

ROBEX

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 intervalliste en milieux contraints
- Commande non linéaire reconfigurable & locomotion bio-inspirée
- Coopération multi-robots
- Garantie de performance & autonomie décisionnelle

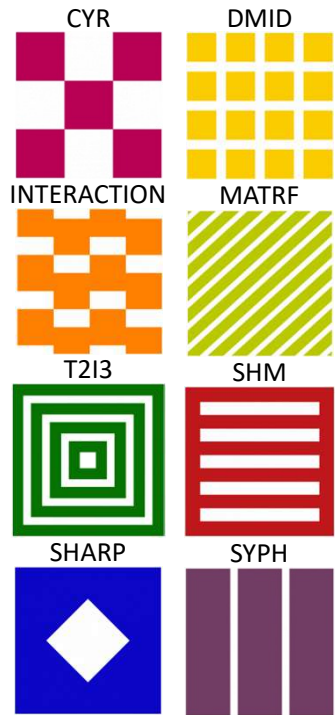
5 défis applicatifs, en robotique marine :

- REA : Rapid Environmental Assessment
- FAUV : Flottille d'AUVs Furtifs
- AUV Nourrice : Cartographie Collaborative Grand Fond
- REK : *Karst Exploration with Robots*
- LAD : Lutte anti-drone

Laboratoire, UMR 6285



9 pôles



IA&OCEAN

3 équipes

M³

Marine Mapping
& Metrology

OSE

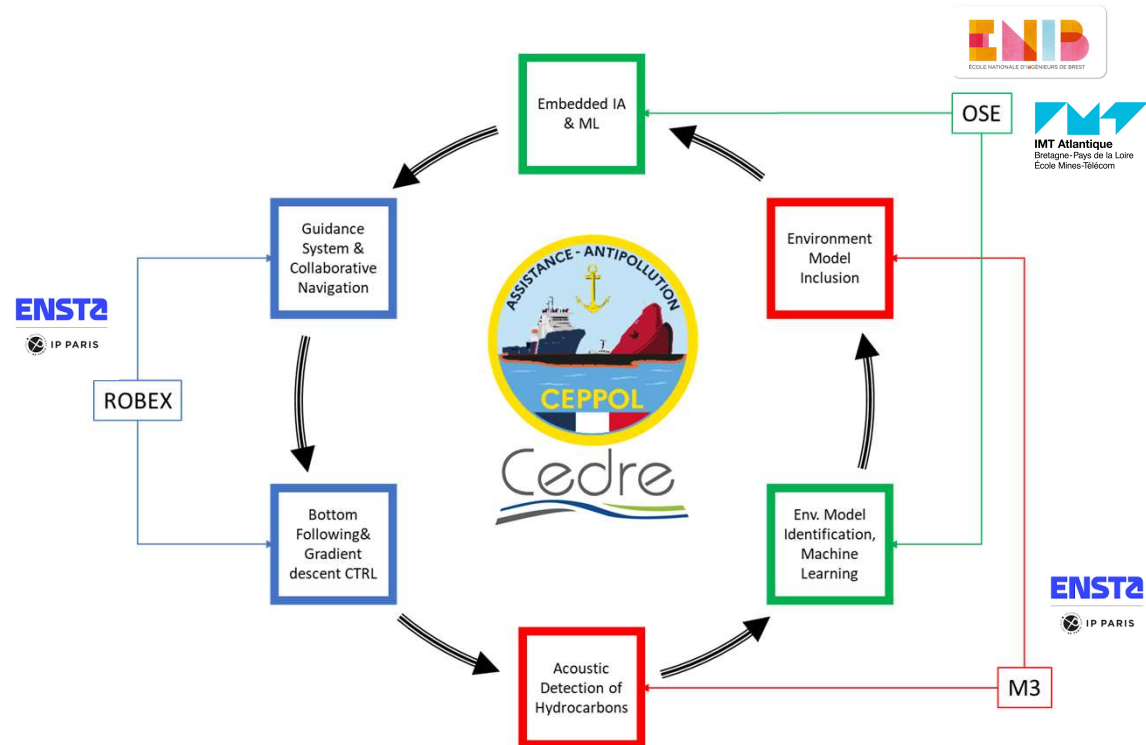
Observations Signal
& Environnement

ROBEX

Robotique
d'Exploration

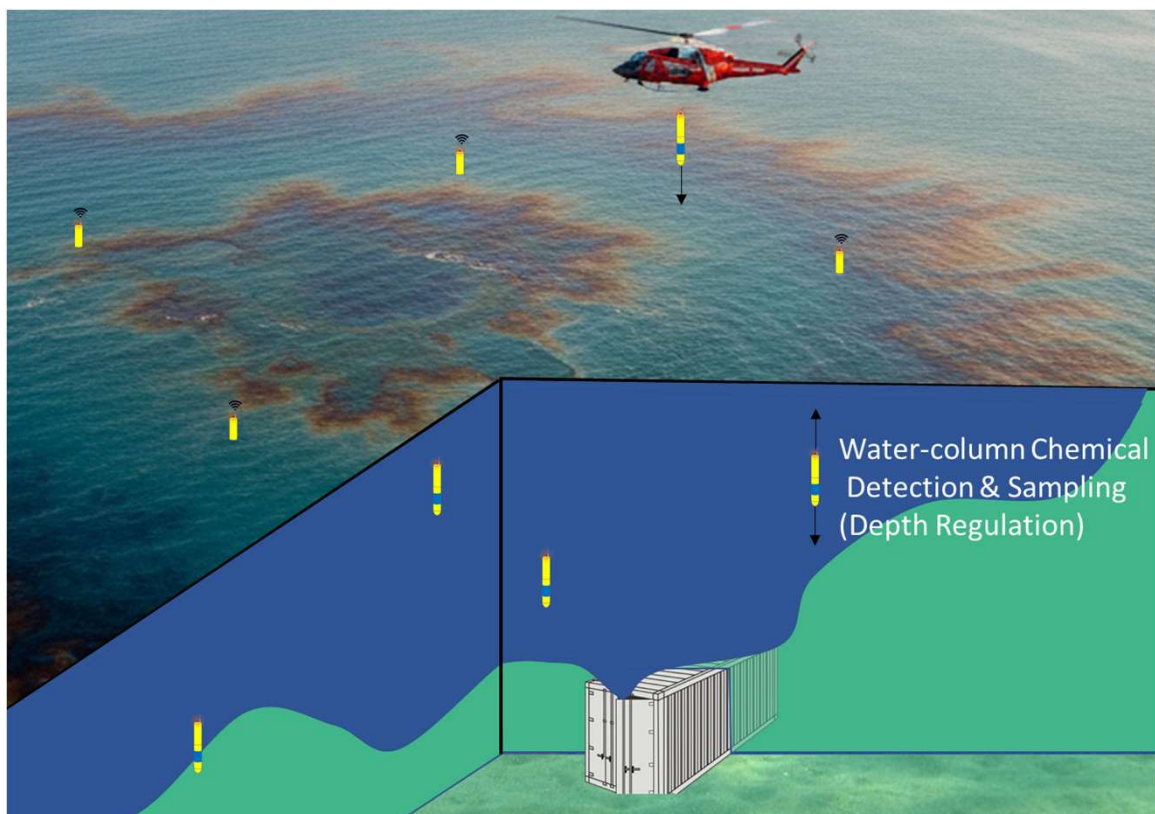
Rapid Environmental Assessment

REA, un projet structurant du pôle IA & Ocean du LabSTICC.



