

El Houssein Chouaib Harik\*, François Guérin\*\*, Frédéric Guinand\*, Jean-François Brethé\*\*, Hervé Pelvillain\*\*\*.

\*LITIS, Université du Havre. 25 Rue Philippe Lebon, 76600 Le Havre Cedex (France). Email: (el-houssein-chouaib.harik, frederic.guinand)@univ-lehavre.fr

\*\*GREAH, Université du Havre. 75, Rue Bellot, 76058 Le Havre Cedex (France). Email: (francois.guerin, jean-francois.brethe)@univ-lehavre.fr

\*\*\*JUT GEII, Université du Havre. Rue Boris Vian, 76610 Le Havre Cedex (France). Email: herve.pelvillain@univ-lehavre.fr

## INTRODUCTION

Nous présentons dans ce poster un travail développé sous un projet (MASPAN) mené par différents laboratoires de recherche (informatique, mathématiques, automatique, psychologie et sociologie) de l'université du Havre (France), et financé par Le conseil municipal du Havre et le CNRS. La conception et la mise en œuvre d'une plate-forme composée de robots mobiles terrestres et aériens pour effectuer de manière coordonnée un ensemble de tâches différentes est un des objectifs principaux de ce projet.

Nous décrivons dans ce poster une architecture de contrôle hiérarchique pour un groupe hétérogène de robots mobiles: véhicules aériens (UAV) et véhicules terrestres (UGV), afin d'effectuer des tâches de collaboration (inspection des zones, transport d'objets, etc...). Un drone est utilisé pour superviser et fournir des informations sur la navigation (waypoints) et le positionnement (l'orientation et la distance par rapport à une cible choisie) à un UGV (le leader). Les autres UGV (les suiveurs) doivent suivre le leader avec une configuration souhaitée à l'aide d'une caméra. Nous présentons les résultats de la simulation et les expérimentations en utilisant trois robots mobiles non holonomes (un leader et deux suiveurs) associés à un drone.

## 1. PROBLEMATIQUE

Un drone est utilisé pour fournir une vue aérienne de la zone de navigation pour aider un opérateur humain dans les tâches de supervision et de guidage d'un groupe de robots mobiles terrestres afin d'effectuer des missions de surveillance, d'inspection des sites, de transport objet, etc...

