



PERFORMANCES

Dossier de veille

Juillet 2026



Connect'Innov 2026

Les innovations numériques
et IA à surveiller pour
l'industrie

Mardi 27 janvier 2026

Centre Culturel – Brassac-les-Mines

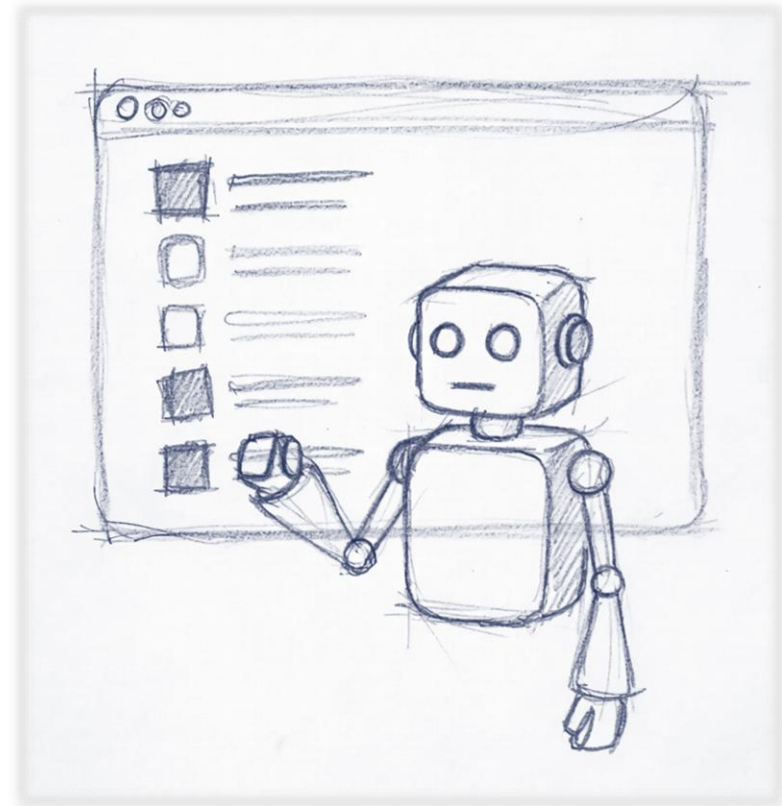
Image générée avec Grok Imagine



Sommaire

1. [Introduction sur la journée et les enjeux de performance industrielle](#)
2. [Apports et usages de l'IA en contexte industriel](#)
3. [IA : verrous et freins aux déploiements](#)
4. [Synthèse, enseignements et ouverture](#)

[Annexes](#)



1

Introduction sur la journée et les enjeux de performance industrielle

Retour sur l'édition 2026 de la journée Connect'Innov

Connect'Innov 2026 s'est tenu en début d'année 2026 au Centre culturel de Brassac-les-Mines (63), dans le cadre des initiatives du pôle de compétitivité CIMES et du Territoire d'Industrie Issoire-Brioude pour accompagner les entreprises industrielles dans leur transformation numérique. Ce dossier de veille présente les tendances et solutions partagées lors de la journée (pitches, rendez-vous B2B).

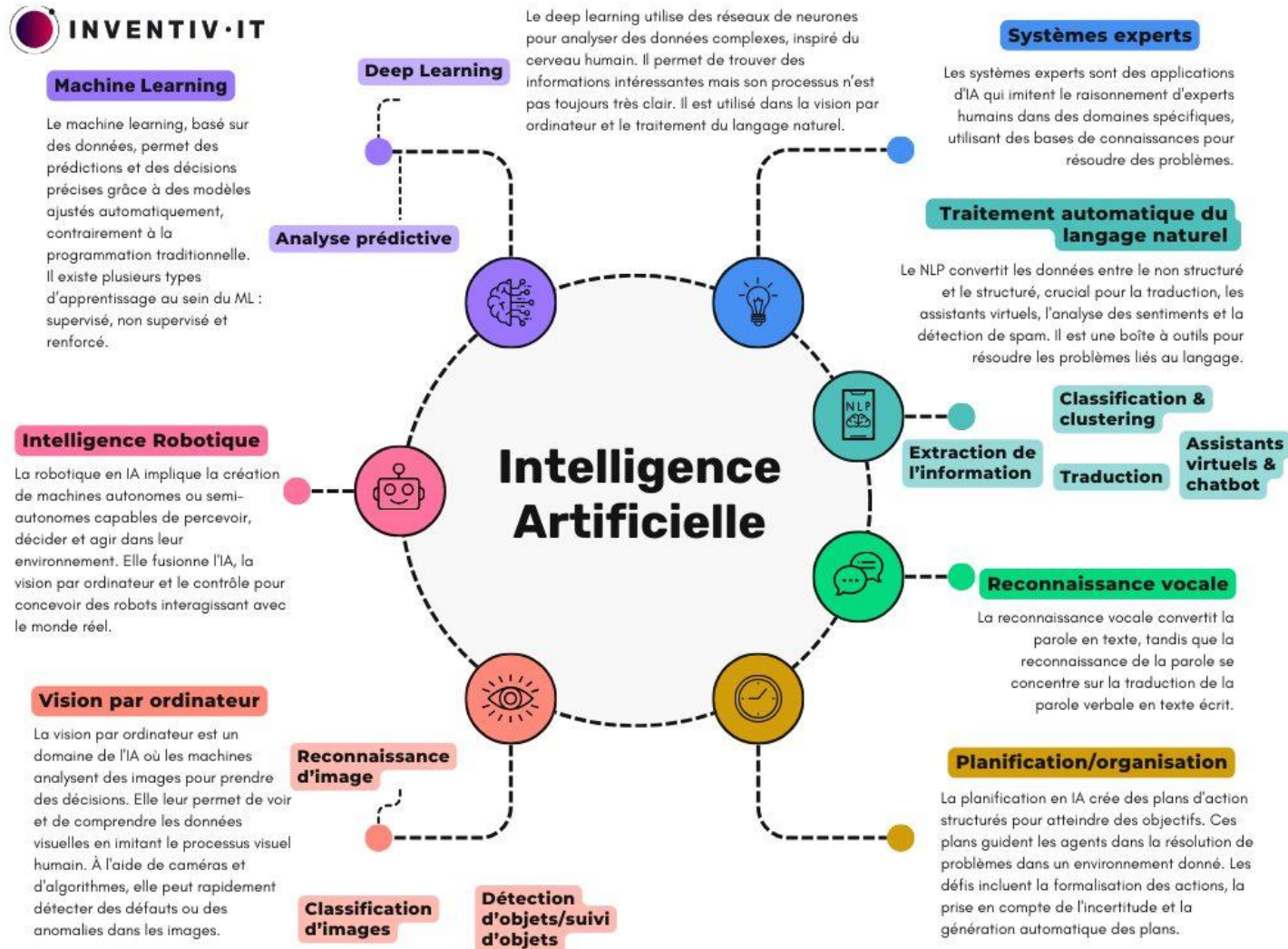
Cette journée thématique était dédiée à **l'intelligence artificielle appliquée à l'industrie**, avec pour objectif principal de mettre en lumière des solutions opérationnelles permettant d'améliorer **la performance, la réactivité et la compétitivité des sites industriels**. Qu'il s'agisse de conception de produits, d'optimisation des procédés, d'automatisation ou de pilotage des organisations, l'IA a été présentée comme un levier concret et mesurable de création de valeur, et non comme une notion abstraite ou purement technologique.