Défi 1 : *Rapid Environmental Assessment*

REA, Phase 1 : obtention d'un modèle V0

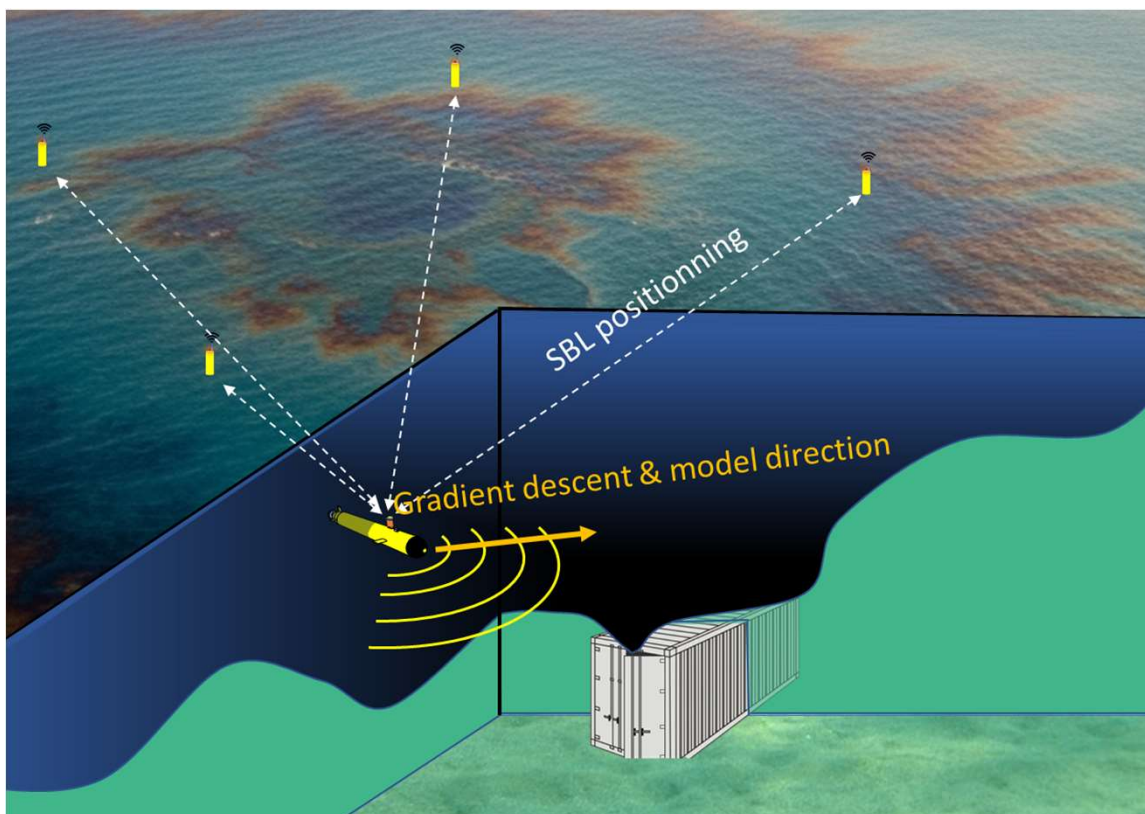


Défis scientifiques et techniques

- 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 Environmental Assessment*

