

AUV 6000 ULYX

La nouvelle exploration de l'océan profond

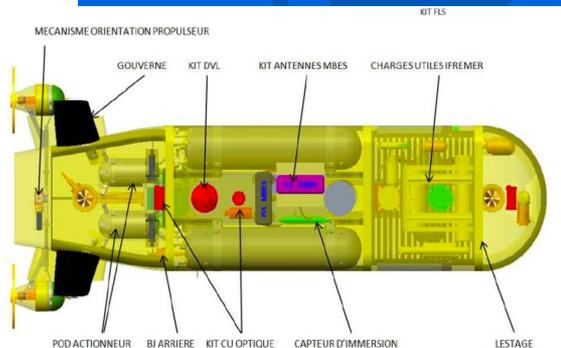
GTS AUV Coral (mis en place en 2016)

Pilotage projet AUV: L. Brignone

*F. Lallier (Roscoff), J. Escartin (ENS), B. Shilito (UPMC), M. Maia (UBO),
J. Dymont (IPGP)*

*Carla Scalabrin, P. Farcy, L. Menot, S. Dupré, T. Terre, K. Olu, E. Pelleter,
C. Cathalot, F. Pradillon, S. Arnaud-Haond (IFREMER)*

M. E. Bouhier, J. Opderbecke, A. Arnaubec (Unité Systèmes Sous-Marins)



Besoins et moteurs

- Dynamiser la recherche en sciences marines
- Développement technologique en partenariat avec entreprises
- Accès à l'océan profond pour compléter la flotte d'engins sous-marins

HOV nautilie



ROV victor6k



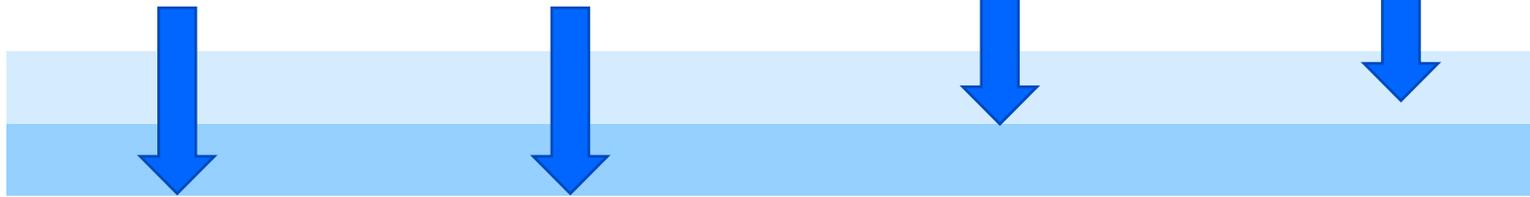
AUV aster^x/idef^x



HROV ariane

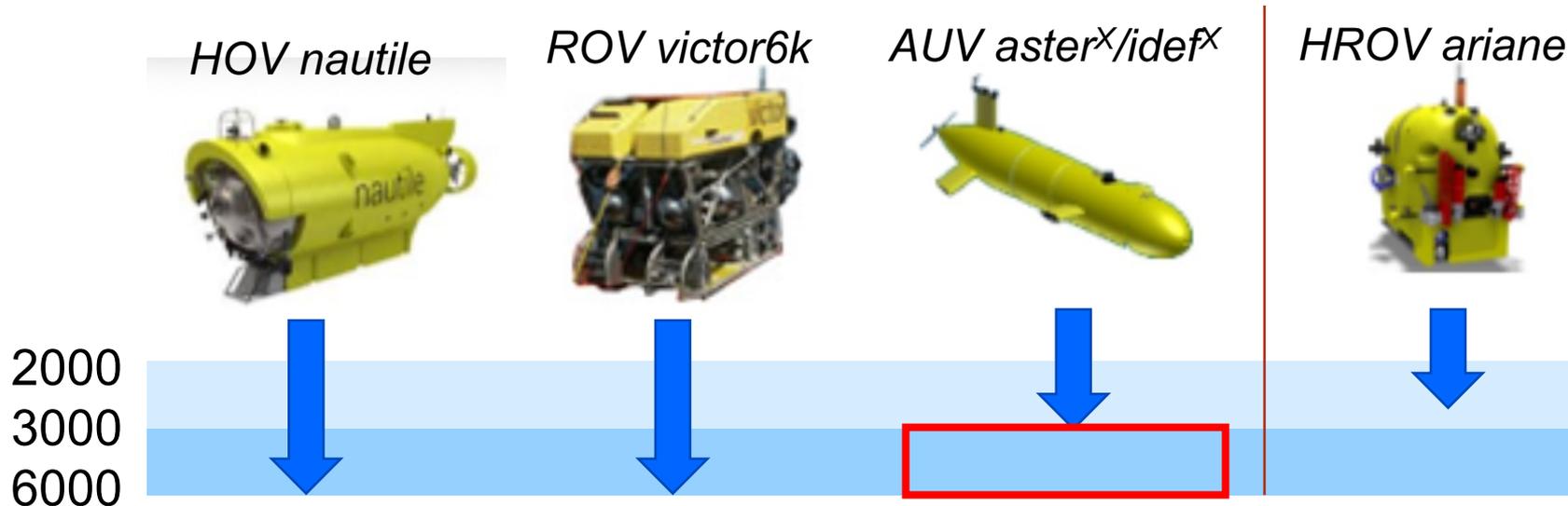


2000
3000
6000



Besoins et moteurs

- Dynamiser la recherche en sciences marines
- Développement technologique en partenariat avec entreprises
- Accès à l'océan profond pour compléter la flotte d'engins sous-marins



Paysage AUV

- Systèmes en mode 'opération de routine'... depuis >5-10 ans
- Investigation locale vs. reconnaissance/cartographie
- Accès à l'océan profond pour compléter la flotte d'engins sous-marins



Sentry
WHOI



SEAL 5000
MARUM



AUTOSUB 6000
NOC



Remus 6000
Geomar (Hydroid)



Hugin 6000
Norway

Carto/géophysique: Bathymétrie, sonar, images, magnétisme, échosondeur
 Colonne d'eau: Physique, chimie, bio (mesures/observation/prélèvement)

Paysage AUV

- Systèmes en mode 'opération de routine'... depuis >5-10 ans
- Investigation locale vs. reconnaissance/cartographie
- Accès à l'océan profond pour compléter la flotte d'engins sous-marins



Sentry
WHOI



SEAL 5000
MARUM



AUTOSUB 6000
NOC



Remus 6000
Geomar (Hydroid)



Hugin 6000
Norway

Carto/géophysique: Bathymétrie, sonar, **images** magnétisme, échosondeur
 Colonne d'eau: Physique, chimie, bio (mesures/observation/prélèvement)

Groupe de Travail AUV Coral (depuis 2016)

- Implémentation du plan stratégique 2014
- Partenaires scientifiques multi-organisme
- Unité de Systèmes Sous-Marins

- Réunions depuis 2016:
 - Définition des objectifs scientifiques
 - Scénarios d'utilisation (type de missions, lien avec autres véhicules, etc)
 - Contraintes techniques, d'exploitation, financières et administratives
 - Choix d'équipements, intégration
 - Suivi du projet

- Rupture technologique par rapport aux autres AUVs

- Evolution des moyens de la Flotte pour la recherche

Accès à de nouveaux environnements

- La totalité du système dorsale océanique
- Plaines abyssales + marges continentales + fosses de subduction
- Exploration de la zone abyssale/hadale (biologie + océanographie)

