

# Sciences et Technologie de l'Industrie et du Développement Durable

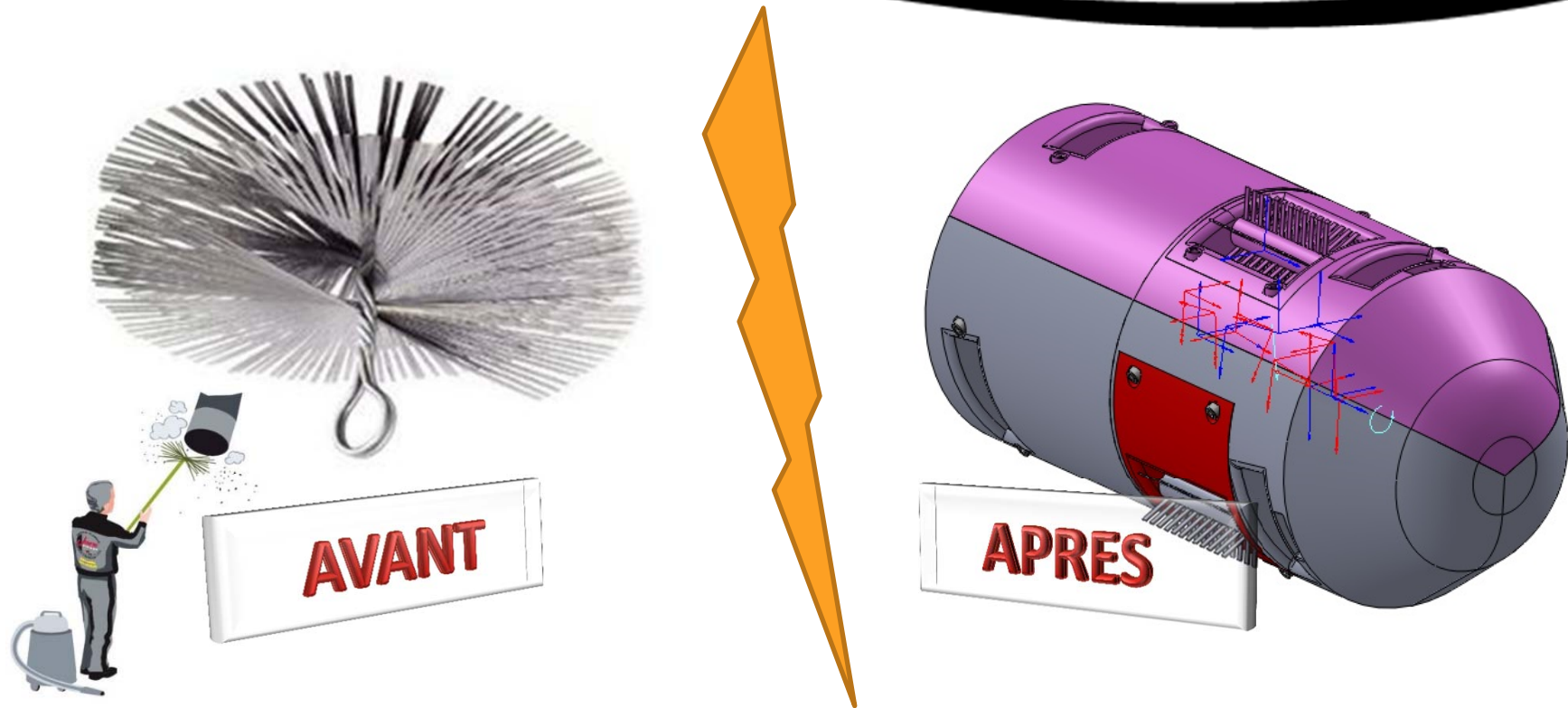


ITEC



SIN

# PROJET ROBOT RAMONEUR



Le projet ramoneur est un projet collaboratif entre STI2D de spécialité ITEC et SIN.



# Analyse fonctionnelle:

## 1) Etude du besoin :

- Le ramonage est-il obligatoire ?

**Oui, le ramonage est obligatoire.** Le défaut de ramonage constitue une contravention sanctionnée par une amende de troisième classe pouvant aller jusqu'à **450 euros**.

- Le chiffre marquant des pompiers :

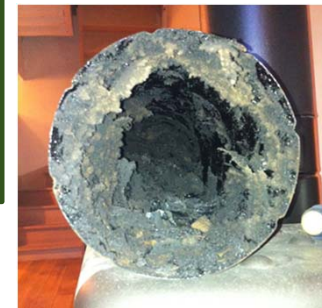
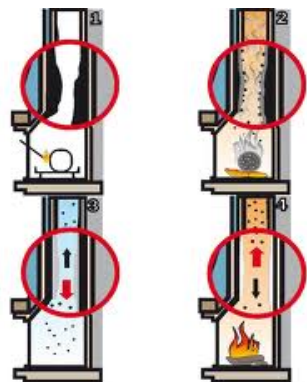
**Plus de 400 interventions en 2012** seulement pour le département de la Haute Garonne pour circonscrire des feux de cheminée



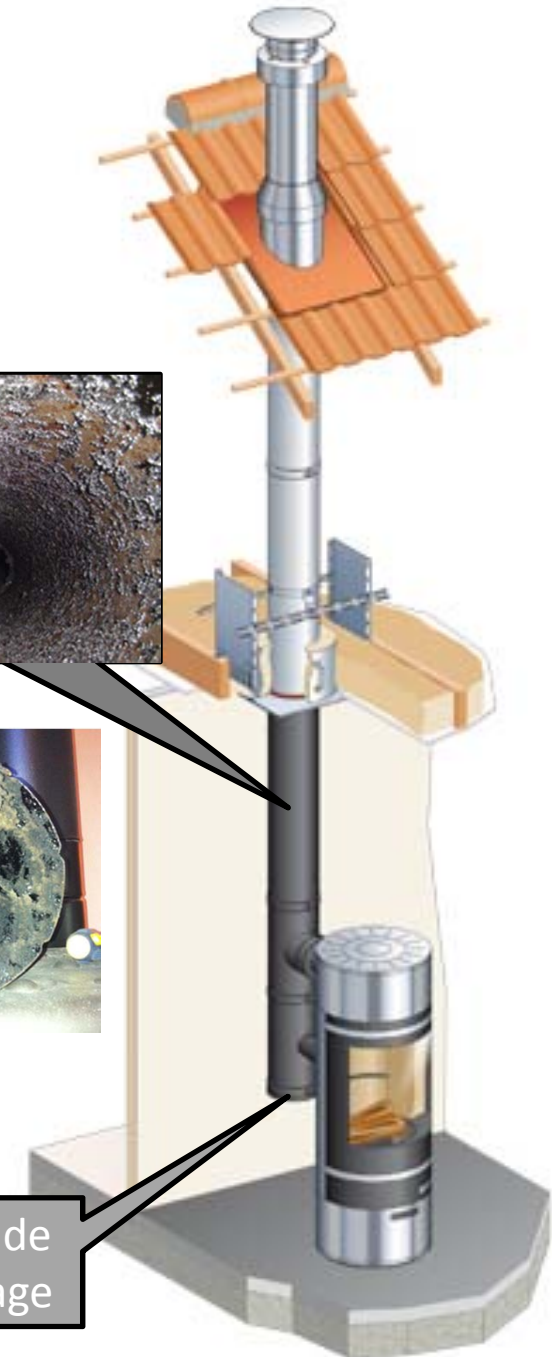
# Analyse fonctionnelle:

## 2) Le cahier des charges :

- Le robot devra pouvoir être insérer sans démontage et sans outil dans le conduit de fumée par la trappe de ramonage située en bas du conduit.
  - Le robot devra pouvoir s'adapter automatiquement dès la mise en route aux dimensions des tubages normalisés.
- Une fois la consigne de début de cycle reçue, le robot devra de manière autonome se déplacer dans le tubage pour réaliser un ou plusieurs cycle(s).
  - Le robot devra réaliser automatiquement le nettoyage du conduit.
  - Une commande déportée devra permettre une prise de contrôle manuelle du robot.



Trappe de ramonage



# INNOVANT ?

## 3 ) La veille technologique:

inpi INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

Espacenet Recherche sur les brevets

Français Contact Changer le pays ▼

« A propos d'Espacenet Services en ligne de l'OEB ▼

Rechercher Liste de résultats ★ Ma liste de brevets (0) Historique des requêtes Paramètres Aide

SmartSearch/Accueil Recherche rapide Recherche avancée Recherche par N° Recherche dans la Classification

FR Esp@cenet : Recherche sur les brevets

SmartSearch

SmartSearch: i Exemple : Essilor 2011 [n°] [ville?]

