



# INNOVATION

## PERFORMANCE COMPÉTITIVITÉ

L'OCDE définit l'innovation comme la mise en œuvre (*implementation*) d'un produit (bien ou service) ou d'un procédé (de production) nouveau ou sensiblement amélioré, d'une nouvelle méthode organisationnelle dans les pratiques d'une entreprise, l'organisation du lieu de travail, les relations extérieures ou d'une nouvelle méthode de commercialisation. Facteur clé de la compétitivité sur un marché aéronautique fortement concurrentiel, l'innovation est toujours, en interne, un processus complexe de confrontation, de négociation qui associe de nombreux acteurs techniques.

Si Airbus Group est aujourd'hui un leader sur ses différents marchés de l'aéronautique civile, de la défense et du spatial, c'est parce que le groupe a toujours poursuivi une stratégie d'innovation de rupture ambitieuse.



Paul Emerenko, le nouveau Chief Technology Officer (CTO) d'Airbus Group, explique ainsi sa vision des ruptures technologiques : « Grâce à l'innovation, nous voulons bouleverser Airbus Group et l'aéronautique tout entière. Plutôt que de subir les grandes révolutions technologiques à venir, nous voulons les détecter, les générer, les accompagner. Nous voulons créer des ruptures. Qu'est-ce qu'une rupture ?

C'est répondre à des attentes jugées aujourd'hui impossibles, changer complètement la structure d'un produit pour le rendre moins cher ou encore innover dans la manière dont on conçoit et fabrique les produits. »

Afin de pouvoir délivrer à ses clients civils et militaires des solutions compétitives et performantes tout en augmentant ses performances en termes de croissance et de rentabilité, Airbus Group consolide chaque jour, en interne, une culture de l'innovation.

Dans un groupe dual comme Airbus, la convergence entre les technologies civiles et militaires est à l'œuvre en matière d'innovation, selon un processus de fertilisation croisée plus équilibré que par le passé. La défense reste en effet un formidable moteur d'innovation technologique, stimulé en permanence par la diversification des menaces. Si l'innovation dans la défense reste par nature contractuelle et davantage dirigée par les clients étatiques, ces derniers sont aussi souvent ceux qui supportent les prises de risque liées à l'innovation, avant que l'exploitation par le marché civil contribue à faire baisser les coûts de développement. Ainsi, l'industrie aéronautique purement civile n'existe pas : l'écosystème aéronautique est toujours dual et l'innovation n'est jamais à sens unique.

## L'innovation dans les produits : **AIRBUS GROUP** entre innovation incrémentale et de rupture

En matière de produits comme de process industriels, Airbus Group travaille sur tout le spectre de l'innovation. Rien ne doit être négligé, qu'il s'agisse d'innovations radicales ou incrémentales. L'innovation incrémentale, qui consiste à ajouter de nouvelles fonctionnalités à un produit existant, ne change généralement pas fondamentalement la dynamique d'une industrie et ne bouleverse ni les conditions d'usage ni l'état de la technique, tout en apportant une amélioration sensible.



Elle offre l'avantage de permettre de répondre très vite aux besoins du marché mais implique une gestion fine de la plate-forme produit dans la durée, le temps d'évolution d'un avion étant long, en moyenne de 5 à 8 ans. Pour Airbus, l'innovation incrémentale d'un produit ou d'un process implique cependant bien souvent l'utilisation de technologies de rupture.

