



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



LES RENCONTRES DE LA FLOTTE Océanographique FRANÇAISE



PIA3 EQUIPEX DEEPSEA'NNOVATION



Capteurs et préleveurs innovants et de rupture
pour les sciences marines grands fonds

E. Raugel, V. Chavagnac

Porteur du projet: Jan Opderbecke

1^{er} Avril 2021

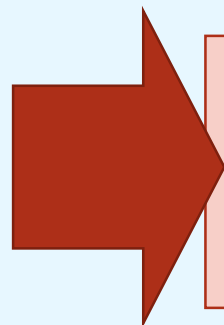


Plan de renouvellement des moyens d'intervention profonde de la TGIR FOF

Communauté scientifique
Groupe de travail inter-organisme

Besoin ROVs

Unités d'ingénierie
de la DFO (Ifremer)

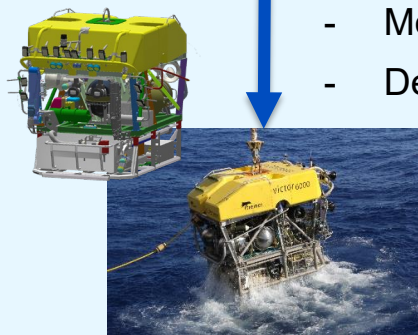


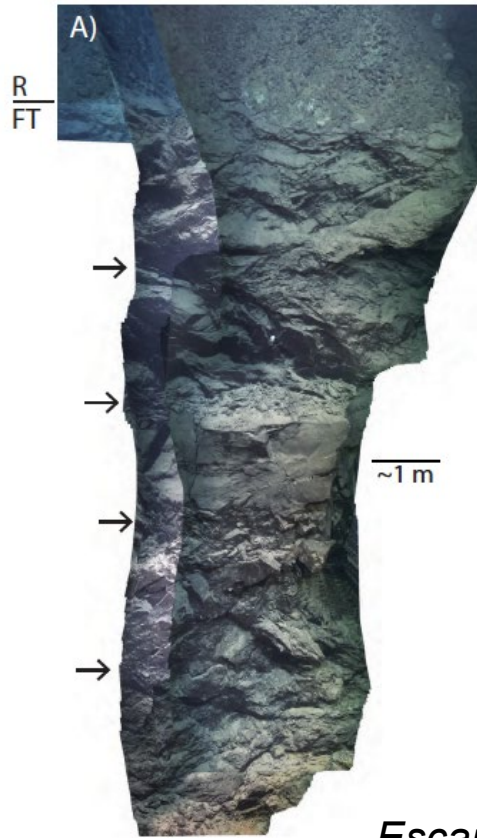
Identification d'une nouvelle génération de charges utiles pour répondre aux enjeux scientifiques

Programme ROVs profonds :

- Modernisation du ROV Victor 6000
- Développement d'un second ROV profond

- ➔ *Mieux répondre aux enjeux scientifiques de demain*
- ➔ *Nouvelles capacités d'intervention sous-marine*
- ➔ *Prise en compte des **charges utiles génériques** (aspirateur à faune, SMF, camera...)*





Besoin d'augmenter notre capacité d'intervention

Oceanic core complex (MAR, 13°20'N)

- Mosaïque vidéo d'une faille de détachement

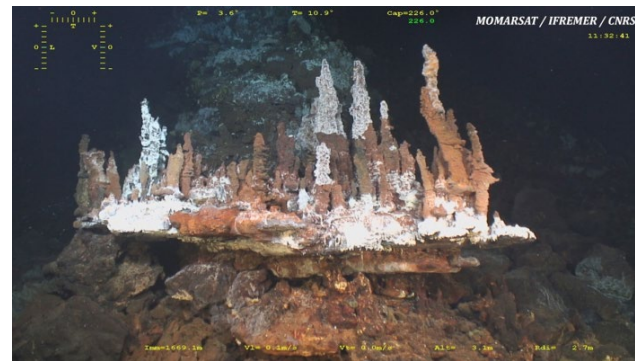
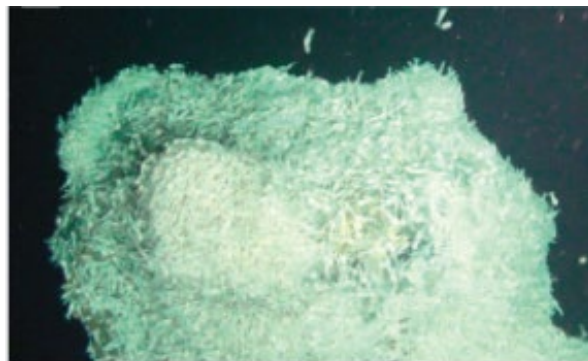
MAIS...

