

[IJClab] Colloque IA en ingénierie mécanique - 04/06/2025

I.A. et Jumeaux Numériques pour fabrications industrielles

Mathieu Ritou

Professeur des Universités

LS2N (Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes, UMR 6004)

IUT de Nantes (départ. GMP), CIRP Associate member.

mathieu.ritou@univ-nantes.fr





Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes

CNRS, INRIA



UMR 6004



IMT Atlantique

Centrale Nantes

IUT de Nantes

Faculté des Sciences et Techniques

Polytechnique Nantes

450 membres

Thème « Industrie du Futur » :

A.I., machine/deep learning, digital twin, IIoT, Kn eng, VR/AR, robotic, agile sys, smart manufacturing, decision-aid, ...

LABORATOIRE DES SCIENCES DU NUMÉRIQUE DE NANTES	Signal, Images, Ergonomie, Langues	Science des Données et de la Décision	Science du Logiciel & Sys. Distribués	Conception et Conduite des Systèmes	Robotique Procédés Calcul
	IPI: DL (P. LeCallier, H. Mouchere)	DUKE: ML (Ph. Leray)		IS3P: GI - KM (C. daCunha, A. Bernard)	ROMAS: robot, Smart Manuf. (Ritou, Caro Furet)

Industrie du Futur *(révolutions industrielles illustrées en usinage)*

- Industrie2.0 : électricité

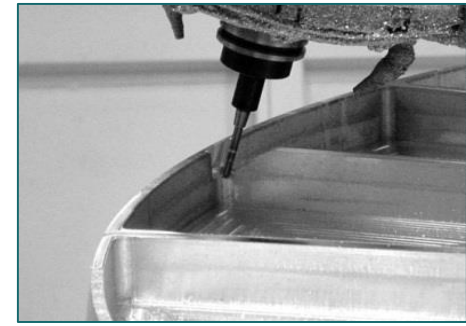
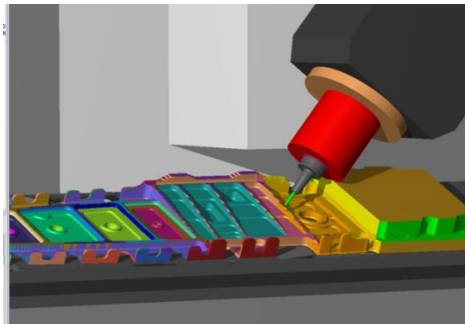
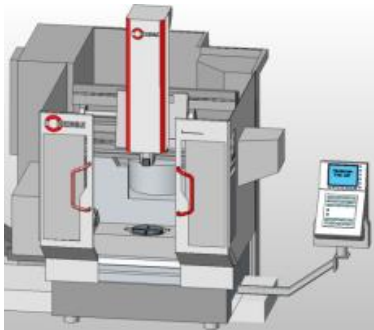


usinage conventionnel, moteur + boîte de vitesse

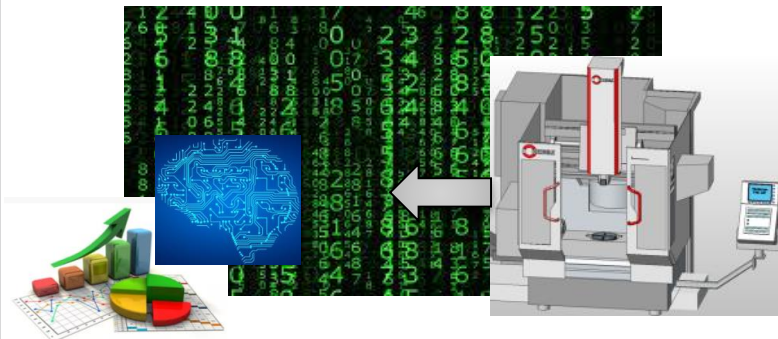


- Industrie3.0 : électronique

machine-outil à commande numérique



- Industrie4.0 : numérique, centrée humain & écoresponsable

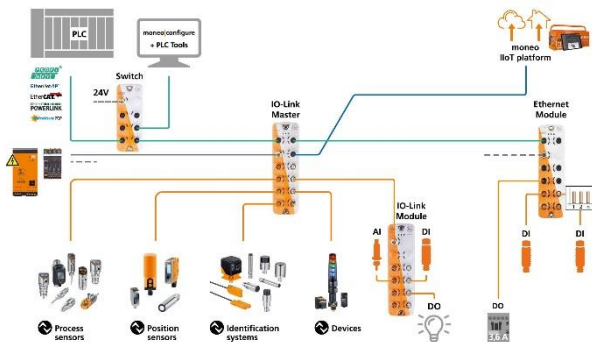


Comment exploiter ces données ?



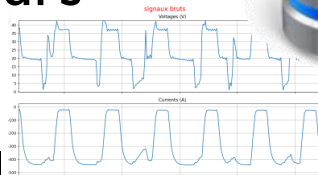
Nature des données ? hétérogène...

- Réseaux de capteurs
- IIoT
- Communication M2M

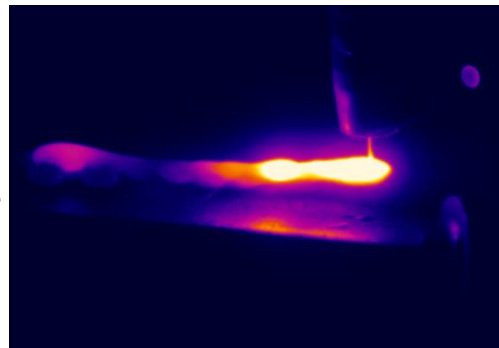


Différents capteurs

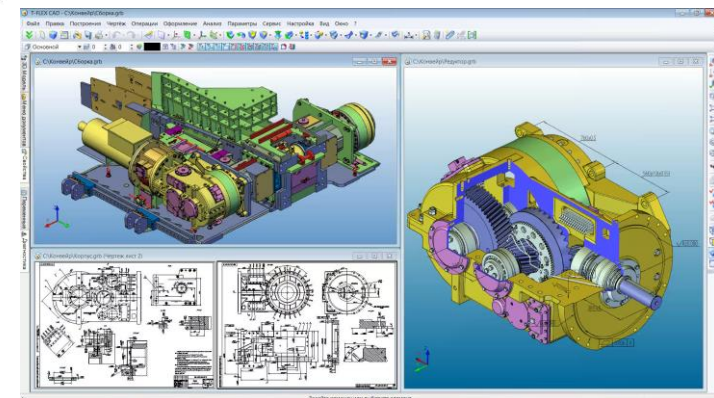
- time series (Fe)
- continu/ponctuel



Vidéo, image



Données techniques



Textes



RAPPORT SUR L'EXPLICATION D'UN TEXTE
THE DES AUTRES PROGRAMMES

L'explication de texte, comme le commentaire composé, consiste à rendre compte d'un texte qu'il s'agit de lire et d'expliquer. Cette lecture possible des caractéristiques bien précises : c'est une lecture complexe qui nécessite à la fois lecture active et question, une lecture préalable mais qui doit rester une prévision : une lecture commentée justifiée par l'analyse des procédés d'écriture du texte.

