

- **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



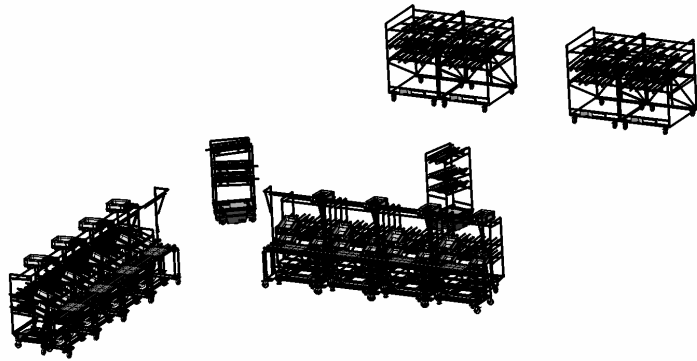
- **Autour des 3 piliers de l'école :**
 - Formation :
 - Activités pédagogiques autour du Génie industriel
 - Recherche :
 - Expérimenter les enjeux de reconfigurabilité des moyens
 - Aborder les enjeux de démantèlement de produits en fin de vie
 - Valorisation/Transfert
 - Accompagner les entreprises dans leur enjeu d'industrialisation. « Bac à sables » pour tester/expérimenter



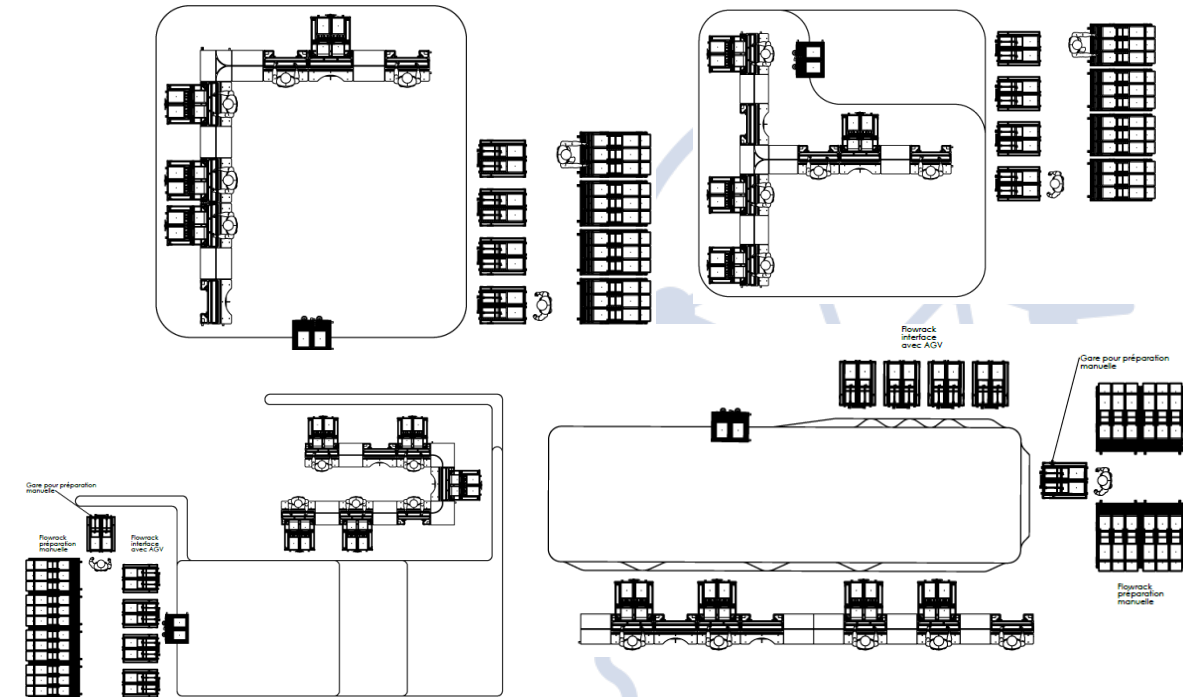
Plateforme X-Manufacturing



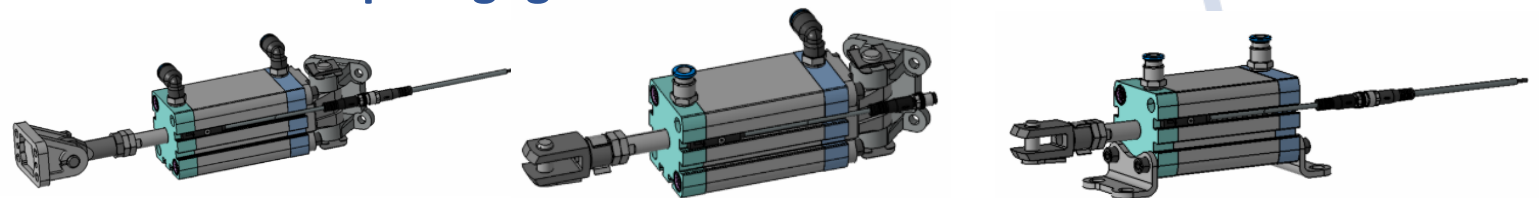
- Plateforme reconfigurable



Modularité du poste



Cas d'étude en pédagogie



Plateforme X-Manufacturing



• A terme



Assistances possibles



Aide au vissage



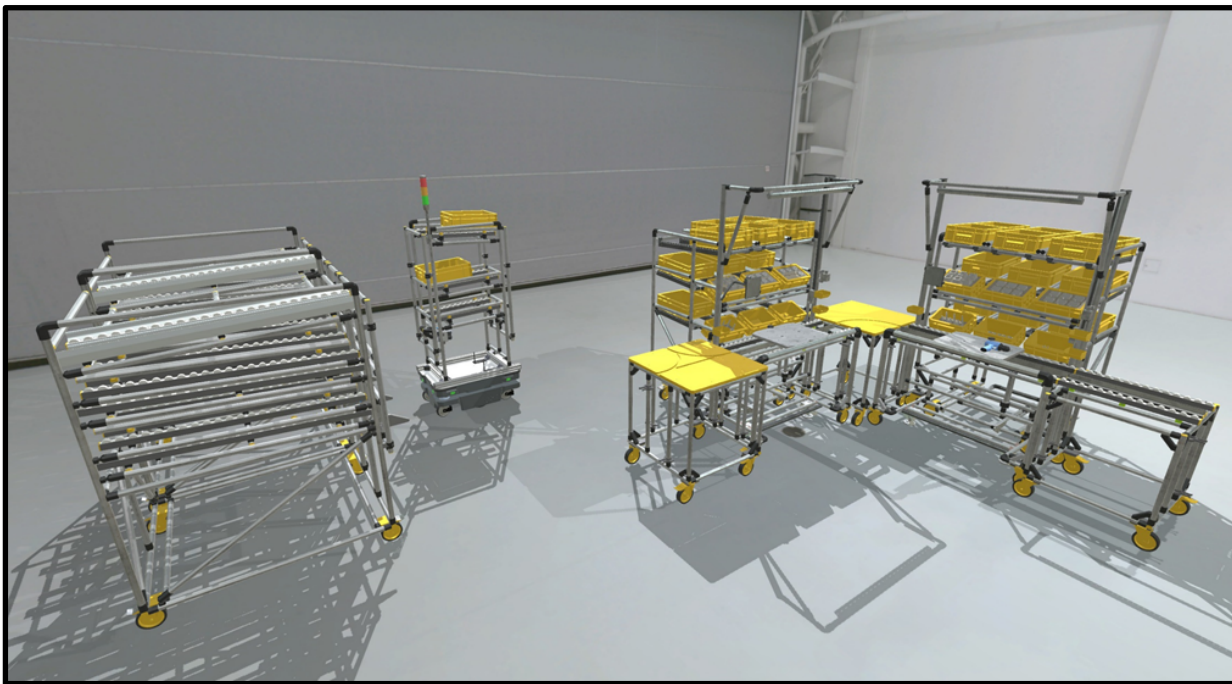
RA via solution
DIOTA



RA projetée au
poste, avec
gestion des
interactions



- Environnement



Diversité des organisations