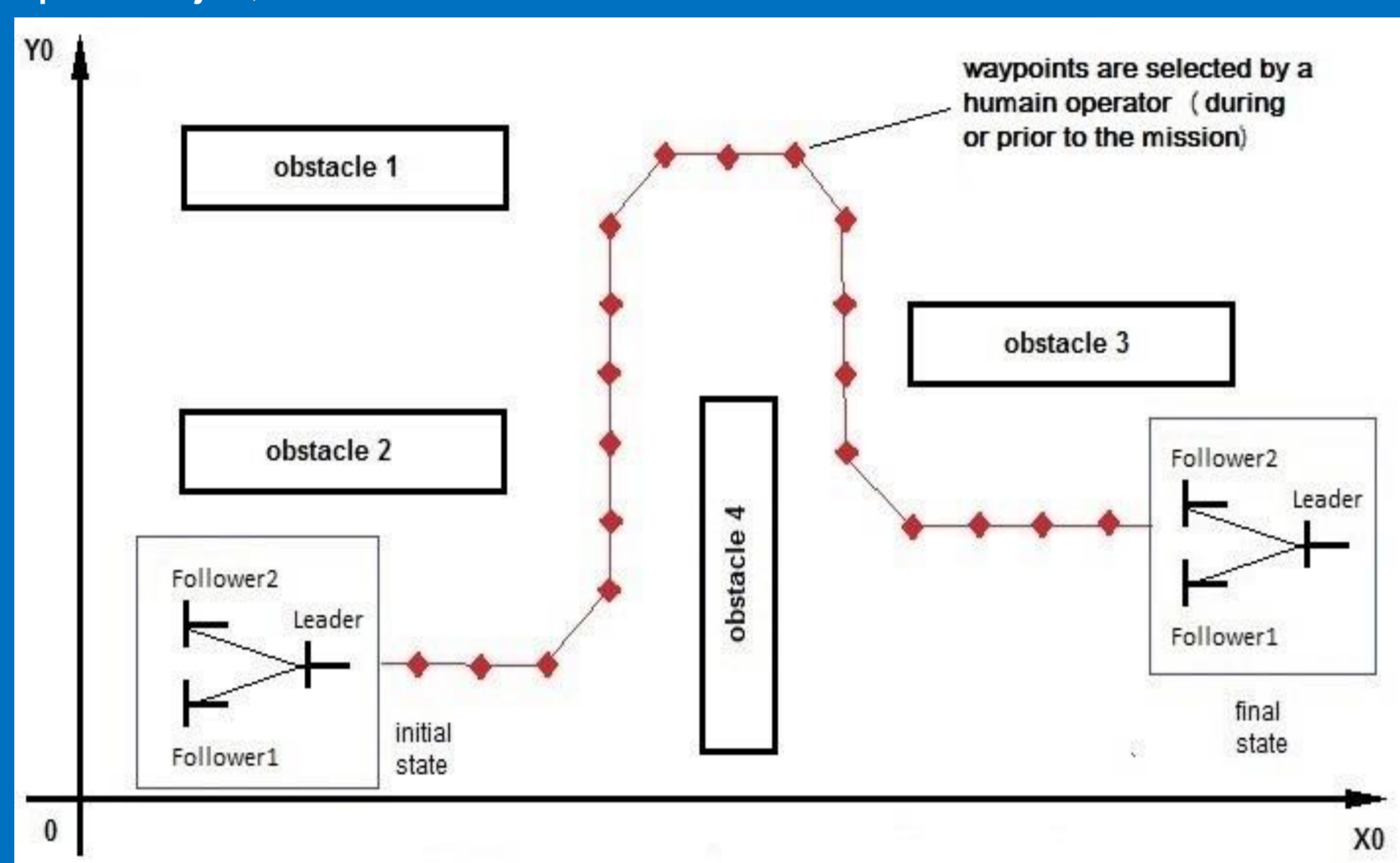


Figure 1. Problem statement

## 3. RESULTATS DE SIMULATION

Pour vérifier l'efficacité de notre architecture et nos contrôleurs, nous simulons deux scénarios, qui consistent d'abord à donner des waypoints formant un chemin homogène (circulaire par exemple), et le deuxième est de donner un scénario plus réel comme pour naviguer dans une zone urbaine en évitant les obstacles et les bâtiments. Nous faisons les hypothèses suivantes: le centre de l'image est le centre du drone, et le drone vole à une altitude fixe.

