

Document ressource

MISSION
OCÉAN

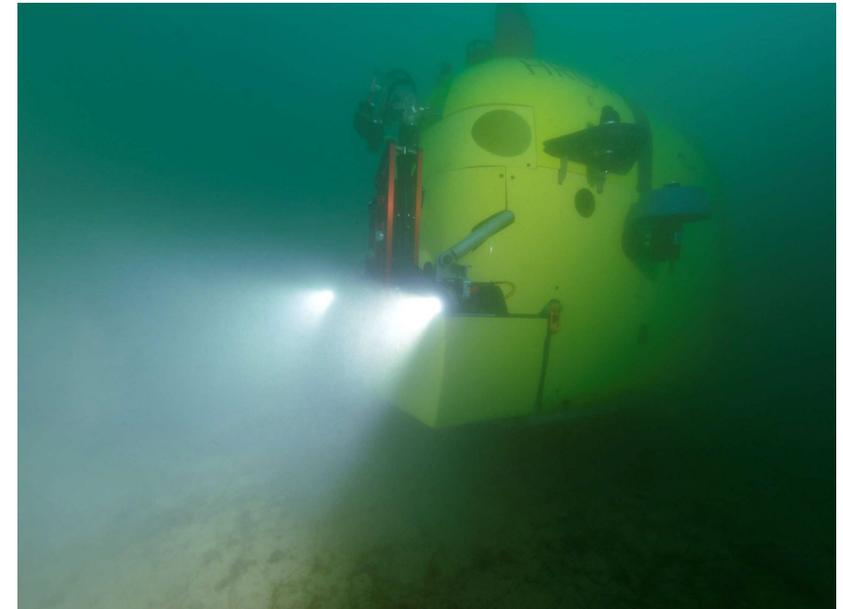


Mission Océan Soutient les Objectifs de Développement Durable

Dossier réalisé par le Centre Européen de Technologies Sous-Marines
Ifremer – La Seyne sur Mer – VAR (83)

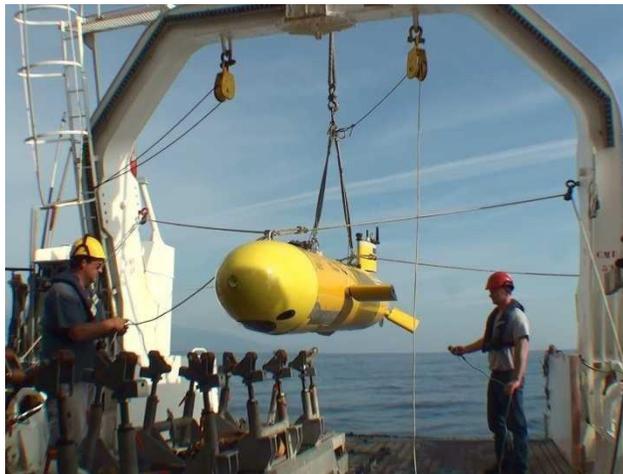
Ingénieurs : Jan Opderbecke – Ewen Raugel – Laurent Artzner

Dossier technique
ROV Hybride ARIANE





Qu'est ce qu'un ROV hybride ?



ROV Hybride (ou HROV)

Engin à batterie pouvant être déployé

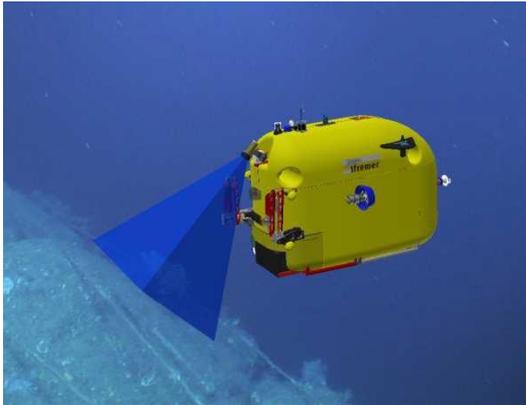
- ❖ En mode ROV avec une fibre optique
- ❖ En mode AUV (sans liaison filaire)
avec une liaison acoustique



Pourquoi un ROV hybride à l'Ifremer ?

❖ Type de mission :

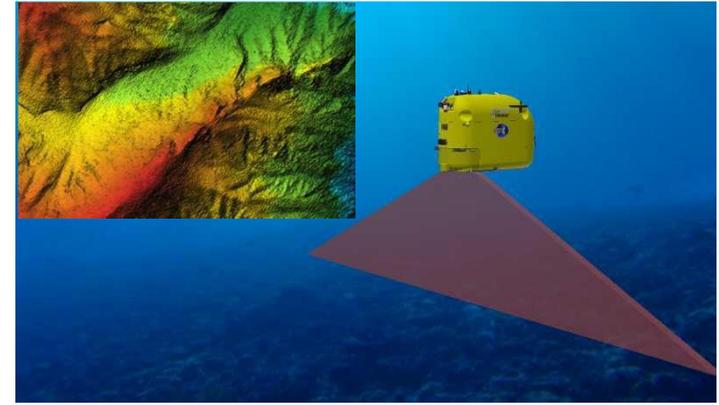
- ✓ Missions d'**inspection** et de **cartographie** géo référencées (mode AUV ou ROV)



Video HD



Cartographie optique (APN)

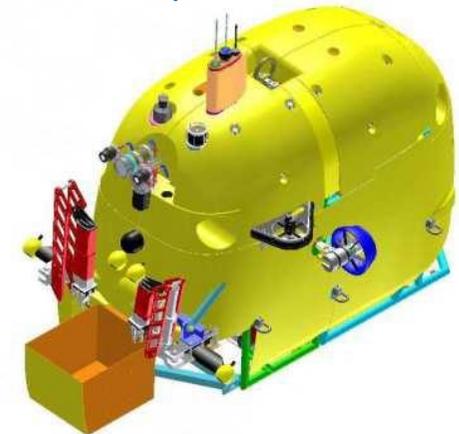


Cartographie acoustique (SMF)

- ✓ Missions d'**interventions** légères, comportant des petits prélèvements et des mises en œuvre d'outils légers : carottage, aspirateur à faune... (mode ROV)

❖ Les sites :

- ✓ Campagne côtière en premier lieu
- ✓ De 0 à 2500 m (canyons méditerranéens)
- ✓ Travail sur falaise





Récapitulatif :

HROV =

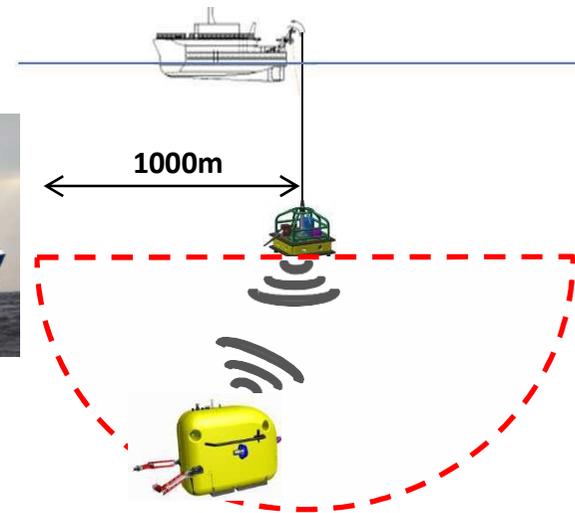
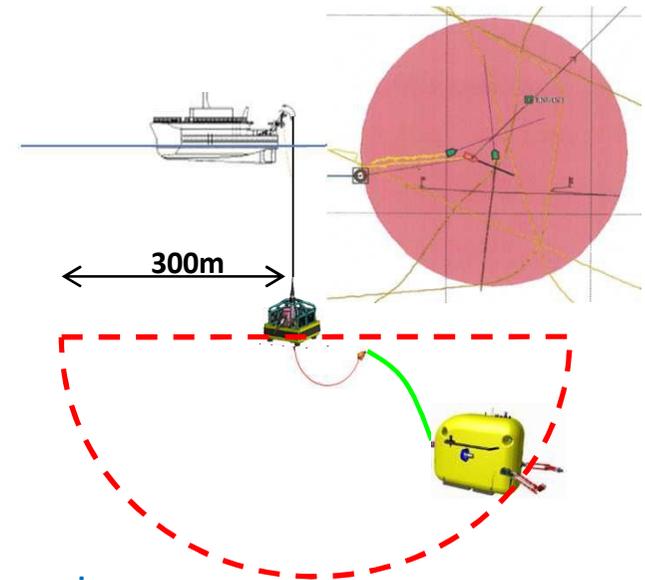
Véhicule à batterie pouvant être déployé en

Mode télé-opéré (ROV)

ou

Mode autonome (AUV)

A partir de navires côtiers sans capacité de positionnement dynamique



Pouvant assurer des missions de survey, d'inspection, d'intervention ou de prélèvement

Et adapté à la navigation sur de fortes pentes (type canyon) jusqu'à des immersions de 2500m



