

Enjeux de la robotique sous-marine

développements récents et perspectives

Jan Opderbecke

IFREMER - Unité des Systèmes sous-marins

<http://www.ifremer.fr/flotte/index.htm>



Engins opérés dans la flotte océanographique française

Nautile



Victor 6000



Ariane



asterX & ideoX



Sysif



Sous-marin habité
6000m

Robot télé-opéré
hauturier 6000m

Robot hybride
côtier 2500m

Robots autonomes
3000m

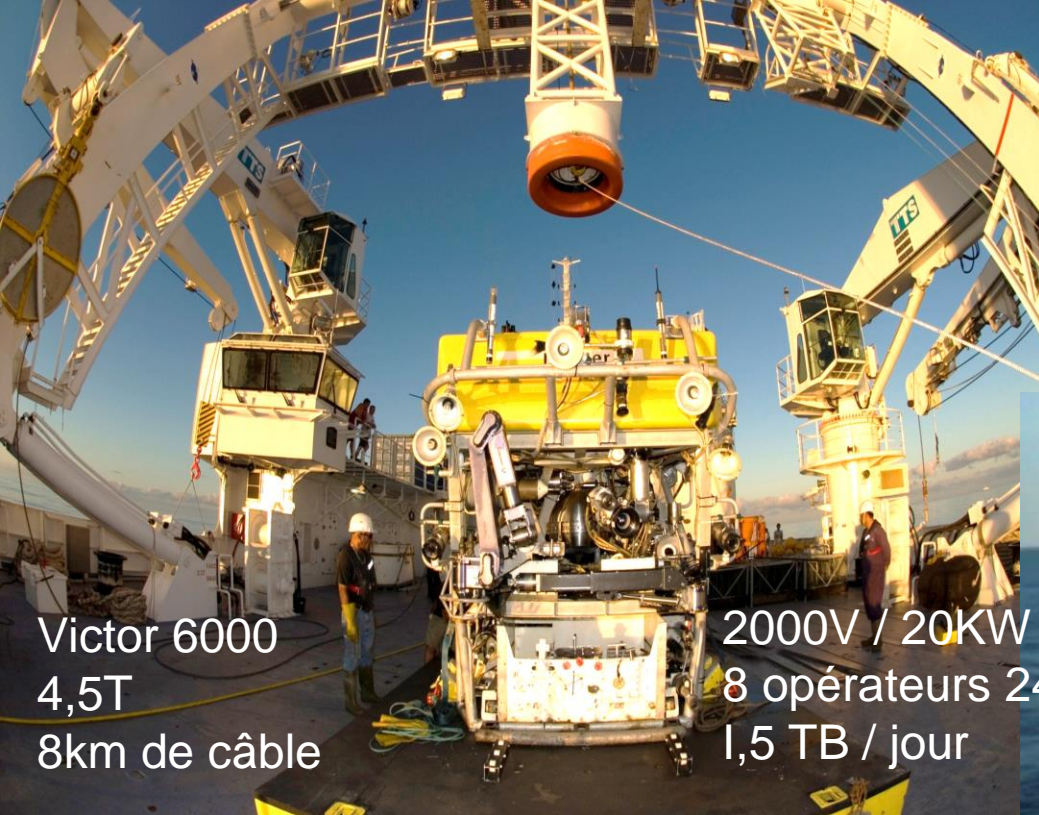
Sismique près du
fond 6000m

Mission au fond

- Scénarios : exploration vs chantier vs ...
- Intervention – manipulation (observatoires)
- Prélèvement (géologique, biologique, vivant)
- Inspection (imagerie optique)
- Cartographie haute résolution acoustique (sonar/multifaisceaux)
- Recherche de sites (scientifiques, épaves...)
- Mesures in-situ (sondes, analyseurs chimiques)

Contraintes d'environnement et techniques

- Pression (poids d'un engin ~ immersion)
- Eau de mer conducteur (pas de transmission radio, pas de lumière, GPS...)
- Faible visibilité (qqm mètres à qqm 10m)
- Géo-localisation (GPS acoustique)
- Sûreté en milieu hostile
- Déploiement/récupération sur les navires
- Maintenance loin de la terre