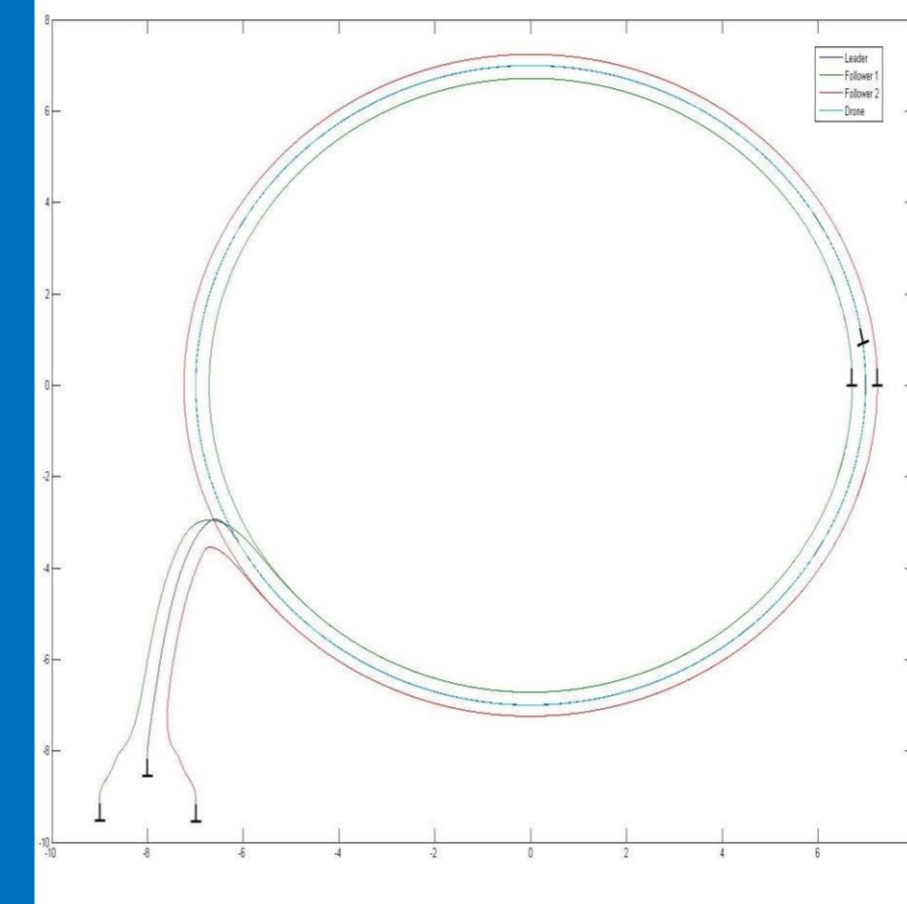


Figure 3.a. Circular path

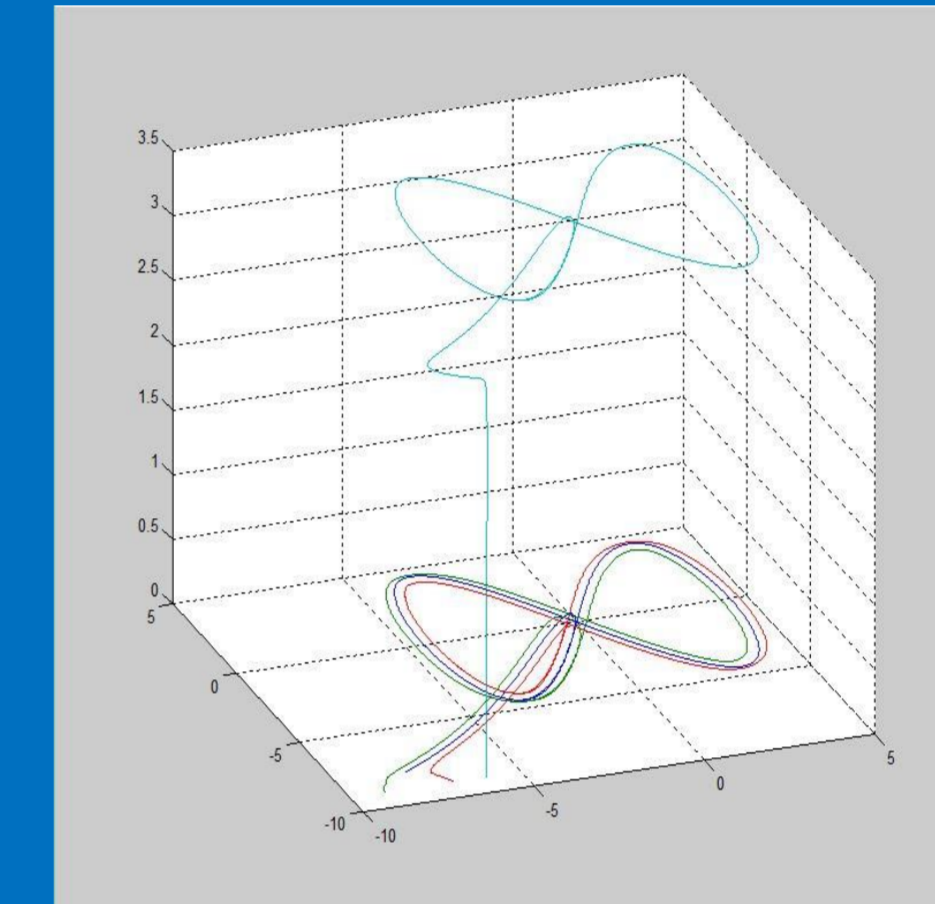


Figure 3.b. Drone and WMRs

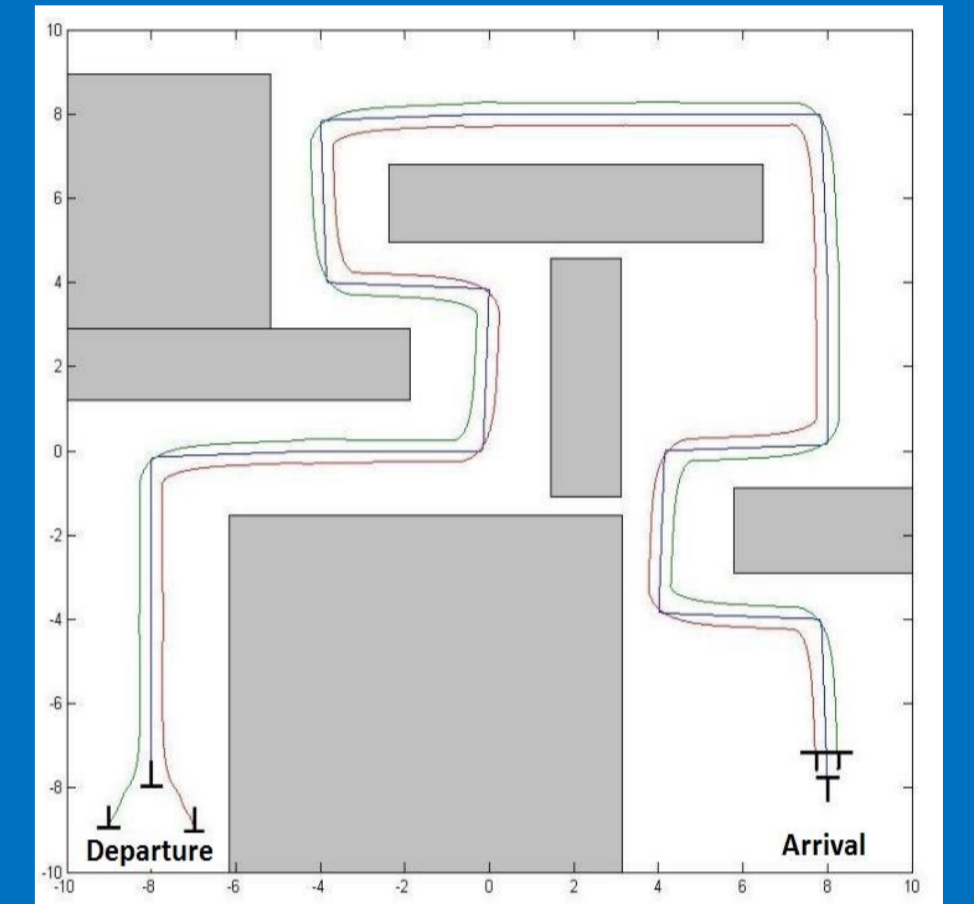


Figure 3.c. Waypoints following

Les simulations ont donné des résultats prometteurs, l'efficacité de l'architecture développée et les contrôleurs proposés a été prouvée, où on voit que le leader est capable de suivre les waypoints et les suiveurs naviguent en gardant une certaine distance et l'angle par rapport au leader.

## 2. L'ARCHITECTURE DE CONTROLE

Notre architecture est divisée en deux couches: Drone-Leader et Leader-suiveurs. Un flux vidéo pris à partir du drone est envoyé en continu à une station au sol où il est traité pour guider le leader afin de naviguer à travers les waypoints sélectionnés par un opérateur humain. Les suiveurs utilisent leurs caméras pour suivre le leader selon une configuration prédéfinie.

