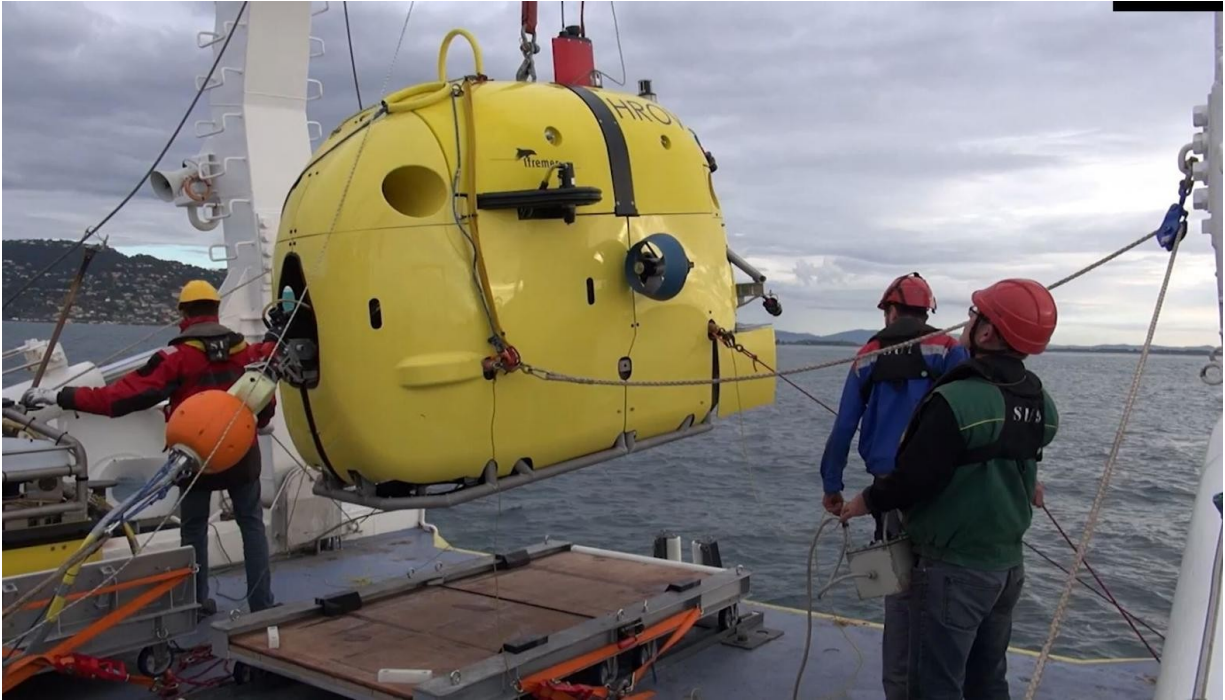


## Séquence

# Comprendre le fonctionnement d'un robot sous-marin océanographique

Sciences technologiques et production ; technologie



## Table des matières

1 Description.....	4
2 Comment l'Ifremer explore les océans grâce au robot sous-marin Ariane ?.....	4
2.1 Mise en situation.....	4
2.1.1 Activité de l'élève.....	4
2.1.2 Consigne.....	5
2.1.3 Les premières plongées du HROV Ariane.....	5
2.1.4 Astuce pour l'élève.....	6
2.1.5 Rôle de l'enseignant.....	6
2.1.6 Conseil à l'enseignant.....	6
2.1.7 Production attendue.....	6

2.2 Découverte.....	6
2.2.1 Activité de l'élève.....	6
2.2.2 Les premières plongées du HROV Ariane.....	7
2.2.3 Consigne.....	7
2.2.4 Astuce pour l'élève.....	7
2.2.5 Rôle de l'enseignant.....	7
2.2.6 Conseil à l'enseignant.....	8
2.2.7 Production attendue.....	8
2.3 Conclusion.....	8
3 Quel est l'équipement du robot sous-marin Ariane ?.....	9
3.1 Investigation.....	9
3.1.1 Activité de l'élève.....	9
3.1.2 Consigne à l'élève.....	9
3.1.3 Le HROV Ariane.....	10
3.1.4 Astuce(s) pour l'élève.....	11
3.1.5 Rôle de l'enseignant.....	11
3.1.6 Production attendue.....	11
3.2 Recherche de solutions.....	11
3.2.1 Activité.....	11
3.2.2 consigne.....	12
3.2.3 Rôle.....	12
3.2.4 Conseil.....	12
3.2.5 Production attendue.....	12
3.3 Simulation.....	12
3.3.1 Activité.....	12
3.3.2 consigne.....	12

