

# ISA-95 aujourd'hui : des concepts durables, des modèles à revisiter

---

## *Une lecture du modèle de référence face aux architectures et aux besoins de représentation actuels*

Jean Vieille

8 octobre 2026 · Version 1.0

DOI : [10.5281/zenodo.23220063](https://doi.org/10.5281/zenodo.23220063)

© 2026 Jean Vieille. Licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International licence (CC BY 4.0).

La pompe qui remplit la fonction repérée P101 tombe en panne. Elle est remplacée par une pompe équivalente, portant un autre numéro de série.

Pour l'exploitation, P101 existe toujours : la fonction assurée dans le procédé n'a pas changé. Pour la maintenance, en revanche, l'ancien actif doit conserver son historique tandis que le nouveau commence le sien. Le système de contrôle, la GMAO, le MES ou un serveur OPC UA peuvent ainsi parler du « même équipement » tout en désignant des réalités différentes.

Ce cas simple concentre plusieurs questions auxquelles ISA-95 s'intéresse depuis plus de trente ans : comment décrire les ressources utilisées en exploitation ? Comment distinguer rôle fonctionnel et actif physique ? Comment reconnaître et relier une même réalité à travers plusieurs systèmes ? Et comment faire circuler l'information entre eux ?

Depuis les premiers travaux ISA-95 au milieu des années 1990, les technologies ont profondément changé. OPC UA expose des modèles d'information directement exploitables par les applications. MQTT et les architectures Unified Namespace facilitent la diffusion d'événements et d'états. API, plateformes de données, edge et cloud multiplient les possibilités de distribution des fonctions. L'IA peut maintenant exploiter des représentations qui n'ont jamais été explicitement alignées.

Dans ce contexte, relire ISA-95 permet de distinguer trois plans : les concepts industriels qu'il a contribué à stabiliser, les modèles particuliers qui organisent ces concepts, et la manière dont plusieurs représentations du système industriel peuvent être reliées et maintenues cohérentes.

Cette lecture fait apparaître à la fois la solidité d'une partie du standard et certaines limites de sa construction.

## **Le système industriel, ses représentations et l'informatique**

Un système industriel ne se compose pas d'un système « réel » auquel viendrait s'ajouter un système d'information chargé de le représenter et d'assister son fonctionnement.

L'information est une dimension constitutive du système industriel. Ordres, procédures, modèles, mesures, décisions, documents et connaissances participent à son activité. Les moyens informatiques qui créent, mémorisent, transmettent ou exploitent cette information font eux-mêmes partie de ce système : ils observent, calculent, coordonnent, agissent, enregistrent et contribuent aux décisions.

Nous construisons des représentations du système industriel. Des artefacts informatiques — logiciels, équipements, bases de données, services — portent ou exploitent certaines de ces représentations. Leur architecture décrit la manière dont ces artefacts sont organisés et reliés.

Les représentations du système industriel et l'architecture informatique sont liées, mais rien n'impose qu'elles partagent la même structure.

## **Niveaux fonctionnels, applications et architecture**

La représentation en niveaux 0 à 4 provient du Purdue Reference Model.

Le niveau 0 est le procédé physique. Les niveaux 1 et 2 concernent l'observation, l'action et le contrôle du procédé. Le niveau 3 correspond à la gestion des activités opérationnelles ; le niveau 4 aux fonctions plus larges de gestion de l'entreprise.

ISA-95 s'est notamment construit autour de la frontière entre activités opérationnelles et fonctions d'entreprise, c'est-à-dire entre les niveaux 3 et 4. La frontière entre ces niveaux est fonctionnelle, non technologique. Les activités situées de part et d'autre diffèrent notamment par leurs horizons temporels, leurs responsabilités et leurs exigences en matière de disponibilité, de sécurité, de qualité, de fiabilité ou de conformité.

Mais un niveau fonctionnel n'est pas une catégorie d'application.

L'association simplifiée :

ERP = niveau 4

MES = niveau 3

SCADA / automatismes = niveaux 2 et 1

peut dégrossir un paysage informatique, mais elle n'est pas une architecture prescrite par ISA-95.

Une activité de niveau 3 peut être réalisée dans un MES, dans une application spécialisée, dans un ERP, dans un équipement intelligent ou dans plusieurs services coopérants. Inversement, un MES peut couvrir des activités qui dépassent une lecture étroite du niveau 3 — par exemple gérer des pesées ou contribuer à la replanification de la production.

