



## Intégration verticale et horizontale

### Description / Définition

Dans la mesure où l'Usine du Futur sera conçue de manière à fonctionner en réseau, des fournisseurs aux clients, à recomposer facilement sa chaîne de valeur afin de s'adapter aux évolutions du marché et des technologies et à mettre à disposition un outil de production flexible et reconfigurable, il est nécessaire de mettre en œuvre des technologies spécifiques relevant essentiellement du domaine du numérique.

On parle d'intégration (différents systèmes n'étant pas jusque-là connectés ensemble).

Trois types existent :

#### Intégration verticale

Ce type d'intégration vise à optimiser la reconfiguration des processus de production en connectant l'ensemble des Systèmes Cyber-Physiques (capteurs, actuateurs...) avec les différents outils de gestion de production (planification, stocks...), ce qui permet de reconfigurer aisément le processus de production en fonction de la demande des clients.

#### Intégration horizontale

Ce type d'intégration vise à optimiser la chaîne de valeur du produit, en connectant tout ou partie de la chaîne, au-delà du périmètre de l'entreprise (fournisseurs, clients...), comme par exemples les outils de GPAO partagée. L'intégration horizontale concerne aussi la problématique organisationnelle.

#### Ingénierie intégrée

Ce type d'intégration vise à optimiser de manière conjointe la conception produit et la conception de la chaîne de production. Il s'agit donc de connecter les différents outils utilisés pour l'ingénierie des produits ou des processus de fabrication, de la conception à la maintenance en passant par la fabrication. Elle concerne aussi bien les outils de conception système (physique, logicielle, électronique) que le PLM (Product Lifecycle Management) au niveau du produit ou bien les solutions de déploiement du type Scada ou MES (Manufacturing Execution Systems) au niveau du processus.

### Enjeux (avantages)

#### Sur le plan technologique

- Les processus de fabrication peuvent être aisément reconfigurés et deviennent flexibles, en fonction des besoins des clients.
- Le processus de production peut être optimisé par la manipulation, l'analyse et le stockage de données en gros volumes.
- Grâce à l'ingénierie intégrée, les conceptions du produit et du processus peuvent être couplées et avancer en parallèle selon une démarche holistique de conception système plus rapide et globalement plus optimisée.

#### Sur le plan numérique

- Cette démarche repose sur la mise en œuvre systématique de modèles d'équipements, de procédés et de méthodes aux différents niveaux de l'usine (de l'organisationnel à l'opérationnel), selon les standards reconnus. Ces modèles deviennent éléments pivots pour l'opération, le suivi, la validation et l'optimisation, partageables d'un site de production à un autre. Ce sont des éléments clés pour assurer la sûreté et la sécurité des systèmes et des intervenants.

#### Sur le plan économique

- De façon générale, l'intégration permet d'obtenir des gains de productivité en opti-

misant l'ensemble des différentes fonctionnalités requises. Cela part du principe que l'optimum de la somme est supérieur à la somme des optimums.

- L'intégration verticale permet d'adapter (voire de reconfigurer) le processus de fabrication à la demande, par exemple en fonction de nouvelles informations provenant du client ou bien du fait d'une obligation de maintenance. Cette fonctionnalité est très importante d'un point de vue économique car elle évite de reconcevoir un procédé ou de prévoir différents procédés en fonction des cadences attendues (petites séries ou grandes séries).
- L'ingénierie intégrée réduit significativement le temps de développement, l'analyse d'impacts de qualité/sûreté/sécurité des nouveaux processus et de recette des produits ou des processus de production et ainsi le délai de mise sur le marché des nouveaux produits. En reposant sur des modèles standardisés, elle permet également le partage de solutions déployées sur différents sites en s'affranchissant fortement de l'hétérogénéité qui caractérise la réalité de terrain de l'industrie.

### Les clés de la réussite

L'enjeu principal de l'intégration est lié à son caractère multidisciplinaire. L'intégration permet en effet de connecter des objets hétérogènes ou de faire travailler des entreprises ou des salariés en réseaux, apportant chacun une fonctionnalité ou une compétence différente.

La principale clé de succès réside donc dans la capacité à décloisonner les domaines technologiques, les services au sein de l'entreprise et les entreprises dans la chaîne de valeur du produit. Les standards et les outils de modélisation et de vérification les supportant, tant pour la description des systèmes que pour leur interopérabilité, sont une des clés majeures de réussite.

#### Au niveau technologique

Il est nécessaire de mettre en œuvre une approche multidisciplinaire, de l'ingénierie système à l'optimisation de processus de production en passant par la conception et la validation de systèmes cyber-physiques.

Cela passe par l'établissement de liens entre l'univers physique (le capteur) et le monde virtuel ou numérique (la capacité de calcul et le réseau de communication).

#### Au niveau des compétences à mobiliser, des connaissances et de la formation

L'intégration va générer de nombreux besoins en matière de formation, en particulier au niveau des opérateurs.

Ceux-ci devront pouvoir intervenir dans un contexte fortement numérisé, avec des outils informatiques de plus en plus complexes.

#### Les questions à se poser

Du fait de sa complexité, l'intégration de ces différentes technologies ne pourra pas se réaliser en une seule étape. En effet, une telle mutation, associée aux potentiels impacts sur l'organisation de l'entreprise, notamment en matière de décloisonnement de ses différents services, doit être envisagée de façon progressive par l'entreprise.

Il est donc important de planifier et d'accompagner ce changement en se dotant d'une méthodologie de migration technologique personnalisable aux situations concrètes rencontrées, en privilégiant des solutions ouvertes, propices à une large interopérabilité entre acteurs, tout en limitant les coûts d'accès à ces technologies pour favoriser l'extension d'un écosystème de PME.

### Maturité de l'offre et de l'adoption

Intégration verticale

Emergent	Laboratoire	Prouvé	<b>Mature</b>	Fréquent	Répandu
----------	-------------	--------	---------------	----------	---------



Intégration horizontale

Emergent	Laboratoire	Prouvé	Mature	Fréquent	Répandu
----------	-------------	--------	--------	----------	---------

Ingénierie intégrée

Emergent	Laboratoire	Prouvé	Mature	Fréquent	Répandu
----------	-------------	--------	--------	----------	---------

**Illustrations**



MES



Usine virtuelle

**Liens utiles indicatifs**

Le document Gimélec : Industrie 4.0 – Les leviers de la transformation  
<http://www.gimelec.fr/Publications-Outils/Industrie-4.0-les-leviers-de-la-transformation>  
 donne de nombreuses références utiles.