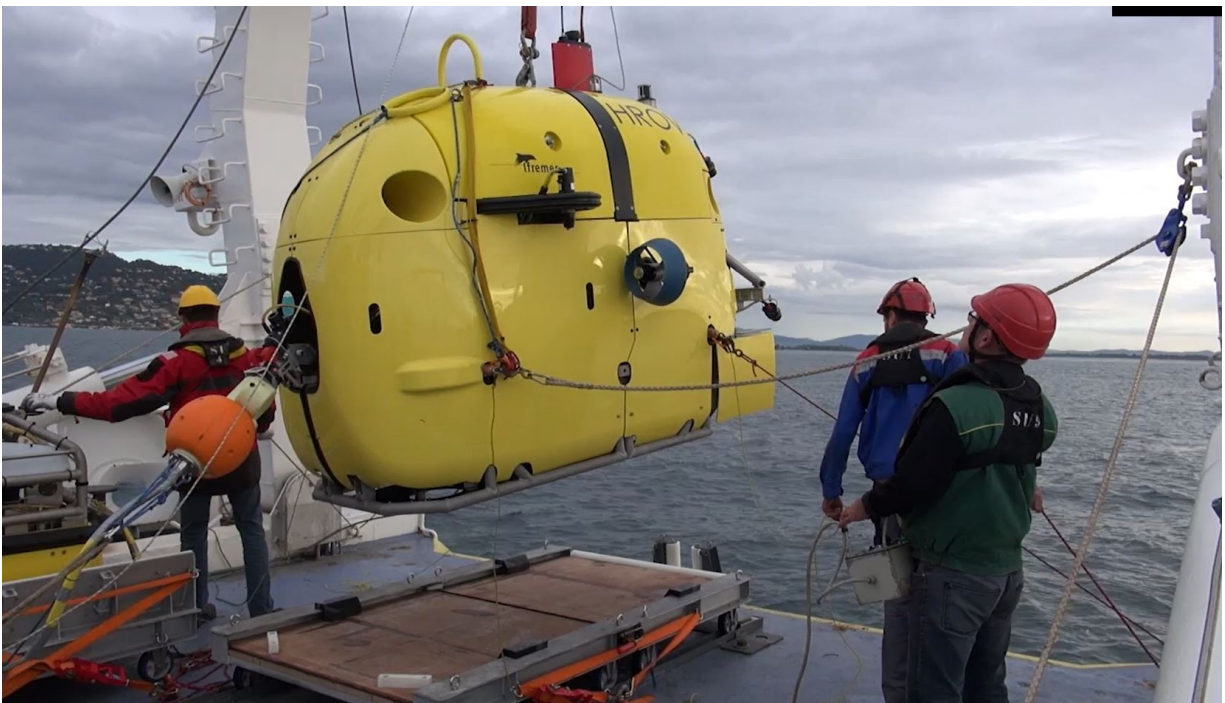
3.3.3 Rôle de l'enseignant.....	13
3.3.4 Astuce.....	13
3.3.5 Production attendue.....	13
3.4 Conclusion.....	13
4 Comment assurer la propulsion d'un robot sous-marin ?.....	14
4.1 Découverte.....	14
4.1.1 Activité de l'élève.....	14
4.1.2 Le HROV Ariane.....	15
4.1.3 Consigne.....	16
4.1.4 Rôle de l'enseignant.....	16
4.1.5 Conseil à l'enseignant.....	16
4.2 Simulation.....	17
4.2.1 Activité de l'élève.....	17
4.2.2 Consigne.....	17
4.2.3 Astuce pour l'élève.....	17
4.2.4 Rôle de l'enseignant.....	17
4.2.5 Conseil à l'enseignant.....	17
4.3 Recherche de solutions.....	18
4.3.1 Activité de l'élève.....	18
4.3.2 Consigne.....	18
4.3.3 Astuce pour l'élève.....	18
4.3.4 Rôle de l'enseignant.....	18
4.3.5 Production attendue.....	18
4.4 Conclusion.....	19

## 1 Description

Les campagnes de recherche océanographique mettent en œuvre une panoplie de systèmes d'observation et de prélèvement. Les engins sous-marins robotisés sont utilisés pour explorer les zones profondes des fonds marins. Le pont arrière des navires est équipé d'une plateforme et d'un portique permettant de faciliter leur mise à l'eau et le déploiement des robots. Dans cette séquence nous allons étudier les modalités de déploiement et le fonctionnement du HROV Ariane de l'Ifremer.

Séquence créée par Alain Liotier

## 2 Comment l'Ifremer explore les océans grâce au robot sous-marin Ariane ?



### 2.1 Mise en situation

- Durée : 30 minutes
- En autonomie
- Observer

#### 2.1.1 Activité de l'élève

Le service des unités sous-marines de l'Ifremer présente dans une vidéo le robot hybride Ariane. Les élèves découvrent l'équipe de professionnels à l'origine du projet et étudient plus en détails le fonctionnement et les performances de l'engin sous-marin innovant imaginé et développé par ces ingénieurs. Les élèves sont invités observer la mise en œuvre du robot sous-marin et à compléter un questionnaire qui leur permettra de mieux cerner les systèmes présentés dans la vidéo technique. À la fin de ce temps d'observation, ils ont les éléments nécessaires pour expliquer le fonctionnement général du robot sous-marin de l'Ifremer.