Dans un contexte où l'IA bouleverse l'ensemble de la chaîne de valeur (conception, production, organisation), savoir intégrer, tester et déployer des solutions IA adaptées aux contraintes métier est devenu un facteur de performance clé. La journée a ainsi **pu regrouper des décideurs industriels, des responsables opérationnels, des intégrateurs technologiques** et des offreurs de solutions souhaitant échanger sur des retours d'expérience, explorer des technologies concrètes et initier des collaborations.



Source: [CIMES](#)

Qu'est-ce que l'Intelligence artificielle ?



Une IA est un ensemble d'algorithmes (souvent de machine learning ou deep learning) qui apprend des régularités à partir de données pour produire une sortie utile (prédire, classer, recommander, générer), puis réapplique cet apprentissage sur de nouveaux cas, avec une performance qui dépend fortement des données et du cadrage du problème.

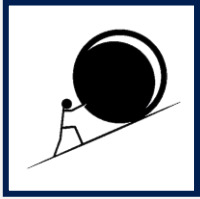
IA générative et IA prédictive (les deux "moteurs" les plus utilisés en industrie) :

L'IA générative produit du contenu (texte, images, code) en reproduisant la structure des données d'entrée, typiquement très efficace pour résumer, rédiger, extraire et structurer de l'information (rapports, procédures, tickets, connaissances), donc pour accélérer le "travail informationnel" tout en restant vigilant aux challenges en matière de fiabilisation de la documentation. En parallèle, l'IA prédictive, souvent via apprentissage supervisé apprend sur des historiques pour anticiper pannes, dérives process, rebuts, délais ou demandes : elle est pertinente quand on dispose d'un signal exploitable et d'un objectif clair (probabilité de défaut, RUL, etc.).

Autres types d'IA utiles en milieu industriel :

La vision par ordinateur, souvent via deep learning, sert au contrôle visuel et à la détection de défauts sur images/vidéos, et l'anomaly detection, souvent non supervisée, repère des écarts subtils sans forcément disposer de milliers d'exemples étiquetés. À côté, des approches plus « décisionnelles » comme l'apprentissage par renforcement (pilotage, réglages, politiques de contrôle) et l'IA symbolique (règles, contraintes, raisonnement explicite) restent très pertinentes dès qu'il faut respecter des contraintes métier, de sûreté ou d'opposabilité.

Enjeux industriels et leviers de développement de l'IA: pénibilité, temps et qualité



Pénibilité

- L'enjeu de la pénibilité ne doit pas être limité aux seules contraintes physiques du poste de travail, il intègre également **les tâches difficiles ou peu valorisantes** qui dégradent l'efficacité et l'engagement des équipes.
- Dans un contexte industriel, il couvre d'une part les expositions classiques (manutentions, postures contraignantes, répétitivité) et d'autre part des formes de **pénibilité organisationnelle** : travaux à faible valeur ajoutée, activités administratives redondantes, ressaisies multiples de données, rédaction manuelle de rapports, consolidation d'informations issues de systèmes non intégrés, tâches de contrôle ou de reporting dispersées tout au long du processus industriel.
- Ces activités transverses, bien que non directement productives, **mobilisent un temps significatif des équipes techniques et d'encadrement**.



Temps

- L'enjeu du temps en environnement industriel regroupe **la maîtrise des contraintes temporelles tout au long de la chaîne de valeur**, depuis l'approvisionnement jusqu'à la livraison.
- Il ne se limite pas aux indicateurs classiques de cycle time ou lead time mais reflète également la pression temporelle subie par les équipes et les systèmes productifs.
- Dans un contexte de flux tendus, de variabilité de la demande et d'exigences accrues de réactivité, le **temps devient une variable critique** qui conditionne à la fois la performance économique et la stabilité opérationnelle.



Qualité

- L'enjeu de qualité en contexte industriel désigne la **capacité de l'organisation à délivrer un produit ou un service conforme aux exigences spécifiées** (techniques, réglementaires et clients) tout en garantissant la stabilité du processus dans le temps.
- Il recouvre à la fois la qualité de production et la qualité de service, ces deux dimensions étant indissociables dans une logique de performance globale.
- Sur le plan de la production, cela intègre les taux de défauts, rebuts et retouches, etc. Sur le plan du service, **la qualité couvre le respect des délais annoncés, la conformité documentaire, la clarté et la fiabilité des informations transmises**, etc.

2

Apports et usages de l'IA en contexte industriel



Désilotage et valorisation des données industrielles

L'industrie génère une quantité croissante de données (IT/OT), mais le silotage et l'absence de référentiel commun empêchent une exploitation systématique.

Entre capteurs et automatismes (OT), systèmes de production (MES), de gestion d'entreprise (ERP), de cycle de vie produit (PLM), qualité et maintenance, les données s'accumulent tout au long du flux industriel mais restent souvent **enfermées** par métier, outil ou site. **Un data silo est précisément un dépôt de données isolé, contrôlé par une entité, et difficilement accessible/compatible avec le reste du SI, ce qui freine les usages "data-driven"**. Ce silotage est particulièrement pénalisant pour les données non structurées et opérationnelles : des résultats IDC ([rapportés par CIO Dive](#)) indiquent que plus de la moitié des décideurs constatent que ces données restent majoritairement en silos, et qu'une part importante des données stockées **n'est utilisée qu'une fois avant de rester inexploitée**. Dans l'industrie, cette "dormance" est un manque à gagner : [McKinsey souligne que des données existantes, mal organisées/peu accessibles, peuvent rester inutilisées](#) alors qu'elles pourraient servir à améliorer process, maintenance, qualité ou supply chain. Deux solutions ont été présentées en ce sens :

[4CAD Group](#) est un distributeur-intégrateur de solutions logicielles pour les industriels, positionné comme partenaire de la transformation digitale (CAO, simulation, PLM, ERP, MES, CRM, data) avec l'objectif explicite d'assurer la continuité numérique des organisations. Lors de son intervention, 4CAD a mis concrètement l'accent sur un point : **le "désilotage" n'est pas un sujet de volume, mais un sujet d'architecture de continuité et de modélisation**. L'enjeu est de relier, sans rupture, les briques historiquement séparées (conception, exécution, client, support) afin d'éviter que *"les données existent, mais (...) ne dialoguent pas"*, ce qui crée mécaniquement des pertes d'efficacité et empêche de passer à l'échelle sur la data et l'IA.

4CAD a proposé une trajectoire simple : d'abord des dashboards pour mesurer et comprendre la performance comme le TRS en consolidant les données machines et arrêts, puis des agents IA capables d'analyser les événements et d'identifier les causes profondes, en croisant données techniques, historiques et contexte opérationnel (y compris non structuré). **Autrement dit, la continuité numérique et le modèle de données commun sont présentés comme le prérequis pour passer du reporting à une aide à la décision robuste, puis à une automatisation partielle de l'analyse.**



[HD Technology](#) est une entreprise française qui développe des solutions d'analyse de données industrielles, notamment pour la maintenance prédictive et la détection précoce de dérives à partir de signaux capteurs. Son pitch a permis de présenter ses travaux visant à connecter et contextualiser des données hétérogènes issues des équipements afin de les transformer en informations actionnables partagées entre maintenance, production et performance.



