surcoûts qu'elle occasionnerait.

L'étude de la séparation des PUF en milieu liquide, en recourant à une colonne à bulles, a montré les avantages et inconvénients de la technique. Malgré les différentes pistes d'amélioration explorées, cette technique présente un minimum de séparation, très marqué pour les particules de diamètre 0,1 - 0,3 µm, qu'il ne semble pas possible de diminuer sans une consommation énergétique prohibitive.

L'étude de la séparation des PUF métalliques par un milieu granulaire a mis en évidence les potentialités de cette technique. La diversité des paramètres sur lesquels il est possible d'agir afin d'optimiser les performances (taille et nature des grains, épaisseur de couche, vitesse de filtration, etc.) est un avantage, car il permet d'adapter facilement la technique à chaque situation.

Les électrofiltres offrirait des perspectives très intéressantes pour la séparation des PUF métalliques, mais cette technique est actuellement délaissée, dans le domaine industriel concerné, pour des raisons mal identifiées.

Discussion

Des solutions techniques de séparation des PUF métalliques, directement applicables, existent (décolmatage par sonde air comprimé, électrofiltration), mais peinent à convaincre les industriels du secteur pour des raisons pratiques et économiques. D'autres procédés pourraient être envisagés, comme la séparation en milieu liquide ou par milieu granulaire, mais des études supplémentaires seraient nécessaires afin d'envisager leur développement en milieu industriel.



Simulation tridimensionnelle de l'aérosolisation des poudres lors des transferts de matières pulvérulentes (terminée 2016)

■ Emmanuel BELUT et Jean-Raymond FONTAINE

Département ingénierie des procédés

■ Thèse de doctorat : François AUDARD

Université de Toulouse - Olivier SIMONIN

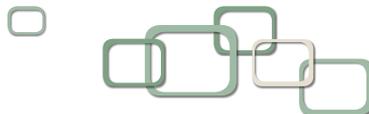
Exposé des motifs et objectifs

Une grande majorité de secteurs industriels est concernée par la production ou la manipulation de matériaux sous forme pulvérulente : l'agroalimentaire, la métallurgie, la pharmacie, la meunerie, la boulangerie, la chimie fine, l'industrie minérale, etc. Lorsque ces matériaux pulvérulents sont manipulés ou emballés, une partie est dispersée dans l'atmosphère environnante, ce qui génère un dépôt sur les surfaces, une mise en suspension dans l'air et peut conduire à des risques d'exposition professionnelle à des poussières ou à des produits dangereux, ainsi qu'à des risques d'incendie et d'explosion.

L'objectif de cette étude était 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.

Démarche

L'étude a été conduite sous la forme d'une thèse de doctorat, dans le cadre d'un partenariat avec le laboratoire Particules, Spray et Combustion (PSC) de l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT, UMR 5502 CNRS). Après développement des modèles, une reconstitution numérique de la vidange d'un silo a été effectuée et les résultats de simulation ont été comparés à deux cas expérimentaux de référence afin de cerner les intérêts et les limites du modèle.



Résultats principaux

Le modèle développé apparaît capable de reproduire le comportement du panache de poussière en sortie de trémie pour des particules de diamètres supérieurs à 100 µm et pour des rapports entre diamètre d'orifice de trémie et diamètre des particules supérieurs à 17. Notamment, le modèle prédit alors correctement le débit d'air pollué entraîné par le panache qu'il faudra capter. En revanche, pour des particules plus cohésives de 60 µm de diamètre, le modèle sous-estime l'expansion du panache et le débit d'air entraîné. Afin d'éviter la formation d'un panache de poussières, les résultats font par ailleurs ressortir l'importance d'assurer une bonne coulabilité de la poudre en sortie de silo, de manière à créer un écoulement en bloc qui se disperse peu. Des pistes sont proposées pour améliorer cette coulabilité. Il apparaît également qu'un modèle simplifié permet de calculer le débit d'air entraîné par le panache dans certains cas, ce qui peut constituer un outil utile d'aide à la conception de systèmes de captage.

Discussion

D'un point de vue pratique, l'étude réalisée a permis de clarifier les mécanismes d'expansion du panache de poussière en sortie d'un silo. Cette clarification permet déjà de proposer des pistes d'action pour limiter la dispersion de poussières dans l'environnement et évaluer le débit d'air pollué à capter. Le modèle développé est assez complet et devrait être évalué sur d'autres situations de travail que la vidange d'un silo, pour préciser ses performances exactes avant une utilisation plus systématique à des fins de prévention. Il est donc envisagé de poursuivre la collaboration avec l'IMFT sur ce sujet.

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 - 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'exposition chimique, 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

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.

2014 > 2017



Réduction à la source des HAP lors des opérations de pyrolyse

■ **Hubert MONNIER**

Département ingénierie des procédés

■ **Catherine CHAMP MARTIN**

Département toxicologie et biométrie

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 espaces confinés

■ **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.

2016 > 2019



Impact du vent sur la robustesse des installations de ventilation

■ **Romain GUICHARD**

Département ingénierie des procédés

■ **Thèse de doctorat : Argyrios PAPAPOULOS**

Université technique d'Eindhoven – Bert BLOCKEN

L'objectif de l'étude est de développer une méthodologie de prédiction de l'impact du vent sur l'efficacité d'un système aérodynamique (exemples : maintien du confinement de polluants quelle que soit l'intensité de vent sur un chantier BTP, rejet de polluants d'une hotte aspirante soumis à des rafales de vent). L'acquisition de nouvelles connaissances sur le sujet permettra de faire des recommandations à destination des préventeurs et des concepteurs d'installations de ventilation.

2017 > 2020



Qualité de l'air intérieur dans les espaces de stockage

■ **Laurence ROBERT et Romain GUICHARD**

Département ingénierie des procédés

Cette étude traite de la qualité de l'air intérieur dans les espaces de stockage tels les halls, commerces ou zones tertiaires adjacentes, dans lesquels sont entreposés des produits manufacturés ayant un fort pouvoir d'émission de composés organiques volatils. L'objectif est d'évaluer la qualité de l'air dans ces espaces, d'en déduire l'exposition chronique des salariés qui y évoluent et de mettre en place un outil prévisionnel des expositions. Cet outil permettra d'élaborer des solutions relatives aux stratégies de ventilation, paramètres environnementaux ou à l'agencement des lieux, applicables dès la conception de ces espaces.

2017 > 2020



Impact des perturbations aérauliques fugitives sur le confinement des enceintes ventilées

■ **Sullivan LECHENE et Emmanuel BELUT**

Département ingénierie des procédés

Cette étude reposera sur deux approches. D'un point de vue expérimental, la méthode d'essai développée devra mettre en évidence les ruptures du confinement de l'enceinte ventilée soumise à une perturbation aéraulique en régime instationnaire. En parallèle, une approche numérique de type simulation des grandes échelles associée à une description type "frontières immergées" permettra de simuler le mouvement d'une perturbation et de connaître ses effets sur l'enceinte ventilée. L'objectif est de définir des recommandations aérauliques permettant aux enceintes de rester performantes face aux perturbations aérauliques fugitives rencontrées au sein de l'espace de travail.

2017 > 2021



Épurateurs d'engins de chantier pour la protection des opérateurs contre les gaz et vapeurs : performances et durée de vie

■ **Stéphanie MARSTEAU et Bruno GALLAND**

Département ingénierie des procédés

L'étude vise à qualifier les performances des caissons d'épuration des gaz et vapeurs et à proposer une solution technique de détection, en temps réel, de la qualité de l'air intérieur de la cabine d'un engin. Elle vise à apporter des éléments de réponse à la question d'efficacité d'épuration de l'atmosphère toxique par le caisson, et par conséquent de déterminer sa durée de vie.

2017 > 2017



Caractérisation des émissions des machines de fabrication additive - Étude d'instruction

■ **François-Xavier KELLER**

Département ingénierie des procédés

L'objectif de cette étude est d'identifier les différents procédés de fabrication additive présents dans l'industrie (aéronautique, défense, automobile, médical...) dont le développement est en progression constante. Ces différentes techniques peuvent générer des vapeurs et / ou des poussières potentiellement dangereuses pour la santé des opérateurs. En fonction de cet état des lieux, une nouvelle étude et la recherche de partenaires pourraient être lancées pour définir les machines de fabrication additive à caractériser plus précisément et à prioriser en fonction du risque.

2017 > 2020



Outils de diagnostic de l'atmosphère intérieure d'un conteneur maritime et de l'efficacité de la ventilation forcée lors de l'ouverture

■ **Bruno GALLAND et François-Xavier KELLER**

Département ingénierie des procédés

Plusieurs travaux ont révélé que l'atmosphère intérieure des conteneurs maritimes pouvait contenir des gaz et des vapeurs dangereux pour la santé des opérateurs amenés à ouvrir ces espaces confinés, du personnel en charge du transport et de la logistique ou des agents des services douaniers. Ces gaz sont issus soit de la fumigation des conteneurs, soit des émissions des marchandises elles-mêmes. L'étude prévoit d'évaluer l'exposition aux gaz et vapeurs de salariés en charge du dépotage des conteneurs, d'étudier des outils d'analyse en temps réel de la qualité de l'air et de mesurer de l'efficacité de la ventilation des atmosphères polluées.



© G. Kerbaol - INRS



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

2017



Vieillesse 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 caractéristiques différentes, 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.

© G. Kerbaol - INRS



2014 > 2017



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.

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.

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.



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.



Situations de travail à forte charge émotionnelle et pratiques organisationnelles de prévention (*terminée 2016*)

■ **Corinne VAN DE WEERDT**

Département homme au travail

Exposé des motifs et objectifs

Dans le monde du travail, les émotions sont de plus en plus examinées. Pourtant, cela n'a pas toujours été le cas. Elles ont été longtemps étudiées comme des aspects à contrôler, interférant avec la cognition. Depuis une quinzaine d'années, on sait que les émotions sont nécessaires aux processus cognitifs. Dans les secteurs où la valeur ajoutée tient à la qualité de service, les émotions sont même considérées comme centrales. Les salariés du secteur tertiaire sont confrontés à de fortes exigences émotionnelles. Cette étude a consisté à étudier les émotions au travail en lien avec la santé, examiner les régulations individuelles et collectives des émotions en situation réelle et développer une méthodologie d'intervention centrée sur les émotions, afin d'agir sur la transformation du travail en faveur de la prévention.

Démarche

L'étude a suivi trois étapes. Premièrement, les résultats des précédents travaux sur les émotions menés dans le transport d'électricité et le soin à domicile ont été approfondis. Ceci a permis de préciser les concepts d'émotion au travail et de charge émotionnelle et de caractériser finement les processus de régulation des émotions en situation de travail. Deuxièmement, sur cette base, une méthodologie d'intervention en santé au travail psycho-ergonomique centrée sur les émotions a été construite puis testée dans un secteur non encore investi : l'aide à domicile. Le recueil de données a été effectué dans une petite entreprise au moyen d'entretiens, d'observations, de qualifications subjectives de situations de travail par les salariés et d'auto-confrontations collectives. Enfin, les résultats obtenus dans ce secteur nouvellement investi ont été confrontés à ceux issus de la première étape de l'étude, pour en dégager des critères de généralisation et de spécificité. Ce travail a été enrichi par la mise en débat guidée par l'INRS de ces aboutissements théoriques, méthodologiques et pratiques, entre six chercheurs.

