



**SÉMINAIRE ADEF**  
**Les robots en classe**  
**Pratiques d'enseignement / apprentissage**  
**lycée technologique – STI2D.**

# Sommaire

- **Présentation.**
- **Contexte du lycée technologique**
- **Exemple de mise en œuvre en 1ere STI2D**
- **Exemple de mise en œuvre en Terminale STI2D**
- **Conclusion**

# **PRESENTATION**

- **Le lycée du Rempart – 13007 Marseille**
- **L'équipe pédagogique STI2D**
- **L'Organisation interne**

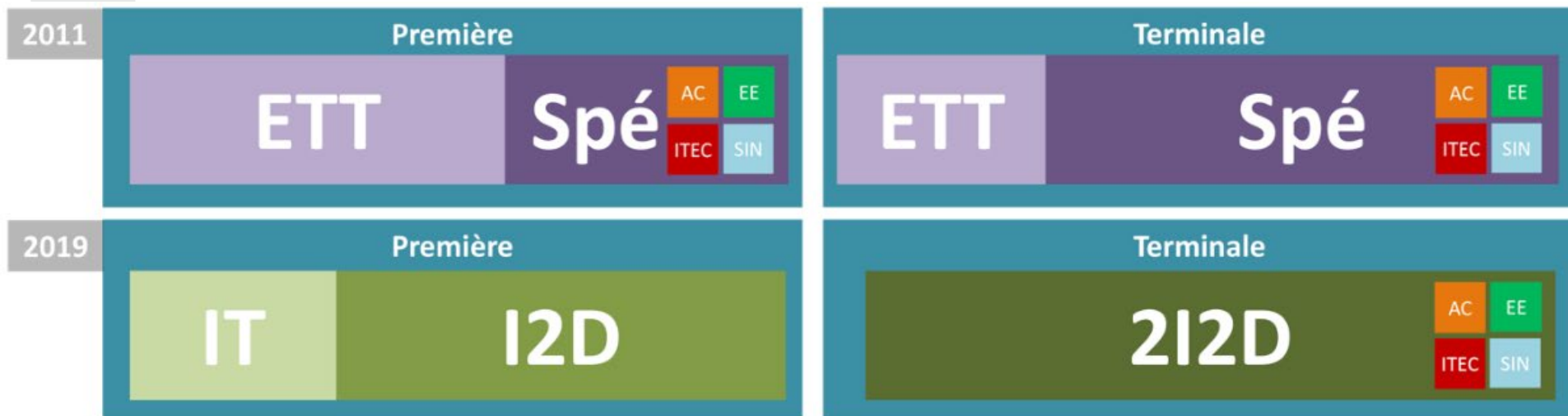
## Contexte du lycée technologique :

La réforme de 2019 propose une organisation de la voie technologique STI2D analogue à celle de la voie générale, conduisant un élève à suivre **trois enseignements** de spécialité (sans choix possible) en classe de **première** :

- Innovation Technologique (IT)
- Ingénierie & Développement Durable (I2D)
- Physique-chimie et mathématiques,

Puis **deux enseignements** en classe de **terminale** :

- Ingénierie, innovation et développement durable (2I2D)
- Physique-chimie et mathématiques.



# Exemples d'Enseignement/Apprentissage basés sur la robotique, dans le cursus STI2D

## Question de départ de l'équipe pédagogique:

*« Dans une activité de démarche de projet, la robotique peut-elle améliorer l'apprentissage des élèves lors d'une tâche sur l'analyse d'un système technique ? »*

## Liens avec la recherche:

### Enseignement-Apprentissage

- Transmission des connaissances aux élèves (**Tricot, 2004**)
- Approche socioconstructiviste par les TIC (**Williams & al, 2017**)

### Tache/Activité

- Tache = but à atteindre (**Leontiev, 1981**)
- Taches prescrites et effectives (**Leplat & Hoc, 1983**)
- Activité = Théorie de l'activité (**Rabardel, 1995 ; Engeström, 2001**)
- Performance de l'activité (**Savoyant, 2006**)

# Liens avec le référentiel STI2D, Objectifs & Compétences :

| Objectifs de formation                 |                                                                                                                                 | Compétences développées                                                                                                                                                   | IT | I2D | 2I2D | Connaissances                     |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|------|-----------------------------------|
| Dimension socio -<br>culturelle        | <b>O1 - Caractériser des produits ou des constituants privilégiant un usage raisonné du point de vue développement durable.</b> | <b>CO1.1.</b> Justifier les choix des structures matérielles et/ou logicielles d'un produit, identifier les flux mis en œuvre dans une approche de développement durable. | X  | XX  | XX   | 1-3 / 1-4 / 1-5 / 2-1 / 4-2       |
|                                        |                                                                                                                                 | <b>CO1.2.</b> Justifier le choix d'une solution selon des contraintes d'ergonomie et de design.                                                                           | X  | XX  | XX   | 1-1 / 1-3 / 1-5 / 2-1             |
|                                        |                                                                                                                                 | <b>CO1.3.</b> Justifier les solutions constructives d'un produit au regard des performances environnementales et estimer leur impact sur l'efficacité globale.            |    | XX  | XX   | 1-5 / 3-1 / 3-3 / 4-1 / 4-3 / 5   |
| Dimension scientifique et<br>technique | <b>O2 - Identifier les éléments influents du développement d'un produit.</b>                                                    | <b>CO2.1.</b> Décoder le cahier des charges d'un produit, participer, si besoin, à sa modification.                                                                       | XX |     | XX   | 1-1 / 1-2                         |
|                                        |                                                                                                                                 | <b>CO2.2.</b> Évaluer la compétitivité d'un produit d'un point de vue technique et économique.                                                                            | XX |     | XX   | 1-1 / 1-3 / 1-4 / 1-5             |
|                                        | <b>O3 - Analyser l'organisation fonctionnelle et structurelle d'un produit.</b>                                                 | <b>CO3.1.</b> Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un produit ainsi que ses entrées/sorties.                                                    |    | XX  | XX   | 1-2 / 2 / 4-1 / 4-3 / 5           |
|                                        |                                                                                                                                 | <b>CO3.2.</b> Identifier et caractériser l'agencement matériel et/ou logiciel d'un produit.                                                                               |    | XX  | XX   | 1-2 / 2 / 4-1 / 4-3 / 5           |
|                                        |                                                                                                                                 | <b>CO3.3.</b> Identifier et caractériser le fonctionnement temporel d'un produit ou d'un processus.                                                                       | X  | XX  | XX   | 1-2 / 2-3 / 2-4 / 3-4 / 4-3 / 6-3 |
|                                        |                                                                                                                                 | <b>CO3.4.</b> Identifier et caractériser des solutions techniques.                                                                                                        | X  | XX  | XX   | 1-2 / 2 / 4-3 / 5 / 6-2           |
| Communication                          | <b>O4 - Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère.</b>              | <b>CO4.1.</b> Décrire une idée, un principe, une solution, un projet en utilisant des outils de représentation adaptés.                                                   | XX | X   | XX   | 1-1 / 1-2 / 2 / 4-1               |
|                                        |                                                                                                                                 | <b>CO4.2.</b> Décrire le fonctionnement et/ou l'exploitation d'un produit en utilisant l'outil de description le plus pertinent.                                          | X  | XX  | XX   | 1-1 / 1-2 / 2 / 4-1               |
|                                        |                                                                                                                                 | <b>CO4.3.</b> Présenter de manière argumentée des démarches, des résultats, y compris dans une langue étrangère.                                                          | X  | XX  | XX   | 1-1 / 1-2 / 4-1 / 4-2 / 6-2       |

