

- Séminaire pédagogique

*Jumeaux Numériques pour l'enseignement en génie mécanique*

- Jumeau assemblage campus Bordeaux au sein de la plateforme X-Manufacturing



le cnam



# Plateforme X-Manufacturing

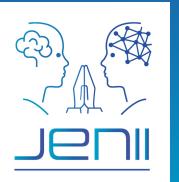


- **Autour des 3 piliers de l'école :**

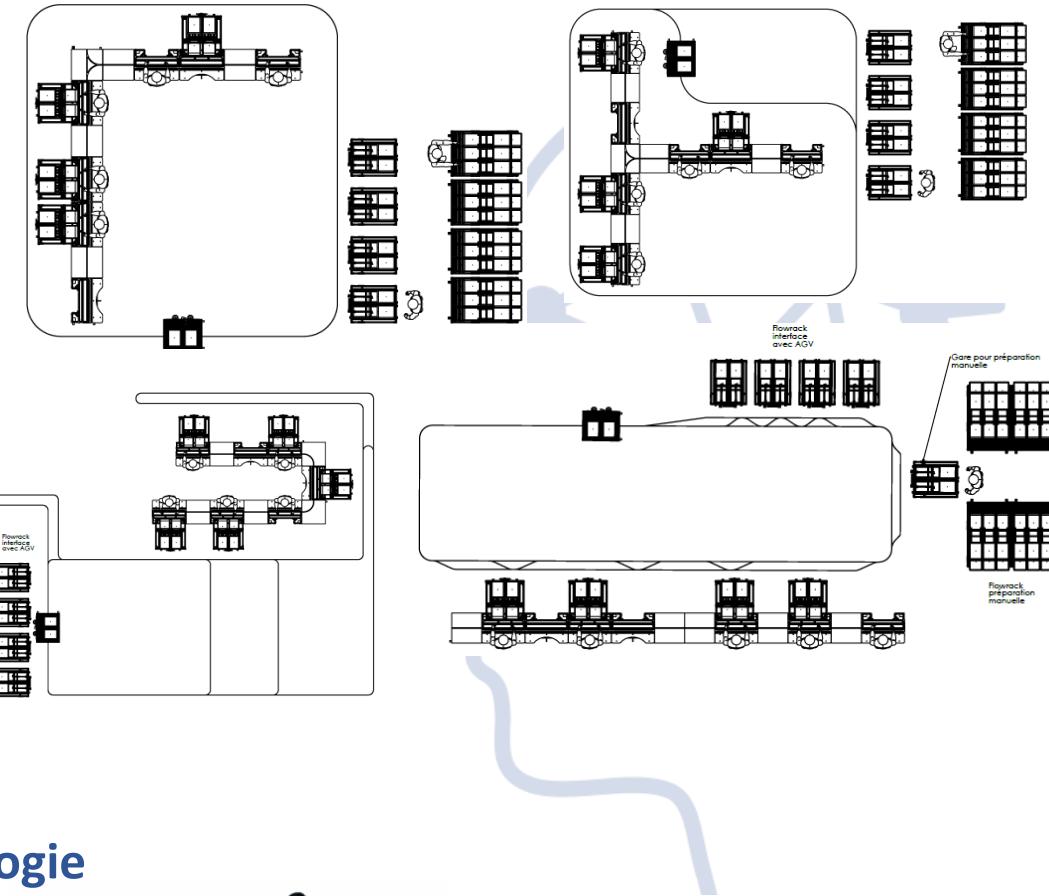
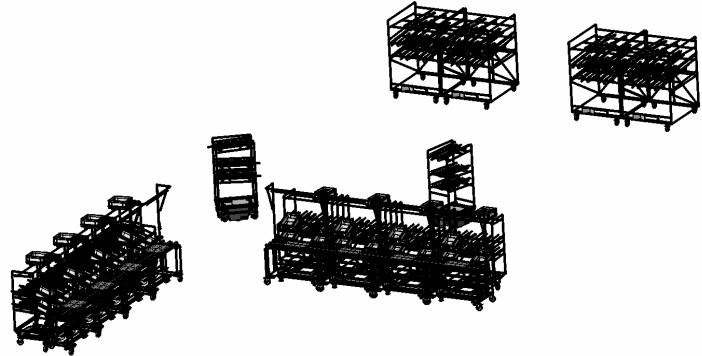
- Formation :
  - Activités pédagogiques autour du Génie industriel
- Recherche :
  - Expérimenter les enjeux de reconfigurabilité des moyens
  - Aborder les enjeux de démantèlement de produits en fin de vie
- Valorisation/Transfert
  - Accompagner les entreprises dans leur enjeu d'industrialisation. « Bac à sables » pour tester/expérimenter