Contrôle qualité : vitesse & standardisation

Dans une chaîne de contrôle qualité contrainte, la computer vision standardise et accélère l'inspection (moins de variabilité, moins de tâches répétitives, reporting automatisable), comme l'illustre EXANOD.IA en **radiographie de soudures** avec un temps de contrôle annoncé divisé par quatre.

Dans une chaîne de contrôle qualité à forte cadence, une part importante du travail reste « **invisible** » et **répétitif** : examiner des images/mesures en continu, décider vite, puis documenter (classement des défauts, complétion de champs, traçabilité, rapports). Or l'inspection visuelle manuelle est à la fois coûteuse et sujette aux erreurs, avec des taux d'erreur observés pouvant atteindre 20–30% sur des tâches complexes, et une dégradation de performance liée à la fatigue.

Le levier principal pour gagner en vitesse tout en renforçant la standardisation repose sur des IA de computer vision (deep learning) : réseaux convolutifs (CNN), détection d'objets et segmentation, entraînés sur des images annotées pour reconnaître/positionner des défauts et appliquer des critères homogènes. Dans la littérature sur l'inspection de soudures, ces approches atteignent typiquement >95% de précision en classification.

EXANOD.IA (start-up lyonnaise fondée en 2023) s'inscrit précisément dans cette logique en **développant des logiciels de contrôle non destructif (CND) assistés par IA, notamment pour la radiographie (SMART-RT™)** et d'autres méthodes (ex. ultrasons multiéléments/PAUT). Leur proposition de valeur est de simplifier et automatiser l'analyse, pour réduire les erreurs humaines et homogénéiser les décisions dans des secteurs où la preuve et la rigueur d'exécution sont centrales (notamment nucléaire et aéronautique).

Une illustration concerne la radiographie de soudures : le volume de clichés et les cas "frontières" rendent l'interprétation humaine sensible à la fatigue et aux différences inter-opérateurs, alors même que la décision doit être prise rapidement. **Dans son intervention lors de la journée Connect'Innov, le message d'EXANOD.IA a été explicite : « il ne suffit pas de détecter : il faut documenter, tracer, et produire des preuves »**, d'où l'intégration d'une édition de rapports normés transformant l'analyse en livrable directement exploitable en audit. Le gain opérationnel annoncé est net : **un temps de contrôle divisé par quatre**, tout en recherchant une décision plus reproductible et standardisée.



GROUPE
TEPHRA
ONE

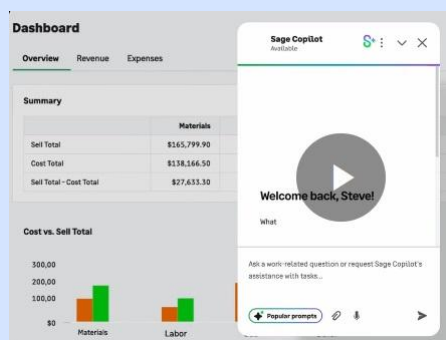
Sur ce même enjeu, un pitch a mis en lumière TephraOne, un groupe qui combine l'expertise de CIPAM en identification et traçabilité industrielles avec le savoir-faire logiciel de BECOMS pour digitaliser et automatiser des processus terrain. **Leurs solutions s'appuient surtout sur la collecte automatisée et en temps réel via RFID, IoT, portiques ou tunnels de lecture** pour fiabiliser l'identification, réduire les erreurs humaines et rendre les contrôles reproductibles à grande échelle plutôt que sur de la reconnaissance d'image.



IA dans les fonctions support : structurer la connaissance pour agir

Dans les fonctions support, l'IA sert surtout à **transformer une connaissance dispersée (documents, référentiels, tickets, outils) en information exploitable** pour décider vite, en dépassant le silotage via des assistants de recherche/synthèse et des bases de connaissances gouvernées.

Dans les fonctions support industrielles (achats, méthodes, HSE), le sujet n'est plus seulement de « produire » de l'information, mais de la rendre actionnable : retrouver rapidement la bonne version, croiser des sources hétérogènes (documents, tickets, historiques, référentiels), puis déclencher une décision (investigation, arbitrage, correction, commande, plan d'action) sans se heurter aux silos. 3 pitches ont abordé ces enjeux :



Sage

Sage Copilot est une couche d'intelligence artificielle intégrée à ses solutions de gestion pour automatiser et fiabiliser les fonctions support comme la finance, la comptabilité, les achats ou la gestion des stocks. L'IA analyse les données transactionnelles issues de l'ERP pour **structurer l'information, détecter des anomalies, anticiper des besoins de trésorerie ou optimiser les niveaux de stock**. Elle transforme ainsi des flux comptables et opérationnels dispersés en recommandations actionnables, directement exploitables par les équipes financières et supply chain. L'enjeu n'est pas seulement l'automatisation, mais la capacité à **capitaliser sur la donnée interne pour améliorer la prise de décision, réduire les erreurs et accélérer les cycles administratifs**.

Smart Brain conçoit des solutions en IA spécialisées pour les services supports. Leur système propose, après une suite de questions, de **qualifier le profil cognitif d'un utilisateur**. Cela permet d'influer sur les **fonctions commerciales** (ciblage du client ou du collaborateur selon son profil cognitif), **RH** (recrutement, intégration, feedback) ou encore **robotique** (personnalisation du robot selon le profil cognitif de l'opérateur, pour faciliter l'interaction homme machine).

SMART TRAINING

Vendre mieux grâce aux neurosciences et à des techniques de vente efficaces.

En savoir plus

SMART MARKET

Améliorez vos pratiques commerciales en maîtrisant ce que l'on pense de vous.

En savoir plus

SMART RH

Renforcez votre Marque Employeur pour mieux attirer et fidéliser.

En savoir plus

EASY BRAIN

Le 1^{er} outil en Intelligence Artificielle en France dédié à l'entretien découverte.

En savoir plus

Enfin, la prise de parole de CGI s'inscrit dans le même diagnostic « connaissance silotée » : accumulation de contenus non structurés (anciens espaces SharePoint, dépôts multiples, REX, procédures) et besoin de les transformer en base de connaissance gouvernée (structuration, tags, vues par rôle/sujet, cycle de vie). Côté engineering/IT, la logique est similaire avec **GitHub** (versionner, tracer, industrialiser), une plateforme de partage très utilisée par les développeurs : CGI France maintient effectivement une présence GitHub publique dédiée à sa communauté.



Monitoring temps réel : l'IA dans les capteurs

L'IA appliquée au monitoring capteur repose surtout sur la détection d'anomalies et l'analyse de signaux (vibration, courant, température...) pour repérer en temps réel dérives et signes précurseurs de panne.

Pour du monitoring à partir de capteurs, l'IA utilisée est le plus souvent une IA « signal » (time-series ML) : détection d'anomalies, puis éventuellement classification et/ou régression (estimer un indicateur continu). En contexte industriel, ces modèles sont fréquemment déployés en edge/tinyML (sur microcontrôleur) pour tenir les contraintes de latence, coût et robustesse.

[Rtone](#) accompagne des industriels de l'idéation jusqu'à la vie série (conception, prototypage, industrialisation, puis maintenance/évolutions), avec une organisation « produit » et des compétences internalisées couvrant notamment mécanique, hardware/électronique, firmware & embarqué, cloud, cybersécurité, mobile et R&D. Ils mettent en avant une équipe de plus de 100 ingénieurs et 9 domaines de compétences, ainsi qu'une capacité à livrer des solutions intelligentes et connectées avec une logique d'industrialisation.