REA, Phase 2 : Localisation de la source

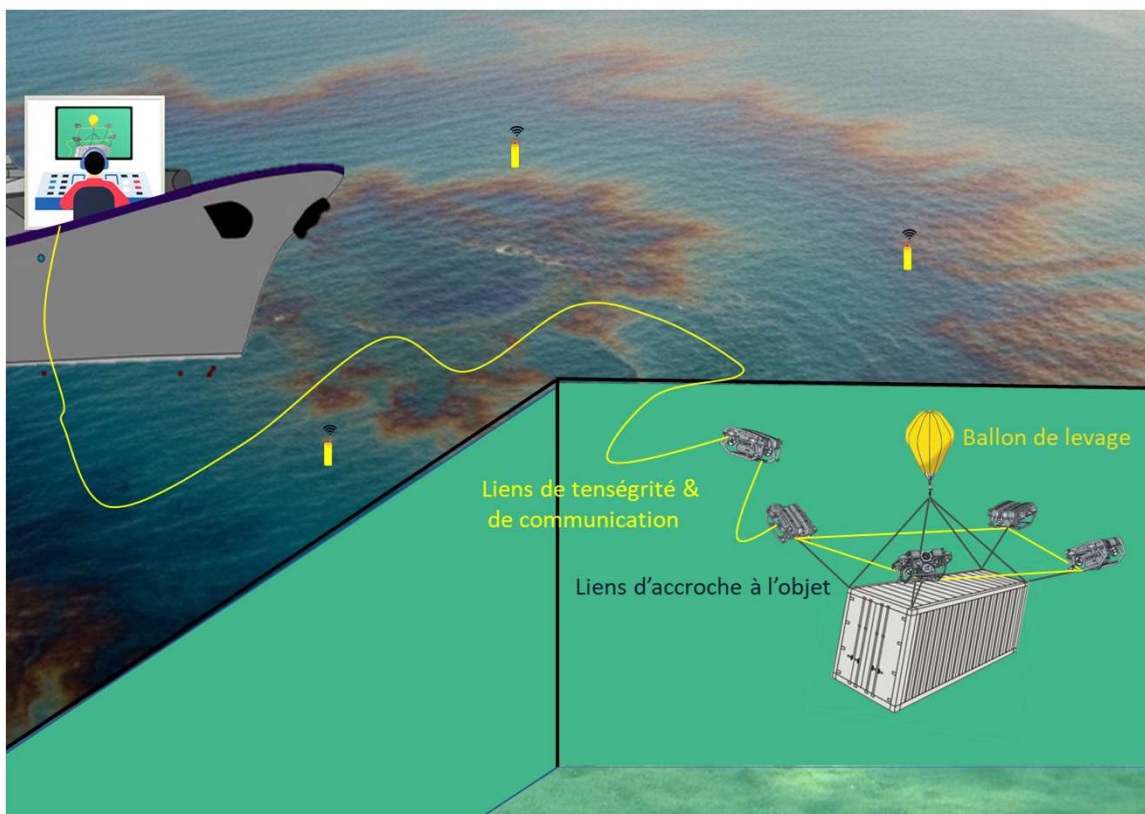


Défis scientifiques et techniques

- 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)
- Commande robuste d'AUV
- Adaptation de la navigation aux contraintes des capteurs
- Navigation collaborative multi véhicules
- Cartographie chimique de l'environnement