Diversité des scénarios de production
Multi-joueurs

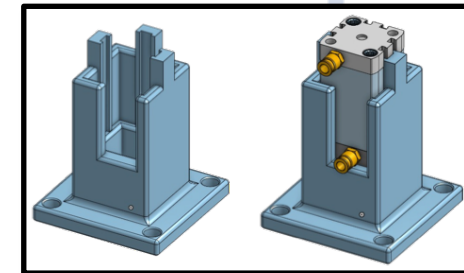
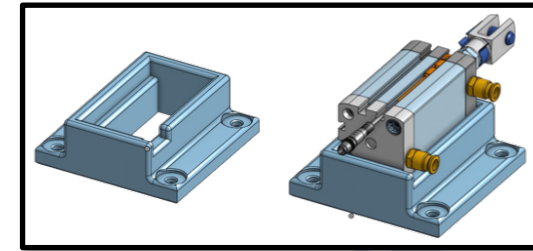


Poste seul (privilégier réalité mixte) pour
le confort des utilisateurs

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
Jumeau Numérique (JN) 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 retournées via cet outil sont précisées.
	Citer les enjeux hardware d'un jumeau numérique.		Les ressources hardware nécessaires pour le déploiement d'un JN sont cités. Quelques solutions technologiques existantes sont listées.

Apprentissage au jumeau



Volume horaire global	Répartition du volume horaire (indiquez le volume horaire)								
28h	Cours Magistral :	8h	Travaux Dirigés :	4h					
	Projet Encadré :	8h	Travaux Pratiques :	8h					
Mode d'évaluation (cochez la case correspondante)	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 alternent 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.

