

DOSSIER

INDUSTRIE DU FUTUR

SOMMAIRE DU DOSSIER

- ▶ Ce qu'il faut retenir
- ▶ Les technologies de production avancées
- ▶ La digitalisation
- ▶ La flexibilité
- ▶ Industrie du futur : Travaux de l'INRS

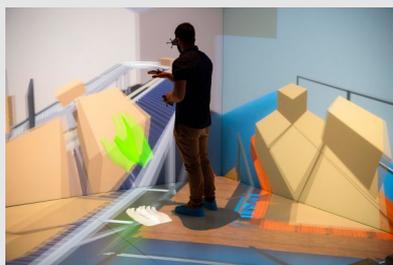
Ce qu'il faut retenir

Placer l'homme au cœur des transformations du système de production

Portée par l'intégration du numérique et les nouvelles technologies de production, l'industrie du futur (ou industrie 4.0) offre de nouvelles perspectives aux entreprises qui souhaitent gagner en productivité. Mais la technologie apporte-t-elle forcément un progrès ? Parce qu'elles modifient l'organisation du travail, ces transformations doivent être mises en œuvre avec les salariés pour que la prévention des risques professionnels en sorte renforcée.



© Guillaume J. Plisson/INRS



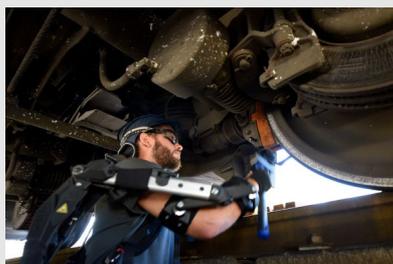
© G. Kerbaol/INRS



© P. Delapierre pour l'INRS

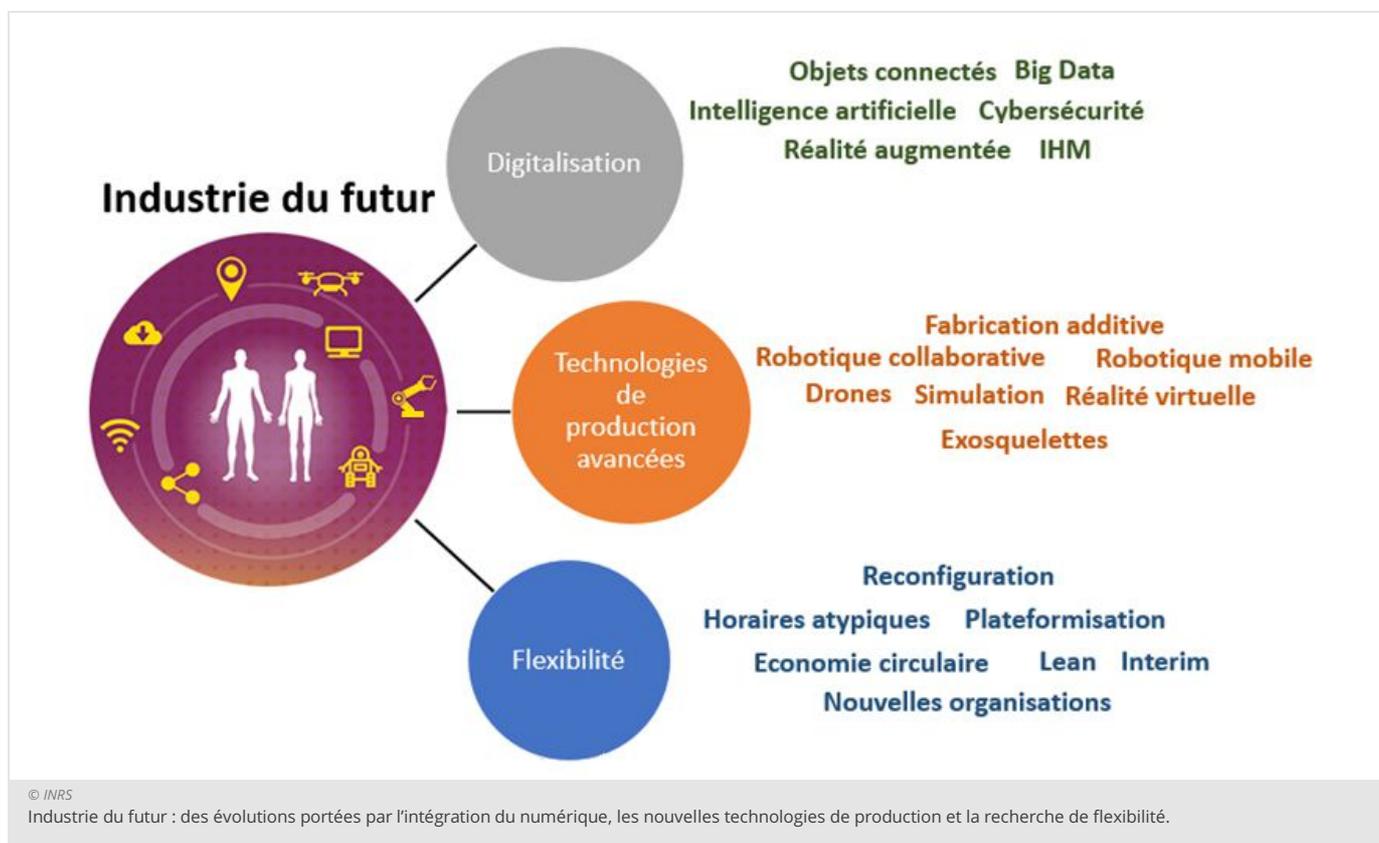


© P. Delapierre pour l'INRS



© Guillaume J. Plisson/INRS

L'industrie du futur ou industrie 4.0, marque un tournant dans l'évolution du secteur industriel. Reposant sur l'intégration des nouvelles technologies, notamment numériques, dans l'ensemble de la chaîne de production, elle vise à associer flexibilité et productivité pour améliorer la compétitivité des entreprises. Avec ces évolutions, ce sont les modes de production, et donc l'activité des salariés, les collectifs de travail et de façon plus générale l'organisation du travail, qui sont impactés. Cela se traduit par une redéfinition des tâches et des rôles de chacun, de nouvelles procédures, de nouveaux métiers et de nouvelles compétences à acquérir.



Comment concilier prévention des risques professionnels et industrie du futur ?

L'employeur doit impliquer les salariés concernés (opérateurs, encadrement, collectifs de travail) le plus en amont possible afin d'identifier des solutions viables et adaptées à leur travail réel, d'anticiper les formations qui leur seront nécessaires et favoriser l'acceptation de ces évolutions technologiques et organisationnelles.

Comme pour tout équipement de travail, l'utilisation d'une nouvelle technologie doit également être précédée d'une évaluation des risques complète. Enfin, la démarche de prévention doit s'adapter de façon pertinente et efficace à des évolutions qui pourraient être rapides et fréquentes.

