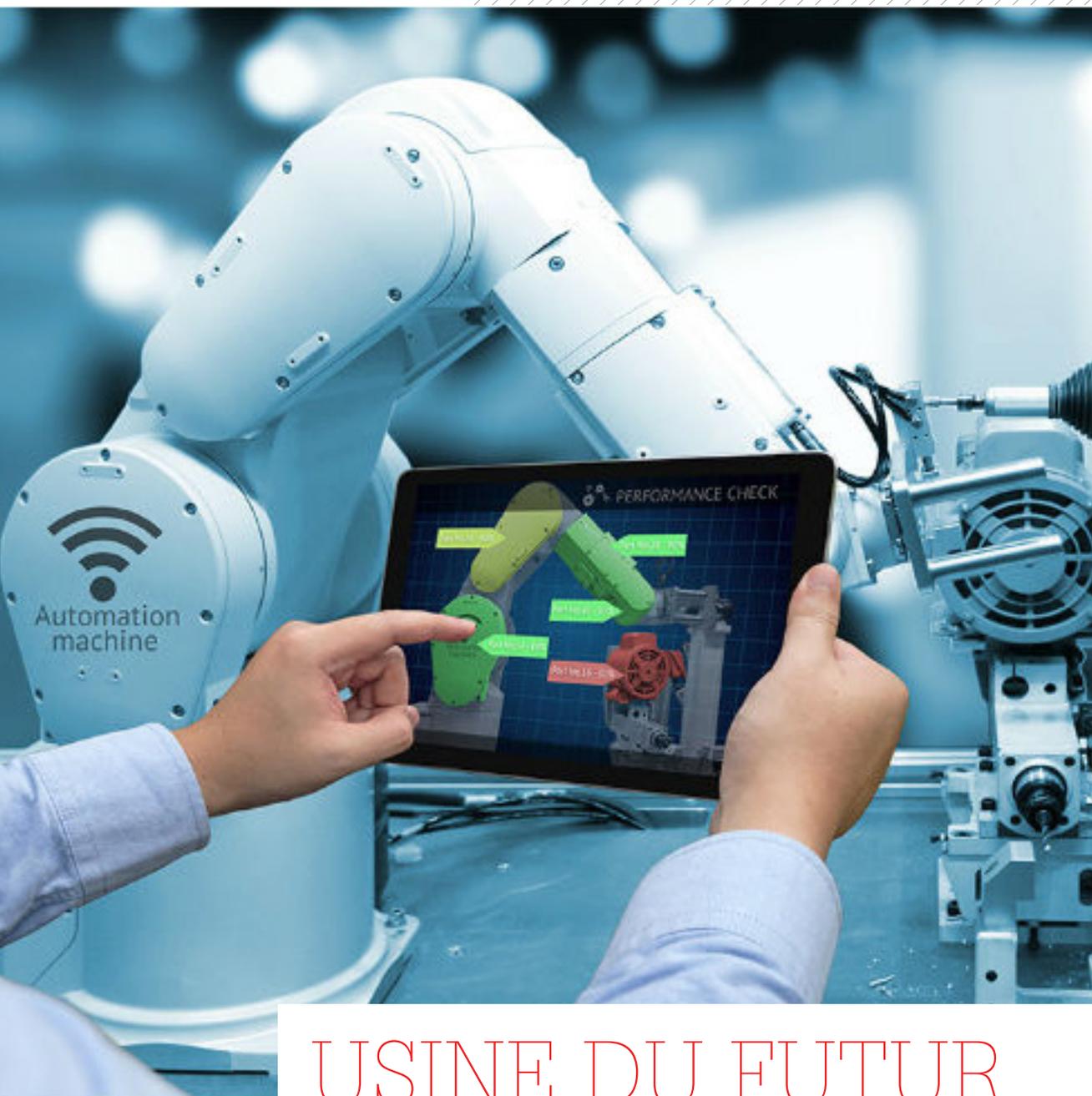




TECHNIQUES
DE L'INGÉNIEUR

LES FOCUS
TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR



USINE DU FUTUR

LA NUMÉRISATION À LA RESCOUSSE DES USINES FRANÇAISES

octobre / 2018

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| SOMMAIRE | 2 |
| INTRODUCTION | 3 |
| USINES : LE NUMÉRIQUE À TOUS LES ÉTAGES | 4 |
| ▪ LA RÉALITÉ VIRTUELLE ET AUGMENTÉE AU SERVICE DES INDUSTRIELS | 4 |
| ▪ LE BIG DATA AU SERVICE DE LA PRODUCTION | 6 |
| ▪ DES CAPTEURS À L'ÉCOUTE DES MACHINES | 7 |
| ▪ L'USINE 4.0 POURRA-T-ELLE DEVENIR PROPRE ? | 8 |
| POUR ALLER PLUS LOIN | 10 |
| ▪ LA MAQUETTE NUMÉRIQUE BOULEVERSE LES CODES DU BTP | 10 |
| ▪ TRANSFORMATION NUMÉRIQUE : QUEL IMPACT SUR LES CADRES ? | 13 |
| ▪ L'IA, AU COEUR DE LA RÉINDUSTRIALISATION FRANÇAISE | 15 |
| ▪ LA FRENCH FAB ACCÉLÈRE SON DÉPLOIEMENT | 17 |

INTRODUCTION

L'industrie française est en crise. Déficit de compétitivité, baisse des capacités de production... La rupture technologique que constitue l'usine 4.0 est une opportunité pour les usines françaises de rattraper le retard accumulé depuis des années face à ses concurrents européens et mondiaux.

La réalité virtuelle, ainsi que la réalité augmentée (ou AR pour Augmented Reality), ne sont pas des gadgets ou des technologies révolutionnant les jeux vidéo (à l'instar de Pokemon Go). Maillons essentiels de l'Usine 4.0, ils permettront de diminuer le temps d'apprentissage en améliorant dans le même temps la productivité et la qualité.

En 1985, Mercedes-Benz présente à Berlin le premier simulateur de conduite virtuel au monde. Une voiture était placée sur une plate-forme mobile et les projecteurs transformaient les murs environnants en un paysage généré par ordinateur. Grâce à cet appareil, le département de recherche et développement (R&D) a pu analyser le comportement d'un conducteur dans des situations difficiles ou dangereuses, sans risque de blessure.

