

Congrès

SIAS : SÉCURITÉ DES SYSTÈMES INDUSTRIELS AUTOMATISÉS – RETOUR SUR L'ÉDITION 2024

Compte-rendu de la conférence Sias 2024 (12-13 juin 2024, Tampere, Finlande).

La conférence internationale sur la Sécurité des systèmes industriels automatisés organisée par le centre de recherche technique de Finlande (VTT), s'est tenue à Tampere, les 12 et 13 juin 2024. Initiateur de cette conférence avec ses homologues allemands et québécois dès 1999, l'INRS a contribué à cette onzième édition, qui a rassemblé une centaine d'experts internationaux, spécialistes de la prévention et industriels originaires de douze pays.

*SIAS: SYSTEM SECURITY AUTOMATED INDUSTRIAL – RETURN TO THE 2024 EDITION
The international conference on the Security of Automated Industrial Systems, organized by the Technical Research Center of Finland (VTT), was held in Tampere, on June 12-13, 2024. Initiator of this conference with his German counterparts and Quebecers since 1999, INRS contributed to this eleventh edition, which brought together around a hundred international experts, prevention specialists and industrialists from twelve countries.*

NISRINE GHADBAN, JEAN-CHRISTOPHE BLAISE, MICHAEL SARREY, DAVID TIHAY
INRS, département Ingénierie des équipements de travail

LIEN WIOLAND
INRS, département Sciences appliquées au travail et aux organisations

La conférence bisannuelle Sias (Sécurité des systèmes industriels automatisés) a pour objectif de présenter les progrès réalisés dans le domaine de la sécurité des systèmes industriels automatisés, à l'heure où émergent de nouvelles technologies telles que la mise en réseau des machines, la robotique collaborative et mobile ou encore, l'intelligence artificielle, qui introduisent de nouveaux risques professionnels.

Parmi les moments marquants de cette onzième édition, une session dédiée aux robots collaboratifs a mis en lumière les défis et les solutions pour assurer la sécurité des opérateurs travaillant directement avec ces machines. La discussion a porté sur les normes de sécurité et les bonnes pratiques pour intégrer ces robots dans les environnements industriels. Une autre session a exploré les liens étroits entre la sécurité au travail et la sécurité informatique. Les experts ont discuté des risques potentiels, tels que les cyberattaques ciblant les systèmes industriels, et ont proposé des stratégies pour renforcer

la résilience des infrastructures critiques face à ces menaces.

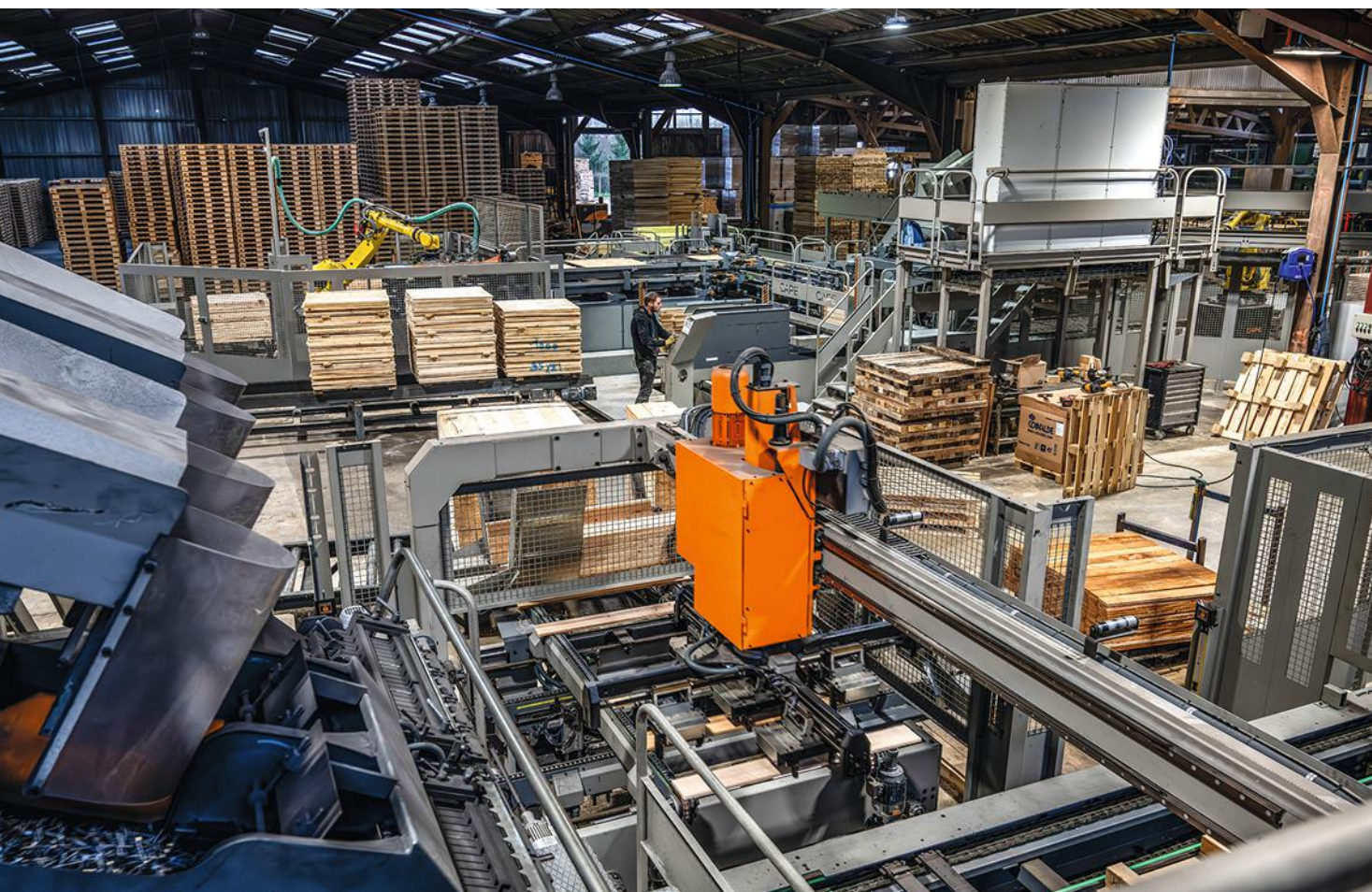
À noter également qu'une session a été consacrée à l'importance du facteur humain dans la prévention des risques dans les systèmes industriels. Les intervenants ont souligné la nécessité d'une approche pluridisciplinaire, combinant ergonomie, psychologie et ingénierie, pour élaborer des stratégies de prévention efficaces.

