

## Congrès

# LES RISQUES PROFESSIONNELS LIÉS AUX SYSTÈMES INDUSTRIELS AUTOMATISÉS

Königswinter (Allemagne), 18 au 20 novembre 2015

Compte-rendu de la 8<sup>e</sup> conférence internationale sur la sécurité des systèmes industriels automatisés – SIAS 2015.

La conférence internationale SIAS 2015, organisée par l'Institut für Arbeitsschutz (IFA) en partenariat avec d'autres organismes de recherche, était consacrée à la prévention des risques professionnels associés aux systèmes industriels automatisés. Elle fut notamment l'occasion de dresser un panorama des dernières innovations proposées ou prévues dans ce domaine.

**OCCUPATIONAL RISKS RELATED TO INDUSTRIAL AUTOMATED SYSTEMS - The International Conference on the Safety of Industrial Automated Systems, SIAS 2015, organised by the Institut für Arbeitsschutz (IFA) in partnership with other research bodies, was devoted to preventing occupational risks associated with industrial automated systems. In particular, it was an opportunity to establish a panorama of the latest innovations proposed or planned in this field.**

PASCAL LAMY, JEAN-CHRISTOPHE BLAISE, ADEL SGHAIER  
INRS, département Ingénierie des équipements de travail

SANDRINE HARDY  
INRS, département Expertise et conseil technique

Cette conférence, organisée par l'IFA (Institut für Arbeitsschutz, homologue allemand de l'INRS) en collaboration avec le CIOP-PIB (Centralny Instytut Ochrony Pracy-Panstwowy Instytut Badawczy, Pologne), le HSE (Health and Safety Executive, Grande-Bretagne), l'INRS, l'IRSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, Québec), le JNIOH (National Institute for Occupational Safety and Health, Japon), l'Université de Montréal et le VTT (Teknologian tutkimuskeskus, Finlande), a été constituée de 31 communications réparties en six sessions thématiques. Ces présentations ont porté sur les derniers travaux scientifiques et techniques dans le domaine des risques professionnels liés aux systèmes industriels automatisés. Elles ont éclairé les sujets de recherche menés par les différents organismes œuvrant pour la prévention des accidents du travail (un peu plus du tiers des présentations) ainsi que par les universitaires. Les thèmes abordés concernaient l'innovation, l'analyse et l'estimation des risques, la sécurité fonctionnelle, les systèmes de commande de machines et l'applica-

tion des référentiels normatifs associés, les systèmes et dispositifs de protection, les applications pratiques et les retours d'expérience ainsi que l'estimation du niveau de performance des fonctions de sécurité.

### 1<sup>re</sup> session: innovation et futur

Après une introduction consacrée à la collaboration homme-robot au fil des ans, Thomas Pilz (Allemagne) a qualifié la publication, en janvier 2016, du document technique ISO TS 15066 de grande avancée dans le domaine de la robotique collaborative. Néanmoins, il a insisté sur le retard de la recherche dans le domaine des capteurs et souligné que des évolutions technologiques étaient encore nécessaires afin de voir apparaître, sur le marché, des dispositifs de sécurité capables de détecter un opérateur qui collabore avec un robot.

L'institut Fraunhofer a présenté différentes technologies dans le but de sécuriser la collaboration homme robot. Un système optique de projection, par exemple, a été implanté en laboratoire afin de garantir, en temps réel, une distance de séparation minimale entre le robot et l'opérateur.

Dans une troisième présentation, Johannes Schubert a fait le point sur les spécificités de l'application de la directive « Machines » 2006/42 EC en ce qui concerne les systèmes connectés à Internet, dits cyber-physiques. En effet, des questions se posent quant à la certification de ces robots collaboratifs. Lors des échanges avec l'auditoire, Dietmar Reinert (président de l'IFA) a précisé que l'on ne pouvait à l'heure actuelle certifier des robots collaboratifs uniquement sur les bases du document technique ISO TS 15066, mais que ce document pouvait aider à réaliser et à documenter l'analyse des risques dans le cadre du marquage CE d'une installation.