Le véhicule HROV

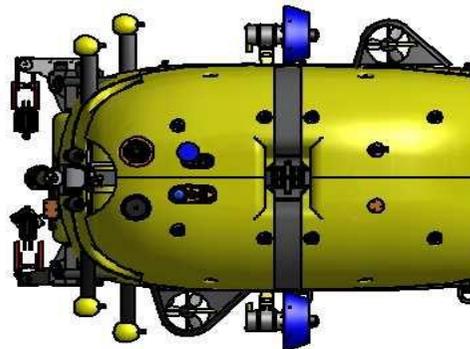
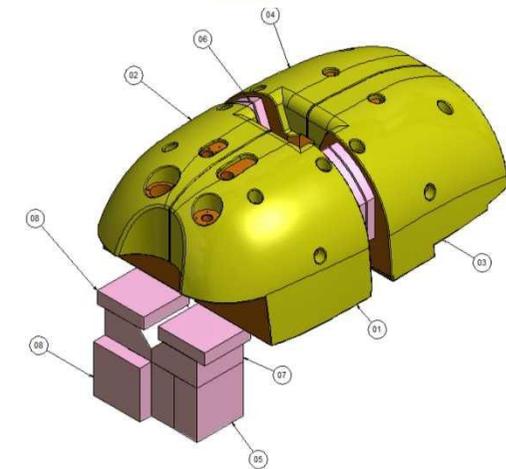
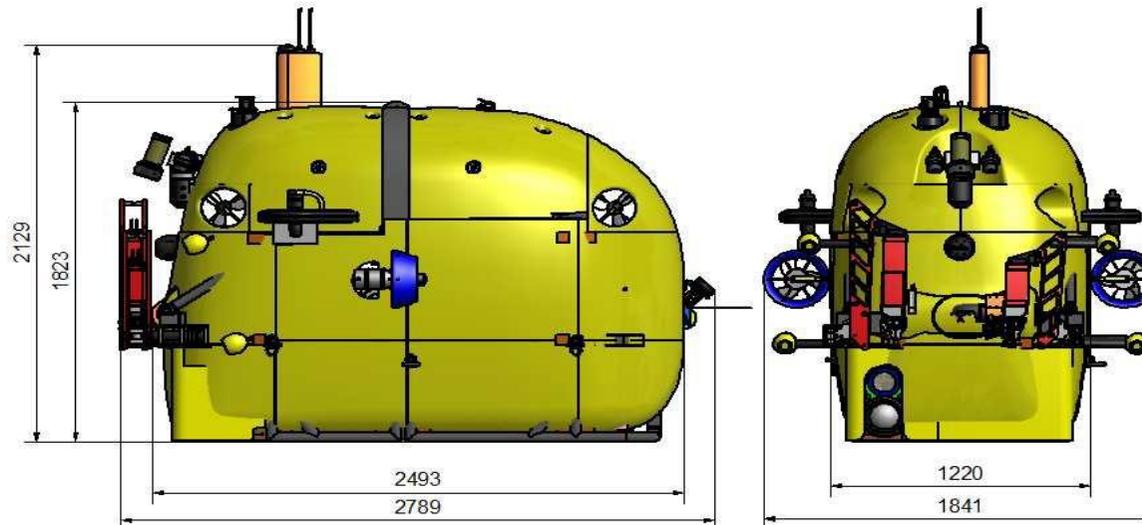


Le véhicule HROV

Adaptation de la flottabilité en fonction de la charge utile à embarquer

Ajout/suppression de flotteurs additionnels (rose) Exemples :

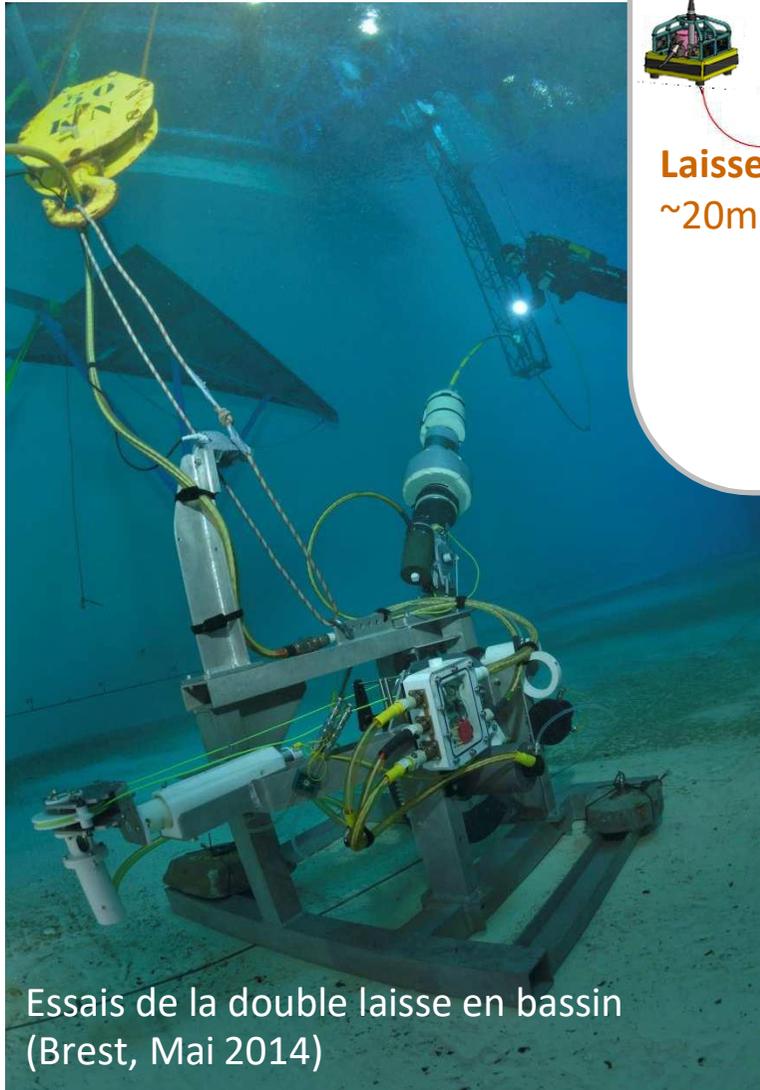
- 🕒 Configuration lourde : mission d'intervention et de prélèvement (télémanipulation, panier, outillages...)
- 🕒 Configuration légère : mission d'inspection cartographie (video, APN, SMF)



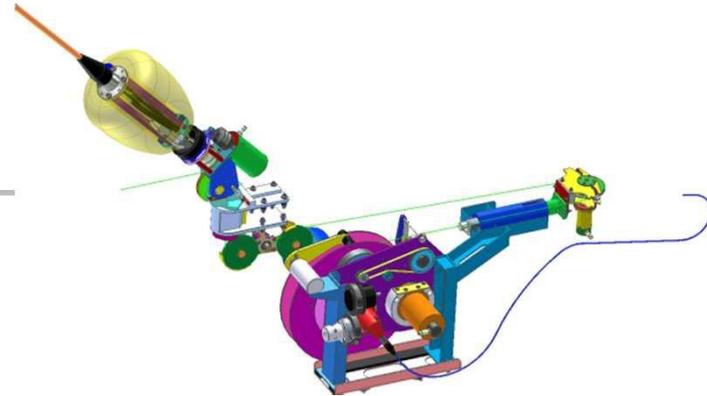
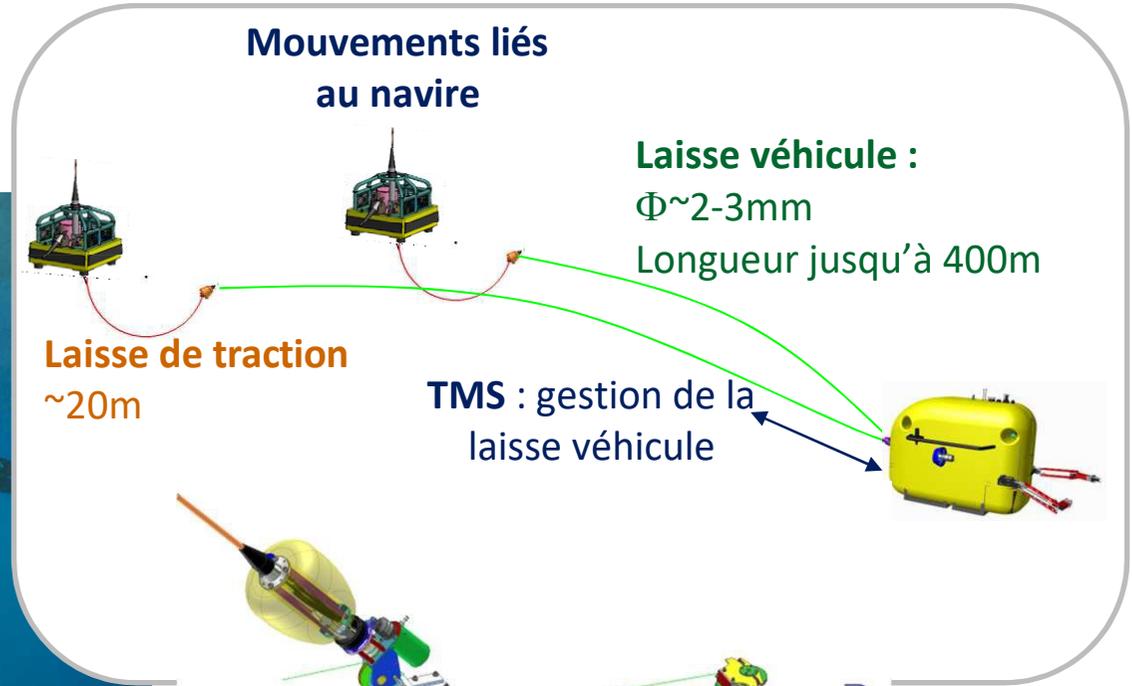
	Configuration légère		Configuration lourde	
	masse dans l'air	Poids dans l'eau	masse dans l'air	Poids dans l'eau
HROV	1,6 tonne	- 5 daN	1,8 tonne	- 5 daN
Charge utile	80 kg	50 daN	220 kg	120 daN



