

Vos données circulent. Leur sens aussi ?

Pourquoi connecter les systèmes industriels ne suffit pas toujours à rendre la connaissance opérationnelle compréhensible

Jean Vieille

24 septembre 2026 · Version 1.0

DOI : [10.5281/zenodo.22923074](https://doi.org/10.5281/zenodo.22923074)

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

Les informations sont disponibles, mais une question reste ouverte

Imaginons une intervention de maintenance sur une pompe repérée P-101.

Le technicien consulte la GMAO, les alarmes du système de supervision, la documentation fournisseur et les données de l'automatisme. Les systèmes sont connectés et les informations disponibles.

Pourtant, une question apparemment simple peut rester sans réponse immédiate : que désigne exactement P-101 ?

S'agit-il d'une fonction dans le procédé, de la pompe installée, de l'objet d'automatisme, de l'équipement enregistré dans la GMAO ou d'un ensemble de documents de projet ?

Dans chaque environnement d'origine, la réponse est souvent évidente. Elle l'est moins lorsque l'information change de système, de métier ou d'étape du cycle de vie.

Le problème n'est donc pas l'absence de données, mais ce qui ne circule pas toujours avec elles : ce qu'elles désignent, les relations qui les contextualisent, leur origine, leur validité, leur autorité et leur but d'usage.

Ici, « connaissance opérationnelle » désigne le contexte nécessaire pour interpréter et employer correctement ces informations dans une interaction donnée.

Le cas est industriel, mais la difficulté ne lui est pas propre : elle apparaît partout où plusieurs métiers, systèmes ou organisations doivent interpréter et utiliser les mêmes informations.

Un même équipement, plusieurs représentations légitimes

Supposons que la position fonctionnelle P-101 ait d'abord été occupée par une pompe portant le numéro de série SN-A. Six ans plus tard, cette pompe est remplacée par une nouvelle unité, SN-B.

La fonction P-101 reste présente dans le procédé. Une grande partie de la logique d'automatisme peut rester inchangée. Mais l'équipement physique, sa documentation fournisseur et son historique de maintenance ne sont plus les mêmes.

Ici, une « représentation » est une description structurée, construite pour un usage déterminé. Elle peut prendre la forme d'un modèle d'information, d'une ontologie, d'une structure de données enrichie de métadonnées ou d'un autre artefact qui explicite des objets, des propriétés, des relations, des contraintes ou des règles. Un data product peut porter une telle représentation, sans que son appellation suffise à elle seule.

Plusieurs représentations coexistent alors :

- l'ingénierie décrit la fonction de P-101, ses relations dans le procédé et ses exigences dans des schémas, des listes d'équipements ou des modèles normalisés ;
- l'automatisme représente la fonction de contrôle, les signaux, les états et les interverrouillages dans ses programmes, configurations, modèles d'information ou interfaces ;
- la GMAO organise l'équipement maintenable, sa place dans une hiérarchie, les opérations réalisées et son historique ;

- le fournisseur décrit l'unité physique, ses caractéristiques, ses capacités et ses limites dans ses propres documents ou modèles de produit ;
- les équipes d'analyse relient les séries temporelles, leur contexte opérationnel et les variables dérivées à un objectif donné.

Ces représentations ne diffèrent pas seulement par leurs identifiants. Elles expriment aussi objets, propriétés, relations, capacités, contraintes et règles propres à leur usage. Chacune peut être légitime et faire autorité pour une partie de la connaissance.

Selon le périmètre, ces représentations peuvent s'appuyer sur des standards complémentaires comme CFIHOS, ISA-88, ISA-95, les spécifications complémentaires OPC UA, PLCopen XML, AAS ou ECLASS. Certains apportent des concepts de domaine, d'autres des mécanismes de représentation ou d'échange ; aucun ne couvre à lui seul l'ensemble du besoin.

L'erreur serait de réduire ces représentations à des noms différents pour un même objet immuable, comme si leurs structures et leurs significations étaient interchangeables.

Pour comprendre correctement l'histoire de l'installation, il faut au contraire pouvoir établir que SN-A a occupé la position P-101 pendant une certaine période, puis que SN-B l'a remplacée. Il faut également préserver la distinction entre cette position, les équipements physiques successifs et la fonction représentée dans l'automatisme.

Le coût du problème apparaît aux frontières

Tant que chacun travaille dans son propre environnement, les conventions locales et l'expérience des personnes compensent souvent ce qui reste implicite.

La difficulté devient tangible lorsqu'une frontière est franchie :

- entre l'ingénierie d'un projet et l'exploitation, ou entre les spécialistes historiques et une nouvelle équipe ;
- entre l'automatisme et la maintenance, ou entre un ERP, un MES, une GMAO et un système de supervision ;
- entre un fournisseur, un intégrateur et l'entreprise utilisatrice, ou entre deux sites aux conventions différentes ;
- entre les données disponibles et une application d'analyse ou d'intelligence artificielle.

