



L'industrie entre dans une nouvelle ère : pourquoi faire converger IT et OT est indispensable ?



Ludovic MARTY
Directeur Général Tasmane



Philippe DE POULPIQUET
Président Inditto Consulting



I Introduction

Le développement industriel est un enjeu vital pour la France et l'Europe. La crise climatique et l'instabilité géopolitique bousculent l'écosystème de l'énergie ainsi que les échanges économiques mondiaux. Ces crises s'inscrivent dans la durée.

Les industriels s'emparent de nouveaux défis : souveraineté et relocalisation, reprise en main de la supply chain, soutenabilité. D'autre part, ils adressent les nouvelles attentes des clients : séries courtes, produits sur mesure, options de personnalisation.

L'industrie 4.0 comme levier d'amélioration de la productivité et de la flexibilité

L'industrie 4.0 porte beaucoup de promesses d'amélioration de la performance opérationnelle, et notamment une amélioration significative de la productivité conjuguée à l'apport de souplesse pour la production.

La productivité s'appuie sur l'automatisation, la robotisation, la fiabilité de l'outil de production (disponibilité des machines, suivi et maintien des cadences de production, anticipation des pannes via la maintenance prédictive), ainsi que sur les outils digitaux des opérateurs : terminaux mobiles pour les gestes métiers, prise en main à distance, surveillance en temps réel.

Les technologies apportent de la flexibilité dans la configuration / reconfiguration des chaînes de production. Elles améliorent le contrôle qualité, la traçabilité, et proposent une supervision bout en bout des processus.

L'industrie 4.0 intègre désormais la réduction de l'impact écologique : décarbonation et optimisation énergétique (réduction de la consommation, alignement sur les consignes de sobriété énergétique).

La mutation des entreprises vers l'industrie 4.0, et maintenant 5.0, doit s'accélérer. La digitalisation et l'innovation technologique constituent de véritables relais de croissance et de compétitivité. Les chefs d'entreprise en sont très majoritairement convaincus. Pour autant, les changements s'opèrent lentement.



De nouvelles impulsions technologiques pour l'industrie 4.0

Depuis 2022, la technologie a fait plusieurs pas en avant, offrant de nouveaux leviers de transformation aux industriels. Le CES 2024 de Las Vegas ainsi que le forum mondial de l'industrie, Hannover Messe (avril 2024), confirment la nouvelle donne quant à la transformation de l'industrie, sous l'impulsion de grands leviers digitaux et technologiques :

- **L'intelligence Artificielle** : elle est présente absolument partout, et doit être analysée avec discernement.
- **Les Jumeaux Numériques** : pour concevoir, simuler des chaînes de production, faire du retrofit de robots, avec des usages très concrets, loin des usines intégralement dupliquées.
- **Le Edge et 5G Industrielle** : toujours associées à la cybersécurité, ces technologies refondent les architectures des données et leur impact dans les modes de fonctionnement de l'usine.
- **Le « Software Designed Automation »** : l'usine devient une plateforme logicielle, comme on a pu le constater sur l'automobile depuis quelques années.

Il convient d'ajouter à cette liste :

Le sujet de la convergence IT/OT : l'accélération des plateformes de convergence qui mettent en relation les données issues des équipements OT - voire du Edge - et celles de l'IT de gestion (pilotage de la demande, et des échanges avec l'écosystème de l'entreprise).

Les solutions de convergence sont plus nombreuses et les périmètres des acteurs historiques évoluent. Les grands éditeurs IT (SAP, Google, AWS...) intègrent les couches basses, alors qu'à l'inverse les industriels (Schneider, Siemens...) s'emparent des couches IT.

Le développement des écosystèmes : les équipementiers rejoignent des groupements qui partagent les mêmes supports software, les mêmes protocoles d'échange, permettant l'interopérabilité des équipements. La ligne de production peut composer avec différents hardwares, ce qui facilite le sourcing dans un marché tendu (difficulté d'approvisionnement des robots, par exemple).

Une volonté affichée de s'orienter vers l'industrie durable, avec de nombreux exemples de cas d'usages autour de la décarbonation, de la meilleure gestion de l'énergie, ou du suivi des effluents d'usine et des coproduits.



Des freins à cette transformation

Le manque de vision architecturale globale pour assurer la continuité numérique entre les outils (du PLM au MES, à l'ERP) ne permet pas le déploiement de processus industriels sans couture, synchronisés, orchestrés. Les infrastructures technologiques industrielles ne sont plus au niveau attendu : télécoms, stockage des données, moyens de calcul temps-réel.

Le sujet de l'exploitation des données reste souvent en suspens : les volumes de données augmentent mais ces données sont éparées, peu fiables et difficilement accessibles. Leur exploitation est complexe, alors que leur traitement, en temps réel, avec l'IA, est un des défis de demain. Par ailleurs, les fondamentaux de la gouvernance de données sont rarement établis.

Enfin, les industriels n'ont pas forcément avancé sur de nouveaux modes d'organisation entre concepteurs du Système d'Information et techniciens de terrain, entre les équipes en central et celles en usine. Ceci complique la mise en place d'une vision architecturale globale et freine la convergence IT/OT.



II Data et Intelligence Artificielle

01. L'IA est partout

L'IA est partout mais le message marketing est souvent plus avancé que les fondements conceptuels et techniques... De fait, les industriels sont interpellés voire inquiets devant les discours, les propositions, les offres de solution.

L'IA est une technologie qui trouve progressivement sa place dans l'industrie. Bien maîtrisée, elle développe beaucoup de potentiel et active de véritables leviers de performance.

L'enjeu pour l'industriel est de trouver les bons cas d'usage, d'expérimenter, de trouver comment utiliser de façon pertinente certaines IA pour démontrer l'apport de valeur, en acceptant parfois, lors des expérimentations, des résultats décevants.