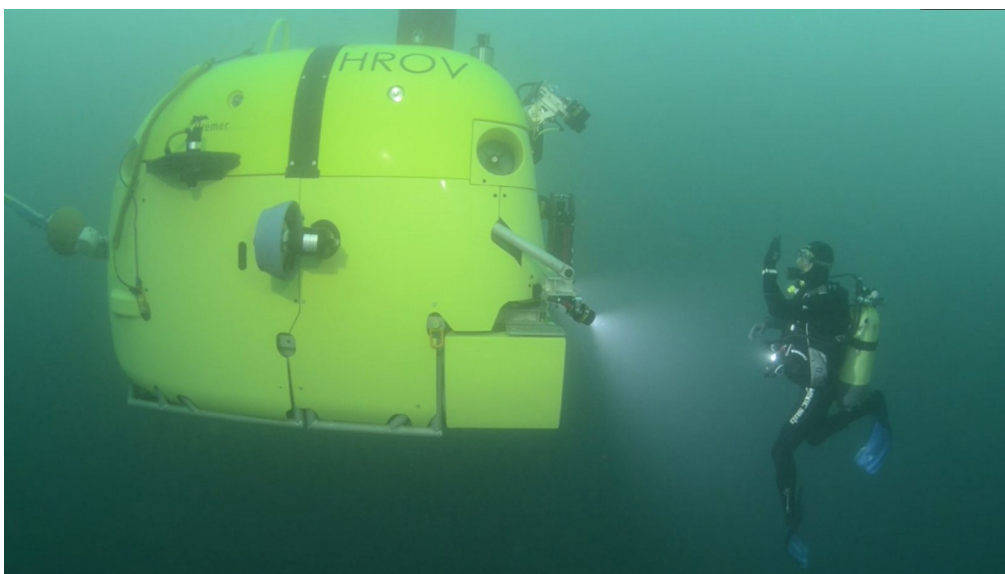
### 2.1.2 Consigne

Visionnez la vidéo de l'Ifremer intitulée « Les premières plongées du HROV Ariane » et répondez aux questions posées dans la fiche en utilisant un langage technique.

Fichier(s) :

- [Étude du HROV Ariane à partir de la vidéo « Les premières plongées du HROV »](#)

### 2.1.3 Les premières plongées du HROV Ariane



Le robot sous-marin Ariane de l'Ifremer est testé pour la première fois. Cette vidéo présente l'équipe de professionnels à l'origine de ce ROV (Remotely Operated Vehicle). Les premières plongées permettent de valider ou non les solutions techniques. Le comportement de l'engin est analysé de façon très précise par les techniciens et ingénieurs à bord du bateau océanographique. Mission Océan est un parcours pédagogique numérique innovant destiné aux élèves de l'enseignement secondaire pour leur permettre d'approfondir leurs connaissances disciplinaires, tout en les sensibilisant aux grands enjeux des océans. Il est produit par La Fondation Dassault Systèmes, le Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, l'ONISEP, Réseau Canopé et l'Ifremer.

### 2.1.4 Astuce pour l'élève

Avant de lancer la vidéo, faites un test du bon fonctionnement de votre casque audio.

Regardez la vidéo avec votre questionnaire à portée de main et faites des pauses quand vous avez identifié une réponse. Complétez votre fiche au fur et à mesure du visionnage.

### 2.1.5 Rôle de l'enseignant

L'enseignant vérifie que les élèves ont bien compris les consignes. Il dépanne les élèves qui rencontrent des difficultés techniques (connexion, lecture de la vidéo).

Il précise si besoin la signification du terme HROV (Hybrid Remotely Operated Vehicle), c'est-à-dire un engin sous-marin télé-opéré hybride.

### 2.1.6 Conseil à l'enseignant

Cette première phase peut être proposée en devoir maison à réaliser par les élèves en autonomie.

Si elle se déroule en classe, effectuer des tests de connexion avant de commencer la séance. Pour éviter tout problème de lecture en ligne et de bande passante, il est conseillé de télécharger la vidéo ressource et de la diffuser ensuite par le canal du réseau pédagogique local. Les élèves peuvent utiliser leurs propres écouteurs.

### 2.1.7 Production attendue

Fiche-élève avec le questionnaire complété.

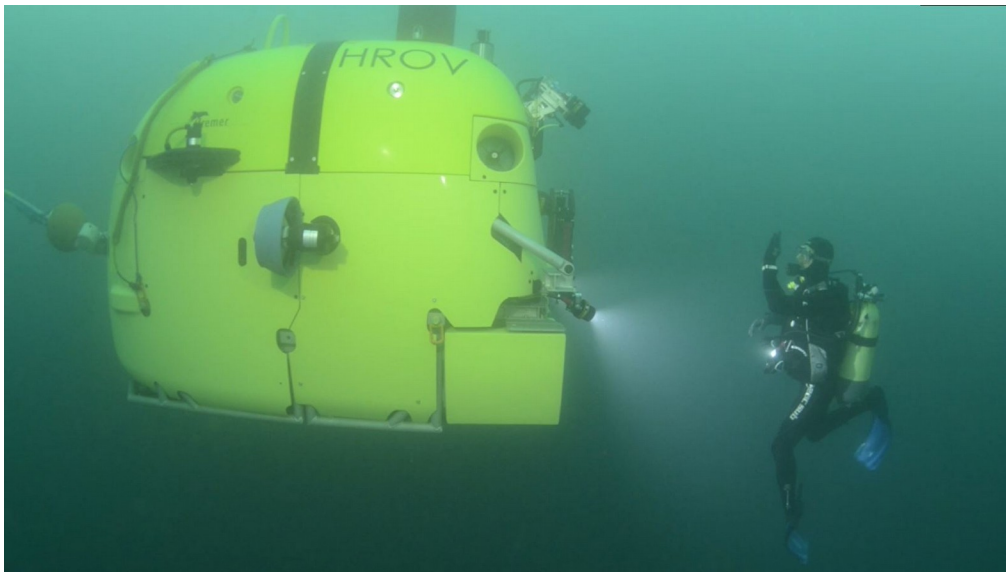
## 2.2 Découverte

- Durée : 20 minutes
- En groupe
- Observer

### 2.2.1 Activité de l'élève

Après avoir rempli le questionnaire lié à la vidéo « première plongée d'Ariane », les élèves par groupe de deux ou quatre réalisent une carte mentale permettant de présenter le fonctionnement général du robot sous-marin Ariane, afin de favoriser la compréhension du système technique.