Sur cette base, l'explication de texte peut servir d'instrument de sélection des candidats à l'explication de textes orales.

Mémoire : le mémoire de l'explication de texte est de 1,27 sur 20. Les notes d'élaboration de 10 à 18 (indépendamment de la note obtenue dans l'explication de texte) sont jugées l'explication de texte est complète.

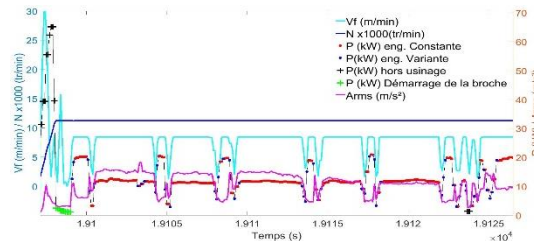
UNE LECTURE COMPÉTENTE

La prévision philologique

Elle concerne la détermination des mots dans leur contexte historique. On voit que le mot de certains mots est différent de l'usage moderne et dans le langage contemporain (il ne s'agit pas de l'usage dans le langage moderne). Il s'agit de l'usage de l'explication de texte est complète.

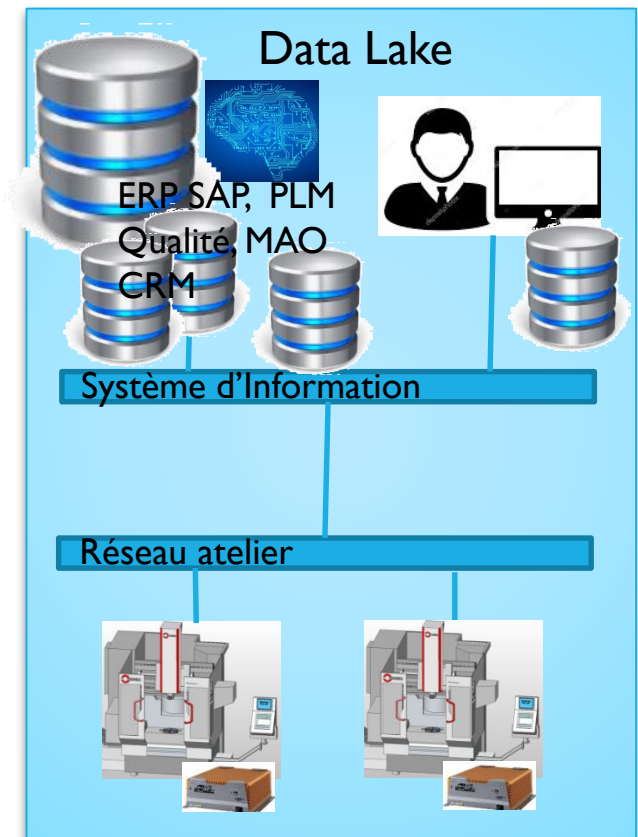
Problèmes d'exploitation des données

- Data collectées... mais peu d'exploitation aujourd'hui
- Manque d'outil DM métier / compét. Data Sc.
- Silos de données, problèmes d'interopérabilité
- Big data, complexes, rares incidents non-étiquetées : small data
→ ML non-supervisé
- Sens et contextualisation des données



Pour quoi faire ?

- Recherche quoi ?
- Obj. : maîtriser la qualité pièce, performance, empreinte...

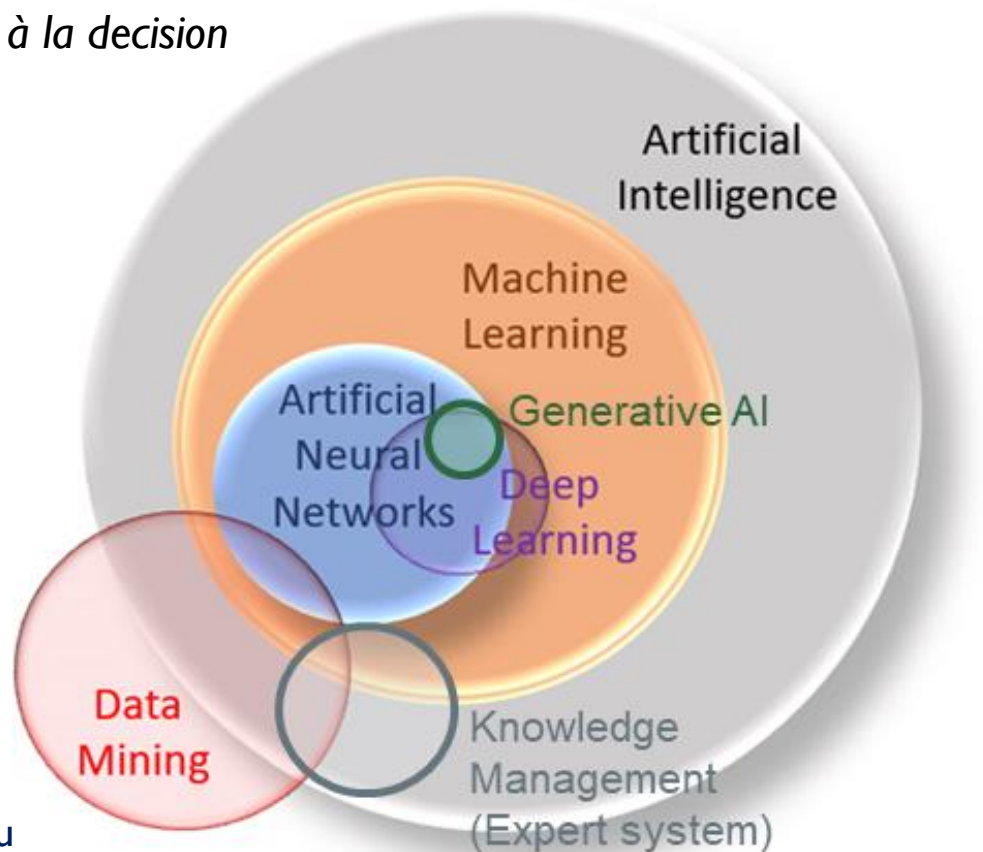


Comment exploiter ces données ? data&IA

- **DM** Fouille de données : identifier des problèmes, décisions
- **ML** apprentissage automatique : trouver des solutions