Industrie du futur et prévention : 3 transformations majeures à prendre en compte

- **Les technologies de production avancées**¹ qui reposent sur une plus grande intégration du numérique et sur l'utilisation de procédés et de matériaux innovants (fabrication additive, robotique collaborative), etc.).
- **La digitalisation**² qui permet d'interconnecter l'ensemble des composantes du processus de fabrication (opérateurs, produits et machines) et de l'ouvrir à Internet.
- **La flexibilité**³ qui vise à obtenir des systèmes de production rapidement reconfigurables en fonction de la demande des clients.

¹ <https://www.inrs.fr/inrs/themes-travail/industrie-du-futur/technologies-production-avancees>

² <https://www.inrs.fr/inrs/themes-travail/industrie-du-futur/digitalisation>

³ <https://www.inrs.fr/inrs/themes-travail/industrie-du-futur/flexibilite>

En savoir plus :



Industrie du futur : points de vigilance vis-à-vis de l'application des principes généraux de prévention

Article (HST / Veille et prospective) : Les grands principes de prévention (PGP) devront également s'appliquer à l'industrie du futur. ⁴

⁴ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=VP%2032>



L'industrie du futur

Les perspectives offertes par l'industrie du futur en termes de montée en gamme et en compétences suscitent de nombreuses interrogations. Travaillera-t-on véritablement mieux demain ? S'il faut se garder de porter un regard manichéen sur les évolutions technologiques, la transition ne sera réussie qu... ⁶

⁶ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=TS806page12>



Fabrication additive ou impression 3D

Après avoir décrit succinctement les différentes technologies de fabrication additive, cet article présente les risques spécifiques à chacune d'elles et les moyens d'en prévenir les effets sur la santé. ⁸

⁸ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=TP%2047>

Mis à jour le 15/12/2022



L'industrie du futur : de quoi parle-t-on ?

Article HST (Décryptage) proposant un panorama des thèmes regroupés sous le vocable « Industrie du futur » et sur les opportunités ou points de vigilance en prévention des risques. ⁵

⁵ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=DC%2023>



Quel travail demain ?

A travers ses travaux de prospective, l'INRS explore les futurs possibles du monde du travail et leurs répercussions sur la santé. ⁷