- Reconstruction 3D en temps réel (analyse spatiale)
- Prélèvement de roche in-situ
- Mesure in-situ de gradient thermique

Escartin et al., 2017

Besoin d'augmenter notre capacité d'intervention

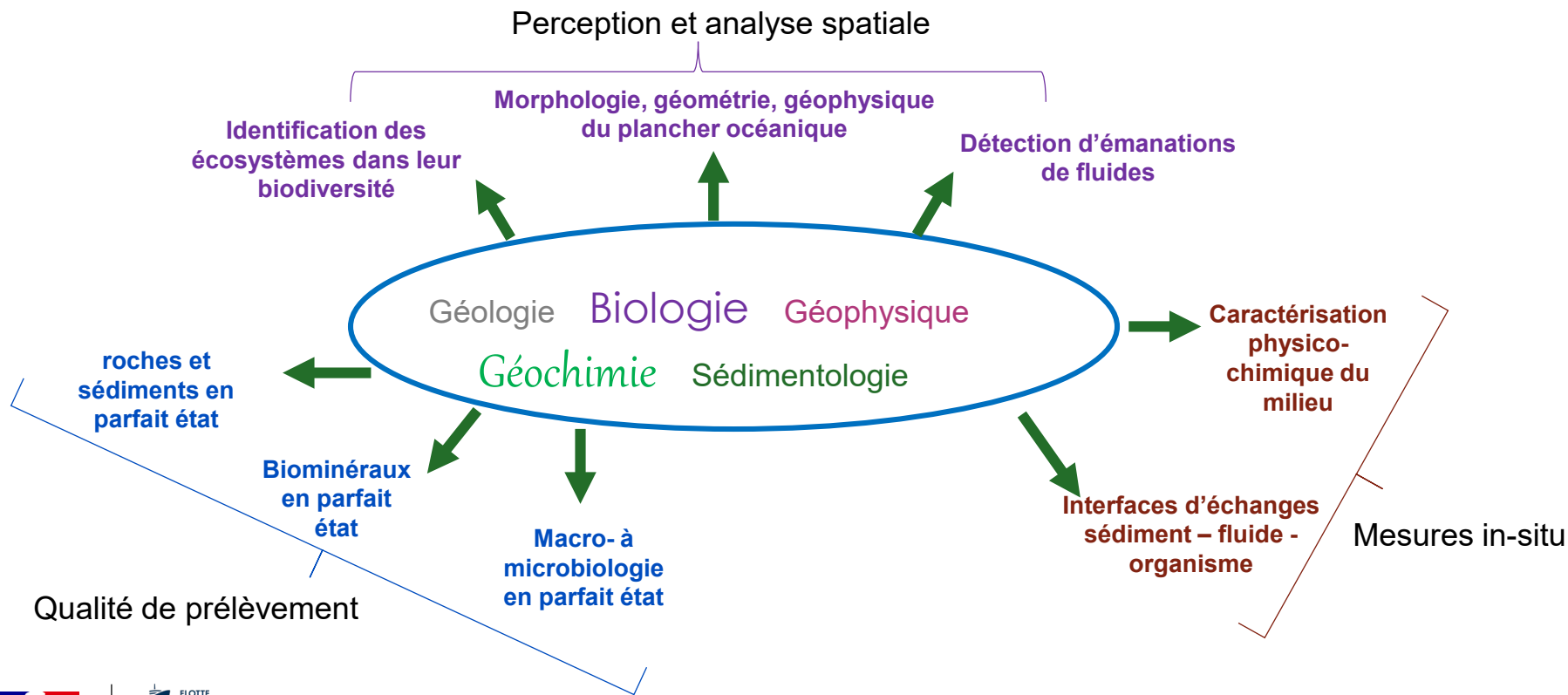
Diversité des émanations hydrothermales et des écosystèmes associés



MAIS...