# Plateforme X-Manufacturing



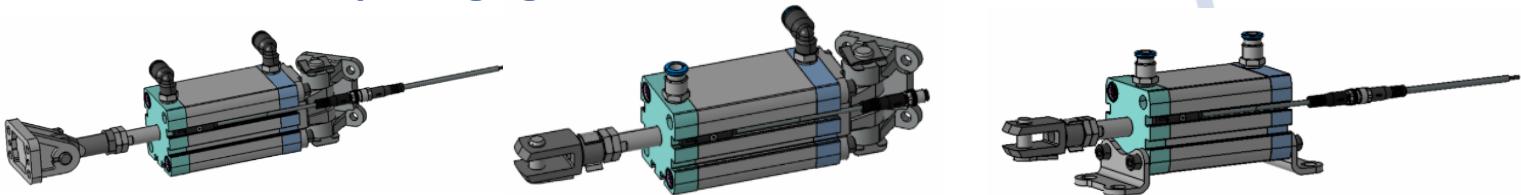
## • Plateforme reconfigurable



## Modularité du poste



## Cas d'étude en pédagogie



# Plateforme X-Manufacturing



## • A terme



## Assistances possibles



## Aide au vissage



# RA via solution DIOTA

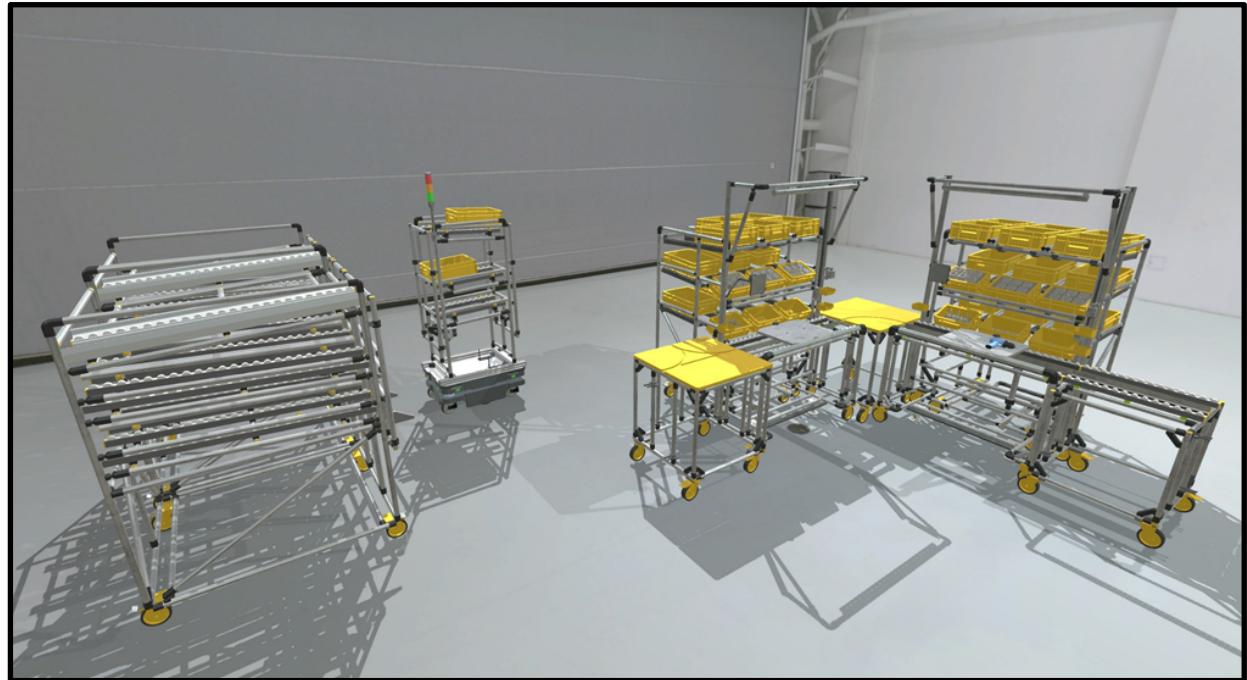


## RA projetée au poste, avec gestion des interactions

# Jumeau numérique



- **Environnement**



Diversité des organisations

Diversité des scénarios de production

Multi-joueurs



**Poste seul (privilégier réalité mixte) pour  
le confort des utilisateurs**



# Apprentissage par le jumeau



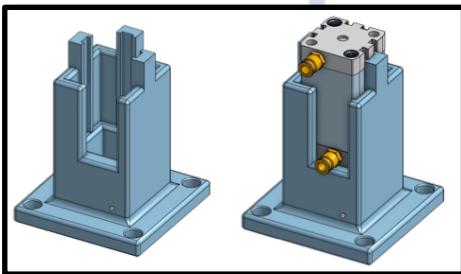
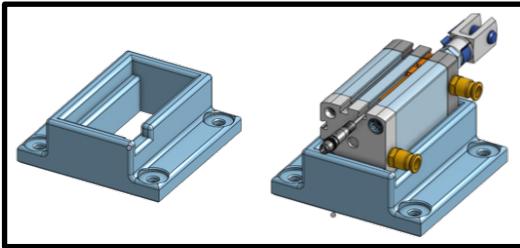
Appréhender le poste à l'échelle

Suivre scénario guidé montage

Identifier les erreurs de montage

Analyser / proposer outillage particulier

Etudier l'organisation du poste



Intérêt majeur : pas le jumeau physique



Privilégier le montage libre (avec contraintes d'antécédences)

Multi-joueur (1 manipulateur, 1 observateur) / 2 manipulateurs

Manipulation fine difficile à retranscrire -> rien ne remplace l'utilisation en réel

# Apprentissage au jumeau

## PIS PM

Bloc de compétences	Compétences	Modalités d'évaluation	Critères d'évaluation
<b>Jumeau Numérique (JN)</b> Définir un JN, spécifier les étapes de déploiement d'un JN	Analyser une situation industrielle pour en formuler l'usage du JN		L'usage est formulé de manière à comprendre les enjeux, les besoins et les conséquences de la mise en place du JN
	Définir ce qu'est une donnée pertinente et citer les différents types d'instrumentation classiques		Les caractéristiques d'une donnée pertinente sont expliquées et les pièges à éviter précisés. Les performances d'un système de mesure sont résumés.