⁷ <https://www.inrs.fr/inrs/prospective-quel-travail-demain>

Les technologies de production avancées

Anticiper les risques

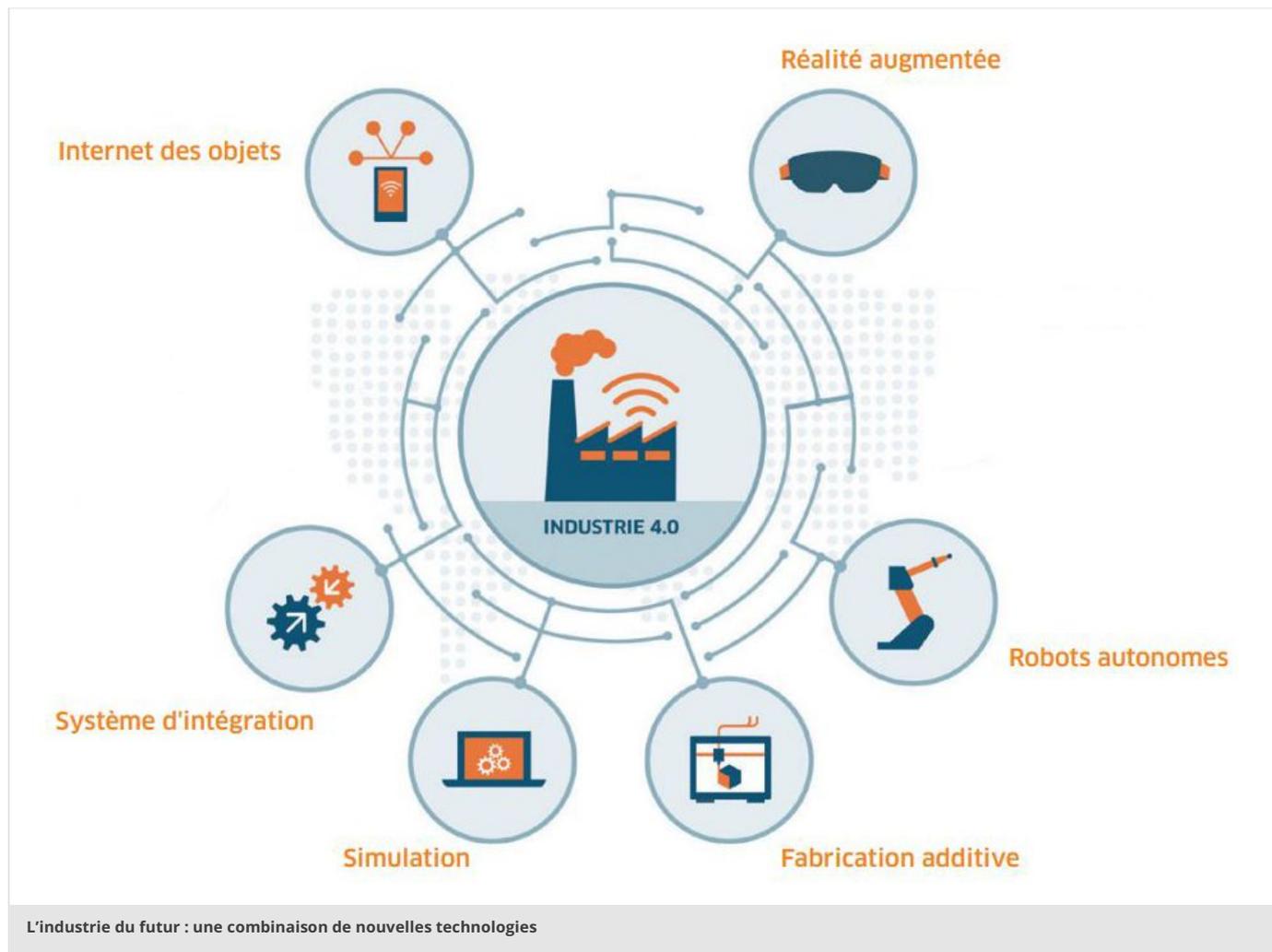
Robots collaboratifs, exosquelettes, réalité virtuelle, impression 3D, etc. Les nouvelles technologies investissent les entreprises et bouleversent leurs systèmes de production. Source d'amélioration des conditions de travail dans certains cas, ces évolutions peuvent également générer de nouveaux risques.

L'Industrie du futur (ou industrie 4.0) s'appuie sur une combinaison de technologies de production de pointe également dites « avancées ». On peut notamment citer les **robots collaboratifs**⁹, les robots mobiles, les drones, les **exosquelettes**¹⁰, l'impression 3D (ou fabrication additive) ainsi que la réalité virtuelle (Cf. Encadré). Ces technologies se caractérisent également par une plus grande intégration du **numérique**¹¹ ce qui ouvre la voie à la création d'îlots de production interconnectés et pilotés en temps réel à distance. Si certaines de ces innovations sont déjà opérationnelles, d'autres sont encore en phase de test voire en cours de développement en laboratoire.

⁹ <https://www.inrs.fr/risques/robots-collaboratifs/ce-qu-il-faut-retenir.html>

¹⁰ <https://www.inrs.fr/risques/exosquelettes/ce-qu-il-faut-retenir.html>

¹¹ <https://www.inrs.fr/inrs/themes-travail/industrie-du-futur/digitalisation>



Exemples de technologies de production avancées

Robot collaboratif : robot énergisé, autonome et intégré dans une cellule robotique pour travailler à proximité des opérateurs ou en relation directe avec eux.

Robot mobile : Equipement doté de moyens de locomotion qui lui permettent de se déplacer sous son propre contrôle, à l'image d'un drone par exemple.

Exosquelette : système mécanique ou textile revêtu par le salarié, visant à lui apporter une assistance physique dans l'exécution d'une tâche, par une compensation de ses efforts ou une augmentation de ses capacités motrices.

Impression 3D (ou fabrication additive) : ensemble des procédés (chimiques, thermiques, photochimiques, mécaniques, etc.) permettant de fabriquer un produit par superposition ou ajout ciblé de la matière de base (plastiques liquides, photopolymères, poudres métalliques, céramiques, etc.).

Simulation numérique – réalité virtuelle : techniques permettant de simuler le fonctionnement d'un produit, d'un procédé, d'un poste de travail, d'un atelier ou d'une usine. La réalité virtuelle permet en plus à l'utilisateur de s'immerger ou d'interagir en temps réel avec une maquette numérique.