Exemples d'innovations incrémentales réussies :

- l'amélioration des best-sellers d'Airbus (A320 et A330) pour prolonger leur succès avec les versions « neo »,

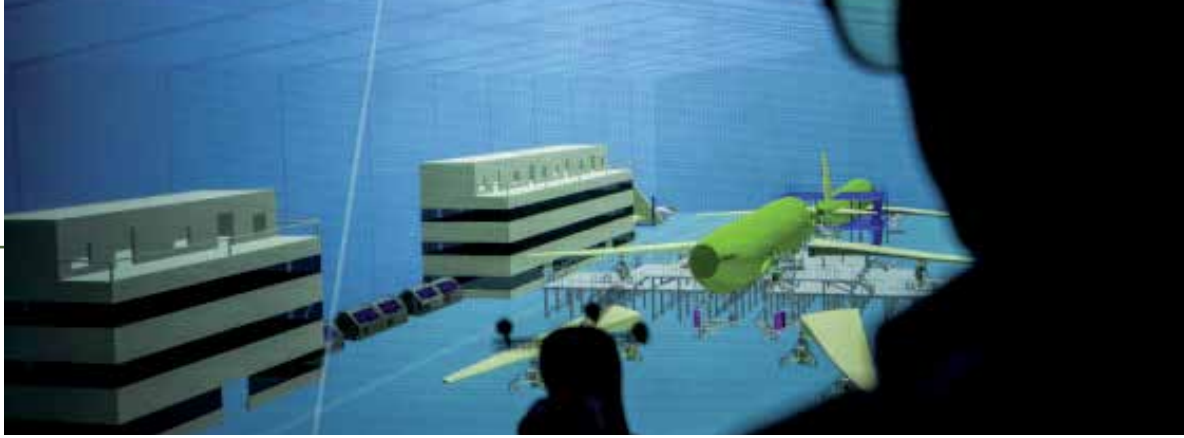
- le lancement de l'A350 XWB, le premier avion de ligne construit en plastiques à renforts de fibres de carbone ou encore l'utilisation de nouveaux alliages composites à haute performance. Airbus Group innove aussi de façon plus radicale, avec des produits impliquant des innovations de rupture, qui bouleversent le modèle économique et la structure industrielle. C'est notamment le cas avec la révolution digitale ou le projet **OneWeb** de construction d'une constellation de 900 microsattellites à coût maîtrisé pour les besoins de l'Internet.

## Digitalisation

Lancée à l'initiative de Tom Enders fin 2014, la nouvelle stratégie digitale du groupe vise à préparer Airbus à répondre aux défis posés par les nouvelles formes d'organisation industrielle, que l'on retrouve notamment dans la Silicon Valley. Pour Marc Fontaine, Digital Transformation Officer du groupe : « L'intégration des technologies numériques dans la production de nos avions est un grand bond en avant. Cela signifie moins de papier, plus



d'automatisation et des communications plus claires pour une résolution des problèmes plus rapide. » Son ambition est simple : « faire d'Airbus le premier avionneur mondial en tirant profit des technologies numériques. » A l'avenir, détenir des plates-formes industrielles ne sera pas suffisant sans une maîtrise intelligente des données indispensables pour garantir la meilleure qualité aux meilleurs coûts et créer de nouveaux services. Il faudra tirer le meilleur parti du capital que représentent les données : les industriels aéronautiques brassent un nombre d'informations considérable dans la recherche, la technologie, la production, les achats, le marketing... mais aussi en vol. Airbus Group devra être capable de les connecter et de les exploiter afin d'être plus efficace pour créer les avions de demain ou proposer de nouveaux services. En numérisant l'ensemble des process