Par ailleurs, il est important de garder à l'esprit que l'IA ne va pas dans le sens de l'écologie : les systèmes de collecte et de stockage de données sont hautement consommateurs de matériaux et d'énergies. Il convient, par exemple, de tenir compte de l'impact carbone de l'infrastructure nécessaire aux usages IA, aux jumeaux numériques et aux simulations, afin d'évaluer l'opportunité d'entreprendre de tels projets. Le volume de données nécessaire au métavers industriel est, par exemple, gigantesque.

02. Les IAs disponibles sont des IAs « faibles »

L'IA est un concept mal défini : l'expression "intelligence artificielle" est utilisée de manière ambiguë et englobe une variété de technologies et de capacités. Il n'y a pas de définition précise de l'IA, et l'idée d'une "intelligence" à part entière dans les machines n'est pas exacte. Les technologies appelées "IA" sont en réalité des systèmes (algorithmes) programmés à faire des tâches spécifiques, mais qui ne peuvent pas "penser", sans avoir été longuement entraînés par des humains experts, sur des données qualifiées.

Les IA aujourd'hui disponibles sont des IAs « faibles », conçues pour réaliser des tâches précises. Si les actions de certains outils semblent issues d'un raisonnement intelligent, il ne s'agit souvent que de la reproduction de comportements préprogrammés, qui plus est dans un domaine précis.

Les IA « fortes » sont celles qui permettraient de reproduire les capacités cognitives humaines avec assez d'intelligence pour réaliser des tâches inconnues, dans un contexte inconnu. Mais aucun exemple réel et concret d'IA forte n'est sorti des laboratoires à ce jour.



Les progrès dans le domaine de l'IA sont en grande partie dus à l'augmentation de la puissance de calcul et de la disponibilité de données, mais il reste encore beaucoup de défis à surmonter avant que les machines puissent égaler la complexité et la profondeur de la pensée humaine.

Malgré les avancées récentes, l'IA fait face à de nombreuses limites. Les IA actuelles intègrent mal le contexte dans leurs réflexions, n'ont pas de « bon sens », d'empathie, etc.

03. Pas d'IA sans le carburant constitué par les données

L'IA fonctionne avec des quantités de données massives : il n'y a pas d'IA sans data qualifiées, ce qui constitue un prérequis absolument incontournable.

L'apprentissage automatique (machine learning en anglais) sont essentiels pour mettre en œuvre de l'IA : c'est cette démarche qui permet aux machines d'acquérir des connaissances à partir des données et de proposer des actions en fonction de ces connaissances.

Au quotidien, la mise en place de l'IA dans l'industrie est freinée par cette mise à disposition des données qualifiées. Les données existent, souvent en profusion. Mais dans la majorité des entreprises, il reste beaucoup de chemin à parcourir pour faciliter l'accès à ces dernières, les fiabiliser et les mettre à disposition des analystes.

La capture de la donnée et la réalisation d'un premier « screening » qualité sont indispensables pour déployer des modèles analytiques et prédictifs. La mise en place des expérimentations IA s'appuie donc souvent sur des investissements dans des projets de fiabilisation de la donnée, et de mise en place d'une véritable gouvernance data. Ce n'est qu'à ce prix qu'il sera possible d'exploiter pleinement le potentiel des informations disponibles et de générer le terreau nécessaire à l'apprentissage automatique, puis au déploiement de l'analyse prédictive.

04. Trouver les bons cas d'usage

L'adoption de l'IA doit être progressive et accompagnée, en choisissant la solution appropriée au cas d'usage à implémenter. L'enjeu est de trouver les bons cas d'usages, en comprenant les limites des algorithmes.



Les IA doivent être conçues pour solutionner de réels problèmes. La bonne approche s'inscrit en 3 temps :

- **Temps 1** : Définir - et aligner les équipes - sur les cas d'usage pertinents et sur les mesures de succès à travers quelques indicateurs de performance.
- **Temps 2** : Expérimenter, entraîner les modèles avec un échantillon de données au bon niveau, à la fois en volume et en qualité.
- **Temps 3** : Statuer sur la valeur de l'expérimentation et son intérêt pour l'entreprise. Essayer de trouver un modèle cible qui génère un retour sur investissement. En cas de succès, définir les modalités de déploiement à plus large échelle (scalabilité du modèle), sans oublier l'accompagnement des équipes (rendre simple l'utilisation) et la gouvernance de la donnée, évoquée plus haut.

Cette approche est valable pour des cas d'usage simples, dans lesquels une seule IA spécialisée permettra de faire progresser le processus et la productivité.

Dès que les cas d'usages se compliquent, en jouant sur des terrains d'analyse multiples, il est nécessaire de mettre plusieurs IA en collaboration : c'est le concept d'orchestration des IA. Chaque IA est positionnée sur sa spécialité et un orchestrateur tente d'industrialiser les interactions pour servir un modèle global cohérent. L'intégration coordonnée et synchronisée des IA permettra un traitement complet des problématiques multi-facettes. L'orchestration des IA est un domaine dans lequel beaucoup reste encore à faire.

Dans tous les cas, il est important de garder le contrôle, de comprendre ce qui se passe dans ces systèmes IA complexes, et de donner du sens au regard des processus industriels concernés.

La mise en place de ces démarches induit de la préparation, de la formation et de l'acculturation aux technologies.

05. Travailler la cohabitation entre l'humain et l'IA

La collaboration homme-IA est essentielle pour faire globalement progresser l'entreprise sur les processus de production et la relation client.



Les machines ne sont pas perçues comme des substituts de l'intelligence humaine, mais plutôt comme des outils complémentaires qui peuvent améliorer les capacités humaines. C'est dans la collaboration « Humain-IA » que se trouve la valeur des IA (l'Humain Augmenté). Les collaborateurs seront plus efficaces, plus épanouis, plus équilibrés en charge mentale si la collaboration Humain-IA est correctement appréhendée.

L'IA générative s'exprime comme l'être humain et vient challenger les modes d'interactions hommes/machines. Il est donc nécessaire de repenser et remplacer les interactions par le langage, ce qui bouscule les schémas établis sur les méthodes de conception des systèmes.