Le TMS et la double laisse



Essais de la double laisse en bassin
(Brest, Mai 2014)

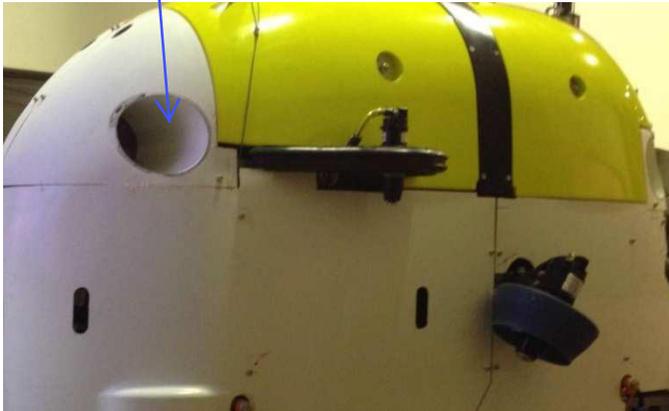
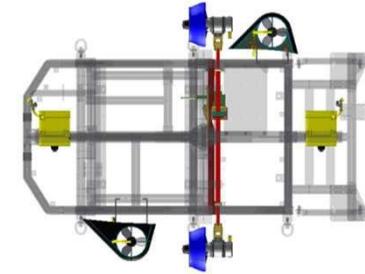
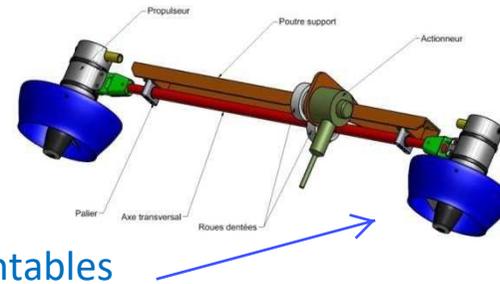


Le flotteur entre les 2 laisses



La propulsion

- ❖ Propulsion principale : 2 propulseurs orientables
- ❖ Propulsion auxiliaire :
 - 2 propulseurs verticaux externes au carénage
 - 2 propulseurs transversaux en tuyère

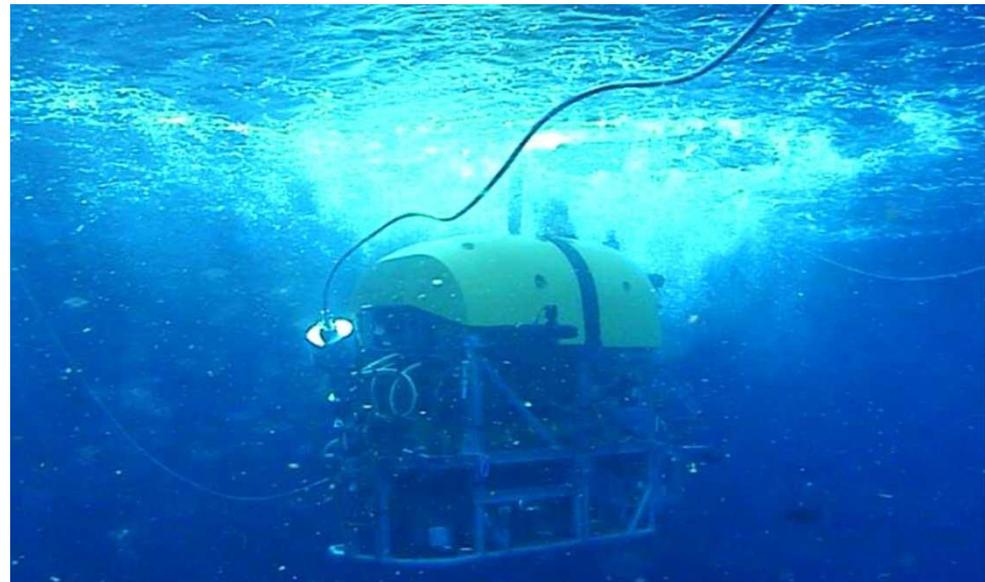


Estimation des performances :

- ❖ Vitesse longitudinale : 2 nœuds
- ❖ Vitesse verticale : 1,4 - 1,7 nœud
- ❖ Vitesse latérale : 0,7 nœud

Régleur réversible :

ajustement de la pesée : 20 litres





L'énergie

Energie : 20 kWh

- ❖ 13 kWh en 150V
 - ✓ Propulsion et éclairage
 - ✓ 1 Batterie Li-ion 13 kWh@150Vdc
 - ✓ Intégration en enceinte (enceinte batterie)
- ❖ 6 kWh en 48V
 - ✓ Alimentation équipement HROV et charge utile
 - ✓ 3 modules Li-ion 2 kWh@48V
 - ✓ Intégration dans enceinte électronique



Estimation autonomie :

Type de mission	Autonomie au fond
Inspection - 0,5nd	7h à 12h
Travail au point fixe	8h à 12h
Survey à 1 nœud	5h à 10h
Survey à 1,5 nœud	3h à 4h
Survey à 2 nœuds	1h30 à 2h



Les équipements

- ❖ **Capteurs de navigation**
 - ✓ Centrale inertielle (PHINS)
 - ✓ Capteur d'immersion (Paroscientific)
 - ✓ CTD Seabird
 - ✓ DVL vertical 600kHz
 - ✓ DVL frontal 600kHz pour navigation sur pente

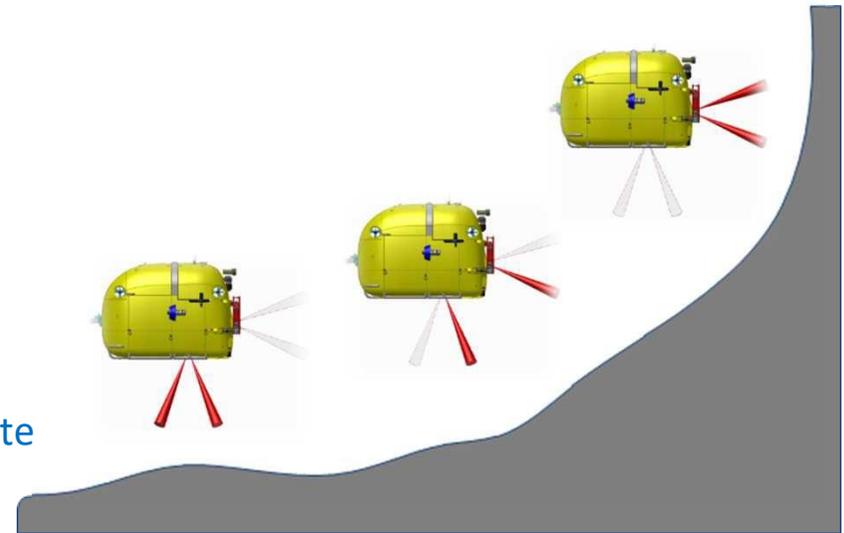
- ❖ **Sonar panoramique : BLUEVIEW P900-130D**

- ❖ **Vidéo principale : Caméra HD sur Pan and tilt & 6 spots LED**

- ❖ **Positionnement BUC (Balise Ixsea mini BUC)**

- ❖ **Equipement surface :**
 - ✓ DGPS
 - ✓ Gonio
 - ✓ Flasher
 - ✓ Communication wifi

- ❖ **Modem acoustique (mode AUV) : Evologics**

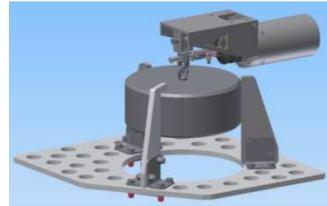




Les équipements de sécurité

❖ Largeur de lest

- ✓ 25 daN d'allègement dans l'eau

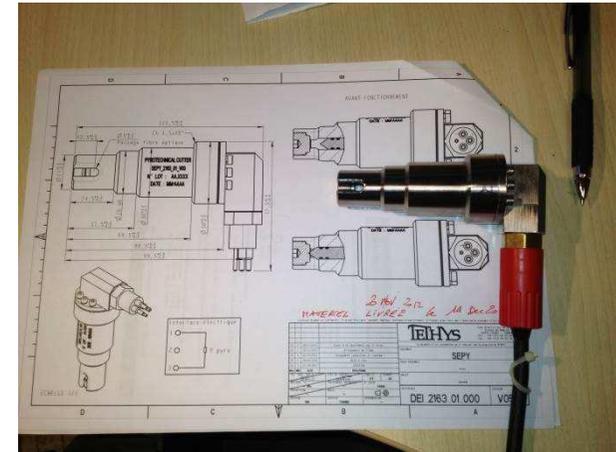


❖ Cisaille pyro pour la fibre optique

- ✓ Utilisé en cas de blocage de la fibre

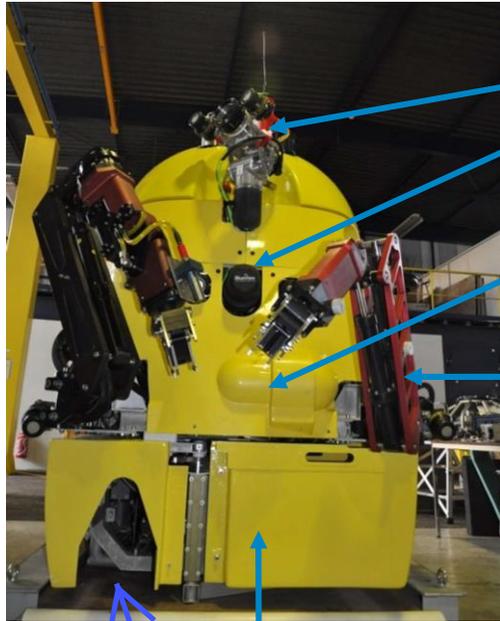
❖ Carte de sécurité

- ✓ Surveillance VCC
- ✓ Surveillance batterie 150V
- ✓ Surveillance voie d'eau enceintes principales
- ✓ Gestion des sécurités (communication avec modem, actionnement organes de sécurité)



