

ROBotique d'Exploration Autonome

Une équipe du LabSTICC

- Lionel LAPIERRE
- Luc JAULIN
- Simon ROHOU
- Fabrice LE BARS
- Benoit ZERR
- Natacha CAOUREN
- Christophe VIEL
- Franck RUFFIER
- Damien MASSE



Positionnement scientifique

- Outils ensemblistes pour la robotique
- Navigation référencée terrain, robuste sans GNSS & SLAM ensembliste en milieux contraints
- Commande non linéaire reconfigurable & locomotion bio-inspirée
- Coopération multi-robots
- Garantie de performance & autonomie décisionnelle

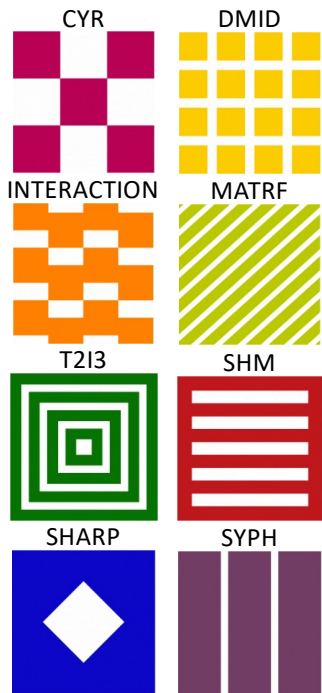
Cinq défis applicatifs en robotique marine

- RAMP : *Rapid Assessment of Marine Pollution*
- FAUV : Flottille d'AUVs Furtifs
- AUV Nourrice : Cartographie Collaborative Grand Fond
- REK : Robotique d'Exploration Karstique
- LAD : Lutte Anti-Drone

Laboratoire, UMR 6285



9 pôles



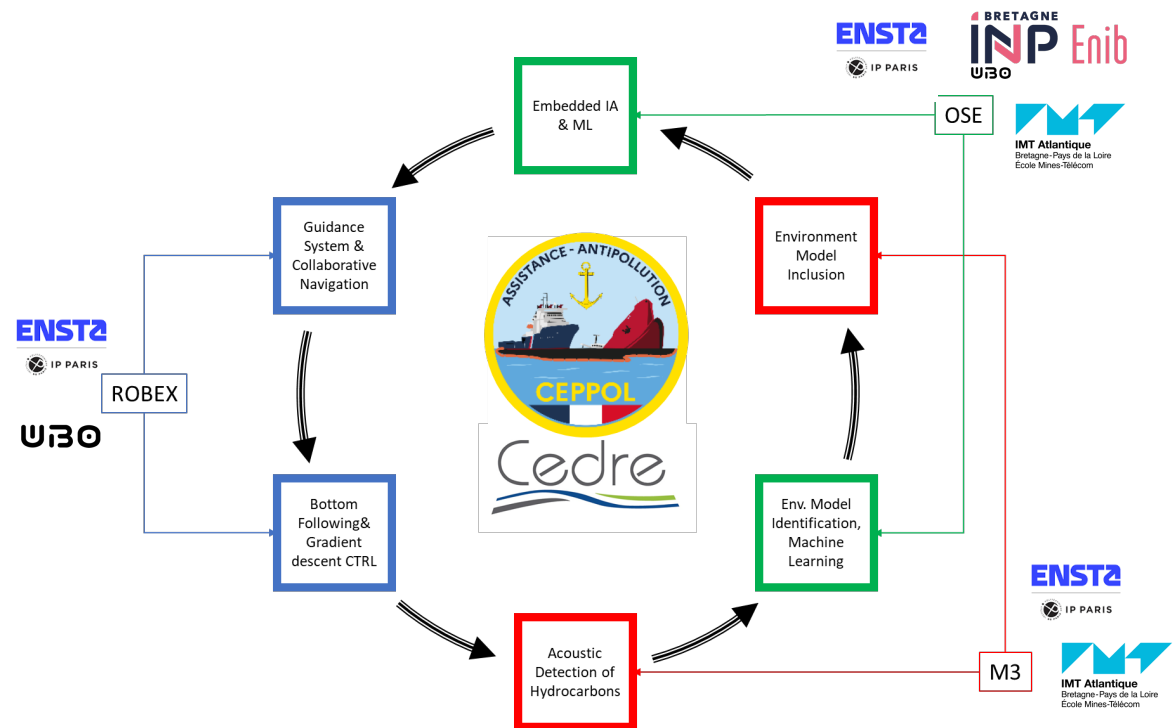
IA&OCEAN

3 équipes

M³
Marine Mapping
& Metrology
OSE
Observat° Signal
& Environnement
ROBEX
Robotique
d'Exploration

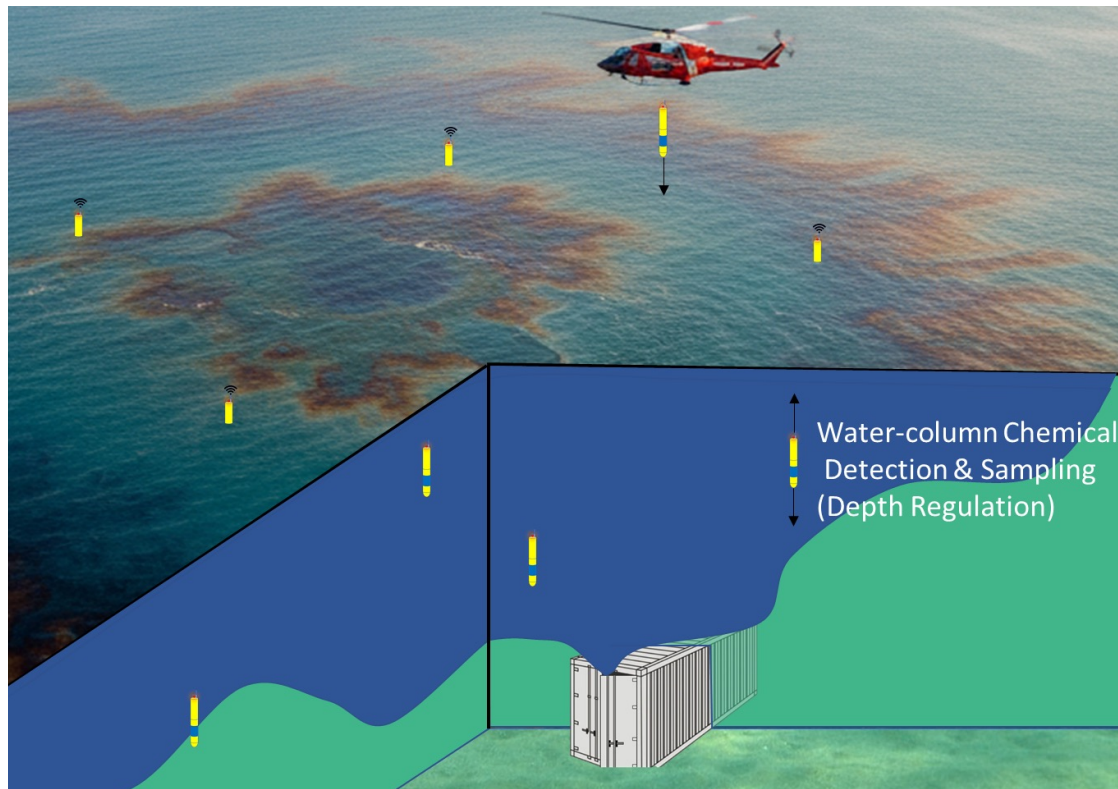
Défi 1 : RAMP, *Rapid Assessment of Marine Pollution*