Cet article propose une synthèse des thèmes abordés durant la conférence, en mettant l'accent sur les impacts des évolutions technologiques sur la santé et la sécurité au travail, ainsi que sur la place cruciale de l'humain dans ces nouveaux systèmes de production. Les échanges ont permis de dégager des pistes concrètes pour améliorer la sécurité et la prévention des risques dans les environnements industriels automatisés.

Sias welcome : première journée d'échanges

T. Malm (Technical Research Centre of Finland, VTT, organisateur de la conférence) a souhaité la bien-





© Patrick Delpeyrière pour l'INRS / 2024

Ligne automatisée de production de palettes dans une scierie. Le poste de commande central permet à l'opérateur de piloter les différentes phases de fabrication.

venue aux participants, et a présenté le programme de ces deux journées d'échanges.

Session 1 : Robots collaboratifs

D. Burlet-Vienney (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, IRSST) a présenté une étude de cas portant sur une plateforme cobotique de finissage utilisée dans les entreprises de l'industrie métallurgique. Il a signalé l'importance d'équilibrer les interactions homme-robot prévues et les exigences de santé et sécurité au travail lors de la conception et de la mise en œuvre de l'application collaborative impliquant des robots industriels. Il a traité des difficultés et des efforts mis en œuvre pour parvenir à une coopération plus sûre en détaillant chronologiquement l'approche de réduction des risques.

J. Zimmermann (*Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance, IFA*) a montré comment les valeurs limites empiriques pour les collisions peuvent être appliquées dans la pratique. Ces valeurs empiriques sont déterminées par la « *German Social Accident Insurance* » (DGUV). En cas de collision, l'énergie induite par le mouvement du robot ne doit pas générer de douleurs supé-

rieures à un certain seuil. L'étude présentée permet de valider le seuil de douleur avec des appareils de mesure déjà existants.

D. Tihay (Institut national de recherche et de sécurité, INRS) a identifié les facteurs pouvant affecter le fonctionnement du PFL (fonction de limitation de puissance et d'effort). Il a présenté un banc d'essai qui permet de simuler des scénarios de contact homme-robot dans différents profils de trajectoires tout en faisant varier les paramètres de la fonction PFL. L'objectif est d'identifier l'effet de chacun des paramètres sur la valeur réelle de force appliquée en cas de contact homme-robot.

