

- 13. La révolution numérique est en cours
- 15. Suivre les symptômes, anticiper les pannes
- 16. La technologie au service de l'humain
- 18. Construire l'industrie de demain
- 20. Les nouvelles technologies au banc d'essai
- 22. Les robots de production transforment le travail
- 24. « L'activité réelle au cœur des projets de conception »

# L'industrie du futur

■ Réalisé par Grégory Brasseur  
avec Katia Delaval  
et Céline Ravallec

© Vincent Nguyen pour l'INRS

# La révolution numérique est en cours

*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 que si elle est préparée.*

**L'USINE DU FUTUR** est à nos portes. La transition de l'industrie française vers le modèle de l'usine connectée, dans le sillage du projet « Industrie 4.0 », dont l'Allemagne a donné le coup d'envoi dès 2011, est désormais une réalité. Et pour être porteuse d'espoirs, elle n'en suscite pas moins nombre d'interrogations. Comment les entreprises appréhendent-elles cette 4<sup>e</sup> révolution industrielle ? L'industrie française y trouvera-t-elle un nouveau souffle face à la concurrence internationale ? L'humain est-il menacé par la machine ? Quelle place pour la prévention des risques professionnels dans les mutations en cours ?

En 2015, la création de l'Alliance industrie du futur<sup>1</sup> a marqué le lancement par le gouvernement d'une opération visant à accompagner les entreprises vers une industrie « connectée, optimisée et créative ». Pour Anne-Sophie Alsif, chef de projet à la Fabrique de l'Industrie, laboratoire d'idées travaillant sur la réalité et les perspectives de l'industrie en France et en Europe, « l'industrie du futur

*s'inscrit dans un concept marqué par la volonté d'utiliser les nouvelles technologies – et notamment le numérique – pour augmenter la productivité et coller à la demande du marché en s'adaptant aux besoins du client. Elle se traduit souvent par une montée en gamme des produits et un accroissement des compétences ».*

## Une autre façon de produire

L'ère du numérique et de l'hyperconnexion a introduit un bouleversement des modes de gestion et de production. Des secteurs tels que l'aéronautique, l'automobile ou l'électronique témoignent d'une agilité certaine dans les processus de changement. Les grands groupes industriels, qui ont connu différentes ruptures technologiques, sont également à l'aise. Mais les enjeux sont tout aussi importants pour les petites et moyennes entreprises. « L'Alliance industrie du futur promeut un travail transverse à l'ensemble des filières industrielles visant notamment les

📷 Pour tenir ses promesses, l'industrie du futur devra placer l'homme au centre du projet. Il s'agit ni de laisser les machines imposer les rythmes de travail, ni de créer des usines déshumanisées.



© Patrick Delapierre pour l'INRS

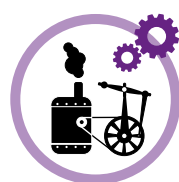
PME », évoque Jean-Marie Danjou, délégué général du Cercle de l'industrie.

Fin 2018, au Grand Palais, à Paris, l'exposition *Usine extraordinaire* avait pour ambition de montrer les multiples facettes de l'industrie du futur. Recréer de l'envie autour d'une industrie française qui peine à recruter. « Nous disposons d'un foisonnement d'outils numériques et de technologies robotiques qui permettent de construire des postes plus attractifs », reprend Jean-Marie Danjou. Plus attractifs certes, mais ne créent-ils pas de nouveaux risques ?

Regardons de plus près trois aspects complémentaires et interdépendants qui structurent l'industrie du futur : la numérisation, l'utilisation de technologies de production avancées et le besoin de flexibilité. L'internet industriel des objets est au cœur de la transformation numérique. « L'objet connecté est la brique de base du Meccano de l'industrie du futur », indique Jacques Marsot, pilote de la thématique Industrie du futur à l'INRS.

>>>

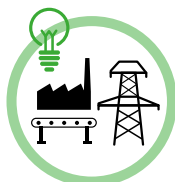
## QUATRE RÉVOLUTIONS



> 1784

### 1<sup>re</sup> révolution industrielle

La production repose sur la machine à vapeur



> 1870

### 2<sup>e</sup> révolution industrielle

Production de masse poussée par l'électricité



> 1969

### 3<sup>e</sup> révolution industrielle

Production automatisée grâce à l'électronique et l'informatique



> 2011

### INDUSTRIE 4.0

Marque l'avènement du numérique. Objets connectés et intelligence artificielle

Aïda Berrada, responsable des opérations pour la startup GreenMe, qui industrialise un boîtier capable de calculer des paramètres relatifs au confort et à la santé, constate, au-delà du secteur tertiaire initialement visé, un engouement croissant de l'industrie. « Nous avons été approchés par l'industrie aéronautique, puis par la verrerie », dit-elle. En matière d'objet connecté, les applications sont vastes: détecteurs d'ambiance, bracelets mesurant l'activité physique des opérateurs, machine connectée capable de déterminer l'usure des composants...

Si des bénéfices sont évidents, certaines conséquences préoccupent. Quelles limites à leur utilisation? Ne risquent-ils pas d'intensifier le travail? Les craintes comme celles d'utilisateurs noyés par un trop-plein d'informations, ou la perte d'autonomie avec l'intelligence artificielle, ou encore l'augmentation du contrôle avec le recueil de données personnelles sont-elles fondées? « Il ne s'agit pas de remettre en cause les objets connectés en tant que tels, mais de bien en considérer les usages, résume Jacques Marsot. Et leur mise en place à des fins de santé et sécurité au travail ne doit pas faire oublier que les démarches de prévention doivent avant tout être collectives et pas

Si l'industrie du futur ne s'accompagne pas forcément de suppressions d'emplois, elle implique inévitablement une transformation des tâches.



## REPÈRES

**> EN FRANCE, on dénombre 600 usines de moins qu'il y a un peu plus de 10 ans. Toutefois, en 2018, plus de 100 000 emplois ont été créés par l'industrie et, depuis deux ans, les créations d'usines en France repartent avec un soldé net de 25 en 2017 et 17 en 2018. Un redémarrage encore timide que l'Alliance industrie du futur veut accélérer par la promotion de la montée en compétences et de la transformation des métiers. Un label national « Vitrites industrie du futur » a été créé en ce sens.**



© Coriolis Composites

uniquement basées sur un suivi individuel. »

La question des usages est à nouveau posée pour les technologies de production avancées: robots collaboratifs, exosquelettes, fabrication additive, réalité augmentée, réalité virtuelle... La plupart permettent de réduire des risques professionnels. « On soustrait l'opérateur aux tâches répétitives, peu valorisantes, en donnant plus de sens au travail... Mais il ne faut pas oublier la nécessité de fonder la démarche d'intégration sur l'évaluation des risques », insiste Jacques Marsot. En outre, ces technologies répondent-elles à un besoin réel? Le biais serait de considérer la maturité technologique comme seul motif d'introduction de nouveaux outils.