IA traditionnelle : nombreux outils **Machine Learning** (pas que Neural Networks) **XAI**

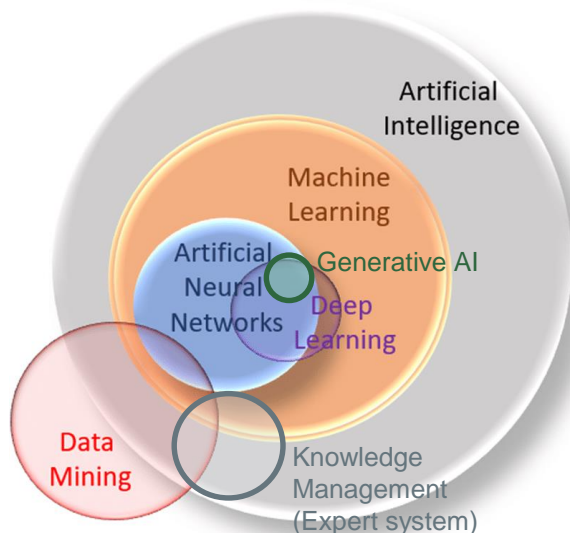
Aussi, KM pour aide à la decision



Comment exploiter ces données ?

IA générative / traditionnelle

- **IA traditionnelle** : donner du sens aux Big Data
- **IA générative** : créer de nouveaux contenus (images, texte)
(peu douée pour sélectionner du contenu)
- **Industrie** :
 - Possède déjà Big Data 
 - Obj.: maîtriser des process, avoir des réponses exactes, explicables
 - Peu/pas de besoin d'ajouter des données *(très peu d'incidents)*

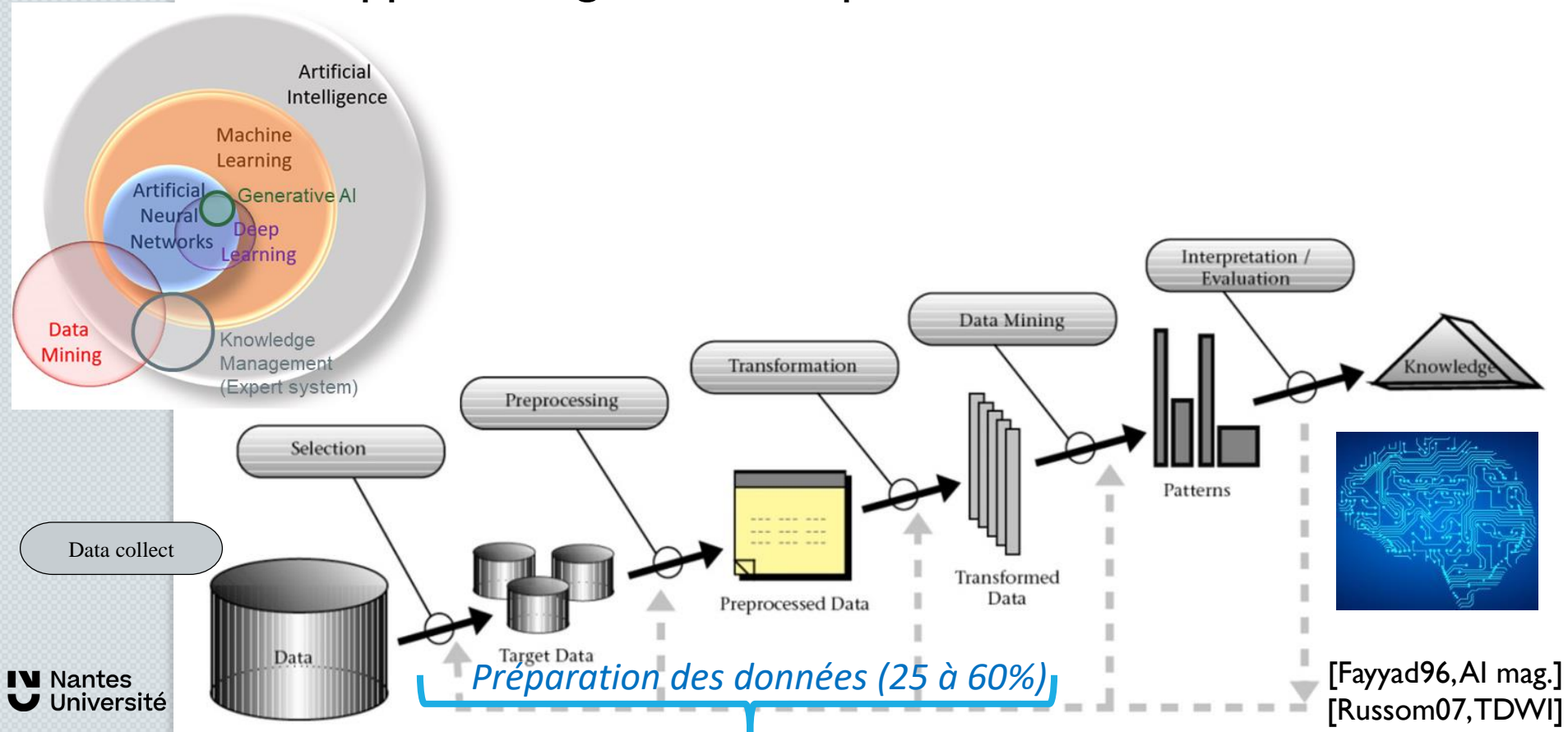


Thierry Rayna, Pr Polytechnique (X) - i3, v14/06/2024

Comment exploiter ces données ?

