

# HERMES-Design :

Human-Centric Collaborative Architectural Decision-Making for Secure System Design

---

Abdelhakim Baouya & Brahim Hamid

Advisors: Otmane Ait Mohamed & Saddek Bensalem

28 décembre 2025

IRIT-UT2J

# Contexte et Problématique Centrale

## Objectif Principal

Développer un cadre de modélisation formel intégrant les **facteurs humains** (expertise et expérience des membres de l'équipe) dans la prise de décision architecturale collaborative.

## Problème à Adresser

Les contraintes de prise de décision liées aux facteurs humains sont souvent ignorées dans les outils actuels.

## Nature du Système

Nous nous concentrons sur les architectures **Systèmes Cyber-Physiques (CPS)** critiques, notamment les systèmes satellitaires (GPS).

# Justification du Choix : L'Approche Habilitante

## Fondement

Notre travail considère l'humain comme un **partenaire** et non un problème.

## Limites des autres approches

- **Contrainte (Constraining)** : Vise à limiter l'influence humaine (ex : automatisation, politiques strictes). Limite : Conduit à des solutions de **contournement non sécurisées** lorsque les politiques ne sont pas alignées sur les tâches primaires.
- **Considération (Considering)** : Vise à améliorer l'utilisabilité des technologies de sécurité. Limite : Est **insuffisant** pour faire face aux menaces sophistiquées et n'exploite pas pleinement le potentiel humain.

# Justification du Choix : L'Approche Habilitante

## Fondement

Notre travail considère l'humain comme un **partenaire** et non un problème.

DOI:10.1145/3665665

**Focusing on “enabling approaches” that treat humans as partners adds another layer of protection to our cybersecurity defenses.**

BY VERENA ZIMMERMANN, LORIN SCHÖNI, THIERRY SCHALTEGGER, BENJAMIN AMBUEHL, MELANIE KNIEPS, AND NICO EBERT

# Human-Centered Cybersecurity Revisited: From Enemies to Partners

## Notre Approche : Habilitante (Enabling)

- Traiter l'humain comme une **ressource précieuse** et un partenaire égal à la technologie dans des systèmes sociotechniques SCPS.
- Permet de modéliser l'expertise individuelle et les **forces humaines** afin d'évaluer leur contribution positive à la sécurité et à la résilience.

# Structure du Projet : Les Trois Objectifs Clés

## 1. Objectif 1 : Connaissance du Système

- Compréhension globale et identification des fonctionnalités prévues.
- **Tâche 1** : Métamodèle utilisant le formalisme composant-port-connecteur.

## 2. Objectif 2 : Implication Humaine (Expertise)

- Rassembler l'expertise des individus impliqués dans la validation.
- **Tâche 2** : Modéliser formellement le domaine d'expertise pour le raisonnement mathématique.

## 3. Objectif 3 : Structure et Automatisation (Fusion)

- Structurer la connaissance et l'expertise pour faciliter l'automatisation.
- **Tâche 3** : Intégration et analyse mathématique.

# Étude de Cas : CPS Satellitaire (GPS)

## Cas d'Usage

Le GPS représente une infrastructure critique de type CPS.

- **Menaces Environnementales (Integrity)** : rayonnement solaire, SEU, interruptions.
- **Menaces Humaines/Cyber** : attaques ou manipulation nécessitant une intervention humaine.

## Modélisation des Acteurs Humains (Joueurs)

- $P_o$  : personnel en orbite, commandes et remplacements ( $\beta$ )
- $P_g$  : personnel au sol, vérification et lancement ( $\omega$ )
- $P_{env}$  : environnement, défaillances ( $\alpha$ )

- Jeux Stochastiques Concourants (CSG)
- Vérification probabiliste avec PRISM-games
- Évaluation : Fiabilité (R), Disponibilité (A), Maintenabilité (M)
- Synthèse de stratégies optimales pour  $P_o$  et  $P_g$

## Bilan et Résultats Clés

- Première implémentation CSG pour analyse RAM collaborative.
- Publications : SEAA 2024 et Journal of Systems and Software 2026.
- Maintenance  $P_o$  : +0.035 million vs  $P_g$
- Priorité aux remplacements en orbite pour maximiser la fonctionnalité.

# Retombées du Projet

## Scientifiques

Méthodes avancées de **security-by-design** pour systèmes critiques.

## Pédagogiques

Intégration dans l'enseignement des étudiants de Master.

## Industrielles

Outils pratiques pour améliorer la conception dès les phases initiales.

- **Travaux Immédiats :**

- Intégrer des équipes spécialisées dans des préoccupations de sécurité accrues et analyser la stratégie optimale pour l'ensemble des joueurs.

- **Extension Proposée : L'Humain en tant qu'Acteur de Survie**

- Nous souhaitons modéliser la fiabilité d'un **CPS with human in the loop** où la survie de l'être humain (acteur) dépend de sa capacité à se connecter au système pour rester en vie.
- Ceci pousse l'Approche Habilitante en analysant la **résilience** et le **comportement adaptatif humain** (le "sauveur") face aux situations imprévues, une force humaine essentielle.

Pour Plus de Détails

**Pour davantage d'informations, rendez-vous sur :**

<https://hermes-design.github.io/>



abdelhakim.baouya@irit.fr