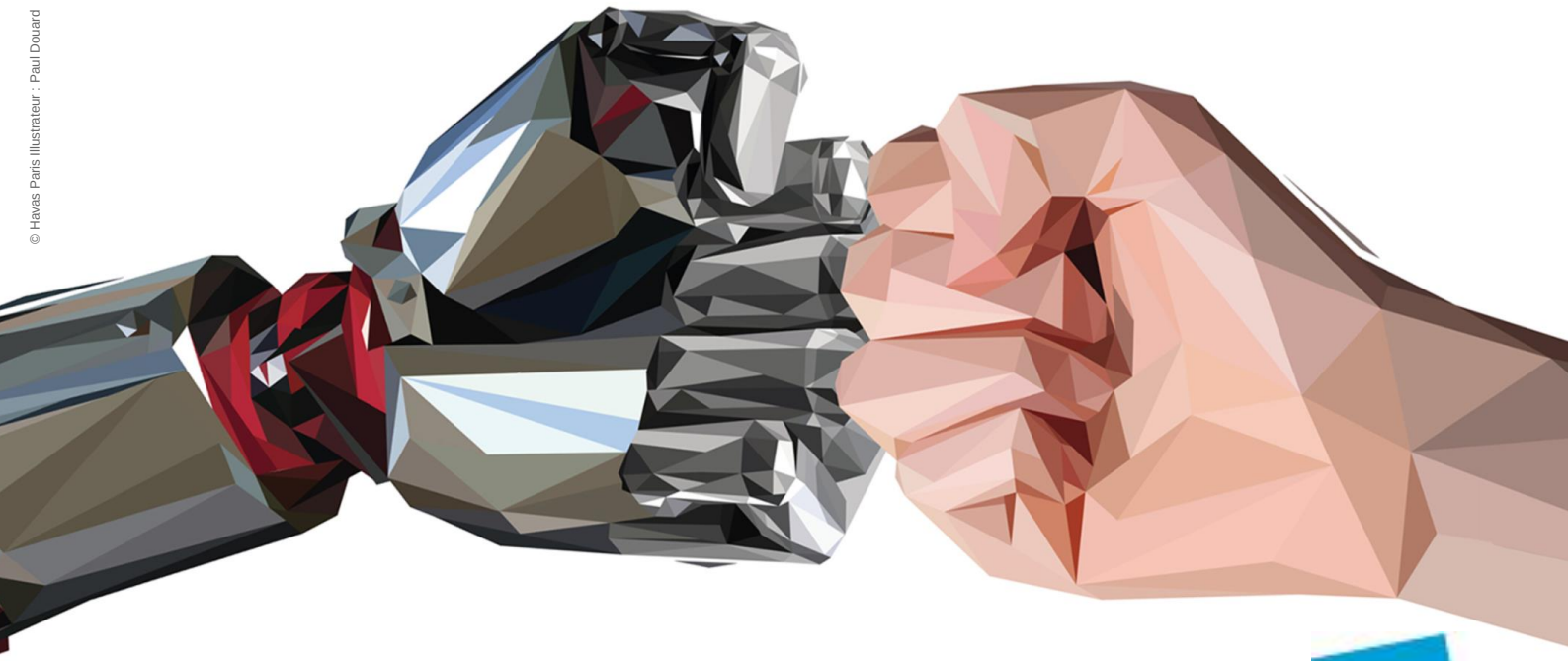
Alliance INDUSTRIE DU FUTUR

# Fédérer, Accélérer, transformer

# Priorités de l'Alliance Industrie du Futur en matière de normalisation et de standardisation



© Havas Paris Illustrateur : Paul Douard

# Tables des matières


## 1. Introduction

1.1. La norme

1.2. La normalisation

1.3. Innovation et normalisation

1.4. L'industrie du futur et la normalisation

1.5. Objectifs

## 2. Systèmes robotisés à usage collaboratif

2.1. Travaux internationaux industriels

2.2. Travaux français

2.3. Recommandations

## 3. Fabrication additive

3.1. Travaux internationaux

3.2. Travaux européens

3.3. Travaux français

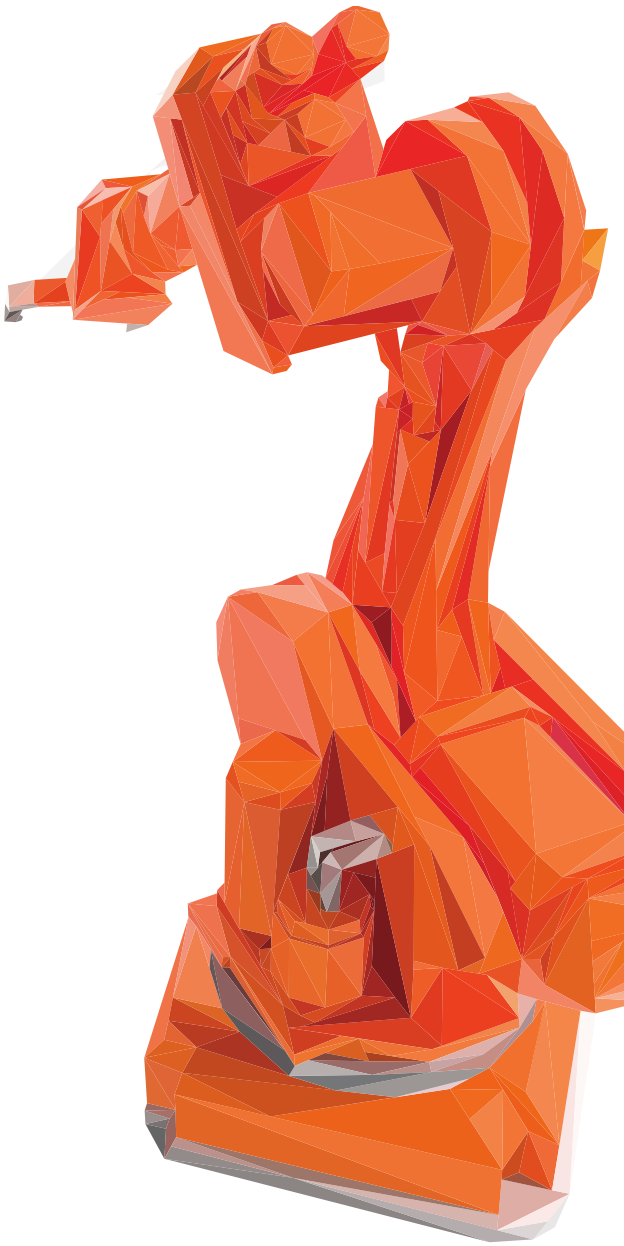
3.4. Recommandations

## 4. Numérique

4.1. Travaux internationaux

4.2. Stratégie française

4.3. Recommandations

# Introduction

## 1.1. La norme

La norme est un langage commun, une référence qui facilite la communication et les échanges économiques.

Plus précisément, la norme est un document technique établi pour des usages répétitifs qui est mise au point par les experts représentant les différents intérêts socio-économiques concernés et approuvé par un organisme de normalisation officiel. C'est un document de référence comportant des solutions à des questions techniques et commerciales concernant des produits, des biens d'équipements ou des services. La norme est à distinguer du standard, qui est aussi un document technique établi par des experts mais qui n'a pas fait l'objet d'une approbation par un organisme de normalisation officiel.

La norme est élaborée par consensus par l'ensemble des acteurs d'un marché : fabricants, intermédiaires, utilisateurs, autorités réglementaires, supports techniques, évaluateurs, bénéficiaires finals... Elle établit une adéquation à un moment donné entre état de la technique et contraintes économiques.

De nombreux industriels ont bien compris que la normalisation constitue une arme économique. Les normes servent à tous, mais ceux qui prennent l'initiative de participer à leur élaboration, bénéficient « d'un plus » à intégrer dans leur savoir-faire et leur politique d'entreprise.

La participation aux travaux de normalisation permet au fabricant de faciliter l'insertion des innovations sur le marché, d'anticiper donc de faire évoluer ses produits, d'introduire des solutions adaptées à la compétence de son entreprise, de se donner de nouvelles armes dans la concurrence économique.

## 1.2. La normalisation

Le système normatif est à la disposition des entreprises, organismes, pouvoirs publics, souhaitant établir des documents de référence utilisés comme base lors d'échanges ou comme document d'accompagnement de réglementations. Les normes ou d'une manière plus générale, les documents de normalisation, constituent les produits élaborés par le système de normalisation.

Le système normatif est régi en France par le décret 2009-697 et au niveau européen par le Règlement 1025/2012/UE.