- Capacité de les détecter dans la colonne d'eau
- Prélèvement in-situ de matériaux fragiles
- Mesure in-situ de la composition chimique

Axes prioritaires d'instrumentation scientifique



Enjeux du projet DeepSea'nnovation

1/ Développement et acquisition des équipements scientifiques

Alliance des compétences d'ingénierie de la flotte océanographique et de l'expertise des partenaires scientifiques



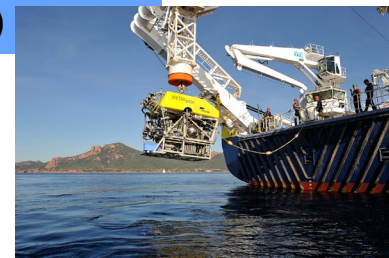
- Développer des équipements en adéquation avec les enjeux scientifiques
- Garantir l'intégrabilité et le bon niveau de modularité des équipements
- Proposer des solutions robustes et fiables pour une mise en opération « standardisée »

Enjeux du projet DeepSea'nnovation

2/ Exploitation des équipements

Parc instrumental mis à disposition de la communauté scientifique au travers de la Flotte Océanographique

(CNFH, PNIO – INSU, Partenariats européens & internationaux...)



Gestion technique et opération des équipements

1/ Gestion et mise en opération par Genavir avec soutien technique Ifremer/SM

2/ Mise en place de convention avec laboratoires partenaires pour les équipements spécifiques

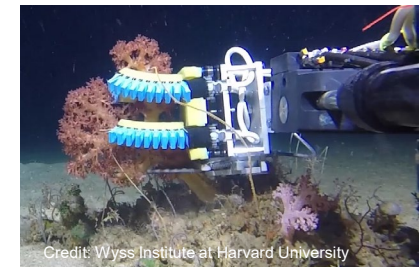
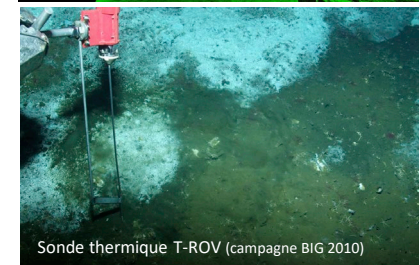
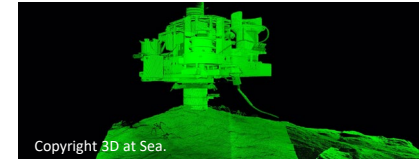
impliquant une expertise technique ou scientifique particulière :

- Gestion technique par un laboratoire/équipe scientifique (maintenance, évolution, mise à disposition)
- Formation des utilisateurs scientifiques & assistance aux opérations
- Genavir intervient uniquement pour l'intégration et la mise en œuvre via le vecteur

Equipements prévus dans Deepsea'nnovation

Géologie Biologie Géophysique
Géochimie Sédimentologie

- ❖ Work package 1 - Perception & analyse spatiale
- ❖ Work package 2 - Mesures in-situ
- ❖ Work package 3 – Prélèvement