Resultats principaux

Il s'avère que pour les salariés, la charge émotionnelle émane des relations interpersonnelles, comme le décrit la littérature, mais aussi de conditions de travail évaluées comme défavorables, indépendamment de la qualité des relations. L'étude montre également que la charge émotionnelle spécifique aux situations découle de l'accumulation d'émotions ressenties, soit de forte intensité, soit de faible intensité mais à forte fréquence. Elle a une influence sur la charge émotionnelle globale, entraînant à terme un désengagement au travail et des effets néfastes sur la santé. Les régulations émotionnelles mises en œuvre par les salariés modèrent toutefois ces effets. Ces régulations dépendent

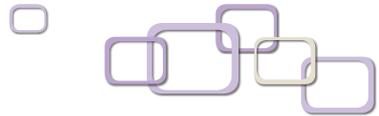
de l'utilisation de ressources individuelles, collectives, et organisationnelles qui sont identifiées et utilisées par les salariés. En outre, se joue un subtil équilibre entre le nombre de situations vécues, à valence positive et négative, de niveaux d'intensité variable, qui permet, lorsque la balance est positive, d'aider les salariés à résister aux situations contraignantes, ou qui, à l'inverse, lorsque la balance est négative, réduit la motivation et le sens au travail. La mise en œuvre de la méthodologie d'intervention centrée sur les émotions a permis le développement d'actions de prévention, co-construites dans les espaces de discussion initiés, contribuant au renforcement des différentes ressources, mais aussi à la valorisation du métier.

Discussion

L'analyse des émotions comme objet principal d'étude permet d'aboutir à la transformation du travail en faveur de la prévention des risques professionnels. Le caractère exportable des actions de prévention mises en œuvre favorisera leur transfert vers d'autres secteurs. La méthodologie construite a été testée et validée, et reste à consolider dans d'autres contextes. Sa réutilisation permettra aux préventeurs d'anticiper les situations à forte charge émotionnelle et d'aider les salariés à y faire face. La diffusion de la démarche apportée par l'étude pourra aider d'autres entreprises à réduire les exigences émotionnelles et à augmenter les ressources. Une orientation future sera d'utiliser le modèle d'équilibre dégagé ici pour construire une démarche de prévention positive visant le renforcement de l'engagement au travail et la promotion de la santé des salariés.

© C. Van de Weert pour IMS





Évaluation des interventions de prévention des RPS et TMS

(terminée 2016)

■ **Christian TRONTIN**

Département homme au travail

■ **Stéphanie BOINI-HERMANN**

Département épidémiologie en entreprise

■ **Dominique CHOUANIÈRE**

Direction générale

Exposé des motifs et objectifs

Au cours des années 2000, l'émergence des RPS et l'augmentation des TMS reconnus en tant que maladies professionnelles ont accru, de façon significative, le nombre d'interventions concernant leur prévention que celles-ci soient menées par des préventeurs institutionnels ou par des consultants privés. Face à la diversité et la singularité des structures bénéficiaires (SB) de ces interventions et aux défis que représente la prévention de ces problématiques multifactorielles, une pluralité de démarches dites "complexes" qui se réfèrent à différents modèles et disciplines académiques (ergonomie, sociologie, psychologie du travail, épidémiologie, etc.) ont émergé. Faute de méthodes d'évaluation adaptées à la complexité et à la diversité de ces interventions, les intervenants évaluent souvent de façon empirique les résultats ce qui ne permet pas de conclure formellement sur "ce qui marche ou non" et d'optimiser, sur la base d'objectivations factuelles et documentées, les pratiques d'intervention. A partir de ces constats, l'INRS et l'Anact ont initié, depuis 2011, un projet en partenariat, qui vise à promouvoir la pratique de l'évaluation en mettant à la disposition des intervenants, un socle approfondi de connaissances dans le domaine de l'évaluation des interventions complexes et un guide méthodologique adapté à l'évaluation des interventions de prévention des TMS/RPS.

Démarche

Ce projet a fait l'objet de différentes actions complémentaires :

- un bilan bibliographique sur l'évaluation, pour chacune des disciplines académiques et vis-à-vis des interventions complexes notamment en prévention RPS/TMS ;
- des séminaires de recherche, grâce à la participation d'une trentaine d'experts, pour analyser les aspects théoriques de l'évaluation selon les disciplines et identifier les pratiques de terrain en matière d'évaluation des interventions de prévention RPS/TMS ;
- des séminaires de synthèse pour comparer les différentes approches de l'évaluation et développer un modèle synthétique et adapté à ces interventions ;
- l'élaboration d'un guide méthodologique à partir :
 - des apports bibliographiques et théoriques issus des séminaires ;
 - des besoins et pratiques recensés auprès de 47 intervenants réunis en 5 "groupes- métiers" (GM) : CARSAT, Aract, SST, consultants privés et groupe régional mixte ;
 - des résultats de 32 expérimentations de la démarche d'évaluation menées dans des SB publiques ou privées par 27 intervenants des GM ;
- la rédaction d'un ouvrage collectif, récapitulatif de ces travaux, qui a impliqué une cinquantaine d'auteurs.

Résultats principaux

Le projet a permis l'élaboration d'une démarche d'évaluation adaptée à la complexité des interventions de prévention RPS/TMS et à tous les modèles d'intervention (ergonomique, sociologique, etc.). Elle propose, en combinant méthodes quantitatives et qualitatives, de mesurer 37 types d'effets des interventions, regroupés en thèmes : évolution des connaissances, perceptions et comportements des acteurs des SB vis-à-vis des RPS/TMS, transformation des relations entre acteurs, mutation des organisations et situations de travail, réduction des facteurs de risque, amélioration de la santé des opérateurs et de la performance des SB. Elle préconise ensuite d'analyser les effets observés au regard des effets attendus en prenant en compte non seulement la situation de départ de la SB et les changements qui ont pu y survenir en cours d'intervention, mais également le déroulement réel de l'intervention et de ses éventuels aléas. Enfin l'évaluateur est guidé, dans une dernière étape, pour tirer tous les enseignements utiles à sa pratique ultérieure. Après expérimentation, la démarche a été déclinée dans un guide mis à disposition des intervenants sur les sites web INRS et Anact. L'ouvrage collectif, en grande partie rédigé, sera édité en 2017.

Discussion

Les travaux menés ont permis d'aboutir à une démarche d'évaluation qui, plus qu'une simple compilation, est une réelle synthèse de nombreuses méthodes d'évaluation existantes. Ils ont bénéficié de la complémentarité recherche/pratique de terrain des deux organismes impliqués, de la forte multidisciplinarité des acteurs du projet et de l'expertise de nombreux intervenants et académiques externes. Au-delà d'un complément d'analyse des données récoltées lors de l'expérimentation qui permettront d'affiner les préconisations en matière d'évaluation, sont envisagés, en direction d'un public d'intervenants, une formation à l'utilisation du guide d'évaluation et un colloque de sensibilisation. La valorisation de ces travaux sera poursuivie en 2017 (articles, conférences, etc.).

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.

2016 > 2019



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

■ **Vincent GROSJEAN**

Département homme au travail

■ **Thèse de doctorat : Ophélie MORAND**

Université de Lorraine - Éric BRANGIER

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

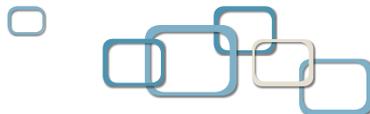


Développement d'un modèle d'intervention sur les violences au travail (MIVT)

■ **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



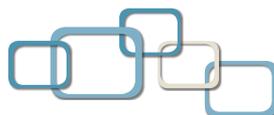
Conduite de véhicule utilitaire léger, conditions de travail et troubles musculo-squelettiques chez les opérateurs des activités de messagerie

■ 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.

© P. Delapierre pour l'INRS





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...).



Encadrement de proximité et prévention des TMS : représentations et actions (*terminée 2016*)

■ **Aude CUNY**

Département homme au travail

■ **Thèse de doctorat : Aude CUNY**

Université de Grenoble - Pr Sandrine CAROLY

Exposé des motifs et objectifs

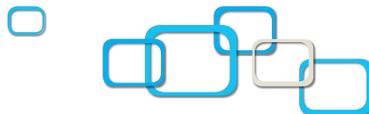
Les encadrants de proximité jouent un rôle dans la prévention des troubles musculo-squelettiques (TMS) en influençant la réalisation du travail des opérateurs encadrés. Cette étude visait à produire des connaissances sur les représentations et les actions d'encadrants de proximité en matière de prévention des TMS, en mettant l'accent sur le contexte organisationnel dans lequel ils interviennent. Il s'agissait d'identifier de nouveaux leviers pour prévenir les TMS à partir de l'analyse de l'activité d'encadrant de proximité. Cette action a été conduite dans le secteur de la découpe de viande auprès de personnels réalisant leur activité dans les locaux d'une entreprise cliente, selon une relation de sous-traitance interne.

Démarche

La méthodologie s'est appuyée sur l'analyse de deux cas mobilisant : des entretiens, des observations de l'activité de deux encadrants de proximité sous-traitants et des auto-confrontations. Les représentations du risque de TMS ont été analysées. Les stratégies des encadrants de proximité pour faire face à la survenue de situations à risque de TMS pour les opérateurs et les conditions soutenant leur élaboration ont été identifiées. Leurs effets sur les conditions de travail des opérateurs encadrés (et donc de risque de TMS) ont été analysés. L'analyse a conduit à l'élaboration de catégories de situations critiques, de types de stratégies et des conditions associées à leur élaboration.

Résultats principaux

Les représentations du risque de TMS des encadrants de proximité font apparaître des conditions de réalisation des activités associées à la sous-traitance considérées comme des freins à leur prévention (rémunération à la cadence, absence d'influence sur les conditions de réalisation des activités définies par l'entreprise cliente, etc.). Leur manière de gérer les situations à risque de TMS apparaît être en lien avec leurs possibilités d'action nommées "marges de manœuvre situationnelles". Celles-ci articulent d'une part des composantes liées aux caractéristiques de l'encadrant (dont sa représentation des TMS) et aux moyens fournis par l'entreprise extérieure. Il apparaît d'autre part qu'en situation de sous-traitance s'exerçant dans les locaux du client, les encadrants augmentent leur marge de manœuvre



situationnelle en mobilisant des composantes liées aux moyens fournis par l'entreprise cliente et des composantes collectives qui s'élaborent avec le groupe d'opérateurs encadrés et des salariés (opérateurs et encadrants) de l'entreprise cliente. L'enrichissement de la marge de manœuvre par ces deux dernières composantes soutient l'élaboration par les encadrants de stratégies collectives (coopération et entraide) utiles à la prévention des TMS des opérateurs encadrés.



