

# Construire des espaces de données interopérables pour l'industrie du futur

**Par Didier NAVEZ**

Senior Vice President Data Policy & Governance chez Dawex

**Et Sébastien GÉRARD**

Senior Fellow au CEA

Dans un contexte de chaînes de valeur mondialisées et de concurrence accrue, les espaces et les écosystèmes de données industriels jouent un rôle essentiel pour améliorer la compétitivité et la résilience des entreprises européennes, répondre aux exigences réglementaires croissantes, et soutenir l'innovation.

Dans cet article, nous proposons d'explorer les espaces de données industriels de confiance, et d'apporter un éclairage sur ces écosystèmes collaboratifs qui facilitent la circulation et l'échange de données entre organisations. Des initiatives clés d'espaces de données industriels sont présentées pour illustrer les progrès technologiques en matière de gouvernance, de sécurité, et d'interopérabilité, visant à transformer le secteur manufacturier européen en un écosystème interconnecté et résilient.

## INTRODUCTION

Dans un contexte de transformation profonde de l'industrie par le numérique, la notion d'espaces de données industriels se présente comme une solution innovante pour relever les défis du futur. Ces espaces de données se définissent comme des écosystèmes collaboratifs, réunissant des parties prenantes qui partagent des intérêts et des objectifs communs, comme par exemple des acteurs d'une chaîne de valeur, d'une chaîne d'approvisionnement ou d'un marché, dans le but de faciliter l'échange et le partage de données de manière maîtrisée, sécurisée et en toute confiance. Les espaces de données permettent entre autres d'améliorer les opérations, que ce soit au niveau de la production, de la distribution, de la gestion des ressources ou tout autre processus critique de l'entreprise, de répondre à des exigences réglementaires, ou encore d'assister et d'optimiser la prise de décision.

Au sein de ces espaces, des organisations mettent en œuvre des cas d'usage spécifiques, comme par exemple la mesure de l'empreinte carbone. Pour ce faire, elles s'appuient sur des produits de données (*data products*) qui sont partagés et échangés entre partenaires et applications. La mise en place d'une gouvernance solide, englobant les aspects réglementaires, organisationnels, juridiques et techniques, est ainsi cruciale pour orchestrer ces échanges de données et garantir une collaboration efficace et de confiance entre tous les acteurs concernés.

Cet article met en avant l'importance des espaces de données industriels pour renforcer la compétitivité européenne, tout en répondant aux défis réglementaires et environnementaux. Il explore les avantages opérationnels, les initiatives clés telles que

Data4Industry-X, projet phare de Manufacturing-X, et les technologies essentielles à leur mise en œuvre, notamment en matière de gouvernance, de sécurité, et d'interopérabilité des espaces de données.

## LES ESPACES DE DONNÉES INDUSTRIELS : UNE NÉCESSITÉ ABSOLUE POUR L'ESSOR DE L'INDUSTRIE EUROPÉENNE

Les bénéfices industriels et opérationnels liés à la création d'espaces de données industriels sont indéniables :

- Ils permettent non seulement d'optimiser les processus, mais aussi d'améliorer la compétitivité des entreprises en leur offrant une résilience accrue face aux crises, qu'il s'agisse de ruptures dans la chaîne d'approvisionnement, de fluctuations des prix des matières premières, ou de crises globales telles que la pandémie de Covid-19.
- Dans un contexte de mondialisation où les industries européennes font face à des concurrents globaux, les espaces de données industriels deviennent un atout stratégique essentiel pour soutenir la compétitivité et la résilience des industries en Europe. En effet, les espaces de données en facilitant le partage de données entre différents acteurs de l'industrie (fournisseurs, partenaires, clients) créent des opportunités d'innovation, de réduction des coûts, d'amélioration de la qualité, ou encore d'accélération du développement de nouveaux produits, conduisant à renforcer la compétitivité des entreprises européennes. Enfin, les infrastructures de données sécurisées et conformes aux réglementations européennes permettent aux entreprises européennes de réduire leur dépendance aux plateformes de données soumises à des lois extraterritoriales, non européennes, et protéger leurs informations stratégiques.
- Les industriels sont tenus de se conformer à un cadre réglementaire de plus en plus exigeant. Les législations récentes, telles que l'ESPR (*European Sustainability Reporting Regulation*) et CSRD (*Corporate Sustainability Reporting Directive*), obligent les industries à une transparence accrue, notamment en matière de durabilité et de traçabilité des produits. Le "Data Act", quant à lui, introduit de nouvelles exigences de partage des données collectées *via* les objets connectés. Ainsi, l'essor des espaces de données industriels contribue à faciliter la mise en conformité des entreprises à ces nouvelles réglementations européennes.