L'usine de demain est donc une juste et efficace combinatoire entre les technologies les plus avancées d'un côté, et les compétences et qualités irremplaçables des femmes et des hommes, de l'autre.

En Synthèse

Il est nécessaire de s'intéresser « aux IA » (plutôt que à l'IA). Ces IA sont des imitations programmées (néanmoins très douées pour certaines !) reposant sur des algorithmes avancés permis par des apprentissages. Ces derniers nécessitent de grandes masses de données et des capacités matérielles performantes. Les actions entreprises dans ce domaine sont au service d'une intelligence (humaine) augmentée.



III Jumeau numérique et visualisation

Le principe du jumeau numérique consiste à générer un double virtuel d'un produit, d'un bâtiment, d'un équipement voire d'un site de production, d'en simuler les activités, de faire varier des paramètres pour analyser l'impact de transformations potentielles.

Le jumeau numérique se nourrit de données collectées en temps réel, provenant notamment des capteurs IoT. En intégrant ces données, le jumeau numérique peut simuler un comportement qui se rapproche au plus près de la réalité.

Si les premiers usages des jumeaux numériques étaient très orientés sur les phases de conception, ils sont également utilisés pour faciliter la maintenance des équipements ou optimiser les chaînes de production : par exemple pour évaluer de la mise en ligne d'un nouveau produit, mesurer l'impact sur la productivité, etc.

Les nouveaux usages concernent également les tests des évolutions à vocation écologique : réduction des déchets, diminution des émissions de gaz à effet de serre, recyclage des composants, réutilisation de pièces (retouches), optimisation de la consommation énergétique.

Les jumeaux numériques, poussés à l'extrême, permettent de disposer d'une réplique complète de l'usine. Appuyée sur le métavers industriel et « l'immersive engineering », l'usine jumelle est un environnement virtuel fondé sur une représentation 3D fidèle d'un site industriel. Les équipes vont pouvoir agir, tester, ou se former sur les gestes techniques, en utilisant notamment la réalité augmentée.

Un tel outillage n'est opérationnel qu'en intégrant des volumes de données conséquents et qualifiés, collectés et transmis à grande vitesse : la 5G porte ainsi le jumeau numérique dans une nouvelle dimension.

IV Connectivité : le nerf de la guerre

01. Les enjeux de transport, de traitement, de stockage

Avec l'arrivée en masse de capteurs connectés de type IoT dans les usines, la quantité de données industrielles générées a explosé, et les volumes à transporter dépassent largement les capacités des réseaux historiques.

Dans les faits, ces données ne sont pas réellement utilisées. Les opérationnels disposent de beaucoup plus de données qu'ils ne savent en utiliser. Toutes ne présentent pas systématiquement d'intérêt avéré.



Pour atteindre les nouveaux objectifs de l'industrie (pilotage optimisé de la chaîne de production notamment), les données doivent être immédiatement disponibles pour être exploitées. À titre d'illustration, on préférera constater en temps réel un écart entre la cadence de production temps réel et la moyenne des dernières heures, qu'une analyse à posteriori.

Les industriels font face à deux problèmes majeurs :

- La capacité de transport des réseaux et le traitement de ces quantités de données, du fait des temps de réponse des serveurs et des limitations induites pour calculer en temps réel ;
- Le volume à stocker pour d'éventuelles analyses ultérieures génère des coûts de stockage exponentiels, doublés de risques cyber.
- Par ailleurs, les systèmes anciens physiques « on premise » sont encore bien présents dans les usines. Ils ajoutent une complexité au débat Cloud/Edge puisqu'ils portent souvent le système « legacy », historique de l'entreprise.

De fait, les industriels ont bien compris que vouloir remonter l'ensemble des données dans un Datacenter était désormais illusoire et risqué. La question de la décentralisation des calculs et du stockage devient donc centrale. L'Edge Computing se positionne en moyen de décentraliser totalement ou partiellement les calculs et le stockage et donc de limiter les flux de données issus des automatismes.

Combinés, la 5G et l'Edge computing permettent des applications temps réel nécessaires à industrie 4.0 notamment dans le pilotage des automatismes et de la robotique industrielle. L'Edge Computing déplace le stockage et le traitement informatique en périphérie des réseaux, au plus proche des données, des outils des opérateurs, et des équipements.

L'architecture IT décentralisée est la clé, et l'Edge Computing un moyen de tirer les bénéfices de cette décentralisation. Les données clés, une fois traitées et consolidées par l'Edge, pourront circuler dans le réseau, sécurisées.

02. Les avantages de la technologie Edge

L'Edge Computing est une révolution pour l'industrie. En permettant l'exploitation locale des données, et en réduisant le transport, l'Edge installe l'IA au plus près de l'équipement, sur un composant électronique dédié, permettant la prise de décisions en temps réel sur la chaîne de production.



L'Edge Computing prend la forme d'une plateforme matérielle et logicielle intégrant des fonctions de stockage, de calcul, d'analyse et de communication. Par analogie, on peut considérer l'Edge comme un réseau maillé de micro-datacenters qui traite et/ou stocke les données localement et diminue ainsi la latence de traitement des données. Par traitement on entend du calcul, de l'analyse de données, des statistiques ou du contrôle logique.

La technologie edge augmente donc les capacités d'analyse des données et ajoute de nouvelles fonctionnalités aux systèmes d'automatisation : c'est une solution pour utiliser au mieux les capacités des objets connectés.

Enfin, la donnée utilisée n'est pas forcément stockée (ou sur un temps plus court pour des analyses ultérieures), elle ne circule pas sur le réseau étendu de l'entreprise. Ceci évite les surcharges de ce dernier et limite les risques cyber.

Quels usages pour l'Edge Computing ?

