

Challenge Intelligence répartie AID-CIEDS

Edition 2023

1. Contexte

Le Centre Interdisciplinaire d'Études pour la Défense et la Sécurité (CIEDS) de l'Institut Polytechnique de Paris et l'Agence de l'Innovation de Défense (AID) lancent un challenge sur le thème de l'intelligence répartie. Ce challenge est ouvert aux étudiants des écoles membres de IP Paris (Polytechnique, ENSTA Paris, Telecom Paris, Telecom SudParis et ENSAE) et aux écoles sous tutelle du ministère des armées (ISAE Supaéro, ENSTA Bretagne).

2. Objectifs du Challenge

Ce challenge a pour objectif de promouvoir auprès des étudiants les problématiques d'intelligence artificielle des systèmes multi-robots ou multi-drones, une thématique importante dans les domaines de la défense et de la sécurité civile. Pour les organisateurs, ce challenge est également l'occasion d'évaluer le potentiel à long terme des différentes solutions techniques proposées par les étudiants, mais il n'est prévu aucun droit des organisateurs sur les solutions développées pour une utilisation à court terme. L'ensemble des travaux réalisés restent la propriété des étudiants.

Le Challenge ne demande pas de compétences techniques particulières (au-delà de connaissances du langage Python), et mobilisera surtout créativité et curiosité scientifique de la part des participants.