# Liens avec les connaissances visées par les enseignements de 1ere STI2D:

1. Principes de conception des produits et développement durable
2. Approche fonctionnelle et structurelle des produits
3. Approche comportementale des produits
4. Éco-conception des produits
5. Solutions constructives
6. Prototypage et expérimentations

| 5.3.2. Constituants d'IHM                  | Liens sciences | IT | I2D | AC | ITEC | EE | SIN | Commentaires                                             |
|--------------------------------------------|----------------|----|-----|----|------|----|-----|----------------------------------------------------------|
| ▪ Constituants sonores, visuels, tactiles. |                | 2  |     |    |      |    | 3   | Afficheur, clavier, écran, etc.                          |
| ▪ Interfaces hybrides.                     |                |    |     |    |      |    | 2   | Interfaces visuelles, tactiles.<br>Interfaces haptiques. |

| 6.3. Vérification, validation et qualification du prototype d'un produit |                |    |     |    |      |    |     |                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------|----|-----|----|------|----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          | Liens sciences | IT | I2D | AC | ITEC | EE | SIN | Commentaires                                                                                                                                 |
| ▪ Intégration des éléments prototypés du produit.                        |                | 2  |     |    | 3    |    |     | Vérifier la conformité aux spécifications fonctionnelles nécessaires à l'intégration des éléments prototypés en un produit avant assemblage. |



## Exemple N° 1: Robot d'intervention en zone ATEX



Source: <https://exrobotics.global/>



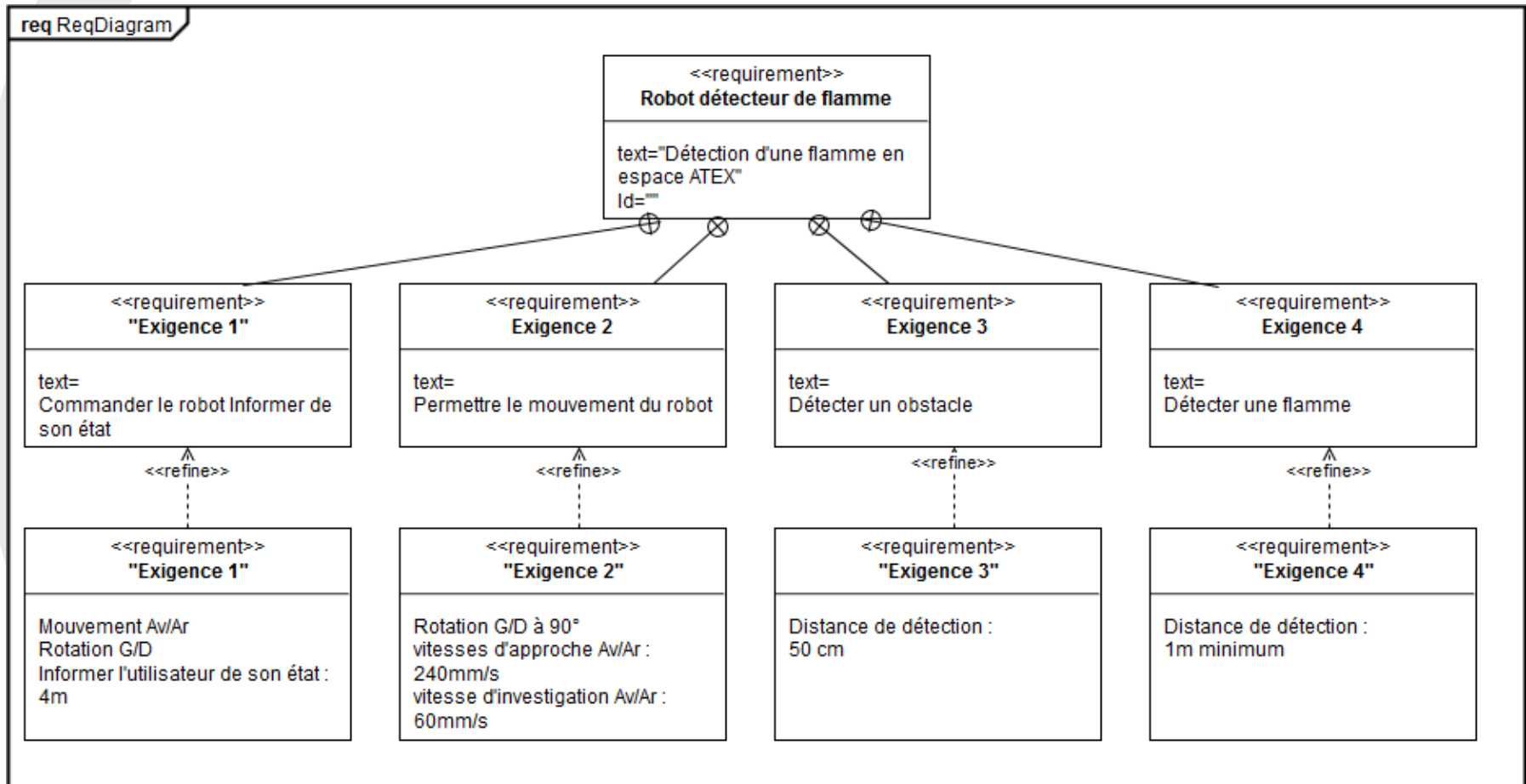
## Contexte du projet proposé aux élèves d'I.T :

*Il s'agit ici, d'accomplir une mission de surveillance ou de sécurité publique tout en assurant la sécurité de l'opérateur : la détection d'une fuite de gaz dans un espace « atex ».*