Les principes fondamentaux de la normalisation sont les suivants :

- Consensus
- Ouverture et concertation
- Cohérence
- Qualité
- Transparence

L'Association Française de Normalisation (AFNOR), pilote et animateur du système français de normalisation, coordonne les actions de 22 bureaux de normalisation sectoriels (BN) et publie les normes élaborées au sein de ces bureaux.

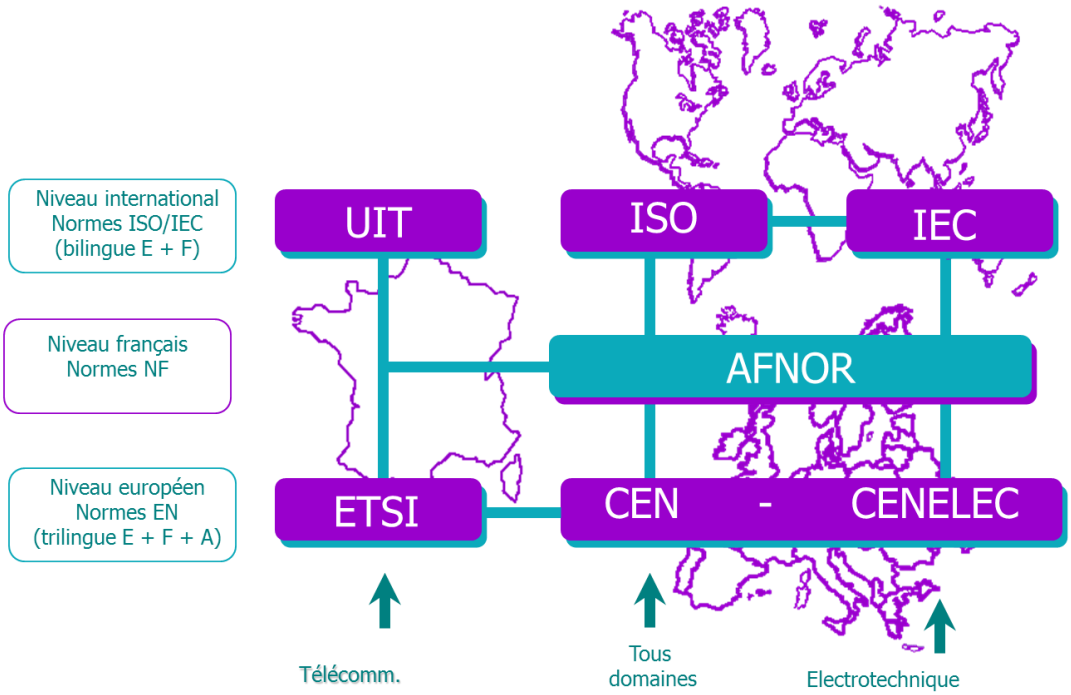
L'AFNOR et ses bureaux de normalisation sectoriels constituent l'ossature du système normatif français et représentent les intérêts français au sein des instances de normalisation internationale.

### Au niveau européen

- Comité Européen de Normalisation (CEN) : il élabore les normes européennes dans tous les domaines techniques à l'exception de l'électricité et l'électronique et des télécommunications
- Comité Européen de Normalisation pour l'Electrotechnique (CENELEC) : il élabore les normes européennes pour les domaines de l'électricité et de l'électronique
- European Telecommunications Standards Institute (ETSI) : il élabore les normes européennes du domaine des télécommunications

**Au niveau international**

- Organisation Internationale de Normalisation (ISO) : elle élabore les documents normatifs internationaux dans les mêmes domaines que le CEN
- Commission Electrotechnique Internationale (IEC) : elle élabore les documents destinés aux domaines de l'électricité et l'électronique
- Union Internationale des Télécommunications (UIT) : elle élabore les documents destinés aux télécommunications




Au-delà du système normatif présenté ici, il est à noter qu'il existe aussi un nombre important du consortia privés (OPC Foundation, FDT Group, modbus.org,…) développant des standards, en particulier dans le domaine du numérique.

Les normes issues de l'IEC (respectivement de l'ISO) sont de façon générale adoptées en Europe au CENELEC (respectivement au CEN) selon un processus automatique de double circulation (Accords de Dresde et Accords de Vienne).

Il faut toujours considérer quelle est l'instance la plus appropriée pour développer une norme ou pour transformer un standard en une norme. Nombre de parties prenantes ont des intérêts économiques internationaux et des ressources limitées. Développer une norme directement à l'international sans passer par l'échelon européen peut permettre d'éviter la prolifération de technologies régionales en définissant un référentiel commun et de limiter les coûts des ressources dédiées à la normalisation chez les parties prenantes.

## 1.3. Innovation et normalisation

L'innovation, la capacité à proposer de nouveaux produits ou services, à s'adapter aux nouvelles attentes du marché sont essentielles pour la compétitivité des entreprises, et par là même, pour l'industrie française. L'innovation, transformation d'idées nouvelles en objets économiques, est directement liée au marché et n'a de sens, en comparaison à la simple découverte, que si elle génère de la valeur économique.

L'entreprise qui innove doit se soucier de la protection et de la diffusion de ses innovations. L'expérience montre que la voie à retenir dépend essentiellement de la nature des marchés sur lesquels les produits innovants sont proposés. Si le nouveau produit constitue une innovation incrémentale, apportant une amélioration plus ou moins substantielle par rapport aux produits concurrents, l'entreprise innovante aura certainement intérêt à protéger son innovation, c'est-à-dire son avantage par rapport à la concurrence, tout en cherchant éventuellement à introduire les nouveaux concepts dans les normes afin de pousser la concurrence à évoluer. Elle pourra avoir recours aux techniques habituelles de protection de l'innovation (brevet,…).

En revanche, si le marché est totalement nouveau ou doit être considérablement consolidé, la stratégie peut plutôt préférer un outil donnant confiance aux utilisateurs, aux consommateurs, créant des conditions favorables à l'acceptation de l'innovation, en vue d'élargir le plus largement possible son marché.

Innovation et normalisation sont souvent opposées dans l'esprit du public et des chefs d'entreprise, selon l'idée qu'une innovation est destinée à rester la propriété privée de son inventeur, alors que la norme, œuvre collective, est la propriété de tous. En fait, normalisation et Propriété Intellectuelle sont deux outils complémentaires. L'utilisation de l'un ou de l'autre dépend de la nature et de la maturité des marchés.

En favorisant l'interopérabilité et la compatibilité des équipements entre eux et permettant ainsi l'élargissement des marchés, la réduction des variétés et donc la réduction des coûts de production, la normalisation peut contribuer significativement à la diffusion de l'innovation. Une entreprise intégrant ses propres innovations dans les normes en participant à leur développement, facilite l'accès au marché de ses produits.

En outre, la normalisation peut être utilisée en amont du processus d'innovation, de recherche et de développement : en favorisant la capitalisation des connaissances interdisciplinaires, la diffusion des connaissances de la recherche et du développement, elle peut faciliter le processus d'innovation technologique.

Utilisée comme un outil de veille et d'intelligence économique, la normalisation permet aux représentants des entreprises impliquées de détecter les signaux véhiculés par toute évolution demandée par leurs concurrents ou d'autres pays dans les spécifications de produits ou de services. Elle permet donc d'orienter les choix techniques au niveau de la recherche, d'anticiper les futures règles du marché, mais également d'imaginer de nouveaux concepts.

Enfin, la normalisation internationale permet la diffusion rapide des innovations dans le cadre des échanges commerciaux internationaux. L'Accord sur les obstacles techniques au commerce (OTC) de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) reconnaît en effet l'importance de la contribution des normes internationales et des systèmes d'évaluation de la conformité dans l'amélioration de l'efficacité de la production et la facilitation du commerce international. La normalisation internationale permet, en évitant la prolifération de standards nationaux et régionaux, de réduire les coûts des transactions voire de certification.

## 1.4. L'industrie du futur et la normalisation

Une révolution industrielle est aujourd'hui en marche, qualifiée de 4ème révolution industrielle fondée sur l'accroissement de la vitesse de traitement de l'information et des capacités de mémoire et sur le développement massif des réseaux de communication. Cette nouvelle

mutation technologique, liée notamment à l'arrivée du numérique, caractérisée par une interconnexion totale des machines et des systèmes au sein des sites de production et entre eux et l'extérieur, ouvre la voie à une nouvelle organisation des moyens de production aussi bien au stade de l'approvisionnement, que de la fabrication et de la diffusion des produits.

Cette nouvelle révolution industrielle s'appuie en particulier sur l'introduction massive de systèmes cyber-physiques, pouvant être définis comme des systèmes embarqués complexes conçus pour interagir avec leur environnement de manière continue via l'association d'éléments physiques, informatiques et de communication.