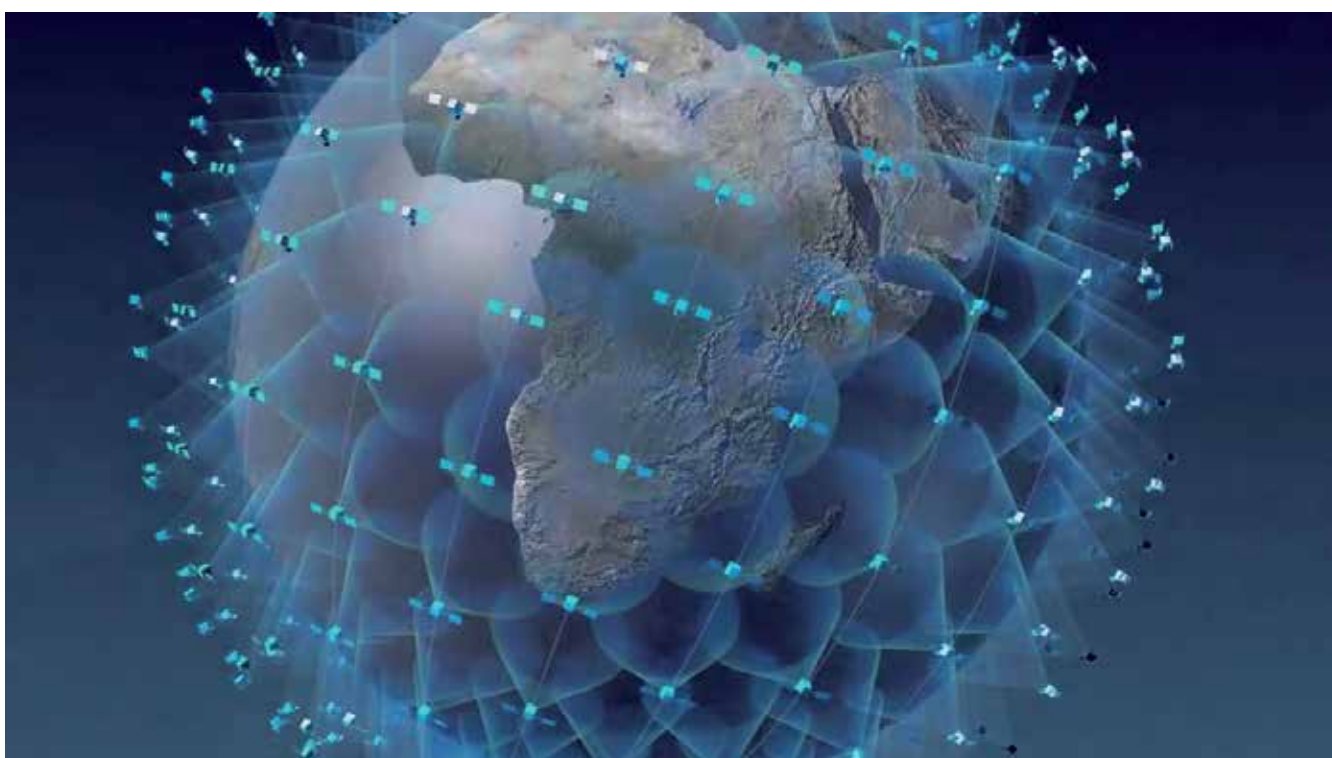


(construction, maquette, contrôles...), l'exploitation du big data permet, en rassemblant une grande quantité de données hétérogènes, d'extraire de l'information permettant, par exemple, de traiter toutes les données de qualité pour détecter les défauts de production et gérer au mieux la disponibilité des parcs de machines. Un traitement en temps réel qui permet de réduire le volume d'enquêtes et de contrôles et donc d'accroître la rentabilité. Des dispositifs pilotes sont déjà en place dans plusieurs usines en matière de suivi qualité (analyse des dérives matériaux ou procédés). La constitution d'un « data lake », une banque de données sur tous les appareils en service qui, mise à la disposition de toute l'entreprise, sans silos, permet d'améliorer la conception, la fabrication et la commercialisation des avions en tant que produits connectés, avec des avantages évidents pour les clients. La digitalisation des usines impliquera aussi la généralisation de la réalité augmentée, sur ordinateur portable ou tablette : le système de maquette numérique de terrain géolocalisée (MiRA) permet aux agents de superposer la maquette virtuelle en 3D à l'environnement réel et ainsi de gagner du temps et de la précision dans leurs interventions sur la chaîne d'assemblage. MiRA est aujourd'hui utilisé sur les chaînes de production de l'A380 et de l'A350 XWB pour le contrôle des supports structurels secondaires qui supportent notamment les circuits hydrauliques. Ce système réduit la probabilité de découverte tardive de supports endommagés, manquants ou mal positionnés. L'utilisation de MiRA a permis de réduire le temps d'inspection des 50 000 supports de l'A380 de 3 semaines à 3 jours ! En matière de soutien, d'autres processus seront rendus possibles par l'utilisation du big data, comme la détection et le diagnostic de pannes à distance. Doté d'une veste digitale utilisant les objets connectés, un représentant local d'Airbus pourra recueillir toutes les données d'un appareil et consulter à distance un expert du groupe pour obtenir une assistance technique en cas de problème. Une solution très économique qui évite les déplacements et serait particulièrement adaptée aux petites flottes d'hélicoptères par exemple. La digitalisation est une véritable révolution pour un grand groupe comme Airbus, dont le numérique n'est pas le cœur de métier. Elle implique un changement de mentalités dans une entreprise dont l'ADN est d'abord celui des ingénieurs. Et elle passera aussi par l'arrivée de collaborateurs aux profils variés familiarisés avec les nouvelles technologies de l'information.