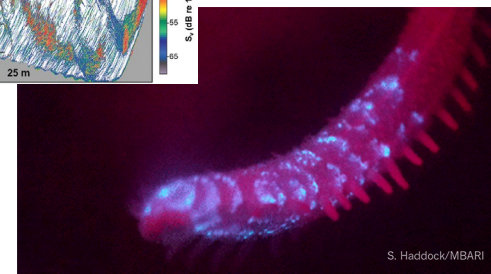
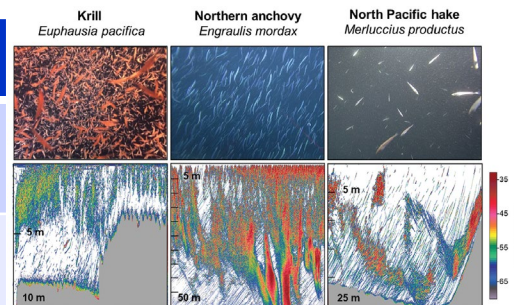


Work package 1 - Perception & analyse spatiale

Caractérisation physique et biologique de la colonne d'eau



Equipements	Partenaire
Imagerie acoustique de la colonne d'eau sondeur multi-fréquence & large-bande + ADCP	Ifremer
Camera haute sensibilité (bioluminescence)	UMR7294 MIO + DT-INSU
Cameras zooplancton : holographique et UVP	Ifremer



Images gathered with the UVP6-LP mounted on the SeaExplorer Glider and taxonomically classified through the ECOTAXA automatized application.

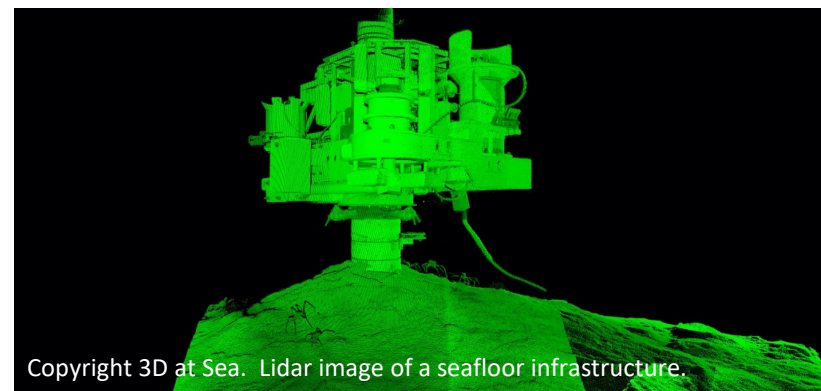
- Emission de fluide/gaz (méthane, CO2, fluides hydrothermaux...)
- Micronecton (poissons, crustacés, gélatineux...) et zooplancton dans la zone mésopélagique
- Zooplancton et larves d'organismes benthiques au-dessus du fond (couplé au prélèvement)
- Fonctionnement des écosystèmes (transfert de carbone, bioluminescence, dispersion larves, etc)

Work package 1 - Perception & analyse spatiale

Caractérisation 3D du plancher océanique

Equipement	Partenaire
Lidar sous-marin ★ Techno émergente	Ifremer + ENS Paris

- Chaînon manquant entre imagerie optique et acoustique
- Résolution de qq mm jusqu'à 40m, insensible à la turbidité



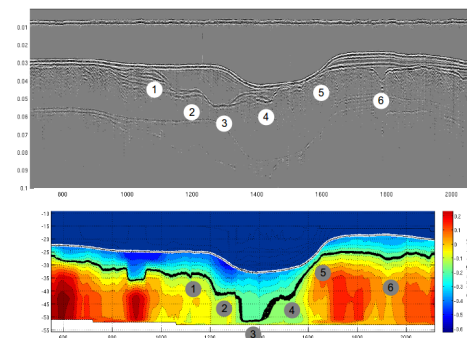
Work package 1 - Perception & analyse spatiale

Imagerie géophysique du plancher océanique



Equipement	Partenaire
Imagerie de la résistivité des fonds par méthode CSEM	UMR 6538 LGO

- Géométrie de la croûte océanique sur quelques centaines de mètres
(circulation hydrothermale, fracturation, altération)
- Circulation des fluides dans les couches sédimentaires