R. Scharping (*Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation, IFF*) a présenté une méthode d'évaluation des risques intégrée directement dans l'environnement de programmation d'un cobot. Cette intégration permet d'identifier les risques de contact pour chaque mouvement du robot, en tenant compte du degré de collaboration. En plus, une simulation permet de déterminer la vitesse maximale autorisée pour laquelle le robot reste conforme aux limites biomécaniques de la spécification technique ISO/TS 15066.

T. Shimizu (société *IDEC Corporation*) a signalé l'importance d'améliorer l'efficacité opérationnelle du travail collaboratif homme-robot et de mettre en œuvre des fonctions plus conviviales dans la conception des applications utilisant des robots collaboratifs, mais également d'assurer un certain niveau de sécurité dans ces applications. Il a introduit le concept de sécurité collaborative, qui est « *un concept dans lequel les humains, la technologie, et les organisations/environnement partagent des informations et travaillent ensemble en harmonie pour assurer la sécurité* ». L'utilisation des robots de service dans la restauration a servi d'exemple pour illustrer ce concept.

R. Lemmetty (*Klinkmann Automation*) a présenté les différents composants de sécurité disponibles dans son catalogue. Il a en particulier détaillé la nouvelle technologie de connexion sécurisée *GuardLink* qui fait partie d'une solution intégrée de sécurité intelligente. Cette solution est capable de fournir une vue d'ensemble exhaustive des états des machines ou de la ligne de production. Elle permet une convergence des réseaux de l'usine et de l'entreprise, et assure l'interconnexion sécurisée des personnes, des procédés et des technologies.

Session 2 : Robots collaboratifs, machines mobiles

N. Hall (*Health and Safety Executive, HSE*) a présenté un cadre de sécurité des systèmes robotiques et autonomes. Ce cadre consiste à développer une méthode et des éléments de vérification de la sécurité du système à l'aide d'un jumeau numérique.

T. Malm (VTT) a donné un aperçu des domaines dans lesquels évoluent des machines mobiles autonomes : mines, agriculture, industrie, etc. Il a rappelé les cadres réglementaire et normatif de ces machines. Il a mis en avant les cas des machines qui fonctionnent dans un environnement difficile limitant la capacité des capteurs à détecter des objets.

B. Konstantinova (*Wolters Kluwer*) a présenté le logiciel *BowTie* qui permet de visualiser le risque sur un diagramme unique. Celui-ci, en forme de nœud papillon, crée une distinction entre la gestion proactive et réactive des risques et donne un aperçu de plusieurs scénarios plausibles de réduction de risques.

Session 3 : Dispositifs de protection et systèmes de sécurité

S. Otto (IFA) a exposé le problème de contournement des dispositifs de protection. Il a présenté les résultats d'une enquête menée en Allemagne qui indiquent que, tous secteurs confondus, un quart des dispositifs de protection est défaillant. L'enquête montre également que le contournement des dispo-

sitifs de protection est toléré par les superviseurs, ce qui entraîne une augmentation statistiquement significative du contournement des dispositifs de protection et des accidents qui en résultent.

H. Beuster (*Helmut Schmidt University*) a présenté les travaux relatifs à un interrupteur d'arrêt d'urgence sans fil. Le système de communication sans fil proposé introduit une solution de sécurité améliorée permettant une implémentation flexible et partiellement distribuée d'une fonction d'arrêt d'urgence. Cette solution est applicable dans le cadre d'une automatisation industrielle modulaire composée de plusieurs cellules automatisées individuelles ou interconnectées.

M. Sarrey (INRS) a expliqué les spécificités de l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans une machine. Il a détaillé les différentes phases des processus de conception et d'utilisation de l'IA, commençant par l'analyse de besoins et finissant par la rédaction de la documentation technique. Il a rappelé qu'à ce jour, l'IA n'est pas intégrée dans les fonctions de sécurité des machines mais que lors de l'intégration d'une IA, même fonctionnelle, les aspects santé et sécurité doivent être considérés et évalués.

M. de Koning (*Faculty of Engineering and Natural Sciences, IHA*) a proposé un cadre conceptuel d'évaluation des risques qui intègre la connaissance du danger par la machine et son degré de prise de décision pour déterminer un niveau de contrôlabilité. En outre, l'oratrice a souligné l'importance de prendre en compte les niveaux « *d'engagement humain* » parallèlement aux capacités de la machine. Ce cadre conceptuel vise à doter les machines hautement automatisées d'une supervision efficace, notamment dans le cadre d'un futur règlement machine.

Introduction de la seconde journée d'échanges

La deuxième journée a débuté par une conférence invitée ; **O. Goernemann** (société *Sick*) a présenté le futur règlement « machine » européen. Il a effectué une revue critique des nouvelles exigences de ce règlement, plus particulièrement celles relatives à l'IA, la cybersécurité, la mobilité des machines, et la notion de modification substantielle.