En fin de session, une étude commune de l'INRS et de l'IRSST sur l'utilisation de fonctions de sécurité spécifiques à la robotique collaborative a été exposée. Dans cette étude, les spécificités des fonctions de sécurité proposées par trois fabricants majeurs de robots ont été analysées pour mettre en exergue des points de vigilance à l'attention des intégrateurs. En clôture de cette session, Yukio Hata a présenté les avancées réalisées dans le domaine de la sûreté de fonctionnement des presses et Grzegorz Owczarek a fait un tour d'horizon des dernières avancées technologiques dans le domaine des EPI intelligents.

## 2<sup>e</sup> session: sûreté de fonctionnement

La majeure partie de cette session a été consacrée à la sûreté de fonctionnement des systèmes de commande. En effet, Eelco Van der Wal a tout d'abord souligné les méthodes d'intégration de la sûreté de fonctionnement au cours du processus de développement. Il a insisté sur l'importance de séparer les parties fonctionnelles des parties de sécurité, tout spécialement dans la conception de la partie commande. Bernard Mysliwiec a ensuite exposé un exemple concret d'intégration de la sûreté de fonctionnement dans un projet de conception d'un téléphérique sur l'île de Roosevelt aux États-Unis. Il a ainsi spécifié les différentes étapes à respecter lors de la conception d'un projet impliquant des systèmes de commande distribués. Sur le même sujet, Ari Ronkainen a décrit un exemple de mise en œuvre de systèmes de commande distribués dans le milieu agricole. La méthode utilisée ici, fondée sur la norme ISO 11783, a été appliquée sur un tracteur agricole qui remorque une machine (des systèmes de commande étant présents sur le tracteur et la machine).

Dans un troisième exposé, Michael Huelke est revenu sur l'utilisation de la méthode développée par l'IFA, dite de la « matrice ». Cette méthode est utilisée dans le but de spécifier et de valider les parties du système de commande relatives à la sécurité incluant des automates programmables.



© Gaël Kerbaol/INRS

M. Huelke a également annoncé que le logiciel Softema, dédié spécifiquement à l'application de cette méthode, serait prochainement disponible. Felix Wiecek a quant à lui détaillé les différences entre la sûreté et la sécurité. Il a souligné que, compte tenu de la croissance de la cybercriminalité, les problèmes de sécurité devenaient de plus en plus importants et devaient être pris en compte. Il a ainsi présenté les dernières avancées technologiques permettant de faire face aux problèmes de la sécurité.

## 3<sup>e</sup> session: évaluation du risque

Le premier exposé était consacré à la démarche de prévention des collisions engins-piétons. Il s'agissait notamment de montrer comment placer les dispositifs de détection au sein de cette démarche. Ces dispositifs peuvent contribuer à la réduction du risque en complément de mesures visant à redonner de la visibilité sur la zone à risque.

Les deux exposés suivants ont traité de l'estimation des risques. L'un a porté sur une comparaison entre les méthodes proposées par les normes ISO 62061 et ISO 13849-1, qui visent à déterminer le niveau d'intégrité de sécurité (*Safety Integrity Level SIL*) ou le niveau de performance (*Performance Level PL*). Cette étude a été réalisée à l'aide d'un questionnaire ayant eu 70 retours de la part d'ingénieurs et autres spécialistes réalisant des analyses de risques « machines » pour savoir quelle norme était utilisée: 70% appliquent l'ISO 13849-1, 40% l'ISO 12100 et environ 30% l'IEC 61508 ou l'ISO 62061. Les méthodes proposées par ces normes ont ensuite été appliquées à neuf

Un opérateur utilisant un carrousel d'injection de mousse pour isolation.