HOV Nautilie



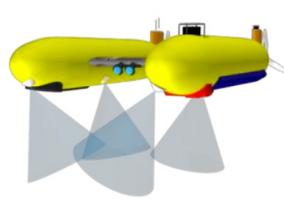
ROV Victor6k



ROV+



AUV Ulyx
CORAL
auv 6000



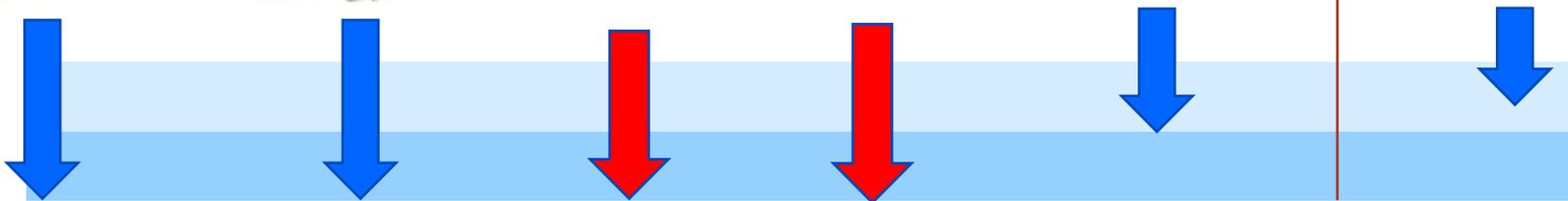
AUV Asterx/Idefx



HROV Ariane



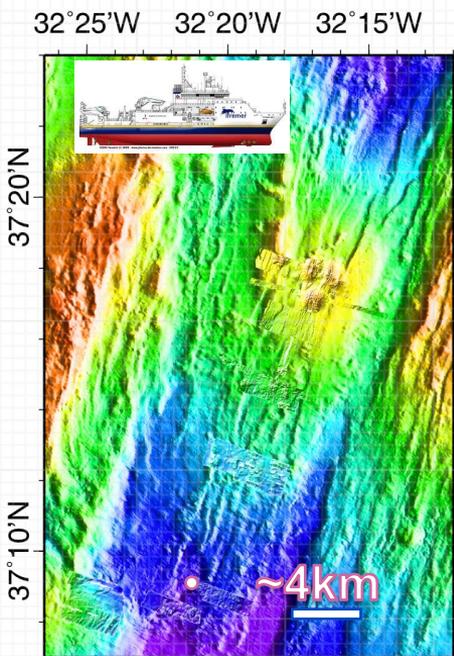
2000
3000
6000



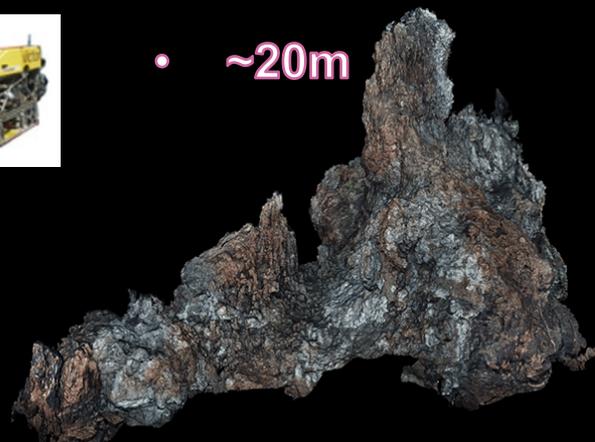
Lien entre échelles

- Exploration 'long range' + caractérisation des sites + colonne eau
- Identification cibles > ROV, observatoires, échantillons...

Cartographie optique + acoustique



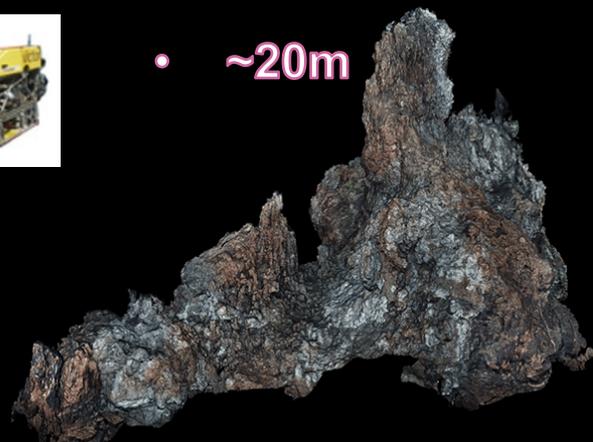
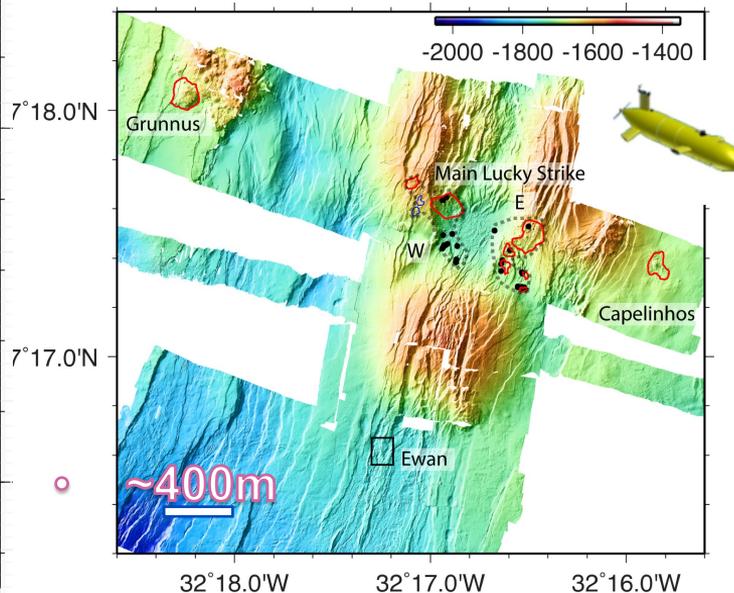
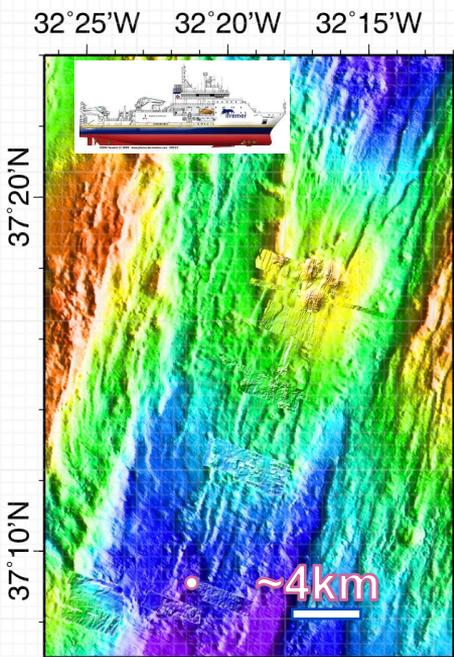
• ~20m



Lien entre échelles

- Exploration 'long range' + caractérisation des sites + colonne eau
- Identification cibles > ROV, observatoires, échantillons...

Cartographie optique + acoustique



Besoins

- Exploration multi-paramètre (géophysique, biologie, physique, chimie)
- Multidisciplinarité + flexibilité -> instrumentation fixe + modulaire + utilisateur
- Exploration multi-échelle (exploration+locale) -> manœuvrabilité + énergie
- Autonomie + intelligence -> Perception environnementale en lien avec mission

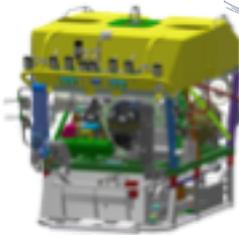
HOV *nautilie*



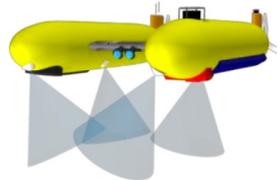
ROV *victor6k*



ROV+



AUV *ulyx*
CORAL
auv 6000



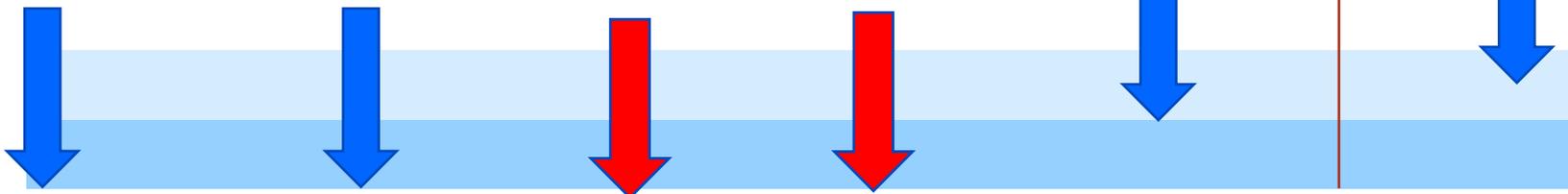
AUV *asterx/Idexx*



HROV *Ariane*

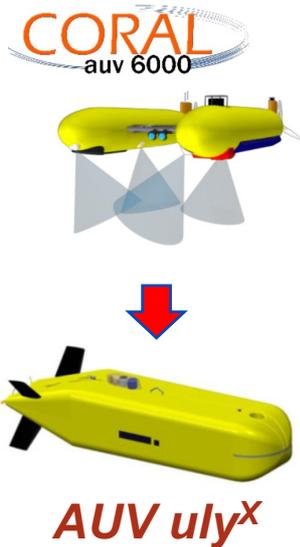


2000
3000
6000



Besoins

- Exploration multi-paramètre (géophysique, biologie, physique, chimie)
- Multidisciplinarité + flexibilité -> instrumentation fixe + modulaire + utilisateur
- Exploration multi-échelle (exploration+locale) -> manœuvrabilité + énergie
- Autonomie + intelligence -> Perception environnementale en lien avec mission