## 2.2.2 Les premières plongées du HROV Ariane



Le robot sous-marin Ariane de l'Ifremer est testé pour la première fois. Cette vidéo présente l'équipe de professionnels à l'origine de ce ROV (Remotely Operated Vehicle). Les premières plongées permettent de valider ou non les solutions techniques. Le comportement de l'engin est analysé de façon très précise par les techniciens et ingénieurs à bord du bateau océanographique. Mission Océan est un parcours pédagogique numérique innovant destiné aux élèves de l'enseignement secondaire pour leur permettre d'approfondir leurs connaissances disciplinaires, tout en les sensibilisant aux grands enjeux des océans. Il est produit par La Fondation Dassault Systèmes, le Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, l'ONISEP, Réseau Canopé et l'Ifremer.

## 2.2.3 Consigne

Établissez une carte mentale permettant de décrire le fonctionnement du robot sous-marin de l'Ifremer.

## 2.2.4 Astuce pour l'élève

Pour réaliser la carte mentale, appuyez-vous sur les rubriques figurant dans le questionnaire.

## 2.2.5 Rôle de l'enseignant

L'enseignant rappelle la méthode permettant de réaliser une carte mentale. Il donne des exemples de représentation permettant d'exprimer sa pensée.

### 2.2.6 Conseil à l'enseignant

Passer de groupe en groupe. Répondre aux questionnements des élèves et aider les groupes à structurer leurs idées de façon schématique.

On peut s'appuyer sur le document méthodologique présentant différents outils de description.

Fichier(s) :

- [Comment exprimer sa pensée à l'aide d'outils de description adaptés ?](#)

### 2.2.7 Production attendue

Carte mentale mettant en évidence la structure et le fonctionnement général du robot sous-marin Ariane, en reprenant la terminologie technique utilisée dans la vidéo de l'Ifremer.

## 2.3 Conclusion

Le ROV (Remotely Operated Vehicle) Ariane est hybride. Il embarque une batterie. Il propose également un mode télé-opéré (liaison par fibre optique) et un mode autonome non filaire (communication acoustique). Le robot peut plonger jusqu'à 2500 mètres de profondeur.

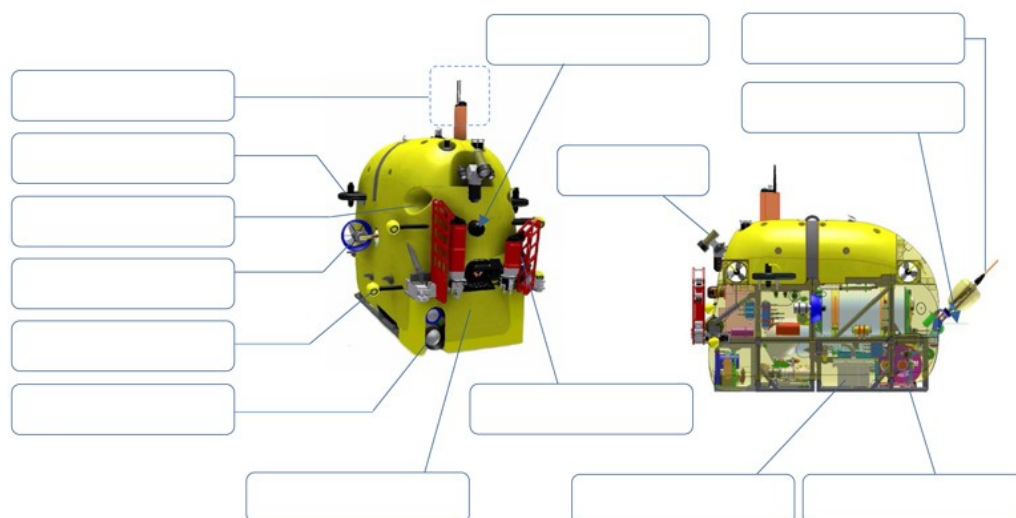
Les élèves seront capables de décrire le fonctionnement général du robot sous-marin en s'appuyant sur une carte mentale leur permettant de structurer la présentation du système technique.



## 3 Quel est l'équipement du robot sous-marin Ariane ?

### ÉTUDE TECHNIQUE D'UN ROV\* HYBRIDE D'EXPLORATION

Repérez les différents éléments techniques du ROV Ariane (voir le dossier technique réalisé par les ingénieurs de l'Ifremer).



### 3.1 Investigation

- Durée : 30 minutes
- En autonomie
- Rechercher

#### 3.1.1 Activité de l'élève

L'élève doit réaliser un document technique simplifié présentant les équipements du robot télé-opéré hybride (HROV) Ariane, à partir du dossier technique détaillé issu du bureau d'étude du Centre européen des technologies sous-marines (CETSM). Ce dossier technique, rédigé par les ingénieurs de l'Ifremer, permet de découvrir toute l'ingénierie déployée lors de la conception du robot sous-marin hybride Ariane. Certaines solutions retenues sont très innovantes. Cette ressource permet de mieux comprendre le fonctionnement du robot océanographique ainsi que ses modes de déploiement à partir d'un navire de recherche. Le dossier technique du HROV Ariane (format pdf) est à télécharger depuis la ressource HROV Ariane.