© S. Morillon - INRS

Discussion

Les résultats, en proposant des éléments de contenu spécifiques à l'activité d'encadrants de proximité en situation de sous-traitance, contribuent à l'identification des ressources et donc de leviers d'action (individuel, organisationnel mais également collectif) en faveur de la prévention des TMS. Ils visent une meilleure compréhension et intégration des encadrants de proximité à la prévention des TMS et feront l'objet d'une diffusion auprès des préventeurs et des entreprises. Ces résultats ont également fait l'objet d'une thèse en ergonomie et seront mobilisés pour alimenter les échanges entre chercheurs sur ce sujet.





Vieillesse, 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...

2013 > 2017



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 - 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.

2014 > 2019



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

■ **Emmanuelle TURPIN-LEGENDE**

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.

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

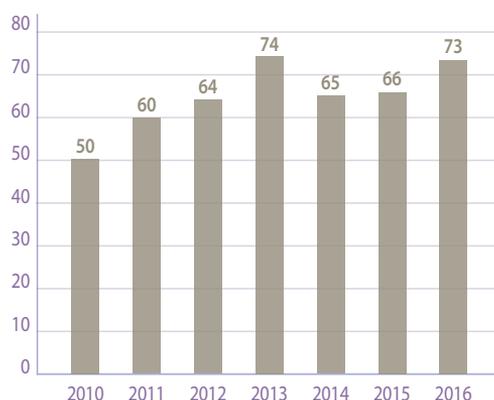
- 1. Laboratoire de Filtration et Adsorption (LFA) :** entre le Laboratoire de Réactions et de Génie des Procédés (LRGP) du CNRS et le laboratoire Procédé et Epuration des polluants (PROCEP) de l'INRS : les travaux réalisés en 2016 ont porté sur la modélisation de la formation d'HAP dans les procédés de pyrolyse et la mise au point d'une unité pilote de validation des modèles. Les travaux de modélisation des adsorbants mis en œuvre dans les appareils de protection respiratoire ont permis d'évaluer les paramètres clés dans les cycles de fonctionnement (utilisation, stockage).
- 2. Laboratoire Mixte de Prévention de la Pollution (LMPP) :** entre le Laboratoire d'Energétique et de Mécanique Théorique et Appliquée (LEMTA), UMR CNRS-Université de Lorraine, et le laboratoire Ingénierie Aéronautique de l'INRS. La thèse sur l'abattage humide a déjà permis de modéliser les phénomènes, un pilote pour valider ce modèle est en cours de réalisation.
- 3. Equipe-Projet Acoustique des Parois dans les Locaux Industriels (APLI) :** entre le LEMTA et le laboratoire Réduction du Bruit au Travail de l'INRS : une thèse est en cours. Les travaux concernent la caractérisation de l'atténuation acoustique des bruits due au relief des murs des locaux industriels.
- 4. Laboratoire 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.

Autres partenariats nationaux

L'Institut suit les actions prévues par la convention cadre ANSES/INRS signée le 4 mars 2015 et son programme prévisionnel de travaux. Il participe aux comités d'experts spécialisés (CES) traitant en particulier des valeurs limites d'exposition (VLEP), des produits de consommation, du programme Reach, et aux groupes de travail horaires atypiques, toxicovigilance des produits chimiques. Il a participé au comité de pilotage et au groupe de travail "urgence clinique" permettant à l'INRS l'accès aux données du RNV3P nécessaire aux travaux d'étude, de recherche et d'assistance. L'INRS a collaboré avec l'ANACT à la rédaction d'un guide d'évaluation des interventions portant sur les TMS et les RPS (à paraître début 2017). Il a participé au comité de gouvernance de l'INERIS et au conseil scientifique de son portail risques chimiques. La collaboration avec **Santé Publique France** s'est traduite par des échanges avec le département des maladies infectieuses, la participation à la semaine européenne de la vaccination du 25 au 30 avril 2016 avec relais des messages sur le site internet de l'INRS. Dans le cadre de la convention avec le **CEPN** (centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire), l'INRS a pris part au conseil scientifique et au comité de pilotage du réseau RELIR. L'Institut a participé au groupe interinstitutionnel sur la prévention des cancers professionnels de l'**INCa** (Institut national du cancer).

Enfin, depuis plusieurs années la plupart des études de l'INRS sont menées avec des collaborations extérieures. Ainsi 39 études ont associé des écoles d'ingénieurs ou des universités françaises, 22 études des Instituts ou Centres de recherche français et 14 études les Carsat, la Cramif ou les laboratoires de chimie ou de physique des Caisses.

Pourcentage d'études avec des collaborations extérieures



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 2016, le groupe "Well being at work"** a contribué à l'organisation de la conférence de mai 2016 à Amsterdam sur le thème "Combining knowledge to support wellbeing of workers in the changing world of work (Associer les connaissances au service du bien-être des travailleurs dans un monde du travail évolutif)". Il a été convenu que l'INRS organiserait en 2019 à Paris la prochaine conférence "Wellbeing at work", en partenariat avec le réseau PEROSH.
- **La participation au groupe "Recommandations sur les procédures de mesure de la charge physique de travail"** s'est poursuivie en 2016. Elle a abouti à la proposition de recommandations dans un rapport PEROSH et à la soumission d'un article à la revue internationale Applied Ergonomics fin 2016.
- L'INRS a poursuivi sa collaboration au projet intitulé 'indIR-UV' qui concerne l'exposition aux rayonnements UV et IR des personnes travaillant dans l'environnement d'arcs de soudage.

Relations internationales bilatérales

L'INRS travaille dans plusieurs domaines avec l'IRSTT son homologue du Québec avec lequel une entente-cadre de partenariat pour 5 ans vient d'être renouvelée pour la seconde fois. Des collaborations sont en cours sur la robotique collaborative axée sur la mise en œuvre des fonctions de sécurité, la maintenance des machines dans l'agro-alimentaire ainsi que sur les protecteurs individuels contre le bruit.

Les accords-cadres de partenariat signés avec le NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health - Etats-Unis), l'IFA (Institut für Arbeitsschutz- Allemagne) et l'IST (Institut Universitaire Romand de Santé au Travail-Suisse) se sont concrétisés par plusieurs actions : Par exemple, une réflexion commune entre experts INRS et NIOSH a été menée sur la stratégie de prévention des co-expositions bruits-solvants et sur l'apport potentiel de EchoScan dans l'évaluation de la fatigue auditive périphérique. Un atelier de travail s'est tenu à l'INRS en juin 2016. Par ailleurs, les échanges



scientifiques avec l'IRSST et l'IFA sur les modalités d'usage des capteurs inertiels, tant sur le plan méthodologique (calibration...) que sur le plan pratique (positionnement, techniques de fixation...) ont débouché sur un symposium lors de la 9^e conférence PREMUS à Orlando (Canada) en juin 2016.

Enfin des collaborations ponctuelles sont en cours avec le Florida Institute of Technology (FIT-US), le Centre Hospitalier Universitaire de Montréal (Canada), l'Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA- Allemagne) et l'université technique d'Eindhoven (Pays Bas).

Au total, 16 études sont réalisées avec une collaboration de partenaires étrangers.

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 co-financé par la Commission européenne et coordonné par le ministère de l'environnement néerlandais. Une soixantaine de partenaires issus de 16 États membres y participent 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 8 normes et pilote les actions portant sur la pulvérulence des nanomatériaux. En 2015, les premières versions des documents ont été proposées. Les actions expérimentales se poursuivent dans le cadre des travaux sur la pulvérulence des nanomatériaux avec notamment la poursuite du travail expérimental sur l'intercomparaison d'ELPI+, la réalisation des essais de pulvérulence ("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 8 États membres.

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

- **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 ont été 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.

- **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'agit d'identifier les postes de travail à risque en essayant de les corrélérer aux paramètres de procédés. Il permet la réalisation d'essais pilotes par un des partenaires du consortium.
- **OxlGenoCOM "Exposition aux fluides de coupe et marqueurs d'effets précoces : stress oxydant, inflammation et génotoxicité"**. Ce projet piloté par l'INRS vise à explorer, de façon détaillée, le risque lié à l'utilisation d'huile de coupe. Il mettra en relation la teneur précise des huiles de coupe au cours de leur utilisation et des biomarqueurs d'exposition et d'effets précoces. Les pathologies couvertes par l'étude sont les cancers et les allergies respiratoires. Cette étude, en collaboration avec l'Équipe d'accueil EA 4483 IMPECS (IMPact de l'Environnement Chimique sur la Santé humaine) de l'université de Lille et l'IST (Institut universitaire romand de santé au travail) a été lancée en fin d'année 2016.

Deux projets ANR

- **Le projet CENSUR** vise à proposer une méthode d'estimation de la survie relative : l'INRS est associée 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.
- **Le projet SMARTPLANNING (Planification intelligente des tournées de transport de marchandises)**. Le projet SmartPlanning vise à lever plusieurs verrous scientifiques et technologiques sous-jacents à la mise en œuvre de systèmes d'aide à la planification robuste pour des transports durables. Par transports durables, il est entendu des transports qui prennent en compte les enjeux économiques, environnementaux et sociaux en termes de santé et sécurité pour les conducteurs et également pour les planificateurs de ces transports. Les ambitions de ce projet relèvent d'une problématique interdisciplinaire nécessitant de mobiliser des compétences et acteurs issus des sciences de l'ingénieur (Ecole des mines d'Albi), de l'ergonomie (l'Institut universitaire Champollion et INRS) et deux partenaires industriels (Main Forte, Deret transport).

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 (31 en 2016), 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 2016, les thèses suivantes ont été soutenues :

- **Leïla BOUDRA** : Durabilité du travail et prévention en adhérence. Le cas de la dimension territoriale des déchets dans l'activité de tri des emballages ménagers. Université Lumière de Lyon
- **Aude CUNY** : Régulation et marges de manœuvre situationnelles des encadrants de proximité en sous-traitance. Université de Grenoble.
- **Nicolas DE GALVEZ** : Caractérisation et évaluation du niveau de risque des situations de travail. ENSAM ParisTech.
- **Khaoula HAMDI** : Développement d'un analyseur en temps réel des BTX sur les lieux de travail. Université de Lorraine
- **François VUONG** : Modélisation du comportement des cartouches de protection respiratoire : exposition à des atmosphères complexes de vapeurs organiques et effet des cycles d'utilisation. Université de Lorraine



- **François AUDARD** : 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 Toulouse.
- **Gautier MATER** : Caractérisation des mesures d'exposition à des produits chimiques dans les bases de données françaises COLCHIC et SCOLA pour la prévention des maladies professionnelles. Université de Lorraine.
- **Ludivine WATHIER** : Modification de l'amplitude du réflexe de l'oreille moyenne après inhalation de solvant. Université de Lorraine.



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 2016

Communications 2016

Les chercheurs et experts de l'INRS participent chaque année à de nombreux congrès nationaux et internationaux. **187 communications ont été présentées** dans différentes manifestations en 2016, dont 98 dans des congrès de dimension internationale et notamment :

- 11 communications au 34^e Congrès national de Médecine et santé au travail, à Paris
- 11 communications à la 22^e Conférence européenne sur les Aérosols, à Tours
- 9 communications à la 25^e Conférence en Épidémiologie en santé au Travail (EPICOH), à Barcelone
- 9 communications au Congrès Nanosafe, à Grenoble
- 9 communications à la 9^e Conférence internationale sur la prévention des TMS (PREMUS), à Toronto
- 6 communications au 13^e Congrès français d'acoustique (CFA), au Mans.