Victor 6000
4,5T
8km de câble

2000V / 20KW
8 opérateurs 24/7
1,5 TB / jour

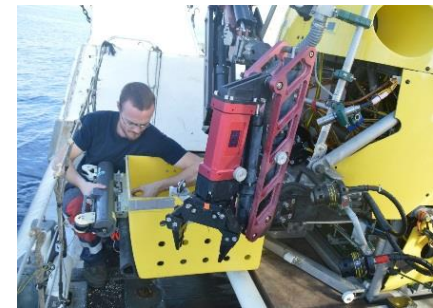
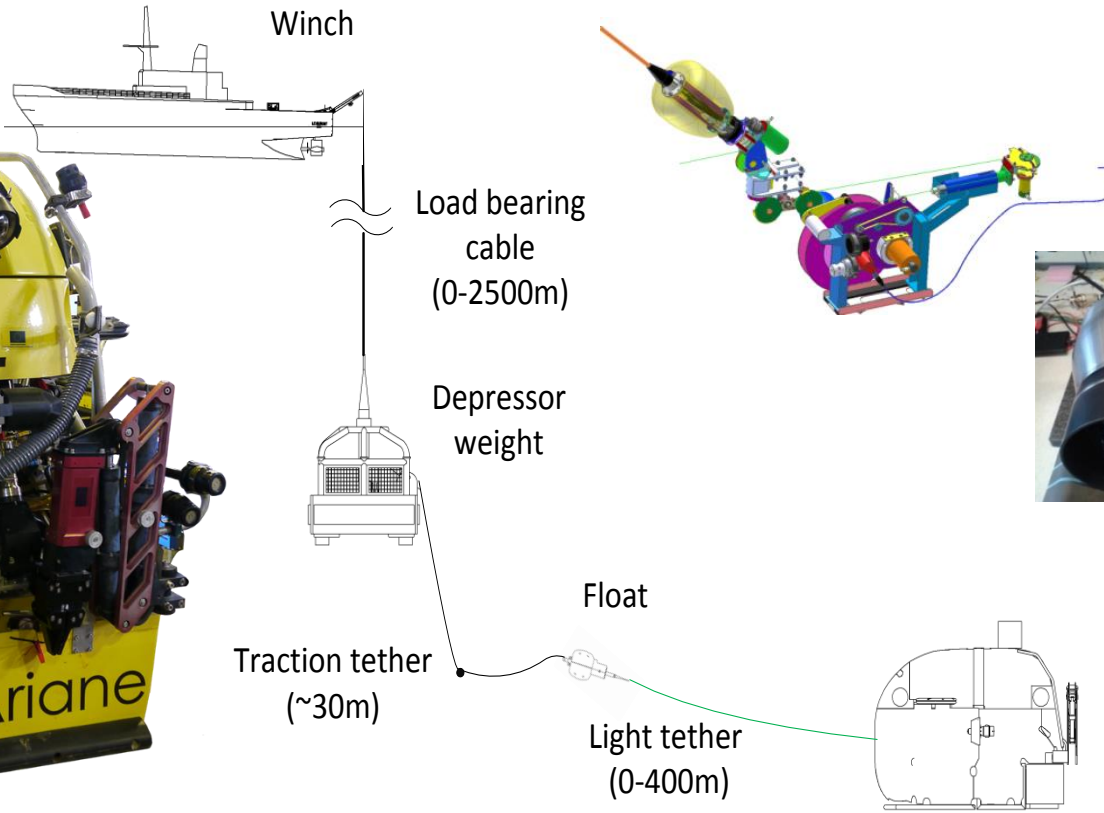
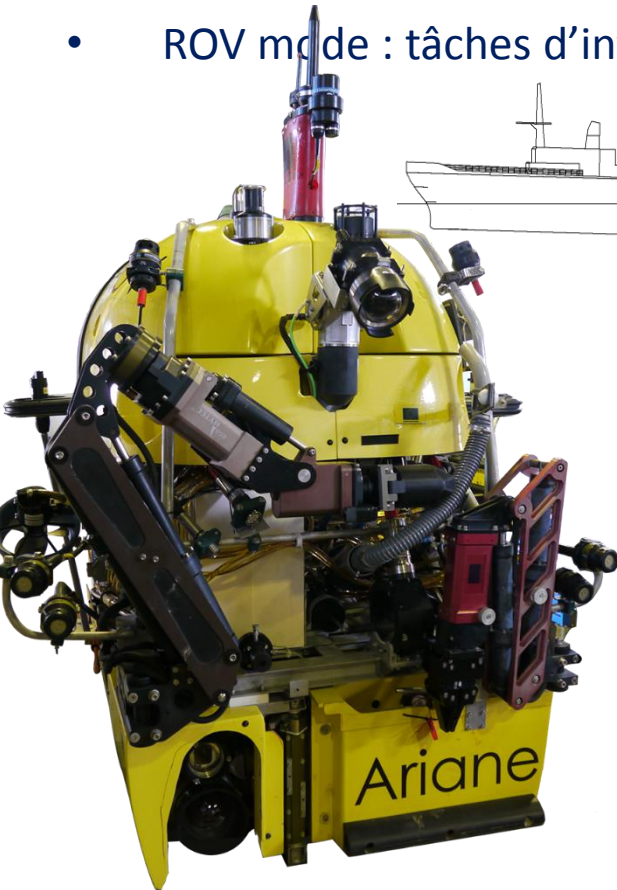