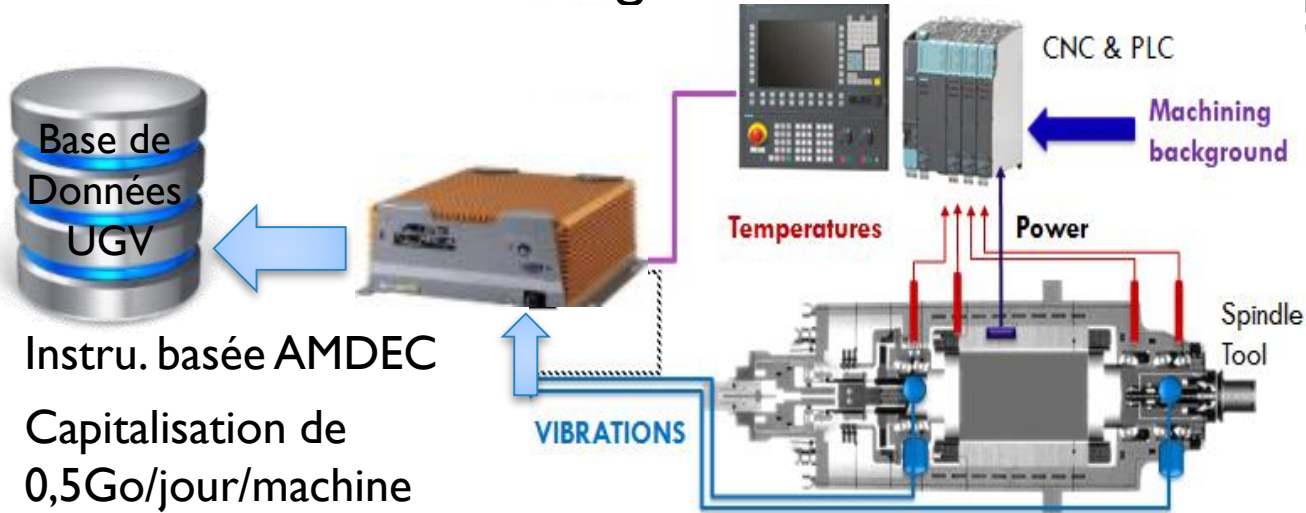
KDD Extraction de Connaissances à partir des Données

- Découvrir infos intéressantes cachées dans BdD hétérogènes
- **DM Fouille de données** : identifier des problèmes, décisions
- **ML** apprentissage automatique : trouver des solutions



Industrie 4.0 en usinage

- EmmaTool : monitoring et collecte de données



- Instru. basée AMDEC
- Capitalisation de 0,5Go/jour/machine de données process industriel contextualisées
- Signature état machine
- Bus de terrain / standards
- MOCN intell. & connectée (IIoT)



**EUROPE
TECHNOLOGIES**



**EUROPE
TECHNOLOGIES**



Aide à la décision par fouilles de données d'usinage

Operational management

Process Improvement

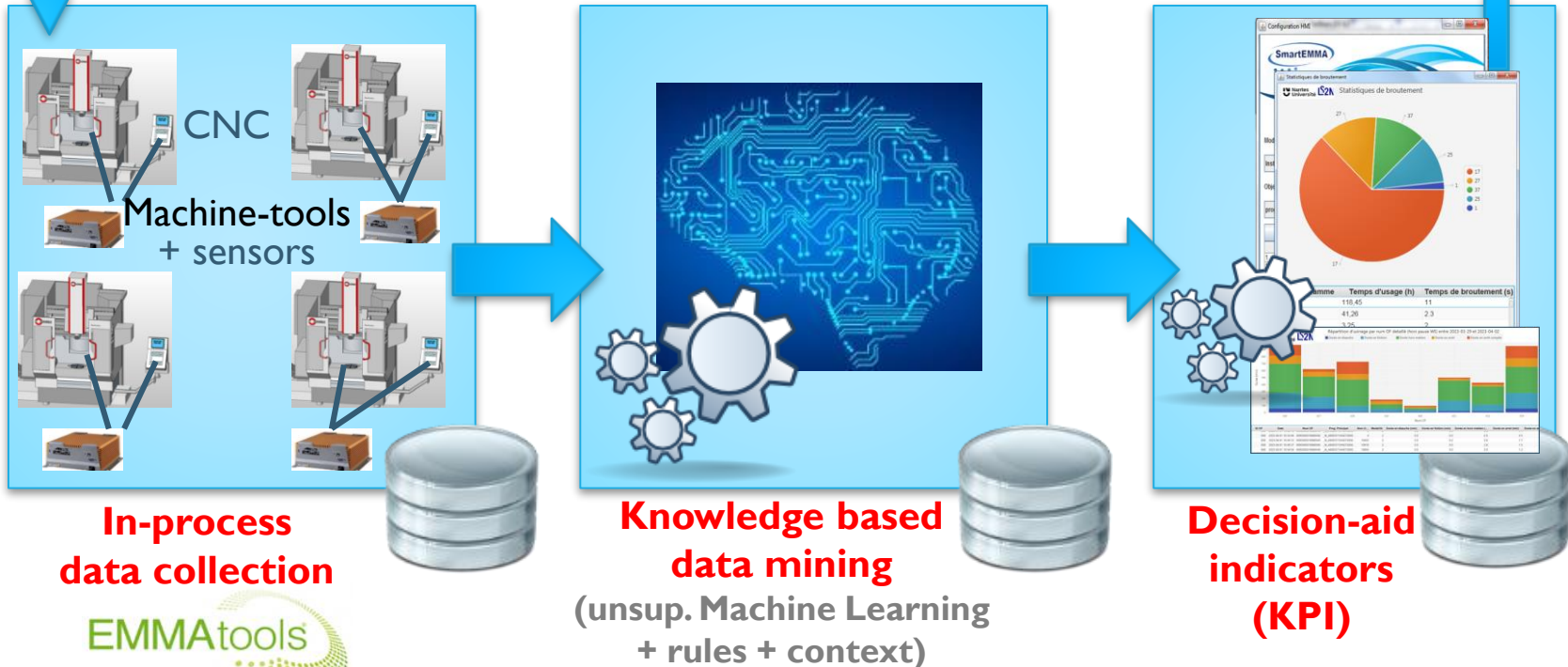
Process Planning

Manufacturing

Maintenance

Quality

Investment Department

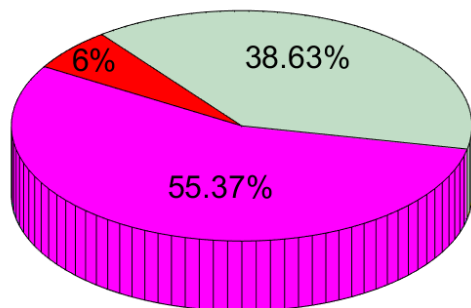


➤ déployé à AIRBUS Nantes (data indus, edge, usage, commerc°)

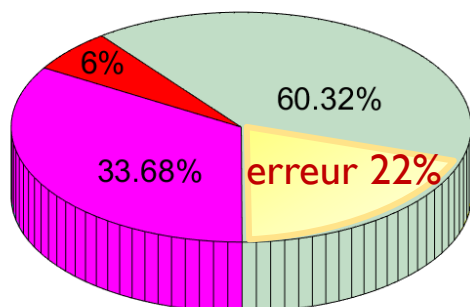
Impact de la préparation des données sur les KPIs

- Data Sciences : toujours un résultat
- Mais est-il pertinent ? ? « gargage in, garbage out » !

