

Sujet de stage M2, projet de fin d'études 2026

**Évaluation des jumeaux numériques pour la santé et la sécurité au travail en démantèlement nucléaire**

**Lieu de stage :** Équipe CSIP, Laboratoire ICube (INSA Strasbourg), 24 Boulevard de la Victoire – Strasbourg

**Encadrement :** Giovanny ARBELAEZ [arbelaezgarces@unistra.fr](mailto:arbelaezgarces@unistra.fr), Bertrand ROSE [bertrand.rose@unistra.fr](mailto:bertrand.rose@unistra.fr)

**Mots clés :** Jumeau numérique, Réalité virtuelle, SST, Démantèlement nucléaire, Facteurs humains

**Durée :** 5–6 mois

**Période :** mars – août 2026

**Gratification :** selon la réglementation en vigueur

**Contexte et motivation :**

Le démantèlement des centrales nucléaires constitue l'un des grands enjeux industriels des prochaines décennies. Ces opérations se déroulent dans des environnements complexes et contraints, combinant exposition radiologique, accès difficiles, structures vieillissantes et procédures strictes de sûreté. La préparation des interventions est donc critique pour limiter les risques pour les opérateurs, réduire la charge mentale et garantir le respect du principe ALARA (réduction maximale de l'exposition aux rayonnements).

Les **jumeaux numériques**, associés à la **réalité virtuelle (VR)**, permettent aujourd'hui de créer des répliques virtuelles interactives des installations nucléaires, dans lesquelles il est possible de simuler les opérations avant leur réalisation réelle. Les opérateurs peuvent ainsi visualiser l'environnement, tester des scénarios d'intervention, anticiper les risques et s'entraîner dans un cadre sûr.

Dans le cadre du projet européen [DORADO \(2024–2027\)](#), des démonstrateurs de jumeaux numériques immersifs ont été développés pour la planification et la sécurisation du démantèlement nucléaire. Toutefois, la valeur réelle de ces outils dépend de leur appropriation par les acteurs de terrain. Ce stage vise donc à **évaluer comment les opérateurs, ingénieurs et responsables de chantier perçoivent l'apport de ces technologies pour leur sécurité, leur préparation et leur bien-être au travail**.

**Objectifs du Stage :**

- Utiliser un démonstrateur VR représentant une zone de centrale nucléaire (modèle 3D + avatar d'opérateur animé).
- Concevoir un protocole d'évaluation (questionnaires, entretiens) sur la sécurité perçue, la charge mentale et la préparation des tâches.
- Faire tester le démonstrateur à des acteurs du démantèlement (EDF, prestataires).
- Analyser les résultats afin de mesurer l'impact perçu des jumeaux numériques sur la SST.
- Formuler des recommandations pour leur intégration dans la formation et la planification des interventions.

**Méthodologie et Plan de Travail prévisionnel :**

1. Prise en main du démonstrateur VR et revue de littérature ciblée.
2. Conception des outils d'enquête (questionnaire, guide d'entretien).
3. Sessions de test avec des professionnels du démantèlement et collecte de données.
4. Analyse quantitative et qualitative, rédaction du rapport et recommandations.

**Profil recherché :**

Étudiant(e) en Master 2 en génie industriel, ou ergonomie et facteurs humains, avec un intérêt pour la réalité



virtuelle, la sécurité industrielle et les environnements à risque.

**Financement :**

Ce travail bénéficie d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du LabEx DRIIHM, programme « Investissements d'avenir » portant la référence ANR-11-LABX-0010.

**Références :**

Un travail bibliographique initial permettra de compléter les références fournies au démarrage du projet. Un environnement de partage de données sera mis en place.

- [1] G. Arbelaez Garces, B. Rose, T. Blandet, I. Rasovska, and Q. Misslin, "Ergonom.io: A Virtual Reality tool for Ergonomic Assessment of Industrial Workplaces," in *2023 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, Jun. 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICE/ITMC58018.2023.10332431.
- [2] G. Arbelaez Garces, B. Rose, T. Blandet, I. Rasovska, Q. Misslin, and R. Mathis, "A tool for ergonomic assessment of industrial workplaces: the Ergonom.io case," *Int. J. Interact. Des. Manuf. IJIDeM*, Nov. 2024, doi: 10.1007/s12008-024-02159-5.
- [3] Jacques, M.-B., Räty, A., Cabrerizo, J. A. R., & Daniska, D. (2025). European collaborations for safe and efficient dismantling : Digital twins, ontology and data exchange. *EPJ Nuclear Sciences & Technologies*, 11, 19. <https://doi.org/10.1051/epjn/2025022>