Réalité augmentée : techniques utilisée pour superposer à notre perception du monde réel des éléments virtuels (textes, plans, pictogrammes, objets 3D, etc.).

Enjeux pour la prévention

Beaucoup d'espoirs sont placés dans l'offre technologique pour améliorer les conditions de travail : réduction des contraintes physiques (dues aux efforts, aux postures inconfortables, à la répétitivité des gestes notamment), réduction de l'exposition à des situations dangereuses (nuisances physiques ou chimiques, suppression de certains travaux en hauteur, dans des espaces confinés, à risque d'éboulement, etc).

L'utilisation d'une technologie, quelle qu'elle soit, n'est cependant jamais sans risques. Les technologies de production avancées doivent donc préalablement à leur utilisation faire l'objet d'une analyse de risque complète afin d'identifier les risques effectivement réduits ou supprimés mais aussi les risques nouveaux, déplacés ou plus difficilement maîtrisables.

Si, par exemple, les exosquelettes sont capables de réduire localement certains efforts musculaires lors de tâches de manutention manuelle bien précises, ils peuvent aussi conduire à l'augmentation des efforts fournis par les muscles antagonistes au mouvement assisté.

S'ils effectuent des tâches pénibles à la place d'opérateurs, les robots collaboratifs, qui ne disposent plus de protections physiques, exposent pour leur part les opérateurs à des risques inhérents à la co-activité homme-robot. Parmi ceux-ci on peut citer les risques mécaniques dus aux chocs ou écrasements par exemple, ainsi que certains risques psychosociaux (RPS) liés par exemple aux contacts répétés ou de l'appréhension de ces contacts même s'ils sont qualifiés de non dangereux, ou encore à l'appauvrissement des tâches ou à l'inverse à une surcharge cognitive du fait du renforcement d'activités de contrôle et un accroissement de la complexité du travail.

Avec la fabrication additive les risques mécaniques inhérents aux procédés classiques de fabrication par enlèvement ou déformation de matière sont remplacés par des risques chimiques du fait des aérosols émis ou des produits de dégradation thermique de la matière de base utilisée.

L'opérateur 4.0 (ou opérateur augmenté)

La notion « d'opérateur 4.0 » fait référence à l'utilisation de technologies qui visent à « augmenter » les capacités de l'homme, notamment ses capacités physiques (via l'utilisation d'un exosquelette ou d'un robot collaboratif par exemple) et ses capacités sensorielles (via le recours à la réalité augmentée par exemple et façon plus large aux **objets connectés**¹²).

Du point de vue de la prévention des risques professionnels, une vigilance particulière, voire un encadrement éthique, sont nécessaires à propos de l'utilisation de ces technologies. La frontière est effet très étroite entre une utilisation qui permet de préserver la santé-sécurité des salariés et celle qui aurait au contraire des effets négatifs car elle viserait en priorité à travailler plus vite, à transporter plus de charges, etc.

¹² <https://www.inrs.fr/actualites/decryptage-INRS-objets-connectes>



Impliquer les salariés au plus tôt

L'introduction d'une nouvelle technologie est un processus qui s'inscrit dans la durée et qui crée de l'instabilité : redéfinition des tâches, des procédures, des rôles de chacun, modification des cœurs de métiers, nouvelles compétences à acquérir, etc. Faute d'anticipation ou d'accompagnement, cette instabilité peut conduire à l'émergence, l'aggravation ou le déplacement de différents risques. Il est donc indispensable d'impliquer au plus tôt les salariés concernés sur la base d'une analyse de leurs activités réelles et des besoins associés.

A ce titre, les techniques de réalité virtuelle ou de réalité augmentée peuvent être utilisées pour impliquer les opérateurs très en amont en testant des choix de conception à l'aide de prototypes virtuels. Ces derniers servent également en formation pour confronter virtuellement les opérateurs à des situations dangereuses. Néanmoins, ces simulations présentent des limites qu'il faut connaître pour éviter de fausses interprétations. En effet, il subsiste toujours des écarts entre une tâche réalisée de manière virtuelle et une tâche réalisée en réel.

Pour en savoir plus :



10 questions sur les robots collaboratifs

Ce guide répond aux principales questions que peut se poser un chef d'entreprise de l'industrie manufacturière tenté par l'acquisition d'un robot collaboratif, afin d'améliorer les conditions de travail de ses salariés tout en augmentant sa compétitivité. Il explique les conséquences de l'utilisation des robots collaboratifs sur la santé et la sécurité des opérateurs ¹³

¹³ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%206386>



Acquisition et intégration d'un exosquelette en entreprise

Ce guide, destiné aux préventeurs, permet à l'entreprise d'appréhender les nombreuses questions posées par l'intégration d'un exosquelette. Il propose une démarche allant de la définition du besoin d'assistance physique jusqu'à son intégration en situation réelle de travail. ¹⁵

¹⁵ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%206315>



L'homme au travail et le robot : une relation à inventer

Les robots se diversifient et investissent de plus en plus de secteurs d'activité ; ils apportent avec eux de nouveaux risques pour la santé et la sécurité de l'opérateur, risques que les entreprises et les acteurs de prévention doivent prendre en compte. ¹⁷