Aux côtés de colloques auxquels il participe, l'INRS a organisé plusieurs manifestations scientifiques et techniques en 2016 :

- **Perturbateurs endocriniens et substances sensibilisantes. Substances chimiques présentant des dangers particuliers : quels risques au travail ? Quelle prévention ?** Congrès international AISS en partenariat avec la BG RCI (Allemagne), la SUVA (Suisse) l'AUVA (Autriche) et l'INAIL (Italie) Paris 1-3 juin 2016
- **Prélèvement passif** - Journée technique, Paris, 11 octobre 2016
- **Horaires atypiques** - Journée technique, Paris 2 novembre 2016
- **Prévenir le risque chimique lié à l'ouverture des conteneurs**, Le Havre 14 octobre 2016 et Marseille 21 octobre 2016 en collaboration avec l'Assurance Maladie Risques professionnels et la Carsat Sud-Est.
- **Prospective : Travailler en bonne santé en 2040**. Restitution de l'exercice de prospective organisé par l'INRS en partenariat avec l'Assurance maladie-Risques professionnels, l'Anact, l'Anses, la Dares, France Stratégie, Aravis/Aract et Futuribles, Paris 23 novembre 2016
- **Amiante-META : bilan et perspectives**, Nancy, 6 décembre 2016

Publications 2016

Les résultats des "études et recherche" font l'objet de publications scientifiques et techniques, **149 sont parues en 2016**.

Parmi ces publications, 93 articles se sont répartis ainsi :

- 50 dans des revues internationales
- 43 dans des revues nationales, dont :
 - 32 dans la revue de l'INRS *Hygiène et Sécurité du Travail*
 - 3 dans la revue de l'INRS *Références en Santé au Travail*

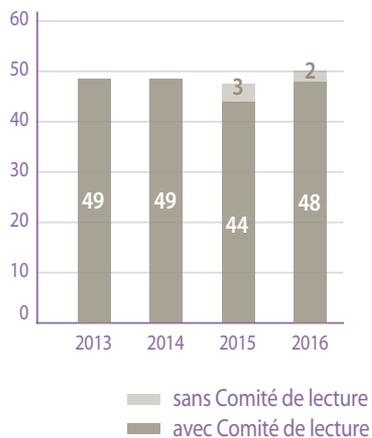
Par ailleurs :

- 11 chapitres d'ouvrages, 34 actes de congrès et 10 notes scientifiques et techniques ont été publiés.

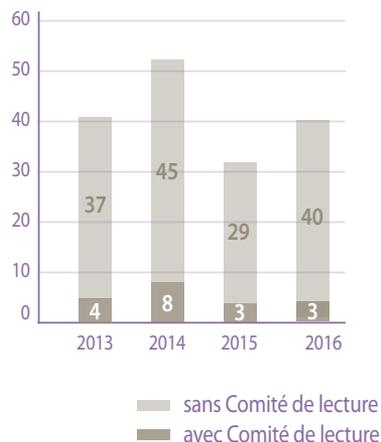


Une publication des résultats de la recherche sur la variabilité intrinsèque du mouvement, intitulée "*Intrinsic movement variability at work. How long is the path from motor control to design engineering*" a reçu le prix du meilleur article de la revue Applied Ergonomics, pour l'année 2016, ce qui est une marque de reconnaissance de la qualité scientifique de ces travaux.

Publications parues dans des revues internationales



Publications parues dans des revues nationales



Communications présentées dans des manifestations scientifiques



La liste des publications de l'année 2016 est détaillée ci-après.

Liste des publications 2016



Accidentologie, perception et acceptabilité des risques professionnels

■ Ergonomics (IF: 1,85)

CHANG W.R., LECLERCQ S., LOCKART T.E., HASLAM R.

State of science: Occupational slips, trips and falls on the same level. (Etat de l'art : Les glissades, trébuchements et chutes de plain-pied au travail). 2016, DOI: 10.1080/00140139.2016.1157214.

■ Fall Prevention and Protection: Principles, Guidelines, and Practices, CRC Press - Taylor & Francis, In: Hongwei Hsiao (ed), 2016

LECLERCQ S.

Hazard Concept and Falls. (Chutes accidentelles et concept de danger), pp.159-173.

■ Psychologie du Travail et des Organisations : 110 notions clés. Dunod, avril 2016

FAVARO M.

Accident du travail - accidentologie, pp.24-27.



Allergies professionnelles

■ BMC Public Health (IF: 2,264)

MEVEL H., DEMANGE V., PENVEN E., TRONTIN C., WILD P., PARIS C.

Assessment of work-related asthma prevalence, control and severity: protocol of a field study. (Evaluation de la prévalence, du contrôle et de la qualité de vie de l'asthme en relation avec le travail : protocole d'une étude de terrain). 2016, 16:1164. DOI 10.1186/s12889-016-3824-0



Bruits, vibrations, champs électromagnétiques, optique

■ Journal of Sound and Vibration (IF: 1,813)

KHANFIR A., FAIZ A., DUCOURNEAU J., CHATILLON J., SKALI-LAMI S.

Scattered acoustic field above a grating of non-parallel rectangular cavities. (Champ acoustique réfléchi au-dessus d'un réseau de cavités rectangulaires non parallèles). 2016, Vol. 361, pp. 251-260.

■ Review of Scientific Instruments (IF 1,584)

DENIEL J.M.

Optimizing array spectroradiometer readings using adaptive bracketing. (Spectroradiomètres CCD : des relevés pertinents et précis par bracketing adaptatif). 2016, 033108, 9 p.

■ Ergonomics (IF: 1,556)

PERRIN N., CHEVRET P.

Effect of noise on comfort in open-plan offices: application of an assessment questionnaire. (Effet du bruit sur le confort des salariés travaillant en open space : application d'un questionnaire). 2016, DOI:10.1080/00140139.2016.1172737.

■ Applied Acoustics (IF: 1,462)

BROCOLINI L., PARIZET E., CHEVRET P.

Effect of masking noise on cognitive performance and annoyance in open plan offices. (Effet du bruit de masquage sur les performances cognitives et la gêne dans les bureaux ouverts). 2016, Vol. 114, pp. 44-55.

■ LUX, la revue de l'éclairage

DARMON J., SANSELME B., DENIEL J.M., MARTINSONS C., THOME J.

Industries. Prévention au travail et éclairages LED. 2016, Vol. 285, pp. 37-45.



■ Hygiène et sécurité au travail

ARZ J.P.

Comment étudier l'effet d'un protecteur auditif sur l'audibilité des signaux avertisseurs de danger ?

Juin 2016, n° 243, NT40, pp. 64-69.

CARUEL E., AMARI M., DONATI P.

Risque vibratoire et postural au poste de conduite des engins mobiles. *Mars 2016, n° 242, DO12, pp. 25-28*

BOULDI M., PASQUIER C.

Exposition du travailleur en environnement IRM.

Hors-série, décembre 2016, pp. 152-155.

DEMARET P.

Oseray, un outil simple pour une première estimation de l'exposition aux champs électromagnétiques. *Hors-série, décembre 2016, pp. 94-97.*

DEMARET P.

Les sources de rayonnements électromagnétiques industrielles. *Hors-série, décembre 2016, pp. 32-36.*

BARLIER-SALSI A.

Mesure des rayonnements optiques artificiels incohérents au poste de travail. *Hors-série, décembre 2016, pp. 55-59.*

BARLIER-SALSI A.

Evaluer les risques liés aux rayonnements optiques émis par les projecteurs de scène. *Hors-série, décembre 2016, pp. 112-116.*

DENIEL J.M.

Rayonnements Optiques Artificiels : évaluation des risques sans mesure. *Hors-série, décembre 2016, pp. 50-54.*

JACQUES M.

Les moyens de prévention et de protection contre les ROA. *Hors-série, décembre 2016, pp. 64-68.*

MARCHAL P.

Equipements de protection contre les risques dus aux LED d'éclairage. *Hors-série, décembre 2016, pp. 69-73.*

MOUREAUX P., MATHIEU P.

Transposition de la directive 2013/35/UE en droit français : un nouveau dispositif réglementaire dès janvier 2017. *Hors-série, décembre 2016, pp. 41-47.*

■ Référence en santé au travail

GAUTIER M.A., MORELOT Q., DENIEL J.M., BARLIER-SALSI A.

Exposition à la lumière bleue. Quels sont les risques ? Quel serait l'intérêt de lunettes à filtres anti-lumière bleue ? *Septembre 2016, n° 147, pp. 121-123.*

■ 22nd International Congress on Acoustics, September 5-9, 2016, Buenos Aires, Argentina

RABISSE K., DUCOURNEAU J., FAIZ A., TROMPETTE N.

Physically-based numerical sound propagation modeling in rooms with non-flat walls. (Modélisation numérique de la propagation du son dans des locaux présentant des parois non-planes). *Proceedings, 10 p.*

■ 6th American Conference on Human Vibration (ACHV), June 8 - 10, 2016, Milwaukee, WI, USA

NOEL C.

Modeling the biodynamic response of a pre-loaded vibrated phalanx and preliminary results for a whole hand. (Modélisation de la réponse biodynamique d'une phalange vibrée précontrainte et premiers résultats pour une main entière.). *Proceedings, pp. 21-22.*

■ 22nd Congress of the European Society of Biomechanics, July 10-13, 2016, Lyon, France

NOEL C.

A spectral dissipative constitutive law of soft tissues for modeling the dynamic response of a preloaded phalanx. (Une loi de comportement de la dissipation des tissus mous pour modéliser la réponse dynamique d'une phalange précontrainte). *Proceedings, 1 p.*

■ BioEM 2016, July 5-10, 2016, Het Pand, Ghent, Belgium

BOULDI M., DEMARET P., FLEURY G.

Workers exposition near electromagnetic forming process: an experimental and simulation study. (Exposition des travailleurs près des dispositifs de formage électromagnétique : métrologie et simulation). *Proceedings, pp. 547-551.*

■ CFA 2016, 13ème Congrès Français d'Acoustique, 11-15 avril 2016, Le Mans, France

GETTLIFFE J.P., ARZ J.P., DUBOIS F.

La perception de signaux d'alarme sous protecteurs auditifs dans un contexte ferroviaire. *Actes, pp. 2662-2667.*

TERROIR J.

Dangerosité des bruits impulsionsnels en milieu professionnel : réglementation, connaissances et mesures. *Actes*, pp. 2654-2659.

RABISSE K., DUCOURNEAU J., FAIZ A., TROMPETTE N.

Méthode de simulation de propagation du son dans un milieu confiné en présence de parois à relief géométrique. *Actes*, pp. 1610-1615.

KOSTALLARI K., PARIZET E., CHEVRET P.

Indicateurs de confort acoustique dans les bureaux ouverts. *Actes*, pp. 1560-1565.

DUCOURNEAU J., FAIZ A., RABISSE K., TROMPETTE N.

