

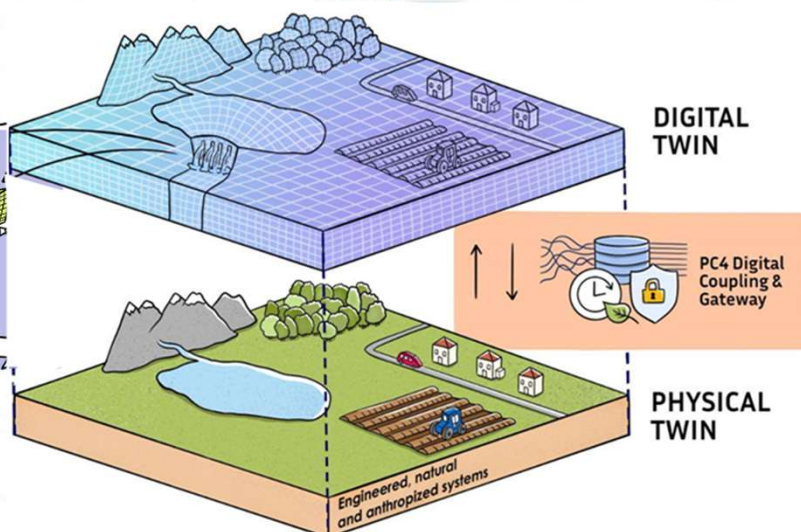
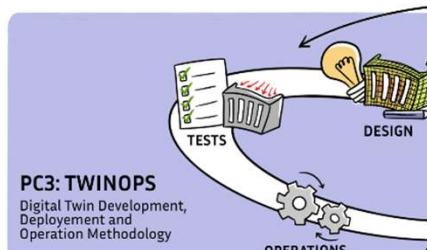
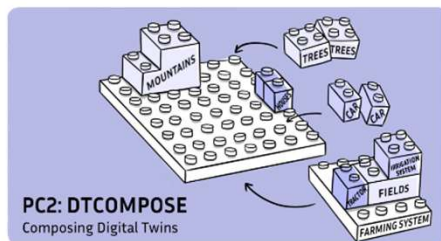
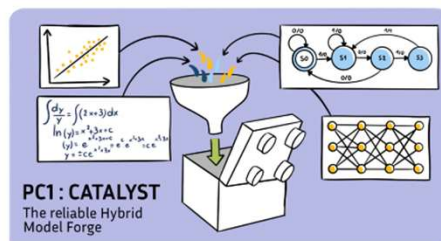
SYNCRONIC

Smart and Sustainable SYNCHRONization for Reliable Digital Coupling and Infrastructure