La technologie edge donne de nouvelles perspectives d'analyse et de pilotage de la production en temps réel :

- Analyser en temps réel les volumes de production, les comparer par rapport à des historiques ;
- Diagnostiquer l'état des machines, analyser leurs performances, consolider les données au niveau de l'usine ;
- Mettre en qualité : identifier les productions défectueuses, ou celles qui ne respectent pas les spécifications.

Les technologies d'analyse Edge fournissent aux équipes opérationnelles des informations en temps réel et en mode visualisation. Ce qui permet de réagir immédiatement à tous les événements qui perturbent la production nominale.

Quid des investissements ?

Cette technologie peut venir compléter des équipements existants. Certaines offres proposent des unités de traitement des données en périphérie et peuvent être connectées avec les automates en place, limitant ainsi les investissements.

Ceci soulève la question des options proposées au niveau du SI industriel, lors de l'achat d'équipements. Le choix d'un équipement doit être éclairé par une stratégie SI industriel, d'autant plus que les constructeurs captent désormais ce marché en proposant des offres liées à la data. Les composants SI des équipements ne sont plus à considérer comme des options coûteuses, mais comme de potentiels leviers de développement.



Ne pas opposer le Edge et le Cloud. Tenir compte du « on premise ».

L'Edge et le Cloud Computing sont complémentaires. Il appartient à l'entreprise de définir une stratégie adaptée, et l'architecture pertinente pour prendre le meilleur des deux technologies. En répartissant les tâches, une architecture mixte combinant l'Edge et le Cloud peut révéler toute sa puissance.

L'Edge peut servir à prétraiter des données qui sont ensuite utilisées dans le cloud pour alimenter des analyses plus complètes, notamment à travers des expérimentations d'algorithmes IA, évoqués plus haut. Les résultats obtenus à l'issue des traitements dans le cloud peuvent ensuite être réinjectés dans l'infrastructure edge, ces allers et retours permettant d'optimiser en permanence l'ensemble du processus de fabrication.

La réussite de l'edge industriel implique de connecter les technologies informatiques dites de gestion (IT) aux technologies d'exploitation (OT) qui assurent le bon fonctionnement de la chaîne de production.

03. La « révolution » 5G privée

L'optimisation des processus industriels s'appuie sur la connexion entre les automatismes et les collaborateurs et sur la circulation en temps réel des données. Il y a une forte dimension d'intégration aux projets de déploiement de cette nouvelle technologie, il ne s'agit pas que d'une question d'infrastructure réseau. C'est bien la performance des réseaux 5G, couplée à l'Edge Computing et au cloud, qui va permettre de développer des applications opérationnelles.

L'arrivée de la 5G SA (5G dite stand-alone) marque un nouveau tournant. En s'appuyant sur un cœur de réseau exclusivement 5G, celle-ci propose des débits nettement plus élevés que la 5G NSA, une latence quasi nulle et une meilleure couverture du réseau. Avec son très haut débit (jusqu'à 10 ou 20 fois plus rapide que la 4G), son temps de latence optimisé, sa capacité à connecter en temps réel jusqu'à 1 million d'objets au km², la 5G SA va révolutionner les sites industriels. Les transferts de données deviennent très fiables, à l'image de ce que l'on observe sur les transferts câblés. Il est donc possible d'utiliser la 5G pour des « communications critiques » dans le cadre d'applications critiques.

Avec cette technologie, les industriels vont pouvoir déployer des projets IoT de grande ampleur impliquant la connexion simultanée de plusieurs milliers d'objets connectés au réseau, ils vont pouvoir utiliser plus facilement les robots collaboratifs apportant de l'aide aux opérateurs.



La 5G impulse également le développement d'une norme de communication mobile qui se concentre non seulement sur la connectivité numérique des personnes, mais aussi sur les communications entre les capteurs, les appareils et les machines dans l'internet des objets.

La 5G ouvre de nouveaux champs d'application dans l'industrie où la performance d'autres technologies sans fil comme le Wi-Fi a échoué dans le passé.

V Software Designed Automation

La tendance forte qui saute aux yeux dans les grandes expositions est l'entrée en force de logiciels dans les usines. A l'image de l'industrie automobile où le logiciel structure et envahit le véhicule, les usines se transforment également en système de logiciels. Les automatismes deviennent plus intelligents et plus connectés.

C'est le concept de " Software Desined Automation " : les contrôleurs, les automates deviennent encore plus programmables et virtualisés, pilotés à distance, en temps réel, tout comme les robots et les cobots. Ces équipements profitent des nouvelles possibilités apportées par la connectivité et les architectures fondées sur l'Edge Computing.

L'usine évolue vers un environnement qui s'apparente à une « software designed factory ». Les outils utilisés pour développer, déployer et exploiter les logiciels s'appliquent maintenant aux automatismes industriels. Les technologies logicielles permettent de s'affranchir des contrôleurs propriétaires. La gestion du parc de PLC (contrôleurs programmables) et de passerelles est plus automatisée, apportant des gains de productivité aux équipes d'ingénierie.

Les engins mobiles, électrifiés et autonomes, équipés en Lidar, complètent l'automatisation : ces engins très performants permettent de repenser les activités de tri, de rangement, de stockage. Ces engins permettent également des reconfigurations à la demande des chaînes de production, en déplaçant les en-cours de production d'une chaîne à l'autre.

L'usine en mode software-desined automation devient entièrement programmable et apporte de nouvelles capacités de connectivité, d'automatisation et de customisation de la production : ajustement automatisé des chaînes de production pour répondre notamment à une forte attente de personnalisation. C'est la renaissance de l'usine agile.



VI La nécessité de faire converger IT et OT

01. Deux mondes à rapprocher

Le SI industriel et le SI d'entreprise sont très différents. Ils ne répondent pas aux mêmes objectifs métiers, ils n'agissent pas sur les mêmes processus. Ils ne mettent pas en œuvre (ou ne mettaient pas jusqu'à récemment) les mêmes solutions technologiques et les mêmes standards.