3. Scenario

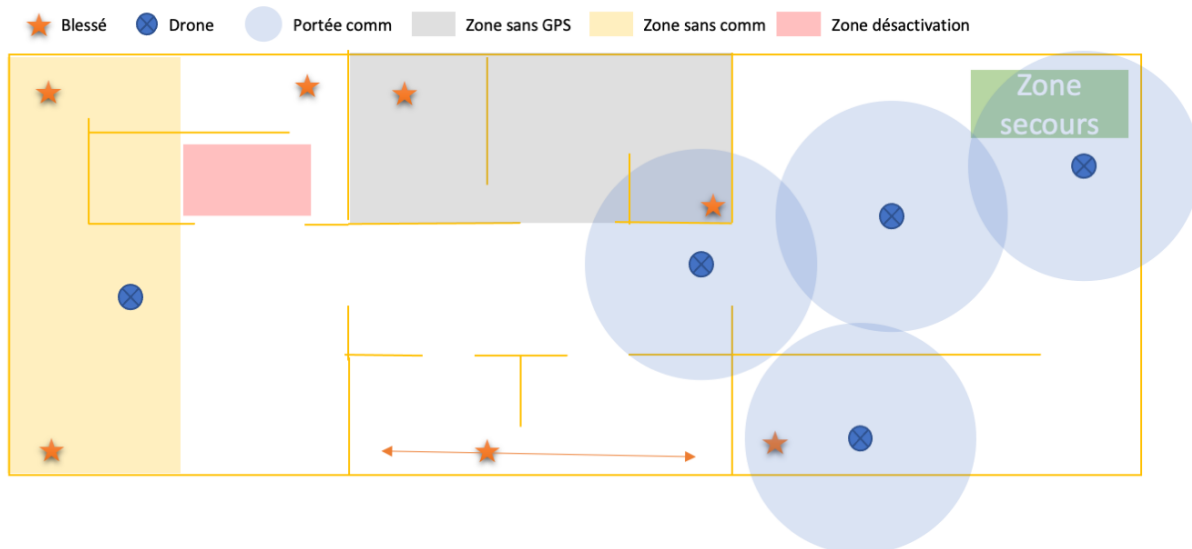


Illustration du scénario

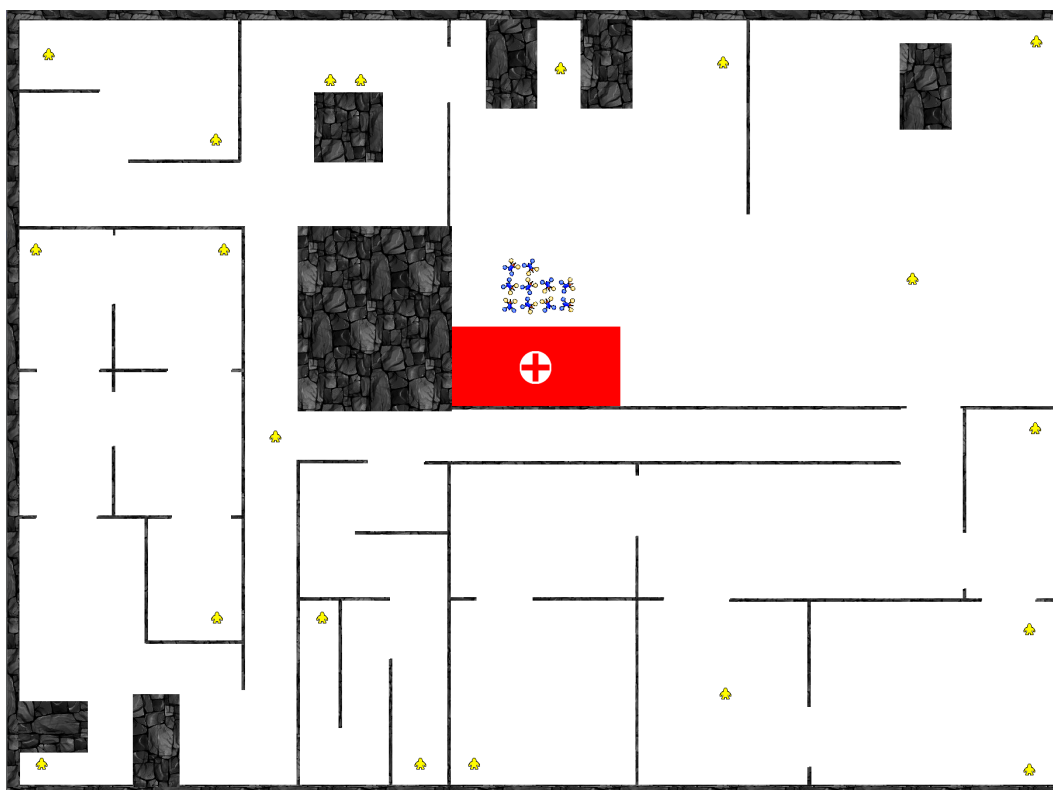
L'objectif de la mission à réaliser lors de ce challenge est d'explorer une zone inconnue, difficile d'accès, potentiellement dangereuse, de rechercher des personnes et de les guider hors de la zone. Le cas d'usage typique consiste à investiguer dans la pénombre ou la fumée le sous-sol d'un immeuble effondré, afin de repérer les personnes bloquées et de les secourir en les guidant vers la sortie.

Chaque équipe disposera d'une flotte de 10 drones. Chaque drone sera équipé de fonctions de communication, d'un télémètre laser (lidar, mesurant la distance aux obstacles), d'un capteur sémantique (lui permettant de déterminer la nature d'un objet sans traitement de données) et d'un GPS. Il est également doté d'un nombre de vie diminuant à chaque collision avec l'environnement ou les autres drones qui entraînent sa destruction lorsqu'il devient nul.

Les drones devront gérer la portée limitée des moyens de communications, collaborer entre eux pour acquérir l'information et la partager afin d'optimiser l'exploration, être capables de gérer des défaillances de capteurs et de moyens de communications et les imprévus tels que la perte de drones pour conduire en mode autonome cette mission.

Le challenge se focalise donc sur les problématiques d'exploration, de navigation et de coordination multi-drones et n'aborde par exemple pas les problématiques de reconnaissance de personne ou d'objet. Toutes les approches scientifiques (planification, apprentissage, bio-inspiration,...) pour les solutions proposées sont possibles.

4. Environnement de simulation



Exemple d'environnement de simulation de l'édition 2022 du challenge

Le travail sur le challenge se fera exclusivement dans un environnement de simulation en deux dimensions, avec des cartes de complexité croissante. Le simulateur utilise un moteur physique pour simuler les mouvements des drones et implémente l'ensemble des capteurs et des moyens de communication. Il implémente également des zones de difficultés permettant de désactiver le GPS, les communications ou le drone en entier. Le simulateur est conçu pour pouvoir fonctionner facilement sur un ordinateur grand public.

Le développement des contrôleurs se fera en python.

