



**HAL**  
open science

## **Soumission d'équipe aux démonstrations - ENAC**

Alexandre Battut, Mathieu Cousy, Alexandre Duchevet, Jeremie Garcia, Jean-Paul Imbert, Sylvain Pauchet, Vincent Peyruqueou, Dong Bach Vo

### ► **To cite this version:**

Alexandre Battut, Mathieu Cousy, Alexandre Duchevet, Jeremie Garcia, Jean-Paul Imbert, et al.. Soumission d'équipe aux démonstrations - ENAC. IHM'25 - 36e Conférence Internationale Francophone sur l'Interaction Humain-Machine, Nov 2025, Toulouse, France. <hal-05312034>

**HAL Id: hal-05312034**

**<https://hal.science/hal-05312034v1>**

Submitted on 13 Oct 2025

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## Soumission d'équipe aux démonstrations – ENAC

ALEXANDRE BATTUT, MATHIEU COUSY, ALEXANDRE DUCHEVET, JEREMIE GARCIA, JEAN-PAUL IMBERT, SYLVAIN PAUCHET, VINCENT PEYRUQUEOU ET DONG BACH VO, Fédération de Recherche ENAC ISAE Supaéro ONERA, Université de Toulouse, France,  
[prenom.nom@enac.fr](mailto:prenom.nom@enac.fr)

note : les auteurs sont triés par ordre alphabétique

### 1. INTRODUCTION

Au sein de l'ENAC (École National de l'Aviation Civile) plusieurs entités s'intéressent aux interactions humain-machine.

L'équipe d'Informatique Interactive (LII) a pour objectifs de mieux comprendre le phénomène de l'interaction et de maîtriser la conception de systèmes interactifs plus performants. L'équipe s'articule autour de deux axes de recherche : Interaction Humain-Machine (IHM) et Ingénierie des Systèmes Interactifs (ISI).

L'axe « Interaction Humain-Machine » (IHM) conduit des recherches visant à améliorer la qualité et la performance des interactions entre humains et machines. Cet axe a pour domaine d'application les cockpits, les positions de contrôle, les postes de contrôle de drones, ou la préparation des vols. En dehors de l'aéronautique, il s'applique à d'autres systèmes critiques comme les hôpitaux et l'automobile.

L'axe « Ingénierie des Systèmes Interactifs » (ISI) conduit des recherches visant à améliorer l'ingénierie de ces systèmes en abordant les processus de définition, de conception, de réalisation et de vérification & validation. Les domaines d'application privilégiés par l'axe ISI sont : les systèmes complexes de manière générale possédant des caractéristiques importantes de répartition, d'interconnexion, d'adaptation, ou de partage d'information; les systèmes de transport qui présentent de fortes contraintes de performance, de disponibilité, mais aussi de sécurité et de sûreté.

L'équipe ACHIL est responsable de la plateforme de recherche éponyme (Aeronautical Computer Human Interaction Lab). Son but est d'étudier les interactions humain-système dans les domaines du cockpit et du contrôle aérien dans des environnements innovants. Elle cherche à analyser l'impact des nouvelles technologies sur les opérateurs, tels que les pilotes ou les contrôleurs aériens, en évaluant des aspects comme la performance, la charge cognitive, le stress ou la conscience de la situation. Grâce à des environnements de simulation réalistes, tels que des simulateurs de cockpit ou de tour de contrôle interconnectés, ACHIL permet de tester de nouveaux concepts et des prototypes, contribuant ainsi à la création de systèmes aéronautiques plus sûrs, intelligents et efficaces. Avec des chercheurs du laboratoire de l'ENAC, l'équipe ACHIL est impliquée au sein de consortiums internationaux dans plusieurs programmes de recherche appliquée financés par la Commission européenne.