À ces frontières, il faut comprendre ce que chaque représentation exprime, réconcilier des identifiants, vérifier des correspondances, rechercher la bonne version d'un document et déterminer quelle source fait autorité. Une intégration technique peut parfaitement fonctionner tout en laissant ces questions ouvertes.

Ce travail est souvent recommencé lors de chaque nouveau projet. Des tableaux de correspondance sont reconstruits, des règles sont conservées dans des programmes ou des fichiers isolés, et une partie essentielle du contexte reste dans la tête de quelques personnes.

Connecter davantage les systèmes améliore l'accès aux informations. Cela ne garantit pas, à lui seul, que les différents participants interpréteront ces informations de la même manière ni qu'ils sauront quelles utilisations elles peuvent valablement soutenir.

Ce qu'Enterprise Knowledge Representation propose de rendre explicite

Enterprise Knowledge Representation, ou EKR, part de ce constat.

La Working Definition V0.1 en donne la définition canonique. Son idée centrale est qu'EKR constitue une capacité d'entreprise : créer, relier, gouverner et faire évoluer des représentations de connaissances opérationnelles choisies pour un but déterminé.

Ces représentations fournissent une base structurée et gouvernée à partir de laquelle l'interopérabilité sémantique et opérationnelle peut être progressivement établie entre personnes, applications, équipements, organisations et agents.

Dans ce contexte, l'interopérabilité ne se réduit pas à l'échange de données : les participants doivent pouvoir interpréter les informations, apprécier leur autorité et leur validité, puis les utiliser de façon appropriée. La composabilité va plus loin : elle permet d'évaluer comment équipements, applications, services, organisations ou agents peuvent être combinés, substitués ou reconfigurés.

Dans l'exemple de la pompe, une représentation adaptée au besoin de maintenance ne devrait pas nécessairement recopier tout le contenu des sources existantes. Elle devrait rendre explicites les éléments nécessaires à cette interaction :

- ce que désignent les différents identifiants ;
- les relations entre la position fonctionnelle, les équipements physiques, l'objet d'automatisme et les enregistrements de maintenance ;
- la source qui fait autorité pour chaque aspect ;
- la provenance de l'information ;
- sa version et sa période de validité ;
- le but déclaré pour lequel cette représentation est sélectionnée ou construite.

La représentation reste partielle et liée à un usage. Ce qui suffit à préparer un transfert vers la maintenance ne suffit pas forcément pour une simulation de procédé, une optimisation énergétique ou une modification du contrôle-commande.

EKR ne cherche donc pas à représenter tout ce que l'entreprise sait, mais à rendre suffisamment explicite, reliée et gouvernée la connaissance nécessaire à chaque interaction déclarée.

Cette préparation peut aider d'autres mécanismes à établir des correspondances, évaluer une compatibilité, faciliter une intégration initiale et préparer une composition. Médiation, décision de compatibilité, composition, coordination et exécution restent des capacités aval.

Ce qu'EKR ne demande pas

EKR n'est pas une nouvelle plateforme centrale ou une technologie supplémentaire. Aucun produit ni empilement technique particulier n'est prescrit.

EKR ne demande pas :

- d'imposer un modèle détaillé unique à toute l'entreprise, ni de contraindre les modèles, configurations et interfaces existants à adopter une technologie ou une forme unique ;
- de transférer toute la connaissance dans un dépôt central ou de confier l'autorité sur toutes les informations à un système unique ;
- de considérer qu'une technologie particulière ou une catégorie d'outils constitue, à elle seule, une mise en œuvre d'EKR ;
- de considérer l'interopérabilité comme automatiquement acquise dès qu'une représentation existe.

EKR peut s'appuyer sur les modèles, standards, interfaces et plateformes déjà en place lorsqu'ils couvrent les responsabilités nécessaires au périmètre étudié. Leur contribution doit être évaluée d'après ce qu'ils représentent et gouvernent effectivement, et non d'après leur catégorie technologique.

EKR correspond d'abord à un ensemble cohérent d'exigences architecturales adaptables au contexte. L'évaluation porte donc sur la capacité de l'architecture existante ou cible à rendre explicites et gouvernables, pour les interactions visées, les représentations nécessaires, leur sens, leurs identités et relations et, pour chacune, l'autorité, la provenance, la validité et le but associés.

Même lorsque les capacités techniques nécessaires existent déjà, il peut rester à préciser les responsabilités et la gouvernance, ou à réaliser des ajustements techniques et organisationnels ciblés. Une nouvelle plateforme dédiée n'est pas présumée.

Commencer par une interaction difficile

Cette démarche ne suppose pas de lancer un vaste programme de recensement et de modélisation de l'entreprise. Elle peut commencer sur un domaine borné, avec un périmètre et un niveau de détail ajustés au besoin.