Dans ce cadre, la normalisation doit permettre de favoriser les innovations, d'améliorer l'interopérabilité des systèmes et d'abaisser les coûts d'acquisition des nouvelles technologies, en particulier pour les PME.

## 1.5. Objectifs

Les objectifs de ce document sont doubles :

**Valoriser l'Offre Technologique Nationale (OTN)**
- dans les normes internationales ISO / IEC / UIT
- le cas échéant dans les normes européennes (CEN / CENELEC / ETSI)
- le cas échéant dans les standards numériques

**Etablir une stratégie française de normalisation** à partager avec nos partenaires, en particulier allemands, pour définir une stratégie commune destinée à renforcer nos capacités de leadership dans les instances de normalisation et de standardisation

La méthodologie déployée est basée sur les éléments suivants :

**Recenser les instances de normalisation et de standardisation concernées par l'Offre Technologique Nationale** (OTN), ainsi que la contribution française et la gouvernance de ces instances (avec mise en exergue des instances à gouvernance française ou allemande)

**Recenser les normes et les standards majeurs pour l'OTN** et identifier ceux qui nécessitent une révision pour intégrer les nouveautés de l'OTN

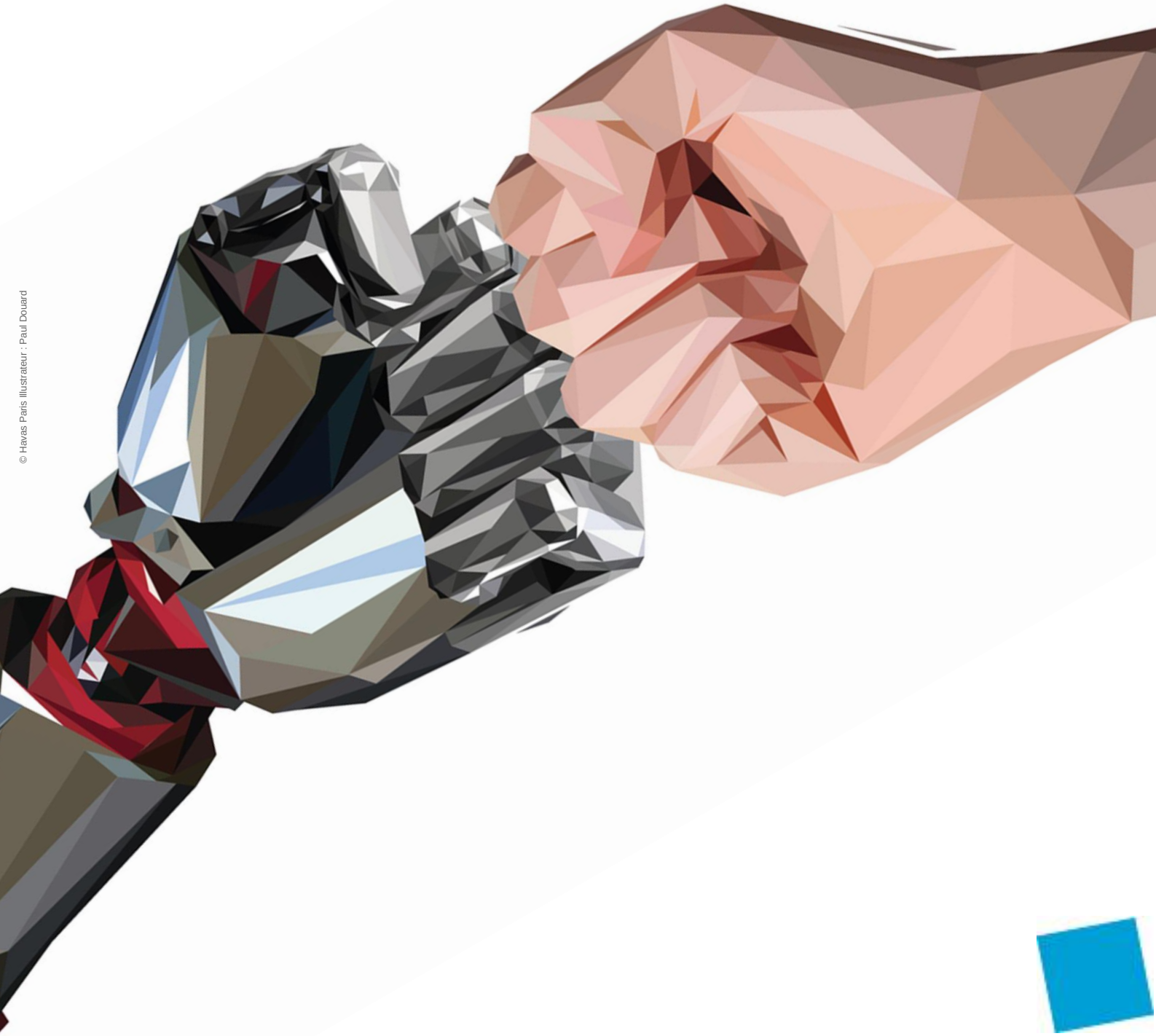
**Identifier les projets de normes et de standards à établir sur les nouvelles thématiques de l'OTN**, puis à promouvoir dans les instances de normalisation et de standardisation, avec le soutien de nos partenaires allemands

Cette stratégie devra prendre en compte les travaux de la Commission Européenne (EU Digital Single Market) et les autres initiatives, par exemple la Plateforme Industrie 4.0 en Allemagne, l'Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI) ou l'Industrial Internet Consortium (IIC).

Quatre domaines ont été identifiés comme stratégiques :
- Systèmes robotisés à usage collaboratif
- Fabrication additive
- Numérique
- Assemblage multi-matériaux

Cette première version de ce document ne traitera que des trois premiers domaines.

# 2. Systèmes robotisés à usage collaboratif



© Havas Paris Illustrateur : Paul Douard

En tant que composante technologique innovante de la robotique, le fonctionnement appelé « collaboratif » fait partie des nouvelles fonctionnalités avancées de la robotique. Celles-ci permettant dorénavant au système robotisé d'être accessible en utilisation normale (absence de barrière) durant les phases de production et à l'Homme et au robot de pouvoir partager un même espace de travail.

La diversité des cas d'applications, des conditions de mise en œuvre et des éléments de sécurité intervenant dans la gestion de la sécurité, explique la variabilité des nouvelles situations de travail ainsi que les différentes typologies de solutions technologiques rencontrées.

Afin d'intégrer au mieux la diversité des solutions technologiques reflets des marchés actuels et de permettre à la France d'affirmer son influence en matière d'innovation en robotique industrielle, l'Alliance Industrie du Futur a identifié plusieurs champs pour lesquels il est nécessaire de faire évoluer le référentiel de normalisation existant ou d'élaborer de nouvelles normes.

## 2.1. Travaux internationaux

Les travaux de normalisation relatifs aux robots sont traités dans les instances internationales suivantes.

| COMITE TECHNIQUE | | GROUPES DE TRAVAIL |
|---|---|---|
| ISO/TC 299 Robotique (aspects produit) | Secrétariat Suède (SIS) | **WG 1** : Vocabulaire et caractéristiques<br>**WG 2** : Sécurité des robots de service et d'assistance à la personne<br>**WG 3** : Sécurité industrielle<br>**WG 4** : Robots de service<br>**JWG*** 5** (GT mixte ISO / IEC) : Sécurité pour la technologie robotique<br>**WG 6** : Modularité des robots de service |
| ISO/TC 199 Sécurité des machines (aspects transversaux) | Secrétariat Allemagne (DIN) | **JWG*** 1** (GT mixte ISO / IEC) : Fusion de l'ISO 13849-1 et de l'IEC 62061<br>**WG 5** : Principes généraux pour la conception des machines et évaluation des risques<br>**WG 6** : Distances de sécurité et aspects ergonomiques<br>**WG 7** : Dispositifs de verrouillage<br>**WG 8** : Systèmes de contrôle sécurisés<br>Dispositifs de protection sensibles à la pression<br>**WG 10** : Prévention et protection contre l'incendie<br>**WG 11** : Moyens d'accès permanents aux machines<br>**WG 12** : Interactions Homme - Machine |

** Technical Committee = comité technique*
*** Working Group = groupe de travail*
**** Joint Working Group = groupe de travail joint*

Initialement rattachée à l'ISO/TC 184 : Systèmes d'automatisation et intégration, (secrétariat : France –AFNOR-) au travers d'un sous-comité dédié (SC 2), la robotique – du fait de son évolution et de son expansion rapide - s'est récemment vue reconnaitre domaine technologique d'importance stratégique. Elle dispose de son propre comité technique (ISO/TC) depuis fin 2015.

Cette transformation de l'ISO/TC 184/SC 2 en un nouveau comité technique indépendant, a donné naissance à l'ISO/TC 299 dont le secrétariat a été alloué à la Suède (SIS).