RAMONAGE

Effacer RECHERCHER

Bienvenue sur le service FR Espacenet

10 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE 11 N° de publication : 2 918 740  
(à utiliser que pour les commandes de reproduction)

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE 12 N° d'enregistrement national : 07 04943  
PARIS 13 rrc Cl. : F 23 J 302 (2006.01)

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

14 Date de dépôt : 09.07.07.  
15 Priorité :

16 Date de mise à la disposition du public de la demande : 16.01.09 Bulletin 09/03.

17 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

18 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

19 Demandeur(s) : FURNON PIERRE JOSEPH MICHEL — FR, CALAMARTIN VERONIQUE CHRISTINE LAURE, THEER CHANTAL MARIE ANTOINETTE — FR et THEER STEPHANE ALEXANDRE GERARD — FR.

20 Inventeur(s) : FURNON PIERRE JOSEPH MICHEL, CALAMARTIN VERONIQUE CHRISTINE LAURE, THEER CHANTAL MARIE ANTOINETTE et THEER STEPHANE ALEXANDRE GERARD.

21 Titulaire(s) :

22 Mandataire(s) :

23 DISPOSITIF DE RAMONAGE AUTOMATIQUE DE CONDUITS DE CHEMINEES INDIVIDUELLES ET INDUSTRIELLES.

24 Dispositif pour ramonage de conduit de cheminée régulée ou non de façage.  
L'invention présente un dispositif permettant le ramonage automatique de conduit de cheminée  
- sans risque d'incinération de saies pour l'intervenant,  
- sans risque de chute de toiture,  
- sans risques de trépanation ou de local,  
- diminution de manière importante du risque incendie.  
Le dispositif est équipé d'un moteur avec poulie gérée par boîtier électronique (1) actionné à l'aide d'une télécommande (2) et d'un câble (3) qui permet au héraut (4) logé dans le chapiteau de stockage (5) d'effectuer automatiquement des vas et viens dans le conduit de cheminée (6).  
Ce dispositif selon l'invention est particulièrement destiné au ramonage automatique de conduit de cheminée pour particulaires et peut être étendu au domaine industriel pour des conduits de dimension plus importante.

FR 2 918 740 - A1

**BUT:**

Rechercher ce qui existe et ce qui est protégé...

**Conclusion :**

**Aucun système n'existe et n'est protégé à ce jour!!!**



# Analyse fonctionnelle:

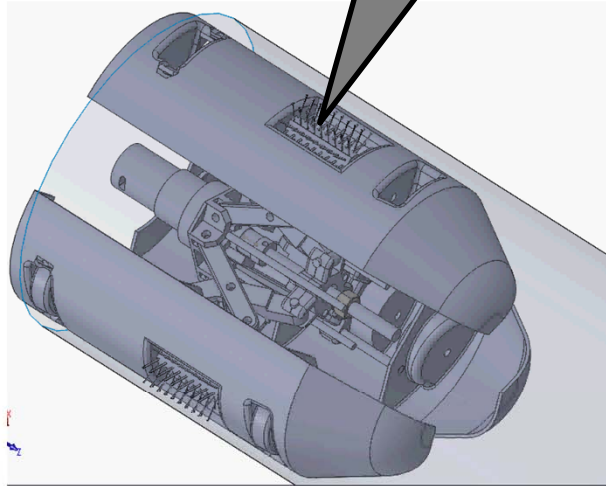
## 4) La recherche de solutions:



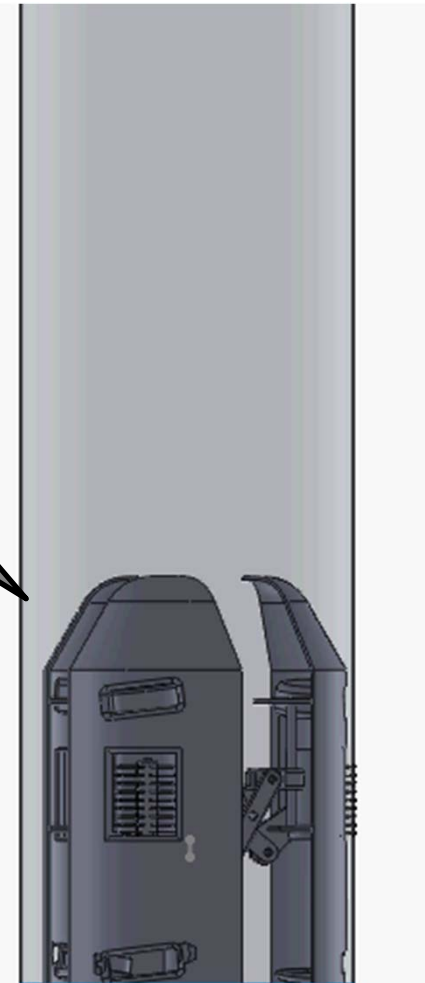
# Analyse fonctionnelle:

## 5) Les solutions retenues :

Nettoyer en utilisant trois brosses rotatives



Monter en suivant une hélice afin de tourner autour du conduit ...



# INNOVANT 4 !!!!

## PREMIERE INNOVATION:

Le système de déploiement pour permettre d'adapter le robot au diamètre du conduit.

## DEUXIEME INNOVATION:

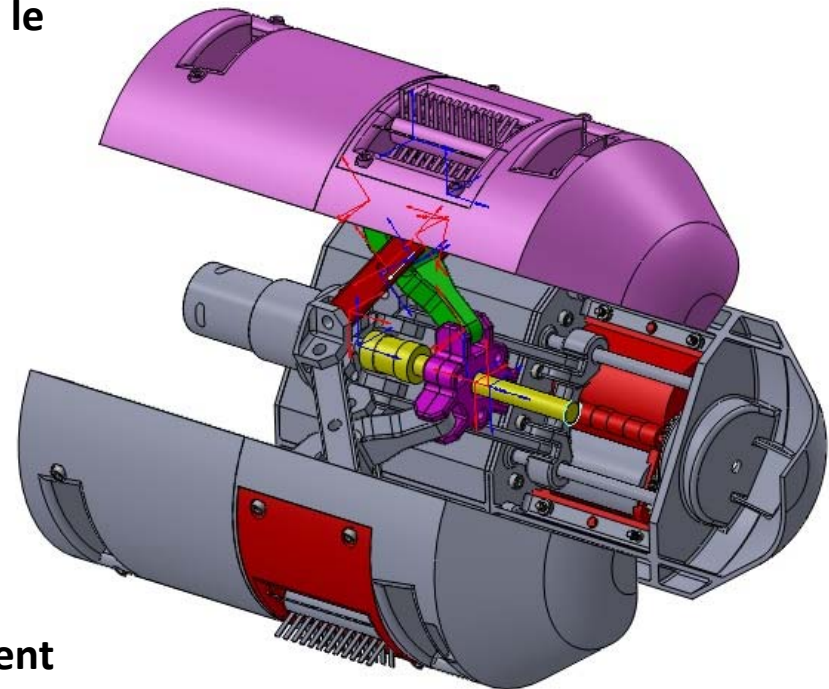
Permettre au robot de se déplacer dans un conduit tubulaire vertical.

## TROISIEME INNOVATION:

Le brossage réalisé par trois brosses utilisant le déplacement hélicoïdal du robot pour nettoyer l'intégralité du conduit.