# L'innovation de rupture chez Airbus Defence & Space : One Web

Dans le cadre d'un JV signé avec le fournisseur d'accès Internet américain **One Web**, Airbus Defence and Space va construire la constellation de 900 satellites qui assurera un accès étendu et bon marché à Internet. Un projet représentatif de la nouvelle donne sur le marché des satellites civils, à savoir la recherche

contraintes de coût et de qualité. Il a été fait appel aux équipes d'Airbus avions pour concevoir une chaîne de production à 2 satellites/jour, comme pour les avions civils. Le design est contraint par le fait de respecter au plus juste la spécification technique (pas de surenchère de performances), avec une contrainte absolue de



d'une moindre intensité technologique, de coûts de production diminués et de l'émergence du concept de constellation de satellites. Et ce sur fond d'irruption de nouveaux acteurs sur le marché, tels que les entrepreneurs de la Silicon Valley. **One Web** représente pour Airbus DS un défi : celui de construire rapidement et à bas coût une myriade de microsatsellites de 150 kg. L'enjeu est technologique et industriel : Airbus DS doit apprendre à hausser les cadences de production des satellites pour pouvoir livrer autant de satellites en temps et en heure, tout en respectant les

respect du coût qui conditionne le business modèle de l'ensemble du projet : ceci implique l'appel à de nouvelles technologies en dehors des acteurs classiques du spatial. Cet apprentissage aura des répercussions concrètes sur la compétitivité de l'ensemble de l'offre satellite d'Airbus. Dans un projet d'une telle ampleur, l'avantage, pour Airbus DS, de faire partie d'un grand groupe au portefeuille d'activités variées est d'avoir pu bénéficier de l'expertise d'Airbus en termes d'industrialisation et de gestion de cadences élevées.

# L'innovation incrémentale chez Airbus : la gamme NEO

Exemple d'innovation incrémentale réussie, l'**A320neo** bénéficie des dernières technologies, comme des moteurs de nouvelle génération et des saumons d'ailes en « ailerons de requin » (Sharklet wing-tip devices), qui permettent à eux deux de réduire la consommation de kérosène de 15%. En 2020, les innovations en cabine et de nouvelles améliorations dans le rendement des moteurs permettront de franchir

la barre des 20% de réduction. En plus de ces bénéfices en termes de coût d'exploitation, l'impact de l'**A320neo** sur l'environnement sera allégé avec une réduction de 50% de l'empreinte carbone par rapport aux avions de la génération précédente. Un vrai succès commercial : fin 2015, Airbus Group a sécurisé 4 500 commandes fermes du dernier-né de la gamme A320.