## DATA4INDUSTRY-X : UNE SOLUTION TECHNOLOGIQUE POUR LA MISE EN ŒUVRE D'ESPACES DE DONNÉES INDUSTRIELS

Data4Industry-X<sup>1</sup>, soutenue par l'État français dans le cadre du plan France 2030, avec l'appui de l'Alliance Industrie du Futur, rassemble de grandes organisations industrielles comme Valeo, Schneider Electric, le CEA-List – l'institut de recherche technologique du CEA dédié aux systèmes numériques intelligents –, ainsi que des acteurs technologiques spécialisés comme Prosyst et Dawex.

Data4Industry-X est un exemple significatif d'initiative nationale qui vise à améliorer la compétitivité de l'industrie manufacturière française par la collaboration et l'échange de données entre partenaires et fournisseurs. Data4Industry-X est la solution d'échange de données de confiance, sécurisée et souveraine pour le secteur de l'industrie, sous le

<sup>1</sup> <https://www.data4industry-x.com/fr/>

contrôle des industriels. De plus, Data4Industry-X répond aux enjeux de l'échange de données dans des environnements de fabrication décentralisés. Cette solution permet aux organisations d'innover et de collaborer en partageant des données distribuées, provenant de différents ateliers, usines, organisations et pays.

Data4Industry-X met en œuvre les standards *de facto* de Gaia-X, et est conçue en conformité avec les nouvelles réglementations européennes en matière de données, telles que le "Data Act".

Data4Industry-X s'inscrit en tant que projet phare dans le cadre plus large de Manufacturing-X<sup>2</sup>, une initiative européenne et internationale qui vise à transformer le secteur manufacturier européen en un écosystème interconnecté et résilient, mettant en avant, de manière coordonnée, des espaces de données industriels couvrant l'ensemble de la chaîne de production et d'approvisionnement d'une même filière, ou intra filière.

Un des cas d'usage particulièrement pertinent de Data4Industry-X est celui de l'économie circulaire. Dans ce cadre, les projets comme CIRPASS 1 et 2 jouent un rôle crucial en aidant les entreprises à se conformer aux nouvelles réglementations européennes en matière de durabilité. En effet, les projets CIRPASS 1 et 2, sont des initiatives phares qui visent à définir le concept de passeports numériques pour les produits (DPP, *Digital Passport Product*), ainsi que l'architecture du système d'information nécessaire à son déploiement. Ces deux éléments sont les clés de la mise en œuvre d'une économie circulaire<sup>3</sup>.

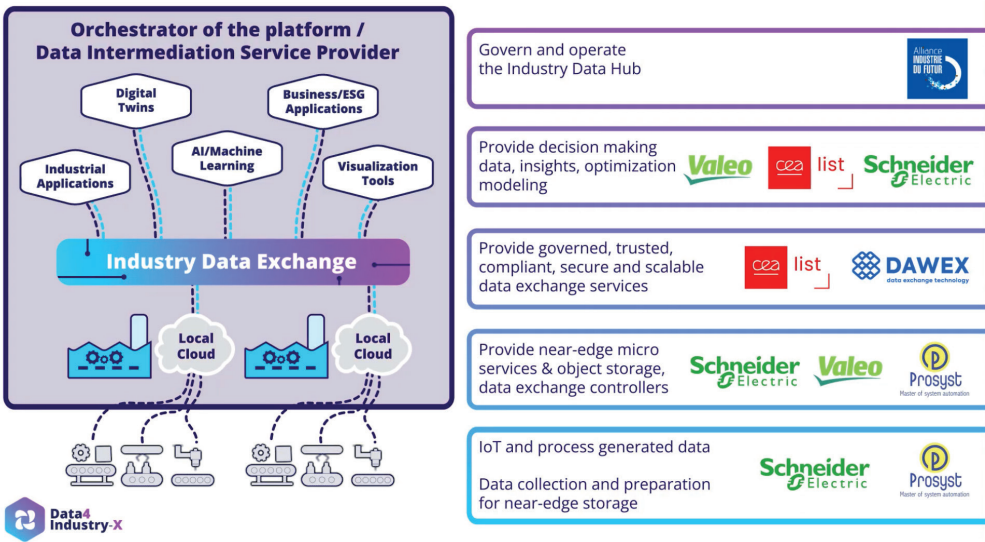


Figure 1 : Architecture haut niveau de Data4Industry-X  
(Source : Data4Industry-X).

