

**DOSSIER THÉMATIQUE**



**OUEST  
VALORISATION**  
Ressources d'innovation

**INDUSTRIE 4.0 :  
INDUSTRIE DU FUTUR  
ET INDUSTRIE  
D'AUJOURD'HUI !**

Novembre 2018

**Dossier réalisé en  
partenariat avec**

**In Extenso**  
Innovation Croissance



## L'INDUSTRIE DU FUTUR? NON, L'INDUSTRIE D'AUJOURD'HUI !

**B**ienvenue dans la quatrième révolution industrielle, l'ère de la personnalisation des produits à la demande. L'industrie 4.0, comme on l'appelle, est une nouvelle manière d'organiser les moyens de production, en combinant les processus industriels des produits du monde réel avec les technologies du monde virtuel et la conception numérique. Le but est d'augmenter la flexibilité et donc la productivité des processus industriels tout en optimisant les coûts et la consommation d'énergie, pour mieux répondre aux besoins des consommateurs toujours plus exigeants.

### De nombreux secteurs impliqués

Cette nouvelle ère industrielle engage de nombreuses technologies comme la cobotique, la réalité augmentée ou virtuelle, l'impression 3D, l'intelligence artificielle qui permet d'exploiter les données issues du big data et de la maquette numérique. Grâce aux avancées technologiques et à une volonté politique affirmée de développer l'industrie 4.0, entraînée sous une bannière French Fab, le secteur associé est annoncé très porteur sur les 5 prochaines années, allant de 312,4 Milliards en 2018 à 648,9 milliards en 2023 d'après une estimation de Netscribe.

Un géant de l'automobile, tel que Mercedes-Benz a récemment implémenté des technologies hyperconnectées et digitales dans une de ses lignes de production, comprenant des capteurs gérant le flux des matériaux. Ce faisant, ils ont constaté une amélioration de 15% d'efficacité manufacturière. Le constructeur a donc décidé de généraliser ce système sur l'intégralité de ses lignes.

Pour répondre à cet enjeu, la SATT Ouest Valorisation investit dans des projets de recherche publique qui répondent aux besoins d'industriels innovants.

Dans ce dossier thématique, nous avons souhaité vous présenter un large panel de technologies et de compétences sur ce domaine en pleine transformation.

Très bonne lecture.

**Bruno Westeel**  
**Responsable Marketing & Communication**  
**SATT Ouest Valorisation**

Les rédacteurs :

**Florent Sautejeau**

Chargé de marketing

SATT Ouest Valorisation

florent.sautejeau@ouest-valorisation.fr

Tél : +33 (0)2 99 87 46 57

**David Afriat**

Associé

In Extenso Innovation Croissance

david.afriat@inextenso-innovation.fr

Tél : +33 (0)6 50 21 19 25

# SOMMAIRE

**#1**

L'industrie 4.0  
en infographie

**Page 4**

**#2**

Panorama du marché  
réalisé en collaboration avec In Extenso  
Innovation Croissance

**Page 6**

**#3**

La French Fab & l'Usine Extraordinaire

**Page 18**

**#4**

Zoom sur la start-up StirWeld

**Page 18**

**#5**

Les offres de technologies de la  
SATT Ouest Valorisation

**Page 15**

**#6**

Les plates-formes technologiques  
accompagnées par la SATT Ouest Valorisation

**Page 22**

**#7**

Pour plus d'infos : la SATT Ouest Valorisation,  
véritable pont entre le public et le privé