## Flexibilité et pression temporelle

Edwige Quillerou et Aurélien Lux, responsables d'études et de recherches à l'INRS, interviennent en entreprise pour élaborer, avec les concepteurs, des outils et méthodes de prise en compte précoce de la santé et la sécurité des utilisateurs. « L'opérateur n'est pas juste l'utilisateur de technologies qui permettent par exemple de réduire la pénibilité physique ou d'améliorer ses capacités, explique Edwige Quillerou. Il doit être impliqué et associé avec d'autres collègues à leur choix sur la base de l'analyse de l'activité quotidienne. » Or dans la course à la compétitivité qui s'est engagée, est-ce toujours le cas? L'inadéquation aux besoins, doublée de l'accélération possible des rythmes de travail, peut être très mal vécue et amener de nouveaux risques.

Dernier point, la flexibilité des systèmes de production implique qu'ils

soient rapidement reconfigurables. Ces phases de reconfiguration, comme celles de maintenance, sont potentiellement accidentogènes du fait de la pression temporelle qui peut être exercée ou d'interventions avec des moyens de protection en mode dégradés. La flexibilité s'accompagne d'une agilité des organisations: nouvelles formes de coopération, décentralisation, déhiérarchisation du travail, autorégulation des équipes avec plus d'autonomie et de responsabilité pour les salariés.

« Flexibilité ne signifie pas improvisation. L'anticipation des aspects relatifs à la santé et la sécurité au travail est nécessaire. La prévention doit être aussi agile que la production », reprend Jacques Marsot. Pour tenir ses promesses, l'industrie du futur devra placer l'homme au centre du projet. Il ne s'agit ni de laisser les machines imposer les rythmes de travail, ni de créer des usines déshumanisées. « Les études montrent que l'industrie du futur ne s'accompagne pas de suppressions d'emploi, mais bien d'une transformations des tâches », rassure Anne-Sophie Alsif.

Pour acquérir les compétences nécessaires et accompagner la transformation des métiers, l'enjeu de formation est majeur. Des écoles d'ingénieurs, comme les Arts et Métiers ou l'Institut Mines-Télécom, proposent déjà des formations aux transformations de l'industrie. Un projet collaboratif innovant, CampusFab, piloté par un consortium d'entreprises, ouvrira d'ailleurs ses portes à la rentrée 2019 à Bondoufle, sur le site de la Faculté des métiers de l'Essonne. Il se positionne comme un accélérateur de talents pour des étudiants et des salariés en formation continue. ■ G. B.

1. [www.industrie-dufutur.org](http://www.industrie-dufutur.org)

## PAROLE D'EXPERT

### JACQUES MARSOT, pilote de la thématique Industrie du futur à l'INRS

« L'industrie du futur implique des transformations à tous les niveaux. Placer l'humain au cœur de ces transformations, c'est l'ambition de l'industrie du futur. Attention toutefois à ce que ça ne se résume pas à fournir au salarié des technologies qui n'auraient pas été développées en concertation avec lui ni en fonction de son travail. L'introduction de nouvelles technologies doit répondre aux besoins réels des opérateurs et faire l'objet d'un accompagnement spécifique. Ensuite, que les salariés soient associés et formés aux nouveaux outils et aux nouvelles organisations de travail, ne dispense pas d'être vigilant quant à l'intention. Se dire que l'on a soulagé l'opérateur en réduisant par exemple des efforts physiques ne doit pas être un prétexte pour en demander plus ou trop. Enfin, chaque technologie présente des risques qui lui sont propres et doivent être évalués. »

# Suivre les symptômes, anticiper les pannes

À Vandœuvre-lès-Nancy, en Meurthe-et-Moselle, l'entreprise Predict développe des technologies numériques et digitales pour la surveillance, le diagnostic, le pronostic et la maintenance à distance des installations industrielles. Son président, Jean-Baptiste Léger, évoque les perspectives que présente l'e-surveillance pour l'industrie 4.0.

**L'entreprise que vous dirigez développe des solutions visant à prévoir les pannes dans le secteur industriel. En quoi cela consiste-t-il ?**

**Jean-Baptiste Léger** ► Predict est spécialisée dans les technologies numériques de maintenance préventive. Nous concevons des logiciels permettant d'anticiper les pannes et de prévoir la durée de vie résiduelle d'une machine ou d'un équipement. Grâce à des capteurs mis en place sur les installations industrielles, nous pouvons réaliser à distance et en temps réel le bilan de santé d'une installation industrielle, prévoir les pannes ou dysfonctionnements éventuels. L'entreprise est née en 1999 de travaux de recherche et de développement européens menés à l'époque avec l'université de Lorraine dans le domaine de la télésurveillance et du télédiagnostic de centrales hydroélectriques. Nos solutions logicielles, en constante évolution, sont installées, configurées et paramétrées chez nos clients, en adaptant les indicateurs de suivi à leurs besoins. Nous les formons, afin qu'ils soient autonomes dans leur utilisation. Depuis 2010, l'activité de développement s'est renforcée autour de la production manufacturière dans les

domaines de l'automobile et de l'aéronautique. Nous avons observé une augmentation de la demande de l'industrie 4.0, qui voit à travers l'e-surveillance des perspectives d'amélioration des performances.

**Quelle est la place de la prévention des risques professionnels dans la demande de ces entreprises ?**

**J.-B. L.** ► La situation est différente suivant les domaines d'application. Dans l'industrie nucléaire ou la défense navale, par nature, la sécurité prime. Dans le secteur manufacturier, la demande première a trait à la rentabilité et à la compétitivité. Outre les gains de production et la réduction du nombre de pannes. Si les entreprises cherchent d'abord à réduire les coûts de maintenance, elles n'en ignorent pas pour autant les bénéfices en termes d'amélioration de la prévention des risques professionnels. Une panne sur un équipement peut générer des situations à risques. La programmation des interventions de maintenance permet également de ne pas s'inscrire dans l'urgence. Et nombreux sont les industriels ayant vécu des accidents du fait d'interventions mal préparées.

**Quelles sont les évolutions ?**

**J.-B. L.** ► La réalité augmentée suscite beaucoup d'intérêt. On perçoit bien les bénéfices pour la sécurité des personnes se trouvant à proximité immédiate d'installations industrielles, comme les agents de rondes. Nous travaillons également sur le « digital twin » ou jumeau numérique. Cette technologie, basée sur le principe de réplique numérique, permet de comprendre comment un système dérive et quels sont les moyens de le détecter et de réagir, avant même de vivre la dégradation. Nous travaillons sur ces aspects dans le domaine de la machine-outil et de la fabrication, notamment pour l'industrie automobile et l'aéronautique. Enfin, il y a une dizaine d'années, pour les raffineries de pétrole, nous avons étudié le *Fault tolerant control* (FTC), à savoir la capacité à détecter un problème de manière précoce et à se mettre en situation pour continuer à produire sans engendrer de risque. Il s'agit d'une solution temporaire, qui n'éradique pas le problème, mais sur laquelle des industries telles que celles de la chimie ou la pétrochimie se penchent aujourd'hui très sérieusement. ■ **Propos recueillis par G. B.**

## PRÉVENIR LES PANNES : QUELS BÉNÉFICES POUR LA SÉCURITÉ ?

Anticiper les dysfonctionnements ou les pannes permet d'éviter les situations de rupture ou de casse qui ont un impact sur l'état de fonctionnement des équipements et génèrent des risques pour les opérateurs. Mais les bénéfices ne concernent pas que la production. « Les interventions de maintenance corrective, qui consistent souvent à faire le pompier pour remettre rapidement en état une installation, sont les plus accidentogènes, explique Jean-Baptiste Léger.