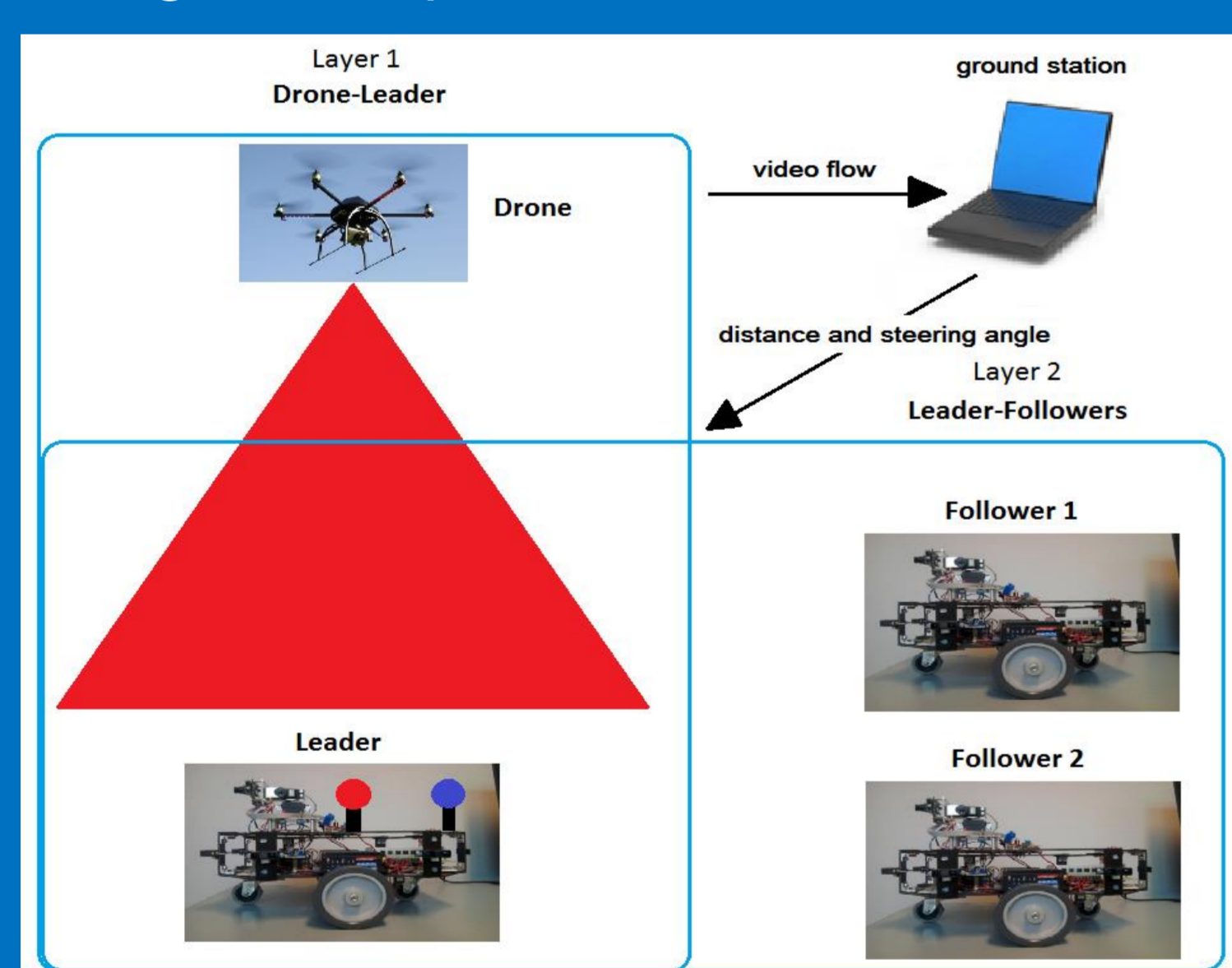


Figure 2.a. Architecture globale

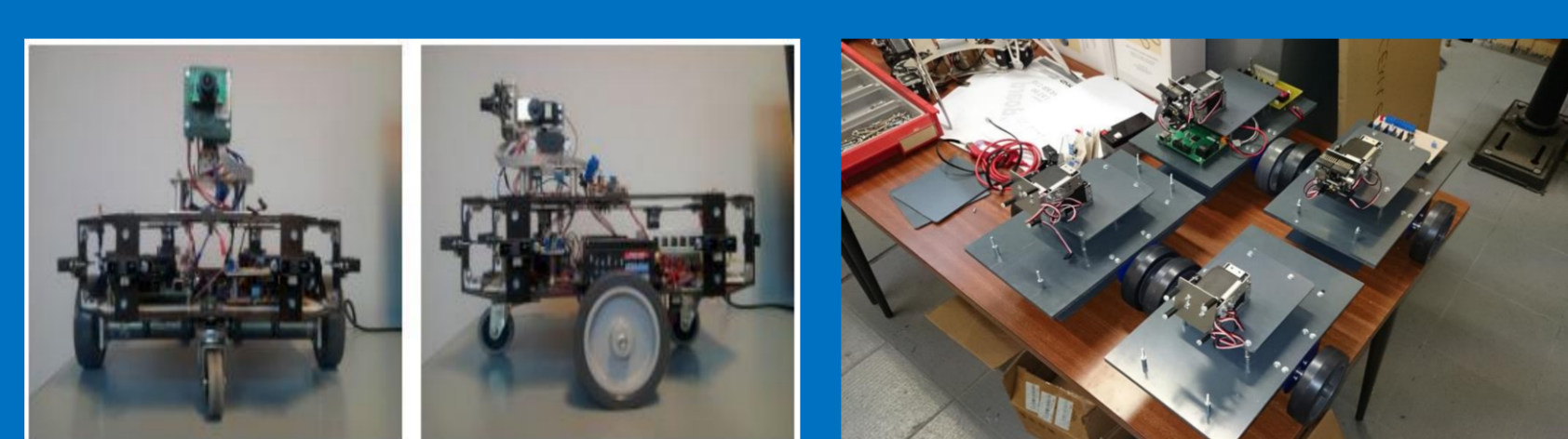


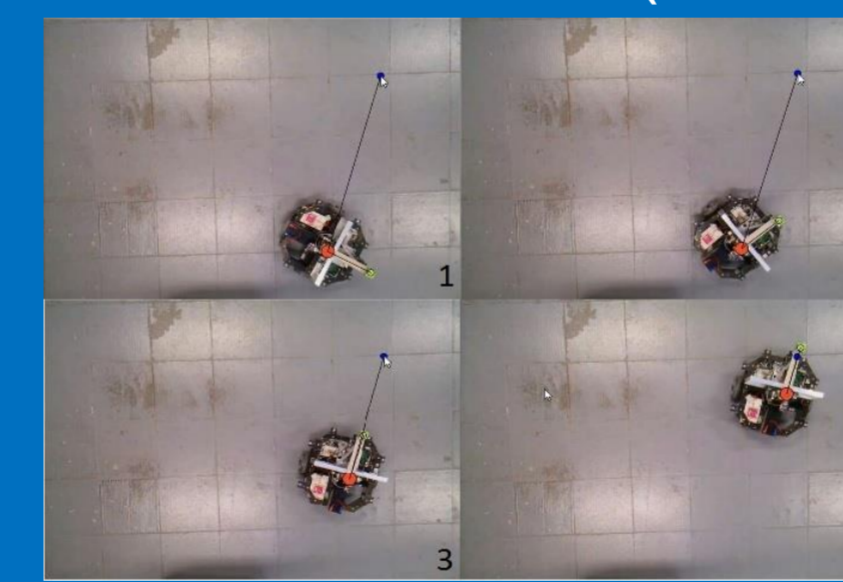
Figure 2.b. Robot s mobiles terrestres (Gauche: Leader, Droite: Followers)



Figure 2.c. Drones (Gauche: DJI Phantom vision 2, Droite: Mikrokopter Hexa XL)

## 4. RESULTATS D'EXPERIMENTATION

Les expériences ont été effectuées avec succès en utilisant un robot mobile développé dans notre laboratoire (Figure 2.b) et DJI quadcopter (Figure 2.c) piloté par un professionnel pour des raisons de sécurité. Nous avons développé une interface graphique où un opérateur humain peut surveiller en temps réel les robots terrestres en utilisant le flux vidéo récupéré d'une caméra montée sur le drone, et un autre à l'avant du robot au sol (Leader).



(a)



(b)



(c)

Figure 3. Résultats de l'expérimentations

Figure 3 (a) illustre la procédure de sélection d'un waypoint (par un clic sur l'emplacement souhaité), et montre la capacité du robot de corriger sa position et naviguez jusqu'à ce waypoint.

Figure 3 (b) montre l'interface graphique développée, où l'opérateur humain a une vue locale (caméra montée sur le robot au sol) et une vue globale (caméra montée sur le drone) afin de guider le robot au sol (en sélectionnant un waypoint).

Figure 3 (c) montre le robot et le drone en action!

[https://www.youtube.com/watch?v=D110\\_hObeww](https://www.youtube.com/watch?v=D110_hObeww)