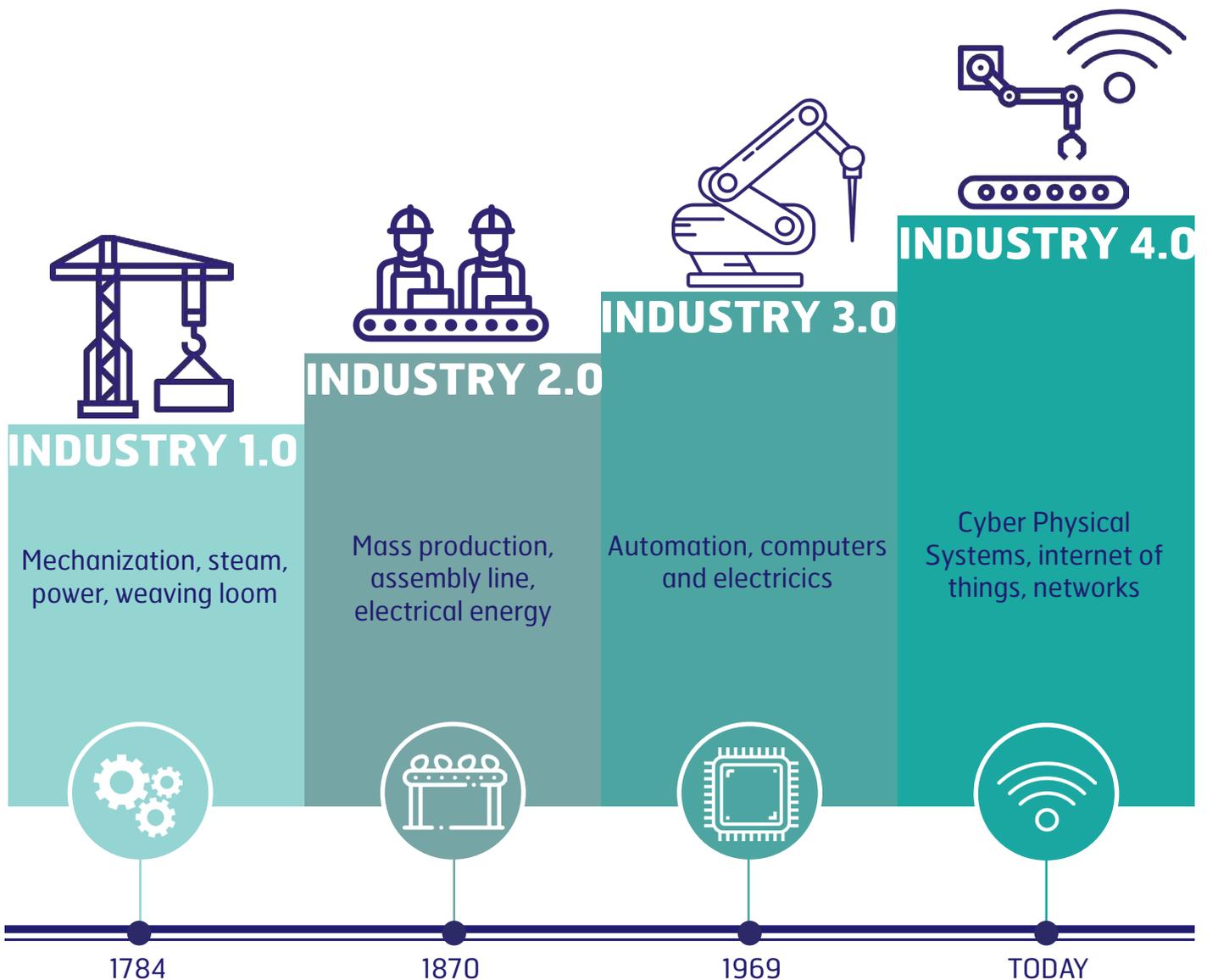
**Page 26**

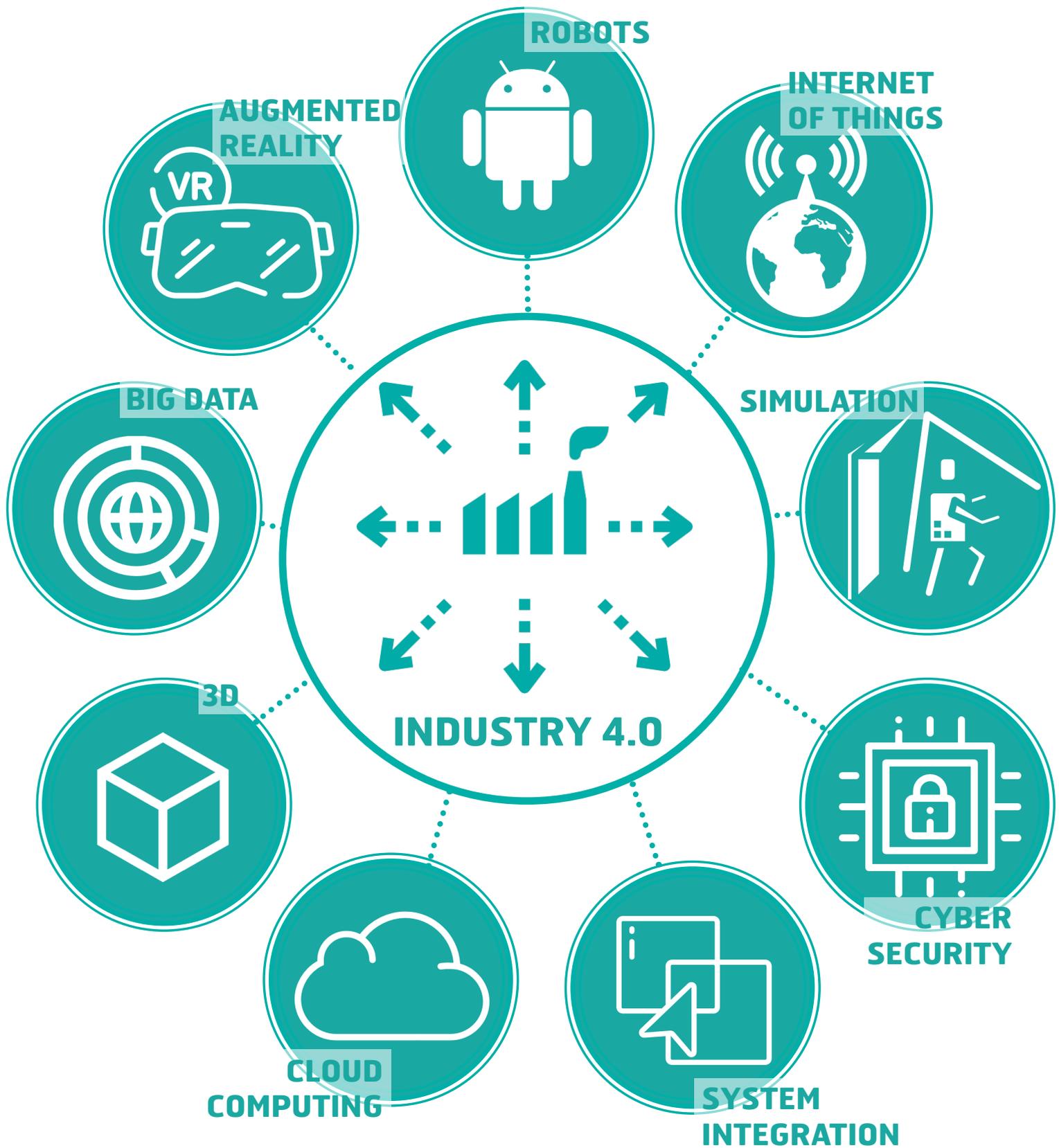
**#8**

Votre contact

**Page 28**

# LE MARCHÉ DE L'INDUSTRIE 4.0 EN INFOGRAPHIE





# PANORAMA DU MARCHÉ DE L'INDUSTRIE 4.0

Les objets connectés sont destinés non seulement à transformer l'industrie telle que nous la connaissons, mais aussi à révolutionner les prévisions de la demande ainsi que la gestion d'inventaire alors que les entreprises prennent conscience des possibilités amenées par l'industrie 4.0. Cependant, même si de nombreux acteurs se rendent compte de l'importance de ces opportunités, beaucoup restent en retrait au niveau de la courbe d'adoption.

En terme d'implémentation, voici l'état d'avancement :

- 28% ont déjà discuté le sujet
- 22% ont commencé l'implémentation
- 22% ne l'ont pas encore envisagée
- 16% ont déjà programmé l'implémentation
- 8% ont un business case
- 3% l'ont implémenté sur leurs lignes

88% des industriels à l'échelle globale s'accordent sur le fait que l'IloT (Industrial Internet of Things) est critique dans leur succès futur.

66% Disent que l'IloT résultera en de nouvelles sources de revenus et business models pour leur entreprise.

49% croient que l'IloT va améliorer leur expérience client.

La maturité des pays dans l'implémentation de l'Industrie 4.0 : (source InfoSys : Industry 4.0 : The state of the Nations)

- La CHINE avec 57%
- Les Etats-Unis 32%
- Le Royaume-Uni 26%
- L'Allemagne 21%
- La France 14%



## La production manufacturière : un secteur industriel qui a entamé sa quatrième révolution industrielle

La révolution digitale et l'émergence de technologies de rupture impactent fortement l'économie mondiale, et le secteur industriel n'y échappe pas. Activité de poids et révélatrice de la prospérité économique d'un pays, l'industrie a déjà connu de profondes transformations au cours des siècles derniers, connues et matérialisées par trois révolutions. L'invention de la machine à vapeur, l'introduction de l'électricité, de la mécanique, l'avènement de l'électronique, des télécommunications ou de l'informatique ont permis tour à tour de mécaniser la production, de favoriser la production de masse et de tendre vers son automatisation.

Face aux enjeux de compétitivité, les changements sociétaux provoqués par la mondialisation économique et les nouvelles demandes des consommateurs de plus en plus exigeants, les industriels innovent afin de produire plus intelligemment et ainsi livrer un produit de qualité dans un délai le plus court possible, avec sécurité et agilité. Pour répondre à ces défis, **l'usine de demain se réinvente pour devenir plus intelligente et intégrée, en étant à la fois connectée, flexible, réactive, compétitive et propre.**

Une nouvelle phase s'annonce avec l'émergence d'une industrie dite « du Futur » ou « 4.0 ». Cette révolution conduite par la digitalisation de l'industrie et l'émergence de nouvelles technologies avancées de production, vise à repenser les produits, processus et modèles d'affaires des acteurs économiques et des territoires. Pour la mettre en œuvre, il n'est pas nécessaire de construire de nouveaux sites, les industriels partent de l'existant et le transforment en interconnectant les technologies.

## Une volonté politique de tirer parti de l'industrie du futur

L'engouement pour l'Industrie 4.0 a été impulsé par l'Allemagne en 2011 avec son programme « Industrie 4.0 »<sup>1</sup> et s'est rapidement étendu dans le reste du monde. Malgré un contenu et des finalités qui diffèrent, l'ensemble des grandes puissances industrielles mondiales se sont mobilisées sur le sujet **et proposent des politiques publiques en faveur de l'industrie 4.0**. Des mesures ont été prises tant dans les pays en cours de désindustrialisation (Programme Advanced Manufacturing Partnership aux Etats-Unis par exemple) que dans des pays déjà très robotisés<sup>2</sup> (Programme manufacturing Industry Innovation 3.0 Strategy en Corée du sud<sup>3</sup>) ou en plein développement (Programme Made in China 2025<sup>4</sup>). Alors que certains, à l'instar de l'Allemagne, souhaitent préserver leur place dominante sur

*En septembre dernier, le premier ministre Edouard Philippe a annoncé qu'une enveloppe de 500 millions d'euros d'aide à l'investissement serait débloquée ainsi qu'une baisse de la taxe TICFE*

la scène industrielle, d'autres comme la Chine souhaitent tirer avantage de cette révolution pour rattraper un

retard technologique<sup>5</sup>.

Comme les Etats-Unis, l'industrie française a souffert de la concurrence des pays compétitifs à faibles coûts de main d'œuvre<sup>6</sup>. Pour répondre à ce ralentissement de l'activité industrielle, le

gouvernement français souhaite saisir les opportunités offertes par l'Industrie 4.0 et l'utiliser comme levier de renouveau et de croissance pour redynamiser un tissu industriel affaibli.