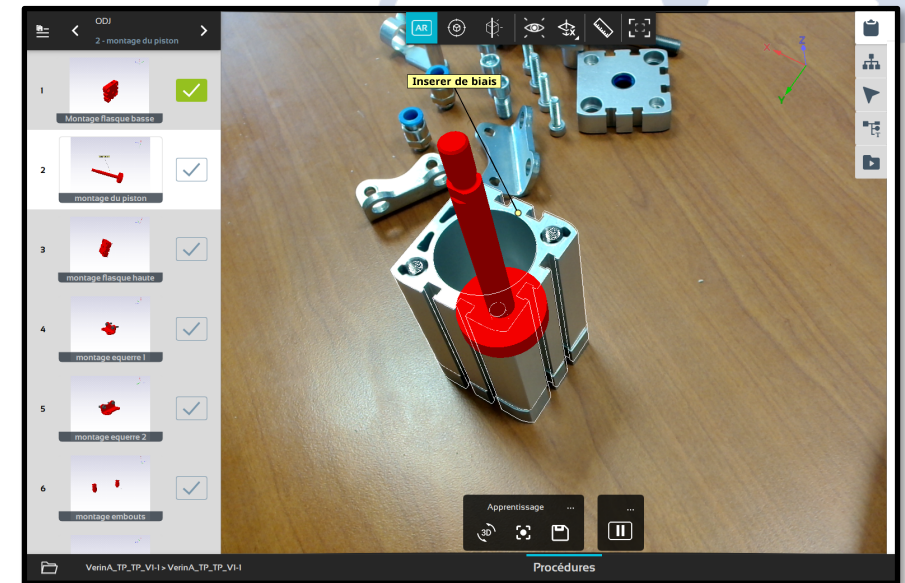
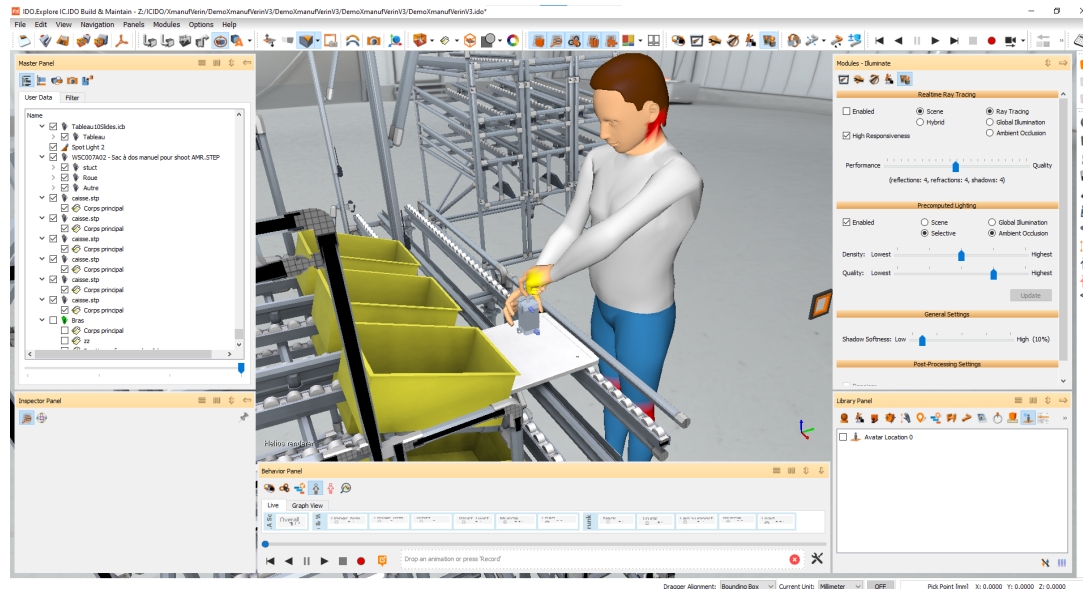
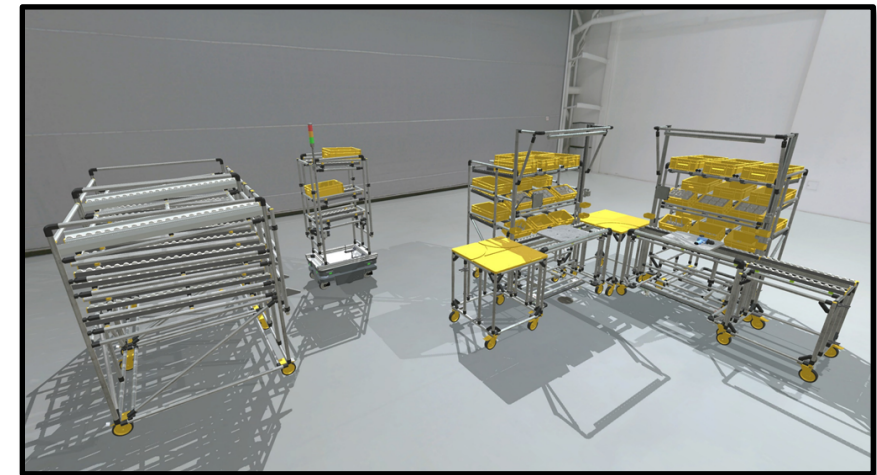
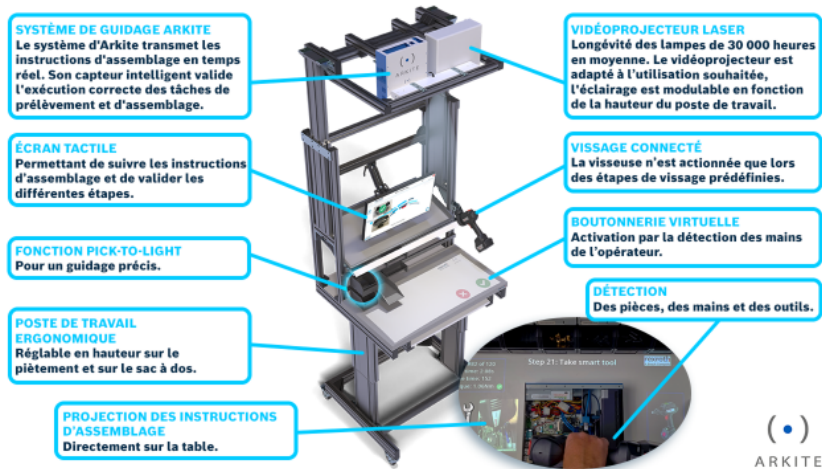
Module 6 (8h de projet) : Transfert sur un cas industriel

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



Ce projet a été financé en tout ou partie, par le programme d'investissement d'avenir au titre du projet JENII – ANR-21-DMES-0006



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.