<sup>2</sup> <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/Manufacturing-X/Manufacturing-X.html>  
<sup>3</sup> Annika Hedberg et Stefan Šipka, "The Circular Economy: Going Digital", EUROPEAN POLICY CENTRE, mars 2020, <https://www.epc.eu/en/publications/The-circular-economy-Going-digital~30c848>

## PRINCIPES CLÉS POUR LA CONSTRUCTION D'ESPACES DE DONNÉES INDUSTRIELS

La construction d'un espace de données industriel repose sur plusieurs fondements essentiels.

Les données doivent être hébergées sur des infrastructures accessibles et adaptées aux besoins des parties prenantes concernées par la collaboration. Qu'il s'agisse de *clouds* publics, privés ou de *clouds* locaux industriels, l'infrastructure doit être en mesure de gérer de grandes quantités de données tout en assurant leur sécurité et leur disponibilité. Par exemple, certaines entreprises peuvent choisir des *clouds* locaux pour des raisons de souveraineté des données, tandis que d'autres peuvent opter pour des solutions hybrides combinant les avantages des *clouds* publics et privés.

Pour orchestrer les espaces de données, il faut des solutions techniques performantes pour gérer les échanges de données. Ces solutions créent la confiance, garantissent la sécurité et la traçabilité des données échangées, tout en assurant la conformité aux réglementations. Par exemple, des protocoles de chiffrement peuvent être utilisés pour protéger les données sensibles lors de leur transfert entre les partenaires, tandis que des mécanismes de traçabilité, s'appuyant sur des technologies comme la *blockchain* vont permettre de suivre l'origine et l'utilisation des données tout au long de leur cycle de vie.

De plus, il est nécessaire que des applications métiers verticales puissent être intégrées de manière cohérente dans ces espaces de données pour répondre aux différents cas d'usage identifiés. Par exemple, un espace de données dédié à l'industrie automobile pourrait inclure des applications spécifiques pour la gestion des chaînes d'approvisionnement, la maintenance prédictive, ou encore la gestion des retours de produits.

Enfin, une gouvernance globale, appuyée par un orchestrateur, est nécessaire pour assurer la cohérence et l'efficacité de l'ensemble du système.

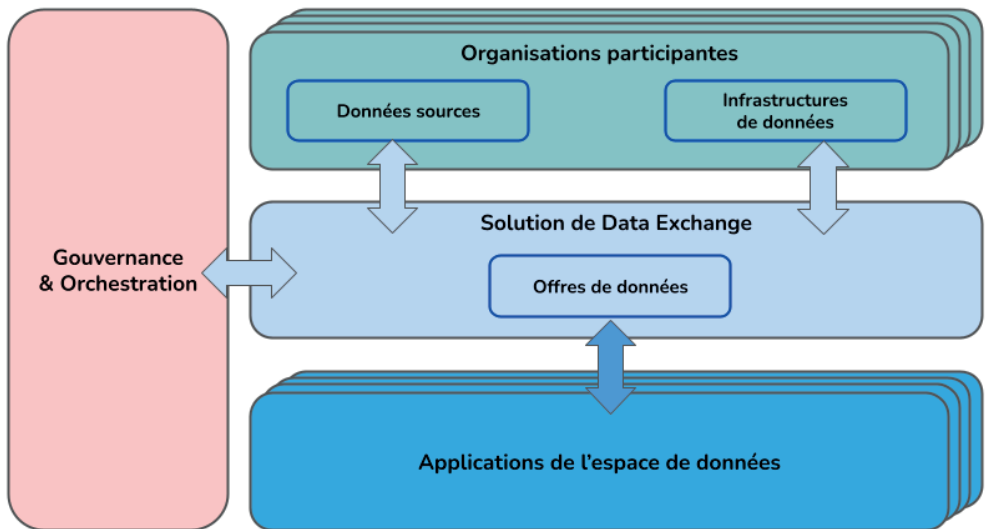


Figure 2 : Architecture d'un espace de données (Source : Dawex).