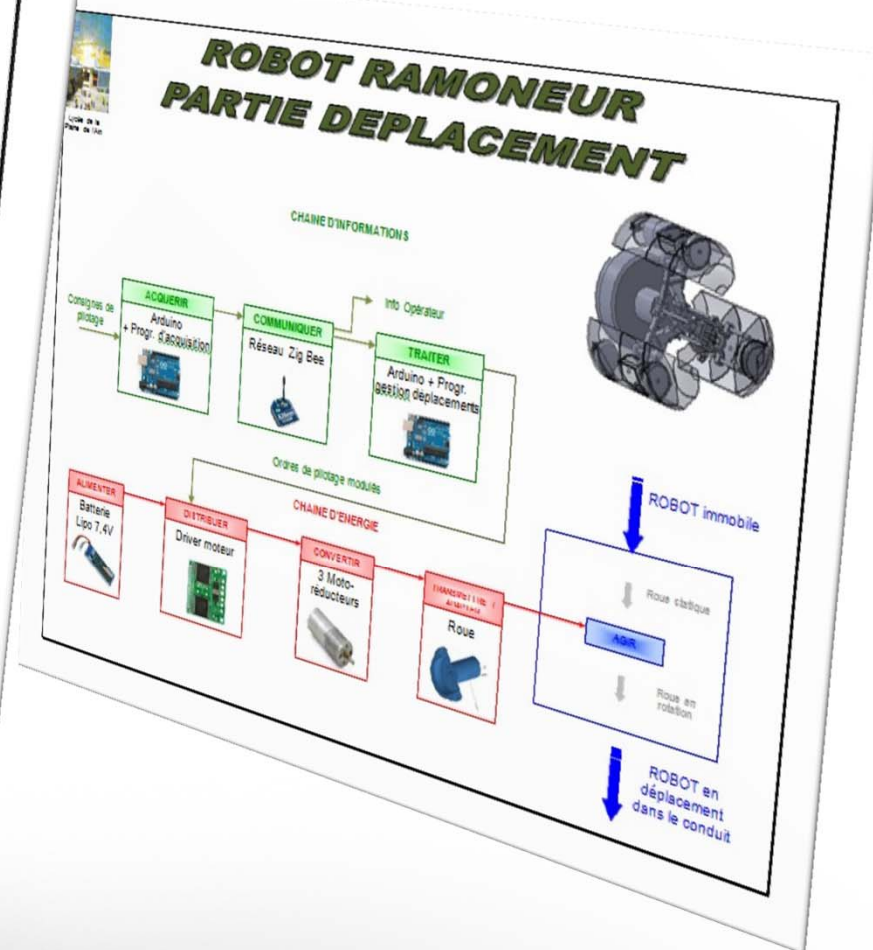
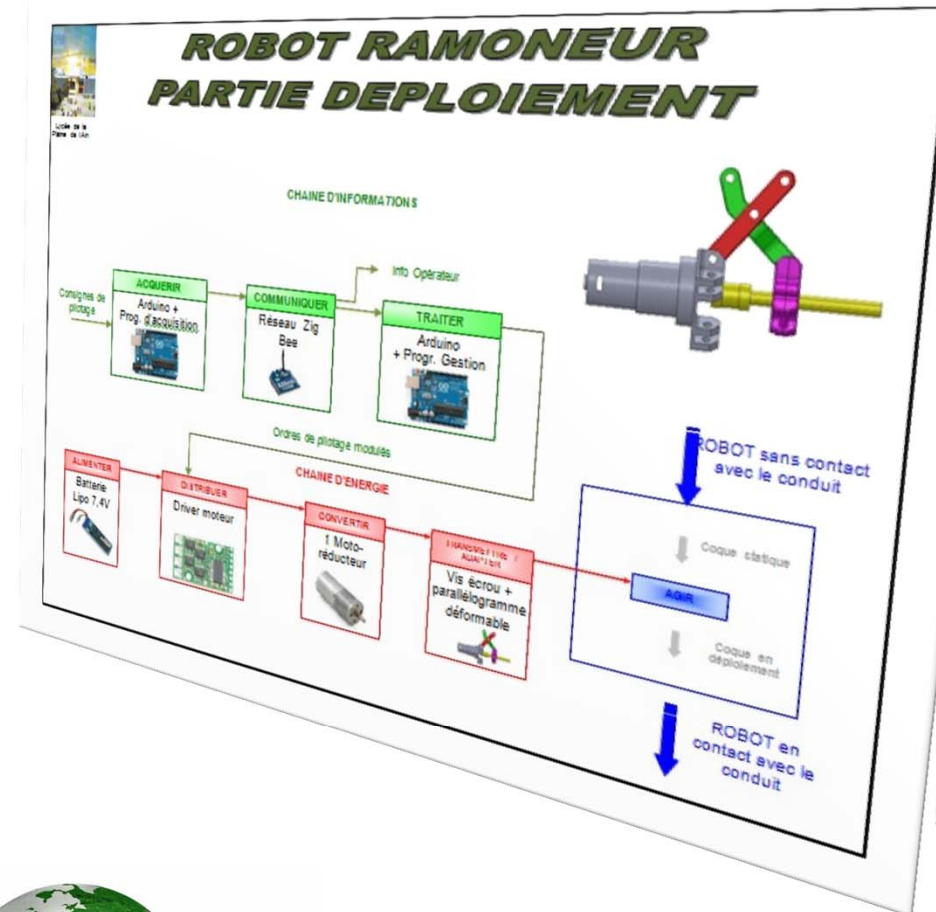
## QUATRIEME INNOVATION:

Le choix d'une trajectoire en hélice comme déplacement du robot.

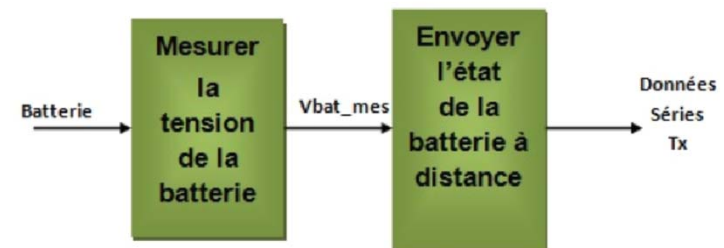
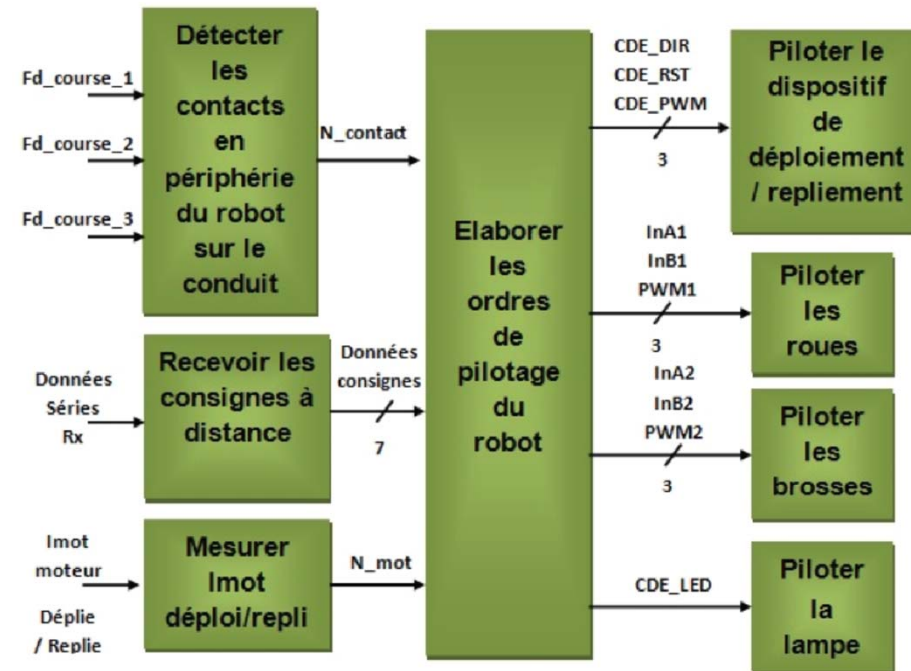




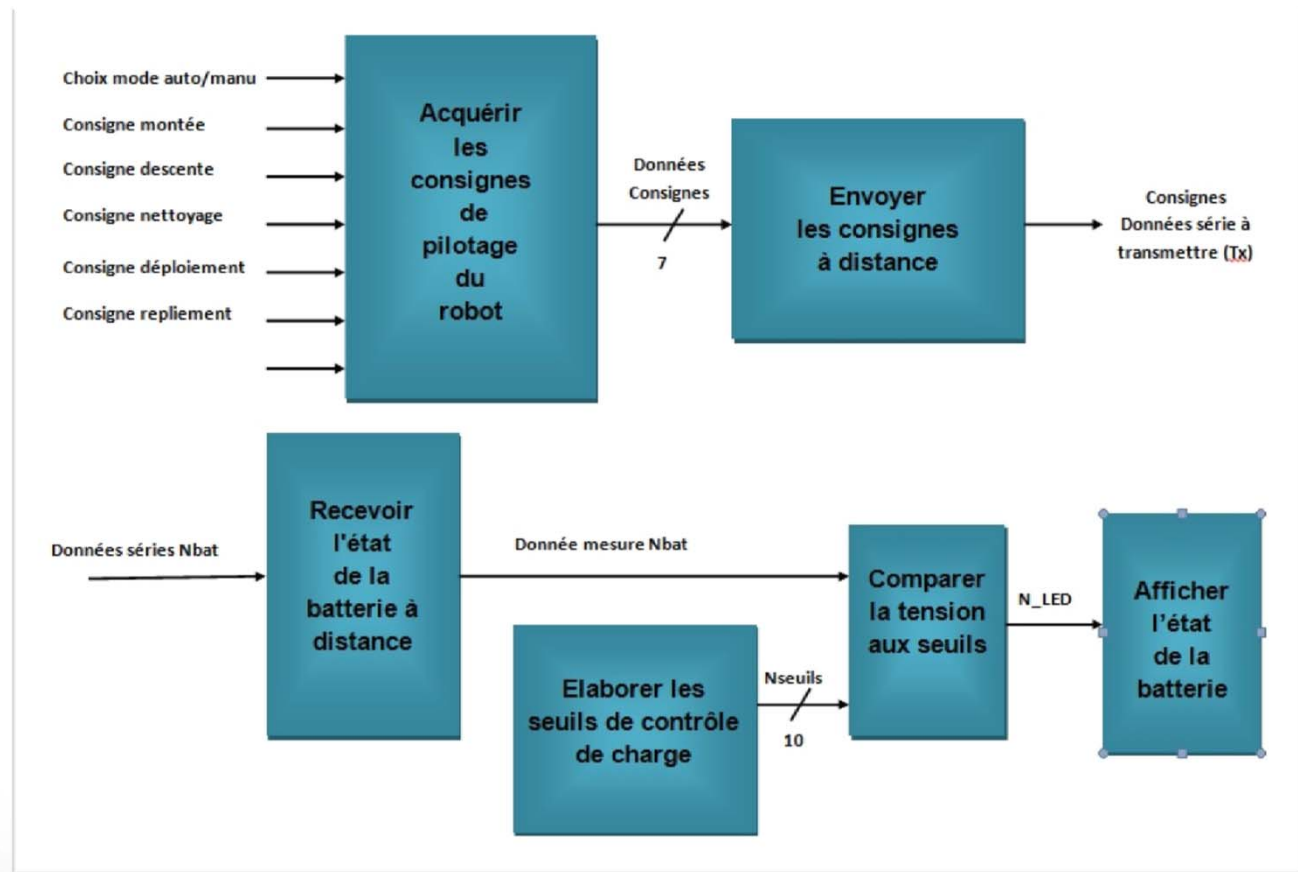
# Analyse fonctionnelle:



# Schéma de principe du robot:



# Schéma de principe du pupitre:



# Planification du projet:

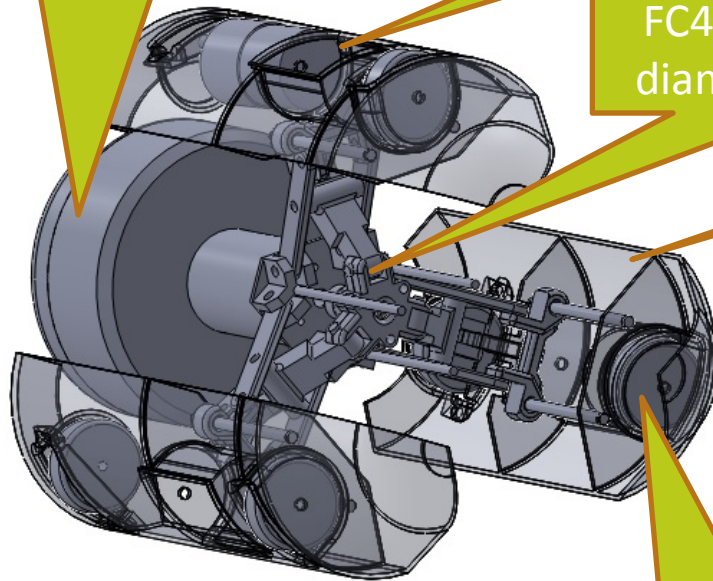
## 7 ) Répartition des tâches:

FP3 : Compartiment cartes électroniques

FP1: Ramonage

FC4 : Adaptation au diamètre du conduit

FC5: La coque



Je

participe

tu

discutes

NOUS

et

après ?

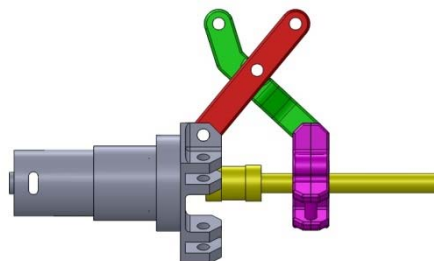
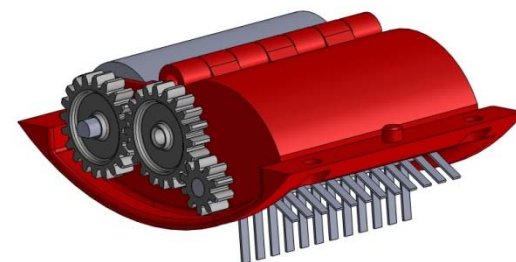
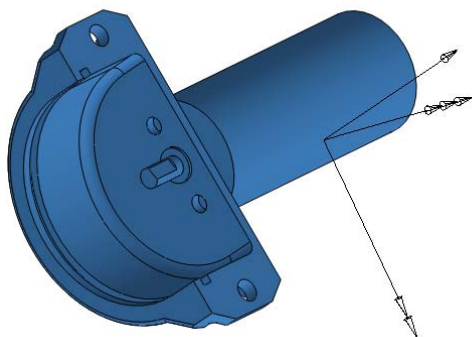
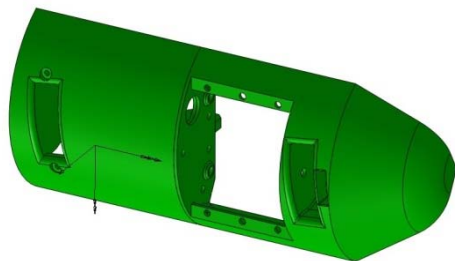
proposons

FP2: Déplacement dans le conduit



# Planification du projet:

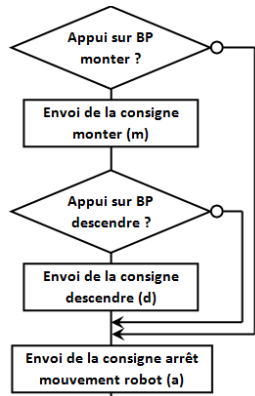
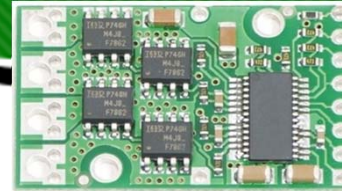
## 7 ) Répartition des tâches ITEC:



# Planification du projet:

## Répartition des tâches SIN : Gérer les déplacements

```
void Arret_deploi_replie()
{
    vitesse_r=0;
    analogWrite(CDE_PWM,vitesse_r);
}
// ----- Sous programme permettant de lire -----
void Lecture_fdc()
{
    contact_conduit_1=digitalRead(FDC_1);
    contact_conduit_2=digitalRead(FDC_2);
    contact_conduit_3=digitalRead(FDC_3);
}
```



```
void Identifier_Consigne()
{
    if(consigne != -1)
    {
        switch(consigne)
        {
            case 'a': // si on recoit le caractere 'a'
                Arret_robot(); // Arrêter le robot
                break;

            case 'm': // si on recoit le caractere 'm'
                Marche_montee(); // Actionner la montée du robot
                break;

            case 'd': // si on recoit le caractere 'd'
                Marche_descente(); // Actionner la descente du robot
                break;

            case 'b': // si on recoit le caractere 'b'
                Marche_brosse(); // Actionner la rotation de la brosse
                break;
        }
    }
}
```

## S'adapter au conduit

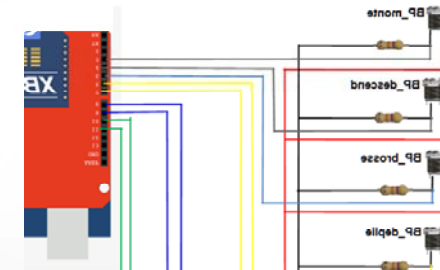
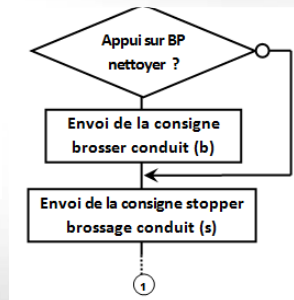


## Commander depuis le pupitre

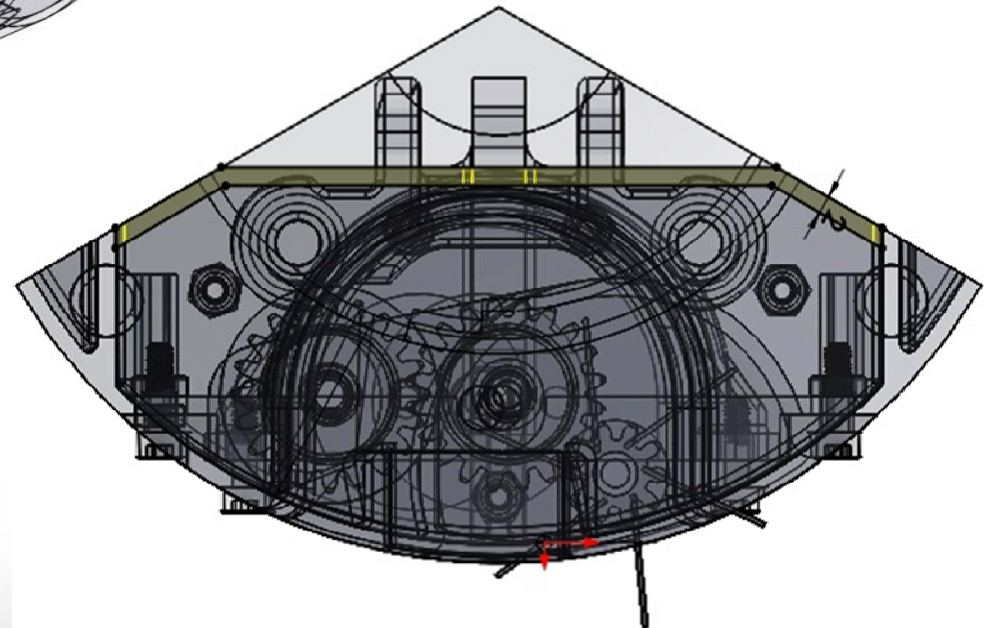
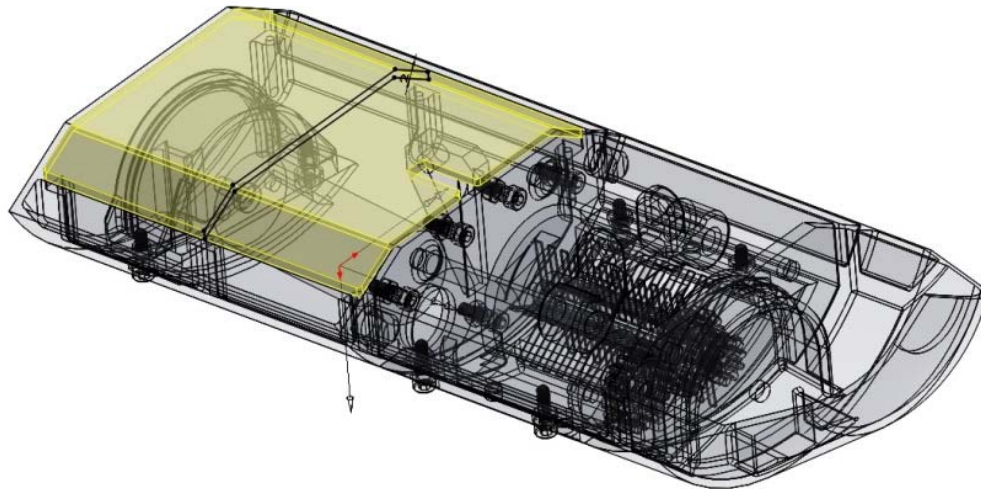