En 2015, Airbus Group a investi près de 3,5 milliards d'euros en R&D, un chiffre en augmentation de 158% par rapport à 2000. Le groupe, qui détient plus de 37 000 brevets, est le huitième plus important détenteur de brevets en France et dépose plus de 370 marques commerciales chaque année. Le groupe a installé l'un de ses centres Airbus Group Innovations à Suresnes, près de Paris, et soutient le réseau de pôles de compétitivité français, comme Aerospace Valley, qui relie les régions Aquitaine et Midi-Pyrénées. L'engagement du groupe envers ses fournisseurs, qui sont des petites et moyennes entreprises, se traduit dans son adhésion au pacte PME, conçu pour renforcer les liens entre les petites entreprises et les grands groupes industriels.

# L'innovation chez Airbus Helicopters

Chez Airbus Helicopters, le portefeuille innovation est déployé à la fois sur les besoins du court/moyen terme et du long terme. L'hélicoptériste bénéficie des synergies du groupe en matière d'innovation, qu'il s'agisse des avancées dans les matériaux composites ou du déploiement incrémental de nouveaux outils de production (usine du futur).

Exemple de ce type de synergie, la mise au point d'un système hybride permettant d'améliorer l'autorotation à l'aide d'un système électrique, ou un système d'évitement d'obstacle (rotor strike alerting system) expérimenté sur H135.

D'autres innovations, spécifiques aux voilures tournantes, sont le fruit de la R&D en interne, notamment sur les nouvelles technologies de pales d'hélicoptères.

A court terme, Airbus Helicopters innove en améliorant la gamme actuelle afin de renforcer simultanément trois paramètres :

- **la satisfaction client** (avec, par exemple, la réduction du bruit),
- **la sûreté et la qualité des plates-formes,**
- **l'efficacité économique.**

Avec des effets d'entraînement, comme sur la réduction du bruit, qui, en satisfaisant le client, améliore les performances commerciales.

Dans les programmes innovants de long terme figure notamment **le démonstrateur Clean Sky 2**, un hélicoptère hybride avec une architecture nouvelle. Il comprend des innovations de rupture en termes de système de propulsion, basé sur des rotors latéraux fixés à l'extrémité d'une aile, qui permettent d'augmenter la vitesse de 50% et d'améliorer significativement le rendement propulsif en vol d'avancement. En termes de coûts, si ces ruptures technologiques les augmentent de 20%, le gain de vitesse permet de diminuer le coût final de revient du vol. **Clean Sky 2** innove aussi en termes de mécanismes de collaboration industrielle : ce programme financé à hauteur de

50% par l'Union Européenne a impliqué la collaboration de plusieurs centres de recherches européens et permis à Airbus Helicopters d'accroître son maillage de fournisseurs en identifiant de nouveaux gisements technologiques.



## H160 : un concentré d'innovations

Premier hélicoptère civil intégralement réalisé en matériaux composites, le **H160** d'Airbus Helicopters est un concentré d'innovations intégrant près de 68 technologies nouvelles. D'abord en termes de réduction significative du niveau sonore de l'appareil, grâce à ses pales Blue Edge et sa nouvelle poutre de queue avec Fenestron incliné. Sa turbine offre une réduction significative de la consommation, avec un rendement énergétique supérieur de 15 à 20% par rapport à la concurrence. Sa structure en composite, pour laquelle Airbus Helicopters a bénéficié du savoir-faire du groupe, facilite la maintenance et abaisse son coût de possession.