Fichier(s) :

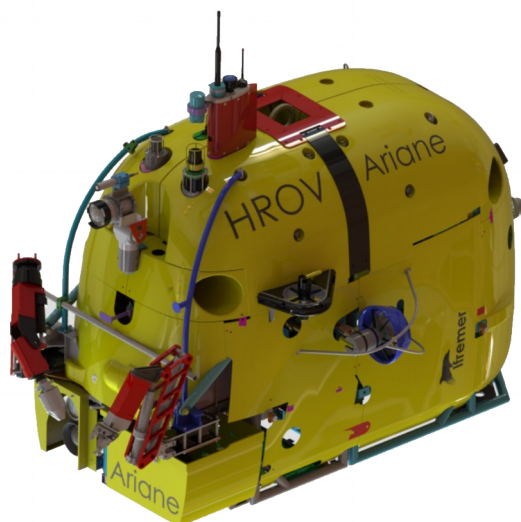
- [Fiche élève - Étude technique d'un ROV d'exploration hybride](#)

#### 3.1.2 Consigne à l'élève

En tant que chef de projet de l'unité des systèmes sous-marins de l'Ifremer, vous

êtes sollicité par un centre de recherche qui souhaite effectuer des missions d'inspection, de cartographie et de prélèvement dans un canyon sous-marin. Vous décidez de réaliser un document technique simplifié présentant les équipements du robot télé-opéré hybride (HROV) Ariane. Vous avez à votre disposition un dossier technique détaillé issu du bureau d'étude du Centre européen des technologies sous-marines (CETSM). Recherchez dans le dossier technique fourni par les ingénieurs de l'Ifremer les éléments techniques permettant de compléter le dessin d'ensemble du robot sous-marin Ariane. À l'aide de la fiche proposée, complétez le diagramme sur la chaîne d'énergie et répondez aux questions relatives à l'énergie électrique embarquée et l'autonomie du robot hybride.

### 3.1.3 Le HROV Ariane



Un HROV est un robot sous-marin hybride télé-opéré : HROV pour Hybrid Remotely Operated Vehicle en anglais ! Et le HROV Ariane est le robot sous-marin qui a été conçu et développé par l'Ifremer en 2015. Ce véhicule compact - sa taille est comparable à celle d'une voiture citadine - offre des possibilités de déploiement en mode télé-opéré ou autonome jusqu'à 2500 mètres d'immersion, à partir de navires côtiers ou hauturiers. Ariane permet ainsi de réaliser des missions d'intervention, d'observation et de cartographie des fonds marins, y compris dans les reliefs sous-marins difficiles de type canyon sous-marin ou falaise.

En téléchargeant les éléments du dossier, vous pourrez montrer le HROV en 3D à vos élèves grâce à la visionneuse eDrawings mais aussi obtenir le fichier exécutable du modèle 3D, et ses équivalents en format SLDASM et IGS. Un dossier technique présentant le robot sous-marin est également mis à votre disposition. Il constitue une mine d'informations à découvrir en classe.

© Ifremer, 2020

*Cette ressource a été conçue dans le cadre du projet Mission Océan, parcours pédagogique numérique et innovant destiné aux élèves et enseignants de*

*l'enseignement secondaire pour leur permettre d'approfondir leurs connaissances disciplinaires, tout en les sensibilisant aux grands enjeux des océans. Une production de La Fondation Dassault Systèmes, le Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, l'ONISEP, Réseau Canopé et l'Ifremer.*



MISSION  
OCÉAN



Mission Océan Soutient les Objectifs de Développement Durable

Fichier(s) secondaire(s) :

- [Dossier technique du HRVO Ariane](#)

### 3.1.4 Astuce(s) pour l'élève

Après avoir repéré les différentes rubriques du dossier technique, identifiez les informations pertinentes vous permettant de compléter progressivement le repérage du dessin d'ensemble de l'engin sous-marin.

### 3.1.5 Rôle de l'enseignant

L'enseignant vérifie que les élèves ont bien compris les consignes. Il explique les termes techniques. Il vérifie que les élèves téléchargent le document pdf « Dossier technique ROV Hybride ARIANE » (ils peuvent également télécharger le fichier zip contenant la visionneuse 3D eDrawings, qui servira dans la 3<sup>e</sup> étape de la séance). Les élèves remplissent le document d'accompagnement.

### 3.1.6 Production attendue

Fiche élève complétée avec le dessin d'ensemble des principaux équipements océanographiques du robot sous-marin correctement légendé.

## 3.2 Recherche de solutions

- Durée : 20 minutes
- En autonomie
- Rechercher

### 3.2.1 Activité

Les élèves consultent le dossier d'ingénierie du ROV Ariane et le dessin d'ensemble qu'ils viennent de compléter. Ils identifient les fonctions techniques et les associent aux bonnes solutions techniques. Cette association fonction techniques/solutions techniques participe de la bonne compréhension de l'analyse fonctionnelle.

Fichier(s) :

- [Fiche élève – Analyse fonctionnelle systémique du robot sous-marin Ariane](#)

### 3.2.2 consigne

A l'aide de la fiche proposée, associez les fonctions techniques des équipements du robot sous-marin aux solutions techniques retenues par les ingénieurs de l'Ifremer.

### 3.2.3 Rôle

Le professeur explique les termes techniques. Il accompagne les élèves dans leur activité d'analyse fonctionnelle. Il rappelle aux élèves la différence entre fonction technique et solution technique.

### 3.2.4 Conseil

L'enseignant devra se documenter en amont pour pouvoir expliquer certains termes techniques. La vidéo des premiers tests du HROV Ariane est un bon support d'appropriation.

### 3.2.5 Production attendue

Fiche élève « Analyse fonctionnelle systémique du robot sous-marin Ariane » complétée, associant fonctions techniques et solutions techniques.