Un projet structurant du pôle IA & Ocean du LabSTICC



Défi 1 : *Rapid Assessment of Marine Pollution*

RAMP, Phase 1 : obtention d'un modèle V0

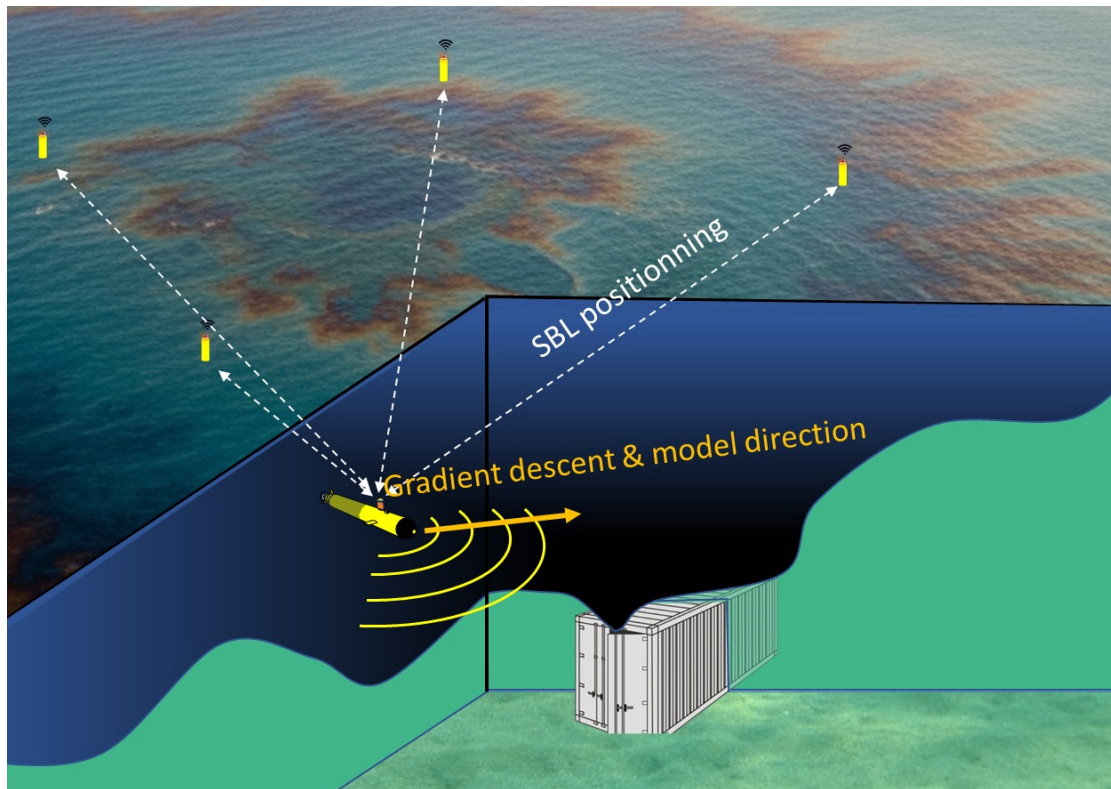


Défis scientifiques et techniques

- Echantillonneurs verticaux autonomes
 - Techno ENSTA
 - Adaptation aux GFM et largage / hélico
- Régulation robuste et nouvelles technos de ballasts hybrides
- Observabilité :
 - Adaptation des techniques de Krigeage
 - Exploitation données satellitaires (CLS)
- Reconstruction de modèles environnementaux contraints
 - mobilisation de techniques d'apprentissage
- Nouveaux capteurs de polluants
 - Acoustique / hydrocarbures?
 - Autres ?
- Prélèvements