¹⁷ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=VP%201>



Apports et limites des mannequins « virtuels » pour la conception des postes de travail

Cette journée technique INRS avait pour objectif de montrer les atouts et les limites des logiciels de conception des postes de travail utilisant des mannequins numériques. ¹⁹

¹⁹ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=CC%209>

Mis à jour le 03/08/2022



Robots collaboratifs. Identifier les risques pour les prévenir

Vidéo animée destinée à sensibiliser les employeurs et les préventeurs en entreprise aux risques professionnels liés à l'usage des robots collaboratifs comme le risque mécanique, les projections de p... ¹⁴

¹⁴ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=Anim-253>



Acceptation des exosquelettes par les opérateurs : étude exploratoire

Cette étude donne des informations sur la qualité de l'interaction opérateur-exosquelette, identifie des points bloquants ou facilitateurs et permet d'envisager certains facteurs de risque. ¹⁶

¹⁶ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=TF%20264>



Fabrication additive ou impression 3D utilisant les poudres métalliques

La fabrication additive, communément appelée "impression 3D", consiste à obtenir des objets par addition de matière en couches successives. Cette technique comporte des risques spécifiques liés aux produits mis en œuvre ou générés. ¹⁸

¹⁸ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%20144>



Industrie du futur : points de vigilance vis-à-vis de l'application des principes généraux de prévention

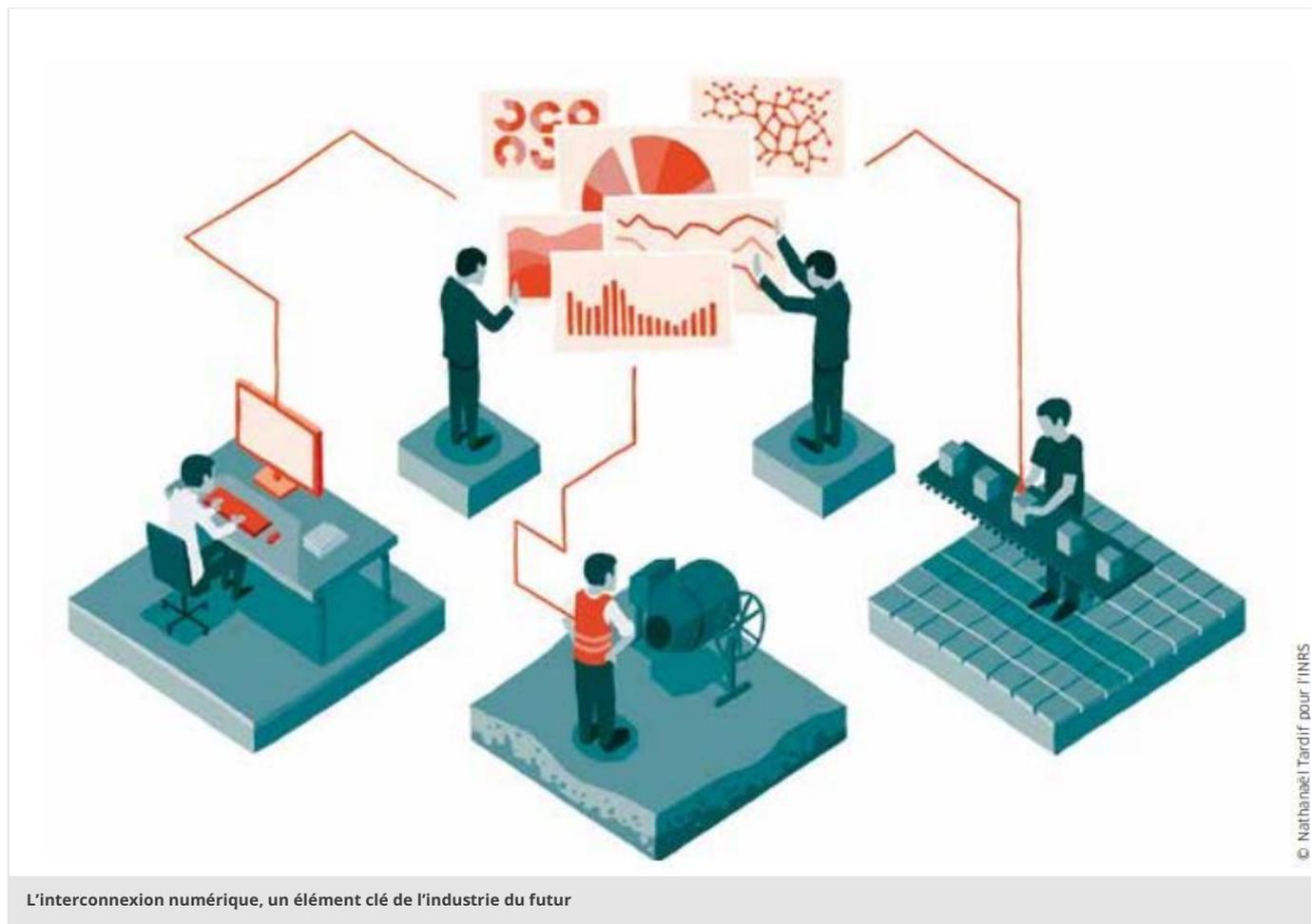
Article (HST / Veille et prospective) : Les grands principes de prévention (PGP) devront également s'appliquer à l'industrie du futur. ²⁰

²⁰ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=VP%2032>

La digitalisation

Penser les usages

Les objets connectés et plus largement l'intégration du numérique dans l'ensemble de la chaîne de production sont au cœur de l'industrie du futur. Ce sont les usages qu'il faut considérer afin qu'ils ne conduisent pas à une dégradation des conditions de travail du fait d'une intensification de l'activité, d'une perte d'autonomie, d'un contrôle accru, etc.