Nous proposons de réaliser des démonstrations des projets suivants :

## 1.1 SAFESPECT

Le projet SAFESPECT [1], propose de Nouvelles visualisation et interactions en réalité augmentée (simulé en VR) pour soutenir l'inspection de façade avec un drone. La démonstration permet de comparer plusieurs modes de télépilotage (tablette, réalité augmentée et réalité augmentée adaptative au contexte de sécurité) pour réaliser des tâches d'inspection de façades (Figure 1).



Figure 1: Exemple de visualisations selon le contexte en réalité augmentée.

## 1.2 ASTAIR

Le contrôle du trafic aérien (ATC) repose à la fois sur des opérateurs humains et sur l'automatisation pour garantir la sécurité et l'efficacité. Avec l'augmentation du trafic aérien, l'automatisation est de plus en plus adoptée. Cependant, l'automatisation complète des opérations au sol dans les aéroports, c'est-à-dire le déplacement des avions entre les aires de stationnement et les pistes, reste irréalisable en raison de l'imprévisibilité du trafic au sol, notamment des retards d'avions, des passagers malades ou des perturbations météorologiques.

Dans le cadre du projet ASTAIR [2], nous étudions des stratégies visant à prendre en charge des niveaux dynamiques d'automatisation, en introduisant des interfaces et interactions qui améliorent la supervision grâce à un langage graphique spécifique au domaine et à des représentations explicites des niveaux d'automatisation. Nous introduisons également des contrôles croisés automatisés et générés par les contrôleurs pour surveiller les situations critiques et proposons des concepts d'interaction pour ajuster le niveau d'automatisation.

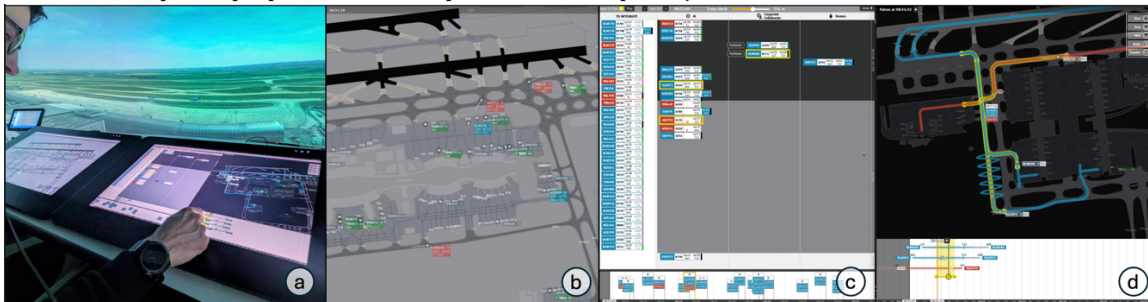


Figure 2: a) Interfaces dans le simulateur de tour de contrôle. b) Carte interactive de supervision de l'aéroport. c) Interface de supervision des vols. d) Carte interactive d'inspection.

La démonstration présentera les différentes interfaces utilisées lors d'expérimentations effectuées avec des contrôleurs aérien permettant de jouer des scénarios réalistes.

### 1.3 HAIKU/FOCUS

"Human-AI Teaming: Knowledge and Understanding for Aviation Safety" est un projet de 36 mois financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon Europe. Son but est de développer des assistants intelligents basés sur l'IA et centrés sur l'humain pour des partenariats humain-IA sûrs, sécurisés, dignes de confiance et efficaces dans les systèmes aéronautiques.

Dans le projet HAIKU l'ENAC a la charge du développement d'un assistant dont le but est d'offrir un support au pilote lors d'événements surprenants et déstabilisants dans le cockpit. L'assistant FOCUS [3] (Flight Operational Companion for Unexpected Situation) détecte le sursaut du pilote qui peut entraîner une incapacitation partielle cognitive et motrice et apporte des adaptations dans le cockpit pour l'aider à réguler son stress et reconstruire sa conscience de la situation potentiellement altérée par l'effet de surprise.