**Par groupe de 4, les élèves se répartissent le travail demandé dans la consigne:**

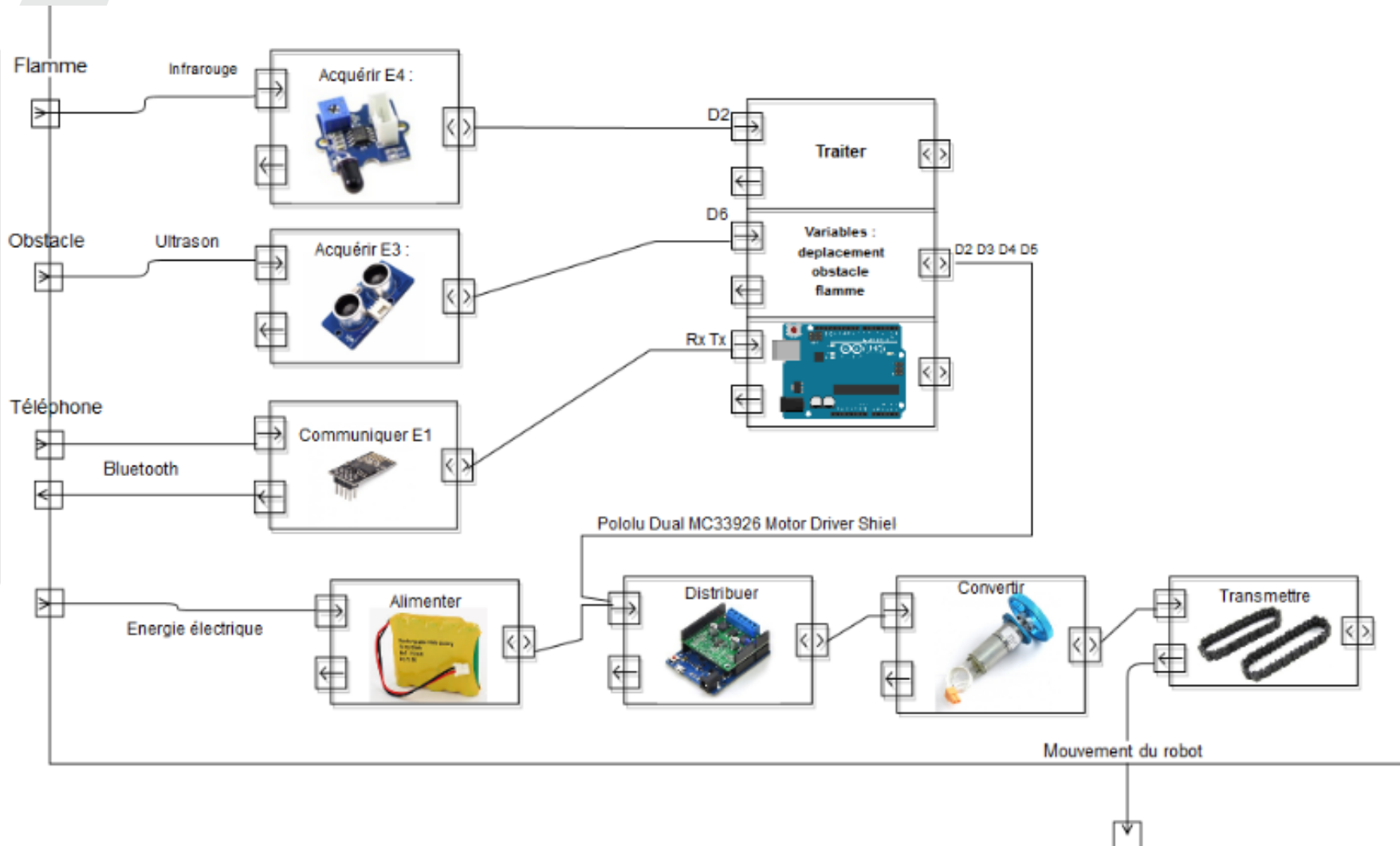
| TÂCHE                                        | CONSIGNE                                                                                                                                                                | MATERIEL DISPONIBLE                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piloter le robot par une application mobile. | <b>Identifier</b> les solutions techniques relatives à la structure et aux informations puis <b>assembler</b> et <b>commander</b> le robot par son application Androïd. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tutoriel « <i>APP Inventor 2</i> »</li><li>• Robot de type « <i>Makeblock</i> ».</li><li>• Carte <i>Arduino Uno R3</i> + Modules Bluetooth, gaz.</li></ul> |

# Le cahier des charges donné aux élèves sous forme de diagramme des exigences SysML.



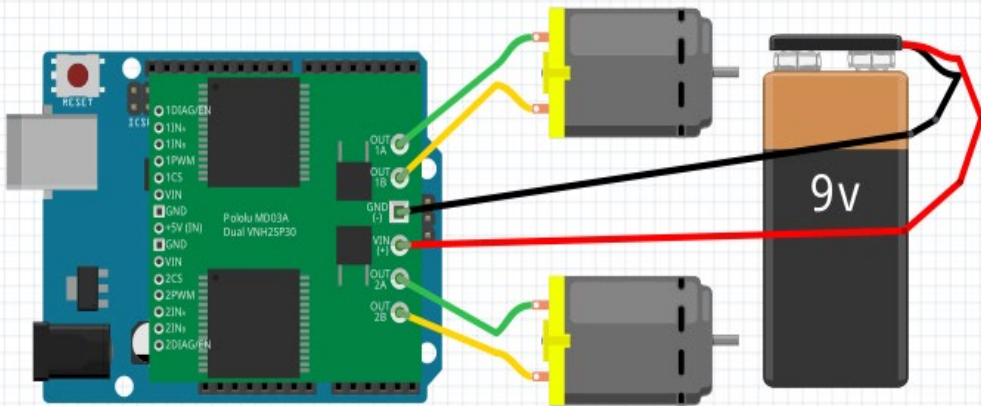
# Le Diagramme de Blocs Internes SysML doit être complété par les élèves:

Exemple de production d'un groupe d'élève ayant utilisé **Draw.io**:

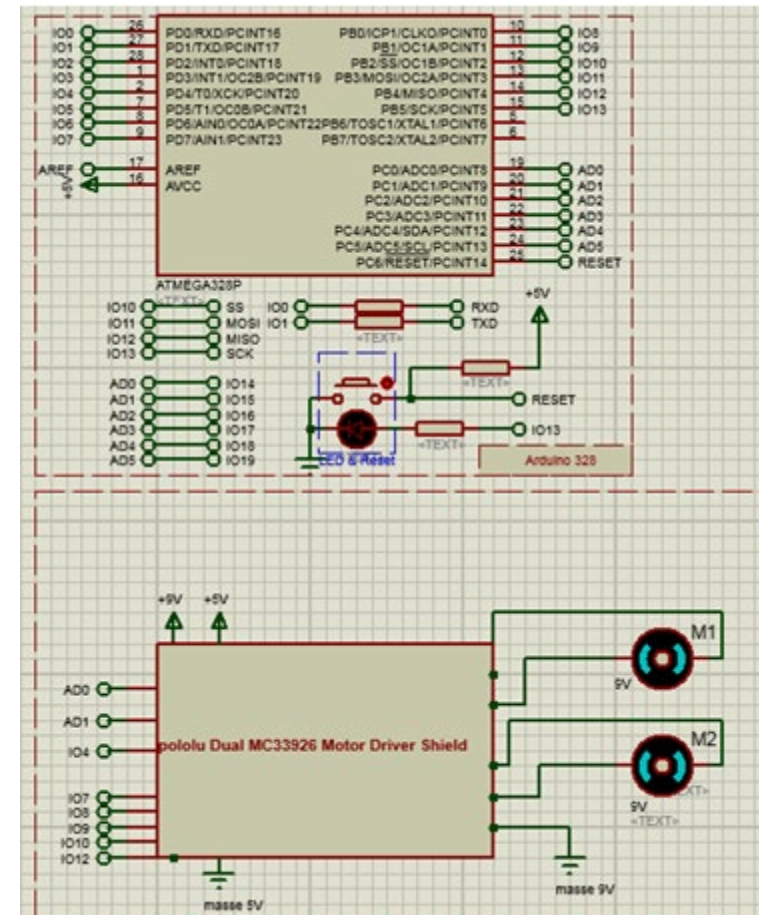


# Les représentations graphiques et simulations numériques sont réalisées en amont de la maquette physique.

Exemple de représentation graphique produite par un élève ayant utilisé **Fritzing.org**:



Exemple de simulation de la gestion des moteurs réalisée par un élève ayant utilisé **Proteus8.1**:



# Assemblage des solutions produites par les élèves de 1ere STI2D en IT.



## Liens avec les connaissances visées par les enseignements de Terminale STI2D:

Extrait du BOEN spécial n° 1 du 22 janvier 2019:

«En classe terminale, un projet pluri-technologique collaboratif de conception - réalisation, d'amélioration ou d'optimisation d'un produit, d'une durée de **72 heures**, implique un travail collectif de synthèse et d'approfondissement. Les trois champs **matière, énergie et information** doivent obligatoirement être présents. Les démarches d'**ingénierie collaborative** et d'éco-conception sont utilement mises en œuvre permettant à chaque élève et au groupe de faire preuve d'**initiative** et d'**autonomie**.»

# Focus sur la dimension d'ingénierie design: l'expérimentation.

| Objectifs de formation        |                                                                | Compétences développées                                                                                                                                                                                    | IT | I2D | 2I2D  | Connaissances                           |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-------|-----------------------------------------|
| Dimension d'ingénierie design | O7 – Expérimenter et réaliser des prototypes ou des maquettes. | CO7.4. Réaliser et valider un prototype ou une maquette obtenus en réponse à tout ou partie du cahier des charges initial.                                                                                 | XX |     | XX    | 1-2 / 6                                 |
|                               |                                                                | CO7.5. Mettre en œuvre un scénario de validation devant intégrer un protocole d'essais, de mesures et/ou d'observations sur le prototype ou la maquette, interpréter les résultats et qualifier le produit | X  | XX  | XX    | 1-2 / 2-1 / 6-2 / 6-3                   |
|                               |                                                                | CO7.6. Expérimenter                                                                                                                                                                                        |    |     | XX    |                                         |
|                               |                                                                | Sur des ouvrages ou des maquettes physiques simplifiées et instrumentées pour étudier l'usage ou le comportement d'un ouvrage réel ou celui d'éléments constitutifs et valider des choix techniques.       |    |     | AC1   | 3-2 / 5-1 / 6-2 / 6-3                   |
|                               |                                                                | Des procédés de stockage, de production, de transformation, de récupération d'énergie pour aider à la conception d'une chaîne de puissance.                                                                |    |     | EE1   | 2-1 / 3-3 / 5-2 / 6-2 / 6-3             |
|                               |                                                                | Tout ou partie d'une chaîne de puissance associée à son système de gestion dans l'objectif d'en relever les performances énergétiques et d'en optimiser le fonctionnement.                                 |    |     | EE2   | 2-1 / 2-3 / 3-3 / 5-2 / 5-3 / 6-2 / 6-3 |
|                               |                                                                | Des procédés de réalisation pour caractériser les paramètres de transformation de la matière et leurs conséquences sur la définition et l'obtention de pièces.                                             |    |     | ITEC1 | 6-1 / 6-2                               |
|                               |                                                                | Mesurer des performances d'un constituant ou d'un sous-ensemble d'un produit.                                                                                                                              |    |     | ITEC2 | 3-2 / 3-3 / 6-2 / 6-3                   |
|                               |                                                                | Des moyens matériels d'acquisition, de traitement, de stockage et de restitution de l'information pour aider à la conception d'une chaîne d'information.                                                   |    |     | SIN1  | 3-4 / 5-3 / 6-1 / 6-2                   |
|                               |                                                                | Des architectures matérielles et logicielles en réponse à une problématique posée.                                                                                                                         |    |     | SIN2  | 3-4 / 6                                 |



# 1.Approche sociétale & Développement Durable.

## Un câble sous-marin de 12 000 km pour connecter Marseille à l'Asie

Par La rédaction 8 juin 2020



Un câble sous-marin de télécommunication à fibre optique va être déployé depuis Marseille jusqu'au Pakistan. La liaison devait être opérationnelle en 2021, mais a été retardée en raison de la crise sanitaire.