- ECA Group -> Vecteur
- Instrumentation -> Groupe de travail
- Intégration instruments/intelligence/navigation -> IFREMER
- Financement (~5M€):
 - **Region Sud**
 - **Fonds FEDER (UE)**
 - **IFREMER**



Fonctionnalités & instrumentation

- Cartographie haute résolution -> multifaisceaux, sonar latérale, sondeur sédiments
- Cartographie optique -> habitats benthiques, vérité terrain
- Etude de la colonne d'eau (gaz, fluides hydrothermaux, etc.)
- Missions a) autonomes sans suivi de navire et b) adaptatives
- Possibilité de contact et veille au fond (échantillonnage de surface, attente)
- Caractérisation biologique au-dessous du fond (e.g., plancton, etc.)
- Stratégie capteurs: nombre de capteurs vs. taille véhicule -> modularité
- Equipe de 3 personnes et mise à l'eau avec tous les navires (portique)
- Amélioration de la position et navigation multi-engin

Instruments:

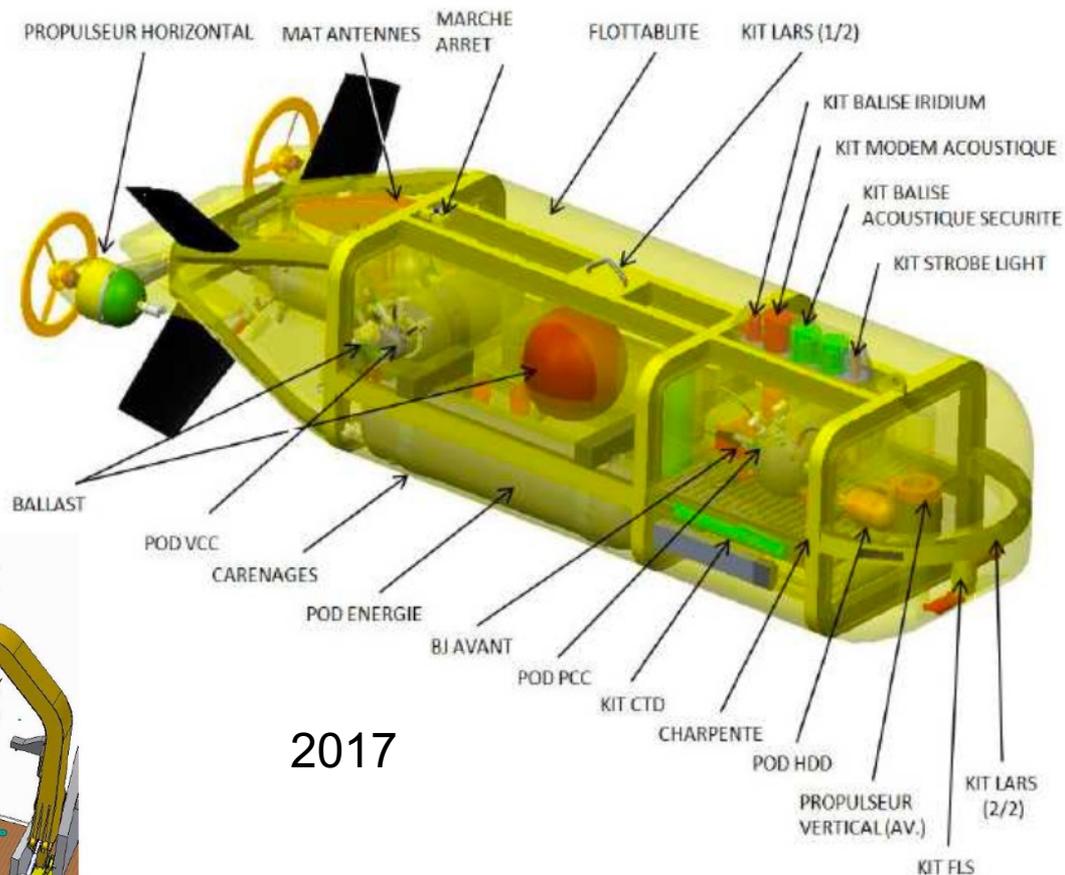
Plancher et sous-sol: sondeurs multifaisceaux et de sédiments, sonar latérale, magnétomètre, camera, gravimètre

Colonne eau: turbidimètre, oxygène, méthane, CTD, spectromètres, turbulence, ACDP

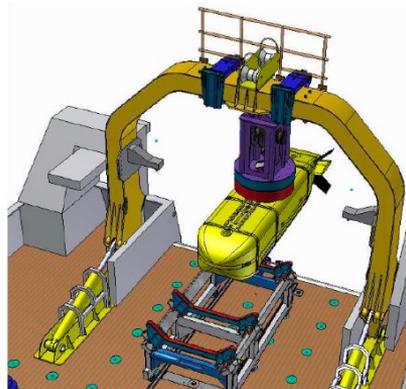
Biologie: zooplancton, échantillonnage d'eau...

Developpement du vecteur

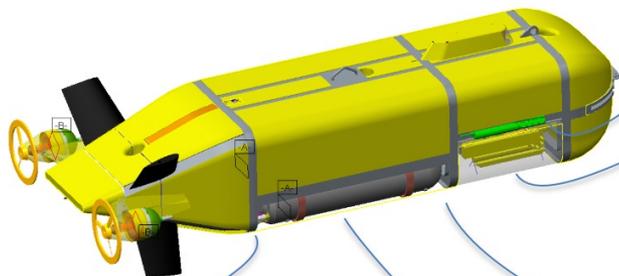
- 2.8 Tn, 4.5 m
- Capteurs à poste
- Baie pour capteurs modulaires ou instruments utilisateur
- Cartographie @ 2.5 kt
- Photographie @ 0.5 kt
- Station
- 21-44h autonomie nominale
- Ballast réversible (environnement)



2017



Instrumentation a poste



CTD – Seabird fastcat SBE49

Hub multi-capteur:

- permet d'interfacer jusqu'à 6 capteurs « simples »:
 - Magnétomètre, Nephelomètre, Eh/Redox
 - O₂, CH₄, Ph
- Synchronisation et trig acquisition
- Co-géoréférencement données et mesures

MBES: Kongsberg EM2040

- Bathymétrie
- Rétrodiffusion du fond et colonne d'eau

CU Optique:

- APN 16MPixel et 2x flash
- Acquisition images à 2hz jusqu'à 10m altitude: mosaïque 2D, reconstruction 3D
- Couplage d'un projecteur laser microbathymetrie

ADCP: RDI Pioneer (DVL+ADCP)

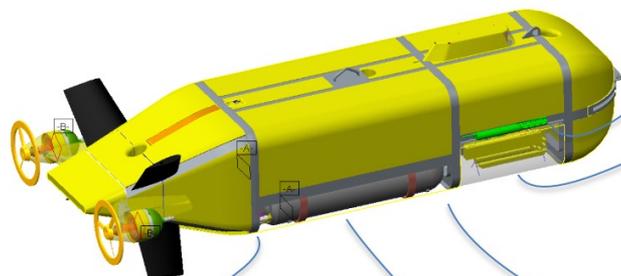


Vert: déjà acheté dans le projet

Violet: objectifs d'achat dans le projet

Bleu: objectif développement dans le projet

Instrumentation modulaire



CTD – Seabird fastcat SBE49

Hub multi-capteur:

- permet d'interfacer jusqu'à 6 capteurs « simples »:
 - Magnétomètre, Néphélogène, Eh/Redox, O₂, CH₄, Ph
- Synchronisation et trig acquisition
- Co-géoréférencement données et mesures

