

Congrès

SIAS: SÉCURITÉ DES SYSTÈMES INDUSTRIELS AUTOMATISÉS

(SIAS), Nancy, 10-12 octobre 2018

Compte Rendu de la 9^e Conférence internationale: Sécurité des systèmes industriels automatisés

Organisée par l'INRS à Nancy du 10 au 12 octobre 2018, la conférence internationale Sécurité des systèmes industriels automatisés (SIAS) a accueilli plus de cent dix participants originaires de treize pays. Elle a apporté un éclairage sur l'industrie du futur et les usages des nouvelles technologies.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON SAFETY OF INDUSTRIAL AUTOMATED SYSTEMS. Held by INRS in Nancy from 10 to 12 October 2018, the 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems (SIAS) attracted over 110 participants from thirteen countries. It shed light on the industry of the future and on the uses of new technologies.

JAMES BAUDOIN, JEAN-CHRISTOPHE BLAISE, BRUNO DAILLE-LEFEVRE, JOHAN HAYARD, PASCAL LAMY, PATRICE MARCHAL, MICHAEL SARREY, ADEL SGHAIER, DAVID TIHAY, INRS, Département Ingénierie des équipements de travail

La conférence a permis de faire le point sur les avancées concernant la sécurité des systèmes industriels automatisés face à l'émergence des nouvelles technologies, telles que la mise en réseau des machines, la robotique collaborative ou encore les systèmes autonomes, qui font apparaître de nouveaux risques professionnels.

Parmi les temps forts de cette neuvième édition, notons:

- une session sur les robots collaboratifs pour éclairer les problématiques de sécurité du robot travaillant directement avec l'opérateur;
- une session sur les liens entre la sécurité au travail, la sécurité informatique et les risques qui pourraient en découler;
- une conférence invitée consacrée aux enjeux de la transformation des systèmes automatisés tels qu'on les connaît aujourd'hui, vers des systèmes plus complexes, qualifiés de « cyber-physiques » et interconnectés, qui intègrent de l'électronique et des logiciels. Les objets connectés peuvent en faire partie.

Cet article propose une synthèse des thèmes développés au cours de la rencontre sur les conséquences pour la santé et sécurité au travail des évolutions technologiques et sur la place de l'homme dans ces nouveaux systèmes de production.

Session 1: Sécurité fonctionnelle – Technologies de l'information

- N. Stacey a présenté le contexte de la digitalisation et des nouveaux moyens de communication associés avec le développement de l'IoT (Internet des objets), l'IA (Intelligence artificielle) ou les *Big Data*, qui proposent de nouveaux défis en termes de santé et sécurité au travail. Un projet, mené pour l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail (EU-OSHA), décrit quatre scénarios pour le futur et identifie les nouveaux risques potentiels.
- B. Mysliwiec, au travers de l'analyse des évolutions normatives (TR 63069 et TR 63074), a mis en évidence les similarités, les différences voire les conflits possibles entre les approches sûreté et sécurité (au sens technologies de l'information). Au travers d'un exemple, il a mis en avant les points de vigilance quant à l'impact d'une attaque sur les paramètres de configuration des systèmes techniques.
- F. Schiller a proposé d'utiliser les modèles de Markov, souvent employés pour des études de fiabilité, pour aborder la cybersécurité. Il est possible d'appliquer des outils fondés sur des calculs probabilistes à des cas d'attaques informatiques qui sont difficilement prévisibles et quantifiables.
- F. Massé a présenté une méthode pour prendre en compte les cyberattaques dans l'évaluation des risques des industries chimiques. La méthode propose d'élaborer des scénarios d'attaques à l'aide

d'une analyse préliminaire des risques, puis d'en évaluer le niveau de risque au travers de la probabilité d'occurrence et de la sévérité des dommages encourus.