La robotique téléopérée 'workhorse' de l'intervention profonde



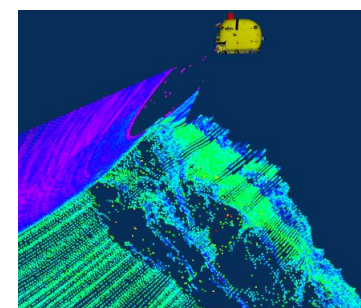
Le concept du ROV hybride

- Encombrement réduit sur le pont: treuil et câble légers
- Energie embarquée – batteries LI 20kWh
- Téléopération via fibre optique
- Enrouler actif embarqué sur l'engin, 400m de fibre armé Kevlar
- Propulsion & instrumentation adaptées au travail en canyon
- ROV mode : tâches d'intervention - AUV mode : tâches de cartographie



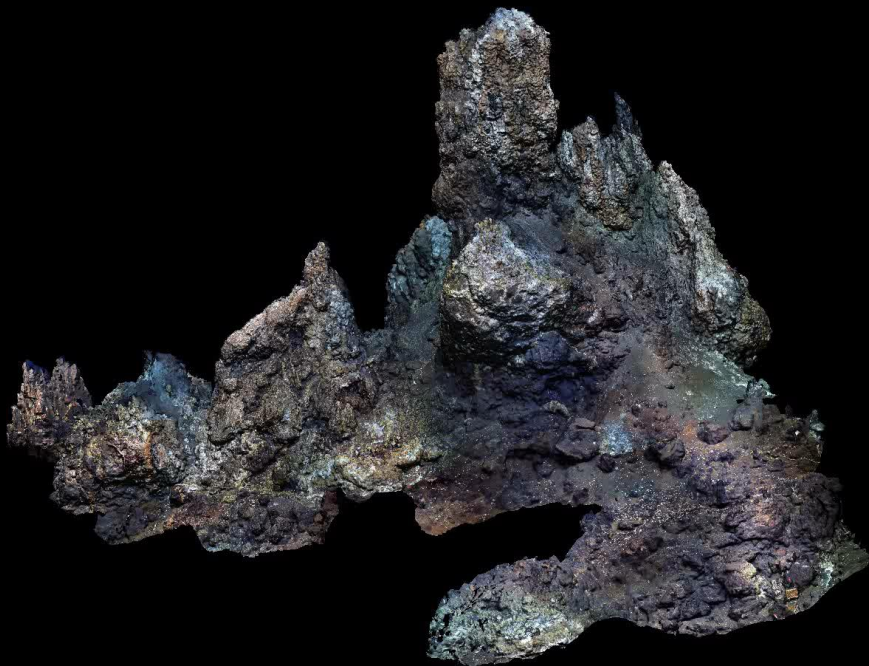


HROV Ariane - début prometteurs

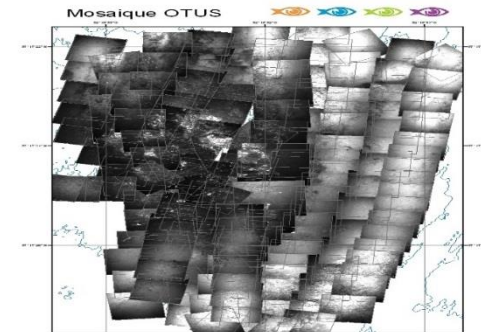


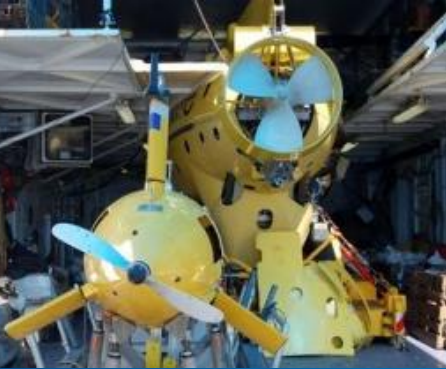
Cartographies & reconstruction 3D

Ariane
Epave d'un torpilleur
Saint Tropez



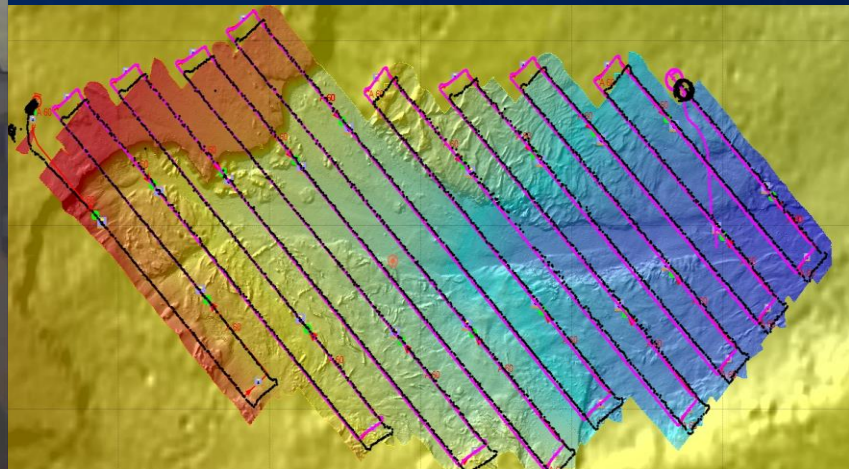
Victor 6000
Source hydrothermale sur dorsale
médio-atlantique