## L'innovation dans la production : l'usine du futur

### L'enjeu des composites

Pour Airbus Group, répondre aux besoins du marché nécessite d'être en mesure de monter en cadence et de gagner en efficacité industrielle. L'innovation dans les processus d'ingénierie implique de respecter un triptyque temps (faire plus vite au niveau des cycles d'ingénierie), qualité (obtenir une définition du produit la plus aboutie possible) et coût. Ainsi, pour pouvoir répondre au besoin croissant en pièces légères, Airbus a choisi d'améliorer la performance de la fabrication des composites de haute performance, comme les thermoplastiques. Par exemple, en privilégiant de nouveaux matériaux ne nécessitant pas de stockages froids et d'autoclaves coûteux. Mais aussi en automatisant leur production (pose de la protection

foudre ou peintures). Le principal enjeu reste cependant celui des pièces métalliques, pour lesquelles l'impression 3D pourrait permettre d'optimiser la construction de pièces complexes de petites tailles, aujourd'hui très longues à fabriquer et avec beaucoup de pertes (copeaux).

L'utilisation des poudres permettant la production de ces pièces reste très chère et, si elle se justifie pour les petites séries (comme dans le spatial), l'utilisation dans la construction aéronautique nécessite d'inventer de nouveaux procédés. Airbus développe ainsi des pièces métalliques à base de fils de titane pour concevoir des ébauches au plus juste, avec moins de pertes, ce qui permettra de réduire les coûts de production.



## L'atelier connecté

Chez Airbus, la digitalisation progressive de l'atelier est en marche. Elle va bien au-delà de la disparition du papier pour les ordres de travail : c'est l'occasion de développer des applications créatrices de valeur en rendant visibles aux opérateurs les données utiles au moment opportun, grâce à l'utilisation du big data. En les plaçant au cœur de la stratégie digitale, leur permettant, par exemple, de comprendre les causes à la racine d'une non-conformité de production et de décider de l'action corrective à entreprendre. Point de convergence des projets digitaux en cours, la plateforme de digitalisation de la production pilote, notamment le MES (Manufacturing Execution System), pierre angulaire de la production connectée. Ce dernier constitue le fondement sur lequel sont construits d'autres modules numériques et fournit une fonctionnalité interactive tout au long du cycle de production. Pour optimiser les coûts et les délais de production, introduire des capacités de suivis du travail plus fréquents, rendre le gaspillage plus visible et améliorer la responsabilité et la réactivité des opérateurs. Le déploiement du MES est en premier lieu centré sur l'A350 XWB et l'A320neo, qui bénéficieront de plus de 50 postes par programme d'ici la fin de son déploiement en 2018.

Le MES sera alimenté par un autre module en cours de développement, l'eCMAP (electronic capture of manufacturing process) : ce dernier permettra de mesurer avec précision le temps nécessaire à la réalisation d'une tâche en fournissant un flux homogène de données de productivité. Une nouvelle application baptisée « digital companion », accessible à partir d'un dispositif électronique en atelier, fait l'objet d'un projet pilote : elle enregistrera la « valeur de temps standard », une donnée d'entrée importante pour le

calcul de l'équilibrage de la charge de travail. Le déploiement de cette solution est en cours en Espagne, en France et au Royaume-Uni. En Allemagne, elle fait l'objet d'un projet pilote à Hambourg, et son déploiement dans toutes les usines du pays commence cet été. Le même type de module est en train d'être adapté en amont, au niveau des ordres de travail (Shop Order Instructions ou SOI). Une SOI interactive fournira des informations aux opérateurs sur la façon la mieux adaptée pour réaliser leur tâche. Elle supprimera la distance entre l'opérateur et la personne qui rédige la documentation, en introduisant un flux bidirectionnel pour la prise en compte du « feedback » et des connaissances.

La plateforme de digitalisation de la production voit encore plus loin en matière d'atelier connecté, avec des projets comme des clés dynamométriques automatiques étalonnées au moyen d'informations communiquées électroniquement. Toutes les informations concernant la disponibilité des outils, ainsi que leur état et emplacement, seront accessibles en temps réel. Un projet pilote est déjà en place à Nantes, au sein d'une équipe de premiers utilisateurs travaillant à la finition du caisson central de voilure des long-courriers.