### 1.4 JET STICK

Les manches de vol améliorés par retour de force ou par retour vibrotactile sont utilisés en aéronautique pour alerter les pilotes des décrochages, lorsque l'avion ne génère plus suffisamment de portance pour maintenir son niveau de vol. Récemment, des recherches ont exploré comment ces manches de vol améliorés peuvent aider les pilotes à rester dans les limites du domaine de vol, optimisant ainsi la manœuvrabilité de l'avion. Cependant, ces systèmes ne fournissent pas d'informations tactiles sur l'état du vol, ce qui est essentiel pour la compréhension de l'aérodynamique de l'avion.

Nous avons développé JetStick. Ce manche de vol intègre des buses imprimées en 3D et génère des jets d'air dirigés vers la main du pilote, simulant l'écoulement de l'air autour de l'avion. Le système est contrôlé par un compresseur

et des vannes électromagnétiques proportionnelles, pilotées par un micro-contrôleur. Les jets d'air peuvent être ajustés en fonction de paramètres de vol, comme l'angle d'attaque ou les informations de décrochage, disponibles dans des simulateurs comme XPlane. Cela permet aux pilotes de mieux comprendre l'aérodynamique et l'état de vol de l'avion.



## 2. ANNEXES TECHNIQUES PAR PROJET

### 2.1. SAFESPECT

Nous emmenons notre casque de VR Oculus Quest 3.

Nous avons besoin de :

- 1 table
- 1 écran pour faire un retour vidéo de ce qui est vu dans le casque.
- 1 prise de courant pour l'écran de déport vidéo (50W maximum)
- 1 chaise pour asseoir les participants afin d'éviter les collisions avec les autres ou le mobilier

### 2.2. ASTAIR

Nous emmenons nos deux écran tactiles WACOM

Nous avons besoin de :

- 1 table et deux chaises
- 3 prises de courant (500W maximum)

### 2.3. HAIKU/FOCUS

Nous emmenons deux tablettes microsoft surface et un laptop. Il y a également une paire de lunettes eye tracking tobii.

Nous avons besoin d'une table de 1m50 de large, d'un siège, d'une multiprise avec 4 prises.

La puissance nécessaire est de l'ordre 300W.

## 2.4. JET STICK

Nous emmenons un ordinateur, un joystick de pilotage, un palonnier, un kit de contrôle de jets d'air et un compresseur d'air.

Nous avons besoin de :

- 1 table assez grande pour accueillir deux écrans côte à côte
- 6 prises électriques (2 écrans, 1 ordinateurs, 1 compresseur, 1 kit de contrôle, 1 accessoire pour pilotage) la puissance nécessaire est de l'ordre de 3,5 kW.
- 2 moniteurs
- 2 chaises

## REFERENCES

[1] Peisen Xu, Jérémie Garcia, Wei Tsang Ooi, and Christophe Jouffrais. 2025. SafeSpect: Safety-First Augmented Reality Heads-up Display for Drone Inspections. In Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '25). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 602, 1–17. <https://doi-org/10.1145/3706598.3714283>

[2] Garcia, J., Peyruqueou, V., Vo, D. B., Battut, A., & Cousy, M. (2025, April). Supporting Adaptive Supervision and Control of Airport Ground Operation. In AutomationXP25 @CHI25: Hybrid Automation Experiences.

[3] Duchevet, A., Vo, D. B., Peyruqueou, V., De-La-Hogue, T., Garcia, J., Causse, M., & Imbert, J. P. (2024, May). FOCUS: An intelligent startle management assistant for maximizing pilot resilience. In ICCAS24 (pp. 5-12). SCITEPRESS-Science and Technology Publications.

[4] Dong-Bach Vo, Sylvain Pauchet, Jérémy Marceau, Mathis Guibert. JetStick: Using Air Jet Tactile Feedback to Prevent Aircraft Stalls. EuroHaptics 2024, 2024. (hal-04667712)