Hind BRIL EL HAOUZI

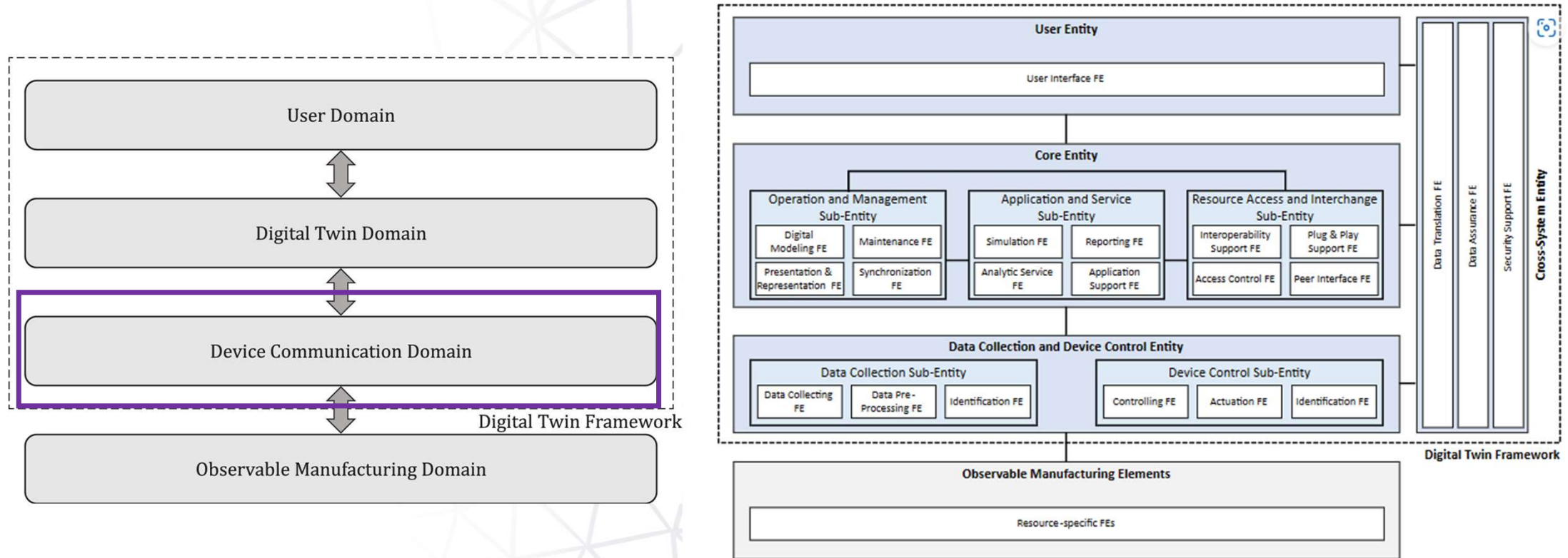
Université de Lorraine, CNRS

Contexte et enjeux



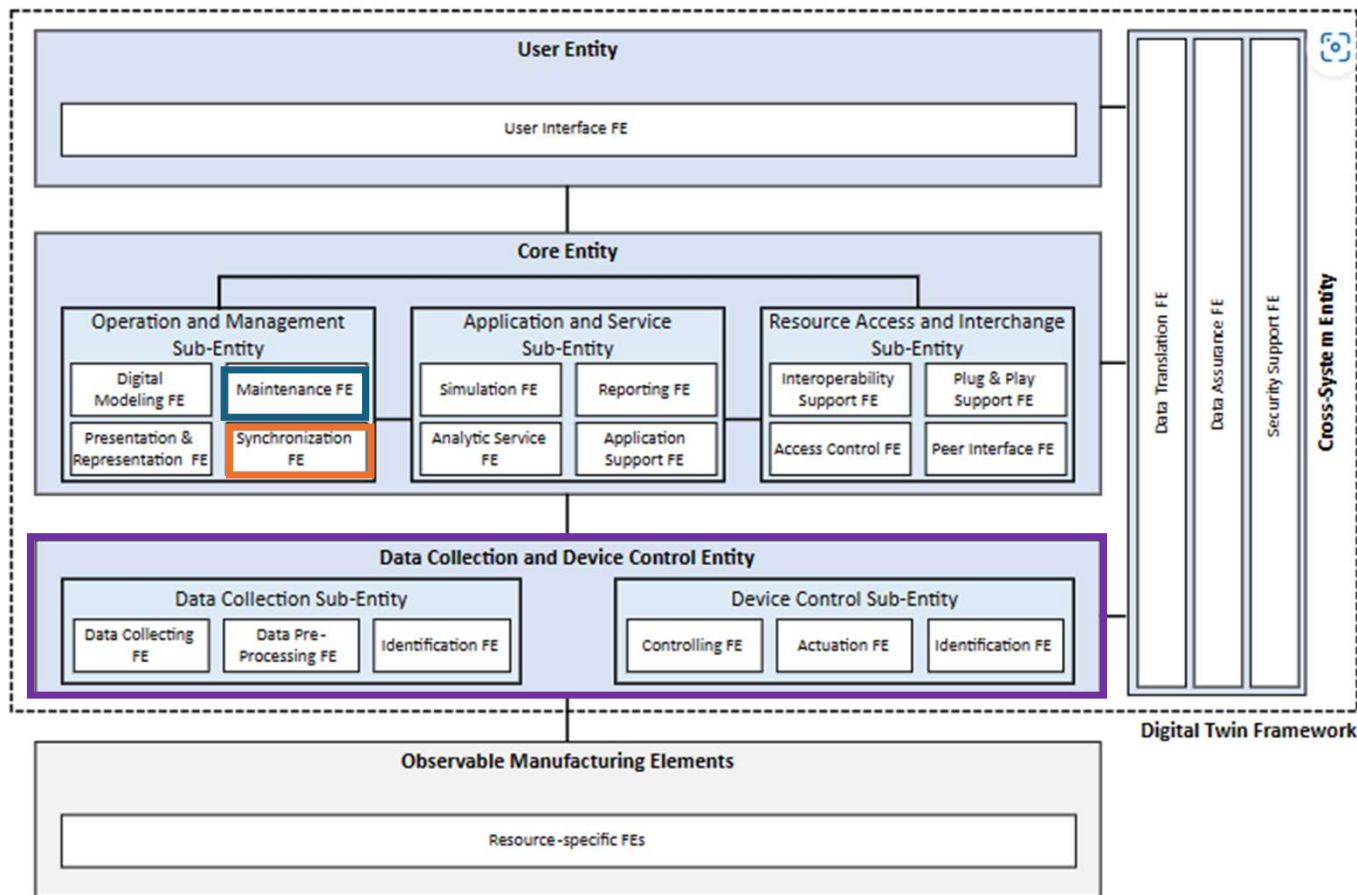
La synchronisation,
les infrastructures
nécessaires,
les performances non-
fonctionnelles.