Défi 1 : *Rapid Assessment of Marine Pollution*

RAMP, Phase 2 : Localisation de la source

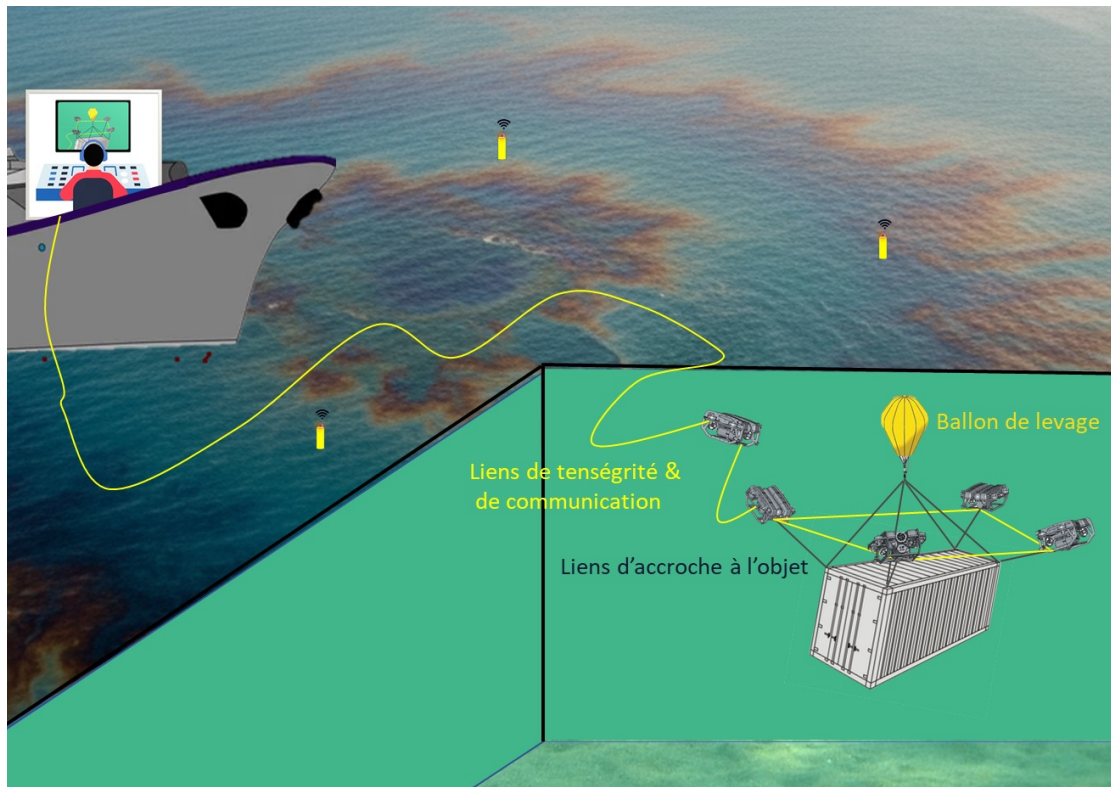


Défis scientifiques et techniques

- Guidage intelligent d'AUV
 - Guidage suivant modèle d'environnement (*Physical Intelligence*)
 - Echantillonnage 3D prédictif
 - Intégration des variations environnementales (prédiction de la dynamique du panache)
 - Emport d'une IA embarquée pour adapter la stratégie de mesures (planification de chemin / trajectoire)
- Commande robuste d'AUV
- Adaptation de la navigation aux contraintes des capteurs
- Navigation collaborative multi véhicules
- Cartographie chimique de l'environnement
- Actionneurs robustes

Défi 1 : *Rapid Assessment of Marine Pollution*

RAMP, Phase 3 : Récupération de la source

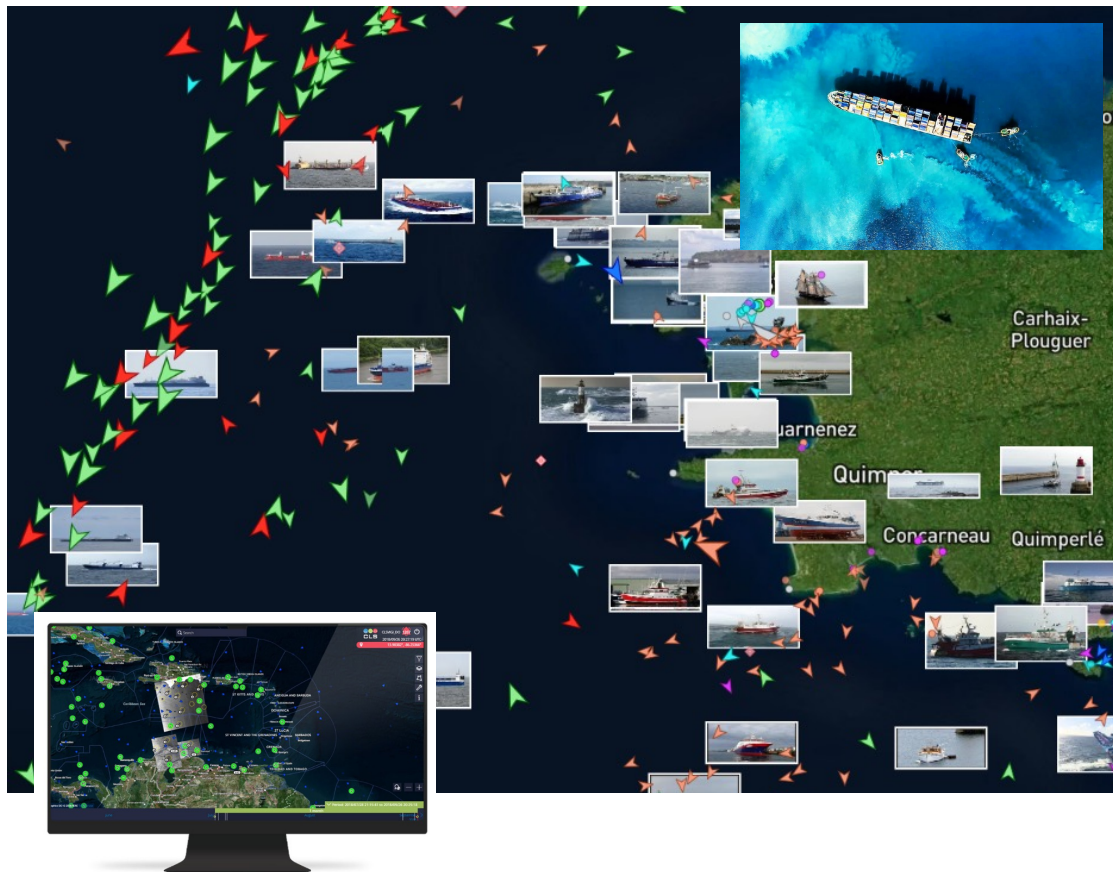


Défis scientifiques et techniques

- Manipulation sous-marine assistée par une flotte de ROV / AUV
- Exploitation des principes de Tenségrité
- Interaction H/M
- Repousser les horizons d'intervention
- Dériskage des opérations humaines

Défi 1 : *Rapid Assessment of Marine Pollution*

RAMP, Phase 4 : Identification du pollueur



Défis scientifiques et techniques

- Analyse des prélèvements
- Analyse des routes déclarées
- Production d'éléments de preuves
 - Exploitation des garanties de localisation
 - Association avec CLS
- Exploitation des modèles environnementaux