33 ans plus tard, les enfants explorent les environnements virtuels en portant des casques de RV raccordés à leurs smartphones ou à leur console de jeu vidéo. Les entreprises aussi se sont inspirées de Mercedes-Benz. Et elles en tirent des bénéfices.

Publiée le 7 septembre, une étude de Capgemini indique que 82% des entreprises ayant déployé des technologies AR ou VR ont obtenu des résultats qui atteignent ou dépassent leurs attentes. Certes, la majorité des entreprises interrogées sont des grands comptes avec un chiffre d'affaires supérieur au milliard de dollars.

Prototypage numérique

Loin d'être des gadgets, ces solutions sont de plus en plus utilisées dans l'industrie pétrolière, gazière et chimique, mais aussi dans l'habillement, l'ameublement, l'automobile et l'aérospatiale. En Europe de l'Ouest, l'industrie manufacturière, le commerce de détail et l'industrie de transformation sont les secteurs qui devraient le plus investir dans la RV dans les prochaines années selon une étude d'IDC.

Usinage, production, collaboration entre les équipes à distance, essais et prototypage numérique... Les usages industriels de la RV et de la RA sont très variés. À la clé, des gains de temps et un taux d'erreurs moins élevé.

« Notre expérience a confirmé que la réalité virtuelle est un outil précieux sur la totalité du cycle de production, à commencer par la conception et le design, suivis par le développement de l'environnement industriel, de même que pour la formation, le SAV et la maintenance, » explique Nicolas Lepape, le responsable du projet de Recherche et Technologie pour la réalité virtuelle et la réalité augmentée chez Safran Nacelles.

USINES : LE NUMÉRIQUE À TOUS LES ÉTAGES

LA RÉALITÉ VIRTUELLE ET AUGMENTÉE AU SERVICE DES INDUSTRIELS

La réalité virtuelle, ainsi que la réalité augmentée (ou AR pour Augmented Reality), ne sont pas des gadgets ou des technologies révolutionnant les jeux vidéo (à l'instar de Pokemon Go). Maillons essentiels de l'Usine 4.0, ils permettront de diminuer le temps d'apprentissage en améliorant dans le même temps la productivité et la qualité.

En 1985, Mercedes-Benz présente à Berlin le premier simulateur de conduite virtuel au monde. Une voiture était placée sur une plate-forme mobile et les projecteurs transformaient les murs environnants en un paysage généré par ordinateur. Grâce à cet appareil, le département de recherche et développement (R&D) a pu analyser le comportement d'un conducteur dans des situations difficiles ou dangereuses, sans risque de blessure.

33 ans plus tard, les enfants explorent les environnements virtuels en portant des casques de RV raccordés à leurs smartphones ou à leur console de jeu vidéo. Les entreprises aussi se sont inspirées de Mercedes-Benz. Et elles en tirent des bénéfices.

Publiée le 7 septembre, une étude de Capgemini indique que 82% des entreprises ayant déployé des technologies AR ou VR ont obtenu des résultats qui atteignent ou dépassent leurs attentes. Certes, la majorité des entreprises interrogées sont des grands comptes avec un chiffre d'affaires supérieur au milliard de dollars.

Prototypage numérique

Loin d'être des gadgets, ces solutions sont de plus en plus utilisées dans l'industrie pétrolière, gazière et chimique, mais aussi dans l'habillement, l'ameublement, l'automobile et l'aérospatiale. En Europe de l'Ouest, l'industrie manu-

facturière, le commerce de détail et l'industrie de transformation sont les secteurs qui devraient le plus investir dans la RV dans les prochaines années selon une étude d'IDC.

Usinage, production, collaboration entre les équipes à distance, essais et prototypage numérique... Les usages industriels de la RV et de la RA sont très variés. À la clé, des gains de temps et un taux d'erreurs moins élevé.

« Notre expérience a confirmé que la réalité virtuelle est un outil précieux sur la totalité du cycle de production, à commencer par la conception et le design, suivis par le développement de l'environnement industriel, de même que pour la formation, le SAV et la maintenance, » explique Nicolas Lepape, le responsable du projet de Recherche et Technologie pour la réalité virtuelle et la réalité augmentée chez Safran Nacelles.

3 jours à la place de 3 semaines

Par exemple, la réalité augmentée s'avère très utile dans la phase industrielle (approche qualitative) et dans la maintenance (limitation de l'interruption de service, bases de données actualisées). Chez Airbus, la vérification des 120 000 « brackets » (petites pièces servant à fixer les parois intérieures d'un avion) nécessitait trois semaines pour trois inspecteurs. Avec la réalité augmentée, cette vérification ne dure plus que trois jours pour deux personnes.

Autre exemple, lors d'opérations de maintenance complexes, un ingénieur en aéronautique à Toulouse pourrait guider le technicien d'une compagnie aérienne à Singapour. Équipé d'une paire de lunettes connectée, il travaillerait plus efficacement, car l'information arriverait plus facilement et au bon moment en toute sécurité.

« Nous avons constaté que le caractère intuitif de la réa-

lité augmentée réduit fortement la résistance au changement », précise Philippe Meleard, vice-président marketing & Communication chez Sogeti High Tech.

Entraînements immersifs

Autre intérêt : une réduction des coûts. « *Le coût de création d'une salle de réalité virtuelle est de l'ordre de 100 000 à 200 000 euros (soit le coût moyen d'un seul poste de travail sur la ligne d'assemblage). Mais faire en sorte que chaque outillage soit bien conçu dès le départ évite d'avoir à le modifier en cours de route, ou pire, de devoir mettre au rebut un outil de production coûteux* », explique Nicolas Lepape. Résultat, l'entreprise a rentabilisé son investissement de réalité virtuelle pour l'A330neo en moins d'un an.

Dans l'Usine 4.0, la RV et la RA seront également de plus en plus utilisées pour la formation et la sécurité. Elles permettent notamment des « *entraînements immersifs* ». La réalité virtuelle permet en effet de recréer des situations réelles pour former des opérateurs à l'exécution de tâches complexes ou dangereuses (produits chimiques/ électricité).