Il convient de préciser que le nouvel ISO/TC 299 couvre désormais à lui seul la normalisation dans le domaine de la robotique, à l'exception des jouets et des applications militaires.

**Dynamique normative internationale : principales normes et sujets émergents**
Le tableau ci-dessous dresse un listing des principales références normatives d'intérêt majeur pour l'Industrie du Futur et ne reflète pas le parc de normes internationales existantes sur la robotique.

| REFERENCE ISO | TITRE DU DOCUMENT NORMATIF | REPRISE EN COLLECTION NATIONALE |
|---|---|---|
| | NORMES PUBLIEES | |
| ISO 10218-1 : juillet 2011 | Robots et dispositifs robotiques - Exigences de sécurité pour les robots industriels – Partie 1 : robots | NF EN ISO 10218-1 août 2011 |
| ISO 10218-2 : juillet 2011 | Robots et dispositifs robotiques - Exigences de sécurité pour les robots industriels – Partie 2 : système robots et intégration | NF EN ISO 10218-2 août 2011 |
| ISO 8373 : mars 2012 | Robots et composants robotiques - Vocabulaire | NF ISO 8373 septembre 2012 |
| ISO 13482 : février 2014 | Robots et composants robotiques - Exigences de sécurité pour les robots de soins personnels | NF EN ISO 13482 avril 2014 |
| ISO/TS 15066 : février 2016 | Robots et dispositifs robotiques - Robots coopératifs | |
| | PROJETS DE NORMES | |
| ISO/NWIP* 21 260 | Données de sécurité mécanique pour les contacts physiques entre parties mobiles des machines et les personnes | NA*** |
| ISO/CD** 19649 | Robots et composants robotiques – Vocabulaire pour robots mobiles | NA*** |
| ISO 17305 | Sécurité des machines : Fonctions de sécurité des systèmes de commande (Fusion de l'ISO 13849-1 et de l'IEC 62061) | NA*** |

* New Work Item Proposal = proposition d'étude nouvelle
** Committee draft = projet de comité
*** Non Applicable à ce stade

Depuis 2011, le fonctionnement collaboratif des robots industriels est décrit au travers des normes ISO 10 218-1:2011 (orientée conception de la quasi-machine) et ISO 10218-2:2011(orientée intégration et utilisation du système robotisé). Ces 2 normes donnent présomption de conformité à la Directive Machines 2006/42/CE.

Depuis février 2016, la spécification technique ISO/TS 15 066 vient compléter les ISO 10218-1 et -2 en donnant des éléments complémentaires pour le fonctionnement des robots tels que décrits dans celles-ci.

En complément, des travaux sur la caractérisation de la notion de contact entre parties mobiles des machines et l'homme sont en cours, au travers du projet de norme NWIP 21260. Celui-ci vise à élaborer une norme générale applicable à tout type de machines sur les données de sécurité mécaniques pour les contacts physiques Homme-Machine.
Ce sujet fait l'objet d'un groupe de travail dédié – l'ISO/TC 199/WG 12- et récemment créé (officialisation en date du 21 juin 2016).

En matière de conception de la sécurité des systèmes de commande, les normes ISO 13849 (Sécurité des machines –Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité) et IEC 62061 (Sécurité des machines : Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électrique, électronique et électronique programmable), coexistent sur le même sujet et sont donc en cours

d'évolution. Leurs révisions respectives visent à clarifier les 2 référentiels et à rendre possible leur fusion sous le projet de norme ISO/IEC 17305. Ce sujet est traité par le groupe de travail dédié ISO/TC 199/JWG 1.

Depuis 2014, la notion de robot d'assistance physique à la personne est décrite au travers de la norme ISO 13 482 : février 2014. Elle y distingue notamment les robots d'assistance physique avec contention des robots d'assistance physique sans contention, et fixe des prescriptions spécifiques liées au contact physique Homme-Robot. Elle donne présomption de conformité à la Directive Machines 2006/42/CE. Un guide d'application de la norme ISO 13 482 : 2014 est en cours d'élaboration dans le cadre de l'ISO/TC 299/WG 2.

La robotique mobile en normalisation est un sujet nouveau. Un projet de norme internationale concernant le vocabulaire caractérisant la robotique mobile –ISO/CD 19649- est en cours de rédaction dans le cadre de l'ISO/TC 299/WG 1. Depuis janvier 2016, le document est passé au statut ISO/DIS (Draft International Project DIS ou ISO Final Committee Draft), et a été envoyé en enquête probatoire.

Le vote DIS s'est finalisé et le projet approuvé : les commentaires (France, Allemagne, Russie, Singapour, Suède) doivent désormais être traités par le WG 1.

L'intégralité des normes de sécurité élaborées à l'ISO sont reprises dans les instances CEN correspondantes (CEN/TC 310 Technologies d'automatisation avancée et leurs applications et CEN/TC 114 Sécurité des machines et appareils).

## 2.2. Travaux français

Les travaux sont suivis au niveau de l'Union de Normalisation de la Mécanique.

| COMMISSIONS DE NORMALISATION NATIONALES | DOMAINES COUVERTS | ASPECTS TRAITES |
|---|---|---|
| UNM 81 : Robots et composants robotiques (aspects produit) | Robots industriels et appareils robotisés pour environnement manufacturier — Robots de service et d'assistance à la personne | Terminologie, sécurité, méthodes d'essai, interfaces, performances, efficacité énergétique |
| UNM 45 : Sécurité des machines (aspects transversaux) | Prescriptions de sécurité pour la conception/construction des machines et dispositifs de sécurité. | Tous aspects (à l'exception des risques électriques), notamment : risques mécaniques, thermiques, acoustiques, risques dus aux vibrations, rayonnements… |

Pour rappel, ces commissions de normalisation sont en charges – pour leur(s) domaine(s) spécifique(s) - de se prononcer sur :

- Le contenu des normes européennes et internationales, et leur reprise en normes françaises
- Le statut des futurs documents et les dates cibles de réalisation
- L'élaboration des normes franco-françaises
- L'examen systématique des normes existantes
- La coordination des travaux avec des commissions en liaison

Inscription du projet ISO CD 19649 : Robots et composants robotiques – Vocabulaire pour robots mobiles, à l'UNM 81 : La France est favorable au projet en cours d'élaboration. Fin mai 2015 et dès le stade de projet de comité (ISO/CD), la commission UNM 81 a entériné la reprise en collection nationale du projet de norme ISO CD 19649. La publication en collection française est envisagée pour juin 2017.

Inscription du projet NWIP 21 260 : Données de sécurité mécanique pour les contacts physiques entre parties mobiles des machines et les personnes, à l'UNM 45 : Le vote NWIP s'est terminé fin février 2016. La France est favorable au projet en cours d'élaboration. L'inscription du sujet au programme de travail de l'UNM 45 est effective.

Norme française en cours d'élaboration sur une méthodologie d'évaluation de l'usage des exosquelettes : Un GT animé par l'Afnor est en cours d'élaboration d'un document –sous accord privé- présentant une méthode d'évaluation de l'usage des exosquelettes. Ces premiers travaux se focalisent précisément sur une méthode pour l'évaluation de l'apport des dispositifs d'assistance fixés sur une personne dans un milieu industriel, agricole, BTP et/ou logistique (hors médical, militaire et sécurité). En parallèle, l'UNM 81 a mandaté un GT ad 'hoc, opérant à l'interface du GT Afnor, et ayant pour objectif de faire évoluer ces travaux vers une norme à usage industriel (environnement professionnel, usages médical & militaire exclus). La publication de l'accord Afnor finalisé est envisagée pour fin 2016.

Propositions d'évolution du référentiel de normalisation en robotique industrielle : Trois axes de recommandations font consensus pour encadrer l'utilisation de systèmes robotisés à usage collaboratif. Ceux-ci sont présentés par ordre de priorité. Des échanges sont en cours avec le Ministère du Travail dans le cadre d'un groupe de réflexion rassemblant des organismes de contrôles, les organisations professionnelles, des fabricants, des intégrateurs, des utilisateurs… pour accompagner la diffusion des technologies émergentes de la robotique dans les meilleures conditions.

## 2.3. Recommandations

L'Alliance Industrie du Futur a identifié plusieurs champs pour lesquels il est nécessaire de faire évoluer le référentiel de normalisation existant ou d'élaborer de nouvelles normes.

**Recommandation 1** : Développer l'état de l'art sur la collaboration Homme – Robot, en particulier en termes de :

- Terminologie
- Méthodologie
- Sécurité des opérateurs

Bien que les normes harmonisées ISO 10 218-1 & 2 : 2011 se soient vues complétées par une spécification technique depuis février 2016 – l'ISO/TS 15 066 -, une prochaine étape de travail devrait viser à une caractérisation approfondie du fonctionnement collaboratif. Celle-ci devant permettre d'intégrer au mieux la diversité des solutions technologiques reflets des marchés actuels, tout en veillant à proposer une approche globale.