### EN BREF

#### ÉVÈNEMENT

Le rooftop des Terrasses d public pour ses soirées dè

#### HORS CHAMPS

Un marché de producteur sur la place Saint-Victor d

#### ÉVÈNEMENT

Mylène Farmer en concert juillet 2023

#### CANTON PAR CANTON

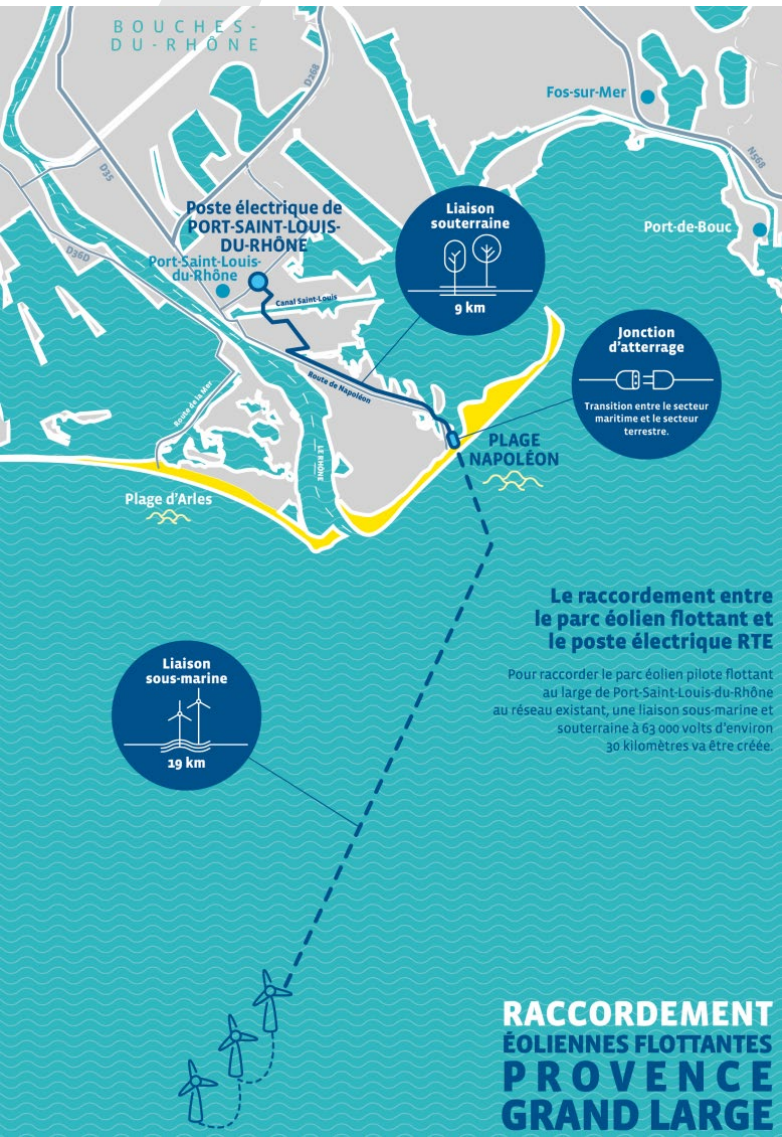
Départementales : tous les tour dans les Bouches-du-

#### ÉLECTIONS RÉGIONALES

En cas de victoire, Renaud qu'il permettra à la gauch dans l'hémicycle



## 2.Approche Economique & Développement Durable.



- Projet EDF:  
« PROVENCE GRAND LARGE »
- Situation géographique:  
Fos/Mer (BdR13)
- Energie Marine Renouvelable:  
Parc éolien flottant
- Câble de puissance sous-marin: 63kV
- Cout raccordement: 30M€



## 3.Approche Ecologique & Développement Durable.



MÉTÉOROLOGIE  
& OCÉANOGRAPHIE

INGÉNIERIE  
DES EMR

ENVIRONNEMENT  
& USAGES MARITIMES

ARCHITECTURE  
DES PARCS OFFSHORE

### SPECIES

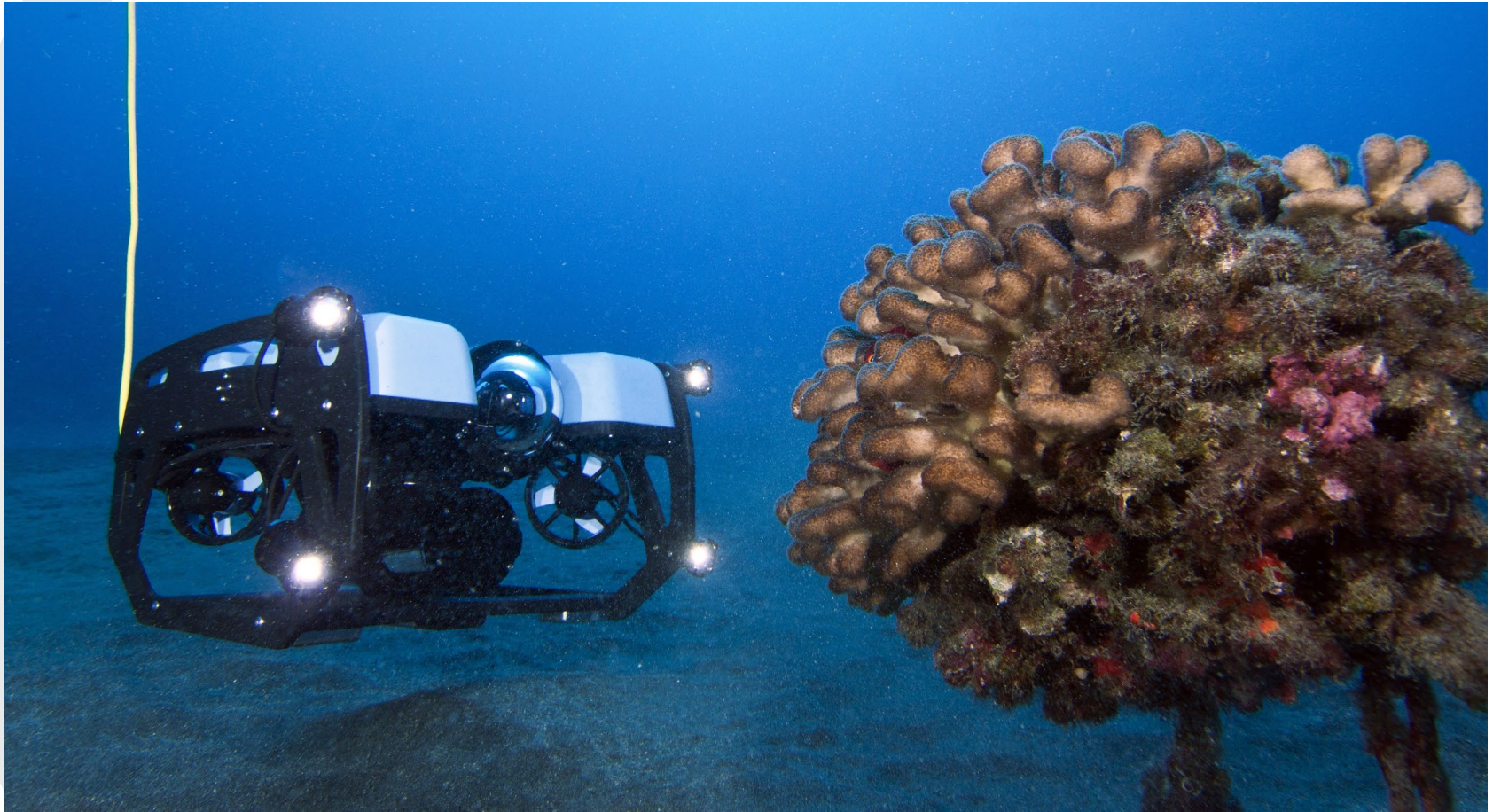


Interactions des câbles sous-marins avec l'environnement et suivis associés

Durée : 36 mois (2017 - 2020)



## Exemple N° 2: Robot d'exploration Subaquatique



Source: [https://bluerobotics.com /](https://bluerobotics.com/)



## Contexte du projet proposé aux élèves :

Le ROV (*Remotly Operated Vehicle*) doit pouvoir être piloté depuis la surface afin de diriger le système vers les zones à explorer. Le ROV, une fois sur place, doit pouvoir remonter les données relatives aux zones explorées. Ainsi, le flux vidéo, la température de l'eau et la profondeur doivent pouvoir être consultés à la demande depuis la surface.