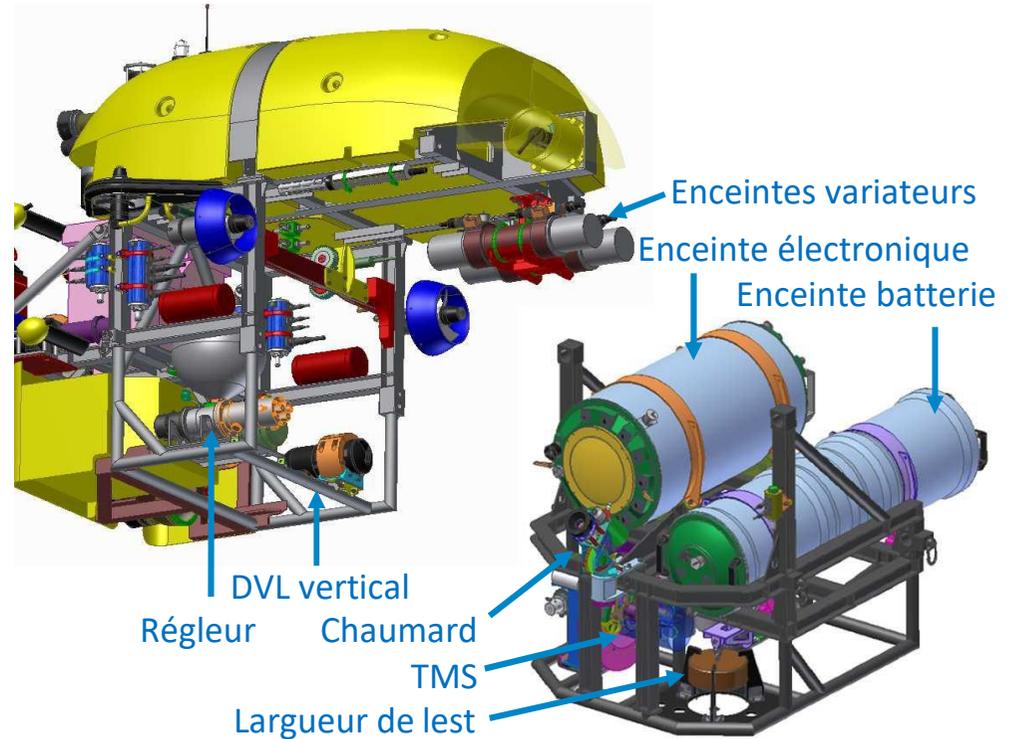
❖ Alimentation par batterie 48V :

- ✓ Alimentation des organes de sécurité
- ✓ Forte redondance



- Caméra principale
- Sonar panoramique
- DVL horizontale
- Télemanipulateurs (charge utile)

- Panier rotatif
- Appareil Photo Numérique

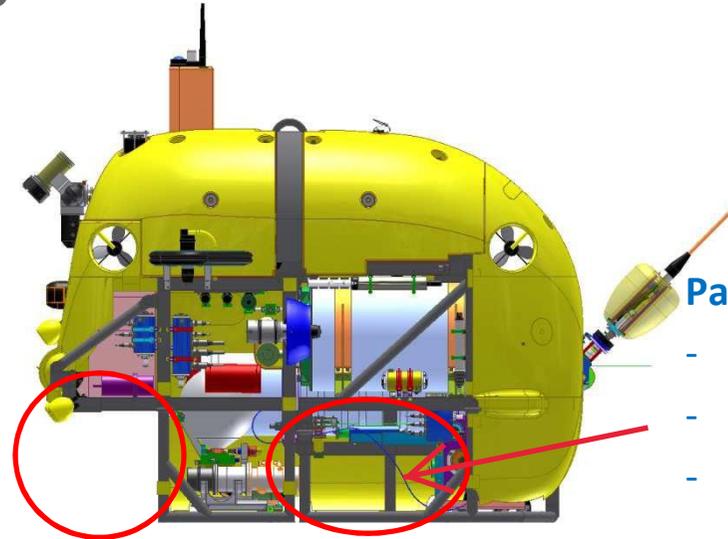




Les interfaces charges utiles

Zone avant :

- Bras télémanipulateurs
- Skid exploration (Panier/APN)
- Skid cartographie (SMF/APN)
- ...



Partie basse :

- ADCP
- Aspirateur à faune
- ...

Interfaces disponibles	Configuration exploration & prélèvement	Configuration cartographie
Alim 24Vdc+liaison CAN2	Télémanipulateurs	Non utilisé
Alim 24Vdc-70W & RS232 sur VCC	Actionneur panier (skid exploration)	Disponible (ADCP, fluorimètre...)
Alim 24Vdc-70W & RS232 sur télétrans ¹	Disponible (ADCP, fluorimètre...)	
Alim 48V-300W + Ethernet + RS232 (calculateur) + RS232 (lien avec PHINS)	Aspirateur à faune	SMF (EM2040)
Alim 24Vdc-70W & RS232 sur VCC	Orienteur de charge utile (APN)	
Alim 24Vdc-70W & Ethernet	Appareil Photo Numérique	
Alim 12V + HD-SDI+RS232 sur télétrans ¹	Disponible (Vidéo HD supplémentaire)	

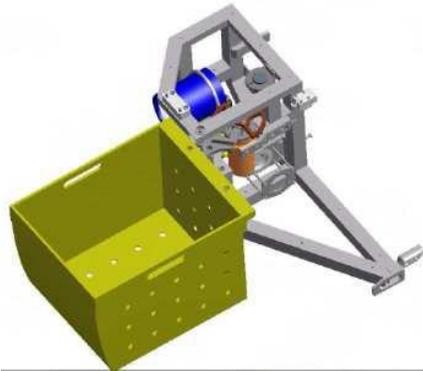
¹ Utilisable uniquement en mode ROV



Les charges utiles : télémanipulation & prélèvement

Télémanipulation

- Télémanipulateur électrique
- Bras dextre 7 fonctions
- Bras annexe 5 fonctions



Skid « exploration »

- Appareil photo numérique orientable
- Panier rotatif (~110 litres)
- Capacité d'emport : 25 kg dans l'air
12 kg dans l'eau



Outils de prélèvement

- Aspirateur à faune (6 bols)
- Carottiers tubes / boîtes de prélèvement





Les charges utiles : APN orientable



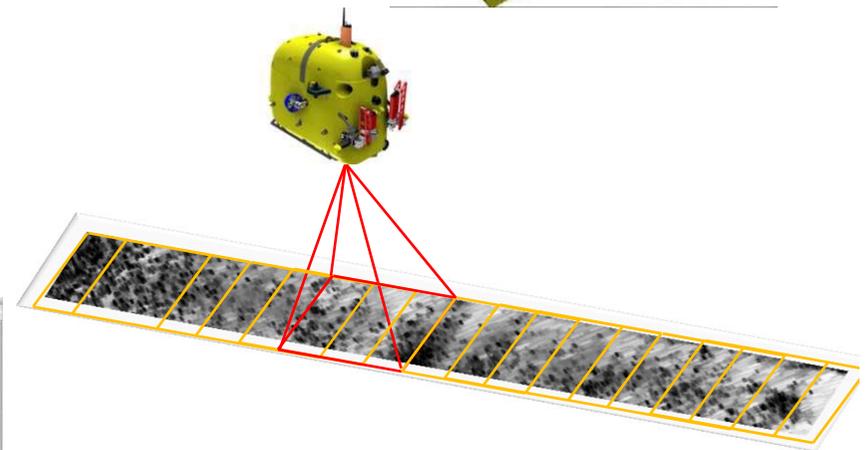
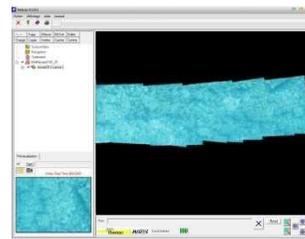
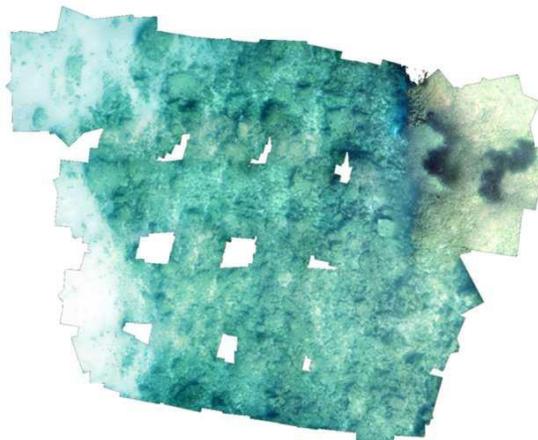
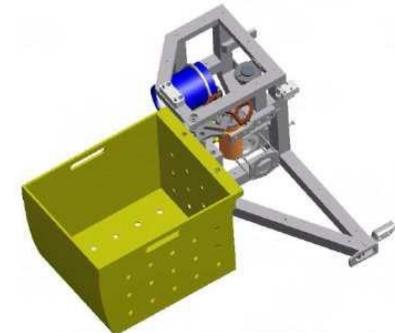
Appareil photo numérique