## 3.3 Simulation

- Durée : 10 minutes
- En autonomie
- S'exercer

### 3.3.1 Activité

À l'aide de la maquette numérique 3D, les élèves découvrent le robot sous-marin et identifient les éléments techniques permettant de réaliser les fonctions techniques listées précédemment. Ils identifient les pièces permettant de réaliser deux fonctions techniques : « transporter les échantillons et objets » et « effectuer des opérations de manipulation et prélèvement ».

### 3.3.2 consigne

Associez les fonctions techniques des équipements du robot sous-marin aux solutions techniques retenues par les ingénieurs de l'Ifremer. À l'aide de la visionneuse 3D, isolez l'ensemble des pièces permettant de réaliser les fonctions suivantes : « transporter les échantillons et objets » et « effectuer des opérations de manipulation et prélèvement ». Cachez les autres pièces du système qui ne

réalisent pas ces deux fonctions.

### 3.3.3 Rôle de l'enseignant

L'enseignant vérifie que les élèves ont bien téléchargé la visionneuse 3D (si elle n'a pas été téléchargée en début de séance, les élèves peuvent le faire à cette étape). Il en rappelle les grandes fonctionnalités.

### 3.3.4 Astuce

L'élève doit être capable d'associer les fonctions techniques aux solutions techniques. Pour cela, il s'exerce sur la visionneuse 3D pour mettre en avant le groupe de pièces qui réalise la fonction demandée.

### 3.3.5 Production attendue

Sur la visionneuse eDrawings : panier et bras du robot isolés (cf. image ci-dessous).

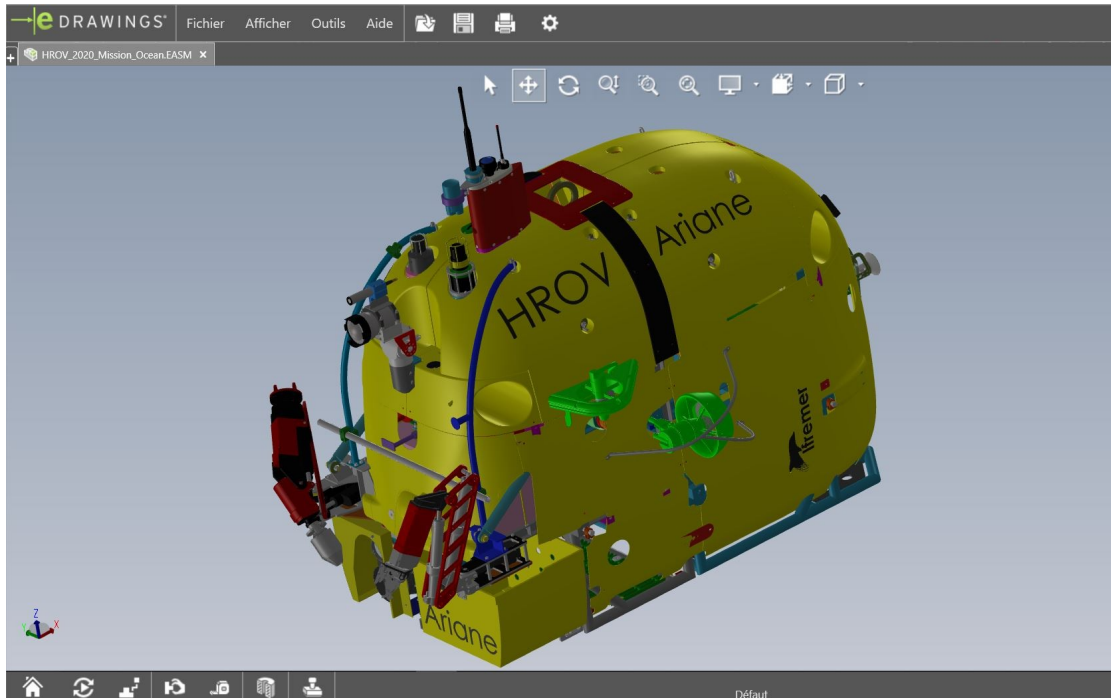
Fichier(s) :

- [Panier et bras du robot isolés](#)

## 3.4 Conclusion

Pour réaliser ses missions océanographiques, le robot sous-marin Ariane utilise divers équipements. Ce qui le différencie des autres robots sous-marins d'exploration non habités, c'est qu'il est télé-opéré depuis le navire par liaison optique et qu'il possède des batteries lui permettant de réaliser des opérations de façon autonome sans liaison filaire. Il est donc hybride. Le HROV (hybrid remotely operated vehicle) est piloté à l'aide d'une manette permettant d'effectuer toutes les opérations demandées par les scientifiques. Les connaissances des élèves font l'objet d'une structuration sur l'analyse fonctionnelle d'un objet technique. Une première découverte de la chaîne d'énergie est également possible.