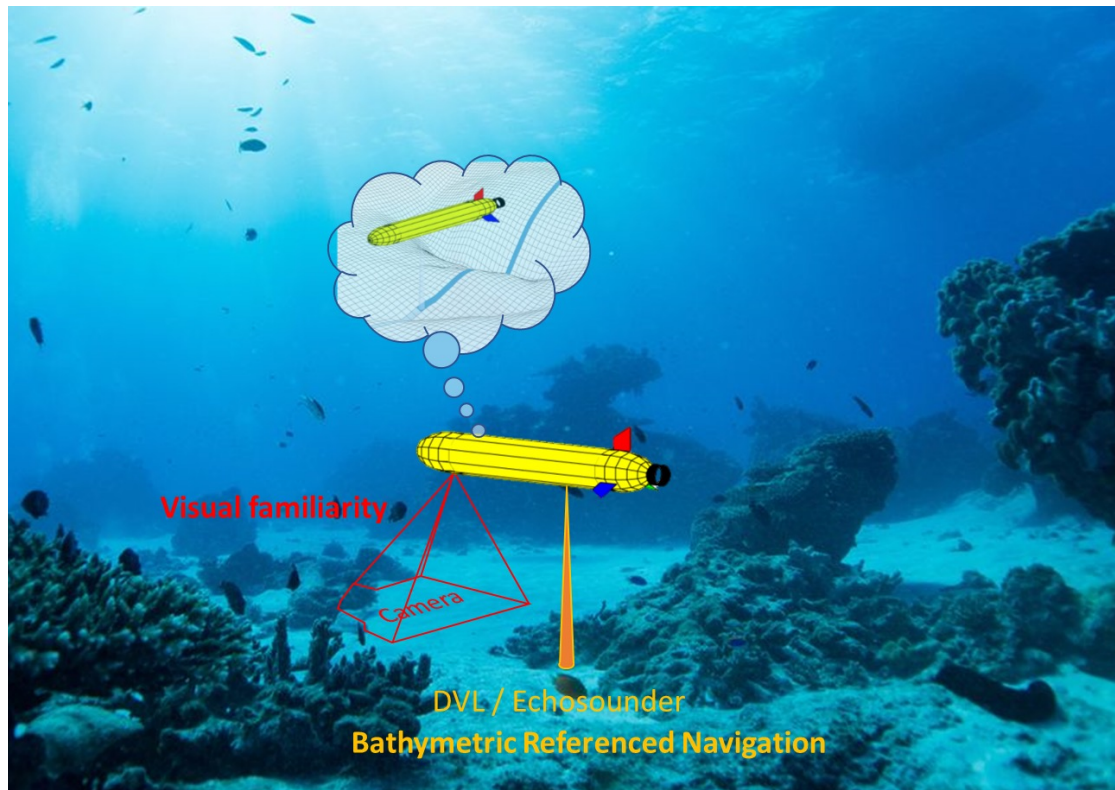
Financement

- BPI IDEMO
 - Multi-régions
 - Recherche de porteurs industriels (/ phase)
- Phasage du projet
 - Multi-guichets
 - Feuille de route pluriannuelle

Défi 2 : Navigation discrète sous-marine

« SLAM collaboratif appliqué à une meute d'AUVs »

F-AUV, Phase 1 : Navigation référencée terrain

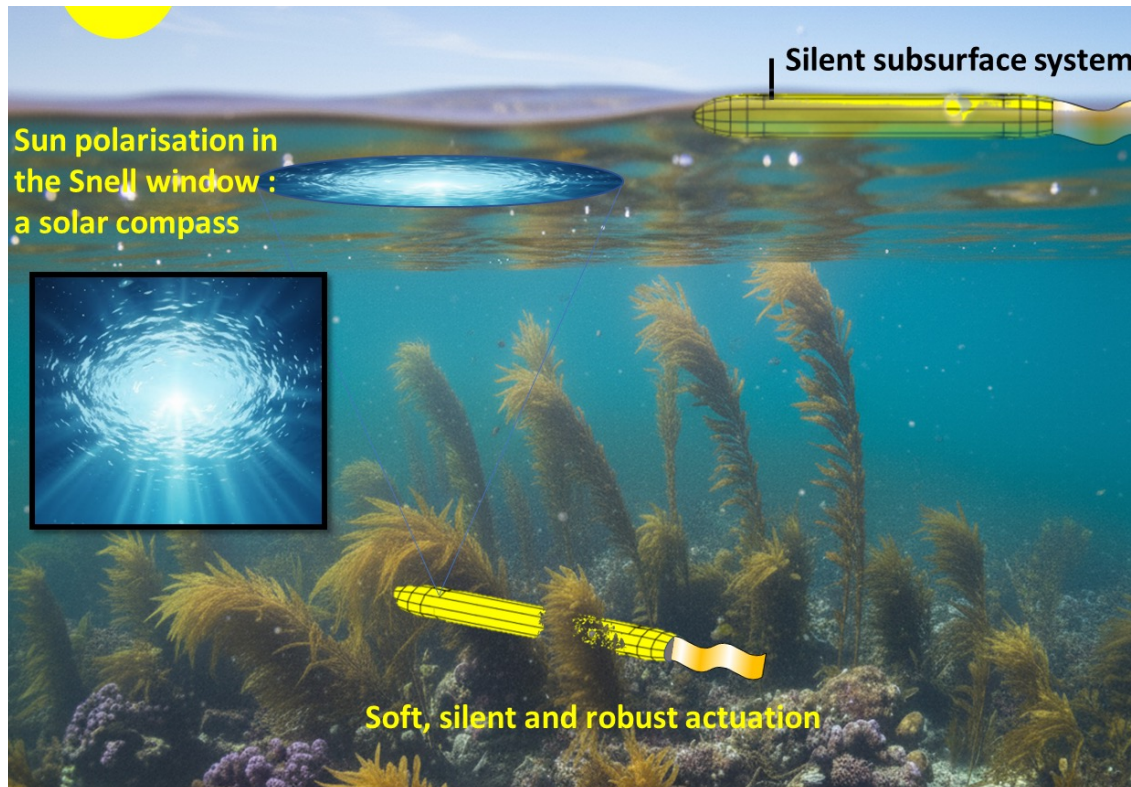


Défis scientifiques et techniques

- Navigation référencée terrain
 - Approche ensembliste pour acquérir des garanties
 - *GNSS denied*
- Adaptation des principes de familiarité à l'environnement marin
- Démonstration d'une traversée de la rade (A/R) sans faire surface (DGA TN)