MBES: Kongsberg EM2040

- Bathymétrie
- Réflectométrie fond et colonne d'eau

ADCP: RDI Pioneer (DVL+ADCP)

Synthetic Aperture Sonar (SAS)
Sub-bottom profiler
User instruments



Vert: déjà acheté dans le projet

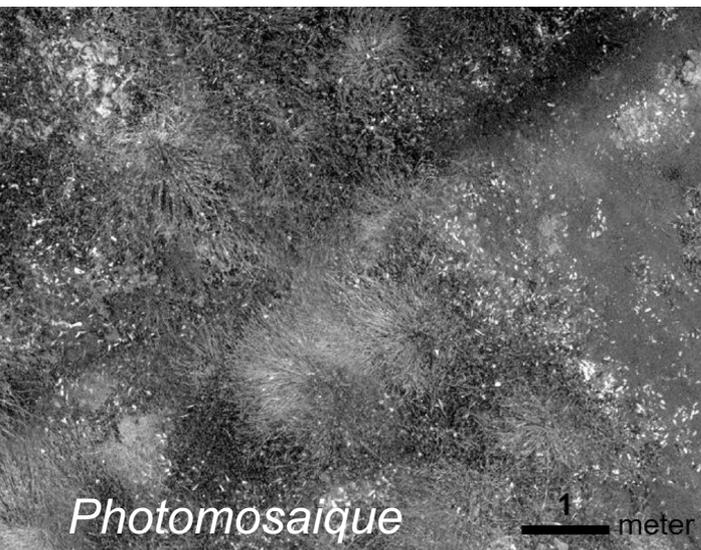
Violet: objectifs d'achat dans le projet

Bleu: objectif développement dans le projet

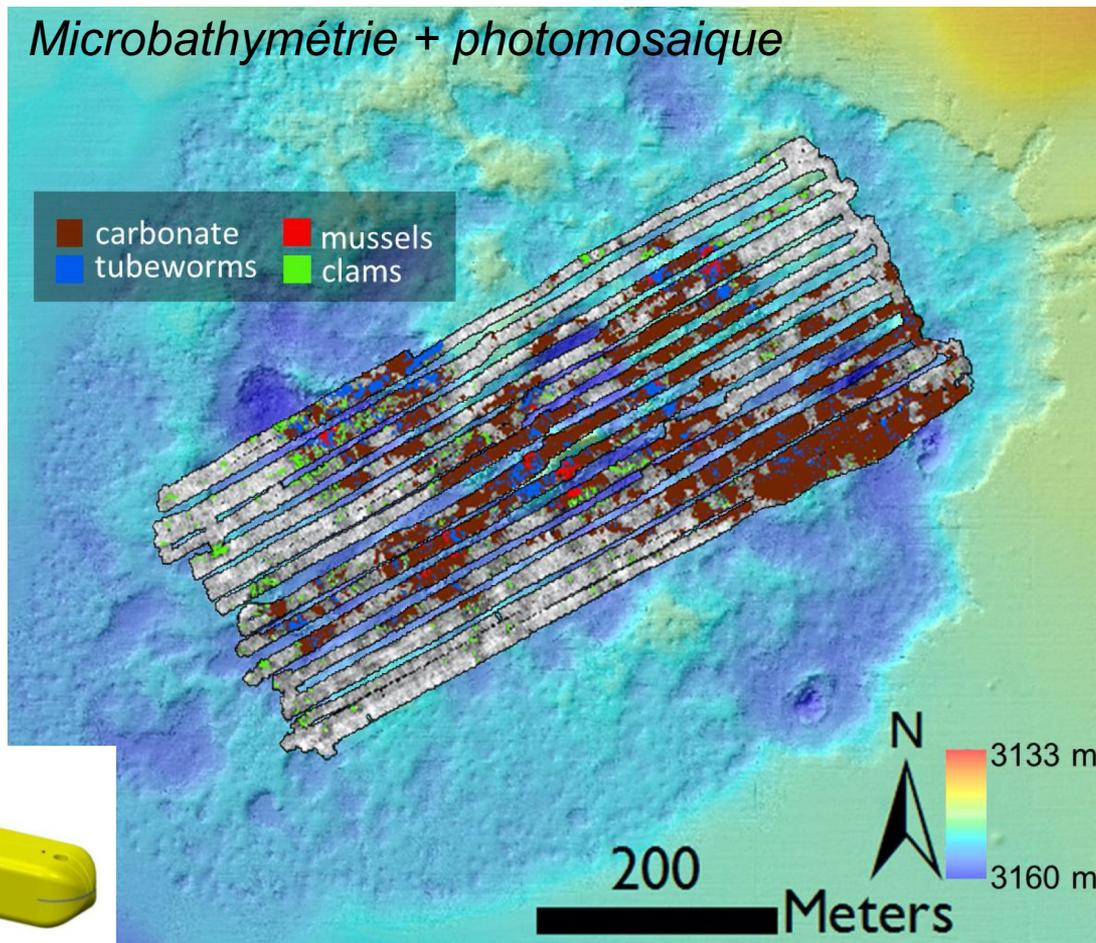
Instrumentation Uly^x

	Equipement	Intégration	Approvisionnement	Modèle	Essais validation
À poste	SMF	à poste	fait	Kongsberg EM2040	ESSCORAL21A et B
	CU Optique	à poste	devel en cours	custom Ifremer	ESSCORAL21A et B
	CTD	à poste	fait	SBE 49	ESSCORAL20
	ADCP	à poste	fait	RDI Pioneer 300 khz	ESSCORAL21B
	HUB MC	à poste	devel en cours	custom Ifremer	ESSCORAL21B
	O2	à poste	fait	Aandera 4831	ESSCORAL21B
Modulaire	Nephelomètre	à poste	fait	Seapoint STM-S	ESSCORAL21B
	Magnétomètres	à poste	fait	Applied Physics 1540	ESSCORAL21B
	Eh	modulaire	fait		ESSCORAL21B
	Redox	modulare	fait		ESSCORAL21B
	Ph	modulare	fait		à voir à définir
	SAS	modulaire	fait	IxBlue SAMS150	ESSCORAL21B ?
	SBP	modulaire	fait	IxBlue ECHOES 5000	à definir, fin '22?

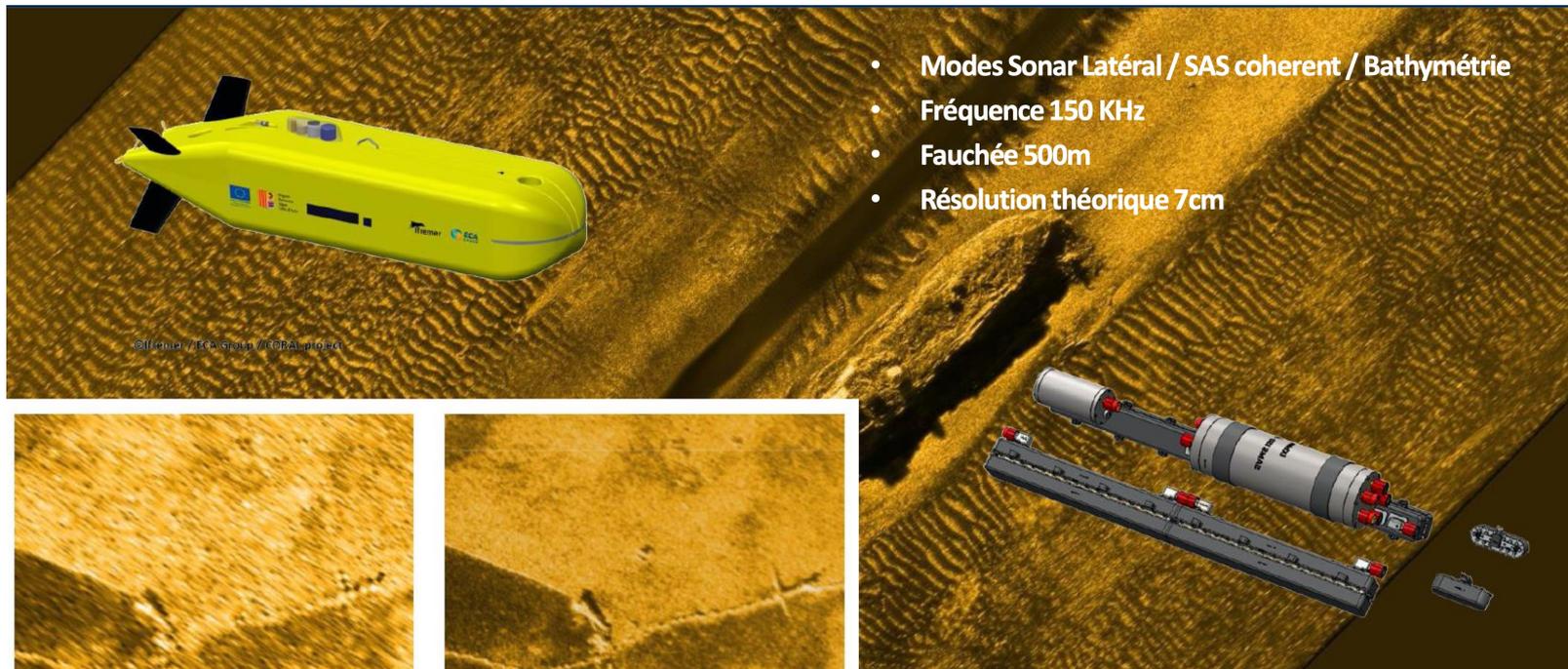
Sondeur multi-faisceaux + optique + navigation