Aujourd'hui, grâce aux technologies numériques, qui donnent accès à des informations sur l'état de santé des installations, les entreprises peuvent faire de la maintenance préventive, avoir un calendrier d'intervention. » Ainsi, les opérations peuvent être réfléchies, programmées et réalisées dans des conditions générant moins de stress.

# La technologie au service de l'humain

*Fabricant de capteurs pour l'automobile implanté dans les Comminges, à une heure de Toulouse, l'usine Continental Powertrain France a trouvé sa voie vers l'industrie 4.0 en mettant l'innovation au service des opérateurs. Un exemple de réconciliation de l'homme et de la machine, qui a permis un regain de croissance dans un environnement fortement concurrentiel.*

Partout dans l'usine, les véhicules à guidage automatique (AGV) transportent des charges lourdes, s'arrêtant à la détection du moindre obstacle.

**PRODUIRE MIEUX** et plus vite, dans un environnement instable où il faut continuellement prouver son agilité tant dans la prise de décisions que dans le développement technologique... À Boussens, en Haute-Garonne, l'usine Continental Powertrain France, qui emploie

350 personnes, a vécu depuis 2015 d'importants travaux de modernisation: extension des surfaces de production et création de 4 000 m<sup>2</sup> de locaux destinés à la logistique. Une transformation pour laquelle le 4.0 a été mis au service des opérationnels. « *Pour sauver l'industrie française, c'est une nécessité* », affirme Michel Bouguennec, le directeur du site, convaincu que la technologie doit avant toute chose protéger l'humain.

L'entreprise est spécialisée dans la production de capteurs de contrôle moteur. Ses produits permettent notamment d'optimiser les performances énergétiques du véhicule: diminution de la consommation de carburant, réduction de gaz d'échappement... Grâce aux nouvelles technologies, l'usine a accueilli des lignes de fabrication de cartes électroniques pour l'alimentation en carburant, un transfert d'activités précédemment basées en République tchèque. Elle est montée en compétences et en expertise d'industrialisation de produits à forte valeur ajoutée. Chaque jour, 100 000 pièces, soit plus d'une centaine de références, sont fabriquées à Boussens, sur les 30 lignes d'as-

semblage. Ce sont d'abord les sous-ensembles qui sont constitués, puis assemblés entre eux (soudure laser, électrique, sertissage à chaud, vissage...) avant d'être rendus étanches. Ces produits, simples d'apparence, sont complexes à fabriquer. Ils sont testés à plusieurs niveaux pour obtenir une qualité exemplaire: moins de deux pièces défectueuses par million de pièces livrées.

## Éviter l'innovation pour l'innovation

Au-delà des questions de compétitivité et d'innovation, l'usine de Boussens a articulé son programme de modernisation autour de l'amélioration des conditions de travail, en instaurant un fonctionnement en équipes autonomes aux compétences élargies, sans structure hiérarchique intermédiaire. Les fonctions satellites – y compris celles liées à l'innovation – ont toutes pour mission de les aider.

« *Nous avons voulu éviter un déploiement "technopush", qui pousse l'innovation pour l'innovation au risque de ne pas répondre au besoin, de générer des frustrations, et de mettre à disposition*



© Vincent Nguyen pour l'INRS

## UNE MÉTHODE RÉCOMPENSÉE

En 2016 et 2017, le site de Boussens s'est vu attribuer par le groupe Continental le « lean check award » pour la meilleure conception de ligne au niveau mondial et la meilleure intégration de robots collaboratifs et d'AGV en production. Les réalisations ont été prises comme modèle pour le groupe dans ses autres usines. En 2017, toujours au niveau de Continental, l'usine est à nouveau récompensée et nommée usine de l'année en termes d'innovation. C'est la mise en place des nouvelles

technologies (systèmes de gestion de la maintenance, robots collaboratifs, véhicules à guidage automatique) qui est notamment saluée. Enfin, le prix de meilleure usine de France lui est décerné en 2018 par la revue *L'Usine nouvelle*. Cette récompense pour l'innovation au service de la productivité met l'accent sur l'introduction en mode participatif de technologies de l'industrie 4.0 et leur acceptation par les collaborateurs.



© Vincent Nguyen pour l'INRS

des outils qui, au final, ne sont pas utilisés », explique Michel Bouguennec. L'usine en avait d'ailleurs fait l'expérience il y a quelques années, en se lançant un peu rapidement dans la mise à disposition de lunettes connectées sur un poste. Avant de réaliser que leur utilisation n'était pas compatible avec son ergonomie. « L'établissement a compris que la prise en compte de la façon dont travaille le personnel est essentielle et est entré dans le déploiement technologique par une démarche participative », témoigne Kristelle Blanc, contrôleur de sécurité à la Carsat Midi-Pyrénées.

L'approche choisie est le *social pull*, qui consiste en l'analyse du problème avec les opérateurs pour orienter les choix d'innovation. Les plus emblématiques ont été le déploiement d'une quarantaine de robots collaboratifs sur les îlots de production et de plusieurs véhicules à guidage automatique (AGV). Lors de la conception des lignes, les utilisateurs ont donné leur avis sur des maquettes en carton à l'échelle 1. En parallèle, un centre de formation dédié à l'amélioration continue des compé-

**L'introduction des robots en production a été choisie pour remplir les tâches les plus fatigantes, sans valeur ajoutée. Le feu vert n'est donné à l'innovation que si elle constitue une aide aux opérationnels.**

tences des équipiers autonomes a été créé.

Des moyens ont été mis en place pour la maintenance et la fiabilité des équipements : monstres connectés pour le contrôle à distance, tablettes pour l'accès aux données, imprimante 3D pour la fabrication réactive de pièces détachées... Un centre technique d'intervention de maintenance centralise les demandes d'intervention, qui sont mieux régulées et jamais gérées dans la précipitation.

### Des responsabilités nouvelles

« Les robots sont utilisés pour le chargement et le déchargement des machines afin de réduire les gestes répétitifs et le risque de troubles musculosquelettiques », précise Isabelle Quideau, chargée sécurité environnement. Sur un même îlot de production, il peut y en avoir jusqu'à sept. Des barrières immatérielles suffisent à marquer la séparation des territoires. « Avant, les opérateurs tournaient en rond pour faire ces tâches. Désormais ils ne font plus de pas inutiles. Le pilotage des cobots est intéressant. Les gens sont fiers des

responsabilités qui leur sont confiées », indique Sabrina Grand, formatrice sur ligne, chargée de suivre la mise en place des équipements et de répondre aux interrogations qui se posent au quotidien pour améliorer le dispositif.