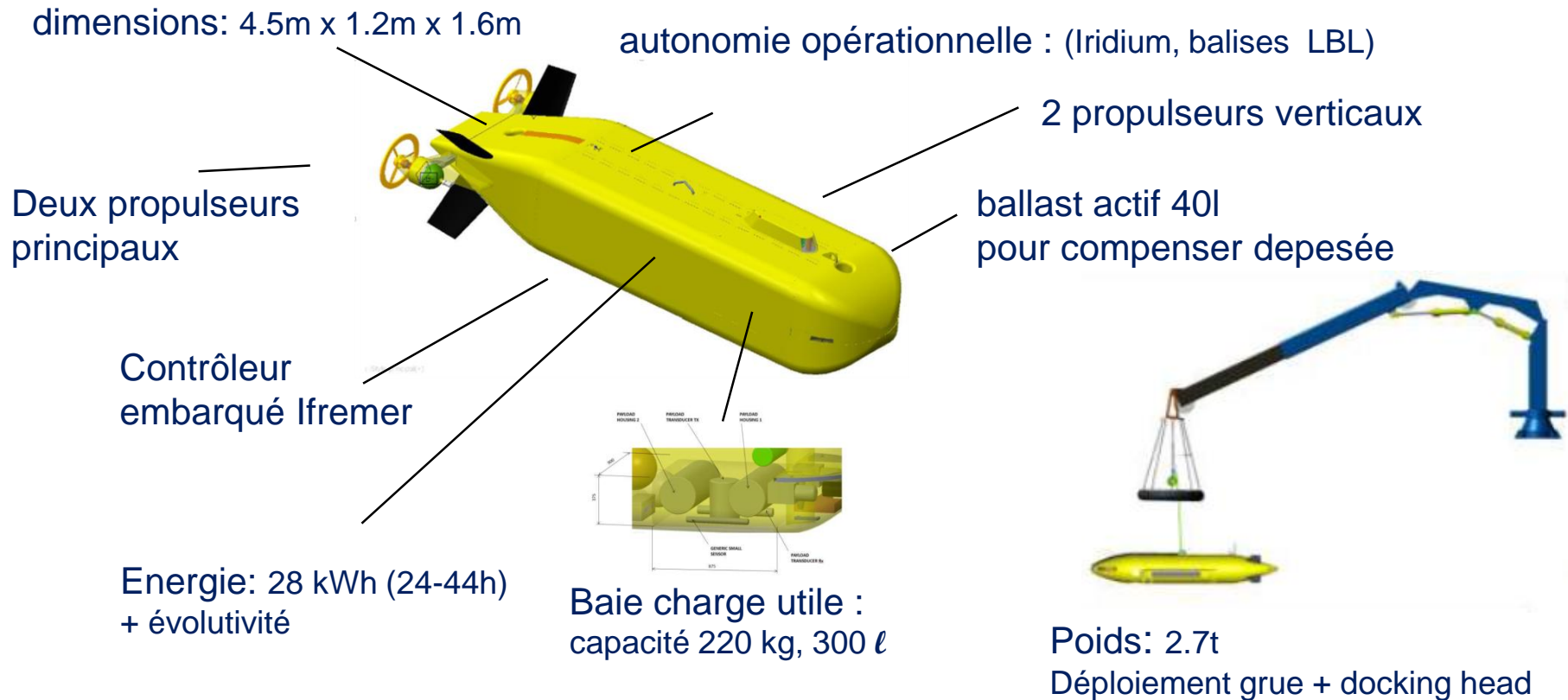
AUVs asterx & ideox

Des robots spécialisés dans la cartographie
Autonomie 12-16h, 60-100km, immersion max 2850m