Périmètre du projet



ISO 23247 Digital Twin Framework for Manufacturing

Périmètre du projet



WP1 : Stratégies frugales de collecte de données et de configuration de réseau

WP2 : Conditions de Synchronisation et Vérification spatio-temporelle

WP4.3 : Adaptation du JN et Contrôle, basés sur les données réelles



Organisation

WP1 : Stratégies frugales de collecte de données et de configuration réseau

Fabrice Theoleyre
Directeur de Recherche CNRS



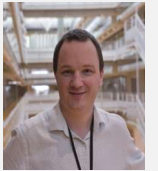
WP2 : Conditions de Synchronisation et Vérification spatio-temporelle

Liliana Cucu-Grosjean
Directeur de Recherche INRIA



WP4.3 : Adaptation du JN et Contrôle basés sur les données réelles

Ludovic CHAMOIN
Professeur des universités ENS Paris Saclay-IUF



UNIVERSITÉ DE NANTES



université
PARIS-SACLAY



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



INSA
INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON



Kick-off meeting 15 et 16 octobre à Nancy



WP4.1 : Stratégies frugales de collecte de données et de configuration réseau

Network Digital Twin (NDT)

Topologie, charge, latence/pannes, politiques (SDN/NFV/slicing/MEC)

Application/Asset» Digital Twin

DT-Système : état, prédiction, anomalies, maintenance, contrôle..

Les approches actuelles optimisent souvent :

- le DT **sans** le réseau (hypothèse réseau “idéal”)
- ou le réseau **sans** les besoins du DT (QoS générique)

Ambition : Passer d'un DT consommateur de données à un DT pilotant l'infrastructure.



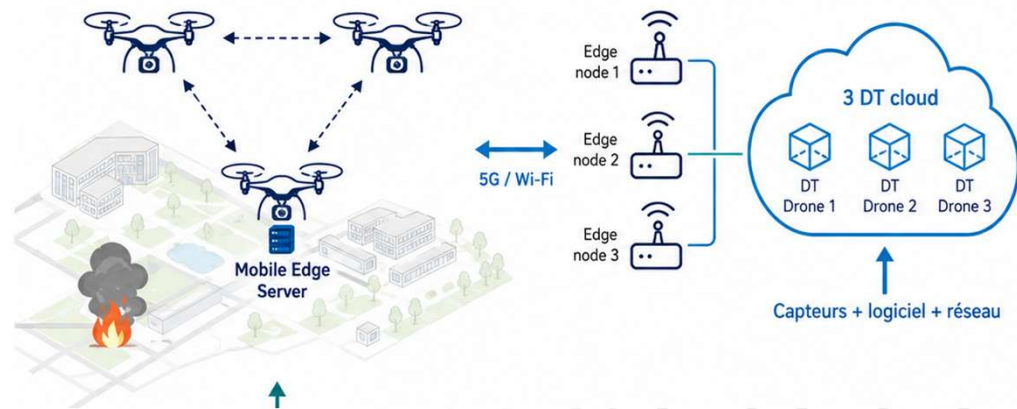
Vers une co-optimisation : le DT exprime des **besoins** (QoS/QoE, criticité..), le NDT fournit des **garanties** et des **actions** réseau.