La première fonction du SI industriel est d'opérer et de sécuriser les activités opérationnelles des sites de production ou de logistique, en installant et en exploitant les équipements industriels et les dispositifs de contrôle associés. À cet effet, le SI industriel utilise des systèmes physiques (capteurs, automates, contrôleurs, superviseurs...) supportés par des technologies structurellement différentes de celles de l'IT et souvent propriétaires.

Par ailleurs, historiquement, l'OT a été déconnecté des réseaux SI pour protéger l'outil de production. Les attaques récentes de sites industriels montrent que cette vigilance n'était pas superflue.

Aujourd'hui, le SI industriel est en pleine évolution : il ne résume plus à des PC « durcis » et à des passerelles IoT. Le SI industriel adopte les technologies wireless et Cloud, les capteurs intelligents, le Big Data, les API. Les usines qui fonctionnaient de façon très indépendante sont désormais connectées à des infrastructures mutualisées.

Avec les besoins qui évoluent à la périphérie du SI industriel ou à son intersection avec le SI de gestion, la nécessité de faire converger les paysages IT et OT s'impose à tous.

La convergence IT/OT au cœur de l'usine 4.0

Les grands chantiers de l'industrie du futur (4.0 et 5.0), la digitalisation des usines, l'avènement de l'internet industriel sont des bouleversements qui obligent les deux mondes à se rapprocher, en partageant des socles technologiques, et à terme en s'interconnectant.

La convergence IT/OT a pour ambition d'améliorer le fonctionnement de l'entreprise en agissant sur la productivité et la qualité. Ceci induit également de rapprocher les affaires de l'usine : la production de la vente, le contrôle de gestion et la production, la R&D de la production.



Au-delà des sujets d'optimisation, la protection de l'outil de production des risques cyber, évoqués plus haut, est également un objectif incontournable.

L'enjeu numéro 1 de la convergence IT/OT est donc de partager de la donnée pour décloisonner les différentes fonctions de l'entreprise. Partager de la donnée pour offrir des perspectives en termes de pilotage des coûts et d'optimisation de tous les processus liés à la production.

En regroupant les données techniques remontées des usines (consommation électrique, temps de marche, température de consigne, temps des gammes, quantité fabriquée, gestion des séries...) et des données issues des systèmes de gestion (commande client, Ordre de Fabrication, cout en euros du kilowatt heure, ...), on crée un nouvel actif-clé pour piloter l'entreprise.

Rapprocher le business et l'usine

En faisant converger l'IT et l'OT, on établit des corrélations permettant de mener des analyses de façon dynamique : sécurisation du plan industriel et commercial (PIC), bonnes synchronisations entre les inputs business (ventes, marketing, offre, ...), et le plan de production, apport de souplesse dans la production, voire « la production à la commande » (make to order).

Cette convergence est la source d'une chaîne de valeur complète, outillée à chaque étape : les couches basses avec l'OT, les couches hautes avec le SI. Les étapes intermédiaires et les échanges entre couches hautes et basses font l'objet de la convergence IT&OT.

Les processus physiques de production deviennent outillés avec les capteurs, le process control, les automates, les robots deviennent « software designed automation », la supervision est largement outillée avec SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) et DCS (Distributed Command System).

Le pilotage global de la production passe par un MES (Manufacturing Execution System) qui lui est déjà dans le SI et les vellétés de programmation de la production en fonction du business passent par des processus S&OP qui sont eux portés par le SI.



02. Comment s'y prendre ?

Définir une architecture technique alignée sur les enjeux.

La première brique à poser concerne le socle technique mutualisé (les infras et les télécoms), fondé sur une architecture cohérente et homogène de serveurs pour les usines, des protocoles d'interfaçage entre les usines et le central.

Cette architecture va faire appel à des capacités cloud, ainsi qu'à du Edge, comme évoqué précédemment.

Cette architecture doit adresser correctement la question de l'autonomie des usines. Les usines tournent en 24/7 et un problème informatique suffit à mettre toute une chaîne à l'arrêt. Il y a donc certaines activités critiques pour lesquelles l'autonomie de l'usine doit prévaloir, notamment pour des questions de réactivité et de résilience.

Se mettre au niveau sur le socle technologique

Les projets digitaux dans le contexte de l'industrie 4.0 révèlent souvent des faiblesses sur les fondamentaux technologiques. La dette technique est réellement pénalisante pour avancer sur la transformation des processus industriels, et ce, où qu'elle se trouve : sur les serveurs, les automatismes, les postes de travail, les réseaux, les couches de sécurité.

Par ailleurs, l'existence des SI legacy - au centre du schéma SI - est un véritable sujet : il faut prévoir de les upgrader soit en préparant leur retrofit, soit en construisant les passerelles et les middlewares nécessaires.

L'obsolescence des infrastructures industrielles freine le déploiement des nouvelles technologies. Il faut donc faire évoluer les socles technologiques : upgrade des automatismes, amélioration de la connectivité via la 5G industrielle, augmentation des capacités de calcul, move to Cloud, APIsation.

En parallèle, il est indispensable d'adapter, avec précaution, les règles et des équipements de cybersécurité.

Le chef d'entreprise doit s'engager dans des choix technologiques forts pour ses usines : wifi vs 5G, mise à jour de la politique de sécurité du système d'information (PSSI), refonte de son architecture en l'alignant sur la stratégie d'entreprise.

Ces investissements constituent des prérequis et peuvent être des dépenses conséquentes.



Renforcer le monitoring

Il est indispensable de renforcer le monitoring technique : ne pas se focaliser sur la disponibilité de chacun des équipements, mais bien s'orienter vers la supervision des processus de production et de bout en bout, en déployant les indicateurs attendus par le métier.

Définir et appliquer une politique rigoureuse de cybersécurité, adaptée aux enjeux des équipements de l'industriel.

Les sites industriels sont vulnérables parce que le vieillissement des technologies et la non-gestion de l'obsolescence ouvrent des failles majeures à l'intrusion. Les sites ont ajouté un degré de vulnérabilité avec la banalisation des technologies sans fil (wifi notamment) qui étend la surface d'attaque.