Défi 2 : Navigation discrète sous-marine pour la défense navale

F-AUV, Phase 2 : Navigation référencée terrain

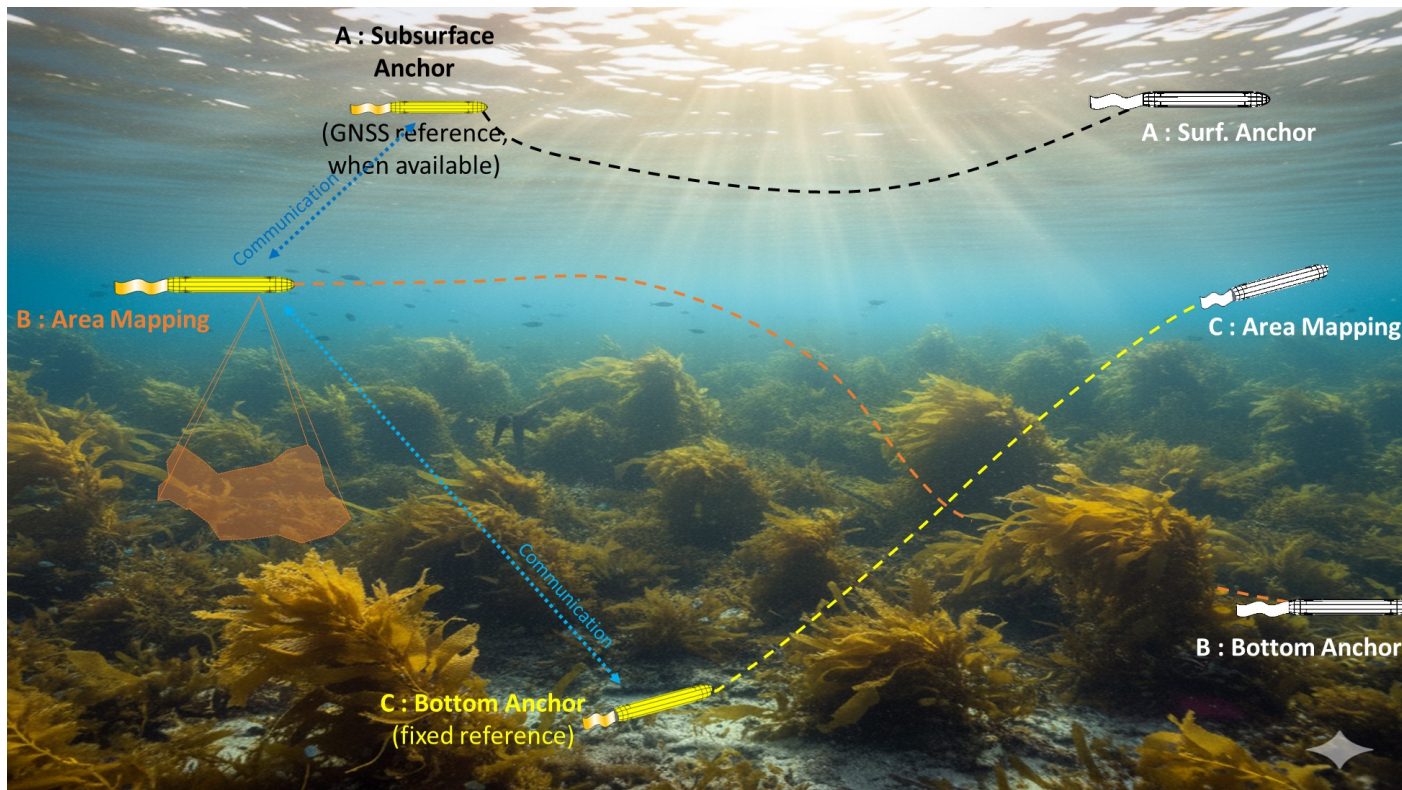


Défis scientifiques et techniques

- Actionnement souple, discret et robuste
- Navigation au plus près du fond
 - Environnement encombré
 - Évitement d'obstacles
 - Traversée de champ d'algues
- Navigation discrète dans le clapot
 - Accès GNSS opportuniste
- Exploitation des amers solaires dans la fenêtre de Snell
 - Localisation de la position solaire par analyse de la polarisation des rayons solaires

Défi 2 : Navigation discrète sous-marine pour la défense navale

F-AUV, Phase 3 : La Marche des Robots



Défis scientifiques et techniques

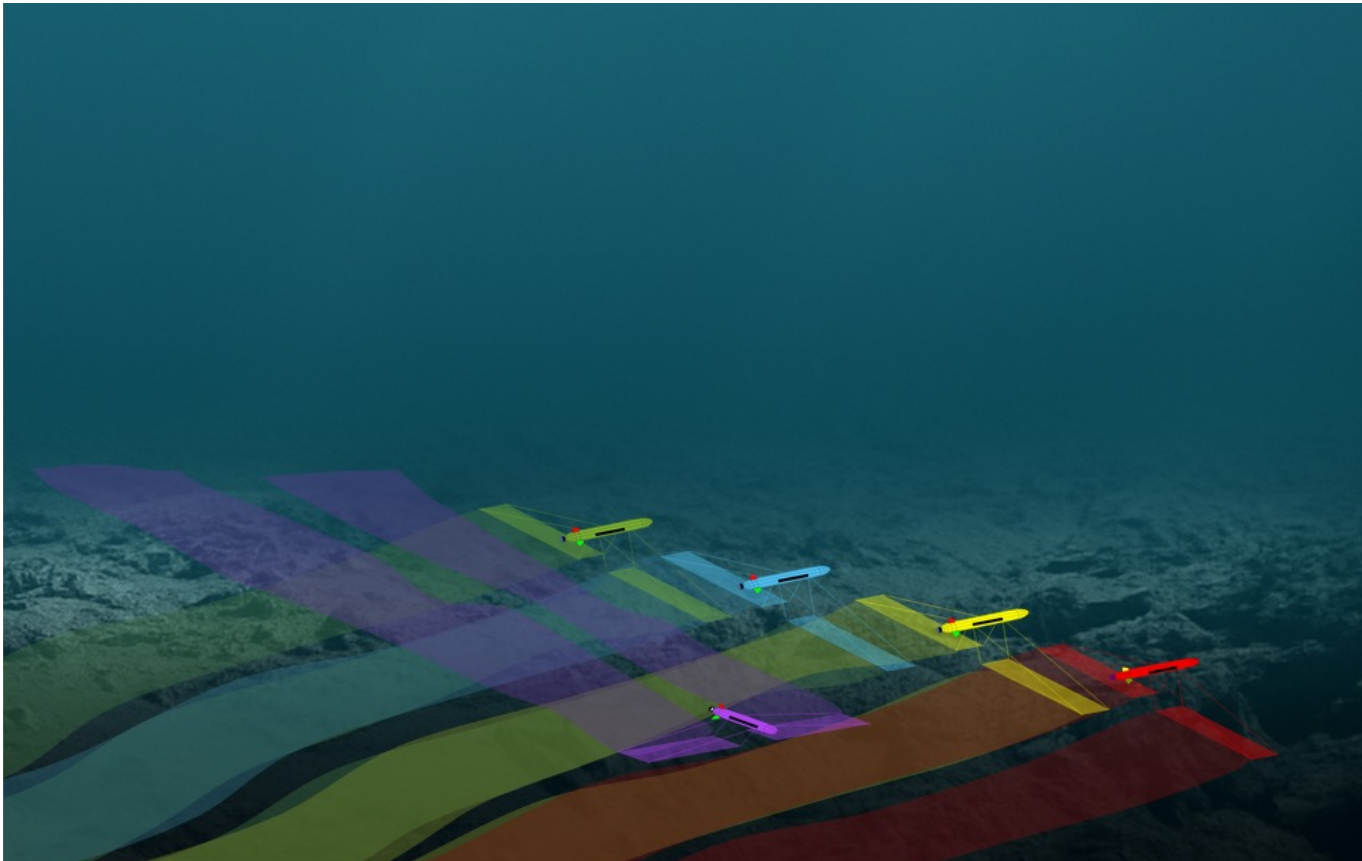
- Navigation collaborative référencée terrain
- Inclusion des amers indiscernables

Financements

- Dépôts CIMO:
 - 2025 : NRT + Familiarité
 - 2026 : Actionneurs souples + Navigation Solaire
 - 2027 : La marche des robots
- Contrat Cadre DGA TN / ENSTA