Par groupe de 4, les élèves se répartissent le travail:

| TÂCHE                                                                        | CONSIGNE                                                                                                                                                             | MATERIEL DISPONIBLE                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concevoir le prototype d'un ROV en vue d'inspecter une installation immergée | <b>Identifier</b> les solutions techniques relatives à la structure et aux informations puis <b>assembler</b> et <b>commander</b> le robot dans le milieu aquatique. | <ul style="list-style-type: none"><li>• Carte <i>Arduino Uno R3</i></li><li>• Raspberry Pi</li><li>• Caméra HD</li><li>• Modules T°, Pression.</li><li>• Propulseur T200</li><li>• Plaques de PMMA</li><li>• Batteries Li-Thion</li></ul> |

# Cahier des charges donné aux élèves

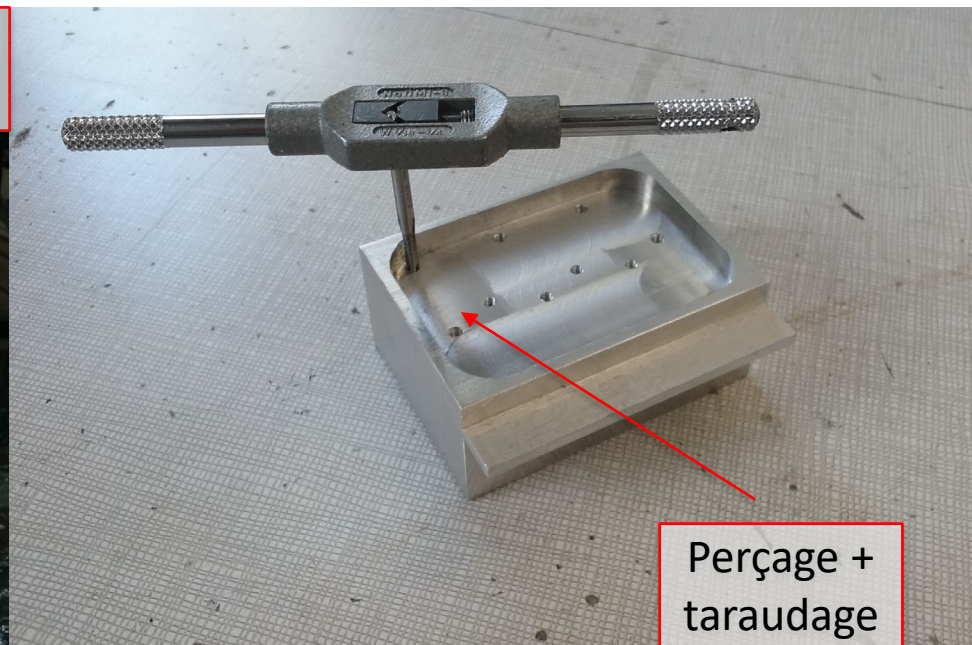
| EXIGENCES |                                                                                                   | CRITERES                                                   | NIVEAUX                                                                    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| E1        | Déplacer le ROV en milieu subaquatique.                                                           | Gérer l'azimut/élévation<br>Gérer la rotation              | 490 RPM/V<br>6-20 Volts                                                    |
| E2        | Assurer l'éclairage et gérer son intensité en fonction de la profondeur de la zone d'exploration. | Gérer l'allumage des phares du ROV.                        | >600lm de -5m à -20m<br>>1200lm de -20m à -40 m<br>>2400lm de -40m à -100m |
| E3        | Visualiser, depuis la surface, la zone d'intervention du ROV.                                     | Gérer le flux vidéo entre le ROV et la surface             | Streaming vidéo                                                            |
| E4        | Piloter et Informer l'utilisateur du contexte d'évolution du ROV                                  | Informations sur :<br>• Température<br>• Profondeur        | +/- 5°C de 5°C à 30°C<br>+/- 1 m de 0m à -100m                             |
| E5        | Eviter le phénomène de condensation au niveau de la caméra.                                       | Déterminer le point de rosée pour assurer une vidéo nette. | +/- 5%                                                                     |

# Exemple:

## Productions élèves de Terminale STI2D en 2I2D. Robot d'exploration subaquatique

- **Orientation Post Bac:**

Conception des phares du ROV sous Solidworks, puis réalisation des pièces lors de la visite du BTS CRSA, au lycée du Rempart.

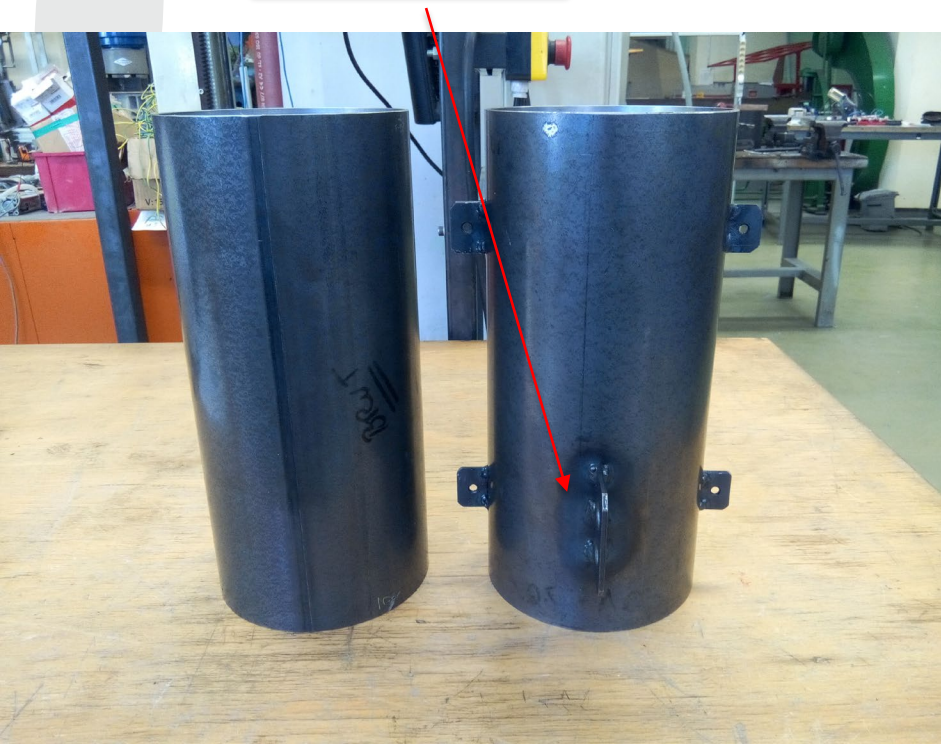




- **Orientation Post Bac:**

Conception du compartiment étanche du ROV sous Solidworks, puis réalisation des pièces lors de la visite du BTS CRSA, au lycée du Rempart.