L'essor des systèmes de traitement de l'information, de l'internet des objets (IoT), du big data, du cloud computing ou encore de l'intelligence artificielle (Cf. encadré), permet aujourd'hui une interconnexion de l'ensemble des composantes du process de fabrication (opérateurs, produits et machines). L'objectif de cette transformation digitale des entreprises est de les faire gagner en productivité, en efficacité et en flexibilité.

Les briques de la numérisation

Objets connectés²¹ : Ce sont des objets capables de collecter, voire d'analyser des données et de les échanger entre eux ou avec des bases de données.

²¹ <https://www.inrs.fr/actualites/decryptage-INRS-objets-connectes>

Internet des objets : Ce sont les techniques de connexion des objets, équipements, machines, appareils... déjà connectés entre eux, à un réseau plus large, que ce soit directement (via Wi-Fi ou Bluetooth par exemple), ou grâce à des protocoles de communication qui leur sont propres.

Intelligence artificielle : Techniques visant à imiter certaines aptitudes de l'intelligence humaine comme la mémoire, le raisonnement, la perception, la prise de décision et la résolution de problèmes.

Big data (données massives) : Méthodes et outils numériques (dont certains relèvent de l'intelligence artificielle) utilisés pour la capture, la recherche, le stockage, le partage et le traitement rapide de grandes quantités de données non structurées et hétérogènes.

Cloud computing : Ensemble de processus qui consistent à utiliser la puissance de calcul ou de stockage de serveurs informatiques distants à travers un réseau, généralement Internet.

Cybersécurité²² : Ensemble des méthodes et processus techniques qui permettent d'assurer que les ressources numériques d'une entreprise sont préservées de toute attaque qui les détournerait de leur fonctionnement initialement prévu, ou de réduire les conséquences de ces attaques.

²² <https://www.inrs.fr/media.html?refINRS=NT%2076>

Enjeux pour la prévention

Certains usages des données numériques générées par ces systèmes interconnectés peuvent contribuer à améliorer la prévention des risques professionnels. Il est désormais possible de développer des systèmes intelligents capables de traiter un nombre très important de paramètres sur les procédés de fabrication et les ambiances physiques (bruit, rayonnements, substances chimiques, etc.) afin d'anticiper la survenue de situations dangereuses. De même, ces systèmes interconnectés peuvent faciliter le travail collaboratif entre experts techniques et préventeurs.

D'autres usages, intentionnels ou non, peuvent au contraire entraîner une dégradation des conditions de travail. Par exemple, en permettant les recueils de données sur l'activité des salariés (localisation, nombre de pas, posture, rythme cardiaque, etc.), les objets connectés rendent possible le renforcement du contrôle des salariés sur la base d'indicateurs nécessairement réducteurs par rapport à la réalité du travail. Par ailleurs, dès lors que ces données peuvent être associées à un individu en particulier, il est nécessaire d'être vigilant sur leur utilisation, leur conservation et leur protection.

De même, le report des prises de décision sur des systèmes de plus en plus performants du fait des techniques d'intelligence artificielle peut inciter les salariés à relâcher leur attention en matière de prévention des risques. Ces systèmes intelligents peuvent également être source de risques psychosociaux du fait d'un appauvrissement des tâches, d'une perte d'autonomie et d'expertise, d'une réduction des marges de manœuvre et de l'entraide entre salariés.

De récents travaux de veille et de prospective ont également souligné que le recours à des plates-formes collaboratives à distance basée sur l'intelligence artificielle pour recruter des participants pour un projet peut avoir des conséquences négatives sur les risques professionnels du fait d'une parcellisation des tâches, d'une absence de visibilité sur la finalité du projet, de la difficulté de séparer vie privée et vie professionnelle.

Enfin, l'ouverture des réseaux industriels à Internet nécessite de s'interroger sur la cybersécurité de ces systèmes interconnectés. Défaillances, virus informatique et autres cyberattaques, susceptibles de provoquer des dégâts importants sur les infrastructures voire d'endommager les dispositifs de protection, doivent être pris en compte.

Pour en savoir plus :



Les objets connectés

Qu'il s'agisse de montres, de vêtements ou d'imprimantes, les objets connectés apportent des fonctionnalités susceptibles de transformer notre rapport au travail. Ce Décryptage propose d'éclairer sur ces évolutions. ²³

²³ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%208000>

11/2019 | NT 76



Sécurité des machines : le « risque cyber » comme risque émergent ?