L'environnement est disponible en open-source :

<https://github.com/emmanuel-battesti/swarm-rescue>

5. Évaluation

Deux évaluations intermédiaires seront réalisées sur des cartes simples avec des objectifs partiels :

- Évaluation des fonctions de navigation
- Évaluation des fonctions de coordination et communication

L'évaluation finale se fera sur des cartes inconnues sur lesquelles les organisateurs testeront les solutions des équipes. Les critères de cette évaluation seront, en temps limité : la part du territoire cartographié, le nombre de personnes ramenées à la base, le temps mis pour ramener la dernière personne si toutes sont sauvées. La robustesse des solutions aux zones de difficulté (perte de GPS, communication et de drones) sera également évaluée. Enfin la qualité de la présentation de leurs solutions par les équipes sera également prise en compte.

Pour chaque évaluation, le score retenu sera la moyenne sur les différentes cartes afin de lisser les effets aléatoires. Chaque participant doit fournir son code afin que toutes les évaluations soient conduites sur le même ordinateur pour ne pas avoir de biais lié à la puissance de calcul.

Un site internet permettra aux candidats de suivre leur position dans le classement des équipes.

Seule l'évaluation finale est prise en compte pour l'attribution des prix.

Première évaluation

Dans ce premier scénario, un environnement simple sera utilisé pour évaluer les capacités de navigation. L'environnement comportera peu d'obstacles, un seul blessé, un seul drone et une zone de perte de GPS.

★ Blessé ● Drone ● Portée comm ■ Zone sans GPS ■ Zone sans comm ■ Zone désactivation



Illustration conceptuelle du premier environnement

La note sera le temps mis pour ramener le blessé à la zone de secours, évalué avec et sans la zone de perte de GPS.

Les solutions possibles pour cette évaluation vont de solutions très simples exploitant des déplacements aléatoires, à des solutions beaucoup plus complexes utilisant des méthodes de compensation de la perte du GPS, de cartographie et d'exploration planifiée. Toutes ces solutions sont acceptées. L'objectif est de permettre aux participants d'évaluer la qualité et le besoin d'amélioration de leurs fonctions de navigation.

Deuxième évaluation

Dans ce deuxième scénario, un environnement simple sera utilisé pour évaluer les capacités de coordination et communication avec 10 drones, un grand nombre de blessés sur une carte de grande taille sans obstacle comportant des zones de perte de communication et de perte de drones.

★ Blessé ● Drone ● Portée comm ■ Zone sans GPS ■ Zone sans comm ■ Zone désactivation



Illustration conceptuelle du second environnement

La note sera le temps mis pour ramener tous les blessés à la zone de secours, évalué avec et sans les zones de perte de communication et de drones.

Les solutions possibles pour cette évaluation vont de solutions très simples exploitant des déplacements aléatoires, à des solutions beaucoup plus complexes utilisant des mécanismes de coordination des drones, de répartition des tâches et de robustesse à la perte de communication. Toutes ces solutions sont acceptées. L'objectif est de permettre aux participants d'évaluer la qualité et le besoin d'amélioration de leurs fonctions de communication et de coordination.

Évaluation finale

L'évaluation finale sera une moyenne de différents critères qualitatifs et quantitatifs définis ci-dessous. L'évaluation sera conduite sur des cartes inconnues des participants regroupant toutes les difficultés du scénario complet.

Note du Jury

Cette note est attribuée par le jury suite à la présentation de leurs travaux réalisée par les équipes. Elle prendra en compte les critères suivants :

- Qualité de la présentation
- Qualité de réponses aux questions
- Crédibilité opérationnelle de la solution
- Respect de l'esprit du challenge

Cette note, notée **J** par la suite, est sur 100 points.

Évaluation quantitative

Un ensemble de scores sur 100 points sera calculé par les organisateurs du challenge en utilisant le script d'évaluation fourni aux participants, sur de nouvelles cartes inconnues des participants.