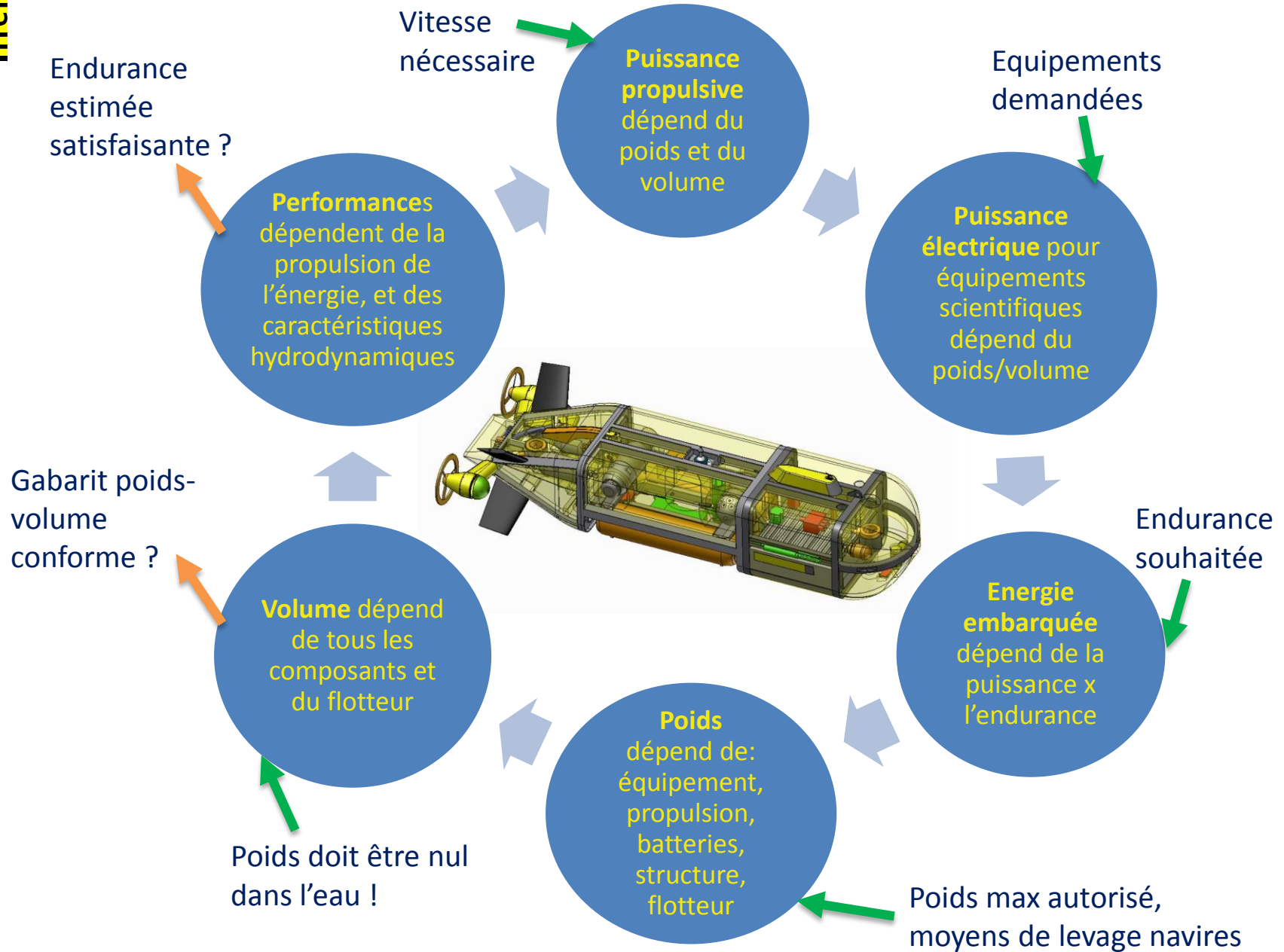


Projet CORAL : un robot autonome profond AUV 6000m

- Cartographie acoustique grande distance / couverture
- Navigation stationnaire près du fond (imagerie levée de doute)
- Charges Utiles multi-instruments bio-géo-chimiques