Session 4 : Dispositifs de protection et systèmes de sécurité

J. Pirttilahti (*Seinäjoki University of Applied Sciences*) a présenté une application collaborative de presse plieuse qui utilise un robot collaboratif pour effectuer une série d'opérations sur des pièces en tôle. Elle a comparé les caractéristiques de sécurité requises pour une application réelle utilisant un robot collaboratif avec une application utilisant un robot industriel, lors d'une même tâche de pliage. Elle a montré



que l'utilisation de robots collaboratifs nécessite en plus la prise en compte de fonctions de sécurité externes au robot. Cette comparaison a également montré que l'amélioration de la flexibilité apportée par la robotique collaborative se faisait au détriment de la cadence de production.

R. Nishigaki (*Fuji Corporation*) s'est concentré sur l'adaptation de la norme ISO 13855 traitant des distances de sécurité, initialement adaptées aux ESPE optiques, aux capacités introduites par la spécification technique CEI TS 61496-5 pour les ESPE radar. L'étude indique que l'ESPE radar, avec sa zone de détection tridimensionnelle, peut réduire la distance de sécurité pour les petites cibles. L'auteur a souligné que des modifications des normes sont nécessaires afin de prendre en compte cette technologie.

T. Seifen (IFA) a présenté un système d'assistance par caméra pour déclencher un arrêt de la lame lorsqu'une main s'approche de la zone dangereuse



d'une scie. Ce système utilise l'intelligence artificielle pour examiner les images de la caméra afin de détecter la présence de mains humaines. Il est considéré comme un système d'assistance. De ce fait, il ne peut pas être utilisé comme un moyen de protection ; il vient seulement en appui des mesures prises afin de réduire le risque.

H. Kanamaru (Mitsubishi) a rappelé le cycle de vie des applications collaboratives, ainsi que le rôle des différentes parties prenantes dans l'intégration de la sécurité tout au long de ce cycle : le fournisseur, l'intégrateur, l'entreprise utilisatrice et les opérateurs.

Session 5 : Analyse des risques

J. Berger (VTT) a étudié l'adéquation de l'analyse théorique des processus à l'automatisation de l'industrie minière. Cette analyse permet d'identifier les exigences du système et les objectifs de sécurité. Elle a mis en évidence l'importance de la communication entre le responsable de la maintenance et l'opérateur distant, en soulignant la nécessité de prévenir les problèmes de communication et de connectivité.

S. Araya (Toyota-Japon) a proposé la possibilité d'établir une méthode d'évaluation des risques incluant le concept de sécurité collaborative, en clarifiant la possibilité d'erreur humaine comme mesure quantitative basée sur l'analyse du comportement, et en partant du principe que « la possibilité d'erreur diffère en fonction des caractéristiques humaines ». Il a considéré la contribution des caractéristiques humaines à la sécurité dans l'estimation des risques et l'a quantifiée en fonction de l'analyse des comportements.

P. Poisson (IRSST) a présenté les systèmes électroniques de sécurité dédiés à la vérification de l'atteinte d'un état « zéro énergie ». Ces systèmes, plutôt que d'éliminer l'énergie, la contrôlent pour assurer la sécurité des travailleurs. Il a présenté également une méthode de calcul de la fiabilité de ces systèmes, basée sur la norme ISO 13849.

Session 6 : Analyse des risques et cybersécurité

M. Mukaidono (*Institute for Global Safety Promotion, IGSAP*) a différencié la « sécurité négative », qui se concentre sur la réduction des risques pour prévenir les blessures, les maladies et les troubles mentaux causés par le travail des travailleurs, de la « sécurité positive », qui se base sur des approches proactives, c'est-à-dire placer les travailleurs dans un état d'esprit positif dans un environnement sûr. Il a présenté les avantages de la « sécurité positive » qui permet aux travailleurs de s'engager dans leur travail avec un sentiment de « anshin » (tranquillité d'esprit), de santé, de vitalité et également un sentiment d'accomplissement.

T. Fujita (IGSAP) a signalé l'importance des systèmes d'éducation et de qualification pour adopter une approche holistique de la formation des ressources humaines, de la technologie, de la gestion et des règles pour faire progresser la sécurité, la santé et le bien-être au travail.

Y. Nakabo (*National Institute of Advanced Industrial Science and Technology*) a présenté un cas d'étude traitant des robots de service. L'étude de cas s'est concentrée sur l'identification et le rôle des parties prenantes lors de la phase de service dans le restaurant robotisé. L'étude a également conduit à l'analyse des écarts entre les exigences en termes de

de documentation entre la norme ISO 31101 et la documentation réellement utilisée lors du service.