	Sélectionner le type de modèle ou d'algorithme pertinent pour l'usage du JN choisi		Un algorithme ou un modèle est proposé puis exécuter. Les résultats sont analysés pour vérifier leur cohérence et pertinence.
	Proposer une interface homme machine pour l'usage du JN.		Un outil d'interaction entre l'homme et la machine est proposé, les informations renvoyées via cet outil sont précisées.
	Citer les enjeux hardware d'un jumeau numérique.		Les ressources hardware nécessaires pour le déploiement d'un JN sont citées. Quelques solutions technologiques existantes sont listées.

# Apprentissage au jumeau

Volume horaire global	Répartition du volume horaire <i>(indiquez le volume horaire)</i>									
	Cours Magistral :	8h	Travaux Dirigés :	4h						
28h	Projet Encadré :	8h	Travaux Pratiques :	8h						
Mode d'évaluation <i>(cochez la case correspondante)</i>	Contrôle continu		Rapport & Soutenance	X	Rapport		Orale		Non évalué	

## Compétences visées :

A la fin de la séquence, l'apprenti devra être capable :

- D'expliquer les caractéristiques d'un jumeau numérique et de le distinguer des autres concepts (maquette numérique, ombre numérique...)
- De mettre en place la démarche de déploiement d'un jumeau numérique (différents niveaux taxonomiques selon l'étape) :
  - analyser et délimiter l'objectif (niveau 4),
  - exprimer le besoin en données (niveau 2),
  - cibler un type de modèle (niveau 4),
  - proposer de possible interfaces homme machine (niveau 2)
  - citer les enjeux hardware d'un jumeau numérique (niveau 2)

## Pré-requis :

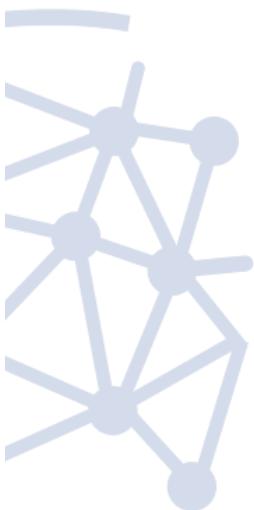
Connaissances (niveau 1-2) en instrumentation, en modélisation physique.