Anomaly detection solution on industrial equipment, running on STM32 MCU.



NANOEDGE AI
STUDIO

Au cours de son intervention, Rtone a illustré sa logique « Edge AI » : au lieu d'envoyer en continu les flux au cloud, **l'analyse est faite localement au sein du capteur/machine afin de maîtriser latence, coût de transmission, disponibilité réseau et parfois confidentialité**, tout en restant opérationnel même en cas de coupure.

STMicroelectronics, fabricant mondial de semi-conducteurs, présente Rtone comme un partenaire autorisé spécialisé IoT/embarqué, et s'appuie sur [NanoEdge AI Studio pour développer rapidement des démonstrateurs de ML embarqué sans expertise data science lourde](#).

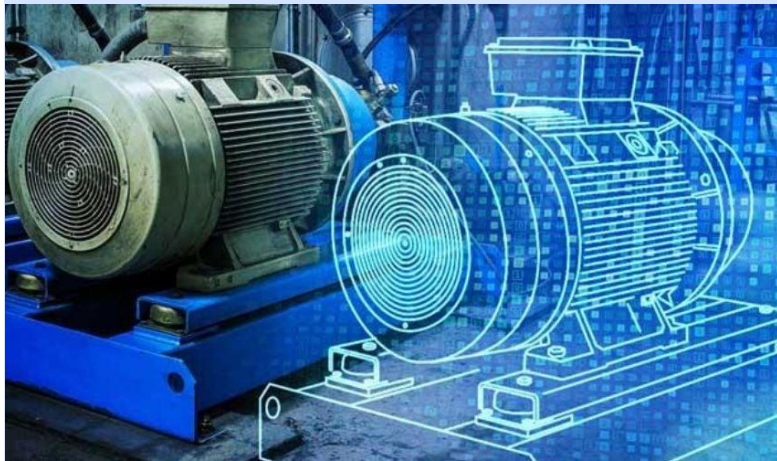
- Un projet de ST en partenariat avec Rtone consiste à **équiper un actif industriel d'un capteur de vibration et à utiliser un modèle de détection d'anomalies** qui apprend d'abord le comportement nominal de la machine, puis déclenche une alerte dès qu'une dérive apparaît (par exemple sur un moteur ou une pompe).
- Par rapport à une approche sans ML (typiquement des seuils fixes ou des règles simples) **l'intérêt est de mieux capter des écarts subtils et évolutifs, sans passer son temps à retourner des seuils selon la machine**, le contexte ou l'usure, tout en permettant une réaction immédiate au plus près de l'équipement.



Jumeaux numériques augmentés : optimiser sous contraintes

Les jumeaux numériques augmentés apportent des arbitrages reproductibles en raisonnant sous contraintes (capacités, séquençement, conflits), au-delà d'une IA purement statistique.

Un jumeau numérique vise à piloter un système industriel non plus « à l'aveugle », mais à partir d'une représentation numérique vivante, connectée au réel. Un jumeau numérique est une **représentation numérique d'un actif, d'un procédé ou d'une ressource, alimentée par des données du monde physique** (capteurs, systèmes industriels) et conçue pour refléter son état et/ou son comportement avec un certain niveau de fidélité. Dans le cadre manufacturing, [l'ISO 23247 formalise ces principes et positionne le jumeau comme un objet décrivant l'état courant d'éléments observables](#) (produit, process, ressource) au sein d'un cadre d'architecture et d'échanges. Au-delà d'un simple modèle 3D ou d'un tableau de bord, le jumeau numérique sert à observer, diagnostiquer, simuler, prédire et optimiser : il permet d'exécuter des simulations, de comprendre les causes de dérive, d'anticiper des performances ou des pannes, et de tester des actions correctives avant intervention sur l'actif réel. [Le NIST décrit explicitement ce rôle de support à la décision en \(quasi\) temps réel pour améliorer la performance d'ensemble](#) des systèmes et processus de fabrication.



A l'occasion des sessions de pitch, l'intervention de [Synabricks](#) a illustré une approche de **jumeau numérique augmenté** pensée pour les cas industriels où la donnée n'est ni complète ni immédiatement exploitable. Le point de départ n'est pas d'entraîner un modèle boîte noire, mais de construire un modèle opérationnel du système (étapes de procédé, ressources, temps incompressibles, règles de non-conflit, priorités, contraintes de sûreté/qualité) **capable de fonctionner même avec une information initialement dispersée** (MES, outils de pilotage, Excel, pratiques opérateurs). Ce socle sert de jumeau : il rend explicites les contraintes et la logique réelle du process, permet de simuler des scénarios et d'objectiver les arbitrages, puis s'enrichit progressivement à mesure que l'organisation consolide et fiabilise les données.

Sur le cas concret d'une ligne de traitement de surface, Synabricks a mis l'accent **sur la dimension augmentée par l'optimisation sous contraintes** : l'objectif est de déterminer des séquences et allocations de ressources robustes malgré la variabilité, en maximisant simultanément performance, délais, qualité (et parfois énergie).

L'approche décrite est volontairement pragmatique (« anti-conflit ») : sécuriser d'abord le respect des règles pièce par pièce, puis monter en charge vers du parallèle (par exemple passer de 1 à 4 pièces simultanément) en conservant la maîtrise des contraintes. **Dans cette logique, le jumeau numérique devient un outil de décision et d'industrialisation : il fournit un cadre explicible, justifiable et actionnable pour optimiser un système complexe avant même de disposer d'un historique parfait de données.**



Assurer une continuité de production

Les arrêts de production coûtent cher et sont souvent précédés de signaux faibles (micro-défauts, dérives, erreurs de traçabilité) détectés trop tard dans une ligne à forte cadence. Des briques IA industrialisables en temps réel et au plus près des machines (détection d'anomalies edge, OCR pour la traçabilité) permettent de sécuriser la continuité de production en déclenchant plus tôt les actions correctives.

Les arrêts de production (pannes, dérives process, micro-arrêts, défauts qualité) ont un **coût systémique** : perte de débit et de chiffre d'affaires, surcoûts de main-d'œuvre et de redémarrage, rebuts/rework, désorganisation du planning, pénalités OTIF, et parfois impacts HSE. Cette réalité s'amplifie avec la tension sur l'énergie et les capacités : le [rapport The True Cost of Downtime 2024](#) estime que les 500 plus grandes entreprises mondiales perdent près de 1,4 trillion de dollars par an du fait des arrêts non planifiés ($\approx 11\%$ de leurs revenus), et qu'un « grand site » typique des secteurs étudiés atteint ~ 253 M\$ de pertes annuelles liées au downtime. Derrière ces chiffres, le sujet est d'abord un problème de **maîtrise opérationnelle** : une stratégie de maintenance inadéquate réduit la capacité productive et expose à des **arrêts non planifiés**, avec une difficulté récurrente à relier « symptômes » et « causes » (usure, conditions d'opération, dérives, interventions, qualité matière). [La littérature académique sur les coûts de maintenance et l'arrêt non planifié rappelle que la part non planifiée est un contributeur majeur](#) et qu'une grande partie de la valeur se joue dans la capacité à mesurer finement, diagnostiquer et standardiser les pratiques. Le vrai point bloquant pour aller plus loin (et, ensuite, tirer parti de l'IA) [est souvent moins l'algorithme que le terrain](#) : données OT/IT dispersées, signaux hétérogènes, étiquetage insuffisant des causes d'arrêt, qualité de données variable et difficulté à constituer un « ground truth » exploitable (notamment sur les micro-arrêts).