Soudure



Usinage



- **Visite d'entreprise:**

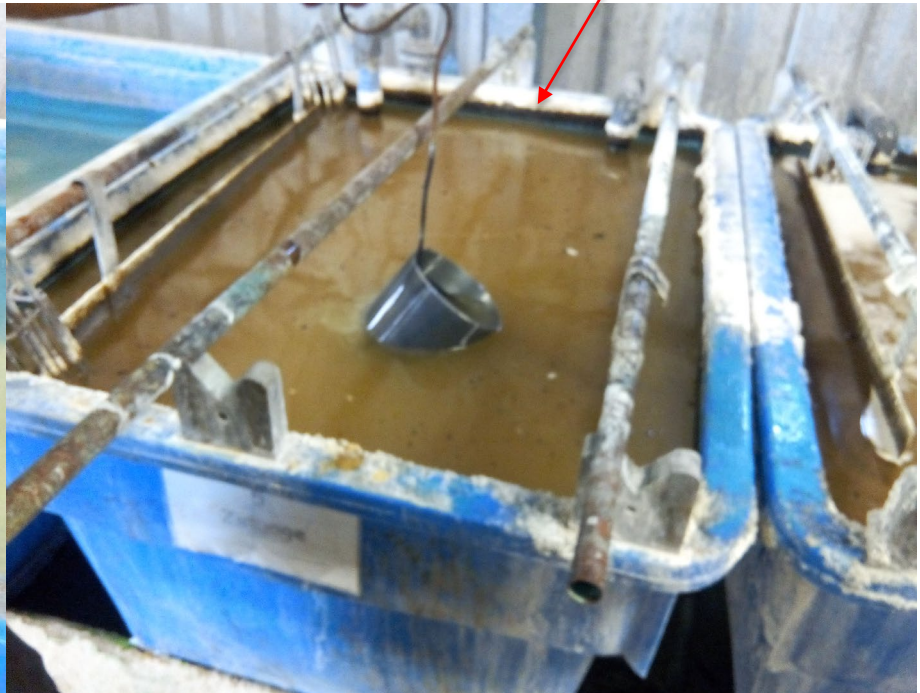
Réalisation du traitement de surface, par la société THP Inox (13821 La Penne-sur-Huveaune).



Dégraissage



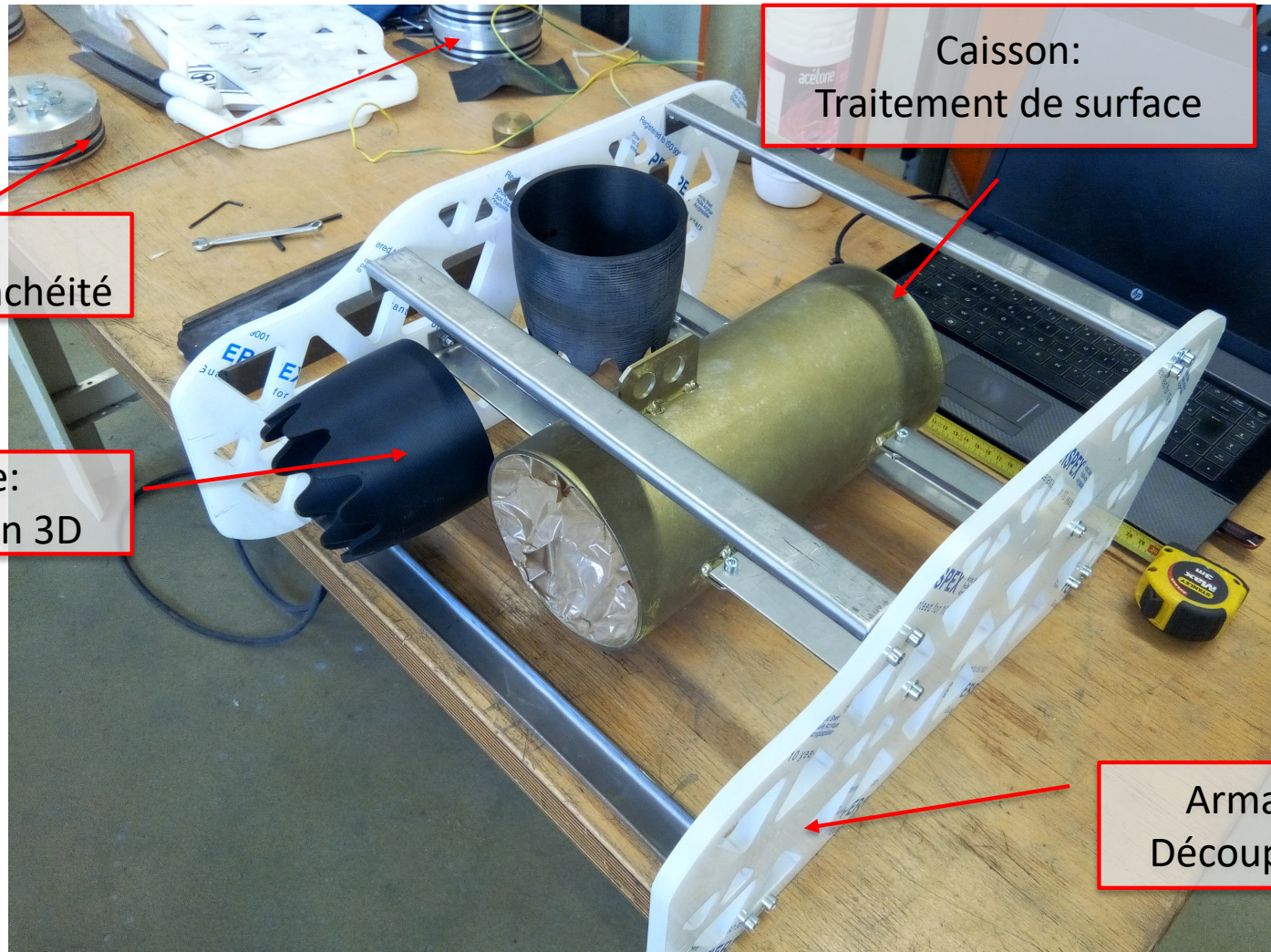
Zingage





## • Assemblage de la structure du ROV:

### Dimension **Matière/Energie** du triptyque M.E.I



## • Assemblage de la structure du ROV:

Dimension **Energie / Information** du triptyque M.E.I

(Câblage électronique de la Raspberry Pi + caméra + phares + capteurs + propulseurs).