## Nettoyer le conduit

```
void Marche_brosse()
{
    digitalWrite(InA2, HIGH);
    digitalWrite(InB2, LOW);
    analogWrite(PWM2, vitesse_b);
}
// ----- Sous programme arrêter le nettoyage du conduit -----
void Arret_brosse()
{
    digitalWrite(InA2, LOW);
    digitalWrite(InB2, LOW);
    analogWrite(PWM2, vitesse_b);
}
```



# Conception :



# Conception préliminaire:

## 8) Calculs préliminaires : déplacement vertical

### BUT:

Estimer l'action de contact des roues sur le conduit pour être à la limite du glissement.

### Données:

# 6 roues dont 3 roues motrices (arrières)

# Estimation du coefficient de frottement roue / conduit:

caoutchouc sur conduit inox :  $\mu = 0,25$

$\mu = \tan\theta$  donc  $\theta = 14^\circ$

# Estimation du poids total (max) du robot :  $P = 60 \text{ N}$

# Poids réel du prototype :  $P = 25 \text{ N}$

### Conclusion :

$$F_N \geq 40 \text{ N}$$

Force normale:

$$F_N = F_T / \mu = \underline{40 \text{ (N)}}$$

Force tangentielle:

$$F_T = 1/6 P = 10 \text{ (N)}$$

6 roues en contact avec le conduit

Conduit

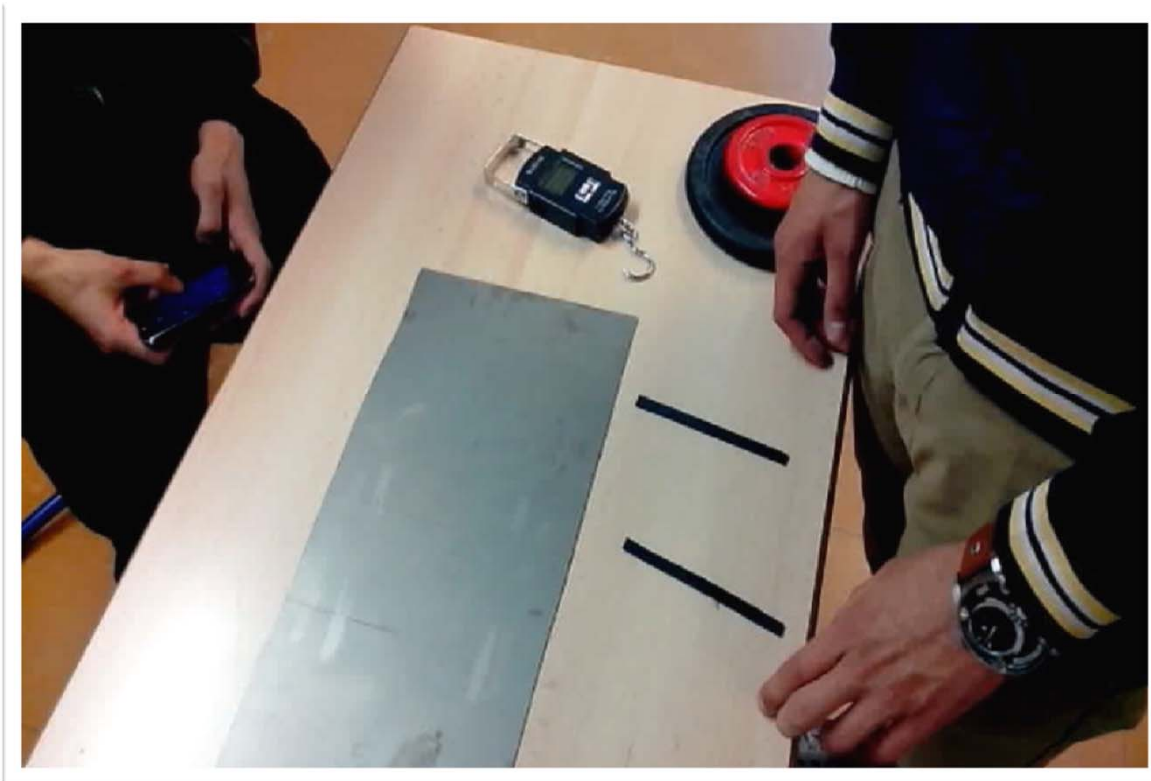
Poids du Robot





# Conception préliminaire:

Mesure du coefficient de frottement:



# Conception préliminaire:

## 9 ) Calculs préliminaires: surface nettoyée

### **BUT:**

Déterminer l'angle d'hélice des trajectoires des brosses afin d'avoir des surfaces nettoyées jointives.

### **Données:**

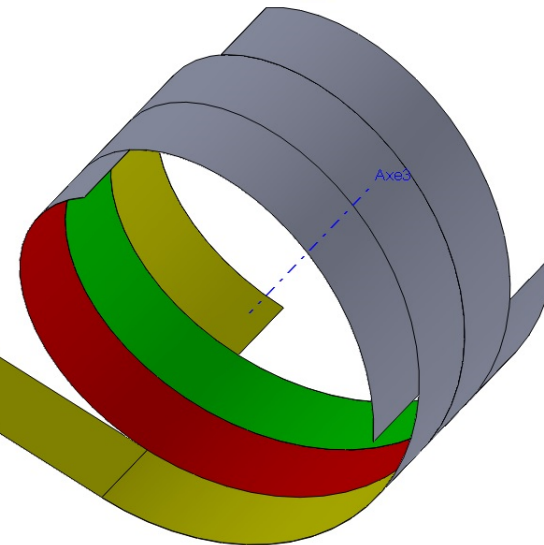
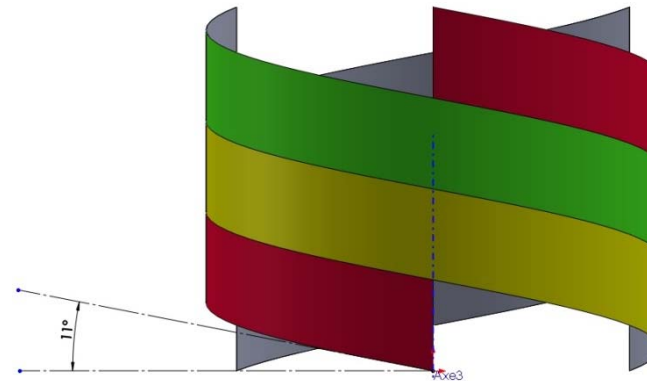
# Diamètre des conduits normalisés : 150 mm à 250 mm

# Hauteur des brosses 40 (mm)

# 3 Brosses disposées à  $120^\circ$ .

### **Conclusion :**

L'angle d'inclinaison des roues devra être au maximum de  $11^\circ$ , nous choisirons un angle de  $5,5^\circ$  afin de réaliser deux brossages dans le cas le plus défavorable.



Hauteur de la  
brosse



# Conception préliminaire:

## 10 ) Calculs préliminaires: vitesse d'ascension

### BUT:

Choisir les moteurs pour entrainer les trois roues motrices.