Validation et limites d'un dispositif de mesure du coefficient de diffusion acoustique des parois à relief dans les bâtiments. *Actes*, pp. 2376-2381.

LE MUET Y., CHEVRET P.

Les dessous de la norme NF S 31-199 sur les bureaux ouverts. *Actes*, pp. 1346-1351.

■ *Note Scientifique et Technique*

NOEL C.

Une stratégie de modélisation multi-échelles pour la prédiction de certains effets des vibrations sur le réseau vasculaire digital. Première étape : validation d'un modèle éléments finis à l'échelle macroscopique d'une phalange précontrainte vibrée. *NS 339, 2016, 78 p.*

BARLIER-SALSI A.

Mesurer et évaluer l'exposition professionnelle aux rayonnements optiques artificiels (hors laser) Guide méthodologique. *NS 347, septembre 2016, 51 p.*



Conception des équipements, des lieux et des situations de travail

■ *Journal of Engineering Design (IF: 1,036)*

SADEGHI L., DANTAN J.Y., SIADAT A., MARSOT J. - Design for human safety in manufacturing systems: applications of design theories, methodologies, tools and techniques. (Conception sûre des systèmes de production : revue de la littérature sur l'application des théories et des méthodes de conception, de leurs

outils et techniques). 2016, <http://dx.doi.org/10.1080/09544828.2016.1235262>.

■ *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (IF: 0,494)*

LUX A., MAWO DE BIKOND J., ETIENNE A., QUILLEROU E.

FMEA and consideration of real work situations for safer design of production systems. (AMDEC et prise en compte des situations réelles de travail pour une conception plus sûre des systèmes de production). 2016, <http://dx.doi.org/10.1080/10803548.2016.1180856>.

■ *Hygiène et Sécurité du Travail*

DAILLE-LEFEVRE B., ROIGNOT R.

Acquérir une machine : de l'importance du cahier des charges. Décembre 2016, n° 245, dossier "De la conception au recyclage d'une machine, la sécurité avant tout" - Article 2, pp. 27-29.

CANETTO P., MARSOT J.

Conception des espaces de travail : la prévention en amont. *Mars 2016, n° 242, NT35, pp. 42-45.*

■ *AHFE 2016, 5th International Conference on Applied Digital Human Modeling and Simulation, June, 27-31, 2016, Orlando (Florida) USA, pp. 169-179.*

SAVIN J., GILLES M., GAUDEZ C., PADOIS V., BIDAUD P.

Movement variability and digital human models: development of a demonstrator taking the effects of muscular fatigue into account. (Développement d'un démonstrateur prenant en compte les effets de la fatigue musculaire sur la variabilité du mouvement). *Proceedings*, pp. 169-179.

■ *XXVIth CIRP Design Conference, June, 15-17, 2016, Stockholm, Sweden*

DEGALVEZ N., MARSOT J., MARTIN P., SIADAT A., ETIENNE A.

Proposition of an approach applicable during the design process of working equipment to identify potential hazards for workers. (Proposition d'une approche applicable durant le processus de conception d'un équipement de travail pour identifier les phénomènes dangereux potentiels pour les opérateurs). *Procedia CIRP 50, 2016, pp. 258-263.*

- CIRP CMS 2015 - 48th CIRP Conference on MANUFACTURING SYSTEMS – June, 24-26, 2015, Naples, Italy

DEGALVEZ N., MARSOT J., MARTIN P., SIADAT A., ETIENNE A., GODOT X.

Design for safety: proposition of a model to detect hazards through energy flows analysis. (Conception sûre : proposition d'un modèle de détection des phénomènes dangereux par l'analyse des flux d'énergie). *Proceedings, 2016, pp. 1107-1112.*

- JCM 2016 - 7th Joint Conference of ADM - INGEGRAF - AIP PRIMECA – September, 14-16, 2016, Catania, Italy

FENO M.R., MARTIN P., DAILLE-LEFEVRE B., ETIENNE A., MARSOT J., SIADAT A.

Safety of manufacturing equipment: methodology based on a work situation model and need functional analysis. (Sécurité des équipements de production : méthodologie basée sur un modèle de situation de travail et l'analyse fonctionnelle du besoin). In *Proceedings, Lecture Notes in Mechanical Engineering, Springer, 2016, pp. 1151-1158.*

- 11ème Conférence Francophone d'Optimisation et Simulation- MOSIM'16 – 22-24 Août 2016, Montréal, Québec, Canada

DAILLE-LEFEVRE B., MARSOT J., DEMARZIANI A., ETIENNE A.

Le concept de tâches en conception sûre d'équipements de travail. *Actes, clé USB, 8 p.*



Déchets et recyclage

- Hygiène et Sécurité du Travail

POIROT P., CLERC F.

Exposition chimique des salariés dans les activités de dépollution des sols contaminés par hydrocarbures. *Décembre 2016, n°245, pp. 72-77.*



Multi-expositions : produits chimiques et bruits

- Neurotoxicology (IF: 3,379)

WATHIER L., VENET T., THOMAS A., COUR C., NUNGE H., BONFANTI E., COSNIER F., PARIETTI-WINKLER C., CAMPO P., TSAN P., BOUGUET-BONNET S., GANSMULLER A.

Membrane fluidity does not explain how solvents act on the middle-ear reflex. (La fluidité membranaire n'explique pas les effets des solvants sur le réflexe de l'oreille moyenne). *2016, Volume 57, pp. 13-21.*

- American Journal of Industrial Medicine (IF: 1,632)

MATER G., PARIS C., LAVOUE J.

Descriptive analysis and comparison of two French occupational exposure databases: COLCHIC and SCOLA. (Analyse descriptive et comparative des deux bases de données françaises d'exposition professionnelle : COLCHIC et SCOLA). *2016, Vol. 59, pp. 379-391.*

- ARET 2015, 4-5 Juin 2015, Paris, France

WATHIER L., VENET T., PARIETTI-WINKER C., CAMPO P.

Aromatic solvents disturb the stapedial reflex involved in hearing. (Les solvants aromatiques perturbent le réflexe stapédien impliqué dans l'audition). In *ARET ACTUALITES - supplément de la Lettre N°90 - Mars 2016.*

CAMPO P.

Interactions entre traumatismes sonores et nuisances des produits chimiques sur l'audition. In *ARET ACTUALITES - supplément de la Lettre N°90 - Mars 2016.*

- Thèse de doctorat en Sciences de la Vie et de la Santé, 17 Décembre 2016, Université de Lorraine, Nancy

WATHIER L.

Modifications de l'amplitude du réflexe de l'oreille moyenne après inhalation de solvant. conséquences physiologiques pour les expositions au bruit. *Mémoire de Thèse, 101 p.*



Nanomatériaux manufacturés

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

GRACZYK H., LEWINSKI N., ZHAO J., SAUVAIN J., SUAREZ G., WILD P., DANUSER B., RIEDIKER M.
Increase in Oxidative Stress Levels Following Welding Fume Inhalation: A Controlled Human Exposure Study. (Augmentation des niveaux de stress oxydatif après inhalation de fumées de soudage: une étude d'exposition humaine contrôlée). 2016, 13:31, DOI 10.1186/s12989-016-0143-7.

■ *Toxicology Letters (IF: 3,522)*

GATÉ L., DISDIER C., COSNIER F., GAGNAIRE F., DEVOY J., SABA W., BRUN E., CHALANSONNET M., MABONDZO A.
Biopersistence and Translocation to Extrapulmonary Organs of Titanium Dioxide Nanoparticles after Subacute Inhalation Exposure to Aerosol in Adult and Elderly Rats. (Bio-persistence et translocation vers les organes extra-pulmonaires des nanoparticules de dioxyde de titane après exposition subaiguë par voie inhalatoire à un aérosol chez les rats adultes et âgés). 2016, Vol. 265, pp. 61–69.

■ *Atmospheric Environment (IF: 3,281)*

ILLUMINATI S., BAU S., ANNIBALDI A., MANTINI C., LIBANI G., TRUZZI C., SCARPONI G.
Evolution of size-segregated aerosol mass concentration during the Antarctic summer (Northern Foothills, Victoria Land). (Evolution de la distribution en masse de l'aérosol en Antarctique lors de l'été). 2016, Vol. 125, pp. 212-221.

■ *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis (IF: 2,415)*

DARNE C., COULAIS C., TERZETTI F., FONTANA C., BINET S., GATE L., GUICHARD Y.
In vitro comet and micronucleus assays do not predict morphological transforming effects of silica samples in Syrian Hamster Embryo cells. (Les tests des comètes et du micronoyau in vitro ne prédisent pas les effets de transformation cellulaire d'échantillons de silices dans les cellules embryonnaires de hamster syrien). 2016, Vol. 796, pp. 23–33.

■ *Journal of Aerosol Science (IF: 2,278)*

GUICHARD R., BELUT E. - Simulation of airborne nanoparticles transport, deposition and aggregation: experimental validation of a CFD-QMOM approach. (Simulation du transport, du dépôt et de l'agrégation de nanoparticules dans l'air : Validation expérimentale de l'approche CFD-QMOM). 2016, Vol. 104, pp. 16–31.

■ *Aerosol and Air Quality Research (IF: 2,094)*

COSNIER F., BAU S., GROSSMANN S., NUNGE H., BROCHARD C., VITON S., PAYET R., WITSCHGER O., GATÉ L. - Design and characterization of an inhalation system to expose rodents to nanoaerosols. (Conception et caractérisation d'un système d'inhalation pour l'exposition de rongeurs aux nanoaérosols). 2016, Vol. 16, pp. 2989-300.

WITSCHGER O., LEVIN M., BAU S., JANKOWSKA E., KOPONEN I., KOIVISTO A., CLAUSEN P., JENSEN A., MOLHAVE K., ASBACH C., JENSEN K. - Can we trust real time measurements of lung deposited surface area concentrations in dust from powder nanomaterials? (Quelle confiance accordée aux mesures en temps réel des concentrations en surface déposées pour des aérosols issus de nanomatériaux en poudre?). May 2016, Vol. 16, n° 5, pp. 1105-1117.

■ *Journal of Analytical Chemistry (IF: 0,812)*

DEVOY J., BRUN É., COSNEFROY A., DISDIER C., MELCZER M., ANTOINE G., CHALANSONNET M., MABONDZO A. - Optimization of mineralization methods of TiO₂ nanoparticles: Determination of titanium levels in rat organ tissues. (Optimisation des méthodes de minéralisation de nanoparticules de TiO₂: Détermination des niveaux de titane dans les tissus d'organes de rat). 2016, Vol. 71, n° 4, pp. 418-425.

■ *Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft (IF: 0,328)*

BAU S., WITSCHGER O., GALLAND B., MARTIN P. - Real-time metrology of hazardous substances at workplaces: advantages and limitations. (Métrologie en temps réel de substances chimiques au poste de travail: intérêts et limites.). 2016, Vol. 76, n°11-12, pp. 442-445.