Un point de départ concret consiste à choisir une interaction qui provoque ambiguïtés ou reprises : remplacement d'un équipement, transfert vers la maintenance, intégration d'une machine, connexion GMAO-MES ou préparation d'un cas d'usage d'IA.

Pour ce périmètre, quelques questions peuvent être posées :

1. Quelles personnes, applications ou organisations doivent interagir ?
2. Quels objets, identifiants et représentations utilisent-elles ?
3. Ces identifiants désignent-ils réellement la même chose ?
4. Quelles relations faut-il connaître pour réaliser l'interaction ?
5. Quelle source ou quel acteur fait autorité pour chaque information importante ?
6. La provenance, la version et la période de validité sont-elles connues ?
7. Quelles différences doivent rester visibles plutôt que d'être artificiellement effacées ?
8. Quel est le minimum nécessaire pour l'usage considéré ?

Dans le cas de P-101, il peut suffire de distinguer la position fonctionnelle, les équipements physiques successifs, l'objet d'automatisme et l'historique de maintenance, puis de gouverner leurs relations et leurs périodes de validité.

La valeur doit ensuite être vérifiée : les ambiguïtés sont-elles mieux détectées ? Les rapprochements diminuent-ils ? Le transfert est-il plus facile à valider ? Une nouvelle application comprend-elle plus vite les identités et l'autorité des sources ?

Si aucun progrès utile n'est observé, le traitement supplémentaire n'a pas démontré sa valeur pour ce cas. EKR doit être éprouvé par l'usage, et non adopté comme une doctrine.

Les résultats alimentent le cycle suivant : corriger ou compléter la représentation, ajuster son niveau de détail et n'élargir le périmètre que lorsque la valeur observée justifie l'effort supplémentaire.

Pourquoi l'IA augmente l'enjeu sans créer le problème

Les difficultés d'identité, de contexte et d'autorité existaient bien avant l'intelligence artificielle.

Un spécialiste peut repérer une incohérence, interroger un collègue ou retrouver l'histoire d'un équipement. Un agent logiciel peut produire une réponse plausible tout en confondant position fonctionnelle et pompe physique, en appliquant l'historique de SN-A à SN-B ou en utilisant une information périmée.

Plus nous déléguons l'interprétation ou l'action, moins nous pouvons compter sur le contexte tacite.

Identité, provenance, autorité, validité et validation deviennent alors critiques. Les informations produites ou complétées par une IA doivent conserver un statut explicite : leur génération ne leur confère pas d'autorité opérationnelle.

EKR ne suffit pas à rendre une IA fiable. La capacité proposée vise à rendre la connaissance dont dépend cette délégation plus explicite, traçable et gouvernable.

Une capacité à développer et à mettre à l'épreuve

La donnée « P-101 » peut circuler instantanément. La connaissance nécessaire pour savoir ce qu'elle désigne, à quelle période et selon quelle source ne voyage pas nécessairement avec elle.

C'est cet écart qu'Enterprise Knowledge Representation propose de traiter : non par l'imposition d'un modèle universel, mais par le développement d'une capacité à créer, relier, gouverner et faire évoluer plusieurs représentations adaptées à des buts déclarés.

EKR est un cadrage proposé et un chantier ouvert. Sa valeur doit être testée, y compris lorsque l'architecture existante répond déjà au besoin ou que les distinctions proposées n'apportent rien d'utile.

Déclaration d'assistance par 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 ChatGPT a été utilisé tout au long de la rédaction et des révisions ; Anthropic Claude et DeepSeek ont également été sollicités pour une revue critique de versions intermédiaires. Toutes les suggestions ont été évaluées par l'auteur, qui a sélectionné les sources, déterminé les positions retenues et reste seul responsable du texte final.

Pour approfondir :

- **Beyond Data: Why Knowledge Representation Is an Enterprise Architecture Concern** développe l'argument architectural, ses frontières et ses hypothèses : DOI [10.5281/zenodo.22918368](https://doi.org/10.5281/zenodo.22918368) ;
- **Enterprise Knowledge Representation — Working Definition V0.1** constitue la référence canonique : DOI [10.5281/zenodo.21914714](https://doi.org/10.5281/zenodo.21914714) ;
- le dépôt public EKR accueille le développement ouvert de l'Architectural Guidance, les questions, les cas et les contributions.

Le bon point de départ n'est donc pas un nouvel outil, mais une interaction qui coûte déjà du temps ou crée de l'ambiguïté. Il s'agit d'y rendre explicites les identités, les relations, l'autorité, la provenance et la validité nécessaires, puis de vérifier si elle s'améliore.

Demain, un technicien, un ingénieur ou un agent logiciel pourra-t-il déterminer ce que « P-101 » désigne, à quel moment, selon quelle source et pour quel usage ?