Défi 3 : Cartographie Collaborative grand fond, AUV Nourrice

AUV-N : Cartographie Collaborative

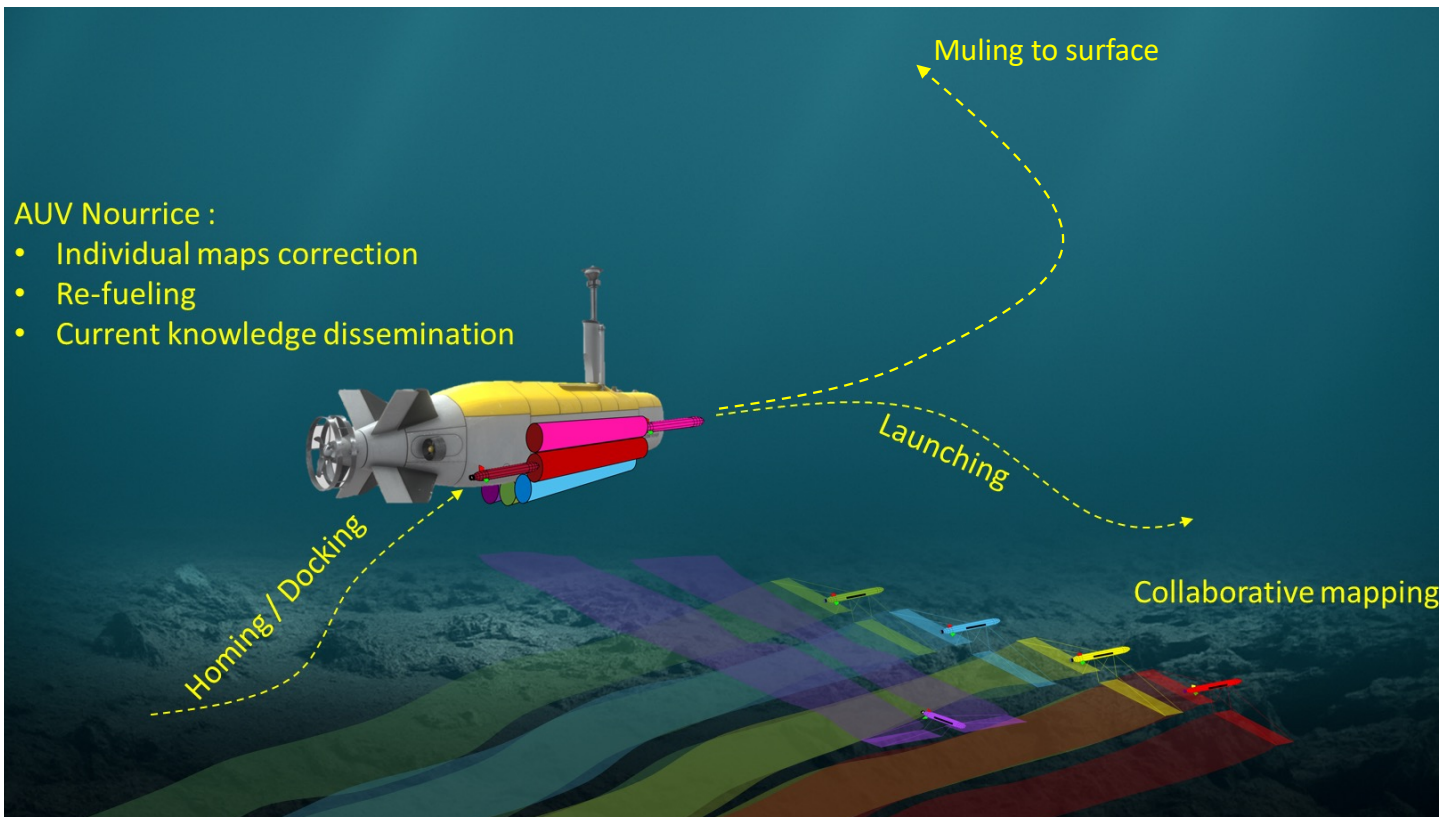


Défis scientifiques et techniques

- Dresser des cartes individuelles avec une cohérence d'ensemble
- Redressement des cartes individuelles et production d'une carte globale
- Traitement hors ligne

Défi 3 : Cartographie Collaborative grand fond, AUV Nourrice

AUV-N : AUV Nourrice



Défis scientifiques et techniques

- Dresser des cartes individuelles avec une cohérence d'ensemble
- Redressement des cartes individuelles et production d'une carte globale
- Traitement automatique en ligne
- Docking de flotte
 - *Deconflicting paths*
- Recherche de garanties de performance
- *Muling*

Défi 3 : Cartographie Collaborative grand fond, AUV Nourrice

AUV-N : Terrains



Défis scientifiques et techniques

- Missions expérimentales
 - Brest
 - St Pierre et Miquelon
 - Terre Adélie
- Absence de GPS et de compas
- Navigation sous-glaciaire
- Implication de l'IPEV
- Déclaration d'intérêt du capitaine de l'Astrolabe
 - Mapping des mouillages potentiels