Des mesures ont été adoptées comme le projet de « Nouvelle France industrielle » sous François Hollande en 2013 reconduit par Emmanuel Macron en 2017<sup>7</sup>. Ce soutien gouvernemental s'illustre aussi à travers les dispositifs de financement déployés (Programmes d'investissements d'avenir) et les incitations fiscales.

*En juin 2018, l'usine autonome d'ABCm a reçu le label « Vitrine Industrie du Futur » pour son projet d'innovation collaboratif impactant l'ensemble de sa chaîne de valeur*

En septembre dernier, le premier ministre Edouard Philippe annonçait qu'une enveloppe de 500 millions d'euros d'aide à l'investissement serait débloquée ainsi qu'une baisse de la taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité (TICFE)<sup>8</sup>.

L'Etat est également intervenu en 2015 avec le lancement du label « Vitrine Industrie du Futur » récompensant les entreprises ayant développées un projet novateur pour leur production, de l'amont jusqu'à l'aval<sup>9</sup>.

On peut enfin souligner la création du label French Fab<sup>10</sup> en 2017 par Bruno Le Maire, ministre de l'Economie et des Finances, qui renforce la visibilité de l'industrie française ou encore par les mesures d'aides fiscales.

<sup>1</sup> L'usine du futur du plan Allemand « Industrie 4.0 » s'esquisse au CeBIT, L'Usine Digitale, <https://www.usine-digitale.fr/article/-usine-du-futur-du-plan-allemand-industrie-4-0-s-esquisse-au-cebit.N192937>

<sup>2</sup> L'industrie du futur : une compétition mondiale, Thibault Bidet-Mayer, La Fabrique de l'industrie, 2016

<sup>3</sup> Smart Industry in Korea, Jeong Eun Ha, Officer for Innovation, Technology & Science, September 27, 2015

<sup>4</sup> Made in China 2025, l'ambition chinoise, Portail de l'IE, Centre de ressources et d'information sur l'intelligence économique et stratégique, <https://portail-ie.fr/analysis/1273/made-in-china-2025-lambition-chinoise>

<sup>5</sup> L'industrie du futur : une compétition mondiale, Thibault Bidet-Mayer, La Fabrique de l'industrie, 2016

<sup>6</sup> Délocalisations et concurrence des pays émergents : mesurer l'effet sur l'emploi en France, revue de l'OFCE, 2005

<sup>7</sup> Industrie du Futur : transformer le modèle industriel par le numérique, Economie.gouv, 2015 : <https://www.economie.gouv.fr/lancement-seconde-phase-nouvelle-france-industrielle>

<sup>8</sup> France : un suramortissement pour les investissements technos des PME, Les Echos investir, <https://investir.lesechos.fr/marches/actualites/france-un-suramortissement-pour-les-investissements-technos-des-pme-1793024.php>

<sup>9</sup> L'alliance Industrie du Futur labellise 4 nouveaux projets industriels exemplaires « Vitrites Industrie du Futur » le 12 juin 2018, Alliance Industrie du Futur, <http://www.industrie-dufutur.org/Actualit%C3%A9s/aif-labellise-abc-m-air-liquide-france-als-tom-et-bretagne-ateliers-vitrines-industrie-futur-juin-2018/>

<sup>10</sup> La French Fab, <https://www.lafrenchfab.fr/>

## L'industrie du futur : zoom sur un marché en plein essor

Le secteur global associé au concept de l'Industrie du futur est annoncé très porteur ces cinq prochaines années selon une étude Netscribes publiée en 2018. **Estimé à 312,4 milliards de dollars en 2018 avec des prévisions à 648,9 milliards de dollars pour 2023<sup>11</sup>**, le marché global de l'industrie du futur devrait croître à un taux de croissance annuel moyen (ou CAGR) de 15,75%. Cela s'explique notamment par des politiques publiques incitatives, à l'utilisation croissante d'outils et solutions numériques ou encore par la nécessité pour les fabricants d'optimiser les coûts de production.

Les secteurs comme l'automobile, l'agroalimentaire, l'aérospatiale, la mécanique, la sidérurgie, l'électronique ou encore la santé bénéficient fortement de l'industrie 4.0 car toute la chaîne de montage peut être automatisée et connectée. Le suivi du processus de production est devenu beaucoup plus facile qu'auparavant.

**Les ressources humaines peuvent être utilisées dans des tâches à plus forte valeur ajoutée** telles que l'analyse, la prédiction, la prise de décision ou encore la gestion plutôt que la production. On parle aujourd'hui **d'opérateur augmenté** !

Les observations varient en fonction des zones géographiques étudiées et de leur réalité socio-économique. Selon l'étude Netscribes, l'Asie devrait connaître la croissance la plus importante (CAGR 17%) sur la période 2018-2023, avec une estimation du marché à 176,4 milliards pour 2023.

Selon ces mêmes prévisions, l'Amérique du Nord devrait conserver sa première position avec un marché global estimé pour 2023 à 184 milliards d'euros alors que l'Europe les prévisions du marché en Europe est de l'ordre de 145,4 milliards de dollars pour 2023.

## Panorama des enjeux socio-économiques et environnementaux

Pour faire **face au mouvement de désindustrialisation** qui touche un grand nombre de pays développés, le recours aux technologies de ruptures pour moderniser l'appareil productif est un défi crucial pour **redynamiser l'activité et rivaliser avec les pays à bas coût**. Les investissements réalisés dans l'industrie 4.0 doivent permettre aux industriels de redevenir compétitifs dans cette course économique mondiale, en optimisant leur coût de production, leur valeur ajoutée ainsi que leur agilité. En interconnectant la chaîne de valeur et en disposant de systèmes de production connectés, les industriels pourront rester au plus près de leur client et l'intégrer dans le processus de production<sup>12</sup>. A travers ces infrastructures innovantes, les industriels sont flexibles et plus efficaces dans l'allocation des ressources et peuvent ainsi répondre au défi de production personnalisée de qualité à moindre coût, avec réactivité face aux évolutions permanentes de leur environnement.

Le recours aux technologies de rupture et numériques ne doit pas se limiter aux grands groupes industriels disposant des moyens pour investir. **Le challenge consiste à ce que le tissu industriel dans son ensemble puisse profiter de l'industrie 4.0 et ses composantes<sup>13</sup>**. Les ETI ou PME, qui représentent en volume un nombre d'emplois et de richesse considérable, risquent d'affaiblir à long terme l'activité économique du pays si elles sont laissées-pour-compte. L'accompagnement de ces entreprises face aux risques de ce virage industriel (exposition aux aléas technologiques, cyberattaques, difficulté de recrutements des profils techniques...) est un défi pour la puissance publique<sup>14</sup>.

<sup>11</sup> Global Smart Manufacturing Industry 4.0 (2018-2023), Netscribes, 2018

<sup>12</sup> Le guide des technologies de l'industrie du futur, Alliance Industrie du Futur, 2018

<sup>13</sup> <sup>14</sup> L'industrie du futur : une compétition mondiale, La Fabrique de l'industrie, 2016

Les avancées technologiques suivent un rythme effréné et il est nécessaire que l'Homme se place au cœur de cette dynamique. Les industriels doivent se familiariser et former les employés actuels aux métiers de demain, ainsi qu'anticiper le besoin en ressources humaines sur les filières stratégiques de demain. Le rôle d'un employé dans l'usine va significativement changer avec l'Industrie 4.0, il est nécessaire de proposer des mesures de formation continue permettant aux profils opérateurs et techniciens de s'adapter à cette vague technologique. **La conception, l'intégration et la maintenance de telles infrastructures technologiques impliquent le recours de nouveaux profils** spécialisés sur les technologies en question (expert en data science, data management, en sécurisation de données, développement logiciel ou robotique...)¹⁵.