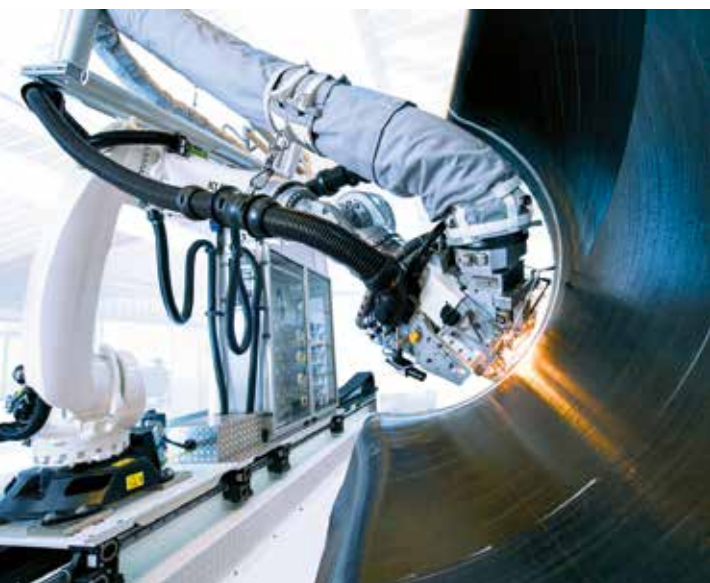
« On a donné des noms aux premiers cobots. Ça les humanise. Tout a été fait en concertation. La collaboration permanente entre la production et les fonctions support fait que chaque solution est spécifique, déclare Aurore Dumet, animateur d'équipe autonome. Sur ce poste, il fallait déplacer des bacs de 15 kg toute la journée. C'est désormais le cobot qui le fait. En termes de fatigue, on voit la différence. Et il n'y a pas eu de suppression de personnel. C'était ce qui nous faisait le plus peur. » Partout dans l'usine, les AGV transportent des charges lourdes, s'arrêtant à la détection du moindre obstacle. Très vite, leur présence a été intégrée. Ils seront également utilisés dans le nouvel entrepôt logistique, dont la surface a été triplée.

Devenu l'un des sites de référence dans l'utilisation des nouvelles technologies pour le groupe Continental, « l'usine de Boussens a pris le chemin du 4.0 au bon moment, estime le directeur du site. Grâce aux robots collaboratifs, nous avons créé de l'emploi et ouvert de nouvelles lignes dans un contexte concurrentiel qui n'était pas favorable. » Sa principale fierté est d'avoir fait entrer l'établissement dans le cercle vertueux de l'amélioration continue, indispensable au déploiement des innovations et à la pérennité de leur utilisation. Des avancées technologiques qui participent aussi à l'amélioration des conditions de travail. ■ G. B.

## SE DÉTOURNER DE L'AUTOMATISATION TOTALE

L'intégration progressive des robots collaboratifs pour mettre en œuvre des concepts de fabrication de pointe sur le site de Boussens et l'adhésion rencontrée auprès des équipiers autonomes ont amené Continental Powertrain à préférer cette voie à celle du « tout-automatique ». Sur les nouvelles lignes, l'accent est mis sur la cohabitation au sein d'un même environnement des hommes et des cobots. L'implication des opérationnels à toutes les étapes de développement

et de mise en place fait qu'elle est désormais vécue comme parfaitement naturelle. En outre, l'automatisation totale aurait eu des coûts de maintenance nettement plus élevés. Elle aurait nécessité une plus grande surface au sol (notamment pour sécuriser les accès autour des robots) et n'aurait pas généré la même motivation ni la même implication de la part des salariés. À Boussens, la modernisation n'a jamais été synonyme de destruction d'emplois, mais plutôt de valorisation des savoir-faire.



© Coriolis Composites



© Coriolis Composites

# Construire l'industrie de demain

*Concepteur de machines pour l'usine du futur, l'entreprise Coriolis Composites, basée dans le Morbihan, a séduit les plus grands noms de l'industrie aéronautique avec sa technologie de placement robotisé de fibres. En lien étroit avec ses clients, elle travaille sur l'anticipation des risques liés à la mise en œuvre des équipements qu'elle développe.*

**L'AVENTURE COMMENCE** à la fin des années 1990. Trois élèves ingénieurs passionnés de voile imaginent une solution technique pour robotiser l'assemblage de coques de bateau en composites. En 2001, ils créent la start-up bretonne Coriolis Composites. Implantée à Quéven, dans le Morbihan, elle prendra son véritable envol quelques années plus tard, grâce à une commande d'Airbus, qui veut une machine sur mesure pour fabriquer son A350, tout en composites. Aujourd'hui, la PME industrielle emploie 177 salariés et travaille à 95 % pour l'industrie aéronautique.

« Nous développons et commercialisons des cellules robotisées pour le drapage de matériaux composites. Nous fournissons les logiciels permettant de piloter la machine et avons développé un service d'ingénierie », explique Yvan Hardy, directeur technique et l'un des fondateurs de l'entreprise. Chaque projet répond à un cahier des charges ultra-précis. « L'intégration chez le client nécessite plusieurs mois. Elle permet la transmission des savoir-faire et une montée en compétences sur l'utilisation des machines », précise Ronan Mony, responsable des

achats. Mais c'est bien en amont que les problématiques d'implantation sont envisagées.

## Anticiper les risques

En tant que concepteur d'équipements de travail, Coriolis Composites doit respecter des exigences de santé et de sécurité de la directive dite « Machines » 2006/42/CE. La sécurisation de la machine, du local opérateur ou du local technique est au cœur des préoccupations. « Il nous faut connaître les contraintes de mise en œuvre chez le client. L'anticipation des risques fait partie du

## DES SOLUTIONS POUR L'INDUSTRIE DU FUTUR

Coriolis Group comprend deux entités. L'entreprise Coriolis Composites propose des têtes de placement de fibres de carbone adaptées sur des robots industriels. Elle dispose d'un pôle de recherche et développement qui élabore des solutions prêtes à l'emploi, adaptables et en évolution permanente pour répondre aux besoins de l'industrie. En 2018, Coriolis Group a racheté l'entreprise MF Tech, basée à Argentan dans l'Orne, et spécialisée dans l'enroulement filamentaire robotisé pour la fabrication

des tubes, pièces mécaniques ou réservoirs en matériaux composites pour l'automobile, l'aéronautique, l'aérospatial, la défense ou encore le nucléaire. Un pas de plus franchi pour positionner la PME bretonne parmi les leaders mondiaux de la robotique industrielle et la fabrication de pièces en matériaux composites. Le groupe a déjà installé plus de 140 machines dans le monde. Il est présent à travers des filiales dans plusieurs pays : USA, Canada, Royaume-Uni, Allemagne, Chine.

métier », atteste Christelle Jaspard, responsable qualité, hygiène, sécurité, environnement.