Philippe Richard

11/10/2018

LE BIG DATA AU SERVICE DE LA PRODUCTION

L'analyse d'importants volumes de données n'est pas réservée aux géants du e-commerce et aux spécialistes du marketing. Avec l'Usine 4.0, l'analyse de la data peut contribuer à optimiser la qualité de la production, à améliorer l'efficacité, à économiser l'énergie et à stimuler la maintenance prédictive.

Les machines et les systèmes de fabrication produisent de grandes quantités de données depuis des années. Mais jusqu'à présent, elles n'étaient pas étudiées ni partagées entre différents métiers. Résultat, ces importants volumes d'informations ne produisaient aucune valeur.

Désormais, les machines industrielles et les robots de l'Usine 4.0 intègrent des capteurs qui signalent en continu des anomalies, potentiellement à l'origine de défaillances techniques, voire même de dangers pour les techniciens ou les utilisateurs finaux des produits manufacturés.

Avec l'Usine 4.0, la **maintenance prédictive** sera généralisée. Les industriels peuvent ainsi anticiper des dysfonctionnements probables ou des pannes et envoyer des équipes de maintenance en prévision. Les interventions des équipes techniques sont désormais planifiées selon des informations données en temps réel par les machines.

Analyse prédictive

Ces données peuvent être également partagées entre des sites de fabrication d'un même groupe industriel et des métiers. Les données des capteurs embarqués seront utilisées non seulement à l'intérieur des industries pendant les processus de fabrication, mais aussi dans les procédés de fabrication. En croisant les données collectées sur les machines tout au long de la fabrication, on peut analyser les facteurs qui affectent la qualité d'une pièce.

L'analyse prédictive de ses données permet de détecter et de corriger les défauts avant que les nouveaux produits ne

soient lancés sur le marché. Cela permet d'éviter les problèmes avant la production de série. La chaîne industrielle sera optimisée dès la conception.

Mais la collecte de millions de données et la mise en réseau des actifs industriels posent inévitablement la question de la protection des systèmes d'information (SI) face aux menaces de toutes sortes.

Sécurité des données

La multiplication des technologies (IoT, robots, automates, logiciels, fabrication additive) expose en effet l'industrie 4.0 à des cyberattaques. Les industriels et les fabricants de machines en sont conscients. Mais la sécurité informatique des industries est plus complexe. Les mises à jour logicielles sont plus délicates : on ne peut pas arrêter une chaîne de production comme on peut le faire pour des ordinateurs de bureau. Cette politique de sécurité industrielle exige des process très précis et une hygiène numérique sans failles.

Plus facile à dire qu'à faire ! Dans une notification à ses clients, Schneider Electric a reconnu fin août 2018 que « certains supports USB amovibles livrés avec les produits Conext Combox (équipement de communications et de surveillance à distance pour les systèmes photovoltaïques Conext) et Conext Battery Monitor (surveillance de l'état des batteries connectées à ces systèmes) ont été contaminés par un virus durant la production, par l'un de nos fournisseurs ».

Philippe Richard

12/10/2018

DES CAPTEURS À L'ÉCOUTE DES MACHINES

La maintenance prédictive joue un rôle clé dans l'Usine 4.0. Reposant principalement sur des capteurs et de l'analyse de données, elle permet de détecter des changements et des défauts qui sont invisibles à l'œil. À la clé, une amélioration de la productivité et de la sécurité.

Anticiper la panne qui paralysera la production ou un dysfonctionnement pouvant entraîner des défauts de fabrication, voire un risque pour des techniciens. Ce sont les deux objectifs des [techniques de maintenance prédictive](#).

Cette surveillance permanente favorisera la planification des interventions. Les opérateurs chargés de la maintenance ne sont pas obligés de travailler dans l'urgence parce qu'un problème vient de se déclarer sur un équipement.

À condition de disposer de la bonne information au bon moment ! Ce postulat repose sur trois éléments-clés :

- Des capteurs Bluetooth ou RFID : grâce à de nouveaux capteurs et de nouveaux réseaux de type LPWAN, l'IoT permet de surveiller beaucoup plus d'équipements et de paramètres que par le passé. [Ces capteurs génèrent des données qui sont ensuite comparées aux informations de la machine et de la pièce à fabriquer.](#)

Par exemple, de nombreux paramètres d'un robot industriel peuvent être surveillés : température du processeur et du boîtier, erreurs de positionnement, surcharge...

- Des protocoles de communication : la transmission en temps réel de données entre les machines et les ingénieurs chargés de la maintenance ne doit pas être pénalisée par une trop forte latence. Mais elle implique aussi de s'appuyer sur des protocoles sécurisés afin d'éviter des prises de contrôle malveillantes.
- L'analyse : des [logiciels de type GMAO \(Gestion de la maintenance assistée par ordinateur\)](#) s'appuient sur des algorithmes pour générer des informations sous forme

de tableaux de bord et d'alertes. Il sera ainsi possible d'identifier des modèles de comportement qui prédisent plus précisément quand une broche sera sur le point de se briser.

La maintenance préventive présente deux avantages principaux :

- Une meilleure productivité : un mauvais entretien peut réduire la productivité d'une usine de 5 à 20 %. L'optimisation des tâches de maintenance maximise la durée de vie des équipements et évite des interruptions coûteuses.
- Une réduction des coûts : les temps d'arrêt imprévus coûtent en effet aux industriels américains environ 50 milliards de dollars chaque année. La maintenance prédictive peut réduire ou même éliminer les temps d'arrêt imprévus en prédisant quand une machine a besoin d'un contrôle ou quand elle peut devenir défectueuse.

Mais « que cela soit internalisé ou externalisé, le passage par des data scientists est à minima probable, pour ne pas dire obligatoire. Ces coûts induits doivent être mis en regard des coûts de non-qualité. Le choix du prédictif face au préventif doit être systématiquement comparé pour éviter les dérives économiques », rappellent André Montaud, directeur de Thesame Tech et innovation et Guillaume Lecuyer, directeur marketing produit Visiativ, dans un article publié dans l'Usine nouvelle.

Philippe Richard

15/10/2018

L'USINE 4.0 POURRA-T-ELLE DEVENIR PROPRE ?

Chaque jour, les industries et les moyens de transport émettent des tonnes de carbone dans l'atmosphère. Le concept d'Usine 4.0 ne repose pas uniquement sur une agilité des process et leur numérisation. L'un des objectifs est aussi de consommer moins pour produire mieux.