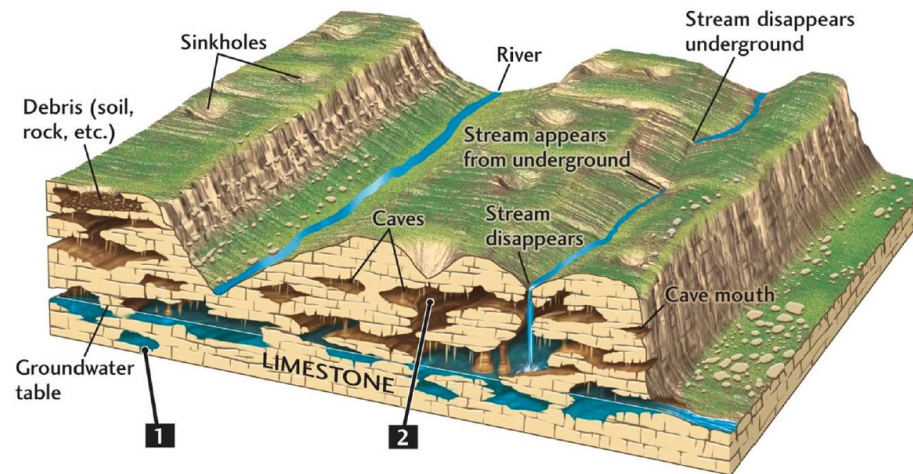
Financements

PEPR Grands Fonds Marins
Idée 115 déposé

Défi 4 : Robotique d'Exploration de réseaux Karstiques

KARST : DEFINITION

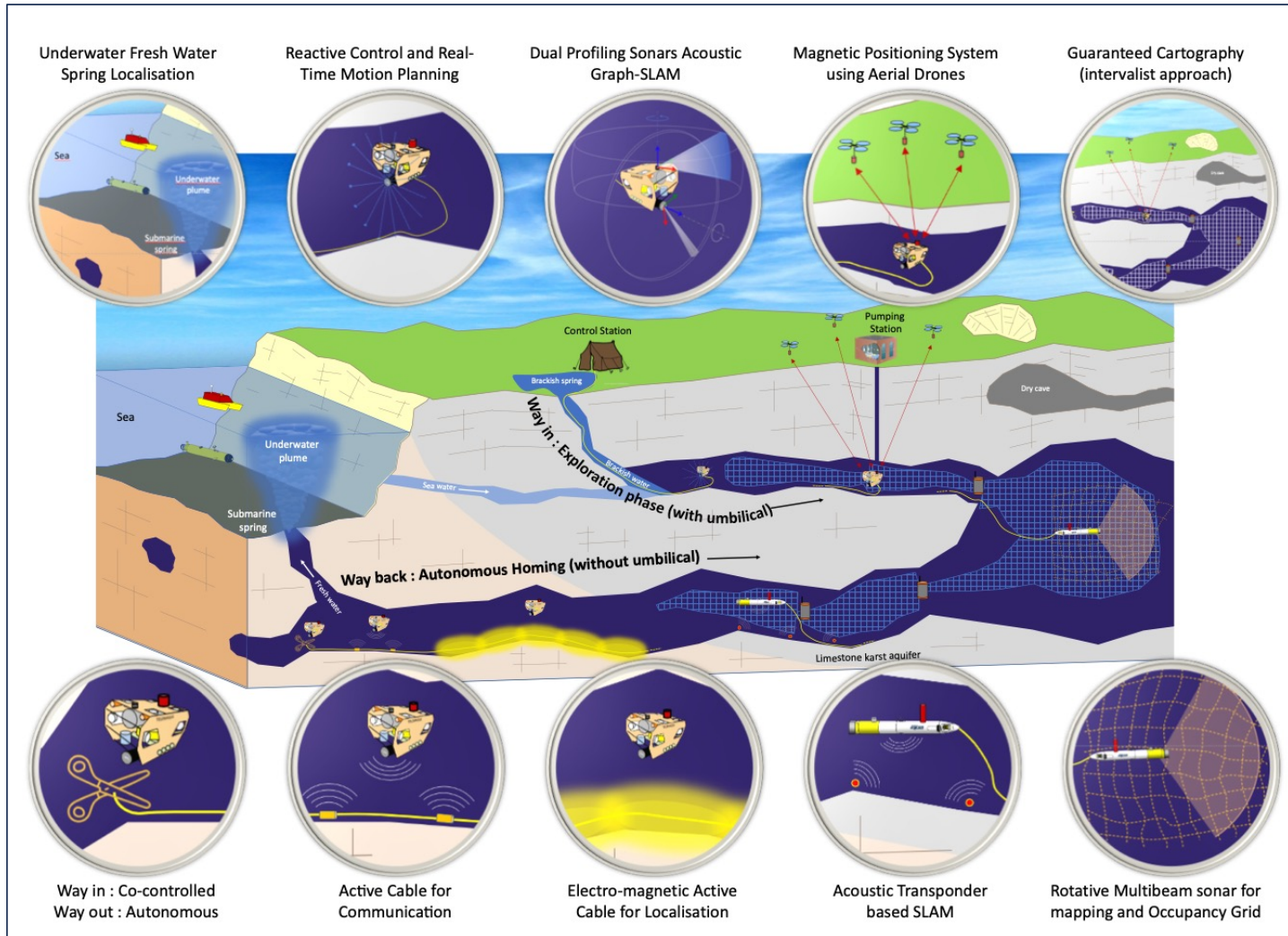
- A topography formed from the dissolution of soluble rocks such as limestone, dolomite, and gypsum,



- Characterized by underground drainage hydrosystems with sinkholes and caves.



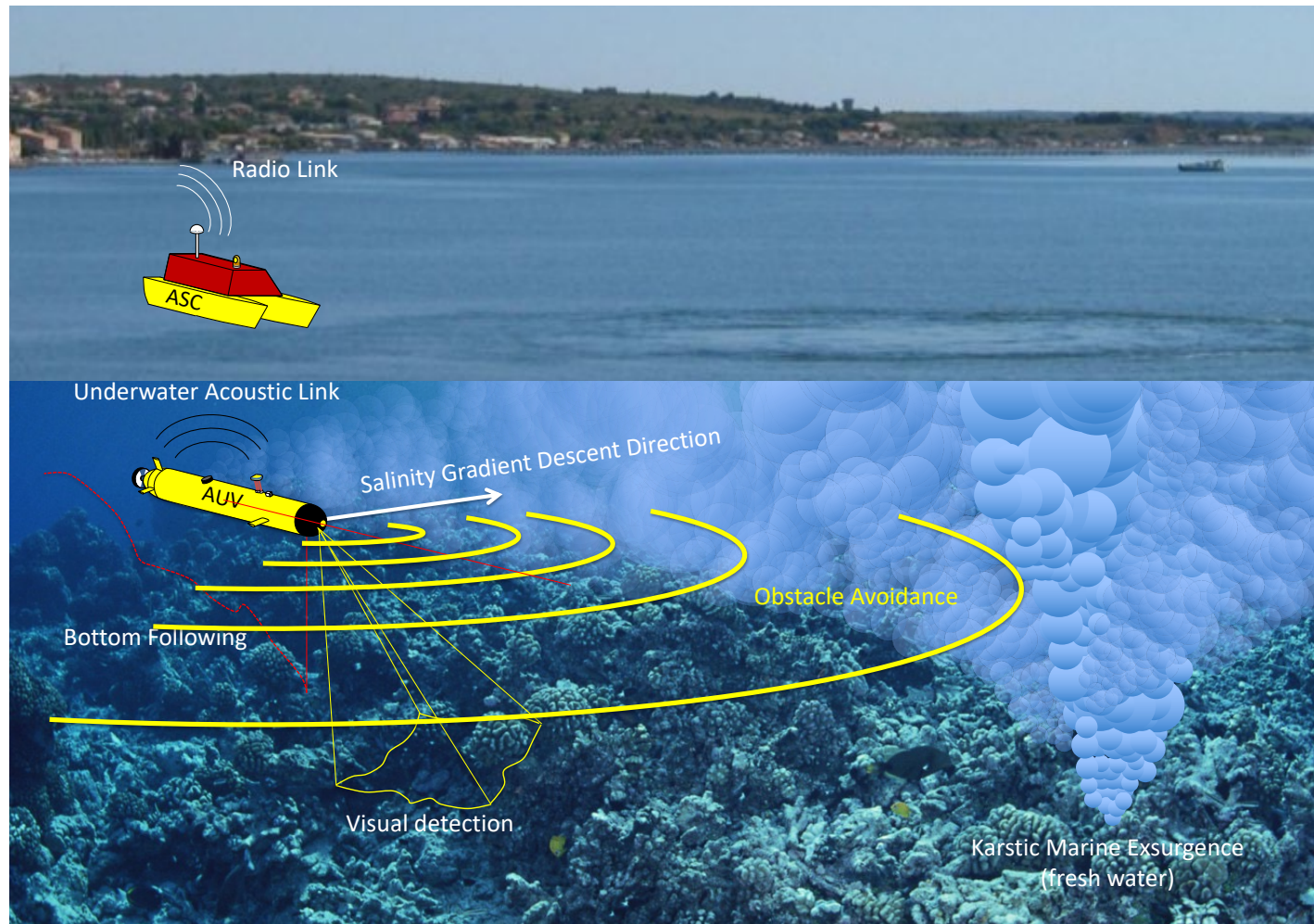
Défi 4 : Robotique d'Exploration de réseaux Karstiques