Ce renouveau industriel et l'émergence de métiers techniques doivent contribuer à redonner une belle image à l'industrie pour attirer les talents de demain. La filière industrielle doit tirer profit de l'Industrie 4.0 pour se revitaliser tant sur le volet économique, que sociétal et environnemental.

*Selon une étude Netscribes, le marché mondial du Big Data and Analytics devrait atteindre 200 milliards de dollars en 2023.*

Au regard du contexte écologique actuel et de la lutte contre le réchauffement climatique, l'industrie 4.0

prend aussi en considération les contraintes liées à son environnement. **En plus d'être connectée, flexible et compétitive, l'usine intelligente sera propre et limitera au maximum son empreinte carbone.** Repenser un modèle inadapté aux enjeux environnementaux, favoriser le développement d'une économie circulaire et de l'écoconception, réduire les rejets et nuisances ou encore utiliser des bâtiments à haute qualité énergétique sont autant de défis pour faire de l'usine du futur « un levier de la transition énergétique »¹⁶ profitable à tous.

## Un panel de technologies au service de l'industrie de demain

L'industrie dite du futur et donc la production manufacturière se repose sur un panel très large de technologies et d'innovations dans les procédés de fabrication. Nous l'avons vu, l'usine intelligente sera à la fois connectée, mais aussi plus agile et compétitive. Il est nécessaire que cette « mosaïque de technologies »¹⁷ soit utilisée de la façon la plus efficace possible.

### Les technologies du numérique – pour une industrie connectée

La quatrième révolution industrielle possède une composante technologique très orientée vers le numérique afin de digitaliser le processus de production et **mettre en réseaux tant les machines, produits et individus que son environnement.** Alors que les dispositifs communicants (IOT) permettent aux industriels de connecter les machines, les produits en cours de fabrication ou fabriqués et de récolter un volume important de données, la technologie Big data et analytics **offre la possibilité de les traiter, analyser et exploiter.** Les informations issues de ces données sont exploitées par les industriels **sous forme de plan d'actions métiers afin d'optimiser la chaîne de production.** Pour répondre aux besoins de stockages, de partage et de sécurité de ces données provenant des différents sites de productions/départements interconnectés, le cloud computing et la cybersécurité seront également nécessaires et fortement contributives au développement de cette industrie intelligente¹⁸.

La masse de données récoltée par l'utilisation conjointe des technologies d'IOT et de big data, l'adoption croissante du cloud-computing ou encore la nécessité d'amélioration de l'efficacité opérationnelle dans l'industrie manufacturière sont des facteurs favorisant les industriels à faire également usage de l'intelligence artificielle (IA) et ses champs d'étude : machine learning et deep learning. Déjà répandue dans le domaine du jeu-vidéo et médiatisée via son utilisation

15 Le guide des technologies de l'industrie du futur, Alliance Industrie du Futur, 2018  
 16 Impacts du Numérique au sein de l'Industrie, au regard de la transition énergétique et écologique, ADEME, 2017  
 17 L'industrie du futur : une compétition mondiale, La Fabrique de l'Industrie, 2016  
 18 Le guide des technologies de l'industrie du futur, Alliance Industrie du Futur, 2018  
 Fan Hui, champion européen de go : « L'ordinateur joue comme un humain », Le monde, [https://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/01/27/fan-hui-champion-europeen-de-go-je-suis-le-premier-joueur-pro-a-perdre-contre-une-machine\\_4854891\\_4408996.html](https://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/01/27/fan-hui-champion-europeen-de-go-je-suis-le-premier-joueur-pro-a-perdre-contre-une-machine_4854891_4408996.html)

pour la conception de joueurs artificiels pour le jeu d'échecs<sup>19</sup> (l'Algorithme AlphaGO créée par Google DeepMind a battu en 2015 le champion

*En 2012, le géant du e-commerce Amazon a racheté le fabricant de robots Kiva Systems pour 775 millions de dollars afin de robotiser ses entrepôts.*

européen Fan Hui), l'IA est aussi très convoitée dans des industries comme la santé ou l'automobile. En plein essor, **le marché mondial de l'IA dans**

**le secteur manufacturier devrait atteindre 4,9 milliards de dollars en 2023**, soit une croissance de 52% par rapport à l'année 2018 selon une étude Netscribes. L'IA a par exemple favorisée l'émergence du concept de jumeau numérique<sup>20</sup> qui offre aux industriels des possibilités pour renforcer la performance des produits, anticiper les étapes du cycle de vie ou encore mieux planifier les activités sur la chaîne de production.

Initialement cantonnées à l'univers du gaming et du divertissement, **les technologies immersives semblent enfin trouver de plus en plus d'usages dans les segments professionnels**<sup>21</sup>. Les industriels voient par exemple les réalités augmentées (RA) et virtuelles (RV) comme de nouveaux outils pour faciliter la maintenance, la formation, simplifier et rendre moins abstraites les étapes de conception ou encore améliorer l'efficacité et la sécurité des travailleurs<sup>22</sup>.

### **Les technologies avancées de production – pour une industrie agile et compétitive**

Bien que la définition de l'Industrie et son périmètre technologique varient selon les pays, le concept d'Industrie du futur ne repose pas seulement sur la connectivité de l'usine et de son environnement. L'industrie 4.0 prend **en considération la capacité des industriels à répondre le plus rapidement et efficacement possible aux fluctuations des besoins**. Différentes technologies s'inscrivent dans cette mouvance et permettent conjointement d'apporter flexibilité et compétitivité aux industriels. C'est le cas des technologies avancées de production, comme les solutions robotiques qui attirent de plus en plus la convoitise d'industriels en quête de solutions d'optimisation des coûts de production. La robotique impacte l'ensemble des industries ma-

nufacturières à travers des applications **comme le soudage, la peinture, l'assemblage, l'emballage et l'étiquetage, l'inspection des produits** ou encore les essais<sup>23</sup>. La robotique utilisée dans la fabrication réduit en effet le coût de production, ce qui peut entraîner une baisse des prix et une plus forte demande pour le produit. En 2012, Amazon a racheté le fabricant de robots Kiva Systems pour 775 millions de dollars<sup>24</sup>. Ce rachat a permis au géant du e-commerce de mettre au point un entrepôt robotisé capable de gérer de façon efficiente le flux logistique entre les sites d'entrepôts et d'optimiser les coûts de production.

La firme américaine est loin d'être la seule à s'équiper de solutions robotiques. **La croissance de la demande de produits personnalisés à faible coût**, l'exigence de minimiser le gaspillage, les temps d'arrêts ou encore de limiter les défauts dans l'industrie manufacturière conduit à une adoption toujours plus forte de la robotique par les industriels. Selon une étude Netscribes, le marché du robot industriel devrait atteindre 70 milliards de dollars en 2023.

Dans la lignée de ces solutions, **un nouveau pan de robotique émerge dans le domaine de la collaboration homme-robot : la cobotique**. Les « cobots » sont destinés à travailler de pair avec l'humain pour l'assister dans des tâches dangereuses, pénibles ou à faible valeur ajoutée. Les domaines d'applications sont variés, mais l'industrie (aéronautique, agroalimentaire...) semble être un terrain propice au développement de ces solutions déjà sollicitées par de grands groupes industriels. Ce pan de la robotique se développe rapidement et a été annoncé à 12 milliards de dollars en 2025 selon la Robotic Industries Association.

Des nouveaux procédés de fabrications agiles contribuent également à rendre cette usine plus flexible. **La fabrication additive par exemple, parce qu'elle permet de répondre aux limites des procédés de fabrication soustractifs** traditionnels et qu'elle donne l'opportunité de mettre en œuvre de nouveaux matériaux et de favoriser la fabrication à gradient de performances<sup>25</sup>. Parmi les nouveaux procédés, on peut également citer les assemblages par procédés de soudage

innovants, pour répondre à des défis comme l'accroissement de la durée de vie des appareils. L'industrie intelligente doit également disposer de moyens pour contrôler, surveiller et tracer ses opérations, via l'intégration de systèmes de contrôle non destructif (CND) par exemple.