- Prélèvement d'eau, filtrage et mesures in-situ
- Autonomie décisionnelle & strategies de mission réactives

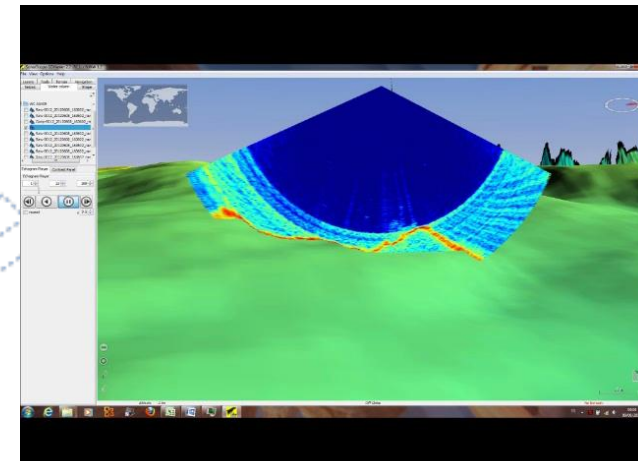
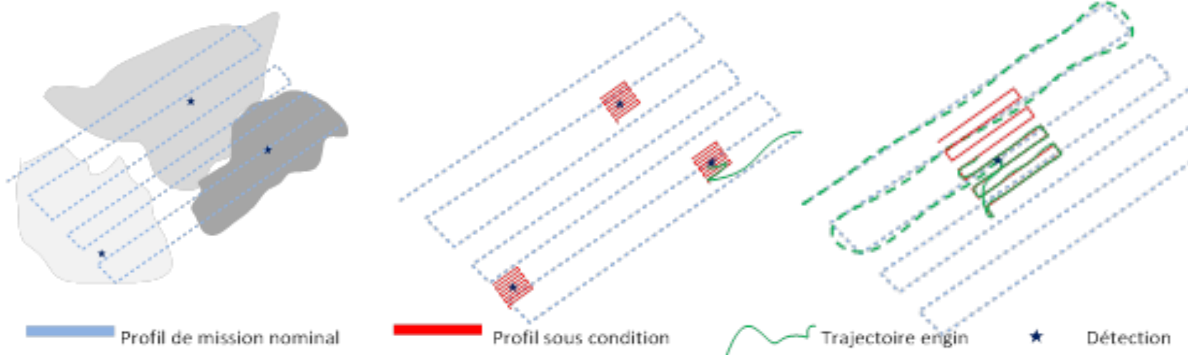
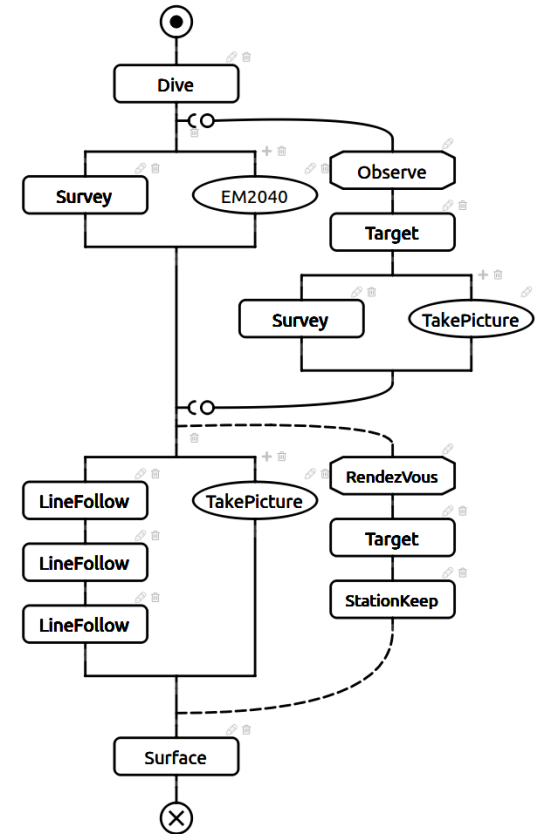