- ✓ Nikon D5100
- ✓ Calculateur embarqué pour le pilotage et la communication
- ✓ Disque dur interne
- ✓ Correcteur
- ✓ Flash synchronisé : Flash Metz 200 Joules



Intégration de l'APN sur le skid exploration

- ✓ APN orientable
- ✓ Permet d'orienter l'APN par rapport au fond (ortho-photo)
- ✓ Adapté aux zones accidentées (exemple falaise)
- ✓ Prise de vue macro & mosaïque (en mode téléopéré ou autonome)





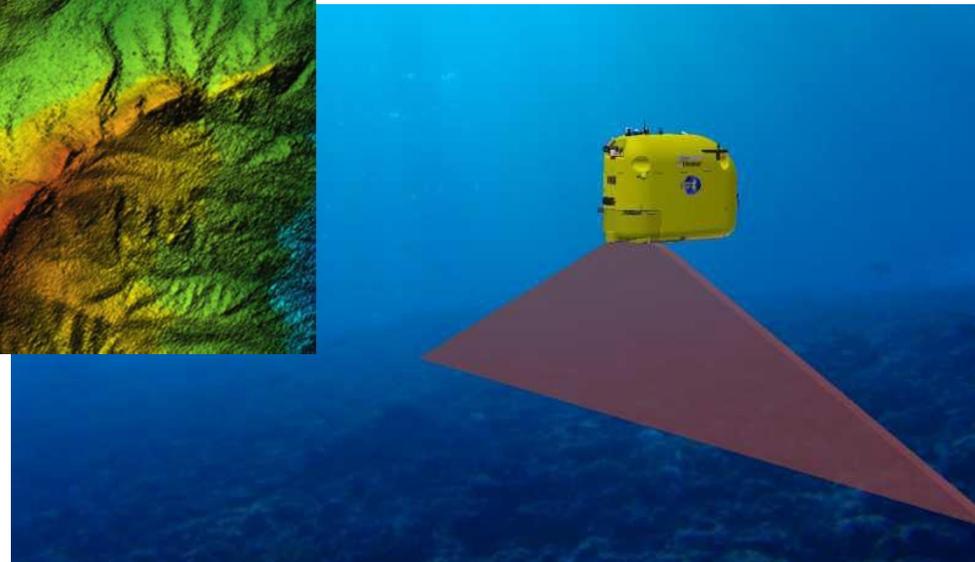
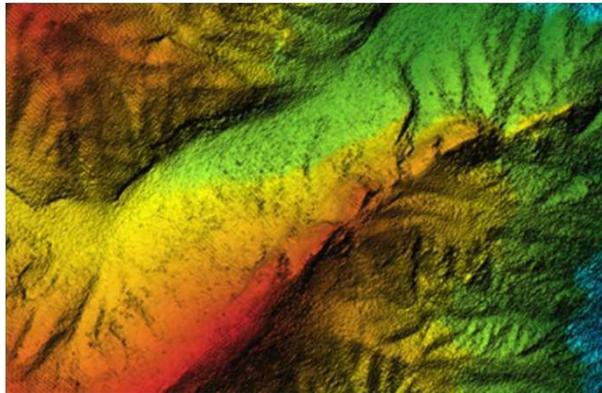
Les charges utiles : le skid cartographie

Le skid cartographie intègre

- ❖ L'APN (appareil photo numérique)
- ❖ Un sondeur multi-faisceaux EM2040

Etude d'intégration en cours :

- ❖ Intégration en lieu et place du skid exploration et de la télémanipulation
- ❖ Possibilité de cartographie de fond accidenté (pente, canyon)
- ➔ Antennes réglables en position
- ❖ Objectif : skid opérationnel fin 2015



Liaison fond / surface / déploiement - Pilotage / télémanipulation





La liaison fond surface

Treuil :

Masse hors câble: 3960 kg

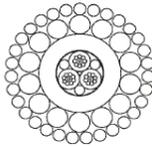
Masse totale : 6396 kg

Dimensions: 2450*1980*1900 mm

CMU: 40 kN à 0,6 m/s - 72 kN au frein



Câble optoporteur (3 f.o.):



Diamètre câble : 14,96 mm

Longueur : 3000 m

Masse : 812 kg/km

Poids dans l'eau de mer : 660 kg/km

Charge de travail: 39 kN

Rupture : 15,6 kN



Lest dépresseur:

Dimension : 1m*1m*1m

Masse : 800 kg

Poids dans l'eau de mer : 590 daN

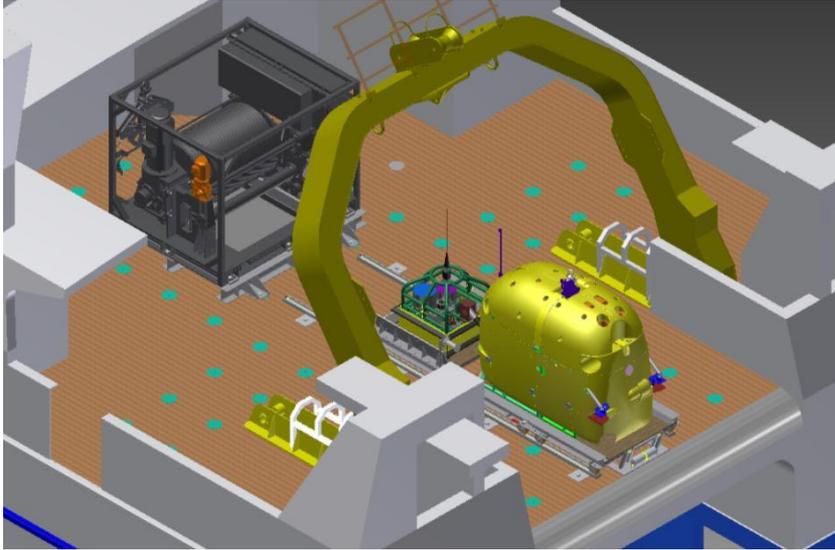
Energie : 2 kWh (batterie Li/ion)

Equipements : balise / modem acoustique / capteur immersion / DVL / compas



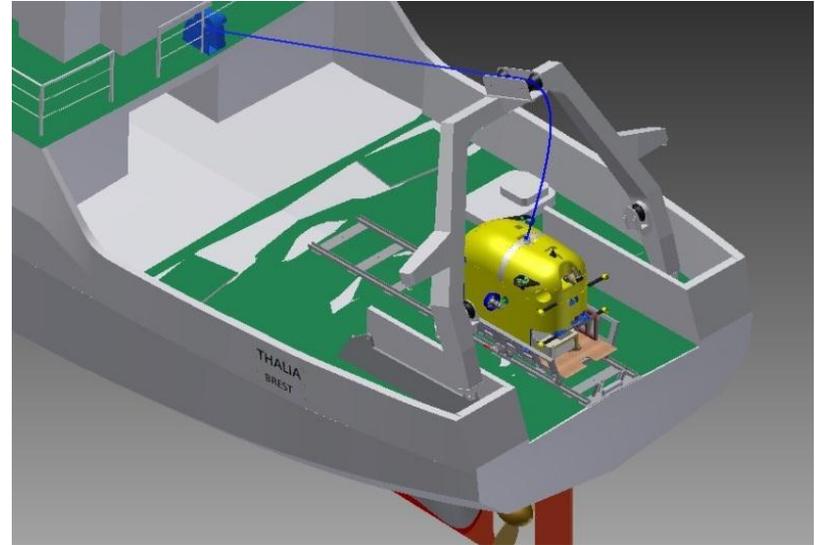
Installation bord

❖ Deux configurations de déploiement



Déploiement nominal

Installation bord sur l'Europe



Déploiement sans treuil ni lest

Faible immersion < 200 m

Configuration adaptée au petit navire (Thalia)

❖ Test de déploiement lors des missions LFSHROV 1 et 2

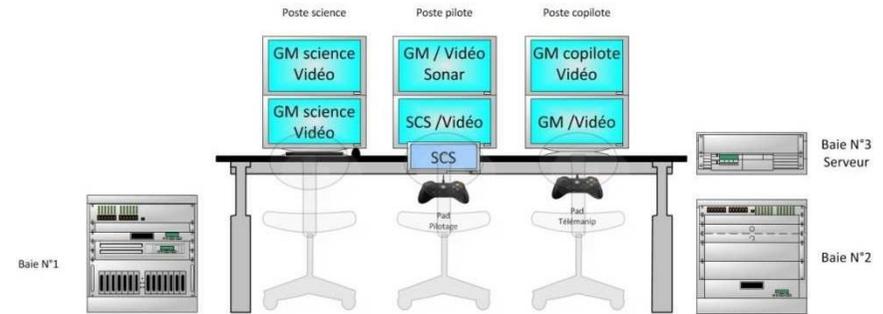
- ✓ Etude des procédures de déploiement
- ✓ Validation



Le poste de pilotage

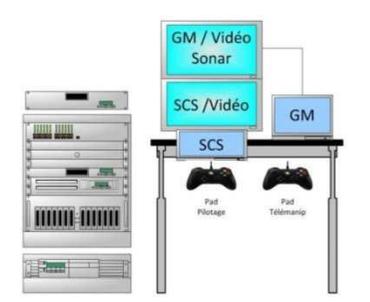
❖ Configuration nominale :

- ✓ 3 postes opérateurs : pilote/copilote/scientifique
- ✓ 3 baies informatiques
- ✓ 6 écrans Informatique / Vidéo
- ✓ Système de Contrôle Surface (SCS) : Panel PC Tactile + Gamepad USB (x2)



❖ Configuration minimale :

- ✓ 1 poste : pilote
- ✓ 1 baie et des éléments extraits de baies non-utilisées
- ✓ Poste scientifique déporté
- ✓ Configuration adaptée en cas d'espace réduit (Thalia)



Systemes informatiques

❖ Systeme informatique surface :

- ✓ Adaptation de l'existant (MIMOSA, TECHSAS...)