Session 2 : Sécurité des systèmes collaboratifs – première partie

- D. Tihay a présenté les résultats d'une enquête réalisée auprès d'industriels ayant implanté des robots collaboratifs. De nombreuses questions quant aux réels besoins de différents modes de collaboration, à la pertinence de solutions sans barrière physique, aux capacités des robots actuels (en termes de charge utile et de vitesse) ressortent de cette étude.
- T. Pilz a mis en avant la nécessité d'uniformiser les procédures de mesure de pressions exercées par des robots collaboratifs sur les travailleurs. La spécification technique ISO/TS 15066 indique des seuils de pressions admissibles sur certaines parties du corps humain. Lors de l'implémentation d'un espace de collaboration avec un robot disposant d'un mode de limitation de puissance et d'effort, il faut s'assurer du respect de ces seuils; un moyen de mesure normalisé doit être développé.
- A. Kirfel a expliqué les limites des systèmes optiques (tels que les caméras) pour la détection d'opérateurs dans la zone d'évolution d'un robot. Il a évoqué les conditions d'éclairage ou d'environnement physique mettant en échec ces techniques. Ces lacunes pourraient être comblées par la technologie des hologrammes acoustiques. La réalisation de capteurs multimodaux est également envisagée pour augmenter l'efficacité de détection.
- H. Petersen a présenté un outil d'évaluation des distances, volumes et composants d'un espace de travail collaboratif entre hommes et robots afin de répondre aux exigences de la spécification technique ISO/TS 15066. L'approche proposée s'applique aux installations collaboratives avec contrôle de la vitesse et de la distance de séparation entre l'opérateur et le robot. Cet outil vise à automatiser les calculs de distance d'arrêt en compilant les vitesses et les temps de réaction du robot et des opérateurs.
- A. Sghaier a présenté les étapes de la réalisation d'une application de robotique collaborative à «arrêt nominal de sécurité contrôlé». L'étude réalisée a permis de formuler des recommandations à l'attention des intégrateurs quant à la mise en œuvre des fonctions de sécurité.

Session 2 : Sécurité des systèmes collaboratifs – seconde partie

- P. Maurice a présenté les travaux de recherche menés dans le cadre du projet européen Andy. Cette recherche, qui vise à permettre au robot de collaborer efficacement avec l'opérateur, porte sur le développement des capacités d'anticipation du robot.



© Fabrice Dimier pour l'INRS

Cela implique tout d'abord la reconnaissance des postures de l'opérateur, mais également d'anticiper ses actions futures. Pour cela, un modèle prédictif a été développé ainsi que des algorithmes de commande du robot qui tiennent compte du comportement de l'opérateur. Enfin, le projet propose de développer les capacités d'apprentissage du robot en capturant le mouvement d'un opérateur.

- J. Saenz a présenté le projet européen COVR. Celui-ci met en évidence les difficultés de la validation d'applications robotiques collaboratives reposant sur le principe de limitation de puissance et de force. Les travaux visent donc à développer des outils, un protocole de mesure et une méthode unifiée pour la vérification des seuils d'efforts et de puissance d'une installation de ce type.
- M. Mukaidono a présenté la nouvelle approche intitulée «*safety 2.0*» relative à l'utilisation de machines sûres, des nouvelles technologies de communication et des composants intelligents combinés à la formation des opérateurs pour garantir leur sécurité dans le cadre de la collaboration homme-robot.
- Dans le même contexte, T. Shimizu propose d'instaurer, pour les applications robotiques collaboratives des niveaux de sécurité appelés CSL (*Collaborative Safety Level*) qui prennent en compte, en plus des caractéristiques de sécurité des machines, le niveau de formation des opérateurs.

Session 3 : Systèmes autonomes

- R. Tiusanen a rappelé les définitions de l'autonomie et a déterminé cinq niveaux, allant du contrôle par l'humain (niveau 0) jusqu'à l'autonomie totale sans interface de commande humaine disponible (niveau 5). Il a également abordé la norme ISO



17757 sur les machines dans les mines ainsi que le concept ASAMS qui définit sous forme de système toutes les caractéristiques de sécurité d'une machine autonome ou semi-autonome.

- Les concepts de sécurité pour les machines autonomes et semi-autonomes sont très différents selon qu'il s'agit de travail à l'intérieur ou à l'extérieur, et leur niveau d'automatisation. A travers différents exemples, T. Malm a illustré la nécessité de moduler la distance et la vitesse en fonction des possibilités d'accès aux zones dangereuses. Il a également rappelé qu'il est nécessaire de définir des règles de priorité de circulation entre les véhicules autonomes, les piétons et les autres véhicules.