Défi 1 : *Rapid Environmental Assessment*

REA, Phase 3 : Récupération de la source

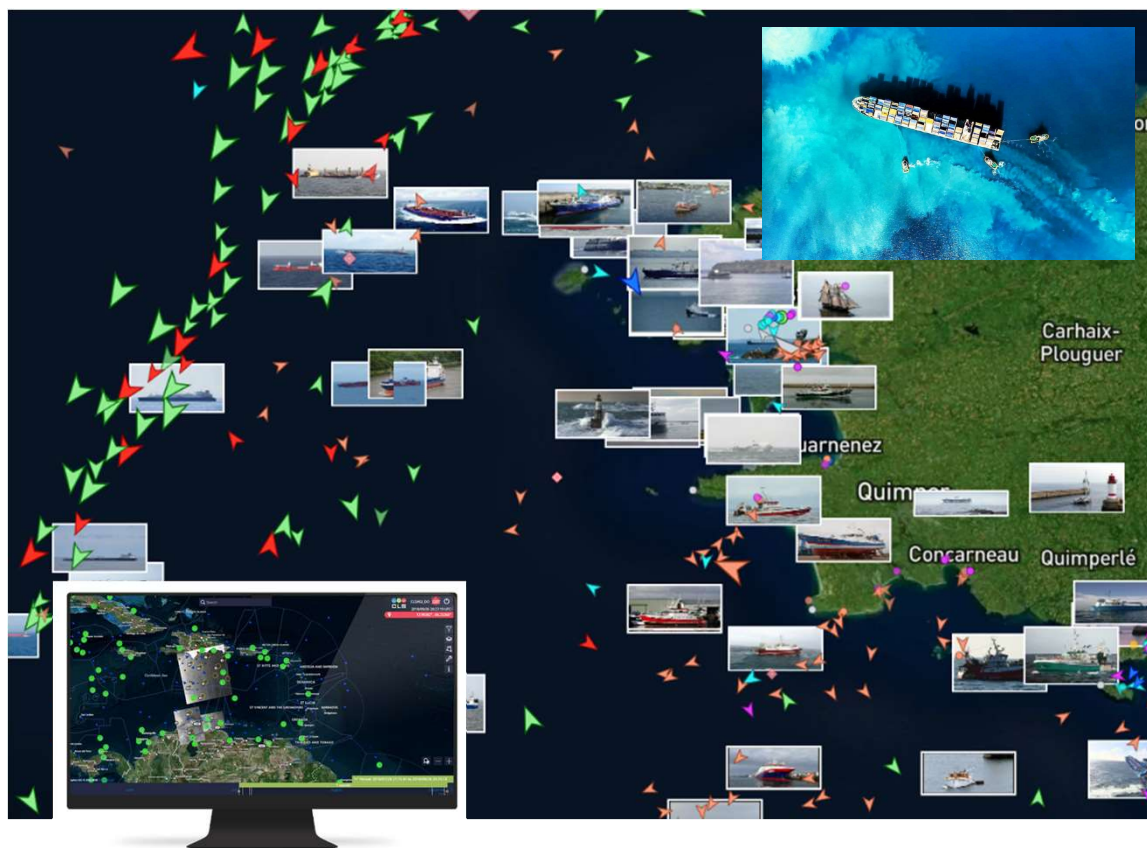


Défis scientifiques et techniques

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

Défi 1 : *Rapid Environmental Assessment*

REA, 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

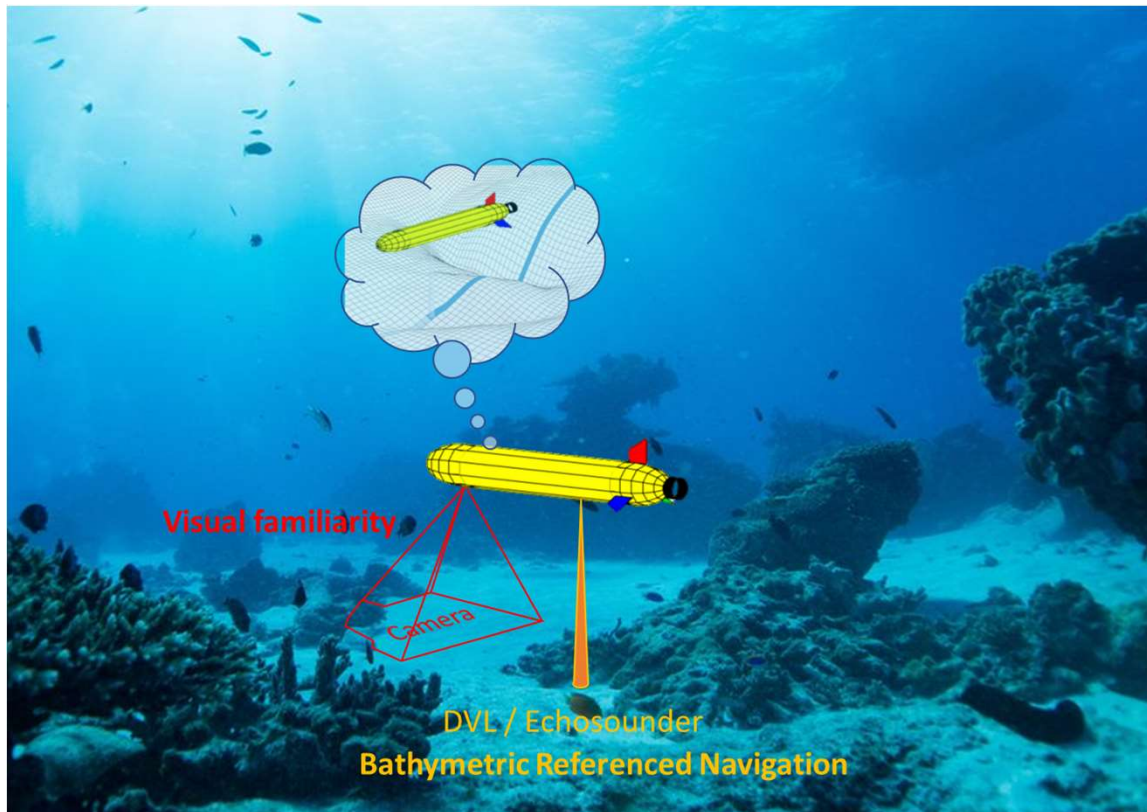
Financement

- BPI IDMO
 - Multi-régions
 - Recherche de porteurs industriels (/ phase) : Seaber, Alseamar, CLS,...
- Phasage du projet
 - Multi-guichets
 - Feuille de route pluriannuelle

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

« SLAM collaboratif appliqué à une meute d'AUVs »