Cold seeps
Arunima et al., 2016



Sonar latéral – SAS – SAMS 150



- Modes Sonar Latéral / SAS coherent / Bathymétrie
- Fréquence 150 KHz
- Fauchée 500m
- Résolution théorique 7cm



Sonar Latéral



Sonar SAS Cohérent

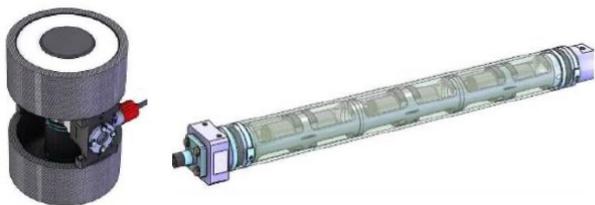
Sub-bottom profiler Echoes

Survey géologique

Disponibilité:

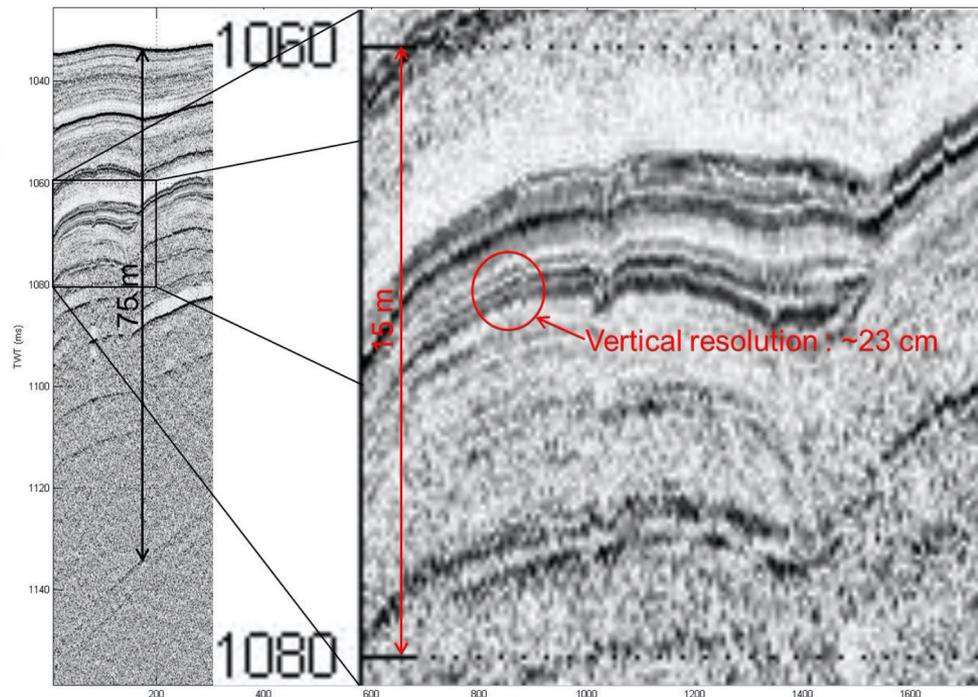
AUVs 3000m
AUV 6000m

- Janus Helmholtz transducer design
- Wide band CHIRP technology
- AUV-ROV configuration
- Min-Max Frequencies : 2 to 6kHz
- <20cm resolution
- Full Ocean depth

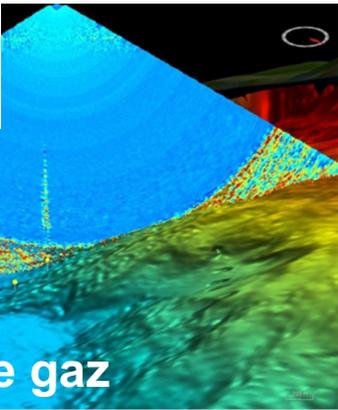


→ Vitesse : 3-4 nœuds

→ Altitude : ~50 m

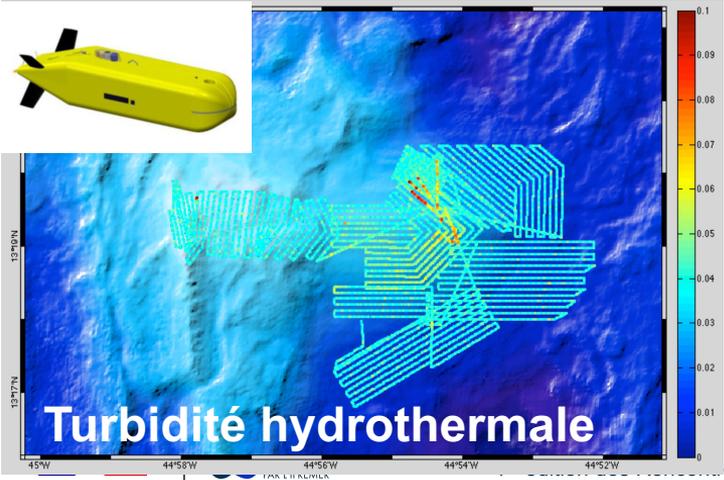
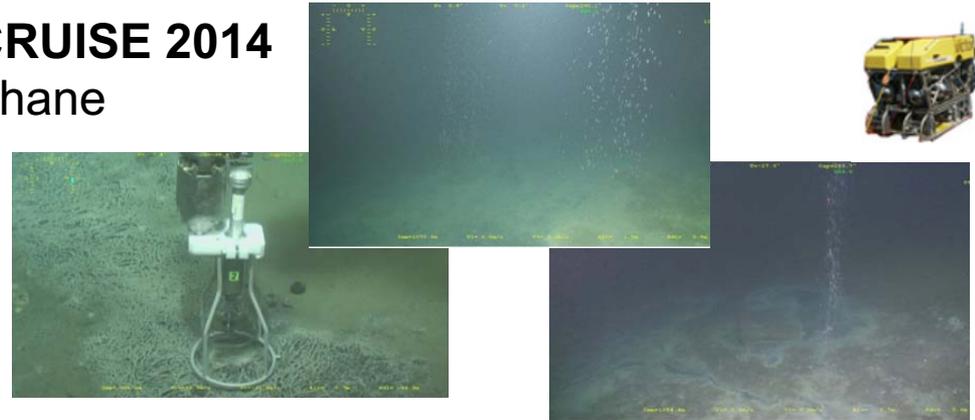
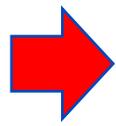


Multi-paramètres de l'environnement -> missions adaptatives



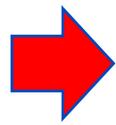
MARSITECRUISE 2014

Méthane



ODEMAR

2013



Sites hydrothermaux



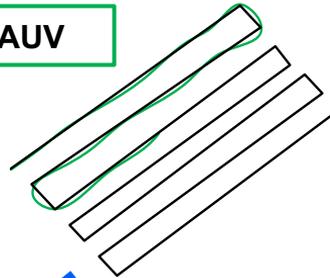
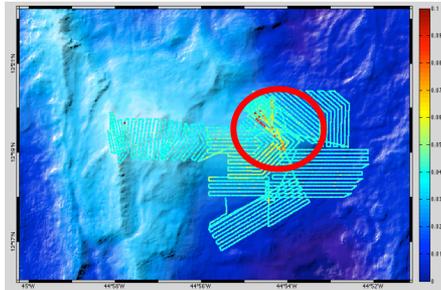
Concepts de mission