■ Spectra Analyse

BAU S., TOUSSAINT A., PAYET R., WITSCHGER O.
Développement d'une méthodologie pour la vérification des compteurs de particules dans l'air. *Décembre 2016, n° 313, pp. 34-41.*

■ Hygiène et sécurité du travail

CHAZELET S., FONTAINE J.R., BINET S., GATE L., HEDELIN G., MALARD S., RICAUD M., ROUSSET D., WITSCHGER O.
Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité d'une valeur limite d'exposition professionnelle. *Mars 2016, n°242, NT36, pp. 46-51.*

LALLAIN C., CAROLY S., DRAIS E.
Une intervention ergonomique dans une entreprise utilisant des nanomatériaux. *Mars 2016, n° 242, EC14, pp. 58-62.*

■ Indoor and Outdoor Nanoparticles, Determinants of Release and Exposure Scenarios, Hdb Env Chem, M. Viana Editions, 2016

MACCALMAN L., SANCHEZ-JIMÉNEZ A., BELUT E., GUICHARD R., VAN TONGEREN M., TRAN L., CHERRIE J.
Quantitative Modelling of occupational exposure to airborne nanoparticles. (Modélisation quantitative de l'exposition professionnelle aux nanoparticules aéroportées). *Vol. 48, pp. 181-207.*

■ ICMF 2016, 9th International Conference on Multiphase Flow, May, 22-27, 2016, Firenze, Italy

BELUT E., CHRISTOPHE T.
A new experimental dataset to validate CFD models of airborne nanoparticles agglomeration. (Un nouveau jeu de données expérimentales permettant la validation de modèles CFD de transport et de coagulation des aérosols de nanoparticules). *Actes, 6 p.*

■ Note Scientifique et Technique de l'INRS

BAU S., WITSCHGER O.
Dispositif de contrôle des Compteurs (DCC) : développement, qualification et mise en place d'une procédure opérationnelle. *NS 343, Juin 2016, 56 p.*

CAROLY S., DRAIS E.

Concevoir la prévention des risques liés aux nanomatériaux à partir de l'activité des travailleurs et la discussion sur le travail : cas des laboratoires publics de recherche et du secteur industriel. *NS 348, novembre 2016, 89 p.*



Organisation, santé, et sécurité au travail

■ Traitement Automatique des Langues

LEFEUVRE-HALFTERMEYER A., GOVAERE V., ANTOINE J.Y., ALLEGRE W., POUPLIN S., SLIMANI S., SPAGNULO A.
Typologie de facteurs de risques pour une analyse éthique de l'impact des technologies numériques : application au TALN. *Décembre 2016, vol. 57 n°2, p. 47-71.*

■ Terrain & Travaux

ROSSIGNOL K., DRAIS E., FAVARO M.
Evaluer l'organisation de la santé-sécurité au travail. Trajectoire d'un outil de mesure au sein du système français de prévention. *2016, n° 28, p.153-173.*

■ Santé & Travail

WIOLAND L.
Les enjeux de santé et sécurité liés aux évolutions du métier de chauffeur routier. *Avril 2016, n° 94, pp 32-33.*

■ Hygiène et Sécurité au Travail

GOVAERE V., WIOLAND L.
Déficits d'attention en conduite : le cas du transport routier de marchandises. *Septembre 2016, n° 244, pp. 42-46.*

LECLERCQ S., QUILLEROU E., SAVESCU A.
Aller de l'avant avec l'Ergonomie. *Juin 2016, n°243, pp. 76-81.*

■ 22nd International Conference on Urban transport and the Environment, 21-23 June 2016, Hersonissos, Grèce

WIOLAND L., GOVAERE V.
Prevention of accidents and occupational diseases in the logistics of goods distribution in city centres: the case of electric trucks. (Prévention des accidents et des maladies professionnelles dans la logistique

de distribution des marchandises en centres villes : le cas des poids lourds électriques). *Proceedings, In: WIT Transactions on The Built Environment, volume 164, 2016, WIT Press, Urban Transport XXII, pp. 105-117.*

- 3ème Congrès de la Société Internationale d'Ergologie, 29-31 août 2016, Aix-en-Provence, France

BOUDRA L., DELECROIX B., BÉGUIN P.

Mobiliser une approche développementale dans l'intervention ergonomique : réflexions sur la démarche d'action et la posture de l'intervenant. *Actes, 8 p.*

- Thèse de doctorat, 1er juillet 2016, Université de Toulouse, Toulouse

KHADEMI K.

Les processus cognitifs dans les activités d'ordonnancement en environnement incertain. *Mémoire de thèse, 177 p.*

- Projet partenarial "Innover ensemble pour une performance globale"

DELECROIX B., DRAIS E., MORVAN E.

Regards pluridisciplinaires sur les liens entre santé, qualité de vie au travail et performance globale. *Juin 2016, 137 p.*



Prévention des cancers professionnels

- Environmental Health Perspectives, (IF: 7,977)

PARIS C., THAON I., HERIN F., LACOURT A., LUC A., COUREAU G., GISLARD A., GALAN P., HERCBERG S., WILD P., PAIRON J.C., ANDUJAR P. - Occupational Asbestos Exposure and Incidence of Colon and Rectal Cancers in French Men: The Asbestos-Related Diseases Cohort (ARDCo-Nut). (Exposition à l'amiante et risque de cancer colorectal: une étude d'incidence dans la cohorte (ARDCoNut)). DOI: 10.1289/EHP153, <http://dx.doi.org/10.1289/EHP153>.

- Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, (IF: 3,454)

WILD P., SCHILL W., BOURGKARD E., DRESHER K., GONZALEZ M., PARIS C.

The 2-phase case-control design: an efficient way to use expert-time. (Le protocole d'étude cas-témoins en deux phases: une façon efficace pour l'utilisation du temps d'expertise). 2016, vol. 2, n°2, pp. 162-169.

- Environmental Health Insights, (IF: 1,452)

DANISMAN BRUSCHWEILER E., WILD P., KHANH HUYNH C., SAVOVA-BIANCHI D., DANUSER B., HOPF N. DNA Damage among Wood Workers Assessed with the Comet Assay. (Dommages à l'ADN parmi les travailleurs exposés à la poussière de bois évalués par le test des comètes). 2016, Vol. 10, pp. 105-112.

- Journal of the International Society for Respiratory Protection

CHAZELET S., SILVENTE E., EYPERT-BLAISON C., BELUT E.

Asbestos fibre sampling through a facepiece visor to measure workplace protection factor. (Prélèvement de fibres d'amiante à l'intérieur de masques respiratoires pour la mesure de facteur de protection). 2016, vol.33, 2, pp. 21-35.

- Journal of Environmental Protection

SUTTER B., PELLETIER E., RAVERA C., LANGLOIS E.

Performances of a bitumen fume and condensate generation system for sampling method development. (Performances d'un système de génération de fumée de bitume et de condensat pour le développement de méthodes de prélèvement). 2016, Vol. 7, pp. 973-984, <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2016.77086>.

- Hygiène et sécurité du travail

CHAZELET S., SILVENTE E., ROMERO-HARIOT A.

Expositions à l'amiante selon le poste occupé : zoom sur les préleveurs. *Septembre 2016, n° 244, EC16, pp. 64-68.*

- Note Scientifique et Technique de l'INRS

CHAZELET S., SILVENTE E.

Synthèse de la campagne INRS pour la détermination des facteurs de protection assignés des appareils de protection respiratoire utilisés en chantier de désamiantage. 2016, NS 341, 22 p.



Reproduction et travail

■ *Journal of Applied Toxicology (IF: 2,982)*

SAILLENFAIT A.M., NDIAYE D., SABATE J.P., DENIS F., ANTOINE G., ROBERT A., ROUILLER-FABRE V., MOISON D.

Evaluation of the effects of deltamethrin on the fetal rat testis. (Evaluation des effets de la deltaméthrine sur le testicule foetal de rat). 2016, DOI 10.1002/jat.3310.

■ *Toxicology in vitro (IF: 2,903)*

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

The estrogenic and androgenic potential of pyrethroids in vitro. Review. (Potentiel estrogénique et androgénique des pyréthriinoïdes. Synthèse). 2016, Vol. 34, 2016, pp. 321-332.

■ *Regulatory Toxicology and Pharmacology (IF: 2,227)*

SAILLENFAIT A.M., MARQUET F., SABATE J.P., NDIAYE D., LAMBERT XOLIN A.M.

Repeated dose oral toxicity of N-ethyl-2-pyrrolidone in Sprague Dawley rats. (Toxicité de la N-ethyl-2-pyrrolidone après des administrations orales répétées à des rats Sprague-Dawley). 2016, Vol. 81, pp. 275-283.

■ *International Archives of Occupational and Environmental Health (IF: 2,196)*

NDAW S., REMY A., JARGOT D., ROBERT A.

Occupational exposure of cashiers to Bisphenol A via thermal paper. Urinary biomonitoring study. (Exposition professionnelle des agents de caisse au Bisphénol A lors de la manipulation de papier thermique. Biométrieologie urinaire). 2016, Vol. 89, pp. 935-946.

■ *Occupational medicine (IF: 1,025)*

HENROTIN J.B., VAISSIERE M., ETAIX M., DZIURLA M., RADAUCEANU A., MALARD S., LAFON D.

Deprivation, occupational hazards and perinatal outcomes in pregnant workers. (Précarité, risques professionnels et issus de grossesse défavorables chez les femmes enceintes au travail). November 7, 2016, doi:10.1093/occmed/kqw148.

■ *Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement*

NDAW S., ROBERT A., REMY A., JARGOT D., MARSAN P.

Bisphénols A et S dans le papier thermique – Exposition professionnelle ? Juin 2016, Vol. 77, n°3, pp. 474-475.

■ *Santé publique*

HENROTIN J.B., VAISSIERE M., ETAIX M., DZIURLA M., MALARD S., LAFON D.

Codage d'emplois (PCS 2003) : retour d'expérience d'une étude menée en service de santé au travail. 2016, Vol 28, n° 4, pp. 471-480.

■ *Hygiène et sécurité du travail*

HENROTIN J.B.

Perturbateurs endocriniens en milieu de travail : priorité à la surveillance et aux développements des connaissances. 2016, n° 245, pp. 66-71.

■ *Références en santé au travail*

NDAW S., ROBERT A., REMY A., JARGOT D., BERTRAND N., LAFON D., MALARD S., AUBRY C.

Expositions professionnelles au bisphénol A lors de la manipulation de papier thermique. Juin 2016, n° 146, TF238, pp. 51-64.



Risques biologiques

■ *Aerosol Science and Technology (IF: 2,413)*

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

Particle-collection efficiency of the CIP 10-M personal sampler's rotating cup containing aqueous or viscous collection fluid. (Efficacité de collecte du dispositif de prélèvement d'aérosols CIP 10-M : influence de la présence de liquides aqueux ou visqueux dans la coupelle rotative.). 2016, Vol. 50, n°5, pp. 507-520.

■ *Archives des Maladies Professionnelles*

NDAW S., ROBERT A., ANTOINE G.

Mycotoxines : stratégie pour un repérage des expositions professionnelles. Juin 2016, Vol. 77, n° 3, pp. 478.



Risques chimiques

■ *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis (IF: 3,652)*

BENSABATH T., MONNIER H., GLAUDE P.A.