Compréhension des statistiques.



# Apprentissage au jumeau

Les activités d'enseignements alterneront entre des cours, des sessions de discussions et de prise en main d'un logiciel de machine learning, et des sessions de TP / projet. La séquence sera évaluée au travers de la réalisation d'un projet et de sa restitution.



## Module 1 (env. 2h de cours) : Les jumeaux numériques

Contenu : Définition, exemple d'utilisation, démarche de construction basé sur l'usage

AAV : Définir un jumeau numérique, formuler l'usage d'un JN, illustrer ses avantages et inconvénients

## Module 2 (env. 2h de cours) : La donnée

Contenu : Big vs Smart data, initiation à la théorie de l'information, corrélation vs causalité, instrumentation

AAV : Formuler la démarche pour extraire la donnée pertinente, Nommer des types d'instrumentation usuel



## Module 3 (env. 2h de cours et 4h de TD) : Initiation à l'IA et au Machine Learning

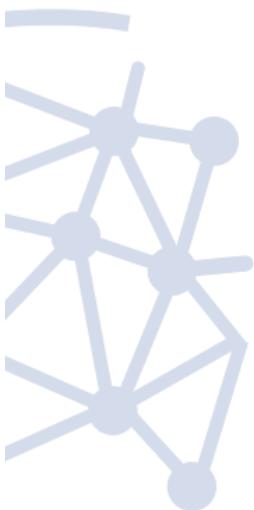
Contenu : IA et Data mining pour l'ingénieur, principaux algorithmes

AAV : Sélectionner et tester des algorithmes d'IA sur des cas classiques, comparer et analyser les résultats obtenus.

## Module 5 (8h de TP) : Utilisation du JN de la chaîne d'assemblage

Contenu : slide suivante

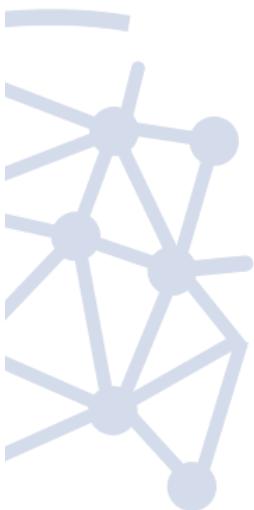
AAV : tester une IHM RA/RV, tester un logiciel de création de JN, appréhender une partie des limites du JN.