Recommandation sur l'aspect Terminologie (langage, vocabulaire et positionnement des concepts les uns par rapports aux autres) : Il conviendrait de clarifier et d'harmoniser les notions et termes inhérents au fonctionnement collaboratif puis d'en uniformiser l'emploi parmi les textes impactés par les mêmes concepts.

Remarque : Les AGVs correspondant à des équipements mobiles dont l'intégration consiste à garantir dans le temps et dans l'espace la sécurité de l'opérateur, il conviendrait d'associer également cette technologie aux réflexions sur l'harmonisation des notions et termes (zones, espaces) relatifs au fonctionnement collaboratif.

Recommandation sur l'aspect Sécurité (lien avec la Règlementation) : Il conviendrait de poursuivre l'enrichissement de l'état de l'art en développant la problématique de l'évaluation des seuils de sécurité lors d'éventuels contacts. A ce titre, le projet de norme NWIP 21 260 « Données de sécurité mécanique pour les contacts physiques entre parties mobiles des machines et les personnes » devrait être un point de focalisation sur ce sujet. Future norme « chapeau » concernant le contact Homme – Machine, elle devrait notamment avoir pour objectif la clarification des valeurs de seuils de sécurité exploitables (valeurs de référence déjà existantes et répertoriées) et l'aide à la caractérisation des contacts.

Ainsi, il conviendrait d'avoir une implication industrielle massive de la France dans le cadre des travaux de l'ISO/TC 199/WG 12 dédié au contact Homme-Machine (travaux en cours de lancement – 1 expert français).

Recommandation sur l'aspect Méthodologie (permet à tous de procéder de la même manière notamment sur des essais -> exemple : déclarer des valeurs comparables) : Il conviendrait de poursuivre l'enrichissement de l'état de l'art en établissant un protocole de mesure d'évaluation des paramètres de sécurité intrinsèque : l'objectif étant d'avoir à disposition une méthode d'étalonnage permettant de justifier la calibration des efforts et des énergies du robot industriel utilisé dans une application collaborative. De plus, cette méthode pourrait constituer un outil de validation de l'intégration ainsi qu'un moyen de contrôle périodique.

Des travaux menés conjointement par le CETIM et le CEA List sont actuellement en cours sur l'élaboration d'un protocole de mesure adapté à toutes marques de robots industriels. Ils pourraient constituer une base de départ pour l'élaboration d'un document normatif.

**Recommandation 2 :** Développer l'état de l'art sur l'assistance au geste et sur l'assistance physique, en particulier en termes de :
- Terminologie
- Méthodologie
- Sécurité des opérateurs

Bien que la norme ISO 13 482 définisse depuis 2014 la notion de robot d'assistance physique, elle n'est pas conçue pour les robots industriels couverts pars les normes de sécurité ISO 10 218-1 & 2. Ainsi, l'élaboration d'un contenu normatif spécifique aux dispositifs d'assistance physique en environnement professionnel serait nécessaire.

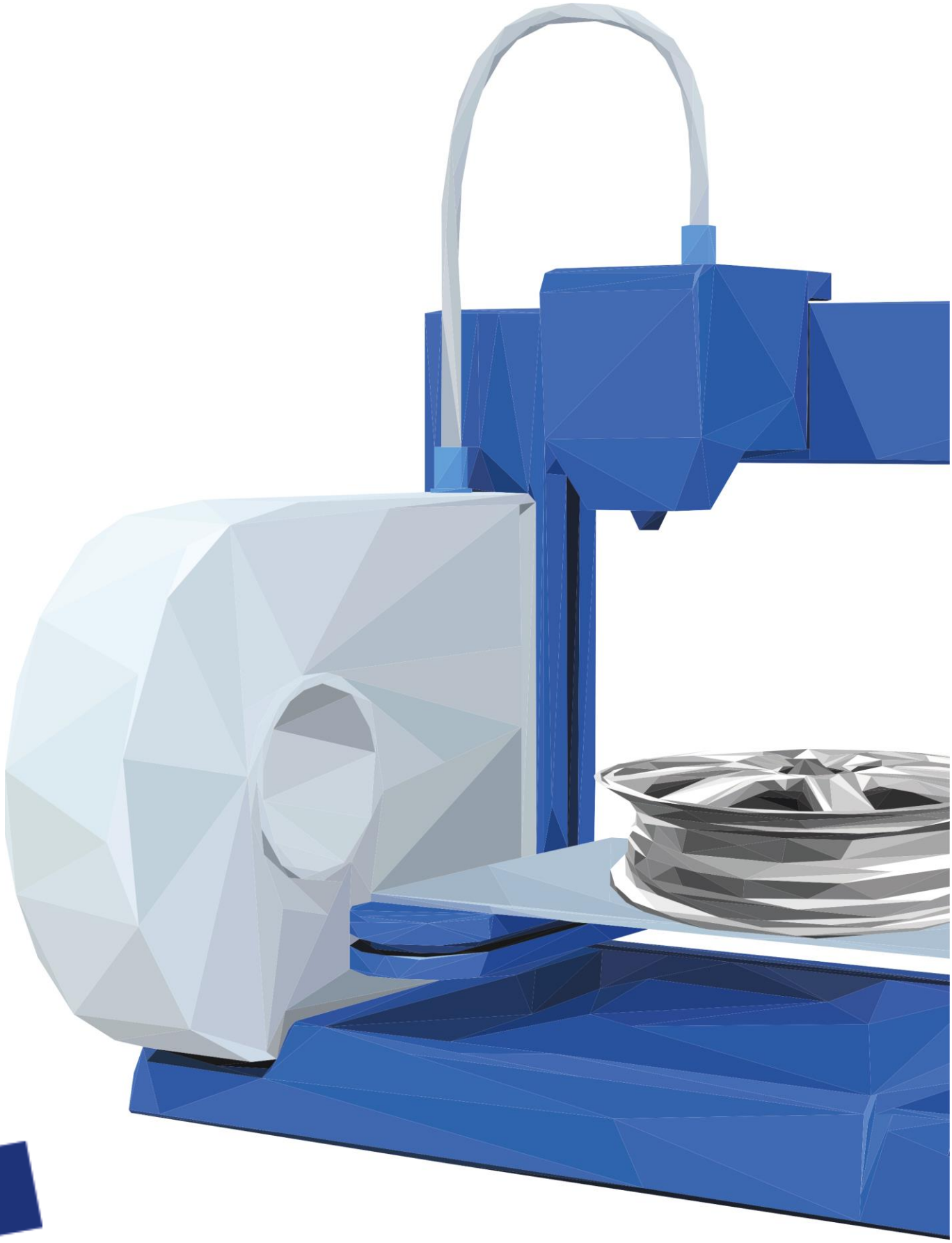
Afin de pouvoir valoriser l'offre française à l'ISO, il conviendrait d'impulser la création de normes produits françaises (incluant à la fois les aspects terminologie, sécurité et méthodologie) selon la typologie du dispositif d'assistance robotisé :
- Créer une norme de type C spécifique aux équipements robotisés sans contention (non fixés à l'opérateur pendant l'utilisation) et dotés d'une structure de commande assistée.
- Créer une norme de type C spécifique aux équipements robotisés à contention (fixés à l'opérateur pendant l'utilisation) : les travaux du GT Afnor portant sur la méthodologie d'évaluation de l'usage des exosquelettes pourrait être un point de départ pour développer cette norme.

**Recommandation 3** : Développer l'état de l'art sur la mobilité d'équipements robotisés en environnement industriel, en particulier en termes de :
- Terminologie
- Sécurité des opérateurs

La mobilité d'équipements robotisés sur site industriel parmi les opérateurs peut se traduire par des moyens robotisés déplaçables ou encore des moyens robotisés à mobilité autonome. De nombreux projets collaboratifs de R&D (Stamina, Euroc, ICARO…) tendent notamment à accélérer l'arrivée des systèmes robotisés autonomes en environnement professionnel.

Afin de pouvoir valoriser l'offre française à l'ISO et dans le prolongement du projet de norme ISO/DIS 19649, il conviendrait d'impulser la création de normes françaises (incluant à la fois les aspects terminologie & sécurité) à 2 niveaux :
- Créer une norme de type C spécifique aux robots & composants robotique sur une base mobile et son environnement.
- Créer une norme de type B pour la mobilité des machines.