La question utile devient alors moins :

« À quel niveau appartient cette application ? »

que :

« Quelle activité réalise-t-elle, quelles informations consomme-t-elle et produit-elle, quelles ressources mobilise-t-elle et quelles contraintes s'appliquent à son exécution ? »

Les architectures distribuées, OPC UA, MQTT ou le cloud modifient les chemins empruntés par l'information. Ils ne font pas disparaître les différences fonctionnelles auxquelles les niveaux donnent un repère.

La partie 5 définissait déjà des modèles de transaction pull, push et publish ; la partie 6 les prolonge avec un Messaging Service Model indépendant du mécanisme de communication sous-jacent, fondé notamment sur les modes request/response et publish/subscribe.

## Deux représentations de l'équipement

À cette hiérarchie fonctionnelle s'ajoutent dans ISA-95 deux points de vue différents sur les équipements : le Role based equipment model, organisé selon la Role based equipment hierarchy, et le Physical asset model, organisé selon la Physical asset equipment hierarchy.

La Role based equipment hierarchy :

Enterprise / Site / Area / Work Center / Work Unit

organise les équipements selon leur rôle fonctionnel en exploitation, désigné ici par le repère P&ID P101. Les Work Centers et Work Units prennent des significations différentes selon le mode de production ; la structure n'est donc pas dépourvue de contenu fonctionnel. Mais, dans les modèles ISA-95, elle sert essentiellement à situer un objet ou une information dans un périmètre, notamment à travers le hierarchy scope. Elle fournit ainsi un moyen commode de localisation, par exemple pour structurer certains Unified Namespaces :

Enterprise / Site / Area / Line / Equipment / ...

Un tel chemin permet de retrouver l'information. Il ne décrit, ne relie ni ne contraint à lui seul les objets qu'il localise.

La Physical asset equipment hierarchy porte un autre regard sur l'équipement : celui de l'objet physique tangible.

Revenons à P101. Ce repère désigne une fonction relativement stable dans l'installation. La pompe qui assure effectivement cette fonction est, elle, un objet physique identifiable par son constructeur, son modèle ou son numéro de série. Elle peut être remplacée sans que P101 disparaisse.

ISA-95 distingue explicitement ces deux représentations et permet de maintenir leur association. Les Companion Specifications OPC UA ISA-95 reprennent également cette distinction : l'équipement peut rester stable tandis que le physical asset qui le réalise change.

Le standard reconnaît ainsi qu'un même système industriel peut légitimement être décrit selon plusieurs points de vue.

## **ISA-95 et ISA-88 : même héritage, rôle différent des hiérarchies**

La comparaison avec ISA-88 permet de mesurer la différence de rôle de ces hiérarchies.

Les deux standards partagent une partie de leur histoire et de leurs concepts. ISA a d'ailleurs publié le Technical Report ISA-TR88.95.01 consacré à leur utilisation conjointe.

Mais à partir du Work Center — la Process Cell dans le cas batch — la hiérarchie physique ISA-88 joue un rôle beaucoup plus structurant.

Process Cell, Unit, Equipment Module et Control Module ne sont pas seulement des niveaux permettant de situer l'information. Ils organisent les capacités opérationnelles et le contrôle de l'installation.

Le modèle procédural d'équipement est imbriqué dans cette structure : une Unit emporte ses Equipment Unit Procedures, Equipment Operations et Equipment Phases ; une Process Cell ses Equipment Procedures. Lorsqu'une equipment entity est réutilisée ou déplacée, ces éléments procéduraux, qui expriment une partie de ses capacités de contrôle, l'accompagnent.

Les hiérarchies d'équipement ISA-95 structurent beaucoup moins fortement la signification et le comportement des objets auxquels elles sont associées.

Cette différence est importante lorsqu'une Role based equipment hierarchy est utilisée comme arborescence d'un UNS : elle fournit un excellent repère de localisation, mais ne devient pas pour autant un modèle sémantique du fonctionnement de l'installation.

## **Une même pompe dans plusieurs systèmes**

L'exemple de P101 peut être prolongé.

Le système de contrôle connaît la pompe par ses variables et modules techniques. OPC UA peut l'exposer comme un objet avec ses propriétés et ses relations. Le MES peut la considérer comme une ressource affectée à une activité. La GMAO suit l'actif physique, ses interventions et son historique. Un ERP peut la référencer pour d'autres besoins. Un Unified Namespace peut publier certains de ses états sous un chemin dérivé de sa localisation.

Ces représentations répondent à des besoins différents.

La difficulté apparaît lorsqu'il faut les relier.

L'objet OPC UA représente-t-il P101, le physical asset actuellement affecté à P101, ou les deux ? Lorsque la pompe est remplacée, quel identifiant doit rester stable ? Quelles applications doivent connaître le changement ? Deux identifiants désignent-ils le même objet ou des objets différents liés par une relation explicite ?