A travers ce panel de technologies et de nouveaux procédés, les industriels disposent d'outils de pointes pour rendre leur processus de fabrication plus intelligent et piloter plus efficacement leur activité, en raccourcissant leur chaîne, en accédant aux données en temps réel et en utilisant cette information pour optimiser la chaîne d'approvisionnement et le processus de production. Les technologies numériques et évolutions sociétales (médias sociaux, intégration du client dans la conception...) nécessitent le développement de ces usines intelligentes, connectées et flexibles, aux installations ultramodernes pour répondre aux besoins changeants du marché.



## Ce qu'il faut retenir !

Poussé par des politiques gouvernementales incitatives, l'utilisation croissante des outils et solutions numériques et la nécessité pour les fabricants d'optimiser les coûts de production sont des facteurs qui contribuent au plein essor mondial de la dynamique marché associée à l'Industrie du futur. La révolution numérique redistribue les cartes et apporte un nouvel horizon industriel aux pays occidentaux en quête de réindustrialisation et de nouvelles opportunités aux pays émergents pour combler un retard technologique.

Il y a un véritable engouement en France autour de la modernisation de l'outil de production et de la transformation numérique des entreprises. L'industrie du futur est perçue comme un levier stratégique et de croissance sur lequel il faut tirer parti pour redynamiser un tissu industriel affaibli et s'imposer sur les marchés mondiaux.

Les innovations sous toutes leurs formes (avancées technologiques, organisationnelles...) sont les composantes clés au développement et à la pérennisation de l'Industrie 4.0. A l'instar des technologies non matures, issues de programmes R&D et/ou de la recherche fondamentale, qui jouent aussi un rôle de premier plan dans cette transformation de l'industrie, et devront maximiser l'impact d'un secteur industriel toujours plus compétitif, réactif, connecté et performant d'un point de vue environnemental et sociétal.

**19** Fan Hui, champion européen de go : « L'ordinateur joue comme un humain », Le monde, [https://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/01/27/fan-hui-champion-europeen-de-go-je-suis-le-premier-joueur-pro-a-perdre-contre-une-ma-chine\\_4854891\\_4408996.html](https://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/01/27/fan-hui-champion-europeen-de-go-je-suis-le-premier-joueur-pro-a-perdre-contre-une-ma-chine_4854891_4408996.html)

**20** Intelligence Artificielle: Le jumeau numérique, une promesse pour l'entreprise et les consommateurs, PWC, <https://transformation-digitale.pwc.fr/data/intelligence-artificielle-le-jumeau-numerique-une-promesse-pour-lentreprise-et-les>

**21** Dossier thématique réalité virtuelle et augmentée : immersion dans un marché en plein boom, SATT Ouest Valorisation

**22** La réalité augmentée au service de l'Industrie du futur, les industries technologiques, <https://www.les-industries-technologiques.fr/actualite/innovation/la-realite-augmentee-au-service-de-lindustrie-du-futur/>

**23** Global Smart Manufacturing Industry 4.0 (2018-2023), Netscribes, 2018

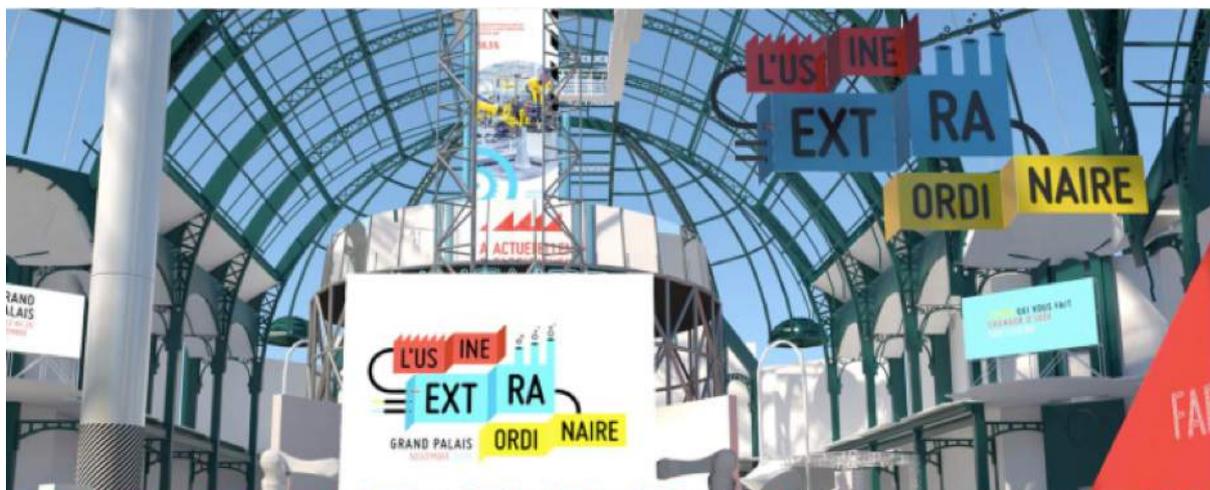
**24** Amazon acquires Kiva Systems in Second-Biggest Takeover, Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2012-03-19/amazon-acquires-kiva-systems-in-second-biggest-takeover>

**25** Le guide des technologies de l'industrie du futur, Alliance Industrie du Futur, 2018

# LA FRENCH FAB & L'USINE EXTRAORDINAIRE

**Du 22 au 25 novembre 2018, l'Usine Extraordinaire a accueilli petits et grands au Grand Palais avec un but : mettre en lumière le savoir-faire des entreprises industrielles de l'Hexagone. Plus de 40 000 visiteurs sont venus « changer d'idée sur l'usine ».**

Retour sur cet événement où la SATT Ouest Valorisation et la jeune start-up STIRWELD étaient les ambassadeurs de la FrenchFab.



En 2017, pour la première fois depuis 10 ans, la France a ouvert plus d'usines qu'elle n'en a fermées. Le secteur retrouve du souffle, se booste aux innovations et cherche de nouveaux talents.

L'Usine Extraordinaire, véritable usine vivante transplantée au cœur de Paris, s'est donné pour mission de faire découvrir les métiers de l'industrie.

Le coq bleu, emblème de La French Fab, accueillait les visiteurs à l'entrée du Grand Palais.



Sur le stand French Fab, les innovations des industriels français s'exposaient pour le plus grand plaisir du public et notamment le procédé de friction malaxage de StirWeld qui démocratise la soudure.

En rupture avec le marché, certaines technologies nécessitent, pour devenir des innovations, la création d'une start-up. Après diverses études sur le marché et sur la viabilité d'une start-up dans un domaine particulier, si les voyants sont aux verts, la SATT Ouest Valorisation encourage et soutient les chercheurs à se lancer dans l'aventure de l'entrepreneuriat.

StirWeld fait partie de ces start-up.

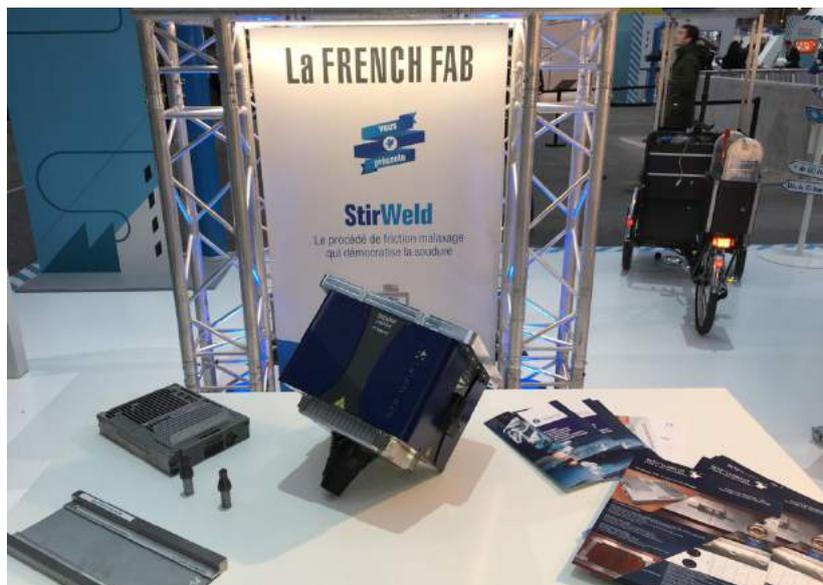
“

*Pour une start-up comme StirWeld, la participation à un événement tel que l'Usine Extraordinaire, est une opportunité unique en terme de visibilité, de notoriété et de prise de contacts.*

*Nous sommes très fiers et honoré de porter les couleurs de la FrenchFab. Un grand merci à la SATT !*

Sylvie Dagnet, Directrice Business Development StirWeld.