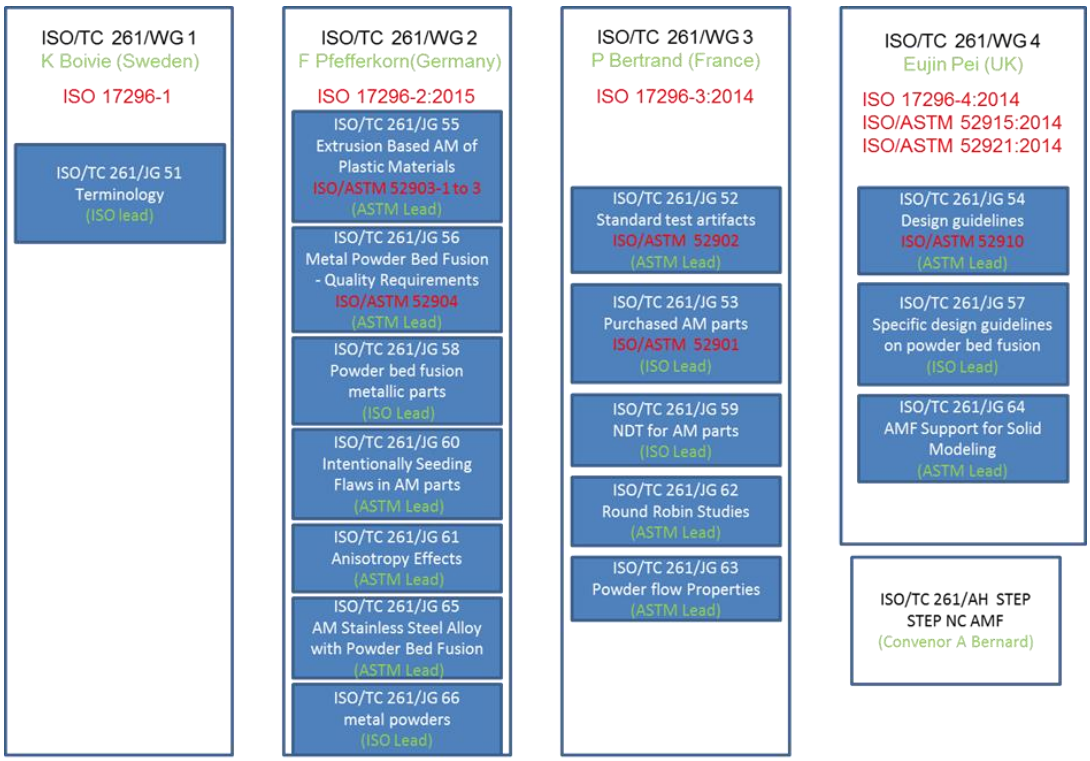
# 3. Fabrication additive



© Havas Paris Illustrateur : Paul Douard

## 3.1. Travaux internationaux

Le comité technique ISO/TC 261 « Fabrication additive » est sous responsabilité allemande. Il couvre le domaine « Normalisation dans le domaine de la fabrication additive concernant les procédés, termes et définitions, chaînes de processus (matériels et logiciels), procédures d'essai, paramètres de qualité, accords clients fournisseurs et éléments fondamentaux ». Son organisation est rappelée ci-dessous.




*Organisation de l'ISO/TC 261*

Le comité technique ISO/TC 261 travaille dans le cadre d'un accord entre l'ISO et l'ASTM permettant la reprise des normes élaborées par l'un ou l'autre organisme par l'autre, sans modification, grâce à une procédure accélérée (Fast Track) ainsi que l'élaboration de normes en travaillant conjointement au sein de groupes joints ISO/ASTM.

Neuf groupes de travail joints ont été créés depuis 2013 et sept nouveaux groupes communs ont été ajoutés en janvier 2016 :

- Terminologie ;
- Contrôle non destructif des pièces ;
- Qualification, assurance qualité et traitement secondaire des pièces métalliques par fusion sur lit de poudre ;
- Lignes directrices de conception (générales/fusion sur lit de poudre) ;
- Exigences pour l'achat de pièces fabriquées en fabrication additive ;
- Définition de pièces types ;
- Spécification normalisée pour la fabrication additive de matériaux plastiques à base d'extrusion ;
- Pratique normalisée pour la fusion sur lit de poudre pour atteindre les exigences de qualité ;
- Guide pour les défauts intentionnels dans les pièces en fabrication additive ;
- Guide pour les effets de l'anisotropie dans les propriétés mécaniques des pièces en fabrication additive ;
- Spécification sur les aciers inox pour la fabrication additive par fusion sur lit de poudre ;
- Spécifications techniques sur les poudres métalliques ;
- Guide pour la conduite d'essai inter laboratoires pour la fabrication additive ;
- Méthodes d'essai pour la caractérisation des propriétés d'écoulement pour les applications en fabrication additive ;
- Spécification pour le format AMF pour la modélisation des solides : Informations sur les voxels, représentations géométriques de la construction des solides et apparence des solides.

## 3.2. Travaux européens

Le comité technique CEN/TC 438 « Fabrication additive » a été créé en janvier 2015. Son champ d'action est le même que le comité international ISO/TC 261. Il a pour objectifs principaux de :

- Fournir un ensemble complet de normes européennes basées autant que possible, sur les travaux de normalisation internationale. L'objectif est d'appliquer l'Accord de Vienne avec l'ISO/TC 261 (à secrétariat DIN), pour assurer la cohérence et l'harmonisation ;
- Renforcer les liens entre normalisation et programmes de recherche européens en fabrication additive ;
- Assurer la visibilité de la normalisation européenne en fabrication additive : ce comité technique devra centraliser les initiatives de normalisation en Europe sur la fabrication additive.

## 3.3. Travaux français

Les positions françaises sur les travaux européens et internationaux décrits ci-dessus sont mises au point par la commission UNM 920 « fabrication additive ». Elle a été créée en juillet 2010 avec un domaine d'activité correspondant aux procédés par ajout de matière (fabrication de pièces directement à partir d'un modèle3D sans utiliser d'outillage) et destinés à tous les secteurs, en particulier les industries mécaniques, aéronautiques et l'odontologie. Elle compte 51 inscrits. Cette commission a également la charge de rédiger les normes franco-françaises du domaine.

La préoccupation de la commission UNM 920 est également d'assurer l'équilibre les catégories de participants et de coordonner les travaux des différents secteurs industriels.

**Influence française en normalisation pour la fabrication additive**
La prise de responsabilité en normalisation internationale et européenne par la France importante :

| INSTANCE | SECRETARIAT | RESPONSABLE |
|---|---|---|
| CEN/TC 438 "Fabrication additive" | UNM financé par le Cetim | Eric Baustert (VOLUM-e) |
| ISO/TC 261/WG 3 "Méthodes d'essai" | UNM financé par le Cetim | Philippe Bertrand (Enise) |
| ISO/TC 261/AH STEP STEP NC AMF | UNM financé par le Cetim | Alain Bernard (Ecole Centrale Nantes) |
| ISO/TC 261/ASTM/JG53 "Exigences pour l'achat de pièces en FA" France | UNM financé par le Cetim | Philippe Bertrand (Enise) |
| ISO/TC 261/ASTM/JG66 "Spécifications techniques sur les poudres métalliques" | UNM financé par Erasteel | Rémi GIRAUD (Erasteel) |

**Proposition d'évolution du référentiel de normalisation en fabrication additive**
Les sujets retenus lors de la réunion conjointe UNM920/sous-groupe fabrication additive de l'Alliance Industrie du Futur (avril 2016) ont été les suivants :

- Poudres, en liaison avec les travaux du groupe joint ISO/ASTM sur les spécifications techniques sur les poudres métalliques ;
- Définition de pièce type, en liaison avec les travaux du groupe joint ISO/ASTM sur la définition de pièces types ;
- Environnement ;
- Fabrication additive pour les équipements sous pression ;
- Exigences médicales en fabrication additive ;
- Préconisation de sécurité pour la fabrication additive.

Ils ont conduit la commission UNM920 à mettre en place des groupes ad 'hoc pour instruire ces différents sujets avec l'objectif de rédiger des propositions françaises à porter à l'international.

Dans ce cadre, l'accord de coopération avec le Bureau de Normalisation du Québec (BNQ) pourra être utilisé pour renforcer la capacité de la France à faire adopter ses propositions de projets de normes à l'ISO.

Par ailleurs, les données matériaux pour lesquelles de nombreuses informations, principalement issues de travaux académiques sont disponibles, mais de façon très dispersée, constituent l'une des informations à structurer, consolider et étayer. Sur la base du projet européen SASAM qui a permis de d'identifier les caractéristiques d'un premier lot de matériaux, un effort complémentaire est à produire pour recenser et mettre à disposition les données matériaux nécessaires en relation très étroite avec les contributeurs académiques.