WP4.1 : Stratégies frugales de collecte de données et de configuration réseau

Equipe : ICube (CNRS), Maracas (INRIA), INSA de Lyon Agora (INRIA) et CRAN (UL,CNRS) – 7 membres permanents + 2 doctorants + club doctorants..

- Objectif : assurer un couplage fiable et économe en ressources de l'écosystème JN
 - Mettre en œuvre des cadres, modèles, et outils pour la co-optimisation entre le JN de l'actif (QoS/QoE, criticité..) et JN du réseau (garanties et configuration réseau)
 - Formalisation des KPI
 - Développement et exploration de what-if scénario pour une reconfiguration dynamique de réseaux
 - Réduction de l'empreinte environnementale du JN via des politiques de collecte et transmission adaptées.
 - Sélection et placement optimal des capteurs,
 - Minimisation des coûts énergétiques et des volumes de données,
 - Intégration de métadonnées, télémétrie passive et contextualisation des mesures.

WP4.2 : Conditions de Synchronisation et Vérification Spatio-Temporelle



Dans quelles conditions le JN reste t-il synchronisé et suffisamment fiable pour la prise de décision sûre et multi-niveaux?

Constats :

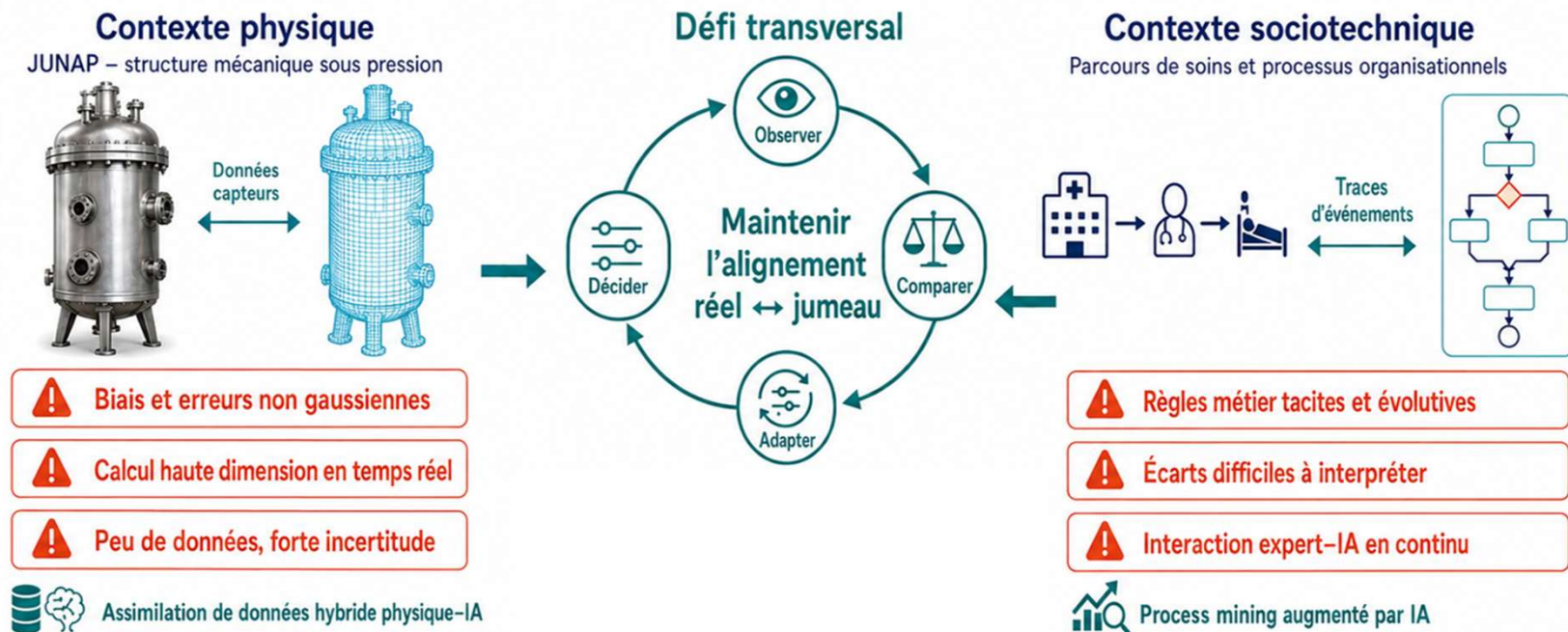
- Synchronisation périodique, un monitoring local et une vérification réalisée avant le déploiement.
- Pas de prise en compte des effets du réseau et du calcul distribué.
- Pas de prise en compte du caractère multi-niveaux.