F-AUV, Phase 1 : Navigation référencée terrain

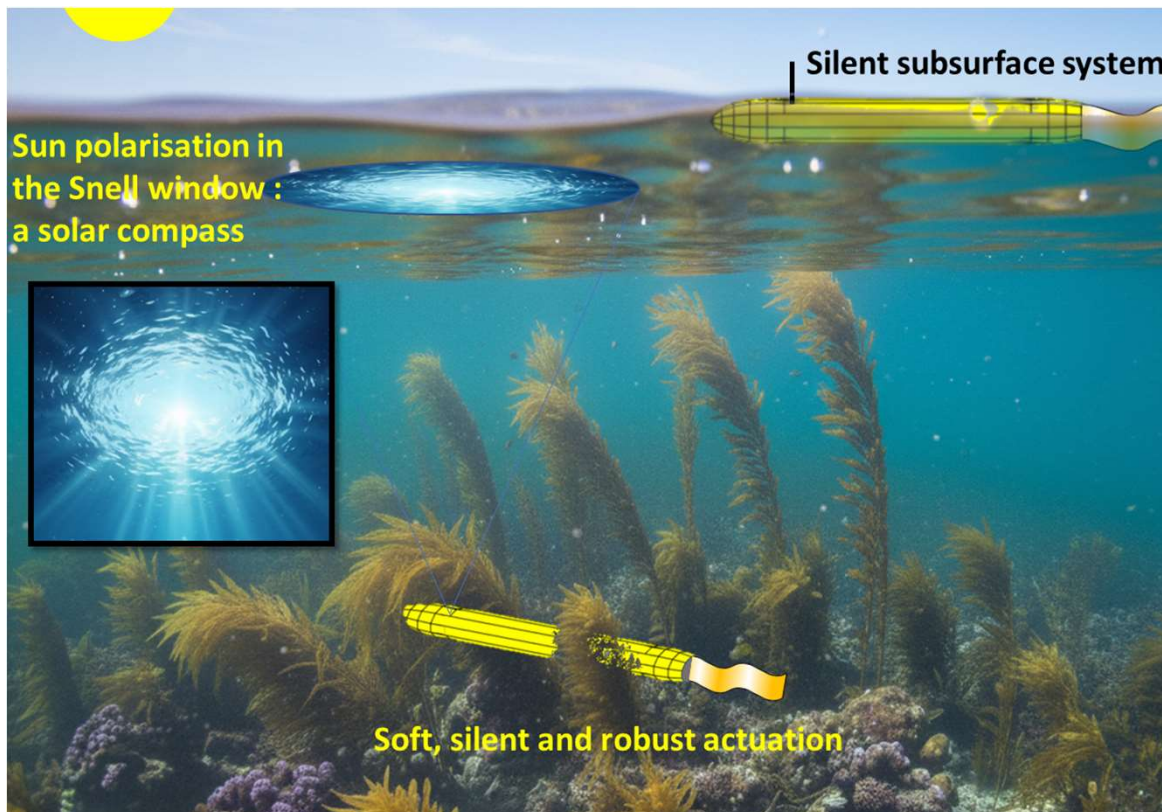


Défis scientifiques et techniques

- 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

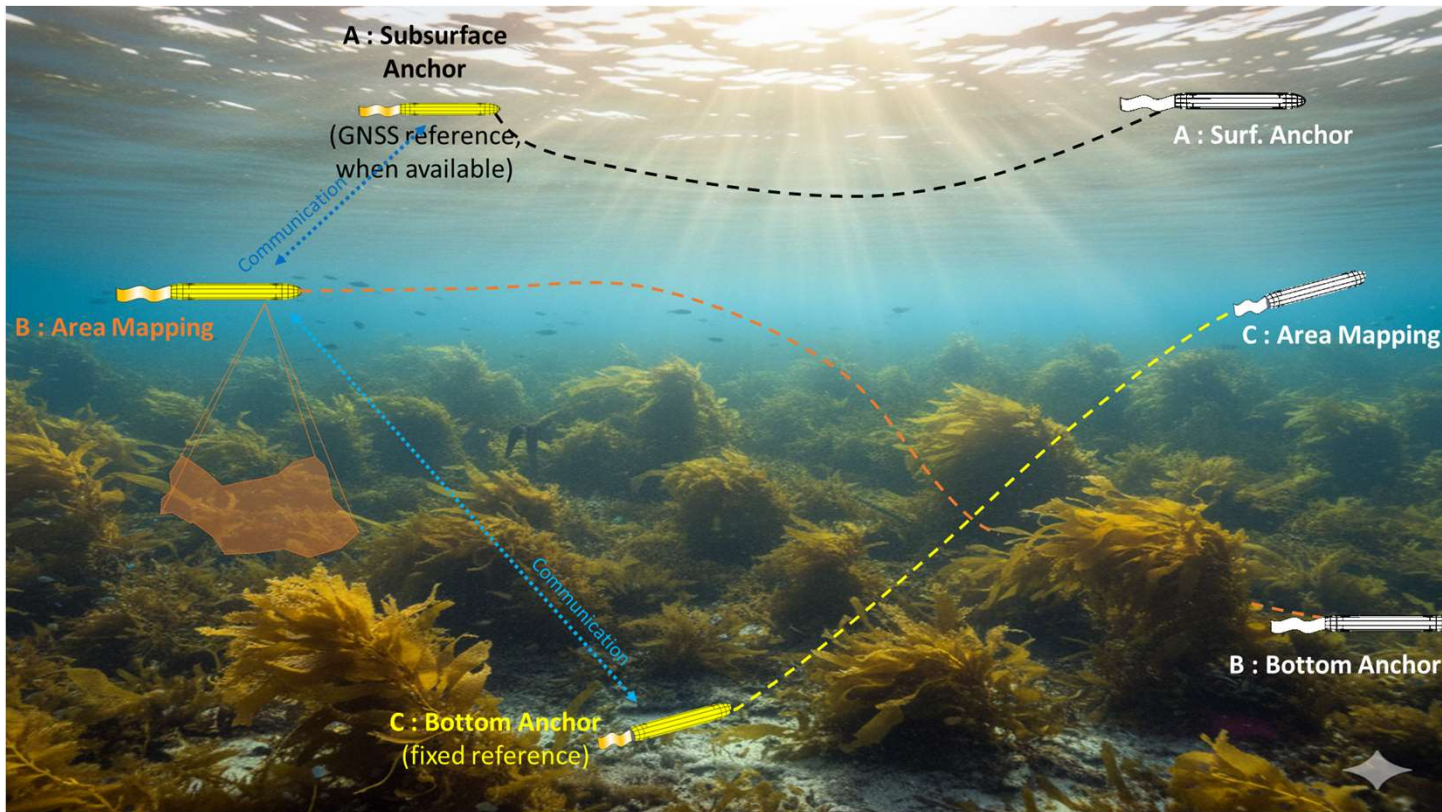


Défis scientifiques et techniques

- 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

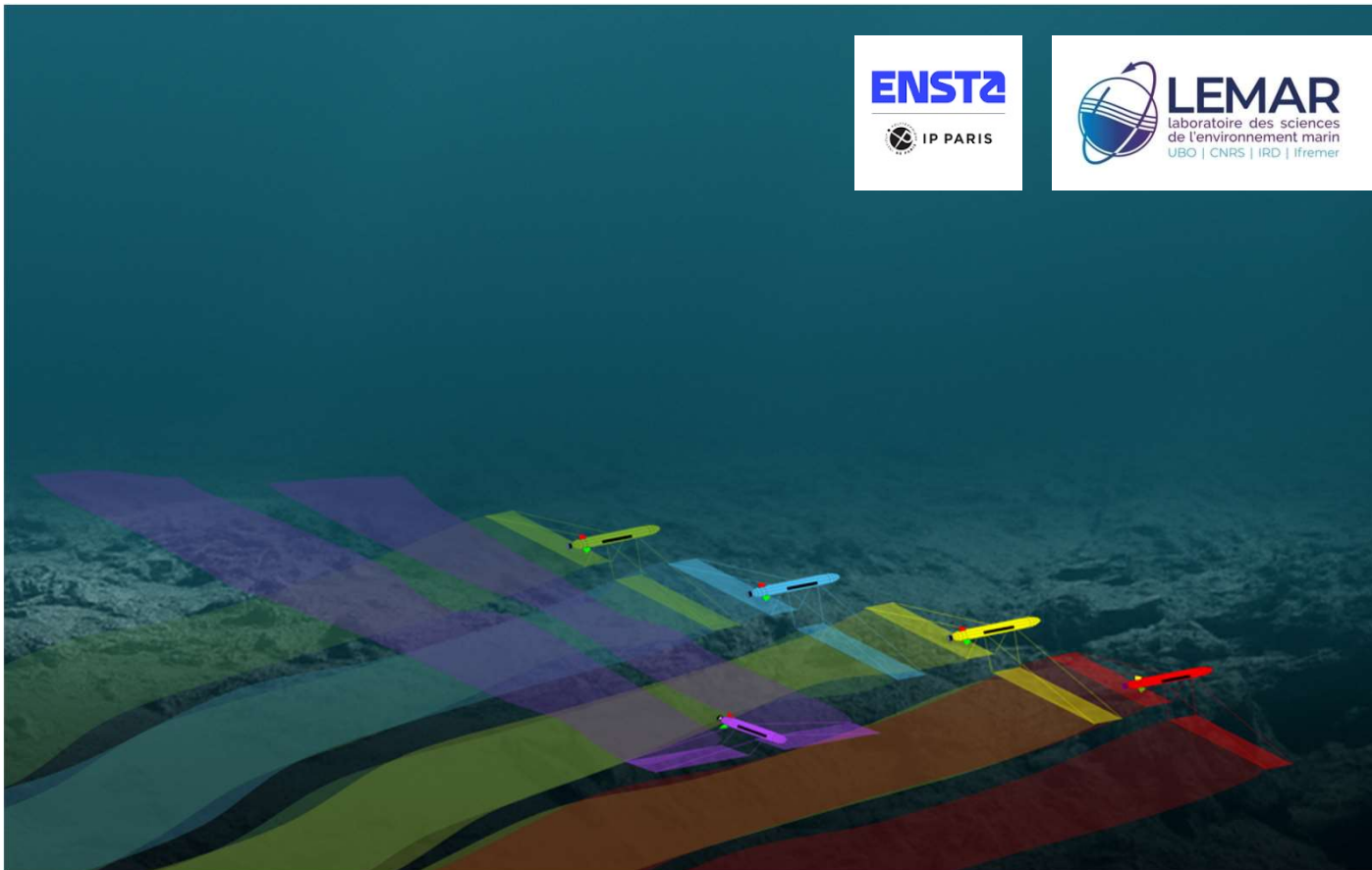
- Navigation collaborative référencée terrain
- Inclusion des amers indiscernables