En raccordant les sites au Système d'Information de l'entreprise, on accentue la vulnérabilité. Les passerelles entre les deux mondes IT et OT, dont les technologies sont de plus en plus proches, accroissent la surface d'exposition aux cyberattaques, dans un contexte de multiplication de ces dernières.

La continuité numérique est supportée par l'interconnexion des systèmes. Elle exige d'imposer de nombreuses règles concernant la cybersécurité, qui peuvent apparaître contraignantes pour les techniciens.

Les deux équipes (IT et OT) doivent œuvrer de concert pour se protéger. Le prisme SI milite pour des procédures MCS (Maintien en Condition de Sécurité), pour un patch management réactif, pour la gestion rigoureuse des comptes. Le prisme OT, quant à lui, met en avant les risques de faire évoluer un système « multi-technologies », en fonctionnement mais fragile.

Pour réconcilier les points de vue, il est utile de faire travailler les deux parties sur des plans d'actions préventives : le processus de détection d'anomalies et/ou d'attaques (firewalls en périphérie, sondes EDR dans les réseaux...), la formalisation, la mise en route et le test de PCA/PRA.

La sécurité est porteuse de paradoxes, c'est à la fois une contrainte forte et un levier majeur pour organiser la convergence IT-OT.





Définir une stratégie et une gouvernance pour les données

Comme évoqué plus haut : les données sont au cœur de la convergence IT/OT. L'entreprise doit établir une vraie stratégie data, permettant de définir et de qualifier les données, et les maîtriser et d'en assurer la mise en qualité. Le sujet de la répartition Edge/Datacenter doit être adressé et la stratégie data connue par tous les intéressés. Des rôles sont à définir et le sujet doit être traité au sens large : il ne s'agit pas d'un sujet du DSI !

03. Les plateformes en support de la convergence

Définir une architecture technique alignée sur les enjeux.

La convergence IT/OT est une préoccupation forte dans laquelle de grands acteurs du soft ou de l'automatisation sont en train de s'engouffrer. Ils ont bien compris que l'exploitation des datas opérationnelles était la clé.

Les grands acteurs de l'IT (Google, SAP..) ou de l'OT (Siemens, Schneider Electric) ont des plateformes qui connectent les capteurs, les datas, avec les systèmes de pilotage des opérations et les systèmes de gestion, dans des environnements annoncés comme très sécurisés. En complément, il existe maintenant des solutions disponibles pour l'intégration des données et l'interconnexion des applications.

Enfin, il existe également des plateformes de type data hub qui viennent se loger entre les deux couches et mettre de l'intelligence de connexion pour relier l'OT et l'IT. Elles peuvent faire l'acquisition de données provenant de différents systèmes MOM (manufacturing operations management) et reposent sur une architecture globale orientée services et des interfaces standardisées.

L'industriel est face à de nombreuses offres de services : savoir définir les usages et définir une stratégie et une architecture globale est un prérequis pour choisir les bonnes technologies...

04. Un portefeuille projets globalisé

Il est essentiel d'avoir une vision globale (et partagée) entre les projets de SI et les projets de digitalisation des processus industriels. Cette vision intégrera la composante cybersécurité avec toute l'importance qu'elle demande. Le sujet de la criticité des données - en lien avec la stratégie data - doit également être partagé notamment dans l'évaluation de l'impact sur la gestion de la confidentialité (à la fois en terme technique et par rapport aux prestations autorisées ou non autour de ces données).



Tout cela doit constituer un portefeuille cohérent, qui permet la prise d'arbitrages et la synchronisation des différents chantiers.

Le rapprochement IT/OT repositionne les usines en consommateurs des services IT centraux, partagés. Ce qui implique de leur part une capacité à exprimer leurs besoins.

VII La soutenabilité au cœur des préoccupations

Une planète aux ressources limitées

Faut-il parler d'industrie soutenable ou d'industrie durable, voire régénérative ? Au-delà de la question de traduction (les anglosaxons parlent de sustainability), la soutenabilité incarne peut-être mieux le fait que la planète atteint des limites dans ce qu'elle est capable de supporter, du point de vue de l'utilisation des ressources naturelles et de l'absorption des déchets.

La durabilité devient un élément clé et il convient désormais de raisonner dans le triptyque : finitude des ressources, croissance démographique, et empreinte carbone.

Vers des industries soutenables

L'industrie « soutenable » est l'industrie du 5.0. Elle adopte des pratiques qui réduisent les impacts négatifs sur l'environnement. Au-delà de la protection du climat, elle s'inscrit dans la consommation responsable des ressources de la planète, tout en dotant l'entreprise d'une dimension sociale.

Les entreprises industrielles sont fortement stimulées par les directives européennes, notamment en réalisant un reporting auditable sur des critères extra-financiers : impacts environnementaux et sociaux. Beaucoup d'entre elles s'outillent désormais de solutions de mesure de leur impact carbone.

Avec cette prise de conscience, les industriels s'intéressent aux projets de digitalisation ciblés : réduction de l'empreinte carbone, réduction des consommations énergétiques, maîtrise de l'impact environnemental. Au regard de la crise énergétique et des enjeux financiers liés, les projets d'économie d'énergie sont aujourd'hui souvent priorités.

Voici quelques initiatives-clés engagées par les industriels.