Missions adaptatives – intelligence à bord

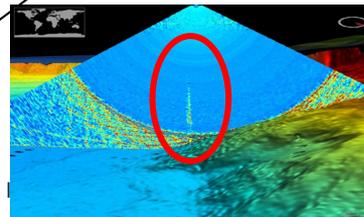
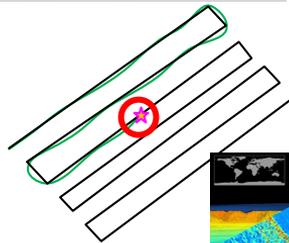
Mission nominale de l'AUV

Plume hydrothermale
ODEMAR'13

Détection



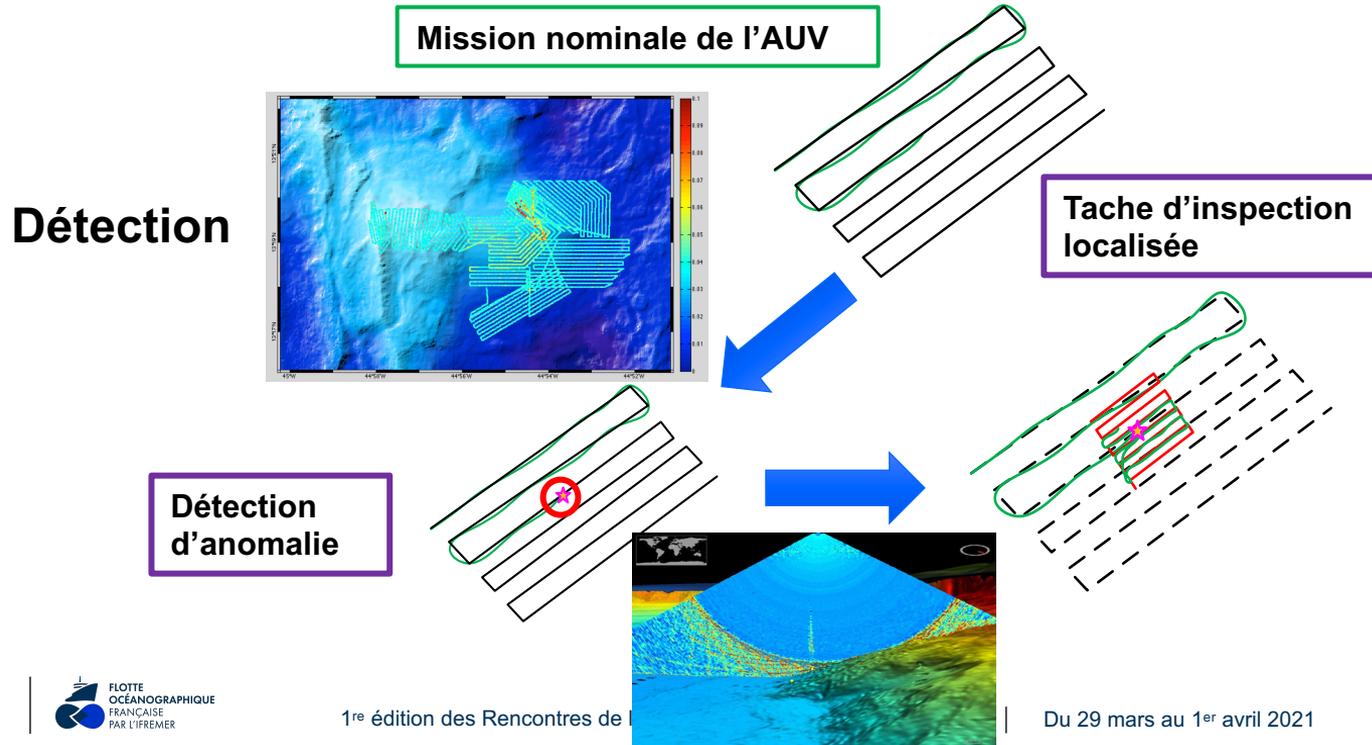
Détection
d'anomalie



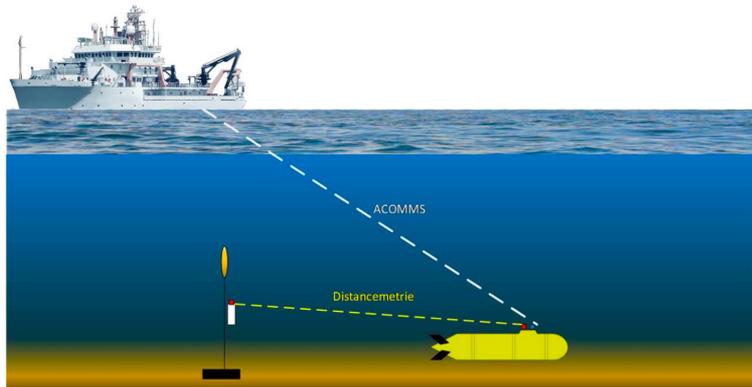
Plume de gaz (méthane)
MARSITE'14

Concepts de mission

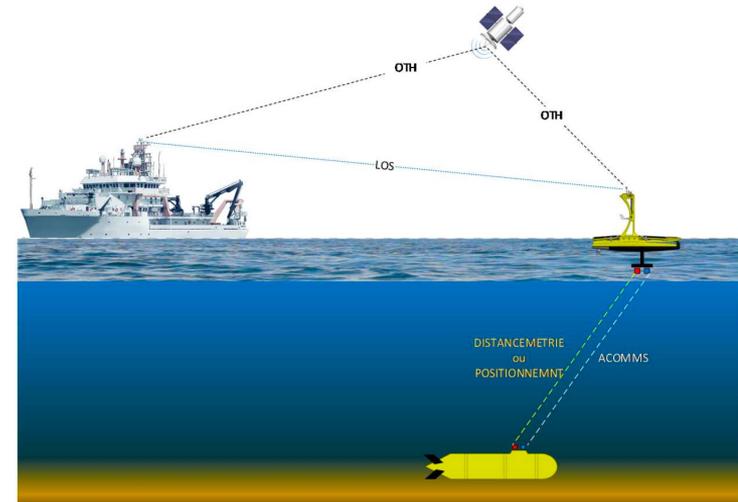
Missions adaptatives – intelligence à bord



Concepts de mission



Mission autonome



Mission escortée (robot surface)

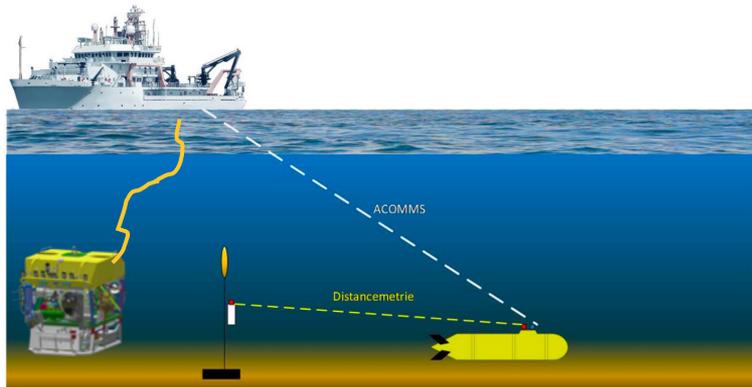
-> Projet R&D SEMNA 2021-2024

Concepts de mission

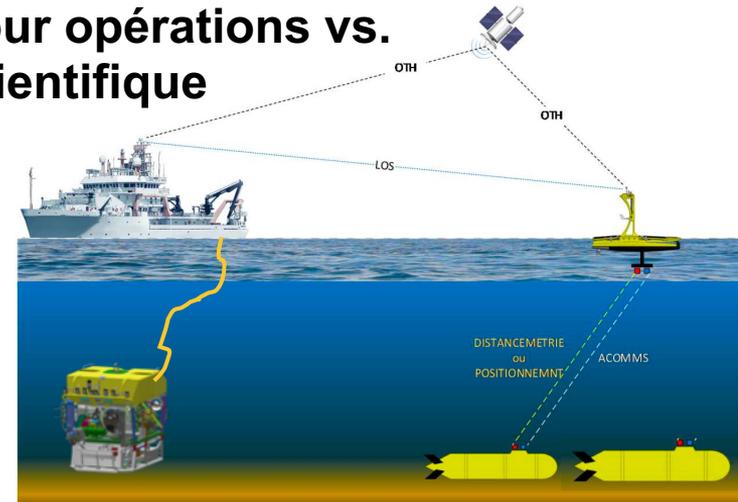
**Opérations multi-engin:
AUV + ROV – multi-AUV**