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

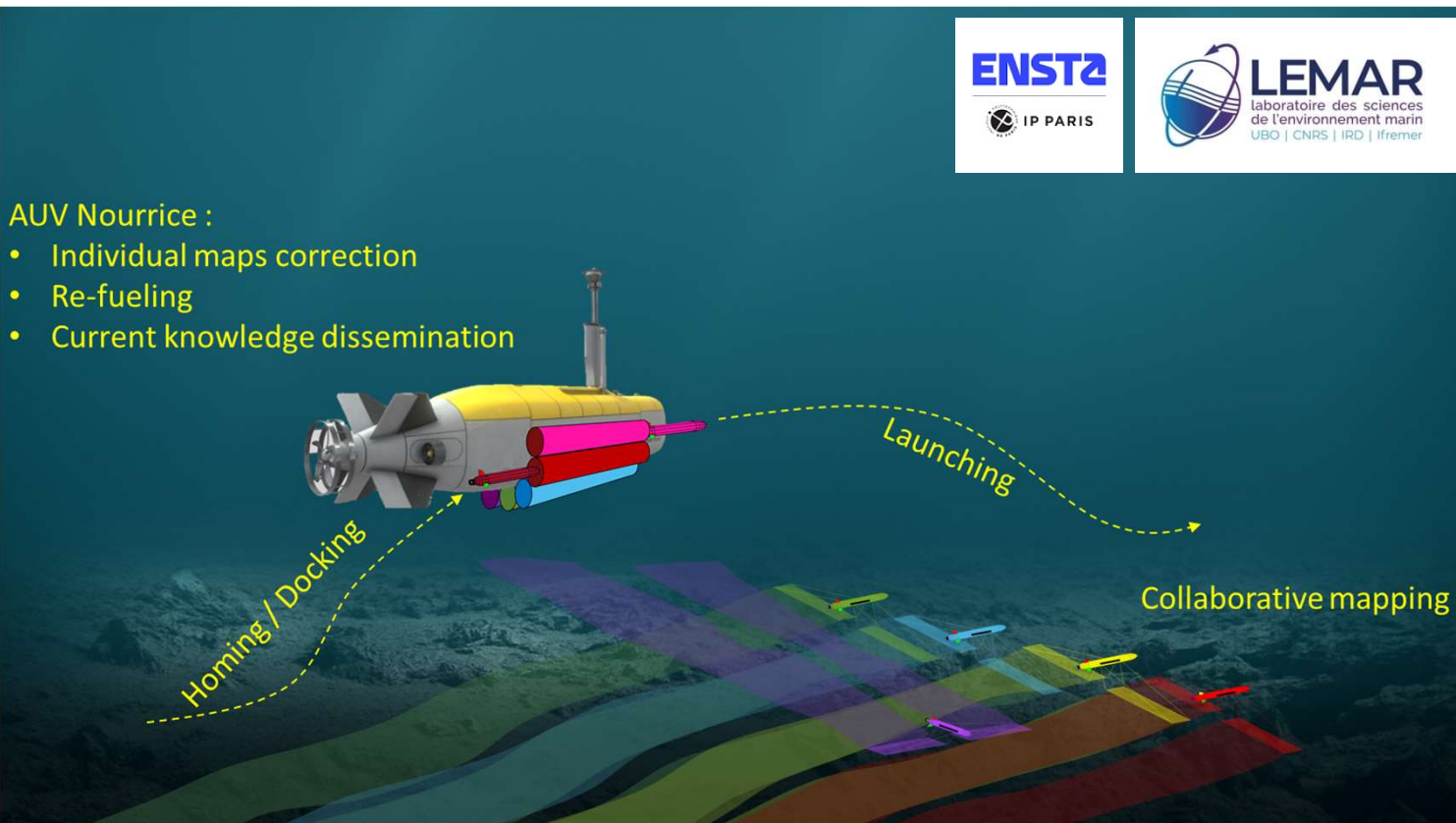


Défis scientifiques et techniques

- 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

Défi 3 : Cartographie Collaborative grand fond, AUV Nourrice

AUV-N : Terrains



Saint Pierre et Miquelon :
cartographie des habitats
du crabe des neiges

Brest : mise au point

Terre Adélie :
Cartographie
Polaire



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

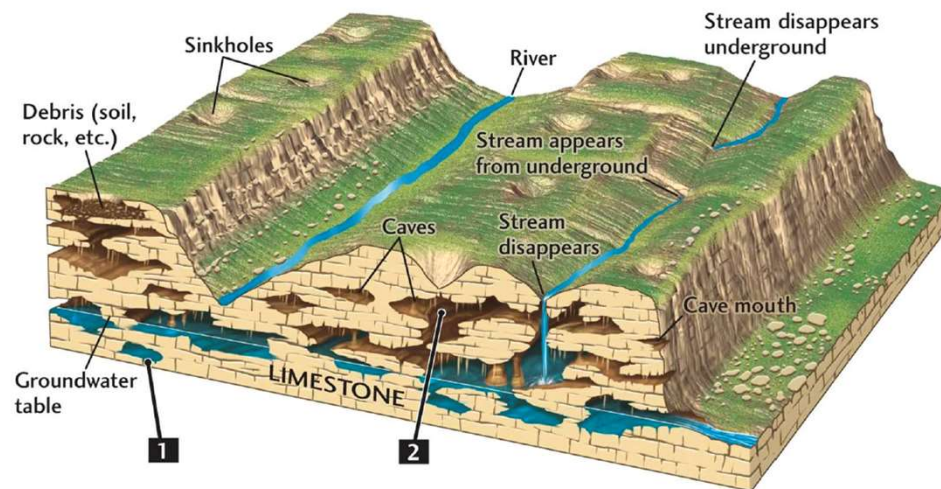
Financements

PEPR Grands Fonds Marins
Appel à idée déposé

Défi 4 : Robotique d'Exploration de réseaux Karstiques

KARST : DEFINITION

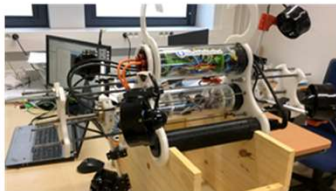
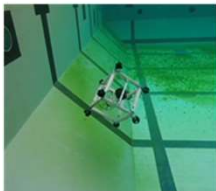
- A topography formed from the dissolution of soluble rocks such as limestone, dolomite, and gypsum,



- Characterized by **underground drainage hydrosystems** with sinkholes and caves.