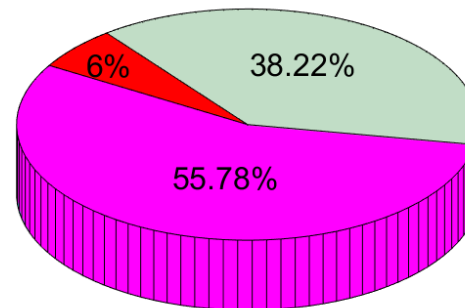
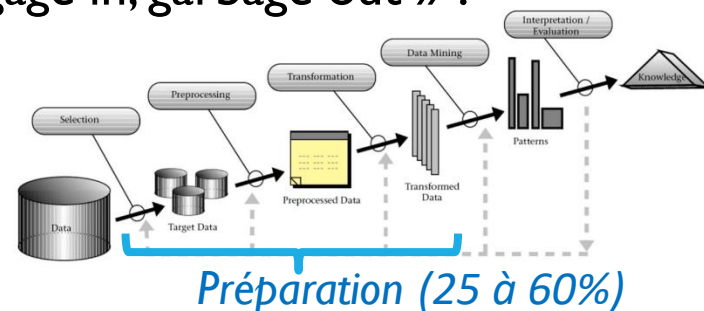
Exemple : TRS de machine-outil (4h)



Vérité terrain



Classification antérieure
(seuils manuels) [Godreau2017]

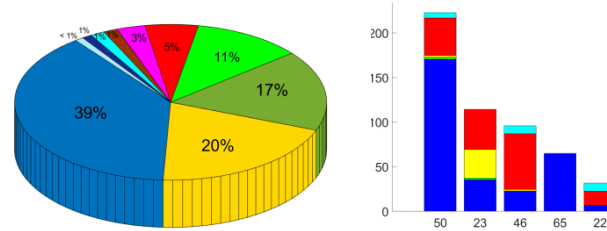


Classification proposée
(GMM) [Wang 2020] erreur 0,4%

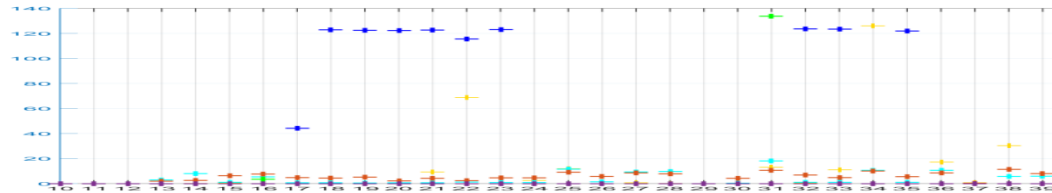
- Impact significatif sur KPIs
- Envie d'I.A., prépa. data importante !
- Algo. robustes & validés nécessaires

Les familles de KPI

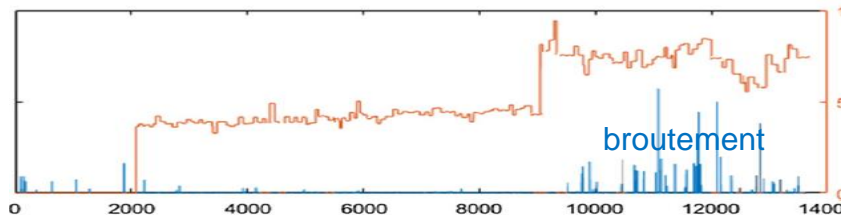
- Méthodes & Prog :



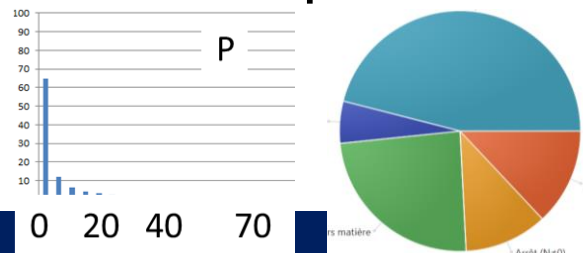
- Traçabilité Qualité :