- T. Borowski a proposé une comparaison entre les véhicules guidés au sol, contraints de suivre le chemin donné, et les véhicules autonomes capables de circuler sur les routes sans aucune intervention humaine. Il a souligné l'importance des dispositifs de sécurité dès lors que le véhicule circule à l'extérieur car l'encrassement des dispositifs et les éléments perturbateurs sont beaucoup plus nombreux qu'en intérieur.

- E. Heikkilä a intégré aux niveaux d'autonomie d'un système la notion d'ouverture de ce système à son environnement. L'analyse des risques étant différente selon que le système évolue dans un milieu fermé ou non, l'approche suggérée se base sur un modèle particulier de conception. Finalement, le cadre préliminaire proposé fournit une base méthodologique pour soutenir le développement de systèmes autonomes en milieu ouvert.

Session 4 : Équipements de protection et systèmes intelligents

- Après un état de l'art sur les télécommandes sans fil, G. Nischalke-Fehn a présenté un démonstrateur permettant de piloter, sans fil, une machine grâce à une tablette. La solution est constituée d'une armature portative intégrant un bouton d'arrêt d'urgence avec la possibilité d'insérer une tablette. L'interface de commande de la machine fonctionne alors simplement via une application dédiée installée dans la tablette.

- Les équipements de protection individuelle proposent toujours plus de fonctionnalités. Ils intègrent parfois de nouvelles technologies et deviennent des EPI dits intelligents. Après une analyse de l'offre du marché, il est apparu nécessaire de proposer une classification de ce type d'équipements. P. Marchal a proposé une définition ainsi que les principes généraux d'analyse d'un EPI dit intelligent établis à partir d'une analyse fonctionnelle, pour évaluer leur niveau de sécurité et ainsi garantir la sécurité des utilisateurs.

- M. Wüstefeld a présenté quelques éléments de la spécification technique IEC/TS 62998 dont l'objectif est d'aider les fabricants dans la conception de



© Fabrice Dimier pour l'INRS

capteurs relatifs à la sécurité et utilisés pour la protection des personnes. Il a détaillé les méthodes de conception proposées et illustré son discours par un exemple de réalisation qui permet le calcul en temps réel de la distance de séparation entre les opérateurs et une zone dangereuse.

- Après avoir rappelé la définition des dispositifs de validation et les exigences de sécurité relatives à ce type d'équipements, M. Nobuhiro a fait le point sur les utilisations possibles de ces dispositifs dans le cadre de la robotique et du guidage manuel en particulier. Il a ensuite illustré l'intérêt de ces dispositifs et a conclu sur leur rôle dans le cadre du concept de sécurité 2.0 présenté par ses collègues lors d'autres sessions.

Session 5 : Sécurité des machines

- L. Hongbin a décrit la sécurité d'un centre de logistique utilisant de nombreux équipements de manutention automatisés (transstockeurs ou véhicules sur rails). Dix zones ont été identifiées. Une analyse des risques a été effectuée en prenant en compte l'usage normal et les mauvais usages prévisibles, pour chaque phase du cycle de vie. Les fonctions de sécurité ont été identifiées, leur niveau de sécurité évalué, les composants de sécurité ont été sélectionnés et mis en œuvre suivant les normes applicables.

- P. Lamy a introduit le cas de machines pour lesquelles des dysfonctionnements, dus par exemple à une pièce restée bloquée, perturbent le cycle de production. L'opérateur peut alors se mettre en situation dangereuse pour tenter de compenser cette perturbation. Une approche, pour anticiper ou prédire ce type de situation dangereuse, est proposée en se basant notamment sur une observation de l'activité réelle des opérateurs. Il est envisagé

d'automatiser cette démarche en modélisant les interactions opérateur/machine et en définissant les données techniques que doit fournir la machine.

- Y. Hata est intervenu sur le thème des presses mécaniques à servomoteur. La transmission de l'énergie du servomoteur est réalisée par un entraînement direct ou par courroie, dont certains principes ont été présentés. Les arrêts du coulisseau sont obtenus au moyen du servomoteur, par son système de commande, et par un frein à commande hydraulique ou pneumatique. Compte tenu du fait que ce frein n'est pas utilisé à chaque commande d'arrêt, un contrôle statique et dynamique de ses performances d'arrêt doit être effectué périodiquement. Les principes présentés seront proposés pour contribuer à la norme ISO 16092-2.