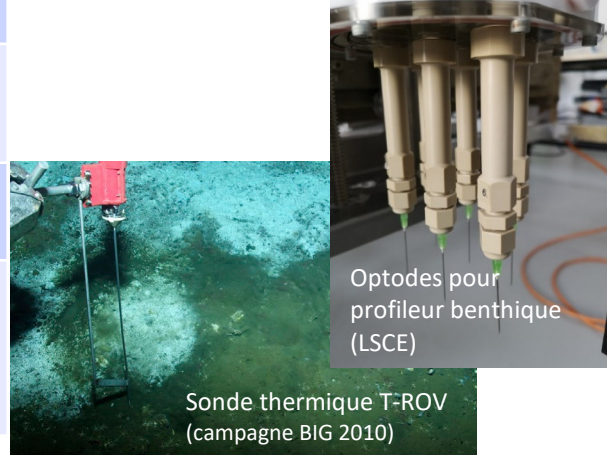
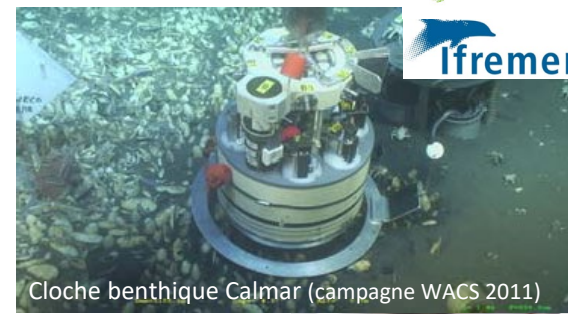


Work package 2 – Mesures in-situ

Mesures dans la couche sédimentaire superficielle

- Caractérisation/quantification des flux/échanges à l'interface sédiment/eau
- Circulation de fluide (suintement fluide chaud ou froid)
- Activité faunistique (ex. taux de respiration)

Equipements	Partenaire
Chambre benthique : mesures interface eau/sédiment (oxygène, pH, redox)	Ifremer
Profileur benthique : mesure d'oxygène dans le sédiment	UMR 8212 LSCE + DT-INSU
Rhizon : échantillonnage d'eau interstitielle	Ifremer + UMR 8212 LSCE
Sonde de gradient de température : étude des fluides dans le sédiment et quantification de la dissociation des hydrates de gaz	UMR 7193 ISTEP

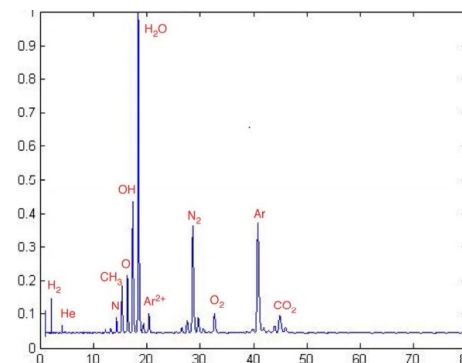


Work package 2 – Mesures in-situ

Mesures des gaz dissous

- Besoin générique pour différents écosystèmes (sédiment, émission de fluide, colonne d'eau...)
- Caractérisation des cycles bio-géochimiques
- Quantification des flux chimiques

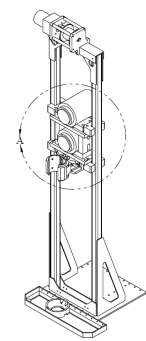
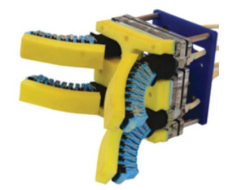
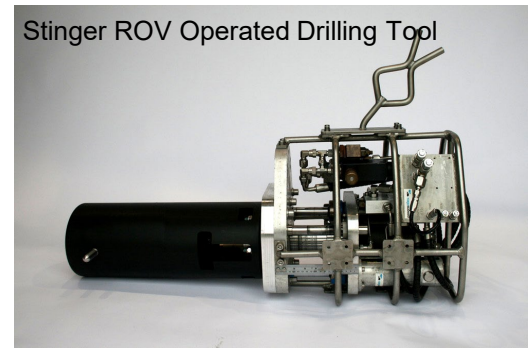
Equipement	Partenaire
Spectromètre de masse miniaturisé pour mesure temps réel in-situ	UMR 7144 AD2M