# INTEROPÉRABILITÉ : UN ENJEU CENTRAL POUR LES ESPACES DE DONNÉES

L'interopérabilité, est définie par la norme ISO/IEC 2382:2015 - Technologies de l'information - Vocabulaire<sup>4</sup> :

*« Interopérabilité : aptitude à l'interfonctionnement, possibilité de communication, d'exécution de programmes ou de transfert de données entre unités fonctionnelles différentes, de telle manière que l'utilisateur n'ait que peu ou pas besoin de connaître les caractéristiques propres à chaque unité. »*

L'interopérabilité est l'un des plus grands défis dans la construction des espaces de données industriels. Construire un espace de données interopérable peut dans la réalité s'avérer complexe. De plus, les acteurs industriels, en particulier les fournisseurs, sont souvent impliqués dans plusieurs chaînes de valeur et donc dans plusieurs espaces de données. Il devient donc essentiel de pouvoir gérer les problèmes d'interopérabilité non seulement au sein d'un espace de données, mais aussi entre différents espaces.

Niveaux	Gouvernance			Technique	Syntaxique	Sémantique
Composants	<b>Politique</b> Règles communes, Processus de gouvernance, modèles d'affaires	<b>Organisationnelle</b> Gestion des organisations, identification, droits et rôles	<b>Juridique</b> Conditions générales, Contrats & licences d'utilisation	Protocoles standards d'échanges de données entre systèmes	Formats de données standards et interprétables	Standards pour l'ontologie, la structuration et contextualisation de la donnée
Résultats	Données autorisées à être transférées entre organisations			Données transférables	Données interprétables	Données interprétables automatiquement

Figure 3 : Les niveaux d'interopérabilité (Source : Dawex).

Cette interopérabilité est assurée à plusieurs niveaux.

## Sur le plan de la gouvernance

Sur le plan de la gouvernance, des règles claires d'échange et de protection des données doivent être établies. Les niveaux visés concernent les politiques de gouvernance, y compris les modèles d'affaires, mais aussi les organisations, identités, ainsi que les aspects contractuels et juridiques avec notamment les conditions générales de service, les contrats et licences d'utilisation des données. Ces aspects sont déjà bien avancés grâce notamment à :

- Gaia-X : Le standard *de facto* de Gaia-X vise à établir un écosystème de données fédéré, sécurisé, créant un cadre qui renforce la confiance, le contrôle des échanges et favorise la circulation des données. Le *Gaia-X Trust Framework* précise un ensemble de règles définissant la base requise pour faire partie de l'écosystème Gaia-X. *Via*

<sup>4</sup> <https://www.iso.org/fr/standard/63598.html>

des “Digital Clearing Houses”, Gaia-X met en place des mécanismes de conformité, afin de garantir que les services d’échanges de données respectent ses standards. En complément, Gaia-X a publié un document de conformité Gaia-X (“Gaia-X Compliance Document”) qui formalise la signification de la Conformité Standard pour les fournisseurs de services, introduisant aussi trois niveaux de labellisation, allant du niveau “Level 1 Gaia-X Label” au “Level 3 Gaia-X Label”, le niveau le plus élevé en termes de sécurité et de protection, pour garantir l’immunité contre les lois extraterritoriales non européennes.

- La stratégie européenne pour les données, qui a permis la mise en application d’un cadre réglementaire européen, dont le “Data Governance Act”, visant à créer la confiance dans les échanges de données, et le “Data Act” spécifiant entre autres dispositions, un ensemble d’exigences favorisant l’interopérabilité au sein et entre les espaces de données.
- La stratégie européenne de normalisation, dont le Programme de travail annuel de l’Union en matière de normalisation européenne pour 2024 (The 2024 annual Union work programme for European standardisation -C/2024/1364)<sup>5</sup> a défini parmi les actions de normalisation prioritaires, la définition d’un cadre de données de confiance européen (EU Trusted Data Framework) afin de faciliter opérationnellement la mise en application du règlement sur les données, le “Data Act”.

## Sur les plans technique et syntaxique

Sur les plans technique et syntaxique, des standards communs doivent être définis pour permettre l’échange de données entre les différentes infrastructures, notamment grâce aux protocoles API et SFTP. Il est également nécessaire de s’assurer que les données échangées utilisent des formats standards et interprétables, comme JSON, JSON-LD, XML et XLS, parmi d’autres.