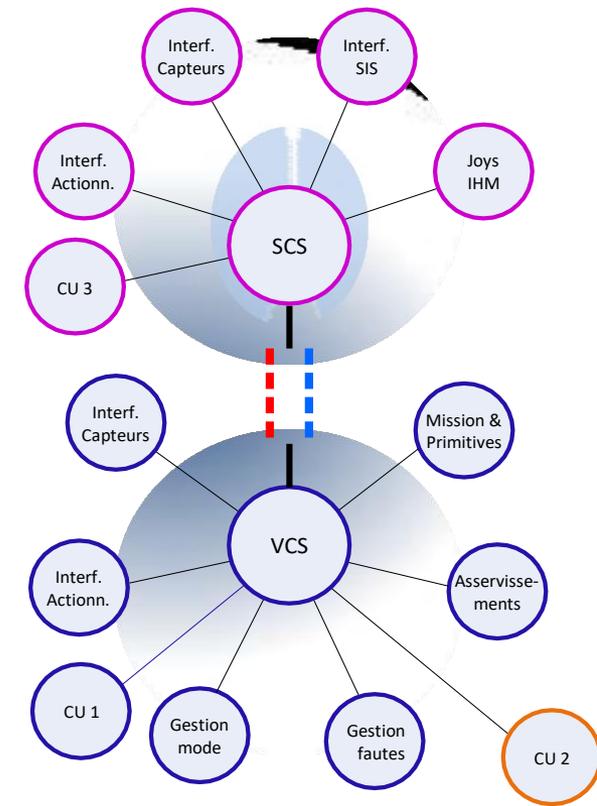
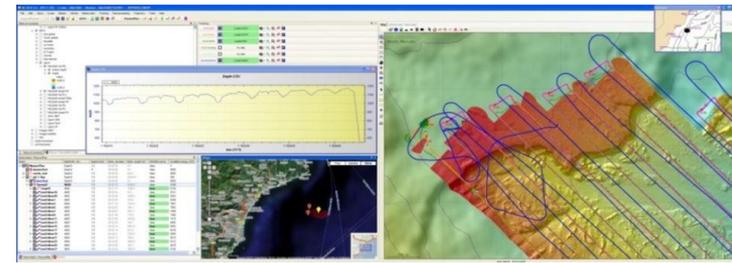
❖ Systeme temps reel (surface : SCS et fond : VCS)

✓ Fonctions :

- Gestion des asservissements (propulsions, TMS...)
- Gestion des securites (suivant mode de fonctionnement ROV/AUV)
- Controle de mission optimise : mode AUV « supervise »
 - Reconfiguration possible de la mission en cours de plongee
 - Remontee de donnees scientifiques possible
 - Limitation de l'interactivite par debit liaison acoustique

✓ Strategie de developpement :

- Valorisation des travaux de R&D (Swimmer, Alive, AUV...)
- Approche modulaire
 - Gestion simple des evolutions et rajouts de fonctions
 - Possibilite d'utilisation sur d'autres engins
- 1^{er} temps reel developpe en maitrise d'oeuvre
 - possibilite de valorisation
 - sur base de l'Open source ROS

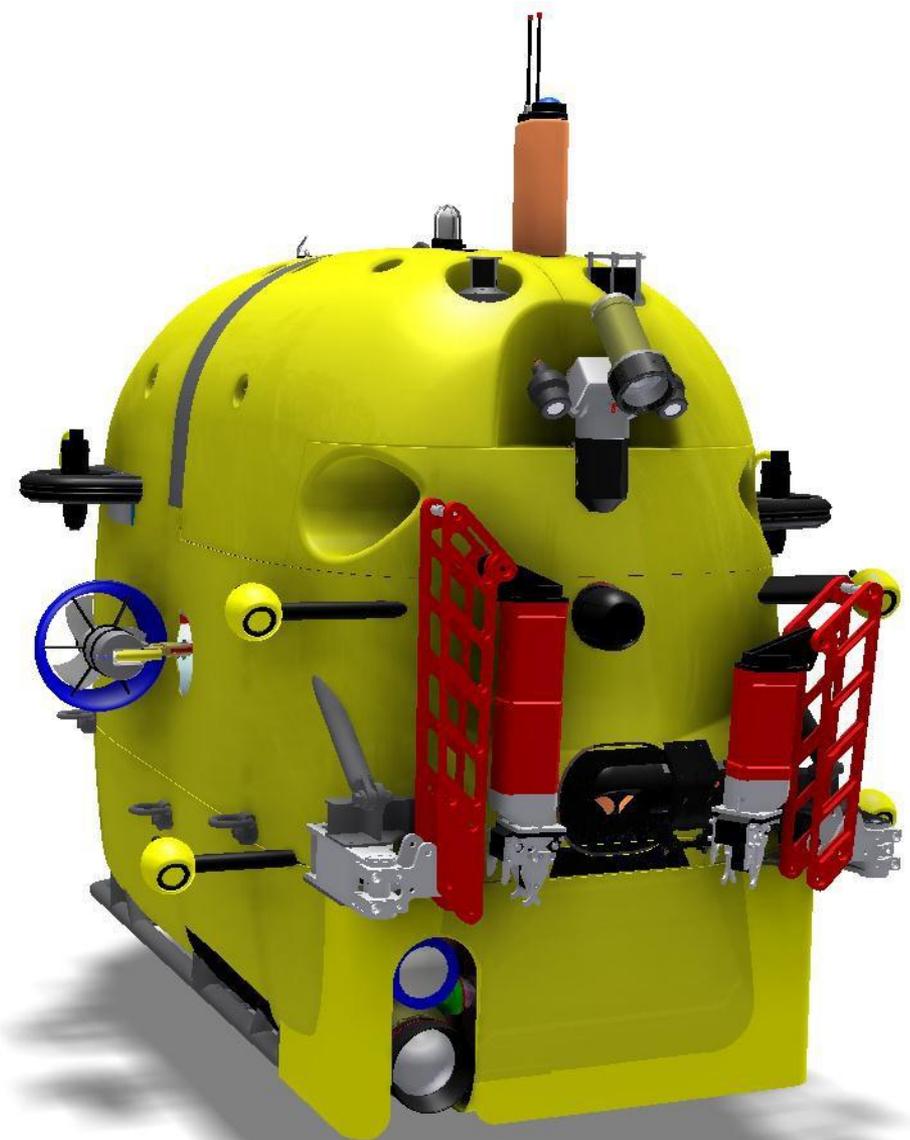


Télémanipulation

Objectif : Mise en œuvre d'outils de prélèvement à partir d'un panier porte-outils

2 bras manipulateurs électriques

- **bras gauche 5F (5 degrés de liberté) :**
saisie d'objet, clampage,
reprise d'outils...
- **bras droit 7F (7 degrés de liberté) :**
manipulation dextre



Télémanipulation

Bras 5F / Caractéristiques techniques

Fabricant : ECA/CSIP

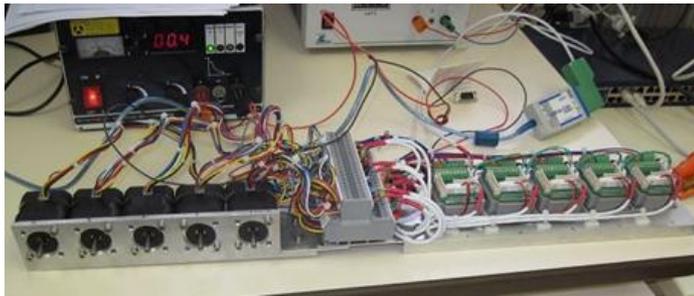
model	ARM 5E
reach	1,044 m (41")
weight	18,5 kg (41 lb) In water 27 kg (60 lb) In air
Material	6082 T6 Alloy, hard anodised
lift	25 kg (55 lb) Full extension
jaw	Continuous rotate
Closing force	60 kg (33 lb) typical at 4 amps
power req.	24-30 VDC 4 Amps per function (max)



Télémanipulation

Qualification labo

- Pilotage d'un banc de test (5 moteurs)
- Validation du réseau CAN et de la gestion du protocole CANOpen