Pilote  
Auto

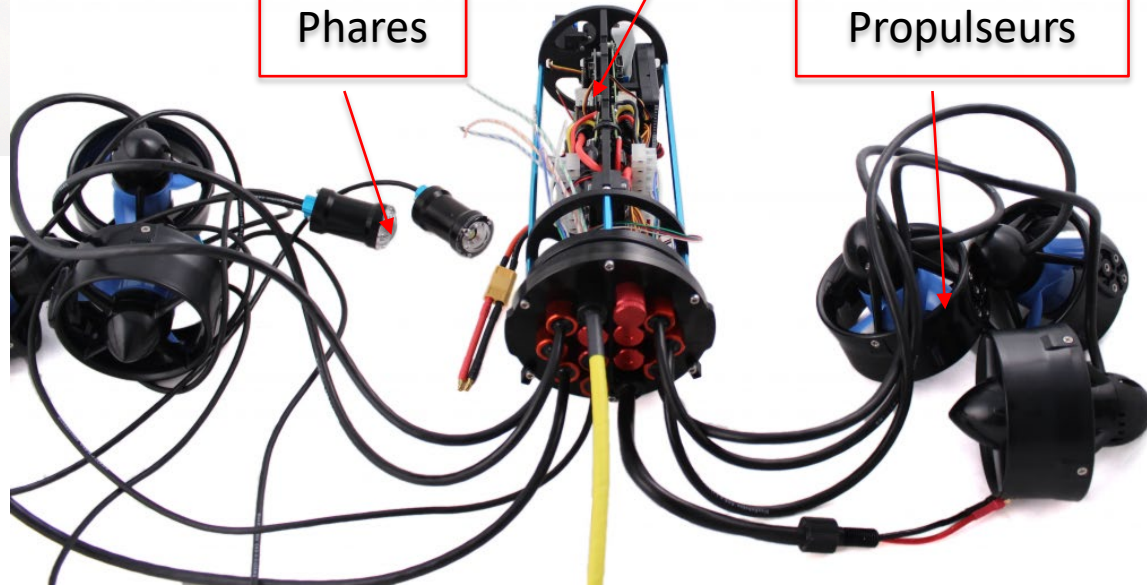
Caméra HD

Architecture interne  
du caisson

Phares

Propulseurs

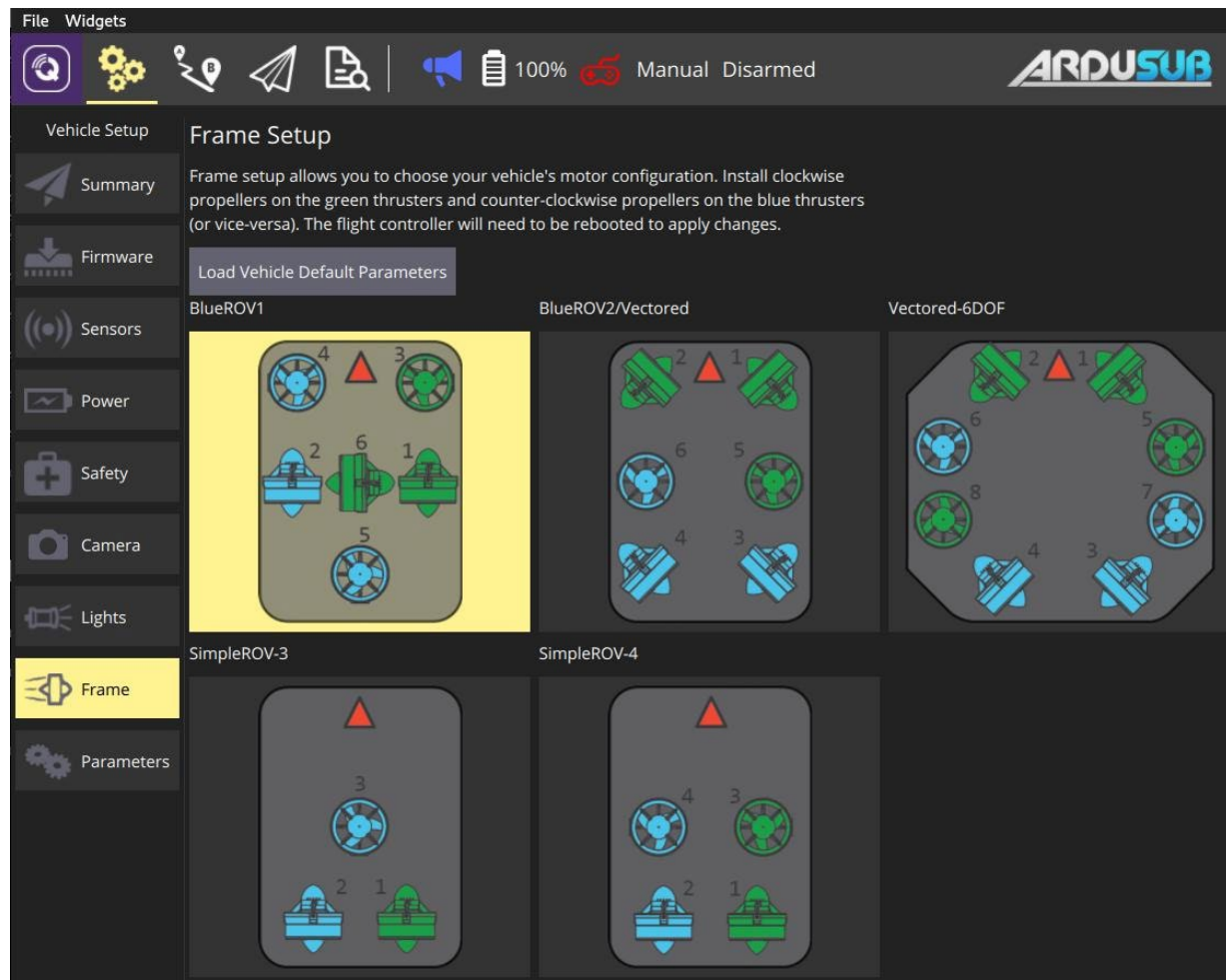
Communication





## • Paramétrage du ROV:

Dimension **Information** du triptyque M.E.I  
(Configuration logicielle (ARDUSUB) des différents propulseurs).





# Conclusion et perspectives

## Conclusion

- **La Robotique : Des systèmes d'aide à la structuration du savoir des élèves STI2D.**
- **La Robotique : Des systèmes propices à l'analyse fonctionnelle de systèmes techniques.**
- **La Robotique : Au service des élèves en difficultés.**

**Merci pour votre écoute.**

**Contact:**

**[lantonelli@lgtrempart.fr](mailto:lantonelli@lgtrempart.fr)**  
**[luc.antonelli@etu.uni-amu.fr](mailto:luc.antonelli@etu.uni-amu.fr)**