Télé-opérabilité (depuis terre): complexe a mettre en œuvre

**Enjeux: personnel pour opérations vs.
personnel scientifique**



Mission autonome



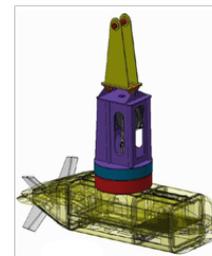
Mission escortée (robot surface)

-> Projet R&D SEMNA 2021-2024

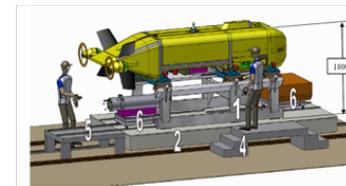
Missions: déploiement dans la Flotte

Support vessel	 <p>Pourquoi pas?</p>	 <p>Atalante</p>	 <p>Thalassa</p>	 <p>Anthéa Antéa</p>
	        	       	   	 <p><i>à confirmer</i></p>
Science crew allowance: > 23	Science crew allowance: > 17	Science crew allowance: > 12	Science crew allowance: 8	

Legend:



Dedicated LARS



Deck cradle and integrated op tools

Rupture

- Panoplie d'instrumentation pour tout travail multidisciplinaire
- Nouveaux instruments (sonar)
- Modularité
- Imagerie optique
- Manœuvrabilité: survey régional, local, station
- Missions longue durée (21 à 44h)
- Intelligence à bord
- Opérations multi-engin - modes opératoires et organisation missions à (re)inventer

Calendrier

2017



10/2020



12/2020



2021 Intégration instrumentation, contrôle, etc

2022 Validation: 2 campagnes d'essais (Fev & Nov); objectif transfert opérationnel

2023 Mise en ligne -> appels offre de campagnes 2021

Période pour prise en main l'AUV (opérateurs et chercheurs):

Opérations, logistique, fonctionnement, couplage avec autres engins, etc

Calendrier



Ulyx



Victor6000



Rov+



**Aster^X
Idef^X**

**Robot
surface**

2023 Entrée en flotte

2024

Modernisation

?

2025

Entrée en flotte

2026

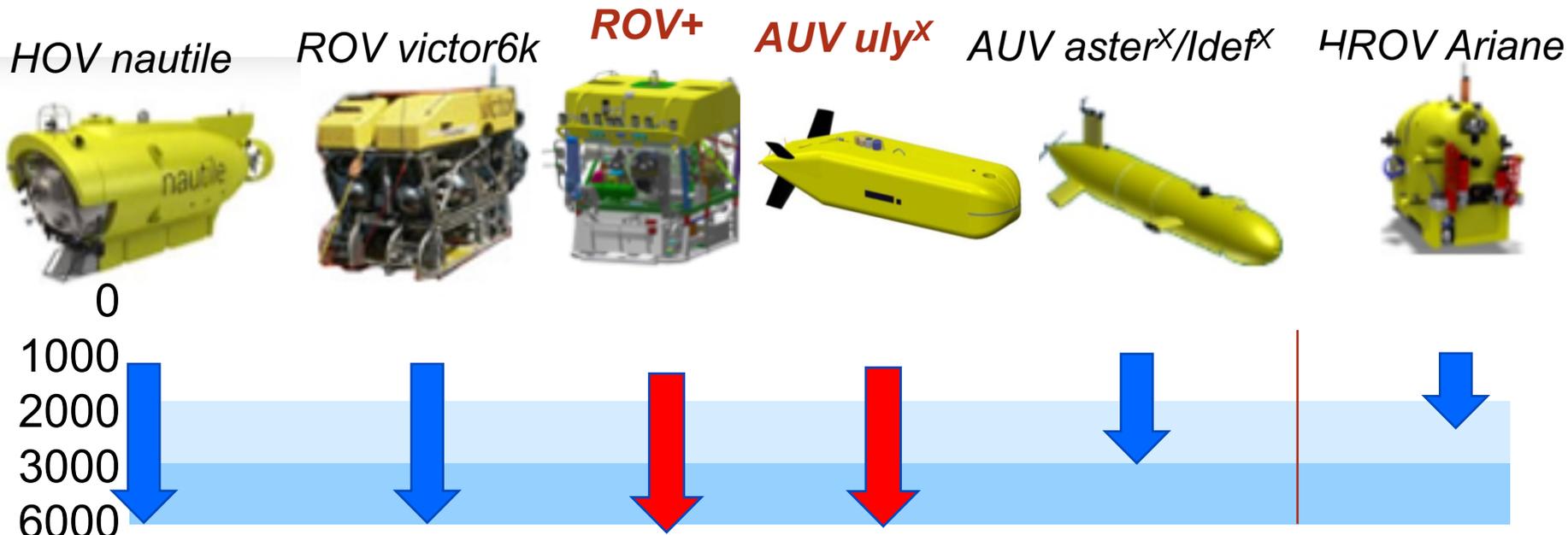
**Carénage?
Remplacement?**

Enjeux et perspectives

- Harmonisation de mesures et instruments a travers des engins sous-marins
 - *Optimisation de maintenance, interopérabilité, assurance qualité de données*
 - *Equipex -> nouvelle instrumentation pour ROV -> mutualisation sur autres engins AUV Uly^x*
- Gestion d'opérations à bord -> durée plongée, multi-engin, (multi)disciplinairité
- Personnel – équipe technique/scientifique
- Données: Besoin traitement à bord augmentés; mise a disposition (open access)
- Navigation et coordination multi-engins

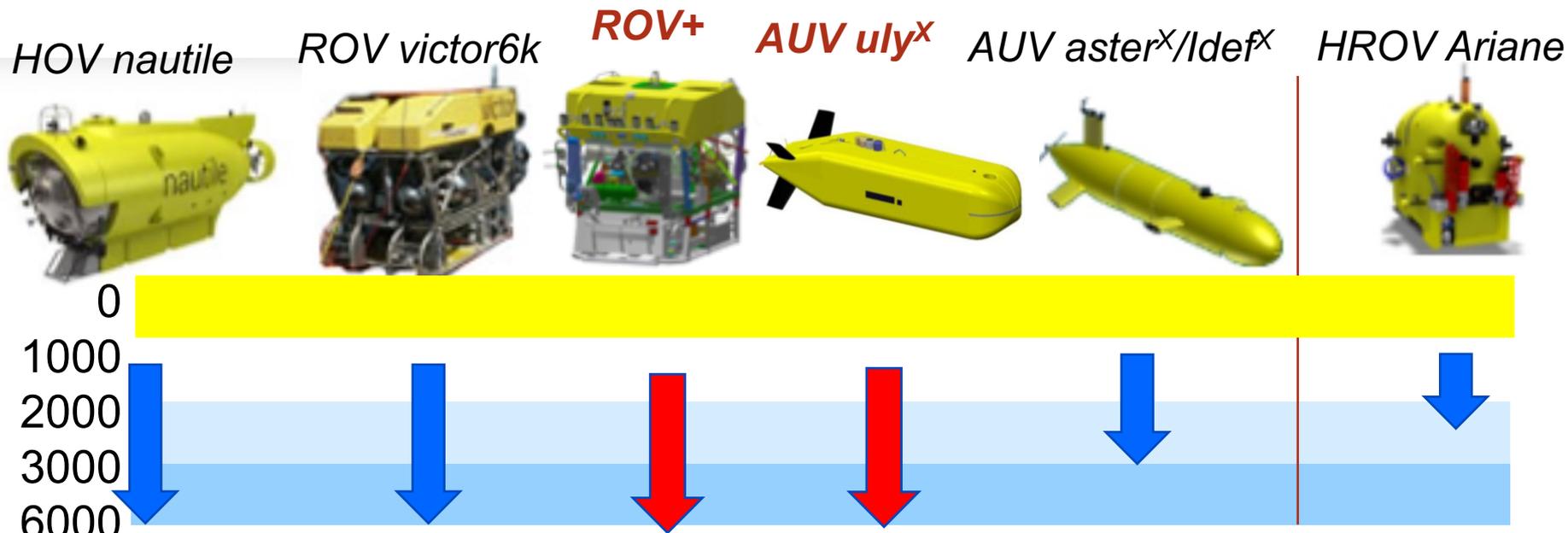
Enjeux et perspectives

- L'autre océan inaccessible: l'océan peu profond (0-1000 m): engins légers mais performants (instrumentation, manœuvrabilité, 'deployabilité')