Qualification en atelier TAO

- Pilotage du bras 5F
- Validation des performances
- Tests d'endurance

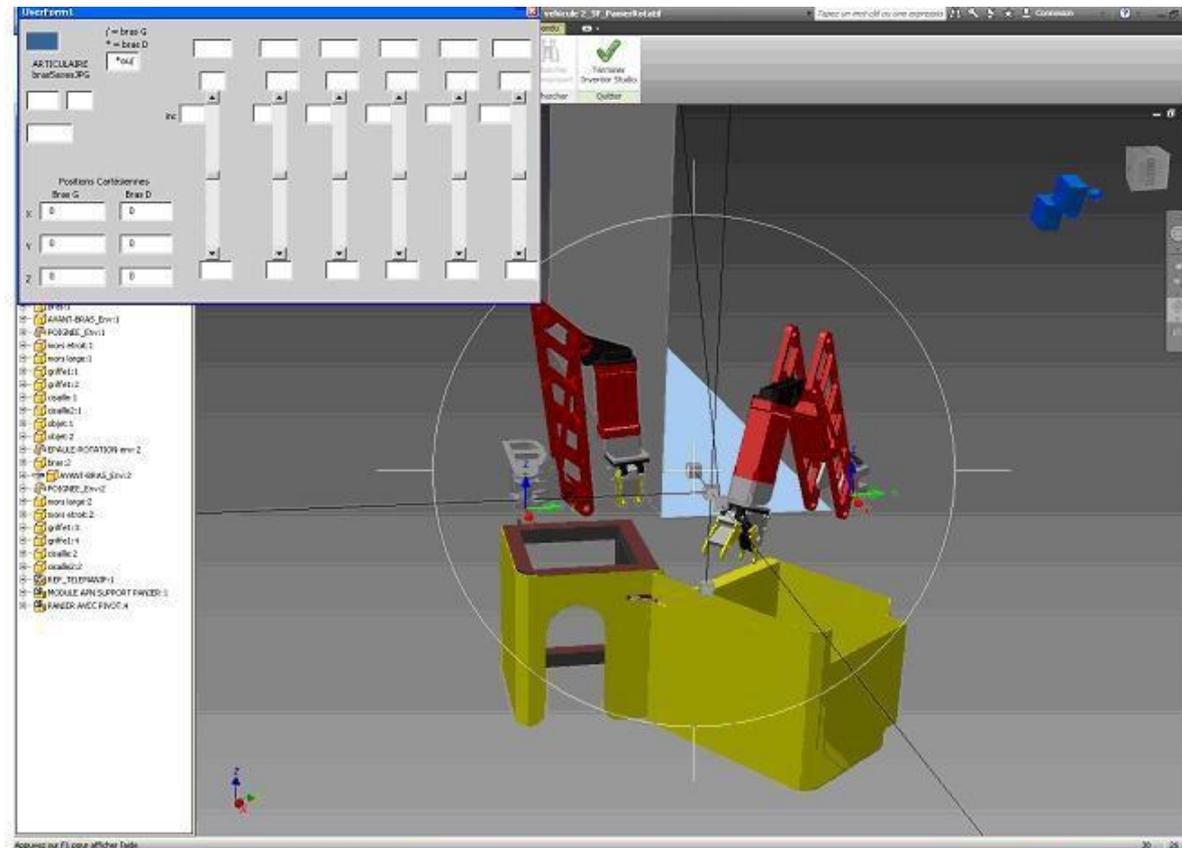


Télémanipulation

Réflexions et étude de l'implantation des bras sur la face avant de l'engin

Simulation 3D dans Inventor :

- Pilotage articulaire des bras
- Optimisation de l'accessibilité au panier
- Evaluation des risques de collision avec autres équipements de la face avant

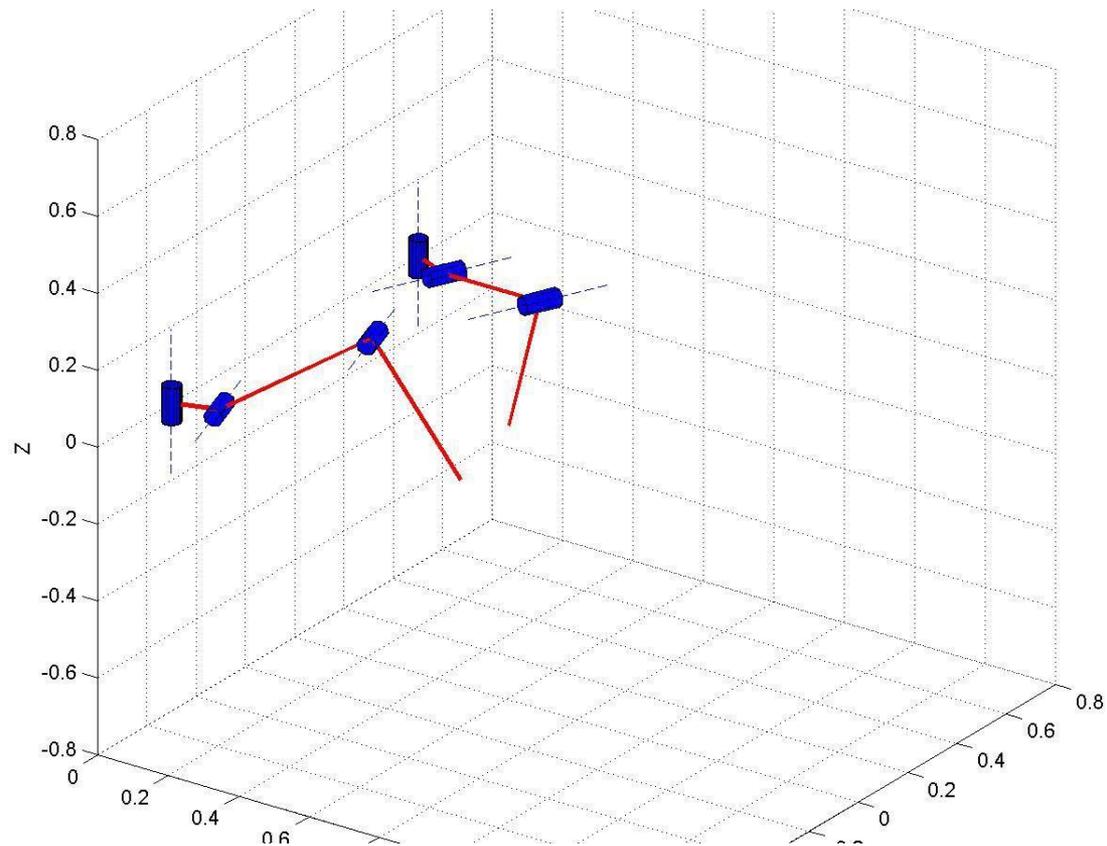


Télémanipulation

Prototypage algorithmique des fonctionnalités robotiques du contrôleur de bras

Modélisation et simulation sous Matlab

- Algorithme de calibration du bras
- Pilotage articulaire
- Pilotage cartésien
- Mouvements automatiques (repli, déploiement, ralliement automatique)



Télémanipulation

Fonctions du contrôleur IFREMER de bras 5F



Calibration articulaire du bras

- Par recherche des butées mécaniques correspondant à la position de repli du bras
- Conversion des positions incréments moteurs en positions angulaires

Pilotage articulaire

- Envoi de consignes de vitesses articulaires axe par axe

Pilotage cartésien

- Nécessite la calibration du bras
- Conversion des consignes de vitesses cartésiennes en consignes de vitesses articulaires (Modèle Cinématique Inverse)
- Mouvement sur les 3 translations du repère engin (pas de rotation possible)

Télémanipulation

Fonctions du contrôleur IFREMER de bras 5F

Repli automatique du bras

- Ne nécessite pas la calibration du bras : la position de repli correspond à une posture du bras en butée mécanique

Sortie automatique du bras

- Nécessite la calibration du bras
- La position de sortie est définie par une posture articulaire du bras (axes 1 à 3, pince)

Fonction de blocage/déblocage de la pince

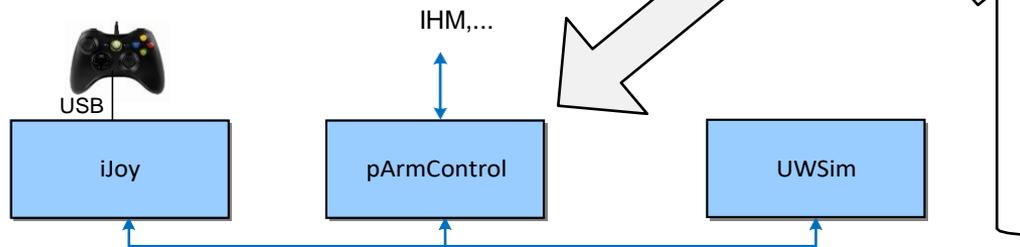
- Accessible à tout moment

Pilotage automatique le long des axes cartésiens

- Accessible en pilotage cartésien
- Mouvements à vitesse constante le long d'un axe cartésien
- Incréments de consignes par impulsion sur joystick

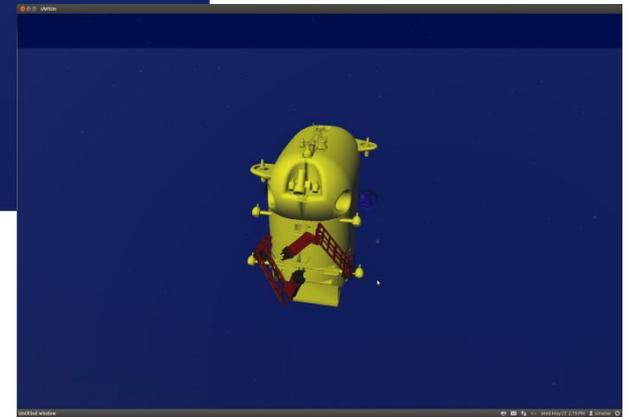
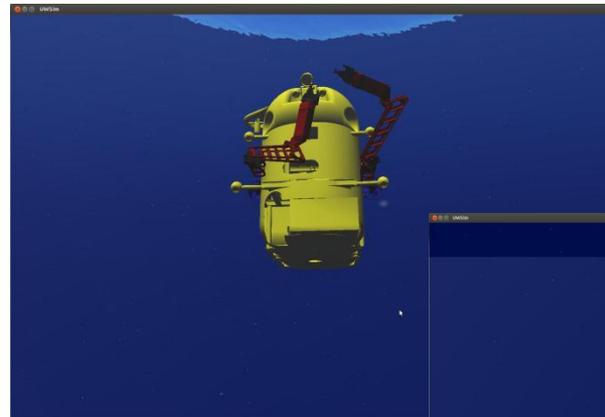
Télémanipulation