Detailed kinetic modeling of the formation of toxic polycyclicaromatic hydrocarbons (PAHs) coming from pyrolysis in low-pressure gas carburizing conditions. (Modélisation cinétique détaillée de la formation d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) toxiques provenant de la pyrolyse dans des conditions de cémentation gazeuse à basse pression). 2016, Vol. 122, pp. 342–354.

■ *Toxicology Letters (IF: 3,522)*

DEVOY J., GÉHIN A., MULLER S., MELCZER M., REMY A., ANTOINE G., SPONNE I.

Evaluation of Chromium in Red Blood Cells as an Indicator of Exposure to Hexavalent Chromium: an In Vitro Study.. (Évaluation du chrome dans les globules rouges comme un indicateur d'exposition au chrome hexavalent : une étude in vitro.). 2016, Vol. 255, pp. 63–70.

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

Effects of occupational exposure to poorly soluble forms of beryllium on biomarkers of pulmonary response in exhaled breath of workers in machining industries. (Effets de l'exposition professionnelle aux formes peu solubles de béryllium sur les biomarqueurs de la réponse pulmonaire dans l'air exhalé chez les travailleurs des industries de l'usinage). 2016, Vol. 263, pp. 26–33.

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

DORRIBO V., WILD P., PRALONG J., DANUSER B., REBOUX G., KRIEF P.

Respiratory health effects of fifteen years of improved collective protection in a wheat-processing worker population. (Effets sur la santé respiratoire de quinze ans de protection collective améliorée dans une population exposée aux poussières de blé). 2016, Vol. 22, n°4, pp. 647–654.

■ *Annals of Occupational Hygiene (IF: 2,101)*

BONTHOUX F.

Factors Affecting the Capture Efficiency of a Fume Extraction Torch for Gas Metal Arc Welding. (Etudes des facteurs influents sur l'efficacité de captage des torches MIG/MAG aspirantes). 2016, doi:10.1093/annhyg/mew016, pp. 1–10.

■ *Journal of Occupational and Environmental Hygiene (IF: 1,166)*

ROUSSET D., DURAND T.

Beryllium solubility in occupational airborne particles: sequential extraction procedure and workplace application. (Solubilité du béryllium particulaire dans l'air des lieux de travail: procédure d'extraction séquentielle et application dans des environnements de travail). January 2016, Volume 13, Issue 1, pp. 71–83.

VUONG F., CHAUVEAU R., GREVILLOT G., MARSTEAU S., SILVENTE E., VALLIERES C.

Predicting the lifetime of organic vapor cartridges exposed to volatile organic compound mixtures using a partial differential equations model. (Prédiction du temps de vie des cartouches de masque à gaz soumises à des mélanges de vapeur organique à l'aide d'un modèle aux équations aux dérivées partielles). 2016, vol. 13, n° 9, 675–689.

CHATA F., BELUT E., KELLER F.X., TANIÈRE A.

Particulate pollutant source evaluation using an inverse method under steady-state conditions. (Évaluation des sources de polluants particulaires en utilisant une méthode inverse sous des conditions stationnaires). 2016, vol. 13, n° 3, 223–233.

■ *Mechanics & Industry*

DEVIIENNE R., FONTAINE J.R.

Thermal plumes above hot sources: characterization and capture efficiency. (Panaches thermiques au-dessus de sources chaudes : caractérisation et efficacité de captage). 2016, Vol. 17, Issue 609, 12 p.

■ *Archives des Maladies Professionnelles*

JACOBY N., ANTOINE G., MELCZER M., REMY A., ROBERT A.

Projection thermique : évaluation biologique et

atmosphérique des expositions au chrome et au nickel. *Juin 2016, Vol. 77, n°3, pp 481.*

HANSER O., NDAW S., BARKIN N., VIDAL M., GUILLEUX A., PASSERON J., PILIERE F., MELCZER M., DENIS F., ROBERT A.

Suivi biométriologique des équipes médicales exposées aux médicaments cytotoxiques durant les chimiothérapies hyperthermiques intrapéritonéales (CHIP et PIPAC). *Juin 2016, Vol. 77, n°3, pp 479.*

■ Salles Propres

BEMER D., MORELE Y., GRIPPARI F., APPERT-COLLIN J., THOMAS D.

Filtration des particules ultrafines métalliques générées par des procédés industriels. *Juin-juillet 2016, 105, 105, Vol.105, pp. 44-49.*

■ Soudage & Techniques Connexes

BONTHOUX F.

Etude des facteurs influents sur l'émission de fumées et l'efficacité de captage des torches MIG/MAG aspirantes. *Mai - juin 2016, pp. 41-47.*

■ Techniques hospitalières

BOGEY A., DEMANGE V., HONNERT B.

Risques chimiques associés au nettoyage et à la désinfection pour les personnels en milieu de soins. *Mai-juin 2016, Vol. 757, pp. 29-33.*

■ Conseil et Orientation pour le Travail, AIPTLF, l'Harmattan, Paris, janvier 2016.

JUDON N., HELLA F., GARRIGOU A.

Créer des espaces intermédiaires pour construire la prévention. Cas des travaux de revêtements routiers. *In: DI FABIO A., LEMOINE C., MAJER V., SALENGROS P., pp.125-136.*

■ Hygiène et sécurité du travail

BURZONI S.

1,3-butadiène : bilan des mesures de prévention mises en œuvre en 2013. *Juin 2016, n°243, NT 38, pp. 50-57.*

BEMER D., MONNIER H., LECLER M.T.

Contrôle de la concentration en particules à l'émission des engins à moteur diesel équipés d'un filtre à particules. *Septembre 2016, n° 244, NT41, pp. 50-55.*

GERARDIN F.

Trichloramine : de l'émergence d'un risque aux solutions de prévention. *Décembre 2016, n°245, NT44, pp. 58-65.*

BONTHOUX F.

Expositions professionnelles aux fumées de soudage à l'arc. *Mars 2016, n°242, CC12, pp. 66-70.*

■ WFC 12 – 12th World Filtration Congress, 2016, May, 11-15, 2016, Taipei, Taiwan

WINGERT L., BEMER D., CHARVET A., BARDIN-MONNIER N., THOMAS D.

Modeling granular beds clogging by nanoparticles. (Modélisation du colmatage de lits granulaires par des nanoparticules). *Proceedings, 6 p.*

WINGERT L., BEMER D., PACAULT S., CHARVET A., BARDIN-MONNIER N., THOMAS D.

Improvement of granular bed filtration performances. (Amélioration de la filtration par lit granulaire). *Proceedings, 7 p.*

■ ICMF 2016, 9th International Conference on Multiphase Flow, May, 22-27, 2016, Firenze, Italy

AUDARD F., FEDE P., BELUT E., FONTAINE J.R., NEAU H., SIMONIN O.

Eulerian simulation of 3D freely-falling granular jet. (Simulation Eulérienne tridimensionnelle d'un jet granulaire en chute libre). *Proceedings, 6 p.*

CHERRIER G., BELUT E., TANIÈRE A., RIMBERT N., GERARDIN F.

Aerosol scavenging by drops: deriving a collection kernel from microphysical modelling. (Capture d'aérosol par des gouttes : mise en place d'un noyau de collecte à partir de la modélisation des phénomènes microphysiques). *Proceedings, 5 p.*

FEDE P., AUDARD F., BELUT E., FONTAINE J.R., SIMONIN O.

Analytical and practical analysis of frictional-kinetic model for dense and dilute gas-solid flows. (Etude analytique et pratique de modèles cinétique-frictionnels pour les écoulements gaz/solides concentrés). *Proceedings, 6p.*



Risques mécaniques et nouvelles technologies pour la prévention des accidents

■ *International Journal of Industrial Ergonomics* (IF: 1,208)

PERRIN N., LUX A., WILD P., MARSOT J.

Preventing plant-pedestrian collisions: Camera & screen systems and visibility from the driving position. (Prévention des collisions engins-piétons : systèmes caméra-écran et visibilité au poste de conduite). 2016, Vol. 53, pp. 284-290.

■ *KANBrief*

REBELLE J.

L'INRS et le BGHW ont évalué l'efficacité de plusieurs Systèmes à Gain de Stabilité (SGS) implantés sur certains chariots élévateurs du marché.. *KANBrief* 2/16, 2016, pp. 15-17. (P2016-041)

■ *Hygiène et sécurité du travail*

LAMY P., BLAISE J.C., SGHAIER A., HARDY S.

Les risques professionnels liés aux systèmes industriels automatisés. *Jun 2016, n° 243, compte rendu SIAS 2015, Königswinter (Allemagne), 18 au 20 novembre 2015, pp. 76-79.*

TIHAY D.

Méthode de choix d'un dispositif de protection sensible pour sécuriser une machine. *Mars 2016, n°242, note technique 37, pp. 52-57.*

COMELLI N., BLAISE J.C.

Comment intervenir en sécurité sur une machine ? Décembre 2016, n° 245, dossier "De la conception au recyclage d'une machine, la sécurité avant tout" - *Article 3, pp. 30-32.*

REBELLE J.

Un système de retenue pour cariste basé sur le principe des airbags. *Septembre 2016, n° 244, note technique 45, pp. 56-62.*

■ *Note scientifique et technique de l'INRS*

BAUDOIN J., BELLO J.P.

Servomotor press design - Safety recommendations. (Conception de presses à servomoteur - Préconisations de sécurité). *NS 340, janvier 2016, 74 p.*

POIROT R., REBELLE J., DOFFIN F.

Conception innovante de béquilles latérales pour chariots élévateurs. Utilisation lors de renversements partiels en suivant le code d'essai normalisé EN 16203. *NS 342, juin 2016, 50 p.*

■ *(Lambda Mu) - 20ème congrès de maîtrise des risques et de sûreté de fonctionnement - Maîtriser les risques dans un monde en mouvement, 11-13 Octobre 2016, Saint-Malo, France*

LAMY P., TISSOT C.

Analyse de récits d'accidents du travail pour identifier des dérives d'usage et apport de traitement automatique de langues (TAL). *Actes, 10 p.*



Risques psychosociaux

■ *International Journal of Occupational and Environmental Health* (IF: 1,365)

KOP J.L., ALTHAUS V., FORMET-ROBERT N., GROSJEAN V.

Systematic comparative content analysis of 17 work environment questionnaires using a new taxonomy. (Analyse systématique du contenu de 17 questionnaires de facteurs psychosociaux au travail sur base d'une taxonomie nouvelle). 2016, *April 2016, Vol. 22, issue 2, pp. 128-141.*

■ *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. (Evolution 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.*

■ Le Travail Humain (IF : 0,129)

VAN DE WEERDT C.

Analysis of activity and emotions: a case study based investigation of an evolving method. (L'analyse de l'activité et des émotions : regard sur une méthode en évolution à partir d'une étude de cas). 2016, Vol. 79, n° 1, p. 31-52.

■ Le Concours médical

FAVARO M.

Violences au travail : proposition d'un modèle-cadre pour comprendre et intervenir. 2016, tome 138, n°1, pp. 64-66.

■ Psychologie du Travail et des Organisations : 110 notions clés. Dunod, avril 2016

CAHOUR B., VAN DE WEERDT C.