”



# ZOOM SUR LA START-UP STIRWELD

## STIRWELD : SOLUTION DE SOUDAGE PAR FRICTION MALAXAGE (FSW)

StirWeld, jeune pousse innovante, créée en 2017, commercialise une technologie brevetée sur les têtes FSW pour centre d'usinage, issue de longues années de recherche au sein de l'ENS Rennes et l'Institut Maupertuis.

StirWeld a développé une tête de soudage qui s'adapte sur un centre d'usinage dont la plupart des entreprises sont déjà équipées ce qui favorise l'adoption du FSW par les PME. Son utilisation en tant qu'outil de soudage ne nécessite que quelques heures de formation et devient un véritable outil hybride combinant soudage et usinage. Cette technique permet un gain de temps ; en effet, les pièces peuvent être soudées et usinées au même endroit, avec la même machine. Ce système convient aux pièces de petites ou de grandes dimensions, pour des épaisseurs de soudure inférieures à 15mm en une seule passe, ce qui est suffisant pour de nombreuses applications réalisées au sein d'une PME.

Cette tête FSW à destination des MOCN (Machine-Outil à Commande Numérique) permet de baisser drastiquement le coût de la technologie FSW tout en proposant des performances identiques à une machine spéciale FSW (contrôle d'effort, enregistrement qualité, ...).



**L'innovation de StirWeld offre aux entreprises une optimisation de leur parc machine et l'intégration d'un nouveau savoir-faire à proposer à leurs clients.**

**StirWeld ambitionne de démocratiser le FSW auprès des entreprises françaises et européennes .**

# LES OFFRES DE TECHNOLOGIES DE LA SATT OUEST VALORISATION

Comme vous avez pu le constater tout au long de ce dossier, le marché de l'industrie 4.0 est soutenu par des innovations toujours plus performantes, intelligentes et connectées. Ces technologies font partie des défis de l'industrie de demain et alimentent donc une recherche continue en matière d'innovation.

La SATT Ouest Valorisation investit dans la détection, la protection et la maturation de projets qui peuvent répondre aux besoins du marché. Voici quelques technologies issues de son portefeuille en lien avec l'industrie 4.0.

## SOLLICITEUR ELASTO-DYNAMIQUE

Aujourd'hui, l'utilisation de robots dans les procédés industriels est plus que courante, c'est pourquoi il devient important de développer des outils pour la maintenance des ces machines. Afin de développer un nouveau procédé de calibration de l'ensemble des paramètres d'un robot industriel, le solliciteur élasto-dynamique a été conçu afin de réaliser un système de sollicitation de robot dans le but d'identifier différents paramètres du robot, qu'ils soient géométriques, élastiques ou encore non-géométriques.

### SES BÉNÉFICES

-  Solution compacte et portable
-  Méthode simple à mettre en œuvre par l'opérateur
-  Universalité de la méthode de calibration
-  Fonctionne en autonomie

### SES APPLICATIONS

-  Le diagnostic de robots
-  La calibration de robots
-  La maintenance de robots



### INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**LABORATOIRE :** LS2N

**EQUIPE :** Robots and Machines for  
Manufacturing, Society and Services

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**

FR : FR1461954 - déposé le 05/12/2014

WO - EP,JP,US

# PROCÉDÉ DE SURVEILLANCE DE PONÇAGE ROBOTISÉ

Dans la plupart des domaines industriels, la préparation de surface mécanique, c'est-à-dire le ponçage ou le polissage, est réalisée principalement au moyen d'appareils portatifs. Ces tâches manuelles sont pénibles (gestes répétitifs engendrant des troubles musculo-squelettiques). En raison de coût élevé de la main d'œuvre qualifiée requise, elles ont un impact conséquent sur le prix de revient du produit final.

La solution permet de calibrer la cellule robotisée afin de détecter des événements néfastes à la qualité du ponçage et de définir l'état de surface du ponçage et ainsi permettre des actions immédiates d'intervention sur le process de réparation de surface, le tout en temps réel.

## SES BÉNÉFICES

- Performance de la surveillance et de l'inspection
- Meilleure réactivité
- Analyse en temps réel
- Coûts réduits

## SES APPLICATIONS

- Aéronautique et spatial
- Nautisme
- Industrie
- Automobile
- Ferroviaire

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**LABORATOIRE :** LS2N

**EQUIPE :** Robots and Machines for Manufacturing, Society and Services

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**

FR : FR1452006 - déposé le 11/03/2014

WO - EP,US

# CHANGEUR DE DISQUE ABRASIF A DISPOSITIF DE CONTROLE DE PRESENCE

L'innovation propose un dispositif de changement précis et autonome d'un disque abrasif perforé sur une ponceuse orbitale utilisée par un système automatisé, comme un bras robotisé par exemple. Le principe réside dans un système complet et autonome permettant, après un positionnement simple de l'effecteur de ponçage par le robot, d'orienter le plateau de la ponceuse, de retirer le disque perforé, de positionner un nouveau disque, de contrôler à tout moment la présence ou l'absence de disque sur le plateau et de stocker un ensemble de disques perforés dans un magasin.

Le système garanti ainsi un positionnement précis du nouveau disque en assurant la coïncidence des orifices d'aspiration de l'outil et du plateau.

## SES BÉNÉFICES

-  Plus de reprise de ponçage liée à l'erreur de présence
-  Aspiration maximum
-  Encombrement minimum
-  Gain de temps

## SES APPLICATIONS

-  Aéronautique et spatial
-  Nautisme
-  Industrie
-  Automobile
-  Ferroviaire

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**LABORATOIRE :** LS2N

**EQUIPE :** Robots and Machines for Manufacturing, Society and Services

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**

FR : FR1261816 - déposé le 10/12/2012  
WO - DE, EP, ES, FR, GB, IT, NL, US

# PILGRIM : SOLUTION D'ANALYSE PREDICTIVE DE DONNEES

La plateforme logicielle PILGRIM se présente comme une solution générale d'analyse prédictive permettant de traiter des systèmes complexes à partir des réseaux bayésiens. Le caractère innovant de PILGRIM est qu'il propose une solution générale allant de méthode de construction de réseaux bayésiens à partir de données simples, à la proposition d'outils de modélisation et de manipulation de réseaux bayésiens relationnels, et leur construction à partir de bases de données relationnelles.

Cet ensemble de caractéristiques permet d'obtenir une boîte à outils riche qui tire parti du pouvoir avancé de modélisation des réseaux bayésiens, modèles généraux pouvant répondre à de nombreuses questions. Pilgrim peut même opérer à partir d'observations incomplètes, à la différence des approches prédictives statistiques classiques dédiées à la prédiction d'une unique tâche, avec un ensemble de variables d'entrées complètement observées.