- Maintenance : état de la machine

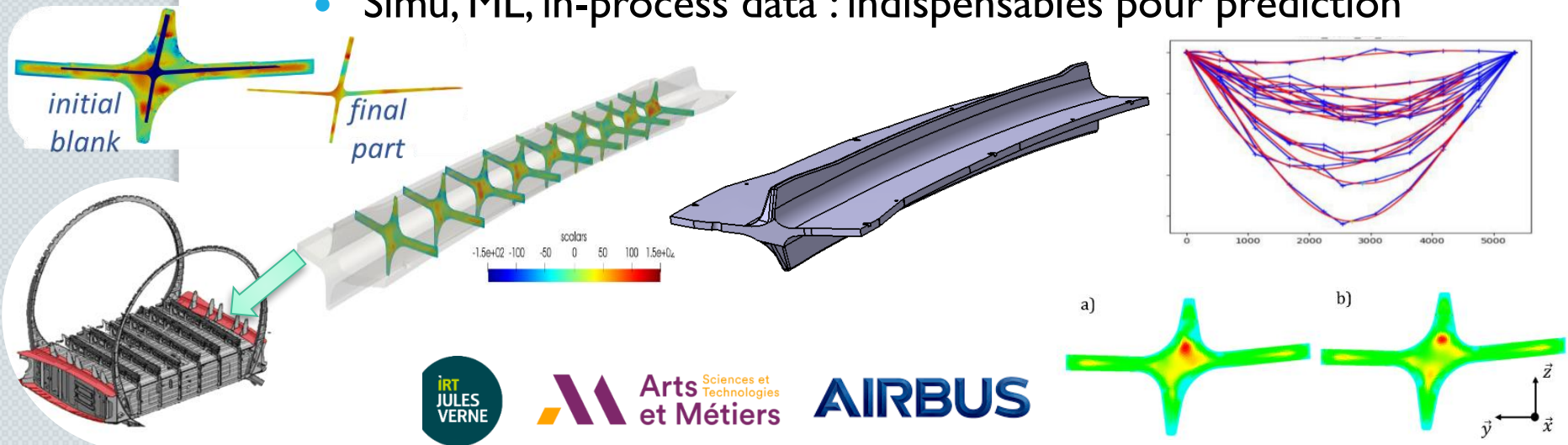


- Suivi énergétique & TRS




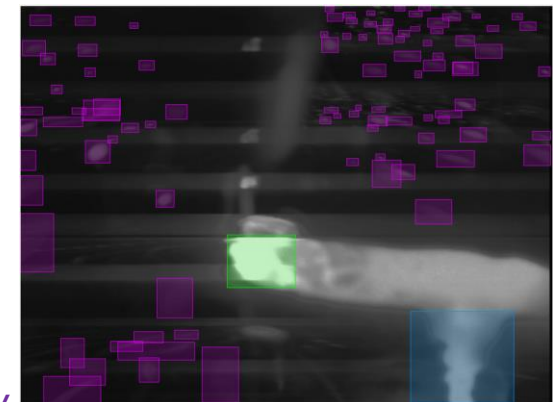
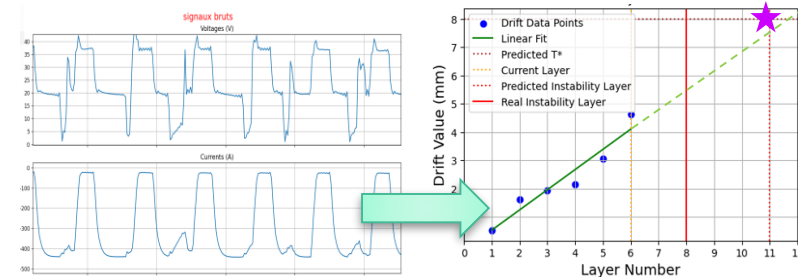
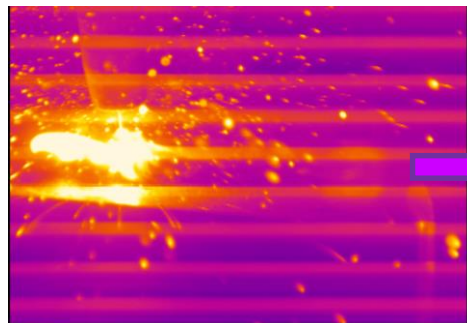
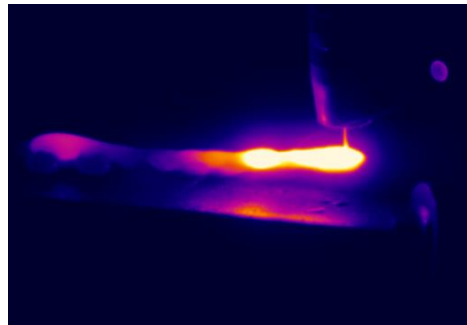
Jumeau Numérique de pièce forgée usinée : appréhender la variabilité

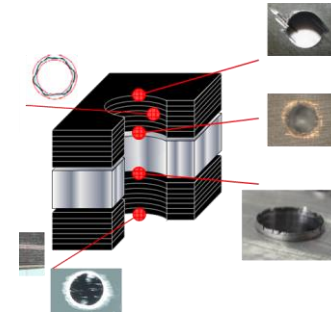
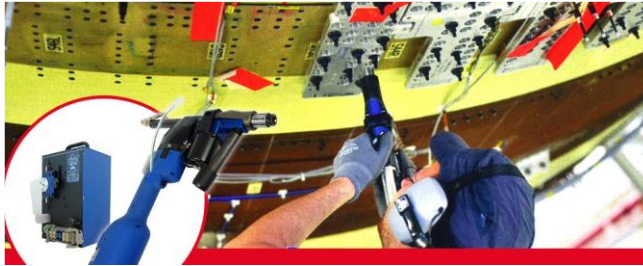
- Pbl de **variabilité des σ_{res} des bruts forgés usinés**
- **Modèle réduit de simu. MEF thermomécanique (SVD)**
- **Machine Learning à partir de qqs pièces déjà usinées (Ridge reg.)**
- **In-process data : début de déformation de la pièce actuelle**
- **Simu, ML, in-process data : indispensables pour prédiction**



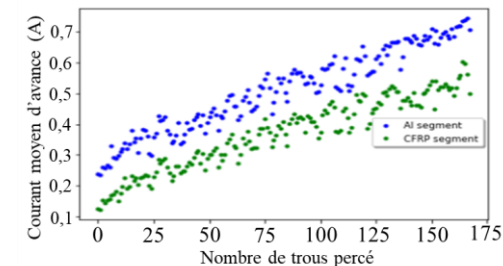
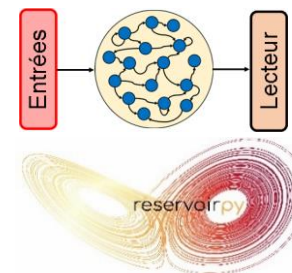
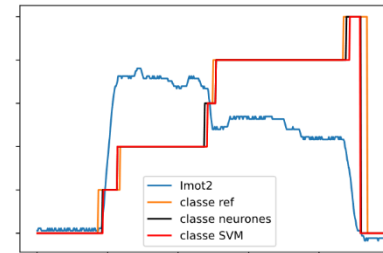
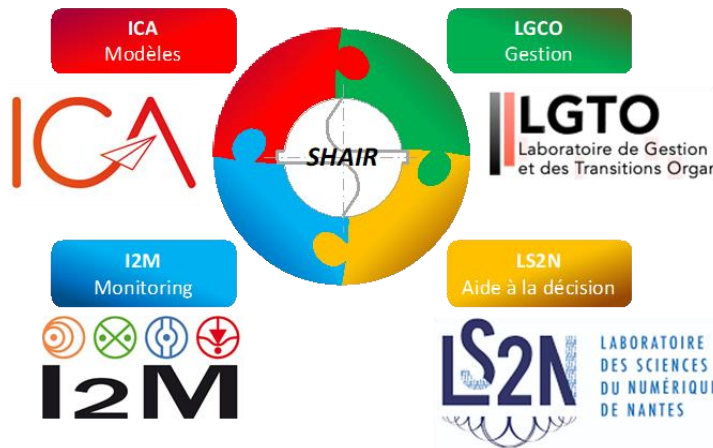
A.I. for Additive Manufacturing: WAAM