Défis scientifiques et techniques

- Commande Robuste
 - Navigation & Guidage Réactif référencés (modèle de) terrain
 - SLAM
 - *Physical Intelligence*
 - Locomotion
 - Autonomie
 - Architecture de Commande
 - **Garantie de Performance**
-
- Nouveaux capteurs
 - Architectures informatiques
 - MNT Hydrogéologique

Défi 4 : Robotique d'Exploration de réseaux Karstiques

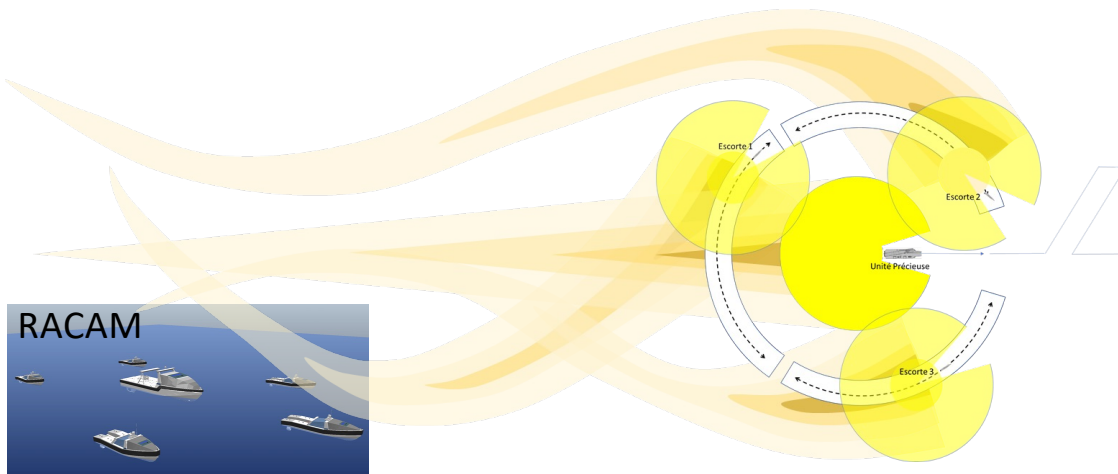
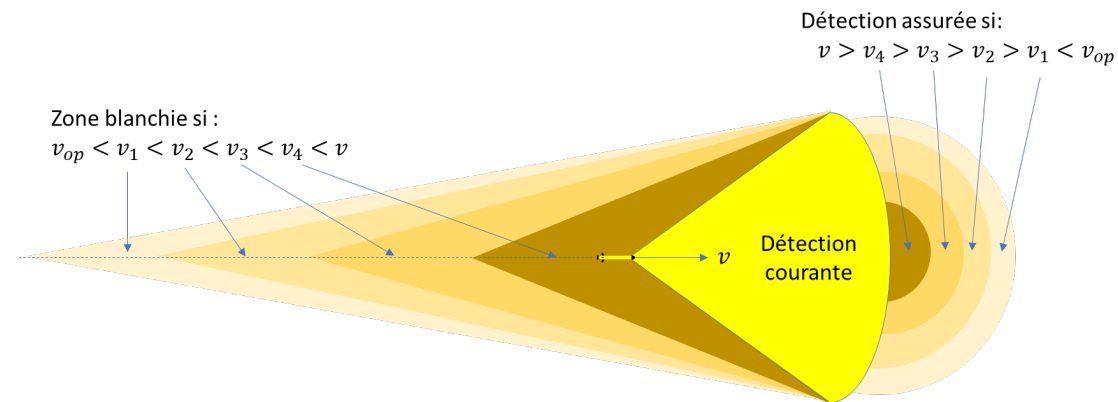


Défis scientifiques et techniques

- Commande Robuste
 - Navigation & Guidage Réactif référencés (modèle de) terrain
 - SLAM
 - *Physical Intelligence*
 - Locomotion
 - Autonomie
 - Architecture de Commande
 - **Garantie de Performance**
-
- Nouveaux capteurs
 - Architectures informatiques
 - MNT Hydrogéologique

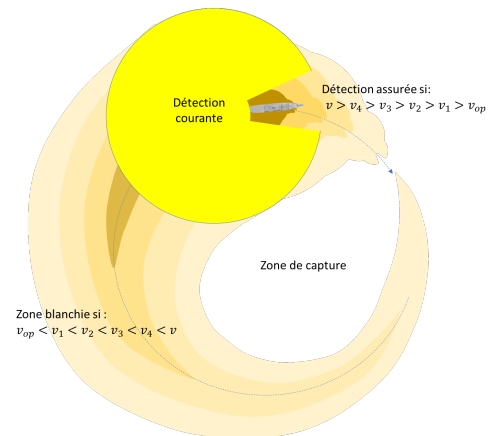
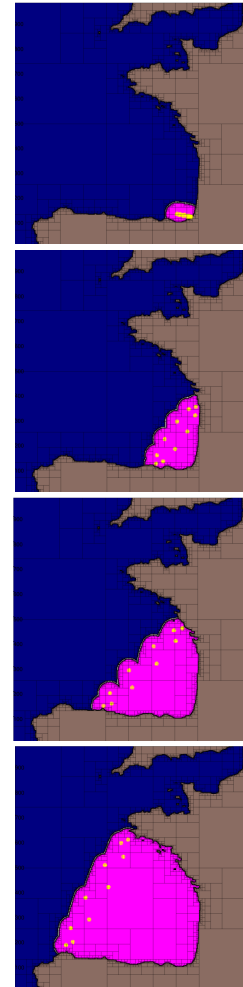
Défi 5 : Lutte Anti-Drones marins

Chasse, Blanchiment, Capture



Défis scientifiques et techniques

- Exhaustivité de couverture
- Théorie des jeux différentiels
- Modèles de détection
- Capture d'AUV
 - CHROMM
- Mise en évidence des vulnérabilités
 - DGA TN (Site de Lanvéoc)



Feuille(s) de route scientifique de ROBEX