## SES BÉNÉFICES

- Information prédictive plus pertinente
- Réseaux bayésiens relationnels
- Plateforme logicielle disposant de nombreuses fonctionnalités

## SES APPLICATIONS

- Analyse prédictive
- Industrie
- Banque
- BTP

### INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**LABORATOIRE :** LS2N

**EQUIPE :** DUKE - DATA USER KNOWLEDGE

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**

FR : IDDN.FR.001.510028.000.S

.P.2014.000.20000 - déposé le 11/12/2014

# IMPRESSION 3D PAR TRANSFERT HYDRAULIQUE

Le secteur de l'électronique est contraint aujourd'hui par la forme du support, qui dans la quasi-totalité des cas est plan. Ce projet répond à cette problématique en proposant un choix de supports plus varié. La solution permet donc « d'équiper » des objets de la vie quotidienne de fonctions électroniques avec un procédé reposant sur le principe du « Water Transfert Printing ».

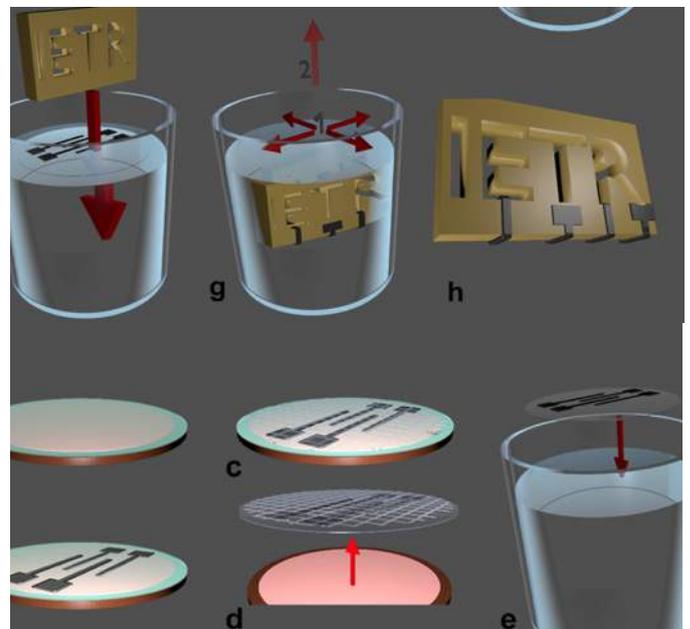
La technologie repose sur des motifs (isolants, conducteurs) de géométries connues réalisés sur un substrat hydrosoluble puis déposés à la surface de l'eau. Un objet est ensuite plongé à travers les motifs flottants à la surface de l'eau puis retiré. Les motifs (matériaux fonctionnels) sont ainsi reportés sur tout type d'objet, qu'il soit percé, courbé, ou de géométrie plus complexe.

## SES BÉNÉFICES

-  Très bonne conformabilité des films reportés sur l'objet
-  Large choix de matériaux à disposition : isolant, conducteur métallique, etc...
-  Faible coût
-  Fabrication sur grande surface

## SES APPLICATIONS

-  Electronique 3D
-  Carte Electronique 3D (composants discrets)
-  Capteurs
-  Antennes
-  Report de matériaux fonctionnels sur surface 3D



## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**LABORATOIRE :** IETR  
**EQUIPE :** MICROELECTRONIQUE ET  
 MICROCAPTEURS (MM)

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**  
 EP : EP17305086.5 - déposé le 26/01/2017  
 WO

# DISPOSITIF D'INDENTATION PORTATIF POUR LA CARACTERISATION DES MATERIAUX

La caractérisation des matériaux par la connaissance de sa loi de comportement mécanique (loi d'écroutissage) est une pratique commune et nécessaire dans toutes les industries manufacturières.

Cette technique nouvelle permet d'obtenir les données du matériau sur la pièce réelle, là où les mesures « classiques » par éprouvettes normalisées ne sont pas réalisables de manière non destructive pour la pièce.

L'équipe de chercheurs a développé un dispositif d'indentation portable permettant d'effectuer des tests d'indentation instrumentée in-situ. Le dispositif est accompagné de son électronique et d'un PC portable afin de faire l'acquisition des signaux. L'effort d'indentation est appliqué progressivement par l'utilisateur et la courbe d'indentation s'affiche en temps réel sur l'écran de l'ordinateur. La courbe d'indentation ainsi obtenue est exploitée pour déterminer les paramètres  $E$ ,  $\gamma$  et  $n$  permettant de tracer la loi d'écroutissage du matériau indenté.

L'embout d'appui peut également être adapté à la taille et à la géométrie de la pièce à tester.

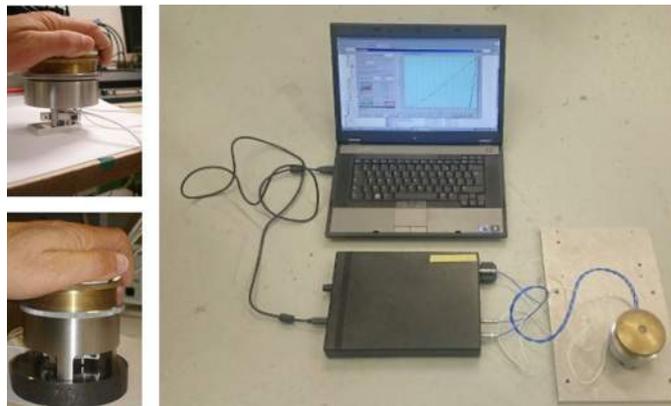
Pour faciliter la mise en charge, le dispositif d'indentation peut être placé dans une station d'accueil avec levier manuel ou avec platine motorisée. Des essais de fluage par indentation peuvent être réalisés avec le système proposé en posant simplement une masse sur le dispositif. Le dispositif peut être adapté à l'extrémité d'un robot pour réaliser des tests automatiques.

## SES BÉNÉFICES

- Gain de temps
- Compacité et portabilité de la solution
- Extraction simplifiée des caractéristiques mécaniques des matériaux
- Non destructif
- Applicable avec des états de surface grossiers
- Applicable sur tout type de matériaux métalliques
- Faible influence de l'opérateur

## SES APPLICATIONS

- Contrôle qualité (Réception de matériaux, fin de process, diagnostic...)
- Caractérisation des matériaux (analyse de la concurrence, R&D ...)



## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

LABORATOIRE : IPR  
EQUIPE : DÉPARTEMENT DES MATÉRIAUX & LUMIÈRE

PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :  
EP : EP17305086.5 - déposé le 26/01/2017

# GRAPPE FABRICATION ADDITIVE

Dans un procédé de fabrication additive par projection de poudre et fusion laser de type CLAD, la mise en forme conique creuse de la poudre (métallique ou non) doit être maîtrisée afin de positionner précisément l'impact du faisceau Laser au sommet de ce cône. Des cônes intercalés permettent cette mise en forme de la poudre. Ils sont situés à la sortie de la buse.

Le principe du procédé CLAD est de transporter la poudre dans l'intervalle situé entre le cône extérieur et le cône intermédiaire. L'intervalle entre le cône central et le cône intermédiaire propulse uniquement du gaz qui va ainsi rendre le cône de poudre creux, afin de faire fondre cette matière uniquement en son sommet par l'intermédiaire d'un faisceau laser passant par le trou situé dans l'axe du cône central.

## SES BÉNÉFICES

-  Meilleure maîtrise du positionnement du faisceau laser pour assurer une fusion optimale
-  Ce module conique peut-être mis en lieu et place d'une buse de machine de fabrication additive poudre existante

## SES APPLICATIONS

-  Procédés de fabrication additive en poudre métallique ou plastique



## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**LABORATOIRE :** LS2N

**EQUIPE :** LE LABORATOIRE DES SCIENCES DU NUMÉRIQUE DE NANTES

**PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE ASSOCIÉE :**

FR : FR1502753 - déposé le 31/12/2015

WO - CN,EP,JP,KR,US

# LES PLATES-FORMES TECHNOLOGIQUES

Les plates-formes technologiques sont des structures mettant à disposition des entreprises des équipements et compétences issus des établissements d'enseignement supérieur. Ainsi, les entreprises peuvent avoir recours à du matériel d'excellence et des compétences humaines à forte valeur ajoutée ou à une prestation clés en main. Ces plateformes permettent de mutualiser les moyens des universités avec ceux des entreprises.