La nature des applications, à la pointe du développement technologique, nécessite une coréflexion permanente avec le commanditaire. Au stade de l'étude, une analyse fonctionnelle est menée. Les contrôles d'accès, les flux, les distances de sécurité, l'activité autour de la cellule robotisée sont définis.

« *Suivant les matières mises en œuvre, le bras du robot déroule des bandes de composite chauffées par infrarouge (à 90 °C) ou au laser (autour de 400 °C) », explique Philippe Le Priol, responsable des chargés d'affaires.*

Dans le premier cas, une zone grillagée est prévue et un panneau avec vitrage spécifique pour l'opérateur qui observe. Le second nécessite une cellule fermée avec panneaux double paroi résistant au tir laser, l'étanchéité à la lumière et des vitrages certifiés sécurité laser pour l'accès visuel au process. « *Le client peut avoir des exigences de sécurisation supplémentaires, poursuit Philippe Le Priol, comme l'ajout de scrutateurs pour renforcer le contrôle des accès.* »

Au cours du drapage, aucun opérateur n'accède à la zone de travail du robot. Toutefois, lors de la mise en route d'un programme de production, un accès à proximité de la tête de drapage est nécessaire pour valider le mouvement de la machine. Pour cela, un mode de travail en vitesse lente (sans dépose de fibre) est prévu. Ce qui n'empêche pas Coriolis Composites d'étudier le développement d'un outil qui permettrait d'éviter cette phase et de lancer le drapage directement depuis un poste déporté.



© Coriolis Composites

Des réflexions sont également menées – en lien avec le client – sur l'alimentation des machines en bobines de fibres de carbone, dont certaines pèsent jusqu'à 15 kg. Des manipulateurs peuvent ainsi être intégrés à la cellule afin de réduire la pénibilité et les temps de chargement. Enfin, les situations de maintenance sont envisagées. Les équipes de recherche et développement pensent notamment à faciliter le déplacement et la dépose de la tête de drapage. Les opérateurs de maintenance utilisent un pupitre portable, équipé d'un bouton d'arrêt d'urgence, et d'un dispositif « homme mort », pour tout accès à proximité du robot.

### S'accorder avec le client

Autre axe de travail: la prévention du risque chimique. En effet, la technologie nécessite de chauffer des matières dont la nature est imposée par le client. « *En 2016, à la demande du service de santé au travail, pour répondre aux interrogations de l'entreprise sur la problématique de dégradation de matière lors de la chauffe au laser, nous avons fait intervenir le laboratoire interrégional de chimie de l'Ouest, évoque Jean-François Lannurien, ingénieur-conseil à la Carsat Bretagne. L'objectif: faire le lien entre le procédé et l'émission*

Les opérateurs de maintenance utilisent un pupitre portable lors des interventions à proximité du robot.



## REPÈRES

> **CORIOLIS COMPOSITES** a mis au point plusieurs générations de machines qui équipent Airbus, Safran, Dassault, Bombardier, Comac et d'autres. Des applications pour l'industrie automobile ou l'éolien sont envisagées.

de polluants et caractériser l'exposition des salariés aux produits de dégradation. »

Des recommandations ont été formulées: nécessité d'agir en amont sur la matière et le procédé (définition par exemple de températures à ne pas dépasser), recherche de dispositifs de captage des polluants au plus près de la source sans compromettre l'efficacité du process – ce qui n'est pas chose simple –, mise en place d'une ventilation générale mécanique de l'atelier et de la salle de pilotage pour assurer un renouvellement d'air. « *Une intervention du centre interrégional de mesures physiques de l'Ouest a ensuite permis d'apporter un conseil technique sur la mise en œuvre de captage localisé et de la ventilation générale », poursuit Jean-François Lannurien.*

« *Les recommandations sont transmises au client, précise Violaine Pélicart, chargée santé, sécurité, environnement. Les analyses menées nous sont très utiles, notamment pour définir les mesures organisationnelles à mettre en place, comme le temps d'attente avant l'entrée de l'opérateur dans la cellule après le drapage. Nous nous nourrissons également des retours d'expériences clients. Tout le monde gagne à améliorer sa connaissance de l'environnement et de l'utilisation des machines.* »

Car l'intégration de la prévention dès la conception ne dispense jamais l'utilisateur de ses obligations qui sont de faire en sorte que les machines restent sûres tout au long de leur cycle de vie. D'autant que le client peut faire évoluer ses matières ou l'environnement de travail. À lui, dès lors, de réaliser son évaluation des risques pour continuer à écrire l'histoire. ■ G. B.

## CONSTRUIRE ENSEMBLE

Le développement d'une machine est un projet de près de deux ans. En 2014, la technologie développée a permis à Coriolis Composites d'entrer dans un programme de fabrication du fuselage du dernier Airbus. L'entreprise a pris des marchés pour la fabrication de pièces qui, au départ, n'étaient pas destinées à être en composites, comme les encadrements de portes d'avion par exemple, qui se faisaient en titane. Les potentiels de développement sont

illimités et nécessitent d'aborder chaque situation comme un projet unique, en intégrant les contraintes liées à l'activité de l'entreprise utilisatrice. Une grande flexibilité est nécessaire, y compris pour appréhender la prévention des risques professionnels, en maintenant le lien entre concepteur et futur utilisateur et en capitalisant sur les retours d'expériences.



# Les nouvelles technologies au banc d'essai

À Sochaux, le site historique du groupe PSA se transforme en usine du futur. Une mutation progressive chez le constructeur de voitures, qui fait la part belle à l'ergonomie et permet aux salariés de tester les nouvelles technologies.

**AVEC SES 55 BÂTIMENTS** répartis sur 210 ha, ses 30 km de routes et sa ligne de chemin de fer permettant d'acheminer les véhicules fabriqués sur place, le site du groupe PSA de Sochaux est presque une ville à part entière. Grâce au travail de 10 000 hommes et femmes, dont les trois quarts en lien direct avec la production, 500 000 véhicules sont sortis de l'usine du Doubs en 2018. 75 % étaient destinés à l'exportation. Né en 1912, ce site historique de la marque Peugeot doit répondre aux enjeux automobiles de demain. Notamment avoir une production plus flexible, s'adaptant à la demande des clients.

Le projet « Sochaux 2022 » visant à moderniser le site germe en 2015. Depuis 2017, des groupes de travail ont été créés pour analyser les besoins. Les technologies numériques sont soit déjà intégrées, soit en cours d'expérimentation sur le site sochalien. Quel que soit le nouvel outil, il est d'abord testé par un petit nombre d'opérateurs. Réalisé progressivement, tout déploiement d'un nouvel outil fait au préalable l'objet d'une formation des salariés concernés et du personnel en charge de la réparation et de la maintenance.