[Sherpa Engineering](#) est une société d'ingénierie qui capitalise plus de 25 ans d'expertise en ingénierie système, modélisation et contrôle-commande, et qui revendique une activité R&D structurante (investissement annoncé $>15\%$ du chiffre d'affaires), avec des champs d'intervention incluant notamment [ADAS](#)/véhicules autonomes, systèmes énergétiques, ingénierie des systèmes et IA.



Dans leur prise de parole, **l'illustration du coût des arrêts a été très concrète** : la continuité de production se dégrade rarement à cause d'un seul incident spectaculaire, mais plutôt à cause des signaux faibles (micro-défauts, micro-dérives, cas frontières) parfois non détectés ou interprétés différemment selon l'opérateur, l'éclairage ou la cadence. L'enjeu est donc de détecter plus tôt et au plus près du process, en temps réel. **Dans cette logique, SherpAI a présenté une brique de détection d'anomalies sur images/vidéos visant à rendre la vigilance continue et reproductible**, non pas pour remplacer la qualité, mais pour lui permettre de se concentrer sur les cas complexes, l'analyse des causes et l'amélioration continue.

Le point déterminant mis en avant lors du pitch pour rendre cette approche réellement utile en production, **c'est l'industrialisation sur des cibles embarquées/edge** : réduire la dépendance au cloud (latence, disponibilité réseau, confidentialité) et permettre une décision immédiate « au bord de la machine » (alerte, mise à l'écart, contrôle renforcé, action corrective). Cette orientation est cohérente avec les travaux publiés par SHERPA, **qui évoquent explicitement l'adaptation de modèles de détection d'anomalies sur grands volumes d'images vers des contraintes embarquées, avec des objectifs de latence/empreinte mémoire et des outils d'optimisation/déploiement** (ex. ONNX Runtime). Enfin, l'ajout d'une brique OCR (lecture automatique de numéros de série/étiquettes et rapprochement avec l'ordre de fabrication et le dossier qualité) permet de réduire les erreurs de traçabilité et de configuration qui, dans la pratique, déclenchent des non-conformités coûteuses et des arrêts évitables.

3

**IA : verrous et
freins aux
déploiements**

Boîte noire : la transparence devient une exigence

Une manière de limiter l'effet boîte noire consiste à hybrider l'IA avec des lois métier/physiques (modèles *physics-informed*), afin d'obtenir des résultats plus robustes, justifiables et industrialisables

Comme expliqué par le National Institute of Standards and Technology de l'US Dept of Commerce, dans l'industrie, l'explicabilité (au sens large : traçabilité, justification, compréhension) est une condition d'exploitation. Dès qu'une décision influence la qualité, la sécurité, la disponibilité des actifs ou la conformité, il doit être possible de reconstruire ce qui a été fait (données utilisées, logique appliquée, version, paramètres, contexte) et de défendre le résultat en audit. Les cadres de gestion des risques IA insistent d'ailleurs sur le fait que l'inscrutabilité (manque de transparence/explicabilité) complique la mesure et la maîtrise des risques en conditions réelles. On parle d'IA « **boîte noire** » lorsque le lien entre entrées et sorties est porté par un modèle très complexe (souvent des réseaux de neurones profonds) dont les représentations internes ne se traduisent pas facilement en règles ou en relations intelligibles pour un humain. La prédiction peut être très performante, mais la raison de cette prédiction reste difficile à expliquer de façon stable et fidèle, d'autant plus que le comportement dépend aussi du jeu de données, du pré-traitement et des choix d'entraînement.



Le problème en contexte industriel est double. Premièrement, sans compréhension suffisante, il devient plus difficile de valider le système, de diagnostiquer les erreurs (causes racines, biais, corrélations “artefact”), et de gérer le changement (dérive des données, mises à jour, transfert de site), deuxièmement, la confiance opérationnelle est fragile : une décision non justifiable est plus souvent contournée, donc non industrialisée. La littérature souligne que, dans les décisions à enjeux élevés, expliquer après coup une boîte noire peut être insuffisant et qu’il faut parfois privilégier des modèles intrinsèquement interprétables.

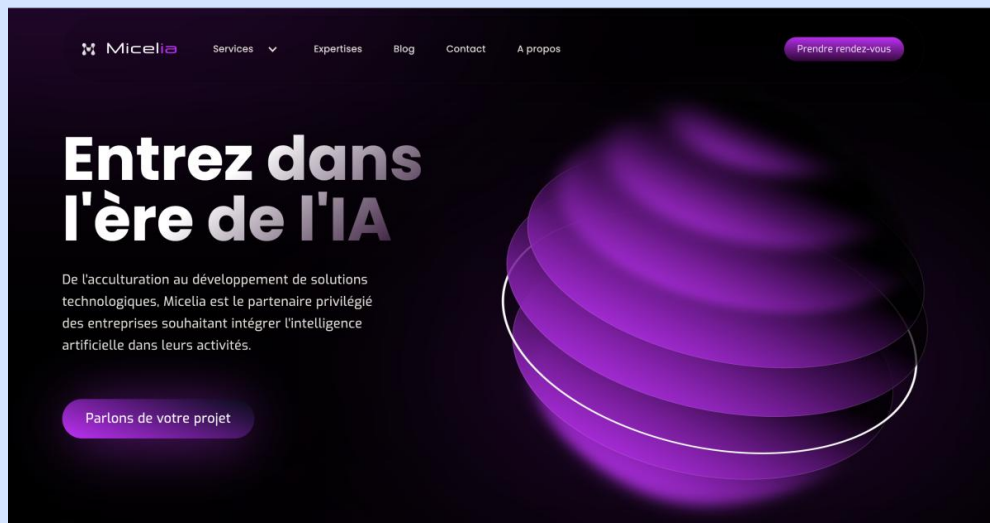
L'intervention de [Phimeca](#) illustre une approche industrielle métier pour réduire l'effet boîte noire : **contraindre les modèles data-driven par des lois et connaissances du domaine** (au sens de lois physiques, bilans, bornes, monotonie, domaines de validité), afin d'éviter des prédictions numériquement plausibles mais physiquement incohérentes. **Cette logique est au cœur des approches dites physics-informed et des modèles hybrides (grey-box)**, qui combinent équations de premier principe et apprentissage, avec deux effets recherchés : robustesse accrue quand on sort du domaine d'entraînement et explicabilité améliorée car le modèle est tenu par des relations interprétables.

Dans [un exemple présenté impliquant l'étude d'une microstructure d'alliages en fonction de la température et de la déformation](#), **l'enjeu n'est pas d'obtenir une prédiction magique, mais de réduire la dispersion entre essais et modèles pour mieux dimensionner et décider sans multiplier les campagnes d'essais**. La méthode décrite correspond à un Machine-Learning bridé : le modèle est construit pour respecter des contraintes (conservation, ordres de grandeur, relations thermo-mécaniques, etc.), ce qui rend la sortie plus justifiable pour des ingénieurs procédé/matériaux et plus simple à industrialiser dans des chaînes de calcul et de validation existantes (intégration logicielle, traçabilité, suivi de performance dans le temps).