## Sur l’interopérabilité sémantique

Un enjeu majeur reste l’interopérabilité sémantique, qui est essentielle pour que les applications interagissent automatiquement sans ou avec le moins possible d’interventions humaines si besoin. Par exemple, deux entreprises peuvent utiliser des termes différents pour décrire les mêmes données, ce qui rend difficile leur interprétation automatique. Pour surmonter ce défi, plusieurs approches peuvent être envisagées, notamment la standardisation de types de données au travers de la définition d’ontologies, de glossaires ou encore de métamodèles, la vérification en amont, l’usage d’outils de traduction automatique, ou encore d’analyse de similarités sémantiques issues des travaux scientifiques dans le domaine du traitement automatique du langage.

## CONSTRUIRE L’INTEROPÉRABILITÉ SÉMANTIQUE DANS LES ÉCOSYSTÈMES DE DONNÉES INDUSTRIELS

La construction de l’interopérabilité sémantique peut suivre plusieurs voies complémentaires.

La première est celle de la normalisation, où il s’agit de valider et d’appliquer des standards de données industrielles au niveau européen, ou au-delà. Il s’agit de définir des formats, des vocabulaires et des modèles de données reconnus par une filière industrielle entière,

<sup>5</sup> [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=OJ:C\\_202401364](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=OJ:C_202401364)

de sorte que chaque système utilisant ces standards puisse interpréter les données de manière uniforme et cohérente. Ce processus nécessite une collaboration étroite entre les autorités publiques et les acteurs privés, à l'image de ce qui a été fait pour les standards GSM dans le domaine des télécommunications.

Une autre voie est celle de la vérification en amont, où des outils permettent de valider que les données échangées entre les différentes unités de production sont conformes à une norme définie. Par exemple, avant de transférer des données d'une ligne de production à un autre système, un outil peut vérifier que les données sont cohérentes avec les spécifications attendues, comme pour s'assurer que les unités de mesure sont uniformes.

Enfin, issues des travaux combinés entre intelligence artificielle et traitement automatique des langues (TAL), les avancées technologiques récentes en traduction automatique sont des solutions prometteuses. Cela pourrait permettre d'opérer des conversions automatiques des données dans des formats sémantiques désirés. Par exemple, une entreprise automobile reçoit des données de différents fournisseurs de pièces détachées, chacun utilisant un format de données propre. Une application d'IA est alors capable de traduire automatiquement les spécifications des pièces telles que les dimensions, matériaux, tolérances, dans le format utilisé par le système de gestion de production de l'entreprise. Cela permet de recevoir et d'interpréter les données sans avoir besoin que chaque fournisseur se conforme, manuellement, aux mêmes standards.

## CONCLUSION

Les espaces de données industriels ne sont plus une simple vision, une idée, mais une réalité en plein essor, et les initiatives et les technologies pour les rendre interopérables progressent aussi rapidement. Dans divers secteurs, il existe déjà des implémentations opérationnelles d'espace de données, comme Agdatahub dans le secteur agricole, "Hub One DataTrust" dans l'écosystème aéroportuaire, mais également dans l'automobile, la construction et la chimie, ainsi que des initiatives à venir de *leaders* industriels notamment dans l'énergie ou l'aéronautique où les enjeux d'accélérer les collaborations par la donnée au sein d'écosystèmes de confiance sont devenus incontournables. Pour les entreprises industrielles, il est donc crucial de s'engager dès maintenant dans la création d'espaces de données de confiance, et d'investir dans les compétences et les technologies nécessaires pour ce faire. Cela représente une opportunité unique pour ces entreprises de jouer un rôle de *leader* dans ces écosystèmes émergents, plutôt que de subir les approches concurrentes qui pourraient dicter les règles du jeu de l'accès aux données, à l'avenir. Saisir cette opportunité permettra non seulement d'influencer les normes en cours de développement, mais aussi de se garantir un avantage stratégique durable. Enfin, l'interopérabilité ne se limite pas aux technologies de l'information, elle touche également aux règles comptables, notamment celles qui intègrent la valeur du patrimoine des données de l'entreprise en tant qu'actif au bilan comptable des entreprises, à l'instar par exemple des nouvelles règles comptables établies en Chine depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2024. Une approche proactive de l'Europe sur ce sujet pourrait devenir un autre puissant levier de création de valeur, incitant les dirigeants à accélérer la digitalisation de leurs activités, renforçant leur résilience et leur compétitivité.