© Guillaume J. Plisson pour l'INRS

Un Tal (transport automatisé lourd) guidé par laser et radar permet de transporter jusqu'à 600 kg de charge.

machines mobiles par 19 spécialistes ou groupes de travail menant des analyses de risque. Elles montrent, dans deux cas, une différence sur le niveau de risque requis obtenu en se conformant à la norme spécifique à ces engins. Il apparaît aussi que la méthode de la norme ISO 62061 tend vers un niveau de sécurité requis plus important que l'ISO 13849-1. Ainsi, le niveau de SIL 1 de l'ISO 62061 n'est que peu atteint.

L'autre exposé portait plus particulièrement sur des estimations du niveau de risque réalisées à l'aide du graphe de risque de l'ISO14121-2:2007 et de la matrice de risque de la norme américaine ANSI TR3. Quatre situations différentes ont été analysées par 25 personnes, experts en sécurité des machines au Canada et Québec, qui devaient en évaluer le niveau de risque. Ces personnes ont donné leur ressenti vis-à-vis du niveau de risque obtenu, qui était parfois en désaccord avec leur appréciation personnelle. L'ANSI TR3 paraît globalement satisfaisante vis-à-vis du niveau de risque obtenu, avec cependant un manque de convergence dans les valeurs sélectionnées pour la probabilité d'apparition du dommage. L'outil de l'ISO 14121 est ressenti plus négativement car sous-évaluant le niveau de risque perçu.

Enfin, les deux derniers exposés ont insisté sur l'importance de la prise en compte des facteurs humains et la variabilité des individus. L'un a présenté le projet de norme EN 16710:2015 visant à prendre en compte l'approche ergonomique dès la conception. Il s'agit, dès la conception,

de s'appuyer sur les capacités, les compétences et les besoins des opérateurs révélés à la suite d'une analyse de leur activité de travail. L'autre exposé consistait en une allocution plus générale qui indiquait que, malgré l'existence de règles et de procédures, des violations étaient toujours possibles, parfois « involontaires », mais qu'un grand nombre restaient sans conséquence sur la sécurité<sup>1</sup>. L'autonomie et l'adaptabilité du système peuvent augmenter sa résilience comme sa capacité à absorber des perturbations.

#### 4<sup>e</sup> session: les systèmes de commande relatifs à la sécurité

Dans cette quatrième session, deux présentations étaient consacrées aux normes de conception des systèmes de commande relatifs à la sécurité. Derek Jones a mis en avant la méthode proposée par la norme IEC 62061 pour décomposer une fonction de sécurité. Il a également insisté sur l'importance de la spécification de chaque fonction de sécurité, en tenant compte de l'analyse des risques et du comportement attendu du système, dans tous les modes de fonctionnement. De son côté, Klaus-Dieter Becker a présenté les évolutions de la norme ISO 13849-1 et les modifications apportées par l'amendement publié en mars 2016. Un questionnaire a été réalisé pour savoir quelle norme de conception était utilisée par les fabricants de machines. Les réponses obtenues montrent une utilisation de l'ISO 13849-1 dans

90% des cas et l'IEC 62061 dans 30% des cas. En complément à cette intervention, l'IFA a présenté ses outils de calcul des niveaux de performance des fonctions de sécurité.

Du côté des technologies, une présentation était dédiée aux automates industriels programmables. Les résultats présentés par Tsuyoshi Toeda montrent un moyen de prendre en compte l'immunité électromagnétique (par le biais d'un taux de défaillance associé) dans le calcul de la probabilité de défaillance dangereuse (IEC 61508). Enfin, la dernière présentation portait sur les résultats d'une étude de l'INRS sur les presses à servomoteur (voir HST n°234) traitant de l'analyse des fonctions de sécurité réalisées par ces nouvelles technologies de commande.