Des verrous qui persistent sur l'intégration

Industrialiser une IA sur une ligne industrielle, c'est d'abord un défi d'intégration end-to-end (données, scénarios, annotation, déploiement, supervision, maintenance), au-delà de la simple considération du modèle.

Intégrer une IA en environnement industriel, c'est en effet la faire passer du prototype fonctionnel à un système qui s'insère dans une machine ou une ligne : acquisition capteurs, connectivité OT/IT, contraintes temps réel, déploiement edge ou on-prem, supervision, modes dégradés, et intégration aux outils existants (MES/SCADA/GMAO). **À ce niveau, le risque n'est plus seulement la précision du modèle, mais l'interopérabilité, la robustesse en conditions variables et la maîtrise des exigences de sécurité des environnements.** Le deuxième verrou est le cycle de vie : en production, un modèle devient un composant logiciel qui doit être versionné, testé, déployé, monitoré et parfois réentraîné (dérive des données, changements process), sinon il accumule une dette « invisible » et des comportements difficiles à maîtriser. C'est exactement ce que souligne la littérature sur la "technical debt" spécifique aux systèmes ML, ainsi que les pratiques MLOps (CI/CD/CT, monitoring, logging) et les exigences de test, validation, et évaluation sur toute la durée de vie.



Micelia est une société de conseil et d'ingénierie en intelligence artificielle qui accompagne l'intégration de bout en bout, avec un positionnement comme « partenaire unique » capable de cadrer la démarche, de définir une roadmap et de lancer des projets concrets au plus près des enjeux métier. **La promesse est de développer des technologies IA sur mesure quand il n'existe pas de solution sur étagère**, en tenant compte des contraintes techniques et opérationnelles, tout en préparant l'entreprise à internaliser la compétence.

Le sur mesure démarre par la donnée, et lors de son intervention pendant la journée Connect'Innov, **Micelia a explicité ce socle comme un travail de transformation de données brutes en données exploitables, y compris pour des formats complexes** comme images, vidéos ou séries temporelles. Un travail est nécessaire sur la stratégie d'acquisition, la mise en œuvre de la collecte, puis le data processing avec nettoyage, transformation, enrichissement et annotations afin de sécuriser un pipeline réellement utilisable pour entraîner et faire vivre les modèles.

La valeur se matérialise ensuite dans leur offre Industrialisation IA, centrée sur le passage du POC à une solution exploitable, pérenne et robuste, avec développement logiciel pour l'expérience utilisateur, mise en place de MLOps et de pipelines de données pour l'apprentissage continu, puis optimisation et généralisation pour étendre le périmètre fonctionnel. Si une brique existe déjà, Micelia propose aussi l'intégration de solutions open source ou tierces, et adapte le déploiement aux contraintes via cloud, *on premise* ou edge embarqué pour le temps réel et les environnements sensibles.

Acceptabilité et Interface Homme-Machine (IHM)

L'IA n'apporte de valeur en atelier que si l'intégration et l'IHM transforment une prédiction en décision compréhensible et actionnable au bon moment, sinon elle est contournée ou mal-utilisée.

L'IA en milieu industriel est un système socio-technique inséré dans une boucle de décision (opérateur, méthodes, qualité, maintenance). L'enjeu IHM consiste à transformer une prédiction en action fiable : présenter l'information au bon niveau (contexte, version, conditions d'application), au bon moment (cadence, poste), avec des modalités compatibles avec le travail humain (alertes, priorisation, preuves, escalade). [Les référentiels de human-centred design insistent précisément sur cette nécessité](#) : concevoir et maintenir des systèmes interactifs en partant des utilisateurs, de leurs besoins et contraintes, afin d'améliorer efficacité, efficacité et sécurité d'usage.

Sans un vrai travail d'IHM et d'acceptation, l'automatisation peut dégrader la performance au lieu de l'améliorer : *disuse* quand l'outil manque de crédibilité ou que son usage est trop coûteux, *misuse* quand une ergonomie trompeuse **incite à suivre la recommandation sans vigilance, et abuse** quand **l'organisation détourne l'automatisation de son objectif**. Si l'aide est mal présentée, peu attractive ou mal intégrée aux outils existants, les opérateurs compensent par contournement, double saisie et bricolage, ou à l'inverse s'en remettent trop au système. **D'où des exigences IHM en industrie qui sont autant ergonomiques que techniques** : une expérience claire et engageante, interopérable avec les logiciels métier, une confiance calibrée en rendant visible fiabilité et incertitude, une action simple et contrôlable avec override et modes dégradés, et un feedback terrain fluide pour éviter que l'écart entre modèle et réalité ne s'installe.



DIGIMAN
AI-Powered Manufacturing Solution

En industrie, la valeur d'un système d'IA dépend autant **de son intégration dans la boucle opératoire que de ses performances de modèle** : pour être adoptée, une recommandation doit être compréhensible, actionnable et contextualisée, avec un bon dosage de détail, des mécanismes de contrôle et des modes dégradés afin d'éviter non-usage et surconfiance. L'exemple présenté par [Liaison R&D](#) et [DigiMan](#) lors de la journée Connect'Innov illustre cette approche terrain en enchaînant capture d'images en continu, détection multi défauts en temps réel, analyse de causes racines puis alerte, traçabilité et historisation, le tout porté par une IHM conçue pour les opérateurs et responsables qualité afin de détecter tôt, comprendre et corriger avant propagation, via correction automatique quand c'est possible ou assistance à l'opérateur sinon.

Un autre exemple porte sur [Fleece AI Agency](#), une agence d'automatisation par l'IA **qui audite les workflows, conçoit et déploie des automatisations et des agents IA personnalisés, puis forme les équipes pour rendre l'usage quotidien réellement autonome**. Pour maximiser l'acceptation, ils privilégient une intégration directement dans les outils métiers existants sans changer la façon de travailler, ce qui améliore l'ergonomie de l'IHM et réduit la friction côté utilisateurs.

La donnée industrielle ne peut devenir un levier (pilotage, IA, agents) que si elle est maîtrisée : localisation et contrôle des traitements, gouvernance, intégrité, disponibilité et confidentialité. Sans socle souverain et sécurisé, la centralisation augmente surtout l'exposition avec, à la clé, un risque direct sur la continuité d'activité et la confiance dans les analyses.

En industrie, la donnée n'est pas un actif IT comme un autre : elle porte de la [PI](#) (plans, recettes, paramètres process), des preuves qualité, des historiques d'exploitation et parfois des informations sensibles sur les clients et la supply chain. Dès lors qu'il est question de la centraliser (cloud, data platform) et de l'exploiter (dashboards, IA, agents), deux questions deviennent structurantes : **où résident les données et les traitements, et quelles garanties de contrôle et de confidentialité existent, notamment vis-à-vis des risques cyber et des cadres juridiques extraterritoriaux**. C'est précisément le rôle des dispositifs de « cloud de confiance » : l'ANSSI rappelle que la qualification SecNumCloud vise [des offres préconisées pour protéger des données et traitements sensibles face à la menace cybercriminelle et à l'application de lois extraterritoriales](#).

Le besoin est d'autant plus critique que **les menaces ciblent directement la disponibilité et l'intégrité des systèmes** qui portent ces données. L'ANSSI indique avoir traité 4 386 événements de sécurité en 2024 (+15% vs 2023) et souligne l'impact des vulnérabilités sur les équipements de bordure (pare-feu/VPN), [qui ont été à l'origine de plus de la moitié de ses opérations de cybersécurité au plus haut niveau d'engagement](#). À l'échelle européenne, ENISA souligne que les attaques par ransomware touchent un large spectre d'industries, et que le secteur industriel & manufacturing figure parmi les victimes les plus fréquentes et à fort impact, ce qui met la donnée au centre. Sans garanties sur la disponibilité, la traçabilité et la protection, [l'exploitation data/IA devient un risque opérationnel](#).