Défi 4 : Robotique d'Exploration de réseaux Karstiques

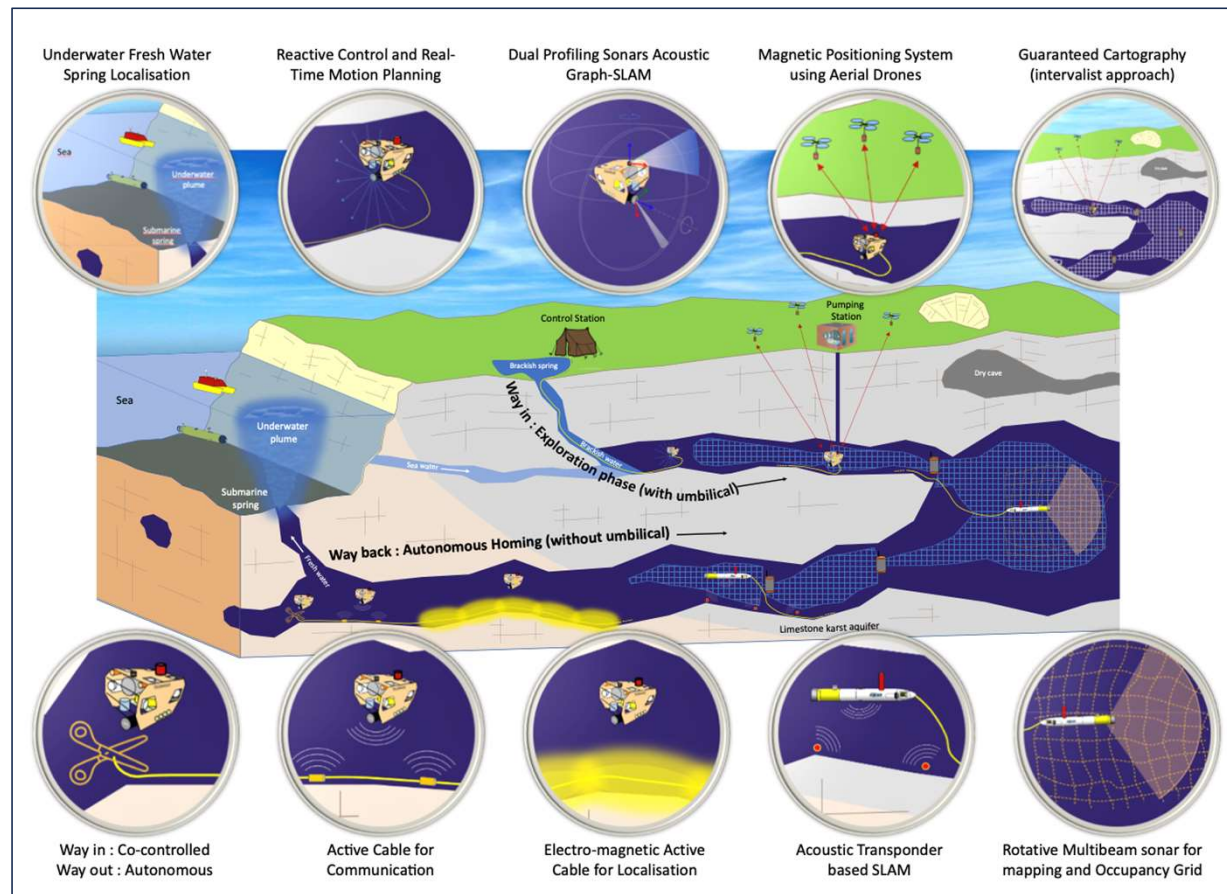


Défis scientifiques et techniques

- 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

REK : Projet Européen ANZAR



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

LAD : Lutte Anti-Drones

- Chasse
- Capture
- Mise en évidence des vulnérabilité

Défis scientifiques et techniques

- Chasse d'AUV
 - CHROMM
- Mise en évidence des vulnérabilités
 - DGA TN (Site de Lanvéoc)

Feuille de route scientifique

Structurer l'écosystème académique de la RSM

- Brest en position de revendiquer le leadership national sur la question des drones marins
 - Académique, Entrepreneurial, Formation
- L'ENSTA - ROBEX, leader sur le versant académique
- Coordonner les initiatives Palaisiennes et Brestoises
- Nouvelle vague des CPER, 2027-2032

Vers la création d'un **Centre Européen de Recherche en Robotique Marine**

Centre Européen de Recherche en Robotique Marine

Structurer l'effort de recherche académique de l'écosystème
Brestois / Breton sur la question des systèmes autonomes marins

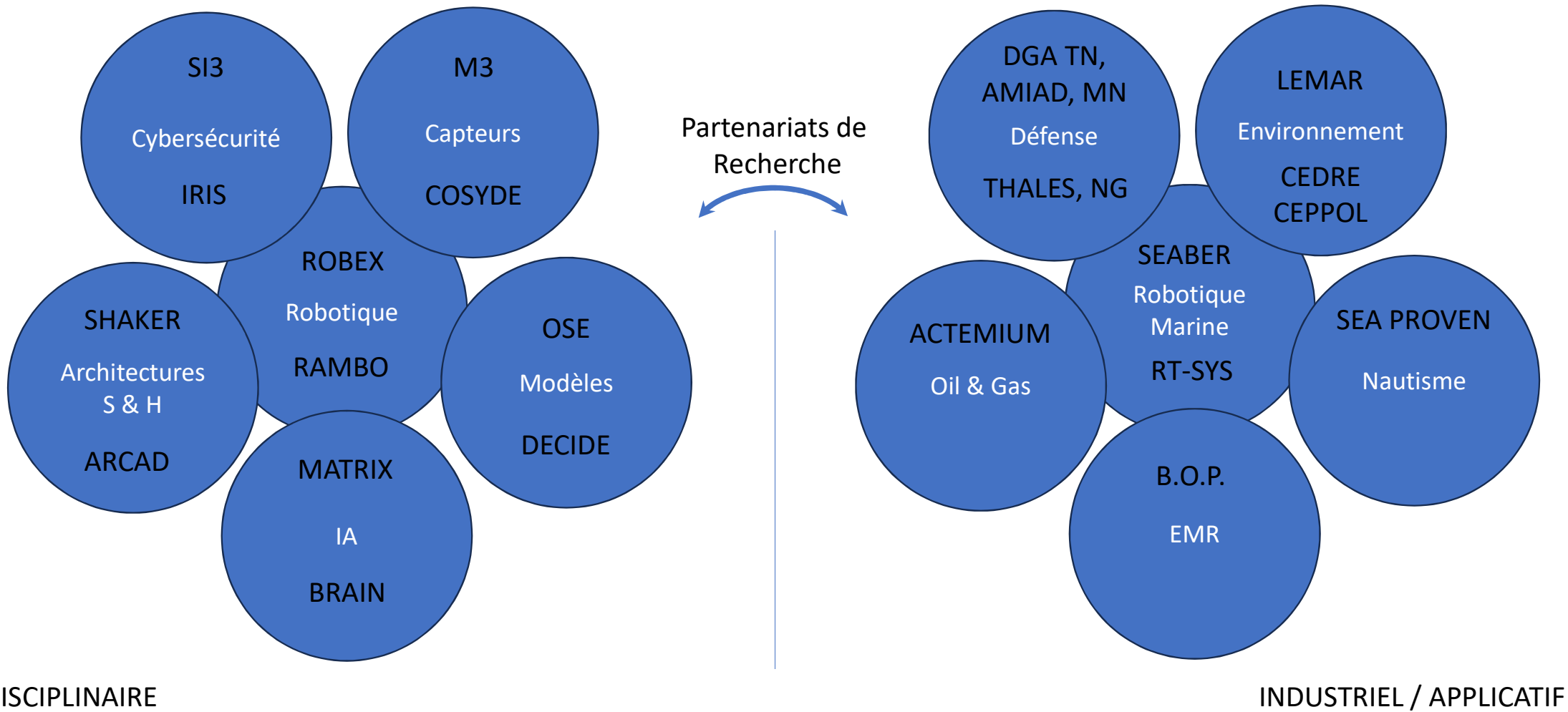
Positionnement local

- Séminaire national sur les drones et navires autonomes (2023, Brest)
- Marin'ouest (2025, Lanveoc)
- Brest Métropole soutient :
 - CPER SpaceTechDroneTech -> Bassin Robotique + équipements
 - CPER RACAM
 - Centre innovation drone (à venir 2026)
 - ...