Contrôleur embarqué



- Calibration articulaire du bras
- Pilotage articulaire
- Pilotage cartésien
- Repli automatique du bras
- Sortie automatique du bras
- Fonction de blocage/débloqué de la pince
- Pilotage automatique le long des axes cartésiens

↔ Interface CANOpen
↔ Messages ROS



Organes de pilotage

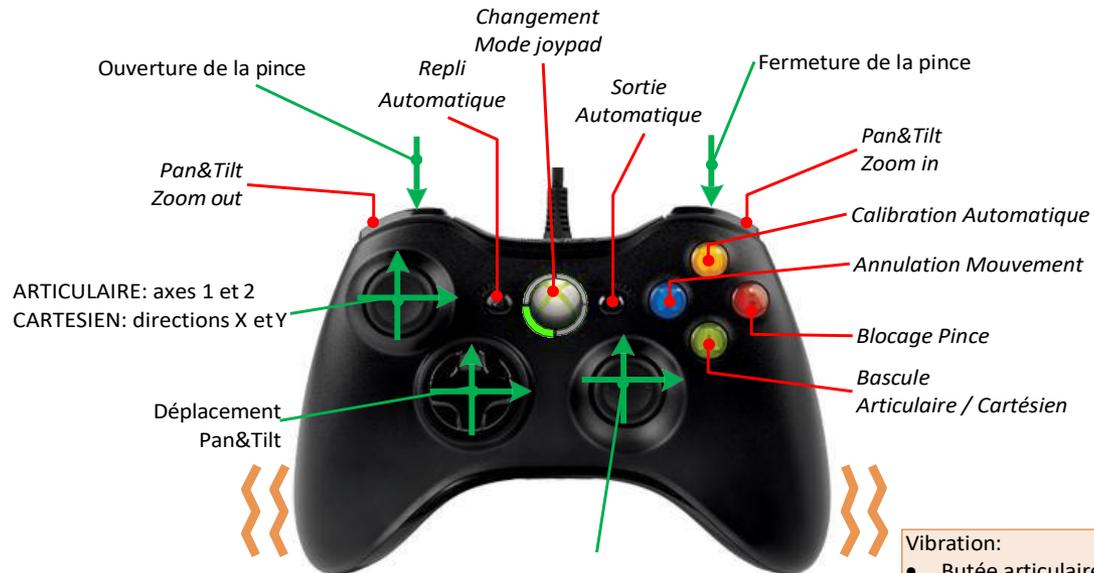
❖ *Joypad Xbox*



- ❖ 6 axes joystick analogique 14 bits
- ❖ 15 boutons
- ❖ 2 vibreurs à intensité variable
- ❖ 4 LEDs programmables
- ❖ Interface USB
- ❖ Interface ROS

Organes de pilotage

❖ Joypad modalité « Pilotage bras gauche 5F »

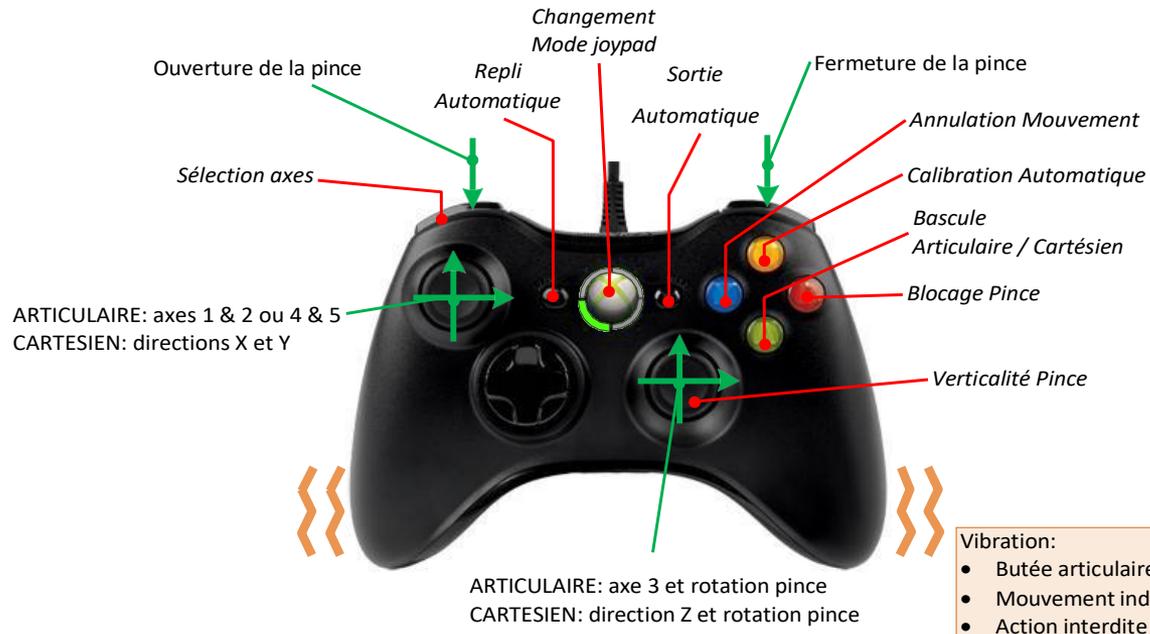


- Vibration:
- Butée articulaire atteinte
 - Mouvement indisponible
 - Action interdite

- ❖ 6 axes joystick analogique 14 bits
- ❖ 15 boutons
- ❖ 2 vibreurs à intensité variable
- ❖ 4 LEDs programmables
- ❖ Interface USB
- ❖ Interface ROS

Organes de pilotage

❖ Joypad modalité « Pilotage bras droit 7F »



- ❖ 6 axes joystick analogique 14 bits
- ❖ 15 boutons
- ❖ 2 vibreurs à intensité variable
- ❖ 4 LEDs programmables
- ❖ Interface USB
- ❖ Interface ROS

Télémanipulation

Bras 7F / Spécifications techniques

Longueur du bras : 1200 mm en pleine extension

Débattements articulaires : 120°, >90°, 120°, 340°, >90° (sans retour de position)

Pince : rotation continue (avec retour de position)

Poids : 30 kg dans l'eau, 48 kg dans l'air

Rapport de longueur des segments : $b/c = 2,5$

Précision absolue de positionnement de l'outil : 10 mm

Répétabilité : < 2 mm

Vitesse angulaire : 30°/s max

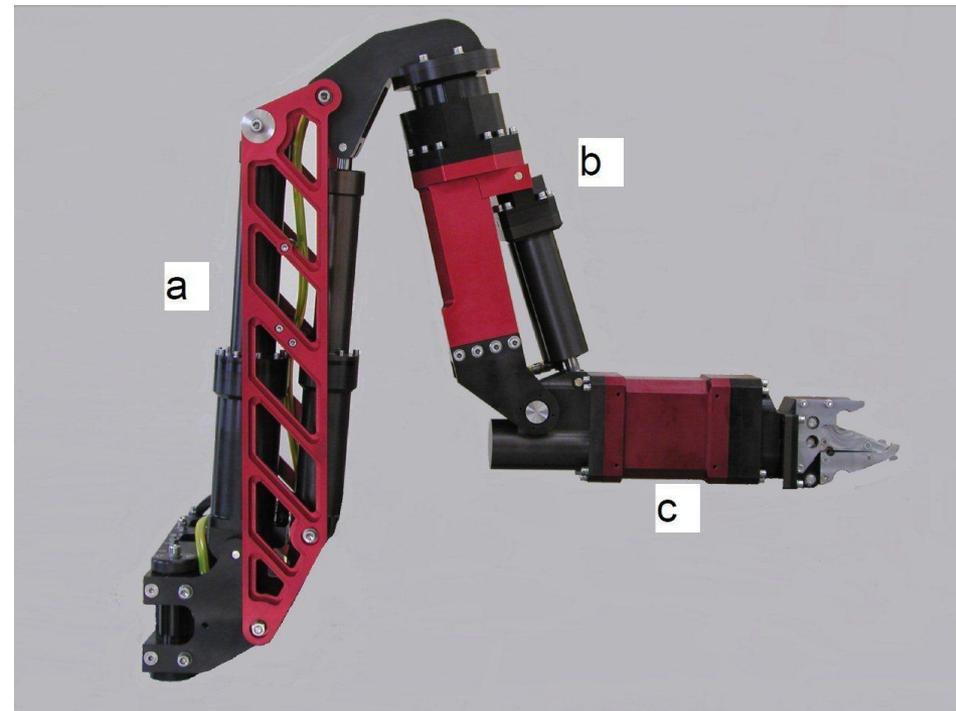
Capacité de levage : 15 daN

Force de saisie : 10 daN

Alimentation : 36 VDC

Puissance : 200 W max

Interface de fixation mécanique :
identique au bras 5F



Le HROV Ariane c'est avant tout une équipe !

Equipe projet - Centre Ifremer Méditerranée (La Seyne sur Mer - VAR - 83)



© Ifremer - Olivier DUGORNAY

Chaque personne apporte ses compétences au service du projet