Toujours plus ! Jusqu'à présent, les entreprises étaient incitées à produire toujours plus pour réduire le coût de chaque produit à mesure que la quantité augmente. Mais des déchets sont produits à chaque étape de la chaîne d'approvisionnement : l'énergie utilisée pour produire et expédier les marchandises, les emballages, les déchets dans les décharges...

Demain, le paradigme pourrait être (devrait être...) « l'usine durable ». Mais cette industrie du futur sera-t-elle réellement « propre » ou déplacera-t-elle simplement les enjeux environnementaux vers les pays du sud (extraction des terres rares, recyclage, traitement des déchets, etc.) ?

Des experts et des organisations militent en faveur de ce paradigme. Pour eux, **l'industrie 4.0** apporte de nouvelles promesses. Certes, dans toutes les conférences, on met principalement l'accent sur les réductions des coûts d'exploitation, une meilleure visibilité, une meilleure efficacité globale de l'équipement, des mises sur le marché plus rapides... Les **références explicites à la durabilité écologique des systèmes de production** restent rares !

Des robots moins gloutons

Pourtant, la numérisation et l'automatisation pourraient permettre d'optimiser l'énergie utilisée dans les procédés de fabrication, d'augmenter l'utilisation des énergies renouvelables et le recours à des sources d'énergie alternatives.

Reposant sur l'Internet des objets (IoT) et l'intelligence artificielle (IA), des programmes pourraient aussi assurer l'op-

timisation énergétique. C'est le cas avec des robots. Une étude menée en 2016 par Lennartson et Bengtsson (projet AREUS de l'UE) a confirmé qu'en minimisant leur accélération, leur consommation d'énergie peut être réduite d'un tiers sans pour autant augmenter le temps de production global.

Les technologies numériques peuvent également remplacer des procédés de fabrication conventionnels, souvent énergivores. La production de prototypes ou de petites pièces à la demande peut être parfaitement assurée par l'impression 3D. Grâce à la fabrication additive et à un matériau composite, General Electric a réduit considérablement le nombre d'éléments du moteur LEAP (développé par Safran Aircraft Engines et GE au sein de CFM, ce moteur est destiné à équiper les avions monocouloirs de nouvelle génération).

Les tuyères de carburant imprimées en 3D ne comptent plus qu'une pièce contre 18 auparavant ! Autres avantages de l'impression 3D : une réduction de 25 % du poids et une optimisation de l'utilisation de l'énergie (et une réduction des émissions de CO2).

Choc culturel

Mais les exemples sont encore très rares. Les industriels n'associent pas ou peu les évolutions numériques aux enjeux environnementaux. « *l'amélioration des connaissances sur les impacts environnementaux de ces technologies numériques semble un prérequis. Étant donné le peu de données actuellement disponibles ; puis vient la nécessité d'embarquer les entreprises dans une transition numérique durable, que ce soit les acteurs de l'offre numérique* (réduction de l'empreinte environnementale de leurs produits

et services) comme les industriels et les financeurs (inté-

gration de critères environnementaux dans les dispositifs existants de soutien à la digitalisation de l'industrie), *tout en veillant à accompagner la mutation des emplois* (formation) », reconnaît l'ADEME dans son rapport « Usine du futur : comment allier transition numérique et transition énergétique et écologique ».

Philippe Richard

16/10/2018

POUR ALLER PLUS LOIN

LA MAQUETTE NUMÉRIQUE BOULEVERSE LES CODES DU BTP

Hésitante il y a quelques années, la filière du bâtiment a amorcé le virage du BIM et s'apprête à vivre les nombreuses transformations induites par la maquette numérique et l'approche collaborative.

Acronyme de Building Information Modeling, BIM désigne le concept de maquette numérique du bâtiment. Un plan 3D, en somme ? En vérité, la méthode va bien au-delà : dans une maquette BIM, à la différence d'une maquette 3D classique, la moindre fenêtre est nommée comme telle et constitue un objet 3D distinct, auquel sont attribués des méta-données décrivant ses caractéristiques, dont le matériau employé, le type de vitrage, etc. Le modèle résultant est suffisamment complet et explicite pour envisager de la [simulation de performances](#), un exercice dont la grande industrie manufacturière est coutumière depuis 25 ans. «Alors que le BTP ne se livre qu'à des calculs réglementaires, l'industrie utilise la simulation pour vérifier que le fonctionnement d'une voiture ou d'un avion sera optimal avant même sa fabrication, explique l'architecte François Pélegrin, à la tête du cabinet d'architecture du même nom. Les détracteurs objectent que ce n'est pas nécessaire car chaque bâtiment est unique. De mon point de vue, c'est une raison supplémentaire de le définir intégralement de manière virtuelle avant de commencer le chantier. C'est la maquette BIM qui fait figure de prototype.»

Une maquette très visuelle, donc très éclairante. «Cet outil démocratise la compréhension des projets, poursuit François Pélegrin. Il facilite la lecture des contraintes issues du Plan local d'urbanisme, car celles-ci sont matérialisées en 3D. La vérification se déroule sereinement. A Bussy Saint-Georges (en Seine-et-Marne, ndlr), où seront livrés en décembre prochain 109 logements pour l'association Emmaüs, nous avons déposé en avril 2016 le premier permis de construire numérique en France et avons pu faire en deux heures avec l'instructeur, grâce au BIM, ce qui peut

nécessiter plusieurs semaines.» A fortiori quand la réalité virtuelle, prolongement naturel du BIM, est mise à contribution. «Co-développée avec BTP Consultants et Scale-1, BIM Screen, notre application de revue en projet en 3D immersive, permet de visiter le bâtiment virtuel. Le but ne change pas : il s'agit d'anticiper les difficultés futures, que ce soit pendant la maîtrise d'oeuvre ou plus tard, l'exploitation.»

L'adoption s'accélère

Ce point illustre combien le BIM ne se résume pas à un corpus de règles techniques et encourage surtout une approche collaborative. Chaque métier est invité à partager des informations et à enrichir, ce faisant, la maquette BIM qui devient le pivot du projet. Et cela même si, hélas, les intervenants ne sont pas toujours à la hauteur de leurs prétentions. «Des bureaux d'étude, des entreprises voire des architectes font de beaux discours, mais l'épreuve du feu révèle qu'ils ne maîtrisent pas le BIM» regrette François Pélegrin, qui reconnaît que le secteur est en phase d'apprentissage mais plaide pour l'honnêteté. «Sur le chantier de Bussy Saint-Georges où le BIM ne faisait certes pas partie des engagements, le bureau d'études promouvait des compétences BIM qu'il ne possédait pas au final. Nous avons dû le remplacer pour effectuer en phase concours les calculs thermiques» enchaîne-t-il.