## CONCLUSION

Nous avons présenté dans ce poster une architecture hiérarchique de la coordination air-sol. L'efficacité de notre architecture a été prouvée par les simulations et les expérimentations, où un UGV (leader) suivi de deux autres UGV (suiveurs) dans une certaine configuration (triangulaire par exemple), étaient en mesure de naviguer à travers les points de passage extraites d'une image prise à partir d'un drone.

Une autre projet de recherche qui se déroule à l'université du Havre consiste à utiliser les drones pour récupérer des mesures visuelles qui seront couplées avec d'autres mesures issues de différents capteurs afin de détecter la panique et modéliser le comportement humain dans une foule.

### Bibliographie:

El Houssein Chouaib Harik, François Guérin, Frédéric Guinand, Jean-François Brethé, Hervé Pelvillain, "UAV-UGV Cooperation for industrial areas inspection". [Submitted] in IEEE MSC 2014, Antibes, France.

Brethé Jean François, Campo Mickael, Charrier Rodolphe, Corson Nathalie, Druaux Fabrice, Harik El Houssein Chouaib, Guerin François, Guinand Frédéric, Rabai Haifa, Leclercq Edouard, Lefebvre Dimitri, Olicier Damien, Saad Ali, Thouvarecq Régis, « About Detection Of Panic In Individual And Collective Human Behaviors ». [Submitted] in ICCSA 2014, Le Havre, France.

François Guerin, Simon G. Fabri, and Marvin K. Bugeja. "double exponential smoothing for predictive vision based target tracking of a wheeled mobile robot". In Decision and Control (CDC), 2013 IEEE 52nd Annual Conference on, pages 3535–3540, Florence, Italy, December 2013.