© Patrick Delapierre pour l'INRS

L'usine du futur qui se dessine aujourd'hui est loin du cliché du tout-robotisé prenant la place des humains. Sa conception est même l'occasion d'intégrer davantage d'ergonomie sur les lignes de production et d'améliorer les conditions de travail des opérateurs. « Penser à la prévention des

La nouvelle presse d'emboutissage devrait être en fonction avant l'été. Outre ses dimensions remarquables, elle a été conçue en intégrant la sécurité des opérations de maintenance.

troubles musculosquelettiques (TMS) dès la conception des lignes est primordial. Des améliorations ergonomiques sont possibles par la suite – grâce à un travail pluridisciplinaire et avec l'écoute des opérateurs – mais elles sont souvent plus difficiles à mettre en œuvre », avertit Benoît Bolland, contrôleur

## UN EMBOUTISSAGE PLUS EFFICACE

Centenaire, le site de Sochaux a grandi progressivement. La production ne s'arrêtant quasiment jamais, l'organisation des différents bâtiments entre eux n'est cependant plus optimale. Par exemple, l'emboutissage se fait actuellement dans deux ateliers éloignés des trois autres bâtiments où a lieu l'étape suivante, le ferrage. Les pièces doivent ainsi être livrées par camions entre ces ateliers. Le projet « Sochaux 2022 »

a introduit davantage de rationalité. Le nouveau bâtiment construit pour abriter cette première étape de production a été accolé aux bâtiments de ferrage. Un gain en efficacité qui permet aussi de limiter la circulation des poids lourds et les manutentions.

de sécurité à la Carsat Bourgogne-Franche-Comté.

## De forts apports technologiques

Robots collaboratifs, lunettes de réalité augmentée, AGV (véhicules à guidage automatique) nouvelle génération... Ces nouvelles technologies se retrouvent lors des différentes étapes de fabrication des véhicules. Tout débute par l'emboutissage, où des presses transforment la tôle en pièces. Ces dernières sont assemblées entre elles lors du ferrage pour former des armatures et recevoir ensuite des portes et un capot. La future voiture est ensuite envoyée aux ateliers de peinture, avant de poursuivre sa course dans les ateliers de montage, la plus grande entité du site, où travaillent 2500 personnes. Le véhicule y reçoit son architecture électrique, son poste de conduite, son pare-brise et ses vitres, puis ses organes mécaniques, ses sièges et ses roues. Après avoir été transporté sur des kilomètres de convoyeurs, dont une partie est située dans des tunnels aériens reliant les bâtiments entre eux, le véhicule finit par le contrôle qualité et un test sur piste.

La pièce la plus visible de cette usine du futur se situe au début du process : une nouvelle presse d'emboutissage de 12 m de haut et occupant une surface de 2500 m<sup>2</sup>, ancrée dans le sol à 6 m de profondeur. Son montage est presque terminé et les premiers tests de production sont prévus pour le début de l'été. « Cette presse est unique au monde : elle est capable de fabriquer en moyenne 4,2 pièces par coup, en utilisant de l'acier ou de l'aluminium, et elle peut intégrer diffé-

rents outils, détaille le chef de projet Julien Rémy. Et elle fait cela plus rapidement que les presses actuelles. » En façonnant d'avantage de pièces à chaque coup, les chutes de matières renvoyées au fournisseur pour être refondues seront diminuées.

La sécurité des opérations de maintenance fait partie intégrante de la conception de la machine. Les escaliers d'accès et les plates-formes d'intervention sur deux étages sont sécurisés par des garde-corps pour prévenir le risque de chutes. Dans le même esprit, l'arrêt est automatisé à l'ouverture des portes d'accès à ses éléments de fonctionnement, afin d'éviter le risque machine.

📷 Sur la ligne de montage de l'aile de la gamme 3008, le robot a été intégré au gabarit il y a deux ans aux côtés des autres outils.



© Patrick Delapierre pour l'INRS

Pour accueillir le colosse, un nouveau bâtiment de 6500 m<sup>2</sup> et de 20 m de haut a été construit. Ce sera également le lieu de travail d'une cinquantaine de salariés : afin d'y limiter les nuisances sonores, les murs et le plafond ont été conçus en bardage perforé. Ces précautions s'ajoutent à l'en-

coffrement des moteurs de la presse d'emboutissage.

## Moins de tâches pénibles

D'autres technologies numériques participent aussi à la prévention des risques professionnels. Sur le site, une dizaine de robots collaboratifs apportent ainsi leur pierre à l'édifice de l'usine 4.0 en effectuant des tâches pénibles. Et, après leur période d'essai, ils sont généralement réclamés par les opérateurs. C'est le cas par exemple au poste de montage de l'aile avant de la ligne de la gamme 3008 : comme les autres outils, le robot a été intégré au gabarit il y a deux ans.

« Avant, l'un des opérateurs devait visser sous la caisse, explique Alexandre Le Helloco, un conducteur d'installation. Cette opération est désormais réalisée par un robot collaboratif pendant que deux opérateurs visent l'aile sur les côtés. Nous avons donc beaucoup gagné en ergonomie sur cette ligne. » La trentaine d'opérateurs concernés par cet aménagement ont suivi une formation de quelques jours dispensée par l'installateur.

Au ferrage, des lunettes de réalité augmentée sont testées actuellement sur plusieurs sites dont celui de Sochaux. Il s'agit de vérifier, sur quelques véhicules d'une série, que les 3500 points de soudeure ont été correctement réalisés par les robots. Les lunettes permettent aux salariés de vérifier l'adéquation de ces points avec leur position théorique, marquée par un point lumineux sur l'écran de la lunette. D'autres technologies pourront dans les années à venir également trouver leur place sur ce site. ■ K. D.



© Patrick Delapierre pour l'INRS

## UNE NOUVELLE GÉNÉRATION DE VÉHICULES À GUIDAGE AUTOMATIQUE

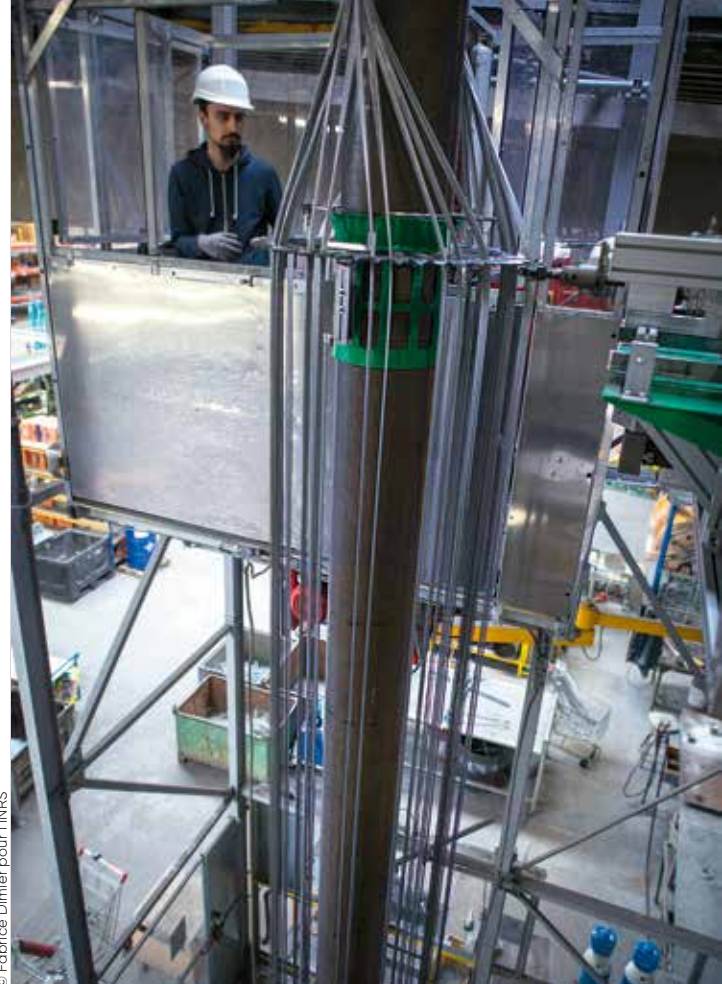
Les véhicules à guidage automatique (AGV pour *Automatic Guided Vehicle*) existent depuis vingt ans sur le site. Contrairement aux anciens modèles fonctionnant sur rails, les nouvelles générations sont plus flexibles. Ils peuvent désormais suivre un chemin balisé par une bande magnétique adhésive, facilement modifiable pour s'adapter aux besoins de la production. Ces nouveaux engins autonomes ont fait leur apparition en 2013 sur le site de Sochaux. « Son scrutateur laser détecte la présence d'obstacles sur son chemin et permet son arrêt immédiat, afin d'éviter tout risque de collision avec un salarié », indique Matthieu Bac.