### 5<sup>e</sup> session: capteurs et dispositifs de protection

Si la dernière présentation de la session traitait du positionnement des dispositifs d'arrêt d'urgence, les autres consistaient à faire de la prospective pour la détection de personnes (ou d'obstacles) sous plusieurs aspects. La prise en compte de l'environnement d'abord, dans les travaux du fabricant SICK, vise à fiabiliser le comportement de ses capteurs par temps de brouillard. Cette volonté fait suite à des demandes récurrentes des clients d'obtenir, par exemple, un scrutateur laser de sécurité fonctionnant en environnement extérieur. La présentation a ainsi montré la nécessité de trouver un compromis, dans le cas d'un usage extérieur, entre détection efficace et indisponibilité du capteur, car hors des tolérances. L'utilisation de diverses technologies a ensuite été abordée avec la présentation par Marek Dzwiaiek d'un système utilisant les technologies à bandes ultralarges pour détecter les personnes, notamment à l'intérieur de machines. La troisième présentation a concerné le comportement spécifique de la peau face à un rayonnement dans le proche infra-rouge, utilisé dans la mise au point d'une caméra permettant de détecter la présence de personne. L'université de Bonn-Rhein-Sieg, qui développe cette technologie, mène en parallèle une étude sur son utilisation dans des capteurs implantés sur des protecteurs pour machine à bois. Le protecteur motorisé s'adapte à la hauteur du matériau à usiner.

### 6<sup>e</sup> session: applications pratiques/expériences

Une première présentation a montré les résultats d'une analyse de 106 rapports d'accidents graves ou mortels survenus sur des machines au Québec sur la période 1990-2011. Outre l'absence de protections, cette analyse a mis en exergue le contournement des protections existantes ainsi que l'absence de procédures de consignation des énergies ou, quand elles existaient, leur mauvaise

application. Deux tiers des accidents ont lieu en phases de maintenance ou de perturbation de la production.

Le deuxième exposé concernait un projet de prise en compte des besoins des utilisateurs en conception des machines. La méthode développée a été appliquée à différents types de machines: machines à bois, chariots automoteurs, meuleuses d'angle et moissonneuses-batteuses. Les résultats ont été publiés dans Ergo Mach<sup>2</sup> et la méthode a fait l'objet d'un rapport technique CEN/TR 16710. Le troisième exposé était consacré au positionnement des dispositifs de protection pour la détection du corps entier dans une zone en 3D. Une étude a été menée afin de déterminer la hauteur nécessaire pour éviter qu'une personne ne contourne un dispositif de protection immatériel en rampant. Les résultats ont montré que cette hauteur maximale pouvait être identique à celle préconisée pour un protecteur physique, à savoir 300 mm d'après la norme ISO 13855.

Le dernier intervenant a décrit la situation actuelle concernant la mise en place en Asie, et plus particulièrement au Japon, du système de qualification de personnes en charge d'évaluer la sécurité. Ce système a été initié dès 2004 à la suite du constat du développement important des normes

### POUR EN SAVOIR +

- Le site web du congrès : [www.dguv.de/ifa/Veranstaltungen/SIAS-2015/index-2.jsp](http://www.dguv.de/ifa/Veranstaltungen/SIAS-2015/index-2.jsp)

dans le domaine de la sécurité des machines et de la difficulté de compréhension, et donc d'application, de ces normes par les constructeurs et les utilisateurs de machines. À ce jour, plus de 9000 personnes dans presque 1000 entreprises ont été qualifiées.

Les sujets abordés lors de ce congrès ont permis de mettre en avant des problématiques émergentes comme la cybersécurité et la cyberphysique qui interrogent la définition du périmètre ou les limites d'une machine. Se pose aussi la question de la poursuite des travaux sur des seuils de tolérance à la douleur ainsi que celle d'une extension à la définition de seuil pour des dommages physiques. La robotique collaborative continue d'être un sujet d'actualité.

La prochaine édition de la conférence internationale SIAS aura lieu du 10 au 12 octobre 2018 en France et sera organisée par l'INRS. ●

1. Selon des études menées par le programme LOSA (Line Operations Safety Audit).

2. <https://ergomach.wordpress.com/information-and-solutions/good-solutions-from-end-users-feedback>