Heureusement, l'idée et surtout les compétences progressent. Et de plus en plus vite, observe Philippe Valentin, président et fondateur de la plateforme BIM Sky : «Le sondage que nous avons réalisé il y a un an montrait encore des réticences, liées notamment à l'aspect «high tech» du BIM. Aujourd'hui, la méfiance a quasiment disparu. Les syndicats et les fédérations du BTP sont sensibilisées. Tout l'écosystème du bâtiment pousse en faveur de l'adoption du BIM, avec un effet amplificateur. » Les chiffres publiés

en mars dernier par le Plan de transition numérique dans le bâtiment (PTNB) abondent dans ce sens : fin 2017, 35% des 1360 professionnels interrogés déclaraient avoir une connaissance suffisante du BIM, soit 15% de plus qu'un an plus tôt, et 53% estiment avoir besoin de se former rapidement. La plateforme BIM Sky, créée en mars 2017, est un centre d'expertise et de formation consacré aux néophytes et aussi aux professionnels avertis qui cherchent une réponse précise. *«On essuie les plâtres depuis 2012, indique Philippe Valentin. Nous faisons profiter les entreprises de notre expérience pour leur éviter de reproduire les mêmes erreurs.»* BIM Sky assure actuellement la gestion BIM de la prochaine usine PSA au Maroc, livrée début 2019. Les lignes de production, modélisées avec le logiciel Catia, sont intégrées dans la maquette BIM, réalisée avec Revit. La maquette fera office de superviseur général pour observer comment les processus industriels et l'infrastructure du bâtiment s'interconnectent.

Les signaux étant positifs, la réglementation pour imposer le BIM, mise sur la table en janvier 2017 avant d'être reportée, n'est peut être pas une étape obligatoire. Alors que plusieurs pays l'ont inscrit dans la loi pour les marchés publics, comme le Royaume-Uni, ou prévoient de le faire, les pouvoirs publics en France misent sur l'incitation. La filière du bâtiment a de son côté signé une charte où elle s'engage à généraliser le BIM dans toute construction neuve d'ici à 2022. Le marché se structure de lui-même, semble-t-il, et *«la France, qui se croyait en retard il y a cinq ans, fait maintenant partie des bons élèves»* se réjouit François Pélegrin. Mais l'impact sera majeur sur les métiers et la façon dont ils interagissent, dans ce véritable mille-feuilles qu'est le bâtiment. *«Le BIM va bouleverser beaucoup de choses dans le jeu des acteurs, confie François Pélegrin. Les métiers qui reposent sur du code-calcul (thermique, acoustique, structure...) peuvent exécuter une simulation à partir de la maquette. L'expertise subsiste mais les autres tâches, les métrés par exemple, disparaissent et le temps passé sur le projet s'en trouve réduit. Si moi, architecte, je consacre une*

centaine d'heures supplémentaires à la réalisation d'une maquette BIM qui fait économiser une centaine d'heures au bureau d'études, je m'attends à ce que les honoraires soient renégociés. Les rapports entre fournisseurs de produits et services et concepteurs changent également, le choix d'un équipement pouvant être automatisé à partir d'une maquette BIM. Les modes de consultation seront révolutionnés.»

Un outil de contrôle-qualité

Les écueils ne manqueront probablement pas, le temps qu'une nouvelle organisation se mette en place. Mais ils ne font guère le poids au regard des bénéfices attendus, ne serait-ce que pour diminuer les erreurs de conception. *«Les reprises pour cause de non-qualité coûtent entre 10 et 15 milliards d'euros par an au secteur du BTP, soit environ 15% du chiffre d'affaire total, estime François Pélegrin. La maquette numérique permettra d'effacer une bonne partie de ce gaspillage. J'en ai fait l'expérience avec un charpentier qui travaille depuis toujours en 3D. La charpente initiale ne correspondait pas à notre projet de couverture dans la maquette, la position des velux n'étant pas respectée. Le charpentier a pu la modifier en phase de conception, s'épargnant 2000 à 3000 € de rectifications sur le chantier.»* Philippe Valentin évoque aussi des premiers retours patents : *«Pour un projet de bâtiment résidentiel collectif simple, une démarche BIM sérieuse engendre entre 7 et 24 € d'économie au mètre-carré. Et plus un projet est complexe, plus le BIM est utile.»*

Des économies seraient donc à la clé, malgré l'investissement initial, estimé par Philippe Valentin à 10000 € par personne, en additionnant les coûts du logiciel, du matériel et de la formation. Ce qui est une somme pour une TPE. Quant à la durée supérieure de la phase d'études et de conception, elle est endossée principalement par les architectes. *«Mais il faut raisonner en coût total de possession, observe Philippe Valentin. Si le projet est conduit de manière globale, et non étape par étape, et soutenu par un vrai «coach » BIM, tout le monde est gagnant, du maître d'ouvrage aux entreprises qui ont réalisé le projet. Les gains sont réalisés sur tous les postes et pour tous les*

corps de métier : consommation énergétique, approvisionnements, modes opératoires, etc. Les acteurs qui se sont engagés dans une démarche BIM ne reviennent pas en arrière. c'est la meilleure preuve que ça marche. »

Le numérique et ses dangers

La problématique de la propriété intellectuelle des données resurgit souvent quand une démarche BIM est entreprise. **«Mais ce souvent les avocats qui agitent le drapeau, tempère François Pélegrin. Depuis 30 ans, on échange des documents électroniques, des plans notamment, et personne ne s'en inquiète.»** Le danger viendrait plutôt des effets inhérents du numérique, à savoir le piratage des données et «l'ubérisation» : une IA suffisamment entraînée pourrait traiter des millions de modèles 3D pour élaborer automatiquement un nouveau projet, menaçant du même coup tous les métiers créatifs, dont l'architecture. Autodesk, dont le logiciel Revit est leader du marché, est également ciblé depuis novembre 2017 par une pétition de l'Unsfa (Union nationale des syndicats français d'architectes), qui accuse l'éditeur de commettre un «racket», ni plus ni moins. En cause : le passage du mode d'achat de licence perpétuelle à un mode par abonnement, l'augmentation jugée exorbitante du coût des mises à jour, la «confiscation» des données, hébergées désormais sur le cloud... L'éditeur s'est défendu depuis, mais l'affaire se poursuit.