# Les robots de production transforment le travail

*Transformer son activité peut être une question de survie pour certaines entreprises. Confrontée à des problématiques de renouvellement de ses effectifs, la PME Gattegno s'est lancée dès 2006 dans une politique de robotisation de son activité visant à améliorer les conditions de travail de ses salariés.*

**UN TINTEMENT PERMANENT**, similaire à celui de clochettes, emplit l'ambiance sonore de tout l'atelier de Gattegno. Il s'agit des chocs ininterrompus des poids métalliques manipulés au cours de l'opération manuelle de tressage de câbles métalliques. Deux postes fonctionnent encore ainsi manuellement. Cette PME de 25 salariés, basée à Saint-Ouen-l'Aumône, dans le Val-d'Oise, et appartenant au groupe RG Cube, est spécialisée dans la fabrication de tire-câbles métalliques : tracteurs, porteurs, connecteurs. Ses clients sont principalement présents dans les secteurs des travaux publics, de l'énergie, de l'éclairage public, de l'offshore ou de la fibre optique. En face des postes manuels, un peu plus loin dans l'atelier, des

cages grillagées abritent des tresseuses, à 8, 12 ou 16 fuseaux, qui effectuent la même opération, mais cette fois de façon semi-automatisée. Une autre machine destinée aux produits de pose de pipeline en haute mer, aux dimensions hors normes – 11,50 m de haut et 24 fuseaux pour réaliser des chaussettes d'un diamètre variant entre 140 mm et 450 mm – nécessitant un élévateur de personnes pour suivre l'opération sur les trois niveaux, domine l'atelier. Les pièces qu'elle fabrique peuvent contenir jusqu'à 3000 m de câbles. Enfin, dans un angle, un robot de tressage dernière génération encore en phase de développement, inspiré de la précédente, est lancé pour une opération similaire.



© Fabrice Dimier pour l'INRS

La fabrication des plus gros câbles tressés est réalisée sur une machine semi-automatique qui nécessite un élévateur de personnes pour le suivi des opérations.

À tous ces postes, des chaussettes de tirage en acier, inox, polyamide ou autre textile haute performance (type HMPE), prennent forme sur des mandrins verticaux. « Comme on conserve tout, on pourrait faire un musée de l'évolution des machines dans notre métier », sourit Rémi Godet, président de l'entreprise. Car cette activité historiquement manuelle fait l'objet d'une évolution de fond depuis une douzaine d'années, avec l'arrivée de la robotisation. « Nous atteignons les premiers départs à la retraite d'une génération de tresseurs, poursuit-il. Or nous constatons que les nouvelles recrues sont rapidement abîmées physiquement sur les postes manuels qui, on ne peut le nier, sont des postes très sollicitants. »



© Fabrice Dimier pour l'INRS

## PHILIPPE GRENIER, ingénieur de développement et professeur en BTS CRSA, consultant machines chez Gattegno

« Chaque année, les élèves en BTS conception réalisation de systèmes automatiques du lycée Jean-Perrin de Saint-Ouen-l'Aumône réalisent des projets d'automatisation-robotisation avec des entreprises du bassin local. Nous avons ainsi mené cinq projets avec Gattegno depuis douze ans. On constate que tous les process de robotisation mis en place aujourd'hui visent des objectifs d'amélioration des conditions de travail et portent moins sur la rentabilité. Avant, les entreprises cherchaient à automatiser pour améliorer la productivité, augmenter les rendements, mais aujourd'hui, les problématiques de la grande majorité des entreprises portent sur une réduction de la pénibilité des postes. »

C'est face à cette situation que l'entreprise a commencé à s'orienter vers l'automatisation de son cœur de métier. Sans ce virage majeur, le risque de voir l'activité disparaître était bel et bien présent. En 2005, les premières réflexions se lancent sur le sujet. En découle en 2006 un partenariat avec le lycée technique Jean-Perrin, également à Saint-Ouen-l'Aumône, pour mener un projet de R&D de robotisation du poste de tirage et de coupe des câbles. Ce premier partenariat avec le lycée s'avérant fructueux, une série de nouveaux projets va se concrétiser au fil des années. Une ligatureuse automatique voit le jour en 2010. « Cette machine a vraiment réduit la pénibilité du poste, témoigne Armel Masson, un opérateur depuis 37 ans dans l'entreprise. Avant ça, je passais mes soirées sur le canapé à récupérer de ma journée. Ça a été un vrai soulagement physiquement. Et la prise en main de la machine s'est faite facilement. »

## Réduire la pénibilité des postes

Dans la foulée de ces premières expériences, l'entreprise s'est lancée dans la robotisation du tressage métallique. Ce projet, mené en interne, a fait l'objet d'un accompagnement par la CCI d'Île-de-France qui a mis un robot à la disposition de l'entreprise pendant trois mois et apporté une subvention de 8000 €. « Le développement de robots de production nécessite des investissements considérables en temps et en argent. Ça n'a rien à voir avec des robots collaboratifs qui le plus souvent transfèrent une pièce d'un point à un autre, souligne Rémi Godet. Ici, les robots reproduisent



© Fabrice Dimier pour l'INRS

Le robot de production a été imaginé pour reproduire les gestes humains et réaliser des tâches particulièrement pénibles quand elles sont effectuées manuellement.

fidèlement les gestes de l'homme à la fabrication. Ça n'est jamais simple, ça nécessite de longues phases de tests. Nous sommes d'autant plus fiers d'avoir réussi le pari, car nous sommes partis d'une feuille blanche ! »

Ce robot, encore en cours de finalisation, réalise déjà ses premières pièces. « Dans de tels projets, il

« Notre fierté est que la robotisation n'a jamais supprimé d'emploi. »

faut non seulement prendre en compte le robot proprement dit, mais également tout son environnement, prévoir les automatismes, les opérations de maintenance, un espace suffisant, estime Philippe Grenier, professeur au lycée partenaire Jean-Perrin. Et surtout ne laisser aucune liberté à

la matière, sinon ce serait inévitablement source d'incidents. Sur ce robot, il reste des ajustements à faire, mais on sait que le principe même du process est bon. » Loïc Mézier, un roboticien, a été embauché au terme de sa formation en alternance en robotique pour assurer la maintenance et le développement de cette machine, et plus largement du parc.