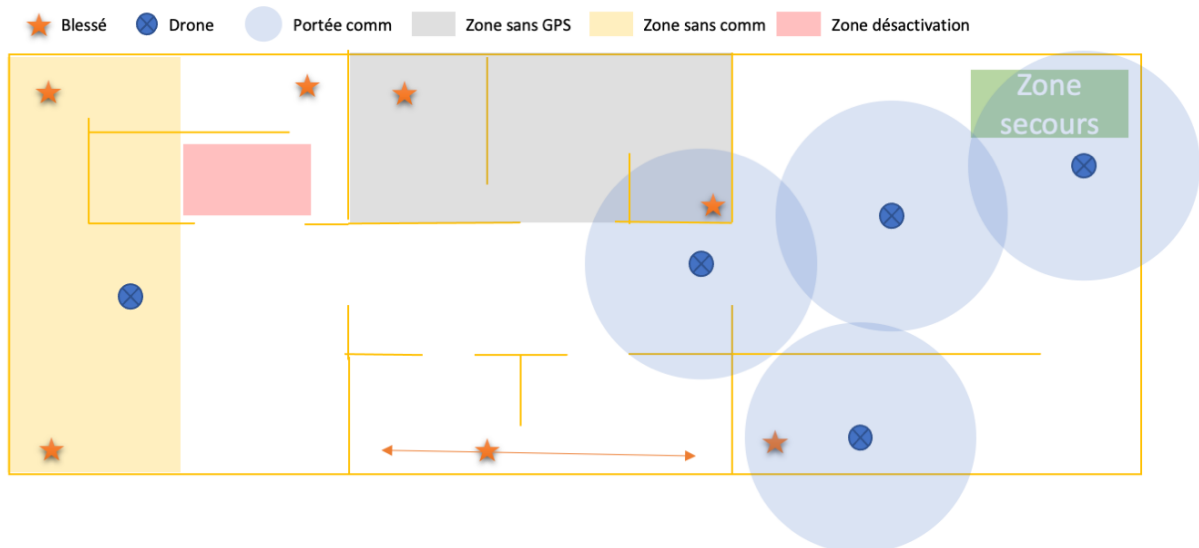


Illustration conceptuelle de l'environnement final

Le score calculé par le script utilise la formule suivante :

$$S = w_r * R + w_e * E + w_t * T$$

où **R** est le pourcentage de personnes ramenées à la zone de sauvetage, **E** est le pourcentage de la carte explorée lorsque toutes les personnes sont sauvées ou que le temps limite est atteint et **T** le pourcentage de temps restant par rapport au temps limite lorsque toutes les personnes sont sauvées. Les poids ont été fixés à $w_r = 0,6$, $w_e = 0,2$ et $w_t = 0,2$.

A partir de cette formule, 6 scores seront calculés en utilisant 6 cartes d'évaluation intégrant ou non les différentes zones de difficultés :

- 3 cartes sans zones de difficultés
- 1 carte avec une zone de perte de communication
- 1 carte avec une zone de perte de GPS
- 1 carte avec une zone de destruction de drones

Le score final S_M sera la moyenne de ces 6 scores.

Score final

Le score final sur 100 points sera calculé par agrégation des notes selon la formule :

$$N = (J + S_M) / 2$$

6. Organisation

Inscription

Le challenge est réservé aux étudiants inscrits dans les écoles de IP Paris et les écoles sous tutelle du ministère des Armées (ENSTA Bretagne, ISAE Supaero).

Le recrutement des étudiants se fera jusqu'au lancement officiel du challenge le 9 Octobre 2023. L'objectif est de former des groupes de 3 à 5 étudiants.

L'inscription se fait individuellement ou par équipe sur le site : <https://bit.ly/swarm-rescue>

Les inscrits individuels seront mis en relation pour monter des équipes.

Calendrier

Le Challenge sera lancé officiellement le 10 Octobre 2023 au bâtiment DRAHI de l'Institut Polytechnique de Paris, en présence des étudiants et de l'encadrement du challenge.

Les principales étapes prévisionnelles du challenge seront :

- 09/10/2023 : Lancement du challenge, mise à disposition de l'environnement en V0
- 05/12/2023 : Point intermédiaire (visioconférence) et première évaluation
- 30/01/2024 : Second point intermédiaire (visioconférence) et seconde évaluation
- 14/03/2024 : Évaluation finale et présentation publique des projets

NB: des points intermédiaires destinés à suivre le travail des équipes et répondre aux questions techniques ou sur le règlement seront organisés entre ces dates par les organisateurs.

Jury

Le jury est composé de représentants de l'AID, du CIEDS et du ministère des armées.

Propriété intellectuelle

Les organisateurs ne demandent aucun droit de propriété intellectuelle. Les participants sont encouragés à publier leurs solutions sous forme d'article scientifique et de code open-source.

7. Prix

Les prix suivants seront attribués aux trois meilleures équipes :

- 8000€ pour l'équipe gagnante
- 4000€ pour l'équipe classée seconde
- 3000€ pour l'équipe classée troisième.