Frédéric Monflier

27/06/2018

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE : QUEL IMPACT SUR LES CADRES ?

Selon une récente étude de l'Apec, tout comme l'innovation ou le poids des réglementations, le numérique impacte logiquement les métiers de l'informatique, mais également tous les métiers et tous les secteurs.

Les Smacs (Social, Mobility, Analytics, Cloud, Security) synthétisent les principales évolutions technologiques du numérique à l'heure actuelle. Réseaux sociaux, internet des objets, applications multi device, impression 3D, virtualisation, traitement des données massives, sécurisation des données, etc. La transformation numérique des entreprises, ainsi que celle de l'ensemble des individus du fait des nouveaux usages, ont un impact sur l'ensemble des métiers, que ce soit ceux des systèmes d'information ou ceux de l'ensemble des autres fonctions.

Les évolutions rapides de l'informatique ont amené à la création de métiers, qui restent néanmoins des métiers de niche. Ainsi, les problèmes liés au **stockage de données** de plus en plus massives dans le cloud, en garantissant de bonnes pratiques environnementales et en matière de sécurité, disponibilité et fiabilité des données, ont conduit au recrutement de responsables de data centers. C'est aussi le besoin de maîtrise de la fiabilité et de la disponibilité des applications qui a incité les très grandes entreprises à se doter de gestionnaires de contrats informatiques, chargés des relations avec les sous-traitants.

Les problématiques de sécurité sont devenues une source de création ou de transformation des emplois. Poussées par les contraintes réglementaires, mais aussi par les problèmes d'intrusion ou de pertes de données, les entreprises tentent de maîtriser certains risques en se dotant de responsables de **sécurité des systèmes d'information**, d'ingénieurs sécurité informatique (cybersécurité), voire d'experts en **cryptologie**. Le nombre d'offres d'emploi diffusées

par l'Apec pour les postes en cybersécurité - principalement ingénieur sécurité et RSSI - ont quadruplé entre 2014 et 2016. La sécurité fait également partie des compétences que doivent posséder les ingénieurs et chefs de projets maîtrise d'œuvre, les ingénieurs systèmes et réseaux, les responsables et architectes infrastructures.

Les métiers traditionnels de l'informatique sont bouleversés en permanence par les nouvelles technologies venues de l'internet. Les technologies web se sont étendues à une grande partie de l'informatique d'entreprise ; les développements pour les applications mobiles doivent être envisagés, nécessitant la prise en compte de problématiques d'urbanisme et d'architecture fonctionnelle et technique croissantes avec la taille des systèmes d'information.

Les fonctions informatiques sont également impactées par la nécessité pour les entreprises de traiter et valoriser de multiples données internes et externes de plus en plus massives et éventuellement non structurées. Les métiers de la data, comme celui de data scientist, de data architect ou de data manager se développent, dans les services mais également dans l'industrie. Cette évolution a également des impacts sur des métiers à la frontière avec le marketing ou la stratégie d'entreprise comme les data officers.

Au-delà des métiers informatiques, beaucoup d'autres activités sont impactées par le numérique ; le bâtiment du futur ou l'industrie du futur en sont des symboles. L'**industrie du futur**, appelée aussi **industrie 4.0**, se caractérise avant tout par une intégration massive d'outils numériques sur toutes les dimensions de la chaîne industrielle : conception, fabrication, logistique, maintenance, vente. Les exemples concrets sont nombreux. La simulation numérique d'une usine permet ainsi de tester facilement de nouveaux procédés. L'impression 3D (appelée plus souvent **fabrication additive**) d'objets ou de pièces ouvre de nouvelles pers-

pectives en matière de personnalisation de la production. L'utilisation de capteurs connectés (Internet des objets) sur des machines permet de récupérer des données massives (big data) qui faciliteront les opérations de maintenance (maintenance prédictive). Des logiciels spécialisés facilitent le partage d'informations sur l'ensemble du cycle de vie d'un produit (PLM : product lifecycle management), etc. Côté bâtiment du futur, le **BIM** (building information modeling) peut être utilisé de la conception à la destruction, en passant par la construction et la maintenance. Il constitue un outil numérique de centralisation de l'information, de co-conception, de collaboration, de pilotage de la réalisation d'un **projet de construction**.

De même, la digitalisation et l'usage des réseaux sociaux a fait se développer ou se transformer un grand nombre de métiers du marketing. Ces métiers d'analyse de la relation client ou des données marketing utilisent de nouveaux outils afin de produire des recommandations opérationnelles créatrices de valeur pour l'entreprise en prenant en compte la multiplication des canaux de vente et de communication avec les clients.

C'est également le cas de métiers de la fonction ressources humaines. Le responsable recrutement diffuse des offres d'emploi sur Internet, emploie des logiciels de présélection de candidatures, utilise les réseaux sociaux pour chasser les candidats ou pour se renseigner sur eux, gère ses recrutements grâce à des applications informatiques. Le responsable formation innove dans les sessions qu'il propose aux salarié·e·s : Mooc, blended learning, elearning, etc.

L'ensemble des métiers de l'industrie utilise les objets connectés pour la plupart des métiers de la maintenance, de la production ou de la logistique. Ainsi, les métiers de la logistique sont transformés par l'Internet des objets qui permet, grâce à une technologie embarquée, de suivre les containers en temps réel et de planifier de manière de plus en plus précise les livraisons. Dans l'industrie, la fabrication additive ou impression 3D contribue au développement de métiers informatiques tels que celui d'ingénieur développement de logiciels de conception 3D, mais opère également des transformations dans des métiers classiques comme

celui d'ingénieur conception, impliquant de concevoir différemment des produits ou des pièces.

Dans la **chimie du végétal**, on voit apparaître de nouvelles compétences à la croisée de l'informatique et de la biologie. On assiste ainsi à l'émergence des bioinformaticiens, qui créent les logiciels et bases de données pour traiter les informations issues du vivant.