## 3.4. Recommandations

L'Alliance Industrie du Futur a identifié plusieurs champs pour lesquels il est nécessaire de faire évoluer le référentiel de normalisation existant ou d'élaborer de nouvelles normes.

**Recommandation 1** : Engager, dans le cadre de la commission française UNM 920, les travaux normatifs sur les 6 thèmes identifiés (Poudres, Définition de pièce type, Environnement, Fabrication additive pour les équipements sous pression, Exigences médicales en fabrication additive, Préconisation de sécurité pour la fabrication additive) et porter ces propositions au niveau ISO pour en faire des normes internationales.

**Recommandation 2** : Engager des travaux relatifs aux données matériaux nécessaires au dimensionnement et à la réalisation de pièces par fabrication additive ; ce travail devra s'appuyer sur les compétences des laboratoires et organismes de recherche dans le cadre d'une collaboration européenne.

# 4. Numérique

© Havas Paris Illustrateur : Paul Douard

L'objectif des normes et standards numériques pour l'Alliance Industrie du Futur est double :

1. D'une part faciliter l'adoption des technologies du numérique par les industriels, et notamment les start-up, et les petites entreprises. L'utilisation de standards et normes appropriés garantit la continuité de la chaine numérique, la fiabilité et la sécurité des applications industrielles, et réduit le besoin et les coûts d'intégration avec des solutions déjà utilisées.
2. D'autre part développer un écosystème d'acteurs du numérique capables de livrer des solutions pour l'industrie, et promouvoir une communauté de développeurs. La majorité des normes adoptées par les instances internationales sont des adaptations éditoriales de standards développés au sein de consortia / fora privés. Or la publication des normes internationales correspondantes améliore la stabilité des documents, permet un accès public et procure un avantage concurrentiel déterminant sur certains marchés.

## 4.1. Travaux internationaux

Les travaux de normalisation relatifs au numérique sont traités dans les instances internationales suivantes (liste non exhaustive[1]).

| COMITES TECHNIQUES (LISTE NON EXHAUSTIVE) | GROUPES DE TRAVAIL RELATIFS AU NUMERIQUE |
|---|---|
| IEC/TC 65<br>Contrôle-commande des processus industriels | Cybersécurité dans la mesure et la commande des processus industriels |
| | Usine digitale |
| | Interface système entre les sites industriels et le réseau intelligent (smart grid) |
| | Gestion des cycles de vie des produits et des systèmes dans la mesure et la commande des processus industriels |
| | Structure du Smart Manufacturing et architecture système |
| | Coordination entre la fiabilité et la cybersécurité |
| IEC/SC 65A<br>Aspects système | Sécurité fonctionnelle |
| | Gestion des systèmes d'alarmes dans les industries de procédés continus |
| | Contrôle-commande des processus de fabrication par lots |
| IEC/SC 65B<br>Dispositifs de contrôle-commande | Evaluation de la performance |
| | Systèmes de contrôle programmables |
| | Blocs fonction |
| IEC/SC 65C<br>Réseaux locaux industriels | Réseaux locaux industriels |
| | Sûreté de fonctionnement des réseaux locaux industriels |
| | Wireless |

1 Au moins une industrie – l'industrie de la construction de bâtiments – n'a pas pu être documentée, mais fait bien partie des industries que l'Alliance Industrie du Futur souhaite traiter. Uniquement les normes qui traitent de la continuité numérique entre l'ingénierie et les opérations de construction du bâtiment (ex. BuildingSmart Alliance, NBIMS-US…) feront partie du périmètre analysé. Les normes liées uniquement à l'usage des bâtiments sont hors scope.

| | |
|---|---|
| IEC/SC 65[E]<br>Les dispositifs et leur intégration dans les systèmes de l'entreprise | Modèles d'information pour Smart Manufacturing |
| | Classification et propriétés des produits |
| | Spécification des interfaces des outils logiciels pour dispositifs de terrain (FDT) |
| | Intégration des dispositifs de terrain (FDI) |
| | Langage de description électronique des dispositifs (EDDL) |
| | Blocs fonction pour les procédés continus |
| | Intégration des systèmes de gestion des opérations de l'entreprise (ISA 95) |
| | Profils fonctionnels des dispositifs |
| | OPC architecture unifiée |
| | Format d'échange des données pour l'ingénierie (Automation Modelling Language) |
| | Gestion des dispositifs intelligents (ISA 108) |
| IEC/SC 3D<br>Classes et propriétés des produits et leur identification | Classification des composants et définition des types de données techniques |
| | Maintenance du dictionnaire des données de composants (CDD) |
| | Extension des concepts et des interfaces du dictionnaire des données de composants (CDD) |
| ISO/TC 184<br>Systèmes d'automatisme et intégration | Oil and Gas asset management operations and maintenance interoperability (OGI) |
| ISO/TC 184/SC 4<br>Données industrielles | Librairies et caractéristiques des produits (PLIB, OTD) |
| | Oil, Gas, Process and Power |
| | Manufacturing process and management information |
| | Modélisation des produits et des ressources (STEP) |
| | Qualité des données industrielles |
| ISO/TC 184/SC 5<br>Interopérabilité, intégration et architectures des systèmes de l'entreprise et les applications d'automatisme | Modélisation et architecture |
| | Logiciels pour la fabrication et son environnement |
| | Intégration des applications pour le diagnostic et la maintenance |
| | Indicateurs de performance pour la gestion des opérations de fabrication |
| | Evaluation de l'efficacité énergétique et des autres facteurs des systèmes de fabrication liés à l'impact environnemental |
| ISO/IEC JTC1<br>Technologies de l'Information | Protocoles de communication M2M (ISO 20922: Message Queuing Telemetry Transport MQTT) |

Les normes issues des comités IEC et ISO ci-dessus étant adoptées en Europe selon un processus automatique de double circulation, il convient de travailler directement avec ces comités internationaux.

Face à la variété des systèmes de production existants et le rythme d'innovation actuel, la circulation de normes internationales n'est plus assez rapide, et se voit complétée de nombreux standards développés par des consortia/fora, notamment américains, qui répondent plus rapidement aux nouveaux besoins exprimés par les industriels. Parmi ces consortia américains un certain nombre ne sont pas spécifiques à l'industrie, et mettent plutôt en avant les standards génériques des technologies de l'information : ceux-ci sont listés dans la table ci-dessous par un astérisque (ex. W3C*).

| CONSORTIA (LISTE NON EXHAUSTIVE) | PRINCIPAUX SUJETS STANDARDISES | PAYS |
|---|---|---|
| AFNET<br>Association Française des Utilisateurs du Net | Porte les projets de standardisation PLM (STEP AP242, ..) et SCM (BoostAeroXML) sur la continuité numérique de l'ingénierie jusqu'au manufacturing. | FR |
| ASHRAE<br>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers | Modèle d'automatisation du bâtiment (BACnet) | US |
| Cigref<br>Club Informatique des grandes entreprises françaises | Urbanisation des systèmes d'informations (« Architecture d'Entreprise ») | FR |
| Echelon | Modèle d'automatisation du bâtiment (LonWorks) | US |
| Ecl@ss | Propose une taxonomie générique pour l'ensemble des produits | DE |
| ECMA*<br>European Computer Manufacturers Association | Encodage de message | EU |
| Ethernet Powerlink Standardization Group | Bus de terrain (Ethernet Powerlink) | AT |
| GS1 | Développe des standards d'optimisation de la supply chain (échanges d'information, identifiants et taxonomies produits, standards de traçabilité…) | INTL |
| IETF*<br>Internet Engineering Task Force | Protocoles de l'internet (couches basses) | US |
| IO-Link | Protocole ouvert basé assurant les liaisons entre les capteurs/ actionneurs et les automates compatible (IO-Link) | DE |
| ISA<br>International Society of Automation | Développe un grand nombre de standards concernant les systèmes de production (ISA 88, ISA 95, ISA 99) | US |
| KNX | Modèle d'automatisation du bâtiment (KNX) | INTL |
| LORA Alliance | Protocole Low Power Wireless Network Area (LORA) | INTL |
| MESA<br>Manufacturing Enterprise Solutions Association | Développe des standards d'échange d'information de production (B2MML, BatchML, KPI-ML, ws-ISBM) | US |
| OASIS*<br>Advanced Open Standard for Information Society | Production specific web services (DP-WS, WS-*)<br>Advanced Message Queuing Protocol (AMQP)<br>OASIS Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) normalized by ISO/IEC JTC1 | US |
| Object Management Group*<br>Standardiser et promouvoir le modèle objet sous toutes ses formes | Langage de modélisation graphique conçu pour fournir une méthode normalisée pour visualiser la conception d'un système (UML) | INTL |