La partie 7, Alias Service Model, répond à une partie de ce problème en définissant des services pour établir des correspondances entre identifiants et leur contexte.

Elle fait également apparaître la frontière entre deux problèmes différents : maintenir des correspondances entre identifiants et construire une représentation sémantique suffisamment générale pour exprimer la nature et les relations des objets concernés.

Cette seconde question dépasse ISA-95. Elle est aujourd'hui également abordée, selon des perspectives différentes, par les modèles OPC UA, l'Asset Administration Shell, le Master Data Management, les knowledge graphs ou les ontologies.

## Des concepts solides, une factorisation perfectible

Au-delà des trois premières parties, le corpus ISA-95 s'est étendu aux modèles d'information pour le Manufacturing Operations Management, aux transactions, aux services de messagerie, aux alias et aux profils d'échange d'information. B2MML propose une implémentation XML complète des modèles ISA-95, tandis que les Companion Specifications OPC UA ISA-95 n'en projettent que des sous-ensembles dans un autre environnement de modélisation et d'exposition.

Les travaux du comité se poursuivent également avec des révisions récentes — partie 1 en 2025, IEC 62264-2 en 2026 — et des projets de Technical Reports, notamment autour du Smart Manufacturing et de l'extension des modèles d'activité vers les niveaux 1 et 2.

Les distinctions fondamentales d'ISA-95 restent particulièrement d'actualité.

Une définition n'est pas son exécution. Une demande n'est pas la réponse décrivant ce qui a effectivement été réalisé. Une ressource disponible n'est pas nécessairement capable d'accomplir un travail donné. Un équipement considéré selon son rôle opérationnel n'est pas le physical asset qui remplit actuellement ce rôle.

Ces concepts ne dépendent pas du protocole utilisé pour les représenter ou les échanger.

Leur organisation résulte en revanche d'une construction progressive du standard, partie après partie, en réponse à différents problèmes industriels. Elle n'est pas issue d'un ensemble réduit de méta-concepts ensuite spécialisés de manière systématique.

La partie 4 rend cette question particulièrement visible. À une autre granularité, elle introduit avec Work Master, Work Schedule, Work Capability, Job Order, Job Response et les objets associés un motif conceptuel proche de celui déjà présent dans les modèles Operations : décrire ce qui peut être fait, ce qui doit être fait et ce qui a effectivement été réalisé.

Ainsi, Operations Definition et Work Master, ou Operations Request et Job Order, ne sont pas des objets identiques : ils répondent à des contextes et à des niveaux de granularité différents. Mais leur proximité met en évidence un choix de modélisation : créer des familles d'objets adaptées à chaque contexte plutôt que factoriser explicitement un motif plus général puis le spécialiser.

ISA-95 a lui-même suivi ailleurs une logique de généralisation. Les modèles de Production, Maintenance, Quality et Inventory, initialement développés avec des structures et des niveaux de détail sensiblement différents, ont ensuite été rapprochés sous le concept plus générique et cohérent d'Operations.

Le même raisonnement peut être poursuivi à un niveau plus abstrait. De nombreux objets du standard peuvent être lus à travers quelques distinctions récurrentes : Process, Definition, Capability et Execution.

Une telle factorisation ferait apparaître une cohérence conceptuelle qui reste partiellement implicite dans les modèles natifs et simplifierait sensiblement le standard.

Le même phénomène apparaît lorsqu'on rapproche ISA-88 et ISA-95 : leurs concepts sont largement compatibles, mais exprimés avec des vocabulaires, des structures et des niveaux d'abstraction différents.

La question n'est donc pas l'âge de ces concepts, mais la manière dont leurs différentes expressions pourraient aujourd'hui être rapprochées et rendues sémantiquement plus cohérentes.

## De l'échange à la cohérence des représentations

ISA-95 a historiquement beaucoup travaillé sur l'information nécessaire aux échanges entre fonctions et applications.

Les architectures actuelles posent une question complémentaire : comment préserver la cohérence lorsque plusieurs applications disposent simultanément de représentations partielles du même système industriel ?

Avec OPC UA, une information n'est plus seulement incluse dans un message : elle peut faire partie d'un modèle navigable d'objets, de propriétés et de relations. Les Companion Specifications ISA-95 projettent ainsi certains modèles abstraits du standard dans des ObjectTypes, Variables, DataTypes et References directement utilisables dans l'espace d'adressage OPC UA.

Avec un UNS, plusieurs consommateurs peuvent recevoir directement les mêmes événements sans passer par une chaîne d'interfaces point à point.