Forces académiques en présence

- LabSTICC / IA&OCEAN / ROBEX : 6 E/C 61 et 2 C 3, Robotique
- LabSTICC / INETRACTION / RAMBO : 3 E/C, Robotique
- LabSTICC / IA&OCEAN / M3 : 2 E/C 61, Automatique et IA
- LabSTICC / SHARP / SHAKER : 2 E/C 27 et 1IR, Architectures Logicielles
- IRDL / PTR4-SEP : 2 ou 3 E/C, Automatique
- IRENAV / AXE 3 : -

Ecosystèmes de la robotique



Positionnement National

- La place Brestoise en passe d'afficher le **leadership national** sur la question des drones marins :
 - Recherche : Robex reconnue comme **l'équipe de recherche académique phare** en Robotique Marine
 - RSM (LIRMM-Montpellier) : 4 E/C et 1 C
 - COSMER (Université de Toulon) : 4 E/C
 - Industriels : ...
 - Formation : ENSTA, IMT, Ecole Navale, L3 IUT Brest Morlaix
 - Défense : ...

Positionnement Européen

- **NTNU – AMOS & OceanLab (Trondheim, Norvège).** Centre de recherche interdisciplinaire (robotique marine, contrôle, hydrodynamique) adossé à l'université, avec plateformes d'essais grandeur nature **OceanLab** (NTNU+SINTEF) et liens étroits avec l'industrie offshore (Equinor, Kongsberg).
- **DFKI – Robotics Innovation Center (Breme, Allemagne).** Institut national (IA/robotique) avec **Maritime Exploration Hall** (bassins, chambre hyperbare, grue), partenariat organique avec l'Université de Brême/MARUM (ROVs profonds). Très fort continuum recherche→transfert.
- **GEOMAR (Kiel, Allemagne) & MARUM (Brême, Allemagne).** Centres océanographiques disposant de flottes AUV/ROV (ABYSS, POSEIDON, KIEL 6000, PHOCA ; nouveau **ROV MARUM-QUEST 5000**). Intégration forte aux infrastructures Helmholtz/Université, opérations grands fonds
- **NOC – Marine Autonomous & Robotic Systems (Southampton, Royaume-Uni).** Pôle national pour l'UK, flotte MARS, mutualisée via le National Marine Equipment Pool, opérations AUV & gliders, dev technos.
- **INESC TEC / CRAS & LSTS (Porto, Portugal).** Unité « Robotics & Autonomous Systems » et labo historique **LSTS** (créateur des LAUV, spin-off OceanScan). Forte culture d'exercices multi-AUV et de co-développement industriel.
- **CIRS – University of Girona (Espagne).** Centre de robotique sous-marine avec bassins, chambre de pression, navire d'essai, ouverture transnationale via **EUMarineRobots/EUROFLEETS**.
- **LABUST – Univ. de Zagreb (Croatie).** Labo « Underwater Systems & Technologies », animateur de l'atelier international **Breaking the Surface** (communauté européenne robotique marine).
- **CMMI – Marine Robotics Innovation Centre (Chypre).** Institut national « blue economy » avec centre innovation robotique marine (projets Horizon Europe/EDF, essais d'AUV résidentiels).
- **HCMR – Hellenic Centre for Marine Research (Grèce).** Organisme public avec flotte d'engins (gliders, ROVs, submersible), acteur des RIs européennes (POSEIDON, GROOM).
- **IFREMER** (unités systèmes sous-marins, **UlyX 6000 m**, **Victor 6000**, Nautilie ; bases et bassins d'essai).

Positionnement Européen



- **NTNU – AMOS & OceanLab (Trondheim, Norvège).**
- **DFKI – Robotics Innovation Center (Breme, Allemagne).**
- **GEOMAR (Kiel, Allemagne)**
- **MARUM (Brême, Allemagne).**
- **NOC – MARS (Southampton, Royaume-Uni).**
- **INESC TEC / CRAS & LSTS (Porto, Portugal).**
- **CIRS – University of Girona (Espagne).**
- **LABUST – Univ. de Zagreb (Croatie).**
- **CMMI – Marine Robotics Innovation Centre (Chypre).**
- **HCMR – Hellenic Centre for Marine Research (Grèce).**

Structuration

- **Gouvernance & ancrage**

- Ancrage **universitaire** (centres d'excellence type NTNU-AMOS, CIRS) ou **organismes nationaux** (NOC, GEOMAR/HGF, HCMR), avec conventions de site et co-pilotage local (ville/région/port).
- Convention avec les sites de Lanvéoc, de St Anne...

- **Infrastructures mutualisées**

- “Halls” et bassins instrumentés, **chambres hyperbares**, quais d'essais et “living labs” côtiers (OceanLab, DFKI Maritime Hall).
- **Pools d'équipements** (AUV/ROV/USV/gliders) accessibles à la communauté via guichets (NMEP au NOC).
- Accueil et support de plateformes nationales de recherche (EQUIPEX 2.0)

- **Chaîne complète Recherche → Démo → Transfert**

- Équipes “plateformes & opérations” + “algorithmes/IA/contrôle” + **cellule de valorisation** (spin-offs) ; ex. LSTS→OceanScan (LAUV).
- En complément du Centre Innovation Drones

- **Intégration réseaux européens**

- Participation active aux **RIs** et appels UE (EUROFLEETS/EUMR/GROOM/EMSO) ; ces réseaux structurent l'ouverture des moyens.

- **Formation & communauté**

- Parcours MSc/PhD spécialisés, **écoles d'été & ateliers** (Breaking the Surface) pour attirer talents/partenaires.
- Master Européen (ex : Master MIR)
- Accueil / organisation de workshops internationaux (ex : Breaking the Surface)
- Organisation de concours étudiants (ex : SAUCE)