| | | |
|---|---|---|
| | Propose une technologie évoluée d'échanges de données via un réseau (DDS) | |
| | Représentation des méta-modèles et leur manipulation (CORBA, IDL) | |
| Eclipse Foundation | OM2M (implementation open source des standards M2M : MQTT, CoAP, …) | INTL |
| | 4DIAC (Framework for Distributed Industrial Automation and Control) | |
| ODVA | Bus de terrain (Ethernet / IP et CIP) | |
| OPC Foundation | Assurer l'interopérabilité des systèmes industriels. (OPC-UA) | INTL |
| Open Services Gateway initiative* | Plate-forme de service basé sur Java (OSGI) | US |
| PLCOpen | Décrit les principaux langages de programmations des automates (PLCOpen) | INTL |
| Profibus International | Bus de terrain (Profibus, Profinet) | INTL |
| Sigfox | Protocole Low Power Wireless Network Area (Sigfox) | FR |
| UN CEFACT<br>United Nations Centre for Trade Facilitation and Electronic Business | Développe le programme de standardisation pour facililiter les échanges commerciaux internationaux (EDIFACT, EBXML) | INTL |
| W3C*<br>World Wide Web Consortium | Hypertext language utilisé par les navigateurs Web (HTML*) | US |
| | Web service | US |
| | Format d'échange de données | US |

Cette double liste (comités internationaux et consortia/fora) montre que nous sommes face à une course à l'innovation à 2 vitesses, dans laquelle la plupart des normes numériques apportent la sécurité et la facilité d'adoption, et les standards conservent une longueur d'avance en termes de capacité à innover et de performance.

Le risque pour les industriels est donc soit de s'appuyer sur des normes qui ne leur donnent pas la compétitivité qu'ils recherchent soit de s'appuyer sur des standards incomplets et changeants qui ne leur garantissent pas une pérennité d'action. Pour traiter ce risque, 4 consortiums nationaux et internationaux ont émergé depuis 2013 pour identifier les principaux standards et normes par sujet et proposer une architecture de référence.

| CONSORTIA AYANT POUR BUT DE CREER UNE ARCHITECTURE DE REFERENCE | PRINCIPAUX SUJETS | PAYS |
|---|---|---|
| Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI) | Développe et supporte le dialogue et l'interaction entre les acteurs de l'IOT en Europe.<br>S'appuie sur l'IoT Research Cluster (IERC) pour transformer les idées en solutions et en business modèles.<br>Assiste également la Commission Européenne dans la préparation des travaux futurs de recherche sur l'IOT et les politiques de standardisation. | EU |

| | | |
|---|---|---|
| Alliance Industrie du Futur | Fournit un modèle permettant d'illustrer l'ensemble des sujets de l'industrie du futur, afin de cadrer les objectifs, d'identifier les normes et standards et de faire ressortir les cas d'usages<br>Ce modèle s'applique principalement au domaine de la Production (Architecture BigPicture). | FR |
| Industrial Internet Consortium | Fournit des orientations pour le développement de systèmes, de solutions et d'architectures applicatives.<br>Ce modèle s'applique au secteur de la Production, et aussi à l'Energie, la Santé, Smart cities et Transport (Architecture IIRA). | US |
| Plateforme i4.0 | Fournit un modèle permettant d'illustrer l'ensemble des sujets de l'industrie 4.0 afin de cadrer les objectifs, d'identifier les normes et standards, et de faire ressortir les cas d'usages.<br>S'applique principalement au domaine de la Production (Architecture RAMI4.0). | DE |

## 4.2. Stratégie française

L'Alliance promeut une architecture de référence basée sur le projet de norme BigPicture (projet hébergé par le comité ISO TC184, sur la base d'une proposition française), tout en confirmant l'intérêt de l'architecture RAMI4.0 de la plateforme Industrie 4.0 allemande. Notre souhait est de faire converger ces différentes architectures de référence au niveau international.

La stratégie proposée par l'Alliance Industrie du Futur est de former des communautés qui permettent aux industriels de se fédérer (e.g. BoostAeroSpace pour l'industrie aéronautique européenne, d'autres plates-formes en préparation dans les industries ferroviaire ou nucléaire), de partager les usages du numérique qu'ils souhaitent développer, d'expérimenter ou de comparer leur expérience des standards, de peser sur les choix de standards communs (processus, scénarios fonctionnels, applications numériques, architectures techniques) et d'entraîner les PME dans la révolution numérique .

Pour soutenir cette stratégie, l'Alliance favorise également le développement d'un écosystème d'offreurs capables :

- D'héberger les données manufacturing des utilisateurs finaux de manière sécurisée (sur le cloud, sur des serveurs privés ou dans un noyau logiciel embarqué dans les équipements)
- De connecter des applications logicielles innovantes sur ces données de manière sécurisée, payables à l'usage, utilisables des donneurs d'ordres aux PME et assurant ainsi la continuité numérique.
- De fournir des solutions sécurisées (matériels et services) capables de se connecter aux équipements industriels

Cette stratégie doit permettre d'enrichir l'écosystème existant, et de le déployer largement dans l'industrie, notamment auprès des petites et moyennes entreprises.

## 4.3. Recommandations

Les recommandations ci-dessous doivent permettre à la France d'apporter un éclairage innovant et de jouer un rôle de premier plan sur la scène internationale.

**Recommandation 1 :**
a) Harmoniser les concepts des ontologies des composants développés pour différents secteurs industriels à partir des normes IEC 61360 / ISO 13584 et ISO 15926
b) Favoriser la création d'une base de données internationale d'ontologies unifiée avec les services de maintenance et d'accès associés (exemple : schéma d'export commun à toute les ontologies)
c) Former des groupes d'experts métier (français et internationaux) pour faire vivre cette base de données
d) Identifier un ou plusieurs consortiums existants qui souhaitent devenir les opérateurs de ce sujet, et si besoin créer un consortium français dédié à ce sujet.

**Recommandation 2 :**
a) Finaliser le modèle de référence français basé sur le projet existant (depuis 2011) au sein de l'AFNOR/Big Picture, IEC TC65 et ISO TC184. Ce modèle permettra de clarifier le positionnement relatif des normes pour montrer leur complémentarité ou leur redondance et identifier les manques.
b) Harmoniser les travaux français avec nos homologues allemands (RAMI4.0)
c) Développer une stratégie de convergence internationale avec nos homologues américains (IIRA), européens (AIOTI) et asiatiques pour aboutir à un modèle de référence unique au niveau international.

**Recommandation 3 :**
Créer au sein des fédérations industrielles des comités dédiés à la standardisation et la normalisation du numérique pour l'industrie, qui auront pour rôle :
a) de représenter l'AIF dans les discussions internationales (e.g. ASD Europe / SSG dans l'aéronautique)
b) de consolider les scénarios d'usage de l'industrie du futur et les demandes spécifiques à chaque industrie concernant les sujets clés comme le BigData, la cyber-sécurité, le Cloud,…
c) de créer des « Do Tank » multi-industriels pour développer les standards, sur le modèle de la PLM Task Force (STEP - AP242, PLM-IF, …) pour l'industrie aéronautique et l'industrie automobile qui auront les moyens financiers mutualisés pour financer les travaux
d) de créer des événements interfilières pour consolider leurs travaux et porter leur voix aux organismes de normalisation (ISO, IEC…)

La réussite de ce plan d'action est liée :

- A la participation actives des industriels – par leur présence dans les groupes de travail et par leur financement des activités de standardisation – afin de renforcer les comités d'orientations stratégique et les commissions techniques de l'AFNOR sur ces sujets.
- A la bonne coordination de ces activités par l'AIF.

**Recommandation 4 :**
Afin d'inventer de nouveaux modèles de production collaboratifs, et de développer les plateformes qui hébergeront des services à valeur ajoutée et mettront en relation les différentes parties :
a) Créer un groupe de travail français qui proposera un modèle sémantique permettant de décrire tous les scénarios recensés par les industriels, centrés sur les nouveaux services à valeur ajoutée à la fois physiques (services de type fabrication, logistique, …) et numériques (services de type programmation, analyse de données,…) et les différents aspects d'un service (échanges de données, business model, et autres éléments à définir)
b) Représenter l'AIF au sein des comités de standardisation et de normalisation qui seront les plus appropriés pour promouvoir ce travail de préparation français

**Recommandation 5 :**
Traiter les sujets transversaux comme la cyber-sécurité, le big data et le cloud, en rejoignant les groupes de travail sur ces sujets de la Nouvelle France Industrielle, et l'instance de coordination de l'AFNOR. L'AIF y représentera les industriels, et apportera les scénarios d'usage et les demandes spécifiques à l'industrie du futur.