Pour résoudre les problèmes de l'identification des normes pertinentes par rapport à une machine spécifique, **R. Scharping** (IFA) a présenté le concept de description d'une machine basée sur des mots clés appelés étiquettes, en lien avec une documentation normative. La solution présentée concerne la première étape de l'évaluation des risques – à savoir la détermination des limites de la machine – en définissant les dangers et les domaines d'application *via* les étiquettes. Celles-ci décrivent la machine sans ambiguïté. La documentation basée sur les étiquettes permet donc d'identifier les normes pertinentes pour une machine spécifique et soutient ainsi les petites et moyennes entreprises dans la certification de sécurité de leurs machines.

N. Ghadban (INRS) a présenté une étude visant à développer une méthode d'analyse du risque cyber dédiée aux machines, et à étudier comment cette cyber-analyse pouvait être intégrée à l'évaluation des risques professionnels.

J. Stein (IFA) a présenté un concept modulaire grâce auquel les entreprises peuvent rendre leur réseau informatique de production plus sûr. Son concept permet de remédier au problème de latence de la communication, et à celui de la nécessité d'un code compréhensible afin de contrer rapidement une attaque cyber.

Session 7 : Interaction homme-machine (facteurs humains, éducation, environnement)

R. Hojo (*National Institute of Occupational Safety and Health*, Japon, JNIOOSH), après avoir rappelé les solutions existantes pour réduire les risques et tendre vers le zéro accident (analyse des risques, protections de sécurité, etc), a présenté comme solution complémentaire un outil d'évaluation du « bien-être » spécifique aux travailleurs. Cet outil est basé sur le concept de « sécurité positive » qui émerge de plus en plus au Japon et qui propose de transformer la situation de travail en un lieu sûr, confortable et enrichissant. L'outil d'évaluation est un questionnaire comprenant six dimensions (le développement personnel, le but de la vie, l'autonomie, la maîtrise de l'environnement, l'acceptation de soi et les relations positives avec les autres). Le questionnaire a été diffusé dans plusieurs secteurs d'activités et les résultats sont encore en cours d'acquisition.

K. Tsukiyama (Omron) a présenté une étude dont l'objectif était d'identifier les conditions qui induisent des comportements dangereux et des erreurs humaines. Pour cela, l'équipe de recherche a réalisé une expérience en entreprise dans laquelle une situa-

tion de travail impliquant des robots collaboratifs et des salariés était simulée. Ces derniers devaient réaliser en alternance des tâches manuelles d'assemblage pour tester une machine de production. La performance, le taux d'erreurs et les comportements anxieux ont été relevés. Le travail collaboratif était effectué dans diverses conditions. Les résultats préliminaires ont mis en évidence des stratégies différentes selon le niveau d'expertise des participants, que ce soit pour gérer les incidents ou atteindre la meilleure performance possible.

N. Gotcheva (VTT) a retracé l'histoire de la sécurité de l'automatisation, apportant des informations, des retours d'expérience et des récits historiques provenant de l'industrie automobile et de l'aviation notamment. L'intervenante a présenté des facteurs organisationnels et des facteurs institutionnels de l'environnement commercial et opérationnel, en tirant les leçons spécifiques de l'accident du Boeing 737 Max pour développer des fondements réglementaires pour la sécurité automobile. L'idée était de partager ces résultats pour en tirer des enseignements qui bénéficieraient au secteur industriel.

Pour la dernière intervention de cette conférence, **S. Naeini** (Université du Québec, Trois-Rivières) a présenté les résultats d'une revue systématique de la littérature sur l'exploitation minière dite intelligente (ou exploitation minière 5.0) et les risques émergents en matière de santé et de sécurité au travail, en utilisant la méthode PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Celle-ci regroupe un ensemble d'outils et de pratiques fondées sur les preuves, visant à aider les auteurs scientifiques à balayer un grand nombre de sources lors de la réalisation de revues systématiques de la littérature ou de méta-analyses.

À l'issue du discours de clôture proposé par **T. Malm** qui a remercié l'ensemble des participants, la délégation japonaise a annoncé qu'elle organiserait la prochaine édition de la conférence SIAS au Japon, en 2026. Elle a également rappelé la tenue de l'exposition « *Safety, health and well-being* » au Japon en 2025. ●

POUR EN SAVOIR +

• Les actes de la conférence sont accessibles sur : <https://www.automaatioseura.fi/julkaisut-kirjakauppa/seminaarijulkaisut/sias-2024/sias-2024-proceedings/>