

Ecole Doctorale

Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

ISEN Laboratoire

AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le vendredi 11 septembre 2020 à 14h

à l' ISEN Brest Yncréa Ouest, amphi 1, 20 rue Cuirassé Bretagne , Brest

Monsieur COQUET CHARLES

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

" Sécurisation d'une zone ouverte d'une menace dynamique par un essaim de drones sous-marins ".

Le jury sera ainsi composé :

- **MME ALIGNE FLORENCE, Ingénieure de Recherche**

Thalès TRT - PALAISEAU

- **M. CHARPILLET FRANCOIS, Directeur de Recherche**

INRIA - VILLERS-LES-NANCY

- **M. LACROIX SIMON, Directeur de Recherche**

CNRS - TOULOUSE

- **M. LOUSSERT ALAIN, Professeur**

ISEN - BREST

- **M. RUFFIER FRANCOIS, Directeur de Recherche**

Université Aix-Marseille - MARSEILLE 09EME

- **M. ZERR BENOIT, Enseignant-Chercheur**

ENSTA Bretagne - BREST

invité(s) :

- **M. ARNOLD ANDREAS, Ingénieur**

Thalès DMS - BREST

- **M. BOUVET PIERRE-JEAN, Enseignant-Chercheur**

ISEN Yncréa-Ouest - BREST

A BREST, le 31 août 2020

Le Président de l'Université de
Bretagne Occidentale,



A handwritten signature in black ink, appearing to read "JALLOU".

M. GALLOU

Titre : Sécurisation d'une zone ouverte d'une menace dynamique par un essaim de drones marins**Mots clés :** PSO, OSL, pistage

Résumé : Nous nous intéressons à la problématique de pistage d'une cible sous-marine mobile au moyen d'un essaim de drones, notamment nous nous intéressons à un algorithme de navigation adapté aux limitations en communication inhérentes au milieu sous-marin. Pour pallier aux problèmes de communication, les essaims sont adaptés puisqu'ils se basent uniquement sur des interactions locales pour faire émerger un comportement global. Nous voulons pister cette cible lorsqu'elle se trouve dans une zone que N agents surveillent, et nous la pistons au moyen d'une information scalaire qu'elle relâche dans l'environnement, et que chaque agent va mesurer à leur position. L'agent n'a pas de mémoire (seule la mesure à l'instant t est mémorisée), la communication est limitée en distance, et ils ne communiquent que l'information mesurée à l'instant t ainsi que leur position actuelle.

Nous nous sommes ainsi basés sur un algorithme en essaim d'optimisation, le PSO (Particle Swarm Optimization), ainsi que sur des modèles d'attraction/répulsion habituellement utilisés pour modéliser des bancs de poissons, pour aboutir à un tout nouvel algorithme en essaim pour pister une cible mobile, le LCPSO (Local Charged Particle Swarm Optimization). Cet algorithme est la contribution principale de cette thèse, faisant naître un nouveau type d'émergence, utile pour pister notre cible, inspiré des modèles proie-prédateur. Nous apportons des preuves mathématiques d'analyse pour prouver certaines propriétés de notre algorithme, sous certaines hypothèses. Ces propriétés sont la saturation intrinsèque en vitesse des agents, l'émergence d'une formation robuste, et ce quel que soit le comportement de la cible, ainsi que l'instabilité de cet algorithme lorsque le nombre d'agents est trop élevé.

Title : Securing an open area from a dynamic threat by a swarm of marine drones**Keywords :** PSO, OSL, flocking

Abstract : We are interested in the problem of tracking a mobile underwater target by means of a swarm of drones, in particular we are interested in a navigation algorithm adapted to the communication limitations inherent to the underwater environment. To overcome communication problems, swarms are adapted since they rely solely on local interactions to bring out a global behavior. We want to track that target when it's in an area that N agents are monitoring, and we track it by means of scalar information that it releases into the environment, which each agent will measure at their position. The agent has no memory (only the measurement at time t is stored), communication is limited in distance, and they only communicate the information measured at time t and their current position. We used a swarm optimization algorithm,

the PSO (Particle Swarm Optimization), and attraction/repulsion models usually used to model schools of fish, to come up with a brand new swarm algorithm to track a moving target, the LCPSO (Local Charged Particle Swarm Optimization). This algorithm is the main contribution of this thesis, giving rise to a new type of emergence, useful to track our target, inspired by prey-predator models. We bring mathematical proofs of analysis to prove certain properties of our algorithm, under certain assumptions. These properties are the intrinsic saturation in speed of the agents, the emergence of a robust formation, whatever the target's behaviour, and the instability of this algorithm when the number of agents is too high.