Emotions au travail : définition, processus et approches méthodologiques, pp. 164-168.

GROSJEAN V.

Bien-être au travail, pp 61-63.

ALTHAUS V., KOP J.L., GROSJEAN V.

Qualité de vie au travail, pp. 344-346.

MARC J., LADREY S. - Isolement au travail et solitude professionnelle, pp. 260-263.

■ Hygiène et sécurité du travail

GROSJEAN V., LEICHLER J., THEVENY L.

Les nouvelles formes d'organisation du travail: opportunités ou illusions ? Décembre 2016, n° 245, DC15, p.6-9.

VAN DE WEERDT C.

Les émotions au travail des intervenants à domicile. Juin 2016, n° 243, DO13, pp 42-46.

GROSJEAN V., GUYOT S.

Bien-être et Qualité de Vie au Travail, risques psychosociaux : de quoi parle-t-on ? Mars 2016 n° 242, DC12, pp 6-9.

GROSJEAN V., GOVAERE V.

TIC et objets connectés : quels enjeux de santé au travail. Septembre 2016, n° 244, pp. 108-112.

■ Note Scientifique et Technique de l'INRS

GROSJEAN V., KOP J.L., FORMET-ROBERT N., ALTHAUS V.

Approche "bien-être au travail" pour la prévention des RPS. SATIN version 3.0 : Questionnaire d'évaluation des conditions de travail et de la santé. Manuel d'utilisation. NS 344, mai 2016, 44 p.

KOP J.L., FORMET-ROBERT N., ALTHAUS V., GROSJEAN V.

Validation psychométrique croisée de la version 3 de SATIN dans deux échantillons. NS 346, septembre 2016, 55 p.

■ L'activité en débat : dialogues épistémologiques et méthodologiques sur les approches de l'activité, 2016, 14-16 janvier, 2015, Lille, France

VAN DE WEERDT C.

Adapter les auto-confrontations collectives dans une intervention en entreprise. Actes, 11 p.

■ 51ème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF), 21-23 Septembre 2016, Marseille, France

VAN DE WEERDT C., BARATTA R.

Emotions au travail et ergonomie : regard sur une discipline en évolution à partir d'une étude de cas. Actes, pp. 638-646

■ 51ème Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF), 21-23 Septembre 2016, Marseille, France

CHOUANIERE D.

Evaluation des interventions complexes en santé au travail.

VAN DE WEERDT C., BARATTA R.

Emotions au travail et ergonomie : regard sur une discipline en évolution à partir d'une étude de cas.

■ XXIIe Journées Internationales de Psychologie Différentielle, 22-24 Juin 2016, Chambéry, France

KOP J.L., FORMET-ROBERT N., ALTHAUS V., GROSJEAN V.

Validation d'un questionnaire d'évaluation de la santé et du bien-être au travail : quelles sont les sources pertinentes de variation des réponses ?

- Journée d'Etude "Emotions en actions : dimensions sociales et au travail", le 25 Mars 2016, Amiens, France

VAN DE WEERDT C.

Les émotions comme déterminants de l'activité de travail.

- Bureaux Expo, 5-7 Avril 2016, Paris, France

GROSJEAN V.

Table Ronde consacrée au "bonheur au travail".

- Journée d'étude "Gérer les risques au travail : place et rôle du droit", le 18 Avril 2016, Paris, France

LAPOIRE-CHASSET M.

Le droit comme ressource de l'action collective sur les risques psychosociaux.

- Rencontre de Villermé consacrée au bien-être au travail, 25-26 Mai 2016, Montpellier, France

GROSJEAN V.

Bien-être et performance.

- 2ème journée d'étude de l'Association Reliance et Travail "la prévention des RPS : un travail d'équipe !", le 30 Septembre 2016, Marseille, France

FAVARO M., MARC J.

Modéliser les pratiques de prévention des risques au travail : une opportunité de lecture et d'action pluridisciplinaire.

- Préventica Rennes Grand Ouest, 4-6 Octobre 2016, Rennes, France

GROSJEAN V.

Réflexions relatives au vécu subjectif au travail, au bien-être et aux risques disruptifs dans le secteur tertiaire.

- Club RPS. Comment mieux être au travail ? Les entreprises s'engagent., le 18 Octobre 2016, Montpellier, France

GROSJEAN V.

Bien-être au travail, QVT, RPS... de quoi parle-t-on ?

- Journée d'études "Le travail comme objet interdisciplinaire", le 20 Octobre 2016, Paris, France

FAVARO M., MARC J.

Modéliser les pratiques de prévention des risques au travail : une opportunité de lecture et d'action pluridisciplinaire.

- Expoprotection, 7-9 Novembre 2016, Paris, France

GROSJEAN V., LANGEVIN V.

Stress Burnout, Harcèlement. Informer pour prévenir. Suivi de Bien-être au travail, Qualité de Vie au Travail, RPS : Quelles spécificités, quelles complémentarités ?



Risques routiers professionnels

- Hygiène et sécurité du travail

AMATO J.N., HACHE P

L'influence des médicaments psychotropes sur la conduite automobile. *Septembre 2016, n° 244, pp. 28-33.*



Troubles musculo-squelettiques des membres et du rachis

- Arthritis Care & Research (IF: 2,23)

DESCATHA A., ALBO F., LECLERC A., CARTON M., GODEAU D., ROQUELAURE Y., AUBLET-CUVELIER A.

Lateral epicondylitis and physical exposure at work? A review of prospective studies and meta-analysis. (Epicondylite latérale et exposition physique professionnelle. Revue d'études prospectives et méta-analyse). *2016, 1002/acr.22874, 48 p.*

- Ergonomics (1,85)

GAUDEZ C., CAIL F.

Effects of mouse slant and desktop position on muscular and postural stresses, subject satisfaction and performance. (Effets de l'inclinaison de 3 types de souris et de leurs positionnements sur le plan de travail sur les sollicitations biomécanique du membre supérieur, la performance et le ressenti des sujets). *Ergonomics, 2016, vol. 59, n° 11, pp.1473-1486.*

■ 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 ? Etude comparant quatre techniques de pose). 2015, Vol. 51, pp. 236-243.

■ Work (IF: 0,715)

PETIT A., MAIRIAUX P., DESARMENIEN A., MEYER J.P., ROQUELAURE Y.

French good practice guidelines for management of the risk of low back pain among workers exposed to manual material handling: Hierarchical strategy of risk assessment of work situations. (Recommandations françaises pour la gestion du risque lombalgique des salariés exposés à la manutention manuelle). *Work*, 2016, Vol. 53, n°4 pp. 845-850.

■ Arthrose et activités professionnelles, Collection médecine de réadaptation et pathologies professionnelles, Fouquet B., Descatha A., Roulet A., Herisson C., 2016

AUBLET-CUVELIER A., DESPREAUX T., KERANGUEVEN L., DESCATHA A.
Biomécanique de l'arthrose. pp. 15-23.

PALLUEL M., ROQUELAURE Y., PETIT A., AUBLET-CUVELIER A., DESPREAUX T.
Epidémiologie de l'arthrose des membres inférieurs dans le monde du travail. pp. 24-32.

PALLUEL M., DESPREAUX T., AUBLET-CUVELIER A., ROQUELAURE Y., PETIT A., DESCATHA A.
Epidémiologie de l'arthrose des membres supérieurs dans le monde du travail. pp. 33-38.

■ Note Scientifique et Technique de l'INRS

GAUDEZ C., CAIL F.
Effets sur les sollicitations musculaires et posturales, sur la performance et le ressenti des utilisateurs de différentes souris informatiques et de leur positionnement sur le bureau. NS 345, septembre 2016, 40 p.



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

■ Références en Santé au Travail

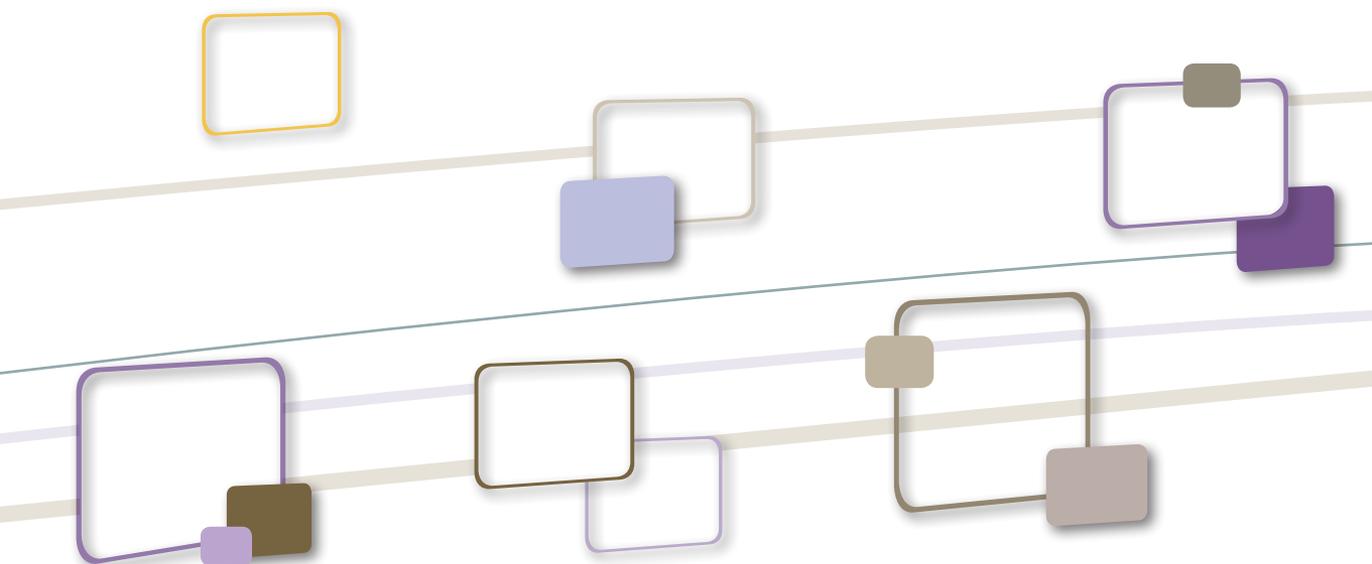
PICHENEHOUARD A., LAPOIRE-CHASSET M., MARTEL L., GAUDARD C.

Les départs précoces des pâtisseries salariés de l'artisanat : comprendre pour agir en prévention. *Septembre 2016, n° 147, pp. 51-68.*



- Directeur de publication
Stéphane Pimbert
- Rédaction en chef
Didier Baptiste et Fahima Lekhchine
- Direction rédactionnelle
et coordination générale
Patricia Bernard et Pascal Wild
- Recueil de données
"études et recherche"
Catherine Aubry, 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
Société Jouve

Édition INRS ED 4480
Juillet 2017 - ISSN 2265-0504



Notre métier, rendre le vôtre plus sûr

Siège social

65, boulevard Richard Lenoir - 75011 Paris

Tél. : 01 40 44 30 00

Centre de Lorraine

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

Tél. : 03 83 50 20 00

E-mail : info@inrs.fr

www.inrs.fr