L'intervention de [4CAD Group](#) a parfaitement traduit ces exigences de façon très opérationnelle : avant même de parler de modèles, il s'agit de déterminer « où vivent les données » et « dans quelles conditions de confiance peut-on les exploiter ». L'exemple a mis en avant un socle d'hébergement visant à conserver la maîtrise de la donnée, avec un datacenter français Tier 3 et des références de sécurité/conformité (dont ISO 27001 et HDS), ainsi que des mécanismes concrets de disponibilité et de résilience (dont un taux de disponibilité annoncé à 99,5% minimum, sauvegardes journalières, sécurisation des accès).

Une fois ce socle confiance posé, l'enjeu data redevient central : transformer des sources industrielles hétérogènes (ERP/CRM/MES/PLM, données terrain/atelier, formats structurés et non structurés) en un référentiel réellement exploitable. 4CAD Data Platform décrit précisément ce travail de mise en qualité et d'unification (nommage, classification, conversion), l'usage de bases adaptées aux formats (structurées, non structurées, séries temporelles, streaming, multimédia), et des briques type [ETL/MDM](#) pour unifier et maintenir une « single source of truth ». La plateforme revendique aussi la possibilité d'interagir avec les données via chatbot/agents et d'intégrer des IA privées pour préserver la confidentialité, ce qui illustre bien l'articulation : [exploiter plus sans exposer plus](#).



4

Synthèse, enseignements et ouverture

Conclusion

Journée Connect'Innov 2026

- La journée Connect'Innov 2026 a mis en évidence que **l'intelligence artificielle constitue aujourd'hui un levier opérationnel** pour répondre à trois enjeux industriels structurants que sont la **pénibilité des tâches**, la **maîtrise du temps** sur l'ensemble de la chaîne de valeur et la garantie d'un niveau élevé de **qualité et de traçabilité**.
- Les retours d'expérience présentés montrent que les applications concrètes de l'IA couvrent un spectre large. Elles vont du **désilotage** et de la valorisation des données industrielles afin de créer une continuité numérique exploitable, jusqu'à des cas **d'usage directement connectés aux opérations** telles que le contrôle qualité automatisé par vision, le monitoring temps réel à partir de capteurs et l'analyse de signaux, ou encore l'exploitation de bases de connaissances pour accélérer **les fonctions support et la prise de décision**.
- D'autres approches plus systémiques apparaissent également, notamment les **jumeaux numériques augmentés et les outils d'aide à l'industrialisation** qui permettent de simuler, optimiser et sécuriser des procédés complexes avant leur déploiement sur ligne, contribuant ainsi à améliorer la continuité de production et à réduire les arrêts non planifiés.
- Ces apports restent néanmoins conditionnés par plusieurs **verrous majeurs** identifiés lors de la journée. L'industrialisation de l'IA dépend fortement de la **qualité et de la gouvernance des données**, de la capacité à **intégrer les modèles** dans les environnements industriels existants et de la maîtrise du cycle de vie des systèmes via des approches de type MLOps. La question de la **confiance** constitue également un facteur déterminant, qu'il s'agisse de l'explicabilité des modèles, de leur acceptation par les opérateurs au travers d'interfaces homme machine adaptées ou encore de la sécurisation et de la souveraineté des données industrielles.
- Enfin, le passage du prototype à l'échelle industrielle repose aussi sur des conditions organisationnelles et financières, avec la nécessité de démontrer un **retour sur investissement** crédible et de mobiliser des dispositifs d'accompagnement et de financement comme ceux portés par l'écosystème régional (Auvergne-Rhône-Alpes), notamment le pôle **CIMES**. Dans ce contexte, la valeur de l'IA en industrie apparaît moins comme une rupture technologique isolée que comme le résultat d'une transformation progressive combinant données, intégration système, usages métier et structuration de l'écosystème d'innovation.



Image générée avec Grok Imagine





ROI & financement en région AuRA

Le passage à l'échelle d'un projet IA dépend souvent moins de l'idée que de la capacité à financer correctement la phase amont et à démontrer un ROI crédible. Cadrage, AMOA, POC, intégration et conduite du changement concentrent une part importante des coûts et conditionnent la création de valeur.

Acteur	Accompagnements présentés
CCI Puy de dôme	Accompagnement par des consultants sélectionnés via appel d'offres. Dispositif EEN pour l'accompagnement numérique. Prise en charge annoncée à 70 % par la Région.
ENE	Dispositif Industrie du Futur pour startups, PME, ETI avec activité de production. Orientation vers des accompagnateurs. AMOA ou POC financés à 50 % jusqu'à 16 k€. Mise en réseau via Mina Smart avec acteurs publics et privés, dont CEA et pôles de compétitivité.
Ministère de l'Économie	Programme Osez l'IA depuis juillet 2025, réseau d'ambassadeurs et actions de sensibilisation. Guides Labo IA et guide AFNOR IA frugale. Dispositifs nationaux mobilisables comme DiagIA de Bpifrance, appels à projets France 2030 , i-Demo , pôles de compétitivité régionaux.
CIMES	Pôle de compétitivité en ingénierie pour la production manufacturière. Programme R&D Booster en région AURA, projets de 250 k€ à 1 M€, aide jusqu'à 60 %.
Digital League	Réunion des acteurs du digital en AURA autour d'événements networking et de formations



Annexes

Glossaire

Glossaire des termes employés dans le dossier de veille (1/3)

Mot	Définition
Anomaly detection	Détection automatique de comportements atypiques ou de dérives dans les données
ANSSI	Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information, autorité française de cybersécurité
Apprentissage supervisé	Méthode d'apprentissage à partir de données étiquetées pour prédire une sortie
Base de connaissance	Référentiel structuré d'informations permettant de stocker et exploiter le savoir
Boîte noire	Modèle dont le fonctionnement interne est difficile à interpréter
CI CD CT	Continuous Integration, Continuous Deployment, Continuous Training, pratiques d'industrialisation des modèles
Cloud souverain	Infrastructure cloud garantissant la localisation et la gouvernance des données
CND	Contrôle Non Destructif, inspection d'un objet sans l'endommager
CNN	Convolutional Neural Network, réseau de neurones convolutionnel utilisé pour l'analyse d'images
Computer vision	Techniques d'analyse automatique d'images ou de vidéos
Continuité numérique	Circulation cohérente des données tout au long du cycle de vie industriel
CRM	Customer Relationship Management, système de gestion des relations et données clients
Data platform	Plateforme centralisée pour stocker, gouverner et exploiter les données
Data silo	Données isolées dans différents systèmes ou services
Deep learning	Techniques d'apprentissage utilisant des réseaux de neurones profonds
Dérive des données	Évolution des données ou du contexte qui dégrade la performance d'un modèle
Désilotage	Mise en connexion des systèmes et données pour supprimer les silos
Données non structurées	Données sans structure tabulaire comme texte, image ou audio
Edge AI	Intelligence artificielle exécutée directement sur les équipements ou capteurs
ENISA	European Union Agency for Cybersecurity, agence européenne de cybersécurité