Work package 3 – Prélèvement

Prélèvement de roche, de sédiment et d'organismes fragiles

Equipements		Partenaire
Outillage de forage portable	★ TRL faible?	Ifremer
Carottage de roche sur 10-20 cm		
Vibrocarottier :		Ifremer
Carottage du sédiment sur 1,5 m de profondeur		
Main de prélèvement	★ TRL faible	Ifremer
Echantillonnage de faune/flore fragile (ex: coraux, éponges)		



Work package 3 – Prélèvement

Prélèvement larves et planctons



Equipements	Partenaire
Préleveur larves et plancton	Ifremer

- Filtration séquentiel (50-500µm)
- Zones de prélèvement ciblées grâce aux sondeurs acoustiques et cameras micro-organismes (WP1)

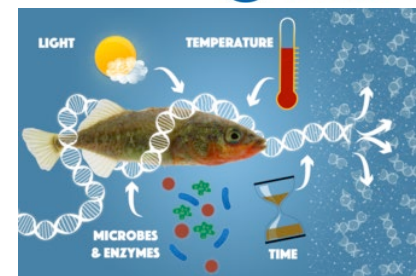


Work package 3 – Prélèvement

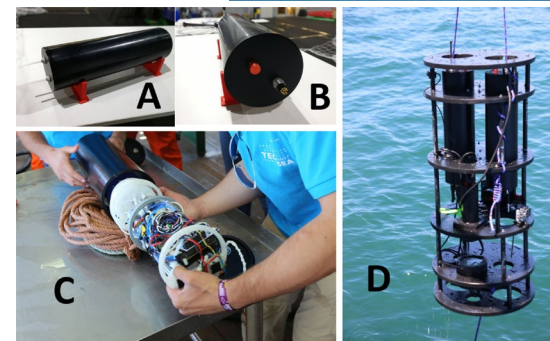
Prélèvement ADN



Equipements	Partenaire
<p style="text-align: center;">★ TRL très faible</p> <p>Préleveur ADN environnemental</p>	<p>Ifremer + UMR 5563 GET + UMS 831 OMS + DT-INSU + UMR 7294 MIO + UMR 7144 AD2M</p>








- Regroupement des compétences dans un consortium unique pour un développement scientifique très stratégique



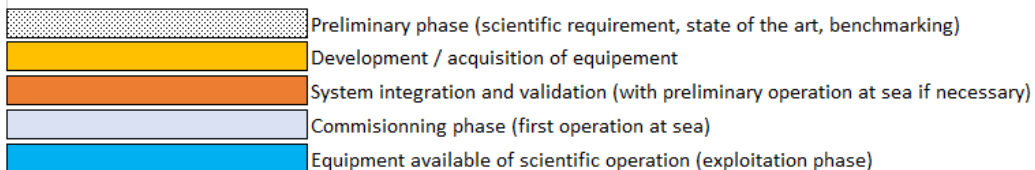
In situ autonomous biosampler (IS-ABS) prototype, [Ribeiro et al. 2019](#)

Deepsea'nnovation : éléments clés

Projet	Deepsea'nnovation
Titre	Capteurs et préleveurs innovants et de rupture pour les sciences marines grand fonds
Aide demandée	3,88 M€
Durée	8 ans
Coordinateur	Ifremer (DFO/SM) 
Consortium	<ul style="list-style-type: none"> • Sorbonne Université (UMR 7193 ISTEP) • Université de Recherche Paris Sciences et Lettres (ENS Paris) • UBO - Université de Bretagne Occidentale • UMR 5563 GET - Géosciences Environnement Toulouse • UMS 831 OMP - Observatoire Midi-Pyrénées • UMR 6538 LGO - Laboratoire Géosciences Océan • UMR 7144 AD2M - Station Biologique de Roscoff • DT-INSU : Division Technique INSU • UMR 8212 LSCE - Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement • UMR7294 MIO - Institut Méditerranéen d'Océanologie Marseille • Ifremer (département REM, RBE)    