### Données:

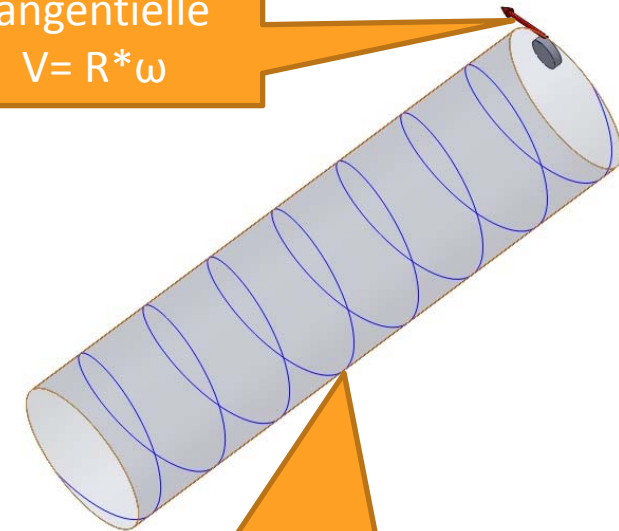
- # Diamètre des conduits normalisés : 150 mm à 250 mm
- # Diamètre des trois roues motrices : 40 mm
- # Angle d'inclinaison des roues 5,5°
- # Vitesse linéaire de ramonage des conduits min = 0,008 m/s
- # Tension d'alimentation U = 6 V DC

### Conclusion :

Type de moteur choisi : **Nm = 33 tr/min**



Vitesse  
tangentielle  
 $V = R * \omega$



Trajectoire du robot  
(Distance parcourue = 5 m  
par mètre de tuyau de 250  
mm de diamètre)

# Conception détaillée:

## 11 ) Simulation mécanique

### BUT:

Estimer le couple moteur nécessaire pour le déploiement des coques.

### Données:

- # Action de contact d'une roue  $F_N \geq 40 \text{ N}$
- # 6 roues en contacts avec le conduit
- # Trois systèmes de parallélogrammes déformables.
- # Un système de transformation Vis/Ecrou

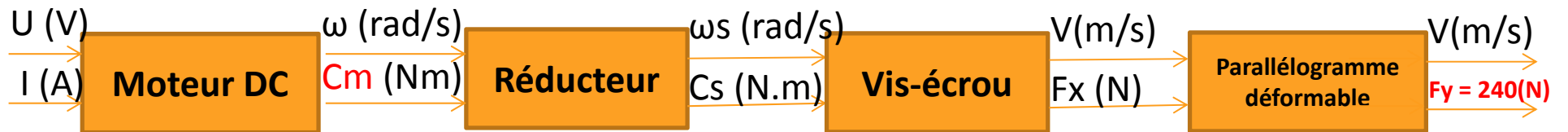
Hypothèses : Les actions exercées sur les trois coques sont identiques  
Les actions se répartissent équitablement entre les roues  
Les liaisons sont parfaites sans jeux ni frottement.

Nous réaliserons que l'étude d'une seule coque.



# Conception détaillée:

## 12) Etude du mécanisme :

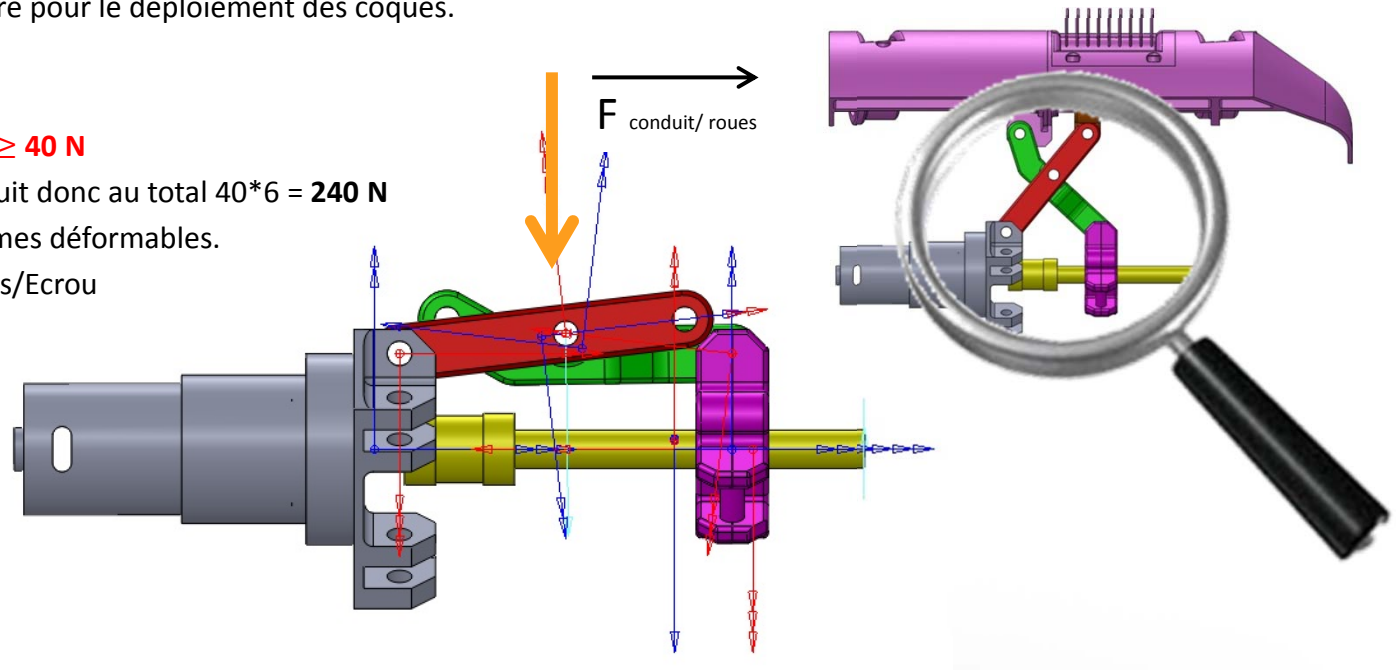


### BUT:

Estimer le couple moteur nécessaire pour le déploiement des coques.

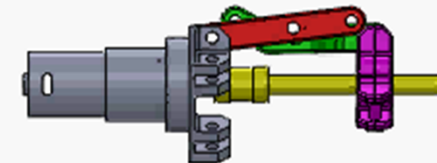
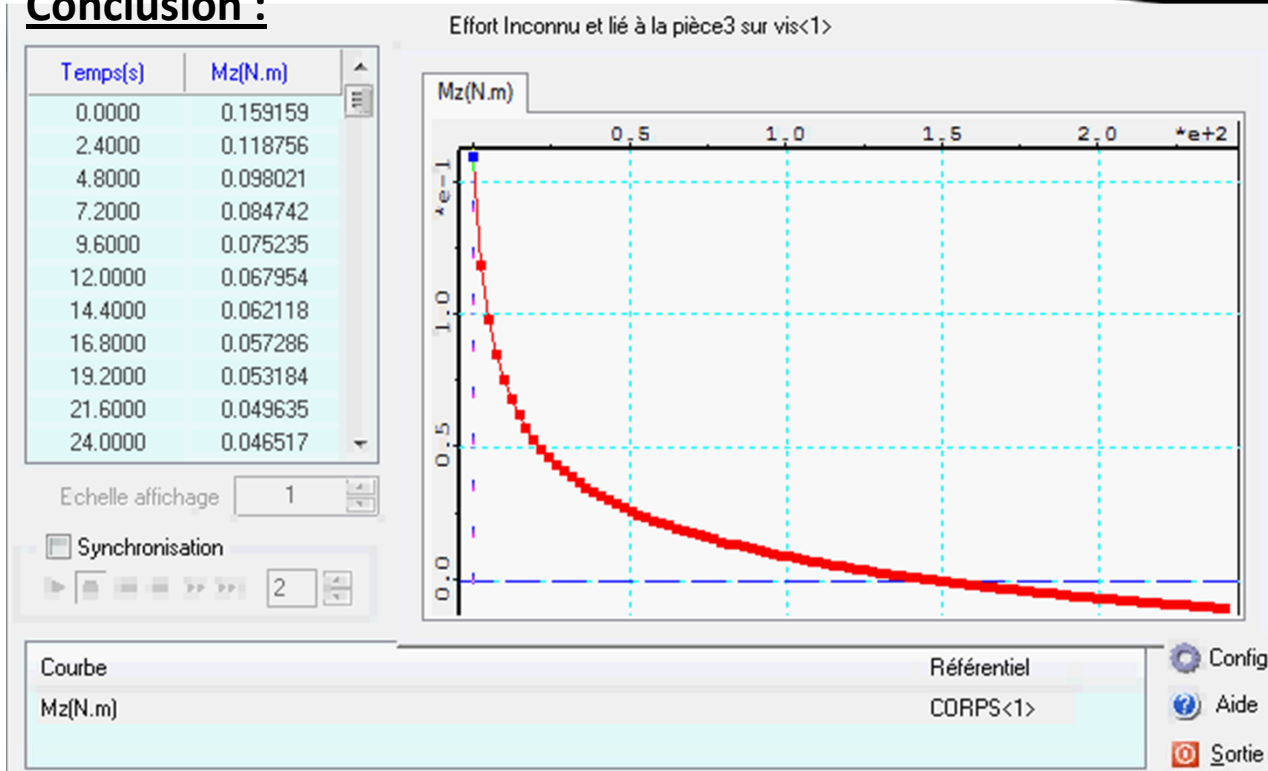
### Données:

- # Action de contact d'une roue  $F_N \geq 40$  N
- # 6 roues en contacts avec le conduit donc au total  $40 \cdot 6 = 240$  N
- # Trois systèmes de parallélogrammes déformables.
- # Un système de transformation Vis/Écrou



# Conception détaillée:

## Conclusion :



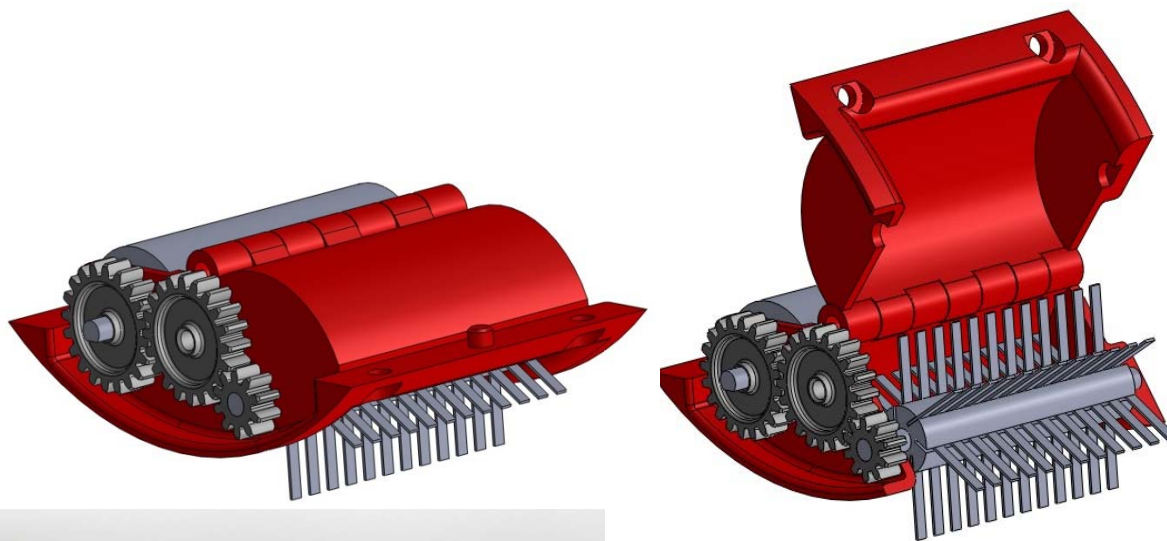
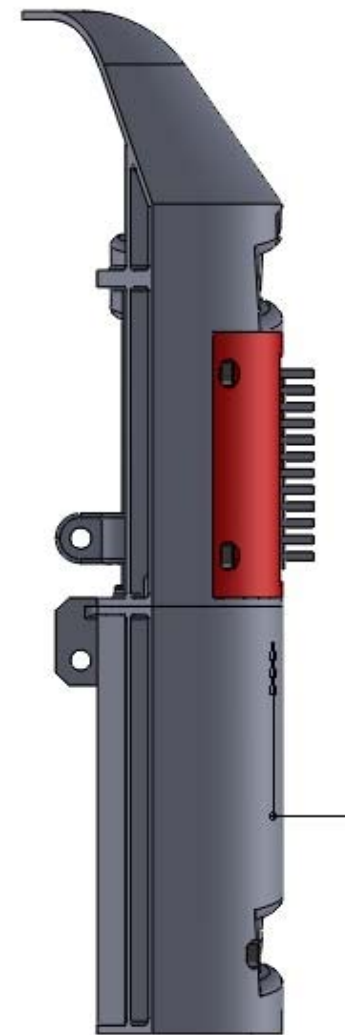
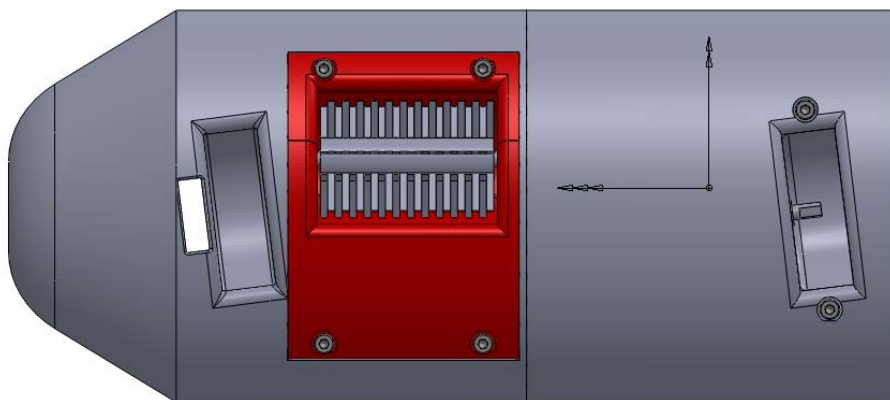
## # Conclusion :

Couple moteur théorique : **Cm= 0,16 Nm**

Choix du moteur : MFA 940D couple = 0,46 Nm



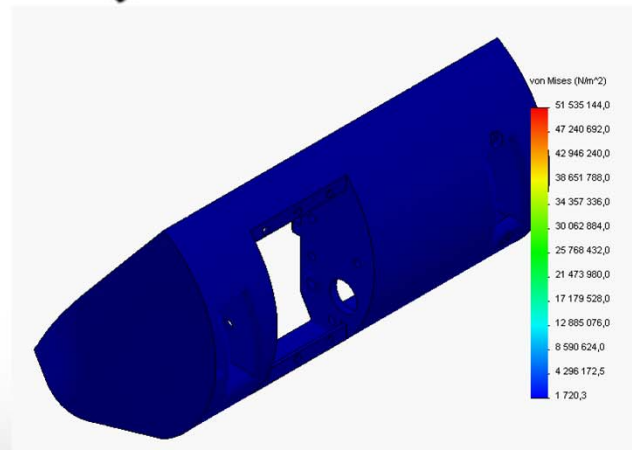
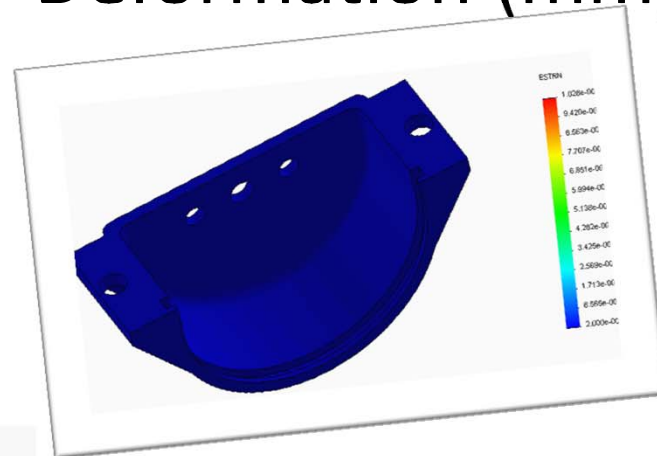
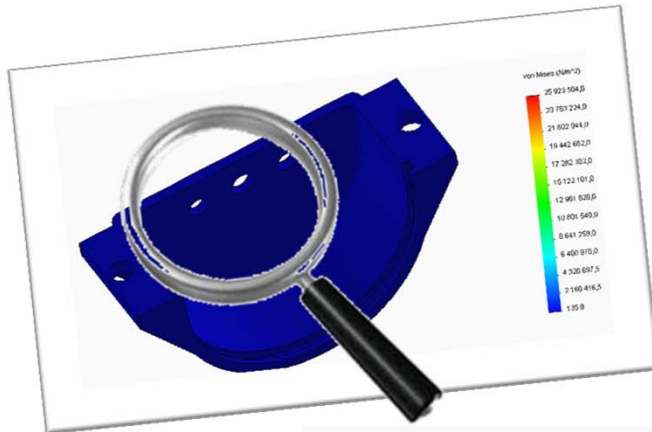
# Conception de la partie brossage