## 4 Comment assurer la propulsion d'un robot sous-marin ?



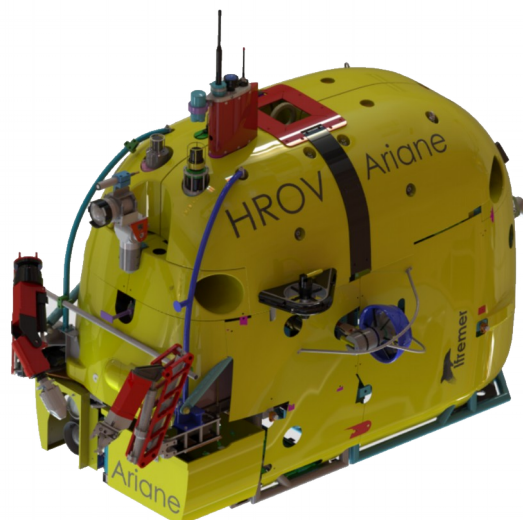
### 4.1 Découverte

- Durée : 15 minutes
- En autonomie
- Observer

#### 4.1.1 Activité de l'élève

Les élèves découvrent une visionneuse 3D (eDrawings). Les outils de description de structure leur permettent de comprendre l'organisation des éléments qui constituent l'objet en les visualisant en 3D de l'extérieur comme de l'intérieur. Grâce à cette visionneuse, les élèves peuvent faire tourner, isoler certaines pièces, créer des éclatés, faire des coupes...

## 4.1.2 Le HROV Ariane



Un HROV est un robot sous-marin hybride télé-opéré : HROV pour Hybrid Remotely Operated Vehicle en anglais ! Et le HROV Ariane est le robot sous-marin qui a été conçu et développé par l'Ifremer en 2015. Ce véhicule compact - sa taille est comparable à celle d'une voiture citadine - offre des possibilités de déploiement en mode télé-opéré ou autonome jusqu'à 2500 mètres d'immersion, à partir de navires côtiers ou hauturiers. Ariane permet ainsi de réaliser des missions d'intervention, d'observation et de cartographie des fonds marins, y compris dans les reliefs sous-marins difficiles de type canyon sous-marin ou falaise.

En téléchargeant les éléments du dossier, vous pourrez montrer le HROV en 3D à vos élèves grâce à la visionneuse eDrawings mais aussi obtenir le fichier exécutable du modèle 3D, et ses équivalents en format SLDASM et IGS. Un dossier technique présentant le robot sous-marin est également mis à votre disposition. Il constitue une mine d'informations à découvrir en classe.

© Ifremer, 2020

*Cette ressource a été conçue dans le cadre du projet Mission Océan, parcours pédagogique numérique et innovant destiné aux élèves et enseignants de l'enseignement secondaire pour leur permettre d'approfondir leurs connaissances disciplinaires, tout en les sensibilisant aux grands enjeux des océans. Une production de La Fondation Dassault Systèmes, le Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports, l'ONISEP, Réseau Canopé et l'Ifremer.*



MISSION  
OCÉAN



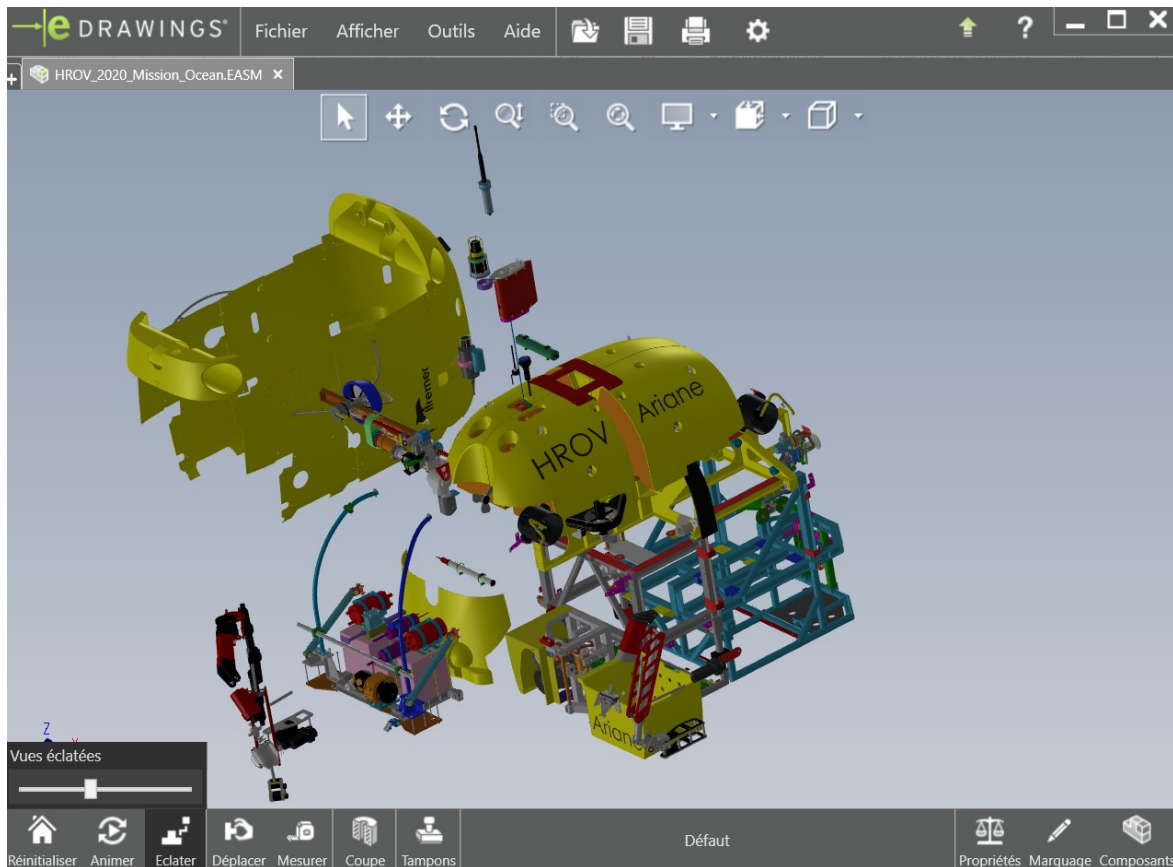
Mission Océan Soutient les Objectifs de Développement Durable

Fichier(s) secondaire(s) :

- [Dossier technique du HRVO Ariane](#)

### 4.1.3 Consigne

Entraînez-vous à utiliser l'interface de la visionneuse eDrawings. Testez les nombreuses fonctions de l'application. Efforcez-vous de bien comprendre les mouvements possibles du modèle 3D selon les axes (x, y, z).