## Exemple d'innovation de rupture : APWorks et l'impression 3D

Filiale d'Airbus Group, **APWorks**, spécialisée dans l'impression 3D (metallic ALM) de matériaux avancés, a récemment fait parler d'elle en construisant, avec la PME Autodesk, la pièce de cabine la plus grande jamais créée en impression 3D. Il s'agit d'une paroi de cabine, séparant la cabine passagers du galley, conçue de forme bionique, en reproduisant les structures cellulaires organiques et la croissance osseuse (bone growth) des organismes vivants. Les résultats sont au rendez-vous, avec une structure très solide mais beaucoup plus légère (45% de gain de poids) que les designs classiques et donc, à la clé, une consomma-

tion de carburant réduite. Si ce design innovant était utilisé pour l'ensemble de la cabine des A320 restant à livrer, Airbus estime qu'il permettrait de réduire les émissions annuelles de CO<sub>2</sub> de 465 000 tonnes. Cette nouvelle structure est conçue en Scalmalloy, un alliage d'aluminium-magnésium-scandium spécialement conçu par **APWorks** pour l'impression 3D et aussi résistant que du titane. En parallèle, **APWorks** travaille au développement du premier échangeur de chaleur de liquide à liquide, conçu en impression 3D et qui devrait offrir des performances inédites pour l'industrie.



## Des cobots plutôt que le tout robots

L'amélioration des processus d'assemblages doit nécessairement prendre en compte les exigences propres à l'aéronautique en matière de qualité des pièces. Si l'automatisation est une nécessité industrielle, la généralisation des robots n'est pas possible dans les usines, étant donné les dimensions des appareils en construction. Airbus privilégie donc l'utilisation de la cobotique, c'est-à-dire l'interaction directe ou téléopérée entre un opérateur humain et un système robotique. Aux côtés de compagnons très qualifiés, qui resteront indispensables, un cobot (ou robot collaboratif) assistera en direct le geste de l'opérateur en démultipliant ses capacités pour la manipulation de charges lourdes ou pour les tâches simples et

répétitives. Des pré-déploiements sont déjà en cours, notamment pour le pré-perçage de support ou l'impression du positionnement des supports. Airbus a choisi de développer en interne les parties collaboratives entre hommes et robots, cruciales pour la sécurisation des process (détection des personnes, évitement...).

Autre piste d'innovation dans la production : l'utilisation, cette fois, de robots humanoïdes pour le travail en zone confinée (cockpit ou parties basses), permettant d'éviter aux opérateurs le travail en position inconfortable et ainsi de contribuer à améliorer la sécurité du travail en réduisant les troubles musculo-squelettiques (TMS).

## Partenariat avec le Japon sur les robots

Recherchant des partenaires d'excellence, les équipes d'Airbus Innovation prospectent depuis des années au Japon, pays référence en matière de robotique. Une première initiative de collaboration a été lancée en 2014 avec le projet "COMANOID", qui s'inscrit dans le programme cadre européen Horizon 2020. Pendant quatre ans, les équipes d'Airbus et leurs partenaires japonais ont développé un robot humanoïde capable de rentrer dans un avion en cours d'assemblage pour y effectuer des tâches simples. Une nouvelle étape a été franchie en février 2016 avec l'annonce d'un programme conjoint de R&D entre le CNRS et le National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), auquel Airbus est associé, sur un robot humanoïde capable, cette fois, d'effectuer des tâches complexes. Il s'agit de mettre au point de nouveaux algorithmes permettant à des prototypes de robots humanoïdes existants de travailler dans des milieux confinés à des tâches diverses, comme le torqueing, le nettoyage des poudres métalliques, l'intégration de pièces dans l'avion et la vérification de ses systèmes. L'objectif visé pour l'arrivée de ces robots humanoïdes sur les chaînes d'assemblage d'avions et d'hélicoptères est de 10 à 15 ans.



« De plus en plus, il s'agit d'apprendre  
à apprendre des autres. »