Dans le secteur sanitaire, l'utilisation de mannequins intelligents et les techniques de e-learning ont amené les responsables pédagogiques à repenser les formations en soins infirmiers. Le médecin DIM (département d'information médicale) optimise les outils informatiques permettant d'effectuer le codage des actes et exploite des données pour suivre l'activité opérationnelle et économique de l'établissement.

Aujourd'hui, ces facteurs d'évolution peuvent s'interpénétrer ; ainsi les contraintes réglementaires sont porteuses d'innovations et certains estiment que « les innovations naissent aujourd'hui davantage de contraintes ou d'évolutions réglementaires que d'une réelle liberté d'innovation comme dans le passé ». La transformation numérique est porteuse d'innovation non seulement dans la sphère technologique, mais également dans l'organisation des relations entre les acteurs. La transition énergétique s'appuie sur l'innovation technologique et est portée par les réglementations issues du Grenelle de l'environnement.

• Consulter l'étude de l'Apec dans son intégralité : **Evolution des métiers et des compétences cadres : quels enjeux ?**

Source : Apec

02/03/2018

L'IA, AU COEUR DE LA RÉINDUSTRIALISATION FRANÇAISE

Le rapport Villani sur l'intelligence artificielle a été publié fin mars. Dans la foulée, Emmanuel Macron a repris une large série de préconisations en faveur de cette technologie pour lancer un plan complet de développement.

Emmanuel Macron veut faire de la France une nation à la pointe de l'**intelligence artificielle** (IA), en Europe et dans le monde. La France dispose de nombreux atouts pour ne pas rater cette disruption technologique. "Nous avons des atouts pour réussir", assure le Président de la République, notamment grâce à l'**excellence de la formation, des ingénieurs et des chercheurs**. Par ailleurs, des centres de recherche de grandes entreprises sont déjà installés sur le territoire.

Pour éviter la fuite des cerveaux et accélérer la croissance l'écosystème, un programme national pour l'IA sera mis en place. "Nous mettrons en place un réseau emblématique de quatre ou cinq instituts dédiés, ancrés dans des pôles universitaires et maillant le territoire français", prévient Emmanuel Macron. Ils seront en interaction permanente et développeront des chaires d'excellence pour attirer les meilleurs talents.

Améliorer la formation et attirer les talents mondiaux

Un effort particulier sera porté à la formation des techniciens, ingénieurs et docteurs. "Nous doublerons le nombre d'étudiants formés à l'intelligence artificielle depuis la licence jusqu'au doctorat, en passant par les formations professionnelles courtes et prévoirons les financements nécessaires à ce doublement", assure Emmanuel Macron.

À cette fin, le Président annonce la mise en place d'une série d'appels à projet mondiaux, à l'instar de ce qui a été fait pour le "Make our planet great again". Par ailleurs, il entend favoriser les allers-retours des chercheurs entre le

public et le privé. Grâce à la loi Pacte, un chercheur public pourra désormais consacrer jusqu'à la moitié de son temps à une entité privée, contre 20% actuellement.

Développer l'expérimentation

Emmanuel Macron a entendu le message : il faut donner plus de place à l'expérimentation en France. D'ici l'été, la Loi Pacte permettra de lancer un appel à expérimentations dans chaque secteur de l'IA.

Par exemple, Emmanuel Macron souhaite retrouver le leadership européen en matière de **véhicules autonomes**, devant l'Allemagne. Très bientôt, la stratégie française pour le véhicule autonome sera dévoilée. Dès début 2019, le cadre législatif autorisera les expérimentations de niveau 4. Le niveau 4 « Eyes off, Hands off » ou « Mind Off » (sans intervention humaine) est la conduite autonome sans surveillance conducteur. D'ici 2022, un cadre permettant la circulation des véhicules autonomes sera mis en place. En bout de chaîne, cela suppose de poser au plus vite le cadre d'homologation des véhicules autonomes.

Ouvrir les données publiques et privées

La France est un pays fortement centralisé et lui confère un avantage certain pour l'IA, grâce à des bases de données centralisées massives. Le Président compte ouvrir les bases de données publiques à des fins de recherche dans les prochains mois. Il ouvrira aussi les données obtenues grâce à des financements de fonds publics et les données issues de projets de recherche financés par l'Etat.

Emmanuel Macron annonce également vouloir faciliter la création de plateformes de partage de données entre acteurs publics et privés, avec une logique sectorielle. "Du secteur bancaire pour les données de transaction, à l'agriculture pour l'efficacité des pesticides, en passant par les données de tests de véhicules autonomes, c'est à une

mobilisation générale autour de la donnée que j'appelle", prévient-il. Il désigne notamment quatre secteurs prioritaires dans lesquels l'Etat pourrait « jouer un rôle de structuration » : santé, mobilité, environnement et sécurité. Cela passera en outre par la promotion des logiciels libres partout où ils peuvent se développer.

Le chef de l'Etat lancera par ailleurs une réflexion au sein de l'UE pour avoir accès aux données privées. "Cette politique est inconcevable sans un cadre européen protégeant les données personnelles et permettant la pleine valorisation de ces données dans l'espace européen", précise-t-il. Car l'opinion publique devient sensible à l'utilisation de ses données personnelles. Et il ne faudra pas confondre l'usage des données agrégées et l'intrusion dans les données personnelles. Le nouveau règlement européen répond à ces questions mais doit aller plus loin pour assurer la maîtrise des données, dans un cadre transparent.

Définir un cadre réglementaire et financier français et européen

L'intelligence artificielle sera le premier champ d'application du fonds pour l'innovation et l'industrie de 10 milliards d'euros mis en place en début d'année. Sur le quinquennat, "ce sera un effort dédié d'un milliard et demi d'euros entraînant directement plus de 500 millions d'euros d'investissements privés supplémentaires qui sera mis en oeuvre pour accompagner l'émergence de ce grand pôle mondial de l'intelligence artificielle", annonce Emmanuel Macron. Près de 800 millions d'euros supplémentaires seront investis d'ici 2024 dans la nanoélectronique, ingrédient essentiel au développement de l'IA.

Emmanuel Macron entend définir un cadre financier européen dédié à l'IA. En plus de ses politiques historiques (PAC, fonds structurels), l'Union Européenne doit porter une ambition nouvelle en matière d'innovation, estime le Président Français.