### 4.1.4 Rôle de l'enseignant

L'enseignant vérifie que les élèves ont bien téléchargé le modèle 3D du robot Ariane. Il s'assure que les élèves ont bien compris les consignes. Il les incite à découvrir l'ensemble des fonctionnalités de la visionneuse. Il répond aux questions des élèves. Il demande à un ou plusieurs élèves de récapituler ces fonctionnalités et/ou de montrer en collectif ce qu'ils ont découvert. Il explique ce que signifient les acronymes ROV (Remotely Operated Vehicle) et HROV (Hybrid Remotely Operated Vehicle).

### 4.1.5 Conseil à l'enseignant

Il est important d'effectuer des tests de connexion avant de commencer la séance. En cas de problème de lecture en ligne et/ou de bande passante, il est possible de télécharger le dossier ressource, comprenant la visionneuse de la maquette



numérique 3D (fichier .exe).

## 4.2 Simulation

- Durée : 20 minutes
- En autonomie
- Simuler

### 4.2.1 Activité de l'élève

Après s'être familiarisés avec l'interface de la visionneuse 3D, les élèves peuvent reproduire à l'écran tous les mouvements possibles du robot sous-marin et identifier certains noms spécifiques donnés aux rotations de l'engin autour des axes x, y, z. Ils identifient les éléments techniques qui permettent de réaliser tous les déplacements du HROV.

Fichier(s) :

- [Fiche élève : comment assurer la propulsion d'un robot sous-marin ?](#)
- [Étude du déplacement d'un robot sous-marin océanographique](#)

### 4.2.2 Consigne

À l'aide du document d'accompagnement et de la modélisation 3D du robot sous-marin, identifiez les différents déplacements possibles du HROV (degrés de liberté). Repérez les solutions techniques permettant de réaliser tous ces mouvements subaquatiques. Le pilotage de l'engin se fait à distance depuis la surface. Le pilote utilise une manette type "gamepad".

### 4.2.3 Astuce pour l'élève

Faites déplacer le HROV en vous efforçant de suivre le questionnement indiqué sur la fiche élève.

### 4.2.4 Rôle de l'enseignant

L'enseignant rappelle que les élèves doivent utiliser la visionneuse 3D téléchargée en début de séance. Il vérifie que les élèves ont bien compris les consignes.

### 4.2.5 Conseil à l'enseignant

Les élèves remplissent le document pédagogique sur leur espace personnel. On peut proposer des modalités alternatives, par exemple faire travailler les élèves en binômes (un élève à l'aise avec l'interface avec un élève qui éprouve des difficultés).

## 4.3 Recherche de solutions

- Durée : 15 minutes
- En autonomie
- Communiquer

### 4.3.1 Activité de l'élève

Après avoir isolé le bloc complet du système de propulsion principale du robot sous-marin, les élèves doivent expliquer son fonctionnement. Leur présentation technique s'appuie sur la modélisation 3D mais aussi sur des schémas permettant de bien comprendre les solutions retenues pour réaliser les fonctions techniques.

Fichier(s) :

- [Fiche élève : comment assurer la propulsion d'un robot sous-marin ?](#)

### 4.3.2 Consigne

À l'aide des commandes de la visionneuse 3D, isolez les pièces du système de propulsion principal. Expliquez à l'aide d'un schéma le fonctionnement et le comportement de cet équipement permettant à l'engin de se déplacer.

### 4.3.3 Astuce pour l'élève

Pour isoler les éléments du système de propulsion principale, repérez les pièces à conserver et cachez les autres (voir le document ci-dessous). Pour les représentations par schéma, simplifiez les systèmes et conservez l'essentiel. Utilisez des termes techniques et des flèches pour indiquer les mouvements des pièces entre elles (rotation, translation).

Fichier(s) :

- [Propulseurs principaux du HROV Ariane](#)

### 4.3.4 Rôle de l'enseignant

L'enseignant rappelle que les élèves doivent utiliser la visionneuse 3D téléchargée en début de séance. Il aide les élèves qui éprouvent des difficultés à isoler les bons éléments du système. Il fait un bref rappel sur les différents outils de description d'un fonctionnement, d'une structure et d'un comportement.

### 4.3.5 Production attendue

Schéma technique décrivant le système à l'aide d'une terminologie adaptée et d'un fléchage pertinent.

## 4.4 Conclusion

Pour réaliser les missions océanographiques, le robot sous-marin Ariane utilise un système de propulsion à hélice. Les moteurs électriques permettent le mouvement de rotation des turbines. Les turbopropulseurs sont disposés judicieusement autour du corps de l'engin submersible de façon à pouvoir obtenir le maximum de mouvements et de déplacements. Ils peuvent être fixes ou orientables selon les modèles de ROV (Remotely operated vehicle). Les connaissances des élèves font l'objet d'une structuration sur la réalisation d'un schéma de fonctionnement et les modes de représentation d'un objet technique.