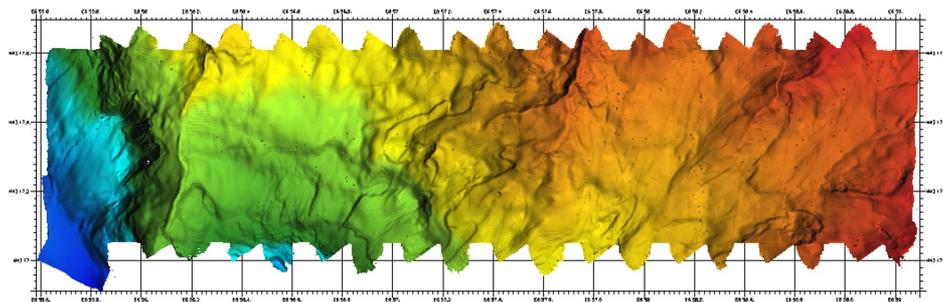
Enjeux et perspectives

- L'autre océan inaccessible: l'océan peu profond (0-1000 m): engins légers mais performants (instrumentation, manœuvrabilité, 'deployabilité')

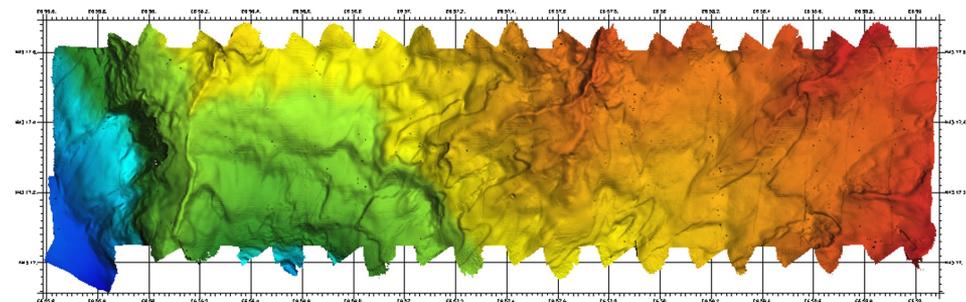


Sondeur multi-faisceaux + navigation + optique

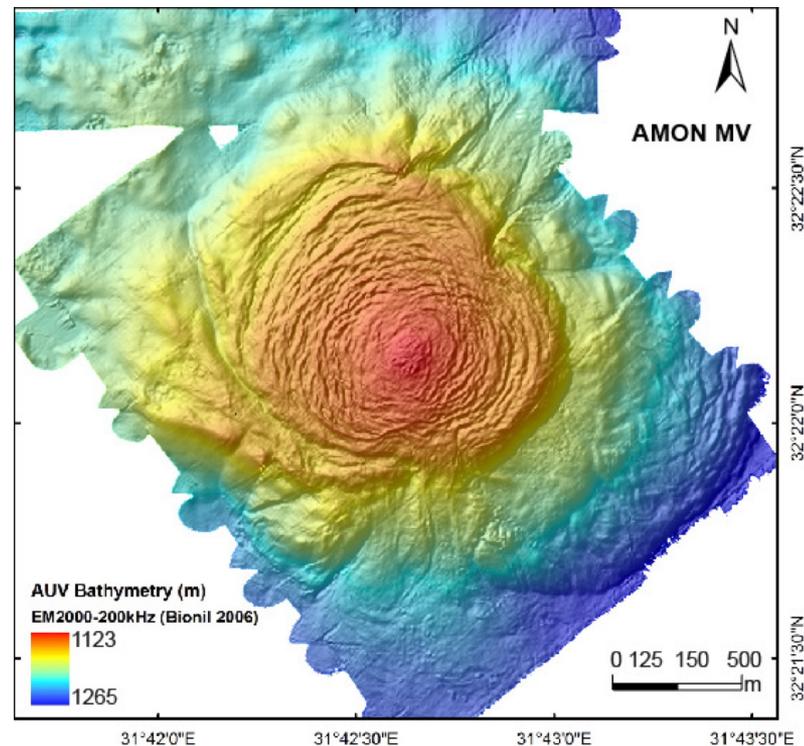
Real time navigation = PHINS + DVL +LBL



Post Processing navigation = PHINS + DVL + USBL



• *Jaussaud et al.*



• *Dupré et al.*

Caractéristiques système

Mechanical characteristics:

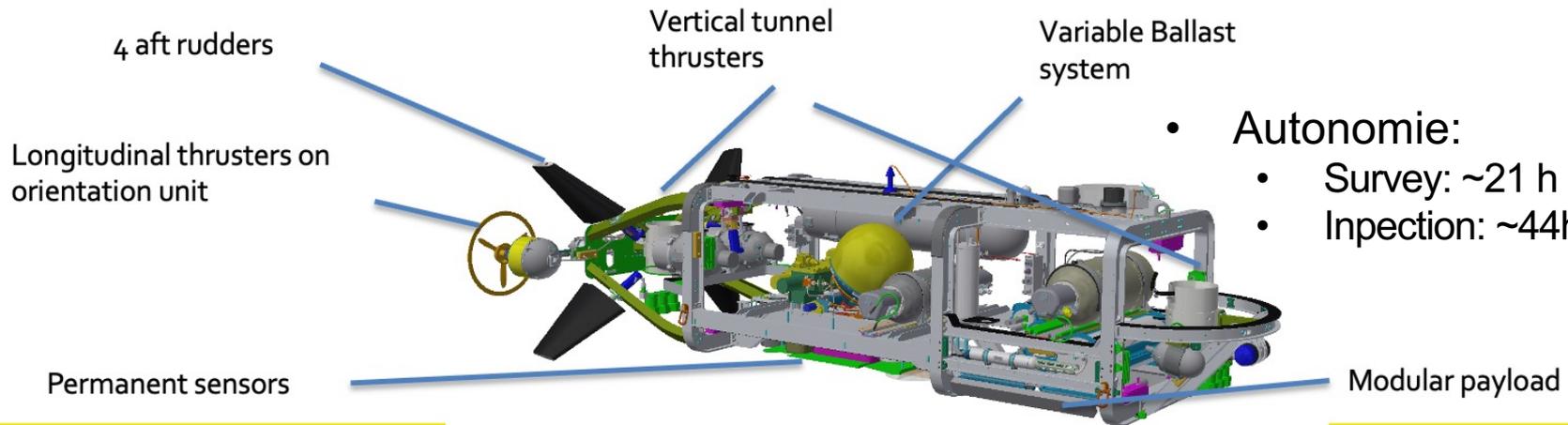
- Mass:** 2750 kg
- Depth rating:** 6000m
- Size:** (lwh) 4.5*0.8*1.2m
- Actuators:** 2 longitudinal thrusters, 2 vertical thrusters, one thrust orientation unit, 4 actuated rudders, reversible water ballast
- Transportability:** 2x 20ft containers

Electrical characteristics :

- Battery type:** Lilon battery in 1 atm pressure housings
- Safety:** UN 38.3 certified, integrated BMS, vent
- Nominal Voltage:** 48 VDC
- Total Capacity:** 28.8kWh
- Payload allowance:** 980W, 200 kg
- Full charge time:** 8 hrs

Operational capabilities:

- Dive duration:** 24 to 44 hours depending on payload
- Survey task:** 30m to 100m altitude, speed up to 2.5 m/s
- Local inspection task:** 2m to 10m altitude, speed 0 m/s (**hover**) to 1m/s terrain following



- **Autonomie:**
 - Survey: ~21 h
 - Inpection: ~44h