« Notre fierté est que la robotisation n'a jamais supprimé d'emploi, nous avons toujours visé à réduire la pénibilité avant tout, affirme Laurence Ambrosetti, directrice administrative et financière. Ça a permis de maintenir la présence humaine à chaque étape de la fabrication tout en développant la polyvalence. La robotisation n'apporte d'ailleurs pas particulièrement de gain en temps par rapport au tressage manuel, car le temps de préparation aux postes reste important, mais le gain en matière de contraintes gestuelles est incontestable. » Chaque opérateur a été formé à plusieurs compétences de l'entreprise (tireur, tresseur, brasseur, qualité...) pour élargir son champ d'action et varier les tâches.

Les investissements sur ces différents projets représentent pour l'entreprise un coût cumulé de près de 1,5 million d'euros, « financés majoritairement par autofinancement », précise Laurence Ambrosetti. L'expérience acquise est désormais mise à profit pour d'autres projets au sein des deux autres entreprises du groupe. Une élingueuse robotisée, développée durant l'année scolaire 2017-2018, est ainsi en cours de développement pour réaliser des élingues pour l'entreprise sœur Godet. ■ C. R.



© Fabrice Dimier pour l'INRS

## D'AUTRES ACTIONS DE PRÉVENTION

Si les projets de robotisation chez Gattegno visent à réduire les tâches les plus pénibles, d'autres actions de prévention ont été menées au sein de l'entreprise pour améliorer les conditions de travail : palan pour déplacer les bobines de câbles, alors que par le passé elles étaient portées à deux personnes ; zones de circulation clairement identifiées dans l'atelier ; consignes pour ne jamais travailler les mains au-dessus des épaules, etc. L'entreprise a fait l'objet de trois plans de prévention avec la Cramif (création de machines spécifiques, manipulation de poids, captage des fumées).

# « L'activité réelle au cœur des projets de conception »

Safran déploie une démarche ambitieuse d'introduction de l'ergonomie dans les projets de conception industrielle en lien avec l'usine du futur. Rencontre avec Jean-François Thibault, responsable du programme ergonomie à la direction développement durable du groupe, et Laurent Guisot, ingénieur ergonomiste rattaché au site de Seine-et-Marne.

**Travail & Sécurité. Safran affiche sa volonté de mettre les ruptures technologiques au service de la performance autant que des conditions de travail. Quelle place occupe l'ergonomie dans les projets ?**

**Laurent Guisot** ▶ Garant du « standard ergonomie Safran », j'ai pour mission de convaincre mes interlocuteurs que l'intégration de l'ergonomie à la conception de toute situation de travail – et non uniquement en correction – contribue à améliorer la santé et la sécurité au travail, mais aussi la performance. Nous sommes une vingtaine d'ergonomes au niveau du groupe et nous nous appuyons sur un réseau de correspondants opérationnels formés à l'ergonomie. Ceux-ci travaillent eux-mêmes en partenariat avec des acteurs de la prévention proches du terrain. Nous disposons d'outils, tels qu'une « check list ergonomie » et un guide pratique d'ergonomie en conception.

**Comment cela se traduit-il ?**

**L. G.** ▶ L'activité réelle doit être au cœur des projets de conception. Le point de départ est donc l'analyse du travail de manière pluridisciplinaire, en impliquant les opérateurs. Elle est indispensable pour cerner

leurs exigences et leurs contraintes et permet d'alimenter le cahier des charges. Pour Safran, l'industrie du futur doit être technique, numérique et innovante, mais surtout impliquer l'utilisateur final dans toutes les phases de conception.

**Jean-François Thibault** ▶ L'ergonomie est un axe stratégique du projet Industrie du futur. Nous avons dans nos usines des problématiques classiques de manutentions manuelles, de postures, de charge de travail... Partant de ce constat, nous avons lancé, il y a trois ans, un axe majeur de développement de la robotique collaborative. La mise au point de ces machines, qui ne se substituent pas à l'homme mais travaillent avec lui, nécessite de penser à l'ergonomie de l'interaction entre le cobot et l'utilisateur dès la conception, et d'évaluer les risques liés à la situation de travail dans sa globalité. Aujourd'hui, nous participons au Factory Lab du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, un consortium alliant recherche et développement grâce auquel nous travaillons sur de futures générations de cobots adaptés à des cas d'usage issus de nos at-

liers. Des projets au long cours y sont menés. Nous avons également créé en interne une plate-forme de conception de robotique collaborative pour développer sur des temps plus courts – huit mois – des solutions spécifiques à certaines situations de travail.

**Les opérateurs sont-ils associés au développement ?**

**J.-F. T.** ▶ Ils le sont à plusieurs niveaux. Nous utilisons dès les phases de conception des outils de réalité virtuelle pour simuler des scénarios d'activité. Pour aller plus loin, nous avons mis en place, avec le CEA, un démonstrateur permettant de tester à l'échelle 1, hors production dans l'environnement sécurisé d'un laboratoire, le nouveau poste de travail. L'opérateur est mis en situation avec le cobot et voit concrètement les questions qui peuvent se poser. La formation se poursuit en phase d'industrialisation, où le démonstrateur est installé sur site. Cette implication est essentielle pour prendre en compte la complexité des situations et accompagner la conduite du changement. ■ **Propos recueillis par G. B.**



## REPÈRES

> **SAFRAN assure une présence internationale dans les domaines de l'aéronautique, de l'espace et de la défense. Lancé en 2012, le programme ergonomie du groupe Safran a permis, au niveau mondial, de réduire de 30 % les accidents liés aux manutentions manuelles.**

## ENTRE OPÉRATIONNELS ET CONCEPTEURS : FAIRE LE LIEN

D'importantes transitions industrielles sont en cours : déploiement de la robotique collaborative, arrivée d'outils de réalité virtuelle au poste de travail ou de technologies de réalité augmentée... Parfois, ces avancées sont à la main d'ingénieurs et concepteurs qui n'ont pas appris à prendre en compte l'humain. Or il est nécessaire de comprendre comment le besoin est ressenti sur les lignes et s'il n'est pas vécu comme une contrainte. La démarche ergonomique de Safran

témoigne d'une volonté d'anticiper ces questions dès le lancement des projets. Sur tous les chantiers menés, la volonté est de mobiliser le plus grand nombre, faire du lien entre opérationnels et concepteurs afin que l'introduction de technologies poussées reste connectée au travail réel.