Glossaire des termes employés dans le dossier de veille (2/3)

Mot	Définition
ERP	Enterprise Resource Planning, progiciel de gestion intégré couvrant les fonctions de l'entreprise
ETL	Extract Transform Load, processus d'intégration de données
Explicabilité	Capacité à comprendre et expliquer les décisions d'un modèle d'IA
GMAO	Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur
Ground truth	Données de référence fiables utilisées pour entraîner ou évaluer un modèle
IA	Intelligence artificielle, ensemble de techniques permettant d'automatiser analyse et décision
IA générative	Intelligence artificielle capable de générer du contenu nouveau comme texte ou image
IA prédictive	Intelligence artificielle utilisée pour anticiper des événements ou valeurs futures
IHM	Interface Homme Machine permettant l'interaction avec un système
ISO 23247	Norme ISO sur les architectures de jumeaux numériques pour le manufacturing
ISO 27001	Norme internationale de management de la sécurité de l'information
IT	Information Technology, systèmes d'information et infrastructures numériques
Jumeau numérique	Représentation numérique dynamique d'un système physique
Jumeau numérique augmenté	Jumeau numérique enrichi par simulation et optimisation
Machine Learning	Techniques d'apprentissage automatique à partir de données
Maintenance prédictive	Maintenance basée sur la prédiction des défaillances à partir de données
MDM	Master Data Management, gestion des données de référence de l'entreprise
MES	Manufacturing Execution System, système pilotant et traçant l'exécution de la production
Micro-arrêt	Arrêt très court mais fréquent impactant la performance d'une ligne

Glossaire des termes employés dans le dossier de veille (3/3)

Mot	Définition
MLOps	Machine Learning Operations, pratiques d'industrialisation du cycle de vie des modèles
Modèle hybride	Modèle combinant connaissance physique et apprentissage automatique
Monitoring temps réel	Surveillance continue des systèmes et processus
NIST	National Institute of Standards and Technology, organisme américain de normalisation
OCR	Optical Character Recognition, reconnaissance automatique de texte dans des images
OEE	Overall Equipment Effectiveness, indicateur global de performance des équipements
OT	Operational Technology, technologies de contrôle des systèmes industriels
PAUT	Phased Array Ultrasonic Testing, technique ultrasonore multiéléments en contrôle non destructif
PLM	Product Lifecycle Management, gestion du cycle de vie d'un produit
POC	Proof of Concept, démonstration de faisabilité d'une solution
Physics informed	Apprentissage intégrant explicitement des lois physiques
Ransomware	Logiciel malveillant chiffrant les données pour exiger une rançon
RUL	Remaining Useful Life, estimation de la durée de vie restante d'un équipement
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition, système de supervision industrielle
SecNumCloud	Qualification française de cybersécurité pour les services cloud
Séries temporelles	Données organisées chronologiquement issues de capteurs ou systèmes
Technical debt	Dette technique résultant de choix techniques rapides ou incomplets
Time series ML	Machine learning appliqué à l'analyse de séries temporelles
TinyML	Machine learning embarqué sur microcontrôleurs à ressources limitées
TRS	Taux de Rendement Synthétique, indicateur industriel de performance globale

CIMES : catalyseur régional pour l'innovation manufacturière

Structurer, financer et accélérer des projets collaboratifs vers l'industrialisation

CIMES opère comme une plateforme d'interface entre les besoins fonctionnels des industriels (production, industrialisation, transition verte) et les technologies clés (procédés, numérique, ingénierie), avec l'ambition explicite de transformer des projets collaboratifs en solutions commercialisables. La description institutionnelle insiste sur une logique multi-échelle : animation d'un écosystème territorial, capacité à monter et labelliser des projets, et articulation avec les priorités de la phase V des pôles (notamment transition verte, industrialisation, Europe).

Sur le plan thématique, CIMES structure son action autour de trois axes lisibles et directement exploitables par des porteurs de projets :

- (i) outils pour la conception (méthodes et outils pour le bureau d'études, avec une attention accrue aux impacts environnementaux/éthiques),
- (ii) procédés de transformation (mise en œuvre, assemblage/désassemblage, et logique fin de vie/valorisation),
- (iii) performance industrielle (industrie 4.0, contribution de l'Intelligence Artificielle (IA) et gestion des risques numériques).

Ce cadrage est particulièrement cohérent avec les attentes d'entreprises cherchant à industrialiser des briques numériques/IA sans les dissocier des enjeux procédés et performance opérationnelle.

CIMES c'est aussi :

- 208 adhérents dont 126 PME et ETI et 51 établissements de recherche et de formation (fin 2022)
- 33 projets collaboratifs labellisés en 2022
- Plus de 300 projets collaboratifs depuis 2005
- Près de 1G€ de projets dont 550M€ investis par les partenaires



Enfin, le programme R&D Booster AuRA, (budget de projet entre 250k€ et 1M€, taux d'aide jusqu'à 60 %), s'inscrit dans une logique de financement de projets collaboratifs à potentiel industriel. La matérialité de ce levier se lit aussi dans le catalogue de projets associés au "R&D Booster", qui illustre des projets concrets (ex. robotisation, contrôle, détection automatique, logiciels industriels) incluant parfois des briques d'IA.

Programme de l'édition 2026

Conférences et pitch de solutions

ENE (Introduction)	Contexte et enjeux de l'IA dans l'industrie – Alban Karnavos
PHIMECA	Conseil et accompagnement pour optimiser la production et la maintenance par la valorisation des données
MICELIA	Analyse de documents et culture IA
ISITECC & OPENSTUDIO	Smart Portal - logiciel MES
EXANODIA	Analyse et contrôle
SHERPA ENGINEERING	Détection d'anomalies/Réduction de déchets/Amélioration continue
RTONE	IA embarquée dans les produits
TEPHRAONE	Conformité, traçabilité et automatisation
LIAISON R&D	Inspection intelligente et contrôle des pièces
SYNABRICKS	Réduction des temps d'arrêt, Qualité, maîtrise logistique, efficacité énergétique
HD TECHNOLOGY	Optimisation de la planification de production
SMART BRAIN	Gestion humaine (commerciale, RH, interaction homme-machine)
FLEECE	Automatisation des tâches chronophages : déléguer sans recruter
CGI	Paramétrage et conduite du changement
4CAD	Interconnexion des outils et solutions supports et optimisation des données
SAGE (SRA)	Outil de gestion et comptabilité augmenté et boosté



Vérificateur	Approbateur

CONTACT :

LAMBERT
Fanny

[Fanny.lambert@
cetim.fr](mailto:Fanny.lambert@cetim.fr)

**Dossier de veille rédigé par Kavi ASHTA et Nicolas LOUEE, In
Extenso Innovation Croissance (www.inextenso-innovation.fr)**



À noter : les entreprises citées dans ce document de veille le sont à titre illustratif (ce n'est en aucun cas un « publiereportage » ou un outil de promotion de telle ou telle entreprise ou solution de marché). De la même manière, nous ne cherchons pas l'exhaustivité des informations, mais plutôt à illustrer l'état de l'art et les tendances.

Malgré le soin apporté à la réalisation de cette note, certains liens hypertextes peuvent ne pas fonctionner correctement, notamment en raison de modifications des sites internet ciblés (ex : « page not found ») ou d'options de sécurité de certains viewer de PDF.



Pour un futur industriel
responsable et respectueux
de la planète