Article HST (note technique) proposant une étude des conséquences possibles pour la santé et la sécurité au travail des risques liés à la « cybersécurité », dans le cadre de la directive européenne « Machines » n° 2006/42/CE. ²⁵

²⁵ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=NT%2076>

ARTICLE DE REVUE 07/2018 | VP 20



Evolution des modes de production et risques professionnels : un état des lieux de la veille en 2017

Article qui présente un état des lieux de la veille en 2017 sur l'évolution des modes de production et des risques professionnels. ²⁷

²⁷ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=VP%2020>

BROCHURE 11/2022 | PV 20



L'intelligence artificielle au service de la santé et de la sécurité au travail - Synthèse

Dans le cadre de son activité de prospective, l'INRS a animé une réflexion collective visant à explorer comment des systèmes mobilisant de l'intelligence artificielle pourraient être utilisés afin d'améliorer la santé et la sécurité au travail à l'horizon 2035. ²⁹

²⁹ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=PV%2020>

Mis à jour le 03/08/2022



TIC et objets connectés : quels enjeux de santé au travail ?

Cet article décrit les possibilités et les enjeux éthiques en termes de santé au travail du développement des TIC et objets connectés. ²⁴

²⁴ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=VP%2015>

ARTICLE DE REVUE 06/2019 | TP 34



Système de protection individuelle intelligent (SPII) : définition, analyse, choix

Après avoir défini le terme SPII, cet article présente des éléments d'analyse permettant de guider les futurs utilisateurs et employeurs dans leur choix lors de l'acquisition de ce type de produit. ²⁶

²⁶ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=TP%2034>

ARTICLE DE REVUE 10/2021 | VP 32



Industrie du futur : points de vigilance vis-à-vis de l'application des principes généraux de prévention

Article (HST / Veille et prospective) : Les grands principes de prévention (PGP) devront également s'appliquer à l'industrie du futur. ²⁸

²⁸ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=VP%2032>

La flexibilité

A production agile, prévention agile

Dans l'industrie du futur, les procédés de production se veulent adaptables rapidement en fonction de la demande. Source de compétitivité, cette flexibilité des procédés implique toutefois de nouvelles formes de coopération et transforme la hiérarchisation du travail.

L'effort d'ajustement en temps réel de la production aux exigences fluctuantes de la demande se traduit par une double flexibilité : celle des procédés et celle des effectifs, en s'appuyant entre autres sur le modèle du **Lean management**³⁰ (cf. encadré). Cela aboutit à de nouvelles formes de coopération, à une décentralisation des activités, à une dé-hiérarchisation de certaines fonctions se traduisant par exemple par la disparition de chefs d'équipe, à une autorégulation des équipes, à une autonomie accrue des opérateurs et à une plus grande implication des salariés aux transformations innovantes.

³⁰ <https://www.inrs.fr/risques/lean-management>

Résultat : les situations de travail deviennent des systèmes plus ouverts, complexes et dynamiques, caractérisées par une grande variabilité et davantage de co-activité entre métiers et statuts d'emploi différents.

Enjeux pour la prévention

Dans ce contexte de changement permanent, la prévention des risques professionnels doit mettre l'accent sur l'anticipation et la planification, en s'efforçant de tenir compte de toutes les sources de variabilités. Ceci, afin d'évaluer l'impact de ces changements à court, moyen et long terme, sur la santé et la sécurité des salariés, en regard de leur parcours professionnel.

A l'instar des phases de **maintenance**³¹, les phases de reconfiguration des systèmes de production sont particulièrement accidentogènes. Cela est notamment lié à la pression temporelle qui peut être exercée et aux interventions parfois réalisées avec des moyens de protection tout ou partiellement désactivés.

³¹ <https://www.inrs.fr/risques/maintenance/ce-qu-il-faut-retenir>

L'ajustement permanent des effectifs aux exigences de la production (**horaires atypiques**³², **intérim**³³, polyvalence, **travail isolé**³⁴, etc.) et le manque d'accompagnement de l'évolution des compétences peuvent être une source d'accidents du travail et de maladies professionnelles. En effet, les opérateurs manquent parfois de temps pour assimiler et mettre en œuvre les mesures de sécurité. Le risque est aussi de voir les rythmes de travail s'intensifier, les opérateurs perdre en autonomie et le collectif de travail se déliter.

³² <https://www.inrs.fr/risques/travail-horaires-atypiques/ce-qu-il-faut-retenir>

³³ <https://www.inrs.fr/demarche/salaries-interimaires/ce-qu-il-faut-retenir>

³⁴ <https://www.inrs.fr/risques/travail-isole/ce-qu-il-faut-retenir>

Accompagner les changements

Une **organisation du travail**³⁵ flexible exige donc un important travail de gestion des ressources humaines afin de :

³⁵ <https://www.inrs.fr/risques/organisation/ce-qu-il-faut-retenir>

- prendre en compte l'état physiologique et psychologique des salariés en fonction des horaires et de l'alternance des temps d'activité et de repos ;
- développer la capacité des salariés à maîtriser une diversité de situations de travail en articulant des phases de stabilité et de changement de la production où il faut à la fois apprendre de nouveaux modes opératoires et désapprendre les anciens.