01. Rationaliser la production pour rendre l'usine plus écologique

L'industriel volontariste dispose de nombreux axes pour améliorer le bilan environnemental de ses sites de production :

- 1 l'optimisation des consommations de ressources énergétiques :** gestion de l'eau, consommation, fuites, recyclage. En s'orientant vers l'usine à énergie positive, le chef d'entreprise cherche à neutraliser son impact énergétique, voire à être lui-même producteur d'énergie durable.
- 2 l'utilisation optimale des intrants :** matières premières, composants, consommables : c'est l'avènement des bilans-matières qui s'appuient sur des données fiables.
- 3 la minimisation des déchets et leur réutilisation soit par l'entreprise elle-même, soit par des prestataires.** Le recyclage est un véritable trait culturel qu'il convient d'introduire dans l'entreprise et dans son écosystème : travailler sur des programmes de recyclage et encourager les employés à recycler.
- 4 la dématérialisation de tout ce qui peut l'être :** suppression des supports papier notamment pour les modes opératoires. Ces derniers tendent à être digitalisés et accessibles sur terminaux mobiles.
- 5 la politique achat en se tournant vers des fournisseurs** proposant eux-mêmes des produits plus écologiques fabriqués dans de meilleures conditions, les certifications écologiques des fournisseurs de scope 2 (et 3 !) sont désormais incontournables.
- 6 le transport et la logistique :** en déployant une chaîne d'approvisionnement durable qui implique de travailler avec des prestataires engagés, et d'utiliser des emballages durables. La logistique peut réduire les émissions en limitant les temps de transport, les bascules d'entrepôts à entrepôts. Les circuits logistiques sont à repenser, ils influent parfois sur l'organisation de la chaîne de production, notamment dans le cadre de la réalisation de produits multisites ou bi-sourcés.

Bien évidemment, l'usine soutenable doit s'inscrire dans une démarche culturelle d'amélioration continue.



02. Utiliser les nouvelles technologies pour identifier les leviers d'action

La donnée est indispensable pour comprendre et prendre les bonnes décisions : il faut donc capter des données, les utiliser pour mieux comprendre l'empreinte environnementale, dans ses différentes caractéristiques. L'utilisation des données permet également de simuler des actions et d'appréhender les réductions potentielles. Les technologies et notamment la capacité à manipuler la data constituent des atouts pour prendre les bonnes décisions d'investissements quant à la soutenabilité.

La data et l'IA peuvent être utilisées pour superviser les processus de production et identifier les anomalies de consommation d'énergie ou la mauvaise utilisation des ressources. Les données sont également importantes pour maîtriser le fonctionnement du processus industriel tout au long de la chaîne. Enfin, elles permettent de caractériser - directement sur cette chaîne - les problématiques de consommation de ressources et la production de déchets inutiles.

L'IA peut également être utilisée en phase de conception de nouveaux produits et services, pour intégrer le respect de l'environnement.

03. Mettre en évidence les ROI

Nos observations montrent que les projets et les investissements liés à la soutenabilité ont du mal à trouver leur place dans le portefeuille projets. Le manque de moyens humains est patent dans l'industrie, les problématiques budgétaires persistent. Il est donc nécessaire de trouver un argumentaire financier à ces projets.

Chaque projet doit être sanctionné par une étude de type business case et toutes les mesures générant des économies de matière, de pièce, d'énergie, ou des réductions de gaspillage, sont à valoriser.

L'utilisation des pratiques « Lean » est utile dans ce contexte : traquer le gaspillage, les flux d'activités irréguliers qui pénalisent la productivité, les surstocks ou les ruptures.

D'un point de vue plus global, la connaissance des besoins doit permettre une bascule d'une logique « make-to-stock » vers une logique « make-to-order » : produire uniquement ce que l'on vend. Ceci induit une parfaite connaissance des clients B to B... mais aussi du client du revendeur (B to B to C) ! Cette approche est néanmoins à adapter selon le cœur de métier de l'industriel.



04. Repenser l'utilisation du potentiel humain

La soutenabilité embarque également la dimension humaine. L'industrie 5.0 met de l'avant une activité industrielle qui va plus loin que les objectifs conventionnels (économiques, productivité, qualité). Elle met en lumière le bien-être des collaborateurs, les pratiques respectueuses de l'environnement, la résilience aux crises (sanitaire, climatique ou géopolitique).

Par ailleurs, les questionnements sont nombreux sur l'impact potentiellement négatif de l'IA sur l'humain et sur les destructions d'emploi qu'elle pourrait générer.

Nous entrons dans une nouvelle ère, portée par l'IA et dans laquelle le potentiel humain doit trouver sa place. Les esprits positifs tendent à penser que l'IA va nous faire gagner beaucoup de temps utile. Avec le temps libéré, l'humain pourra décupler l'intelligence collective, réaliser plus de veille, et accroître sa créativité.

VIII Digitalisation de l'industrie : un changement culturel

Engager l'ensemble des transformations évoquées nécessite des évolutions d'organisation et surtout un véritable changement de l'état d'esprit des managers et des collaborateurs. Ces transformations ne peuvent pas se faire sans eux et leur implication est cruciale.

Avant d'engager ces transformations, la réalisation d'un diagnostic de maturité digitale de l'entreprise est un bon moyen de définir les changements sur l'axe culturel. Cela permet donc de trouver des traits culturels rassembleurs permettant de faire collaborer des populations pour lesquelles ce n'est pas complètement naturel.

01. Faire collaborer les équipes IT et OT

Le succès de la convergence IT & OT repose sur les femmes et les hommes porteurs des expertises et des savoir-faire de chaque discipline. Néanmoins, il existe un vrai choc de culture entre ces deux équipes.

Les équipes SI sont en général regroupées, autour d'un DSI, tandis que le monde industriel est très dispersé dans l'organisation, avec souvent autant d'équipes que de sites industriels.



Les solutions apportées collent aux besoins spécifiques des sites : équipements, outils particuliers développés localement, technologie spécifique non utilisée ailleurs. L'équipe OT est en recherche permanente d'amélioration de l'efficacité des moyens de production et des opérateurs.

Ces deux visions rendent difficile la collaboration. La phase de réflexion sur des enjeux communs, dans l'intérêt supérieur de l'entreprise, est importante. Elle induit de changer les postures, de trouver des espaces de co-construction, de mettre en évidence les gains attendus pour les uns et les autres.