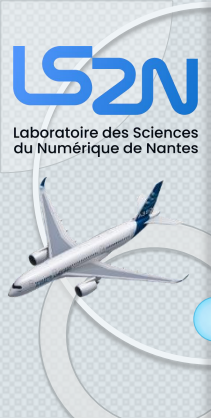
- PhD of Sarra Oueslati ( Perform) in Additive Manuf.
- Multi-sensors in-process monitoring and data collect:
 - IR camera, electric signals, data from robot and welding torch, ...
 - AI: to detect drift & predict instability. +DL for IR camera





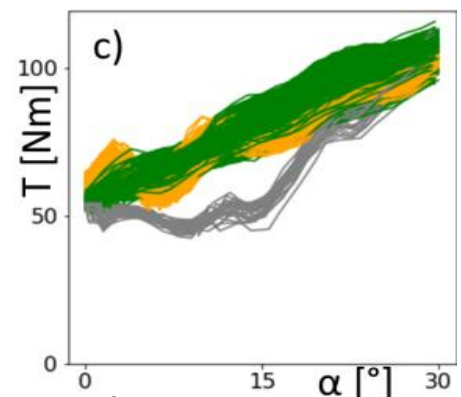
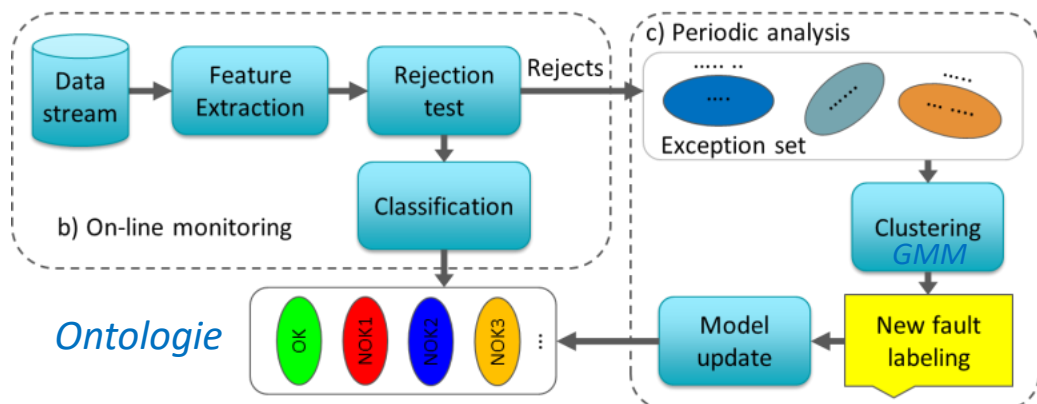
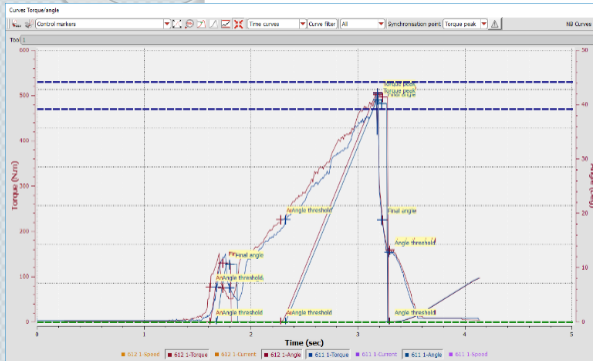
- Obj. : jumeaux numériques du procédé pour l'aide à la décision
- **Smart drilling** : thèse de Luc Gerber (co-dir. I2M-LS2N)
- SHS : acceptabilité techno. FoF et engagement au travail





I.A. pour le monitoring de vissage

Obj.: I.A. pour découvrir des défauts inconnus (par ML+KM)
 (proc. peu mature, tr. dataset)



M. Ferhat, M. Ritou, P. Leray, N. Le Du, Incremental discovery of new defects: application to screwing process monitoring, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 70 n°1, p. 369-372, 2021.

Robotique XXL pour fabrication et inspection



proxinnov



LUCAS
linear axis, gantry robots



 **BRIAND**

NAVAL
GROUP

Projet AMATSUMARA

AAP « Défi Transfert Robotique »

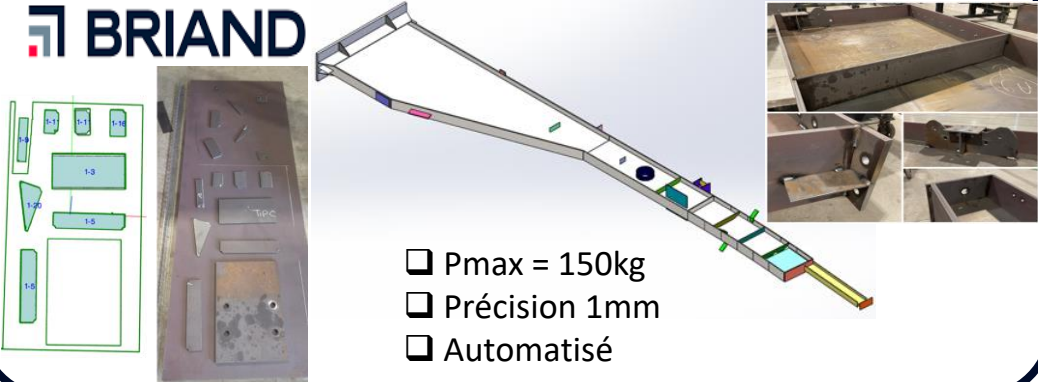


Benoît FURET – Mathieu RITOU – Andrea CHERUBINI

ANR-23-DMRO-0001

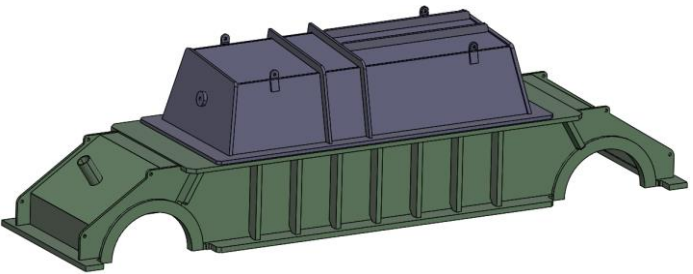
High precision tack welding of long & variable metallic parts *without specific dies, master models or tools*