Définir les enjeux éthiques et politiques de l'IA

Il reste enfin à construire les codes éthiques de l'IA. Des engagements de non discrimination sociale, ethnique,

sexuelle doivent être pris. Ils devront également respecter les libertés individuelles, l'intimité et la vie privée. Dans cette perspective, "l'Etat rendra par défaut public le code de tous les algorithmes qu'il serait amené à utiliser, au premier rang desquels celui de Parcoursup", prévient le Président.

Une réflexion européenne et nationale sera lancée sur le contrôle et la certification des algorithmes, pour résister à la "privatisation opaque de l'IA ou à son usage potentiellement despotique". Des discussions seront aussi mises en place au niveau international, notamment avec le Canada. Emmanuel Macron envisage même d'aller jusqu'à la création d'"un GIEC de l'intelligence artificielle" pour créer "une expertise mondiale indépendante qui puisse mesurer, organiser et nourrir le débat démocratique pour que l'IA ne devienne pas une instance de contrôle, mais de liberté".

Par **Matthieu Combe**, journaliste scientifique

25/04/2018

LA FRENCH FAB ACCÉLÈRE SON DÉPLOIEMENT

La French Fab a été lancée en octobre 2017 par Bruno Le Maire, ministre de l'Economie et des Finances. Elle vise à devenir la vitrine des savoir-faire industriels français à l'exportation. Les accélérateurs se multiplient en régions et dans les filières.

Avec un coq bleu pour étendard, le label French Fab associe industriels et start-ups dans un réseau facilement identifiable pour faire rayonner l'industrie française dans le monde. Grâce au soutien de plusieurs acteurs, notamment la Banque publique d'investissement (Bpifrance) et les régions, les entreprises sont accompagnées pour former l'industrie du futur "à la française" et conquérir les marchés mondiaux.

La French Fab nourrit notamment l'ambition d'accompagner les petites et moyennes entreprises (PME) pour les transformer en entreprises de taille intermédiaire (ETI). Soit des sociétés qui emploient entre 250 et 5.000 salariés et réalisent un chiffre d'affaires allant jusqu'à 1,5 milliard d'euros. Bruno Le Maire a annoncé vouloir doubler le nombre d'entreprises accompagnées par la BPI. D'ici 2022, la banque devra accompagner 4.000 entreprises dans ses accélérateurs, avec un programme de 18 à 24 mois, par promotion. À terme, l'objectif est bien de rattraper le retard français à la matière : le pays ne compte que 5600 ETI, là où l'Allemagne en recense près du double.

Des accélérateurs avec Bpifrance

« Les accélérateurs de Bpifrance proposent des programmes intégrés sur 2 ans permettant d'accompagner les entreprises en profondeur dans leurs projets de croissance et de transformation à travers de la formation, du conseil et de la mise en réseau, explicite Fanny Letier, directrice exécutive chez Bpifrance au magazine [Entreprendre](#). Nous sommes là pour transformer des PME en ETI et des ETI en champions mondiaux. »

Ces accélérateurs permettent de transformer les entreprises grâce aux nouvelles technologies : [impression 3D](#), intelligence artificielle, [robotique](#), digital, [big data](#), etc. Les entreprises accompagnées innovent, entrent dans l'industrie du futur et attirent les jeunes vers les métiers de l'industrie. Surtout, elles développent considérablement leur chiffre d'affaires, partent à l'exportation, modifient leurs modèles d'affaires et se tournent vers la [responsabilité sociétale des entreprises \(RSE\)](#).

Les régions s'allient à la French Fab

Les accélérateurs se multiplient. Bpifrance développe des accélérateurs nationaux par filières industrielles. Un premier [accélérateur "Ambition PME-ETI"](#) dédié aux entreprises de l'aéronautique a été créé avec le Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (Gifas). La première promotion de 60 entreprises a été lancée en septembre 2017 pour 18 mois. Un autre accélérateur dédié aux entreprises de la chimie vient d'être lancé début avril avec l'Union des industries chimiques (UIC). L'[Accélérateur Chimie](#) accueillera dès le deuxième semestre 2018 30 PME et ETI du secteur disposant d'un fort potentiel de croissance. D'autres accélérateurs sont prochainement attendus dans les grands secteurs industriels, comme l'automobile, la construction, l'agroalimentaire, le ferroviaire, la construction navale ou encore la santé.

À côté de ces accélérateurs nationaux, plusieurs régions ont lancé leurs propres accélérateurs, en collaboration avec Bpifrance. C'est le cas des régions Pays de la Loire et de la Nouvelle Aquitaine qui ont lancé leur accélérateur en 2017. Par exemple, la première promotion du programme d'accélération de 24 mois en [Nouvelle Aquitaine](#) compte 8 PME et 14 ETI depuis octobre 2017. Le programme devrait monter en puissance pour concerner à terme 70 entreprises par promotion.

La dynamique s'amplifie en 2018

La French Fab Auvergne-Rhône-Alpes annoncée en mars 2018 sera dotée d'un plan de 120 millions d'euros. Dans la foulée, la Région Bretagne a lancé la Breizh Fab, un "plan industriel breton 2020" doté de 4 millions d'euros. Celui-ci est destiné à agir comme un accélérateur régional. En particulier, le programme d'accompagnement "Industrie du futur" qui aide à la modernisation de l'outil productif accueillera une nouvelle promotion de 50 entreprises. D'autres régions sont en cours de discussions avec Bpifrance pour lancer leurs accélérateurs.

Bpifrance a récemment présenté les résultats de la deuxième promotion de son accélérateur PME (2016-2018). Après 24 mois d'accompagnement, les résultats sont plutôt très encourageants pour les 58 PME qui ont été tentées par l'expérience. En effet, leur chiffre d'affaires moyen a augmenté de 25 %, leurs exportations de 22 % et leurs effectifs de 34 %. La troisième promotion (2017-2019) est d'ores et déjà en cours d'accélération, et la quatrième promotion (2018-2020) a été annoncée. 56 PME ont été sélectionnées, dont plus de la moitié dans le secteur industriel. Ces résultats sont de bon augure pour les futurs résultats des accélérateurs de la French Fab.

Par **Matthieu Combe**, journaliste scientifique

25/04/2018