



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

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).

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.

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.

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.

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 (β)
- P_g : personnel au sol, vérification et lancement (ω)
- P_{env} : environnement, défaillances (α)

- 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

- 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.

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 davantage d'informations, rendez-vous sur :

`https://hermes-design.github.io/`



`abdelhakim.baouya@irit.fr`