Conception système : le cycle du dimensionnement



Autonomie décisionnelle des robots

- Contrôleur embarqué LINUX-ROS
 - Développé pour HROV, à terme mutualisé sur parc Ifremer
- Concept opérationnel puissant
 - Ouverture aux champs d'application très variables
 - Comportement prévisible et traçable
- Premières expériences sur HROV et AUVs 3000
 - JRA2 du projet Eurofleets II avec Univ de Gironne et Marum
 - Essais sur AUV asterX
- Gestion de mission intelligente est basée sur 3 principes :
 - Exécution de primitives prédéfinies : linefollowing, target etc.
 - Définition de constructs conditionnels
 - Architecture modulaire des interfaces avec traitement embarqués



Enjeux technologiques vs ... contraintes physiques

Contraintes physiques

Engins résidents, grands fonds

Communication acoustique

Communication optique

Miniaturisation

Engins résidents, faibles fonds

Positionnement, navigation

Énergie stockage, récupération

Instrumentation

Meutes, grands fonds

Meutes, peu profond

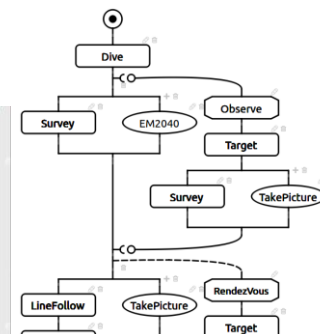
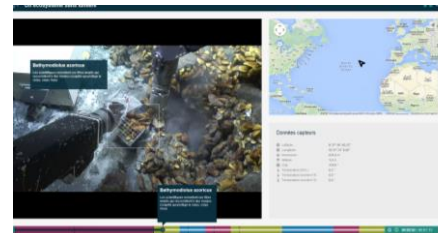
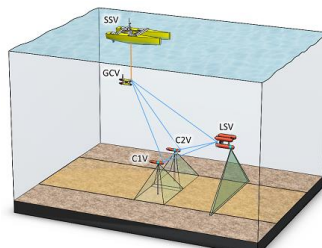
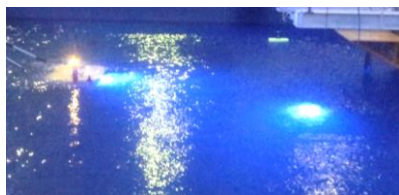
Perception multi-capteur, réalité virtuelle

Intérêt de la R&D - océanographie

Deep learning (embarqué)

SLAM

Autonomie décisionnelle



© MORPH Consortium

Batteries...brulées

Comm optique 10Mb/s

Meute coopérante

réalité augmentée

Langage mission



Merci !