WP4.2 : Conditions de Synchronisation et Vérification Spatio-Temporelle

Equipe : Kopernic (Inria), UGA, GREAH (Univ. Le Havre), CRAN (CNRS), Loria (UL), 2 doctorants + 1 postdoctorant

- Objectif : garantir une synchronisation fiable, sûre et en temps réel entre le jumeau physique (JP) et le jumeau numérique (JN).
 - Modéliser formellement les conditions de synchronisation : fréquence de mise à jour, échantillonnage, fraîcheur des données et tolérance à la latence...
 - Développer des modèles probabilistes associés à des techniques de vérification à l'exécution.
 - Valider le comportement temporel du JN sous contraintes de disponibilité et de qualité des données de surveillance.
 - Détecter les écarts, anomalies et cyberattaques susceptibles d'altérer les flux de données et la cohérence JP-JN.

WP4.3: Adaptation et Contrôle Basés sur les Données Réelles



Comment développer des jumeaux numériques adaptatifs capables de s'aligner continuellement avec les données du monde réel ?

WP4.3: Adaptation et Contrôle Basés sur les Données Réelles

Equipe : LMPS (CNRS) avec MEDISIM (Inria), LS2N (CNRS), Aniti (Univ. Toulouse 3), CRAN (UL, CNRS) 7 membres permanents + 3 doctorants+ Club doctorants

- Objectif: Intégrer et exploiter les données ou évènements du JP en continu pour l'adaptation des modèles du JN :
 - Développer des méthodes d'assimilation de données à grande échelle pour les jumeaux numériques soumis à des erreurs complexes, biaisées et non gaussiennes
 - Exploration des substituts basés sur l'IA, des modèles de diffusion et des mécanismes d'attention pour améliorer la précision et l'efficacité des modèles physiques ou géométriques.
 - Mettre en œuvre des méthodes de *process mining* augmenté par IA pour l'adaptation des jumeaux numériques de systèmes sociotechniques, via l'identification des déviations et l'élicitation de règles métiers.

Conclusion

Ambition : garantir un couplage numérique fiable, sûr et économe en ressource



WP4.1 — Données frugales & réseau

Co-optimisation jumeau $\leftrightarrow$ réseau (NDT), collecte sobre, placement des capteurs, empreinte réduite



WP4.2 — Synchronisation & vérification

Conditions formelles de synchronisation, vérification à l'exécution, sûreté, sécurité et performance temporelle



WP4.3 — Adaptation par les données

Assimilation de données à grande échelle, substituts IA, process mining augmenté pour des jumeaux adaptatifs

Au-delà des résultats scientifiques



Communauté

Partenaires industriels, GDR MACS, GDR RSD, GDR SciLog SAGIP



Briques & démonstrateurs

Démonstrateurs communs, briques open-source réutilisables



Formation

7 doctorants + club de doctorants