BRIAND



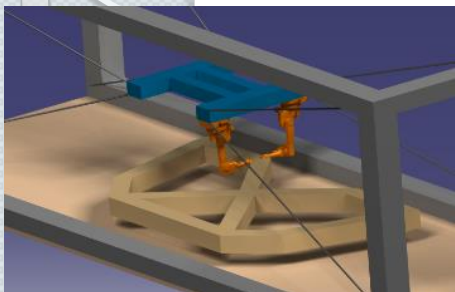
- Pmax = 150kg
- Précision 1mm
- Automatisé

**NAVAL
GROUP**

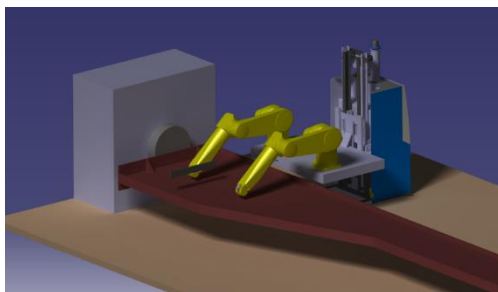


- Pmax = 300kg
- Précision 1mm
- Co-manip.

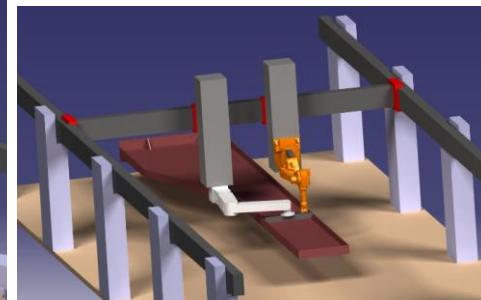
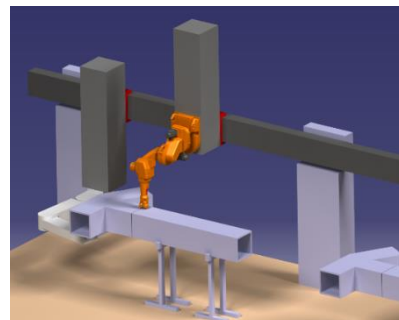
4 machines, challenged on 2 industrial use-cases,
with Digital Twin of real product & machine



CDPR & dual-arm robot



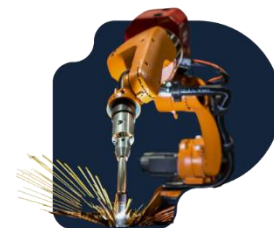
AGV & dual-arm robot



Cartesian (tracks or full gantry) & dual-arm robot

Common to the 4 solutions:

- Online measurement
- Automatic programming (OLP-CAM)
- Digital Twin of real product & machine
- Easy to use user interface



Contact: Mathieu RITOU, LS2N, mathieu.ritou@univ-nantes.fr



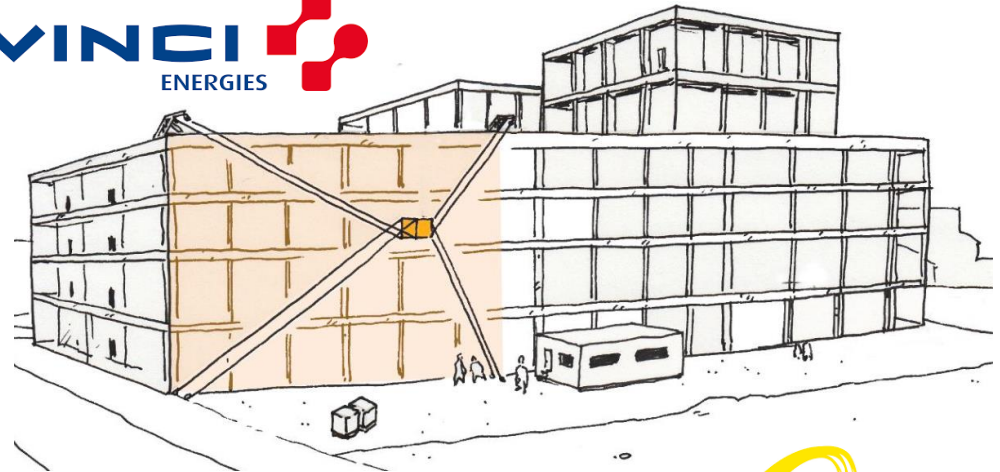
anr®

DTR Titanbot

Cable-driven Parallel Robots (CDPRs)

CDPRs offer many advantages:

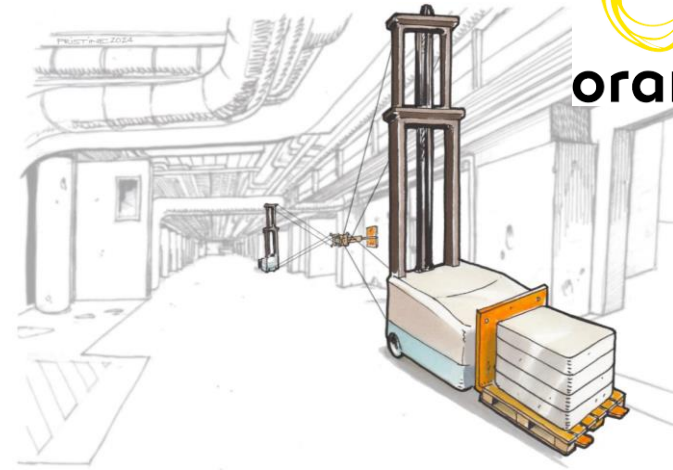
- large **workspace**
- easy to **install** and **deploy**
- high **payload** capacity
- good **dynamic** performance



CHU
NANTES



orano



[IJClab] Colloque IA en ingénierie mécanique - 04/06/2025

I.A. et Jumeaux Numériques pour fabrications industrielles

Mathieu Ritou

Professeur des Universités

LS2N (Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes, UMR 6004)

IUT de Nantes (départ. GMP), CIRP Associate member.

mathieu.ritou@univ-nantes.fr