Avec l'AAS ou un knowledge graph, relations et références sémantiques peuvent elles-mêmes devenir des éléments explicites de la représentation.

Le problème ne consiste donc plus seulement à déterminer quelles données échanger. Il faut également savoir de quoi elles parlent, comment leurs objets sont reliés et quelles représentations peuvent être considérées comme cohérentes.

## Ce que l'IA ajoute

La partie 2 d'ISA-95 distingue déjà le role-based equipment du physical asset et prévoit leur association. La partie 7 traite un autre aspect du problème en permettant d'établir des correspondances entre les identifiants utilisés dans différents espaces de noms applicatifs.

Dans la pratique, ces relations ne sont toutefois pas toujours explicitement représentées ni disponibles de manière cohérente dans les différents systèmes auxquels un agent d'IA peut accéder. Un agent rencontrant P101 dans le système de contrôle, EQ-4732 dans la GMAO et des données opérationnelles associées peut inférer que, pendant une période donnée, le physical asset EQ-4732 a rempli le rôle opérationnel P101.

Une telle inférence peut être utile, mais elle n'établit pas la relation comme un fait faisant autorité. À elle seule, elle ne permet pas de déterminer si l'affectation a été formellement reconnue, sa période exacte de validité, ni quelle source fait autorité.

L'IA peut donc aider à découvrir ou reconstruire des relations entre représentations hétérogènes. Elle ne supprime pas la nécessité de représenter et gouverner explicitement ces relations lorsque des décisions opérationnelles en dépendent.

L'IA tolère mieux l'hétérogénéité des représentations. Reste à savoir quelle représentation ou relation est tenue pour valide, dans quel contexte, à quel moment et sous quelle autorité.

## Que retenir ?

Cette relecture fait apparaître trois aspects.

Le premier concerne les concepts industriels. Beaucoup restent remarquablement robustes : ressources et capacités, définitions et exécutions, demandes et réponses, activités opérationnelles, rôle fonctionnel et actif physique. Ils constituent toujours une base solide pour raisonner sur l'exploitation industrielle.

Le second concerne les modèles qui organisent ces concepts. Ils reflètent les besoins successivement adressés par le standard. Leur diversité apporte de la richesse, mais fait également apparaître des motifs conceptuels similaires exprimés sous plusieurs formes et à plusieurs granularités, rendant la lecture difficile et la mise en œuvre complexe.

Le troisième concerne la cohérence entre représentations. Les technologies actuelles permettent à plusieurs systèmes de produire, exposer et exploiter simultanément différents points de vue sur le système industriel. Le besoin n'est pas nécessairement de les uniformiser, mais de savoir comment ils se correspondent, quelles relations ils expriment et quelles sources font autorité.

ISA-95 n'est ni une architecture informatique à reproduire ni une ontologie générale des systèmes industriels. C'est un ensemble particulièrement riche de concepts et de modèles de référence issus de plusieurs décennies d'expérience industrielle.

Revenons finalement à P101 : la fonction subsiste lorsque la pompe est remplacée ; l'actif change, les historiques se séparent et plusieurs systèmes peuvent légitimement en conserver des représentations différentes. ISA-95 fournit plusieurs des distinctions nécessaires pour ne pas les confondre. Il ne constitue pas, à lui seul, le modèle général permettant de rendre toutes ces représentations cohérentes.

## Pour approfondir :

- ISA — série ISA-95, Enterprise-Control System Integration : [présentation de la série](#)
- ISA-TR88.95.01 — Using ISA-88 and ISA-95 Together : [ISA-88 / ISA-95](#)
- IEC 62264-2:2026 — Object models and relationships for interfaces between manufacturing operations and business functions : [IEC 62264-2:2026](#)
- OPC Foundation — OPC 10030, ISA-95 Common Object Model : [OPC 10030](#)
- OPC Foundation — OPC 10031-4, OPC UA for ISA-95 - Part 4: Job Control : [OPC 10031-4](#)
- Industrial Digital Twin Association — Asset Administration Shell specifications : [AAS specifications](#)

### Note sur l'usage d'outils d'IA

Des outils d'intelligence artificielle générative ont été utilisés pour accompagner la rédaction éditoriale, la critique structurée, la vérification de cohérence et l'examen de formulations alternatives. OpenAI GPT 5.6 Sol a été utilisé tout au long de la rédaction et des révisions ; Anthropic Claude Opus 5.5 a également été sollicité pour une revue critique de versions intermédiaires. Toutes les suggestions ont été évaluées par l'auteur, qui a déterminé les positions retenues et reste seul responsable du texte final.