Dans ce but, la formation des salariés doit permettre d'accompagner ces transformations. Il s'agit notamment de clarifier les rôles des uns et des autres au travers d'un accompagnement dans la durée, tant des managers que des salariés, par des acteurs formés aux projets de changement respectueux des besoins de l'humain et en développant conjointement des actions de prévention.

Le Lean management

Le **Lean management**³⁶ est une démarche inspirée du système de production développé au Japon dans les années 60 et 70 par l'entreprise Toyota pour répondre aux évolutions des marchés en termes de qualité, de coûts, de délais et de flexibilité. Le Lean management propose d'associer les salariés aux modifications de l'organisation et de développer le travail en équipe, l'apprentissage par la polyvalence et la résolution de problèmes et l'autocontrôle de la qualité notamment. Derrière cette appellation « Lean » se trouve en réalité une grande diversité de pratiques d'entreprises avec des résultats contrastés en matière de prévention des risques professionnels.

³⁶ <https://www.inrs.fr/risques/lean-management/ce-qu-il-faut-retenir>

Pour en savoir plus



Optimisez les horaires et les rythmes de travail

Cette fiche-solution montre que définir un planning et un rythme de travail permet d'atténuer les risques liés au travail de nuit / travail posté. ³⁷

³⁷ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%206324>



Nouvelles formes d'emploi et de travail : les comprendre pour les positionner comme enjeu de prévention

Article HST (Décryptage) proposant un panorama des nouvelles formes d'emploi et de travail et sur les opportunités et points de vigilance en prévention des risques. ³⁹

³⁹ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=DC%2024>



Restitution de l'exercice de prospective Plateformisation 2027

A partir de 4 scénarios sont identifiés les enjeux en santé-sécurité de la plateformisation de l'économie. ⁴¹

⁴¹ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=TM%2045>

Mis à jour le 03/08/2022



Lean manufacturing

Cette brochure apporte aux acteurs de la prévention, ainsi qu'aux décideurs, un éclairage sur les questions que pose le lean vis-à-vis des aspects de santé et de sécurité au travail. ³⁸

³⁸ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%206144>



Facteurs de sécurité et d'insécurité pour les salariés intérimaires. Résultats d'une étude comparative dans 4 entreprises utilisatrices de main-d'oeuvre intérimaire

Pour faire face à l'internationalisation des marchés, les entreprises recherchent une flexibilité maximale et mettent en place de nouvelles formes d'organisation du travail (flux tendus notamment). Le recours au travail précaire (contrat à durée déterminée, travail intérimaire...) s'inscrit dans cett... ⁴⁰

⁴⁰ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=ND%202120>



Industrie du futur : points de vigilance vis-à-vis de l'application des principes généraux de prévention

Article (HST / Veille et prospective) : Les grands principes de prévention (PGP) devront également s'appliquer à 'industrie du futur. ⁴²

⁴² <https://www.inrs.fr/media?refINRS=VP%2032>

Industrie du futur : Travaux de l'INRS

L'industrie du futur fait l'objet d'actions de prospectives, de travaux d'études et de recherches à l'INRS pour mieux comprendre l'impact de ces évolutions sur les risques professionnels.

Actions de prospective

Comment vont évoluer les risques professionnels dans les prochaines décennies ? C'est la question que se pose l'INRS à travers ses **travaux de prospective**⁴³ qui visent à explorer les futurs possibles et leurs répercussions sur la santé au travail.

⁴³ <https://www.inrs.fr/inrs/prospective-quel-travail-demain.html>

En lien avec le sujet de l'Industrie du futur, les exercices de prospectives suivants ont été menés

- L'utilisation des robots d'assistance physique à l'horizon 2030.
- Les modes et méthodes de production en 2040 et leurs conséquences pour la santé et sécurité au travail
- Les conséquences en santé et sécurité au travail des évolutions possibles de la plateformes.

Etudes et Recherche

Afin de mieux comprendre les impacts de l'industrie du futur sur la santé-sécurité au travail, un programme d'étude ambitieux a été engagé en 2018 avec en particulier une étude structurée autour de deux thèmes :

- La sécurisation d'îlots flexibles de production intégrant des technologies avancées (ingénierie de conception, simulation et intégration robotiques, ergonomie) afin de proposer des outils et des méthodes de prévention, de définir des recommandations, d'identifier des points de vigilance et de mieux cerner l'impact sur l'activité des opérateurs sans oublier les questions d'acceptabilité du changement des situations de travail ;
- Les enjeux pour la santé et la sécurité au travail de la digitalisation des données et leur mise en réseau selon trois axes : le traitement des données, la cybersécurité et les apports et limites des systèmes individuels intelligents.

D'autres études sur le sujet des exosquelettes, de la fabrication additive, de l'intelligences artificielle, de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée sont également menées.

Pour en savoir plus : <https://www.inrs.fr/inrs/recherche>

En savoir plus

ARTICLE DE REVUE 10/2021 | VP 32



Industrie du futur : points de vigilance vis-à-vis de l'application des principes généraux de prévention

Article (HST / Veille et prospective) : Les grands principes de prévention (PGP) devront également s'appliquer à l'industrie du futur.⁴⁴

⁴⁴ <https://www.inrs.fr/media?refINRS=VP%2032>

Mis à jour le 03/08/2022