La SATT Ouest valorisation propose des ressources d'innovation issues de plus de 60 plates-formes. Sa mission est d'accroître le rayonnement des plates-formes en professionnalisant leur déploiement commercial.

Voici les plates-formes expertes des domaines de l'industrie 4.0 :

## IMMERSIA : PLATE-FORME DE RESSOURCE DE CALCUL ET DE RESTITUTION GRAPHIQUE

IMMERSIA est une plate-forme de R&D dans le domaine de la réalité virtuelle immersive à destination des professionnels qui ont des besoins de visualisation immersive à l'échelle 1, d'interaction avec leurs modèles et de simulation de travail collaboratif.

### SES APPLICATIONS

- Transports
- Industrie agroalimentaire
- Urbanisme & Architecture
- Militaire
- Santé
- Formation

### OFFRE DE SERVICES

- Visualisation de maquettes 3D (prototypes virtuels) dans un espace immersif aux qualités et dimensions exceptionnelles (échelle 1).
- Organisation de séances de travail collaboratif : revue de maquette.
- Accès à des ressources de calcul et de restitution graphique puissantes.
- Interaction avec des maquettes numériques 3D (haptique), test d'applications de simulation et de visualisation à l'échelle 1, analyse de scénarios.
- Conseil : Accompagnement pour la conception, la mise en place et l'exploitation de plates-formes de visualisation et de réalité virtuelle.
- Formation : Introduction à la réalité virtuelle immersive, Unity 3D pour la réalité virtuelle.

LABORATOIRE : IRISA, INRIA



# PLATEFORME VIBROMÈTRE LASER 3D ROBOTISÉ

La plateforme vibromètre Laser 3D robotisé propose une expertise de recherche associée à un équipement unique en France permettant d'effectuer des mesures de vibrations sans contact et non destructives (optique), rapides et répétables (robotisation), avec une haute résolution et précision.

La plateforme vibromètre Laser 3D robotisé permet notamment :

- Le développement de nouvelles méthodes de caractérisation matériaux et structures complexes
- L'accomplissement de tests de dynamique des structures
- La réalisation des cartographies vibratoires 3D complètes
- La quantification NVH (Noise, Vibration and Harshness), le contrôle non destructif grandes structures, le diagnostic avant/après test de fatigue

## OFFRE DE SERVICES

### MESURES DE VIBRATIONS 3D SANS CONTACT :

- Définition du programme de mesures, installation mécanique et réalisation des mesures
- Données vibratoires et déformées opérationnelles
- Post-traitement, analyse :
  - Analyse modale expérimentale
  - Caractérisation matériaux (méthode spécifique)

### RECHERCHE :

- Développement des méthodes vibratoires de caractérisation matériaux
- Développement de méthodes vibratoires de contrôle non destructif

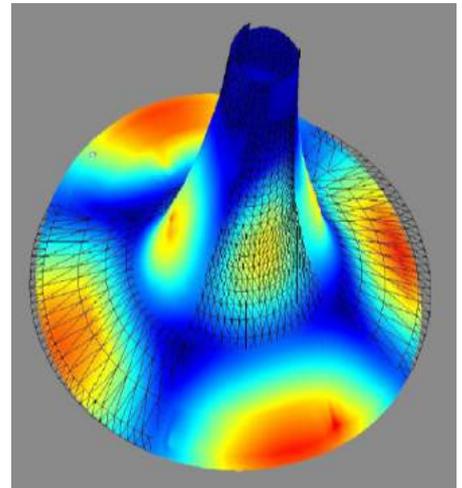
## TECHNOLOGIE

### STATION DE TEST ROBOTISÉE (POLYTECH)

- Vibromètre LASER à balayage PSV-500-3D
- Robot industriel (KUKA) KR 120 R3500K Prime

### PERFORMANCES DES VIBROMÈTRES

- Domaine d'analyse étendu : largeur de bandes de fréquences de 100KHz
- Résolution jusqu'à  $0,01\mu\text{m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{VHz}$
- Vitesse de vibration jusqu'à  $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$



**ETABLISSEMENT : Le Mans Université**

# ComposiTIC

Le plateau technique composiTIC est spécialisé dans la mise en œuvre de composites innovants via la conception de matériaux et de procédés automatisés autour de la technologie robotisée de placement de fibres et de l'impression 3D.

Autour des procédés additifs de placement des fibres, l'objectif de ComposiTIC est d'initier des programmes de R&D sur la conception, la qualification de pièces composites et éco-composites de formes complexes, et l'industrialisation de leur fabrication.

## OFFRE DE SERVICES

Procédés de fabrication additive :

- Technologies de placement de fibres robotisées en thermoplastiques et thermodurcissables
- Imprimantes 3D FDM multiformats et multi-matériaux
- Couplage avec des technologies de plasturgie

Réalisation de Semi-produits pour la fabrication additive

- Formulation à façon de matrices thermoplastiques
- Réalisation de filaments pour imprimantes 3D FDM
- Réalisation de semi-produits transformables par voie robotisée

Test sur semi-produits et composites

- Tests mécaniques
- Tests de vieillissement
- Caractérisation rhéologique, taux de porosité, analyse US, tomographie X

## TECHNOLOGIE

Robot pour placement automatisé de fibres continues

Système d'enduction de fibres pour la réalisation de semi-produits

Système d'analyse des défauts de pièces

Machine de test mécanique en fatigue

Techniques complémentaires en électronique

Techniques d'étude de la « santé matière »

Analyse tridimensionnelle de la perméabilité de renforts composites

Imprimante 3D grand format FORTUS 900



**ETABLISSEMENT : Université de Bretagne Sud**



# La SATT Ouest Valorisation

Proposer aux entreprises des ressources d'innovation issues de la recherche publique





## TRANSFÉRER DES TECHNOLOGIES ÉPROUVÉES & DES EXPERTISES DE POINTE

La SATT Ouest Valorisation propose des technologies protégées, maturées et validées grâce à ses investissements massifs en R&D pour renforcer le leadership technologique des entreprises.

*L'équipe de la SATT apporte des réponses concrètes aux besoins de R&D et d'innovation des entreprises. Elle facilite l'accès aux laboratoires et simplifie la négociation des contrats.*



## FACILITER LES LIENS PUBLIC-PRIVÉ

La SATT Ouest Valorisation intensifie et diversifie les formes de coopération industrielle pour accélérer l'accès des entreprises aux technologies, compétences et équipements scientifiques des laboratoires de recherche publics.

*L'équipe construit les programmes de R&D pour passer du résultat de recherche au prototype préindustriel convaincant pour les entreprises et les faire gagner en compétitivité.*



## DÉTECTER & PROTÉGER LES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

La SATT Ouest Valorisation identifie des projets présentant un fort potentiel innovant, les évalue et élabore avec les chercheurs la meilleure stratégie de protection et de valorisation.

*L'équipe de la SATT accompagne au quotidien les chercheurs, développe le portefeuille de propriété industrielle des établissements et amplifie l'impact socio-économique de leurs recherches.*

RETROUVEZ-NOUS SUR :  
[www.ouest-valorisation.fr](http://www.ouest-valorisation.fr)



**Contact laboratoire/établissement :**

**ARNAUD TANGUY**

Chef de projets thématiques  
SATT Ouest Valorisation  
[arnaud.tanguy@ouest-valorisation.fr](mailto:arnaud.tanguy@ouest-valorisation.fr)  
Tél : +33 (0)6 18 70 32 20



**Contact entreprise :**

**XAVIER ADURIZ**

Ingénieur Commercial  
SATT Ouest Valorisation  
[xavier.aduriz@ouest-valorisation.fr](mailto:xavier.aduriz@ouest-valorisation.fr)  
Tél : +33 (0)6 35 82 77 07



LE GRAND PLAN  
D'INVESTISSEMENT