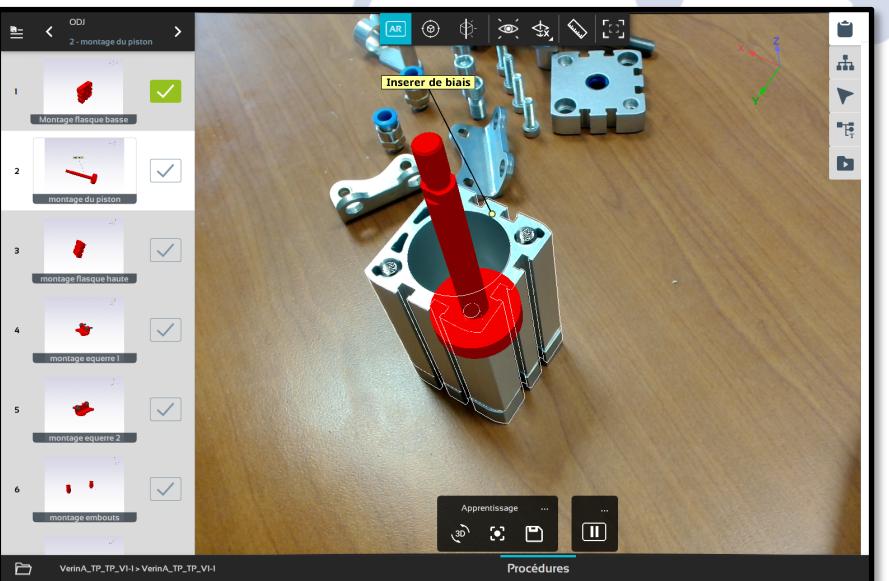
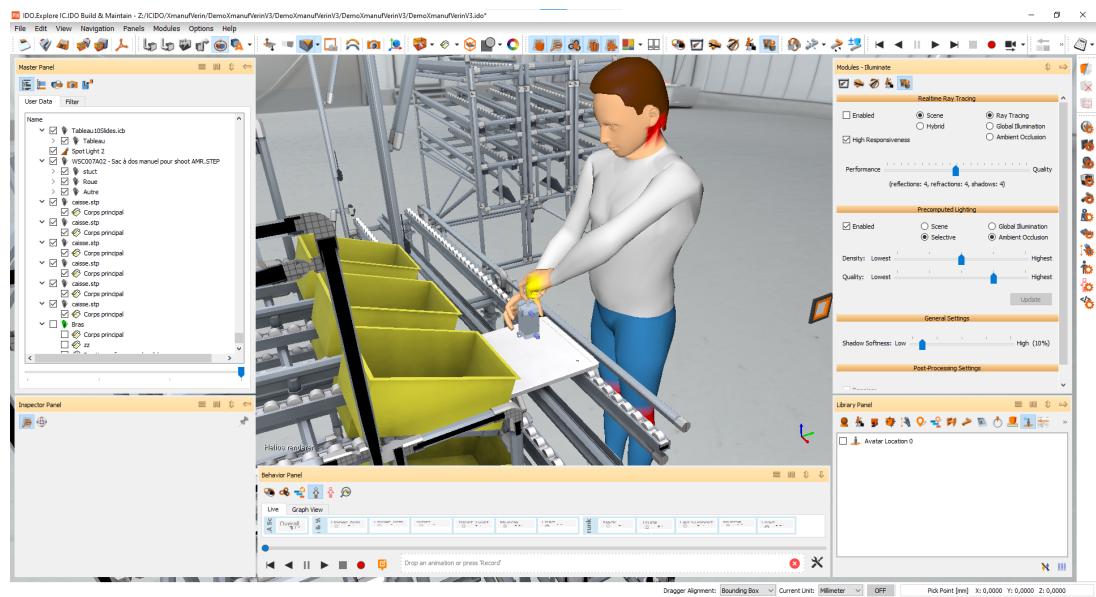
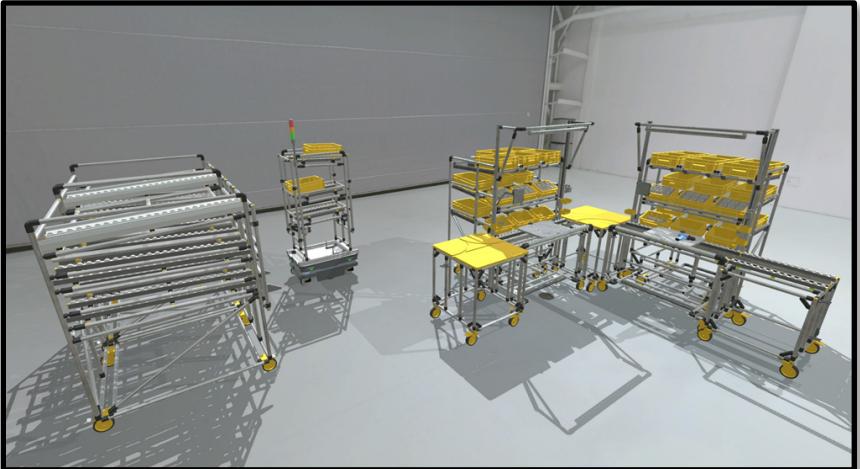
## Module 6 (8h de projet) : Transfert sur un cas industriel

Contenu : Faire travailler les apprenants soit sur un cas tiré de la liste des JN de l'AIF soit sur un cas dans leur entreprise.

AAV : Mettre en œuvre les compétences acquises au cours du module sur un exemple concret



# Apprentissage au jumeau





**Le projet JENII (JENII – ANR-21-DMES-0006) financé par l'ANR (Agence nationale de la recherche) dans le cadre de l'appel à projet DemoES du PIA4 a débuté le 2 Novembre 2021 pour une durée de 4 ans.**

**Ce projet coordonné par Arts et Métiers Sciences et Technologies – École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers réunit le CESI, le CNAM et le CEA.**



[linkedin.com/company/jenii](https://www.linkedin.com/company/jenii)



@projet\_jenii



@projet\_jenii



le cnam