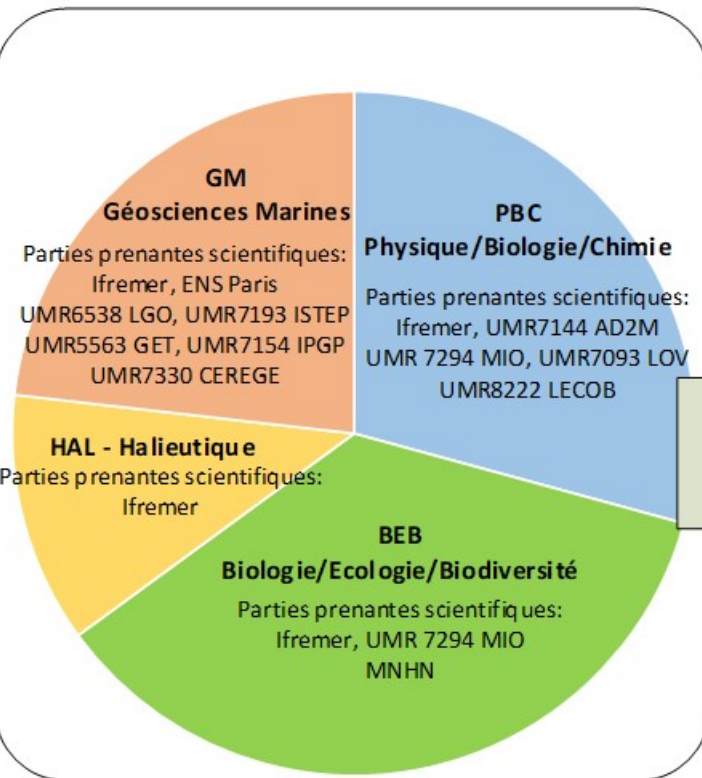
Calendrier prévisionnel

		Year 1 (2021)	Year 2 (2022)	Year 3 (2023)	Year 4 (2024)	Year 5 (2025)	Year 6 (2026)	Year 7 (2027)	Year 8 (2028)	
Victor 6000 (Modernization project)					Victor6000 available					
New generation ROV (ROV+ project)							New ROV available			
Spatial perception & analysis	Echosounder and ADCP					available on Victor6000 & new ROV				
	Bioluminescence sensors					available on Victor6000 & new ROV				
	Zooplankton camera - UVP					available on Victor6000 & new ROV				
	Lidar							available on Victor6000		
	CSEM imaging							available on Victor6000		
In-situ measurement	Dissolved gases				available on Victor6000 & new ROV					
	Benthic chamber							available on Victor6000 & new ROV		
	Benthic profiler						available on Victor6000 & new ROV			
	Temp. gradient sensor								available on Victor6000 & new ROV	
	Rhizon Sampler						available on Victor6000 & new ROV			
Sampling devices	Drilling tool								available on new ROV	
	Vibrocorer								available on Victor6000 & new ROV	
	Sampling hand							available on Victor6000 & new ROV		
	larva-plankton biosampler									available on Victor6000 & new ROV
	eDNA biosampler								available on Victor6000 & new ROV	



Deepsea'nnovation

COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE



DEVELOPPEMENT DES EQUIPEMENTS

- Ifremer**: Imagerie acoustique
: Chambre benthique
: Prélèvements roche, sédiment, organismes fragiles et larves
- + **PSL** : ULDAR
- + **mio** **dt** : cameras micro-organismes
- + **G E T** **Observatoire Océanographique de Roscoff** **mio** : prélèvement ADN environnemental
- Station Biologique de Roscoff** : mesure gaz dissous
- GEOSCIENCES OCEAN** : imagerie géo-physique (CSEM)
- LSCE** **dt** : profileur benthique
- ISTeP** : Sonde gradient de température

EXPLOITATION

FLOTTE Océanographique Française PAR L'IFREMER

Assistance technique pour l'exploitation

LSCE **Ifremer**

Station Biologique de Roscoff **GEOSCIENCES OCEAN**

G E T **ISTeP**