- O. Görnemann a présenté les nombreux points, éditoriaux et techniques, concernant la révision de la norme ISO 13855. L'évolution croissante des interactions entre l'homme et les machines et des risques induits par la complexité croissante des installations (plateformes mobiles autonomes par exemple) rendent nécessaire cette révision. Les règles de calcul des distances minimales de positionnement des dispositifs de sécurité électrosensibles, celles pour éviter le contournement de ces derniers, figurent parmi les nombreux points abordés.

Session 6 : Expérience / applications pratiques

- D. Burlet-Vienney a présenté les résultats d'analyses d'accidents graves causés par les engins mobiles. Ces accidents sont trois fois plus nombreux que ceux causés par des machines fixes. Il constate que la plupart de ces accidents avec des engins mobiles sont dus à l'inapplication des consignes de sécurité. Pour améliorer la situation, il précise que de plus grandes innovations sont attendues afin d'être plus efficacement intégrées aux machines mobiles.

- L. Giraud a présenté les résultats d'analyses de 141 accidents graves ou mortels, en lien avec des machines, survenus au Québec entre 2011 et 2015. 54 étaient liés à des tâches de production, 19 à des interventions de maintenance et 32 pendant la phase dite de continuité de production. L'objectif de cette analyse est d'ajuster et d'orienter les efforts de prévention en fonction des étapes de vie des machines (installation, production, maintenance, etc.).

- K. Papithon a montré l'importance de la qualification des personnes impliquées dans la sécurité en Thaïlande. Les ingénieurs sécurité formés selon le référentiel Safety Assessor Qualification (SAQ) ont contribué à améliorer significativement la sécurité des machines et à sensibiliser le personnel des entreprises en particulier les dirigeants.

- R-E. Kieckbusch a présenté la mise en place d'une

nouvelle plate-forme numérique unique appelée eSocial initiée par le gouvernement brésilien en 2013. Il a souligné les difficultés rencontrées et les intérêts de ce nouveau système, en particulier la collaboration entre les différents organismes gouvernementaux. Un cas d'application a démontré l'importance du rôle des dirigeants dans la stratégie du développement durable et l'adoption d'une approche qui intègre les domaines de la sécurité et de la santé au travail.

Session 7 : Expériences / perspectives

- R. Hojo a présenté une étude de validation par analyse comportementale de l'utilisation d'un système de soutien à la protection (SPS). Deux conditions d'utilisation d'un poste de travail ont été testées avec différentes réactions prédéterminées de l'encadrement face au travail des opérateurs. L'une de ces conditions utilisait les fonctionnalités du SPS, à savoir : une demande d'intervention dans une zone de l'équipement sans arrêt des parties opératives en dehors de cette zone. L'autre condition reposait sur un arrêt complet de l'équipement de travail avant d'intervenir. Les résultats de cette analyse comportementale contribuent à la rédaction d'une norme sur le sujet (ISO TR 22053).

- Pour répondre à l'enjeu de sécurité lors de l'utilisation de robot collaboratif, T. Fujita a présenté une solution, adoptée au Japon depuis 2004. Elle repose sur la qualification des personnels accédant aux zones de collaboration. Différents niveaux de qualifications sont proposés, validés par le taux de réussite face à un questionnaire. Le développement de ce système se poursuit par la création de certifications pour les encadrants (Safety Officer).

- P. Maurice a présenté une évaluation en laboratoire d'un exosquelette destiné au travail « bras au-dessus de la tête ». Face à l'absence de protocole normalisé de validation des exosquelettes, cette étude propose une situation de travail type dans des conditions de laboratoire outillé (EMG, capteurs de force, plateforme instrumentée, capture de mouvements, consommation d'oxygène...). L'étude présente le protocole et les résultats de ces mesures sur des sujets avec et sans exosquelette.

À l'issue du discours de clôture, prononcé par Louis Laurent, directeur des Études et recherches de l'INRS, la délégation japonaise a annoncé aux participants qu'elle organiserait la prochaine édition de la conférence SIAS, au Japon, en 2020. ●

POUR EN SAVOIR +

- Lien vers les actes de la conférence: www.inrs.fr/footer/actes-evenements/SIAS-2018.html