Il est indispensable de mettre en place les conditions permettant aux deux équipes de se comprendre. Il existe souvent un écart de connaissances entre les équipes IT et OT : langages différents, informations connues essentiellement par les sachants. Par ailleurs, les deux équipes ne fonctionnent pas dans le même espace-temps : un temps relativement long pour les projets IT, le temps-réel pour l'OT.

Cette évolution culturelle réelle impose de gagner la confiance des équipes OT. Elle doit s'appuyer sur des leaders capables de convaincre autour d'objectifs communs et de responsabilités partagées.

02. Faire collaborer les équipes business et les équipes industrielles

L'alignement de la production sur les besoins commerciaux, et à l'inverse, la prise en compte des capacités de production par les commerciaux nécessite des échanges constants d'informations.

Le regroupement, le croisement, le partage des données industrielles et commerciales permet d'effectuer les bons choix dès la conception des produits, c'est-à-dire d'imaginer, grâce à la technologie, des chaînes de production souples et modifiables rapidement. C'est tout l'enjeu de « l'usine agile » que de se caler au mieux pour les besoins du commerce, eux-mêmes hérités des analyses des attentes des clients.

C'est un vrai défi de « désiloter » les équipes et de faire collaborer les métiers du commerce et ceux de la production. Il faut trouver des objectifs communs, des espaces de partage autour de constats et d'ambitions, il faut accepter les remises en cause réciproques. Pas facile de trouver les bons leaders avec le bon niveau d'ouverture pour organiser de telles initiatives.



03. Ne pas négliger le changement culturel pour toute l'entreprise

La culture des entreprises actuelles a souvent été construite au XXème siècle : il faut la réinventer à l'aune du digital et des incroyables ruptures technologiques, le digital apportant ses propres facteurs de succès.

L'industrie est malmenée par le nouveau contexte « digital » car les impacts sur le modèle de management historique sont nombreux et impactant.

La place de l'individu, du collaborateur dans l'entreprise est requestionnée. Le modèle du contremaître et de l'agent exécutant a sûrement vécu. Les collaborateurs ont besoin de reconnaissance au regard de leur engagement et des résultats produits, ils ressentent souvent un manque d'écoute et de considération.

La confiance est au cœur de la nouvelle relation managers/managés. Les collaborateurs ont besoin d'autonomie, de délégation et de mise en responsabilité. Ce sont les conditions nécessaires pour libérer la prise d'initiative et limiter les escalades destinées à aller chercher des décisions qu'ils auraient pu prendre eux-mêmes.

Quels sont les traits culturels de l'entreprise digitale, ceux sur lesquels l'industrie doit progresser ? (dans la plupart des cas que nous avons rencontrés)

- **L'innovation**, au sein d'une entreprise, ne se décrète pas car il s'agit avant tout d'une question d'état d'esprit. Instaurer un climat propice à l'innovation, là est toute la difficulté. La culture de l'innovation se développe, elle repose sur le droit à l'expérimentation (et accepte le droit à l'erreur). Essayer des choses, tester des idées, des technologies et doit permettre la mise en évidence ses succès autant que les échecs.
- **L'intelligence collective** est souvent un manque avéré de l'entreprise industrielle. Les fonctions de l'entreprise sont très cloisonnées, il est souvent très difficile de faire collaborer autour de sujets multidimensionnels comme le marketing, la R&D, la Qualité, la production...
- **La « vraie » orientation client** : les industriels sont en général convaincus d'être orientés client. Mais c'est souvent un leurre. Bien que les industriels connaissent leurs clients et qu'ils aient institué des relations de proximité et de confiance. Mais cela reste souvent très intuitif. La data client est très absente, les tactiques omnicanales ne sont pas travaillées en mode persona, les potentiels de business ne sont pas régulièrement challengés. Les collaborateurs n'ont pas toujours le temps et les bons outils pour mesurer efficacement la satisfaction client.



- **Le « data driven »** car c'est un vrai élément de culture. Se mettre le plus souvent possible en situation de décider sur la base de datas, des faits objectifs plutôt que des intuitions, même brillantes, est un véritable enjeu.
- **Le pilotage par la valeur** est un mode de raisonnement à apprendre. Il est nécessaire de toujours se questionner sur l'utilité, sur la valeur apportée de ce que l'on fait, des projets que l'on lance. La valeur n'est pas qu'une question de fonctionnalités qui s'additionnent.
- **La soutenabilité** : L'enjeu est de l'inclure dans chaque réflexion, dans chaque questionnement, dans chaque analyse stratégique. Il n'est pas facile de questionner son business model, surtout quand il fonctionne, en se demandant s'il ne pourrait pas être un peu plus soutenable, si la croissance ne pourrait pas être obtenue différemment, etc.

Notons en conclusion que l'un des principaux facteurs de succès d'une stratégie orientée soutenabilité est une stratégie de digitalisation offensive et assumée.





En conclusion

Face à ces bouleversements, l'entreprise industrielle est à la croisée des chemins. Face aux nouveaux enjeux climatiques et géopolitiques, elle se réinvente.

De nombreuses technologies sont accessibles, mais c'est au prix d'une véritable stratégie business partagée et désilotée que l'entreprise pourra faire les bons choix technologiques.

En adressant les sujets data, technologies et cybersécurité, l'entreprise pourra déployer et mettre en œuvre le digital comme véritable levier de transformation.

Dans toutes ces étapes, le changement culturel et le rôle de l'humain sont à prendre en compte, lui seul assurera ou non le succès d'une démarche de transformation.



A PROPOS D' INDITTO CONSULTING

Inditto consulting accompagne les entreprises dans la **transformation de leur business models**. Avec l'expérience de ses consultants et la connaissance des enjeux industriels et digitaux, inditto consulting revisite, avec les dirigeants, la **stratégie industrielle de l'entreprise** dans un monde qui change, qui se digitalise...

Vous souhaitez poursuivre les échanges ?



Contactez Philippe
pdepoulpiquet@inditto.consulting

 www.inditto.consulting

 [@inditto consulting](https://www.linkedin.com/company/indittoconsulting)

indit-to
CONSULTING