# Conception de la partie déplacement :

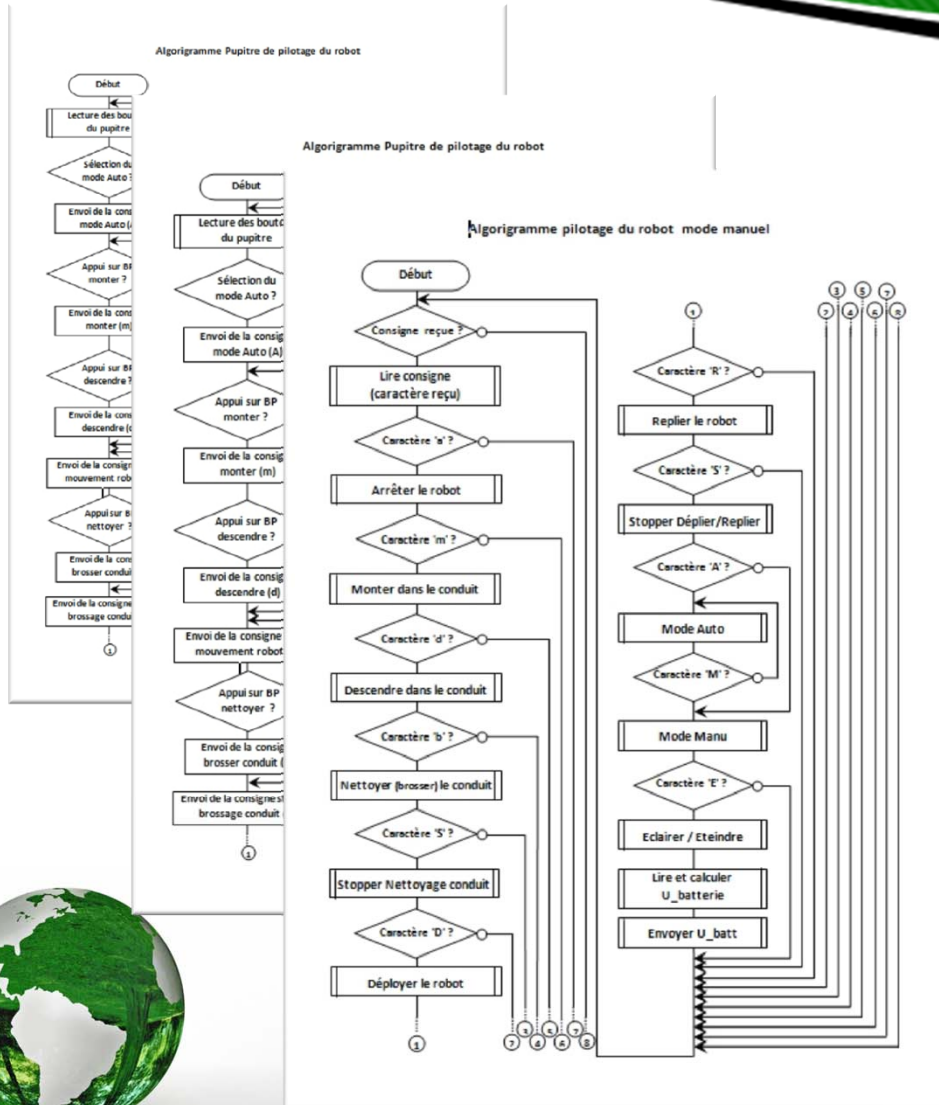
## 13) Etude du comportement :

Critère de Von Mises ( $\text{N/m}^2$ ) Déformation (mm)





# Programmation :



```

ramon_auto_V4 | Arduino 1.0.5-r2
Fichier Edition Croquis Outils Aide

ramon_auto_V4 $
//
//+-----+
//  +   ESSAIS ROBOT RAMONEUR COMPLET   +
//+-----+
// le 06_05_2014 */

#include <TinkerKit.h>

//*****
//          Affectation des Entrées / Sorties          *
//*****

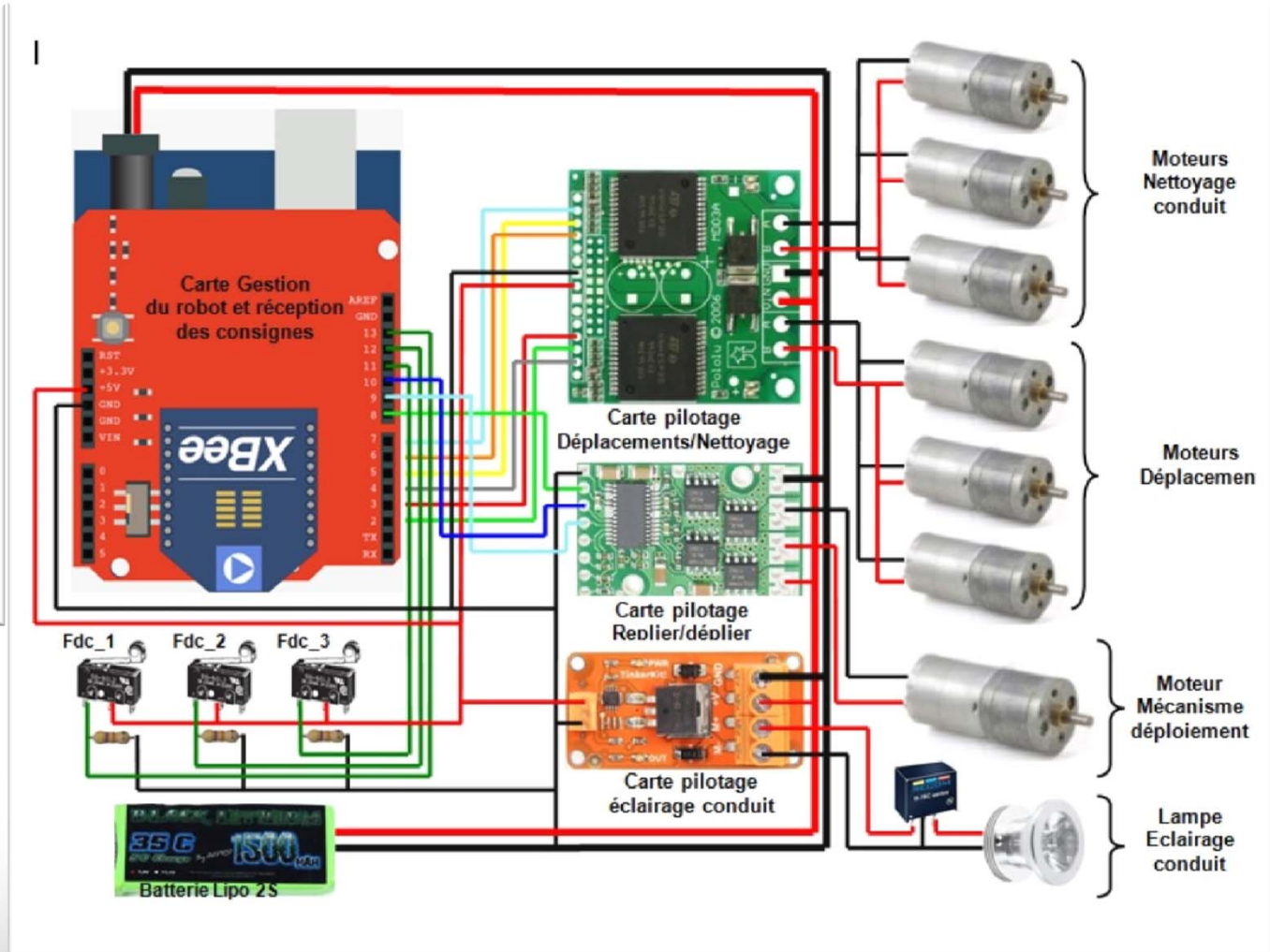
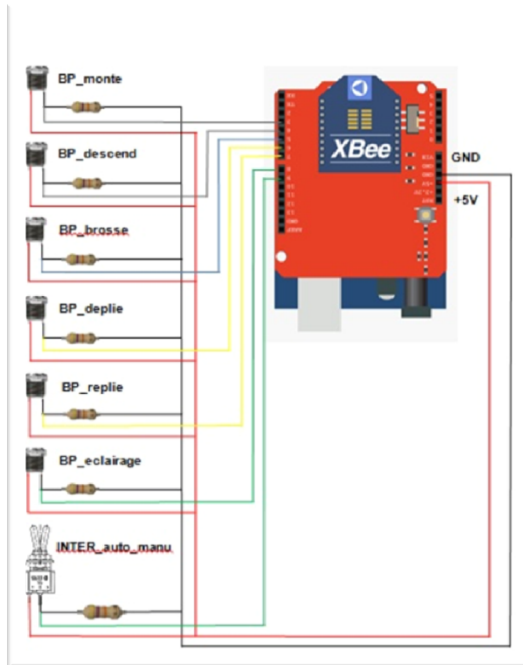
//-----
//          Pilotage des moteurs de déplacement
//-----*/
int InB1 = 2;    // B1: INB1 fil vert carte Pololu MD03A
int PWM1 = 3;    // PWM1 fil rouge carte Pololu MD03A
int InA1 = 4;    // A1: INA1 fil gris carte Pololu MD03A

//-----
//          Pilotage des moteurs des brosses
//-----*/
byte InB2 = 5;    // B2: INB2 fil jaune carte Pololu MD03A
byte PWM2 = 6;    // PWM2 fil orange carte Pololu MD03A
byte InA2 = 7;    // A2 : INA2 fil blanc carte Pololu MD03A
    
```

103 Arduino Uno on COM5



# Schémas de câblage :



# Gamme de montage:

## 1.7 ) Gamme de montage et éclaté :

**Ressources humaines :** 2 équipes de 5 élèves

**Nombre de pièces du robot:**

60 pièces prototypées ABS,  
10 pièces en usinage conventionnelles,  
6 cartes électroniques,  
7 capteurs électroniques,  
2 Batteries Lipo 2S.

**Durée de conception :** 120 h

**Durée de programmation:** 110 h

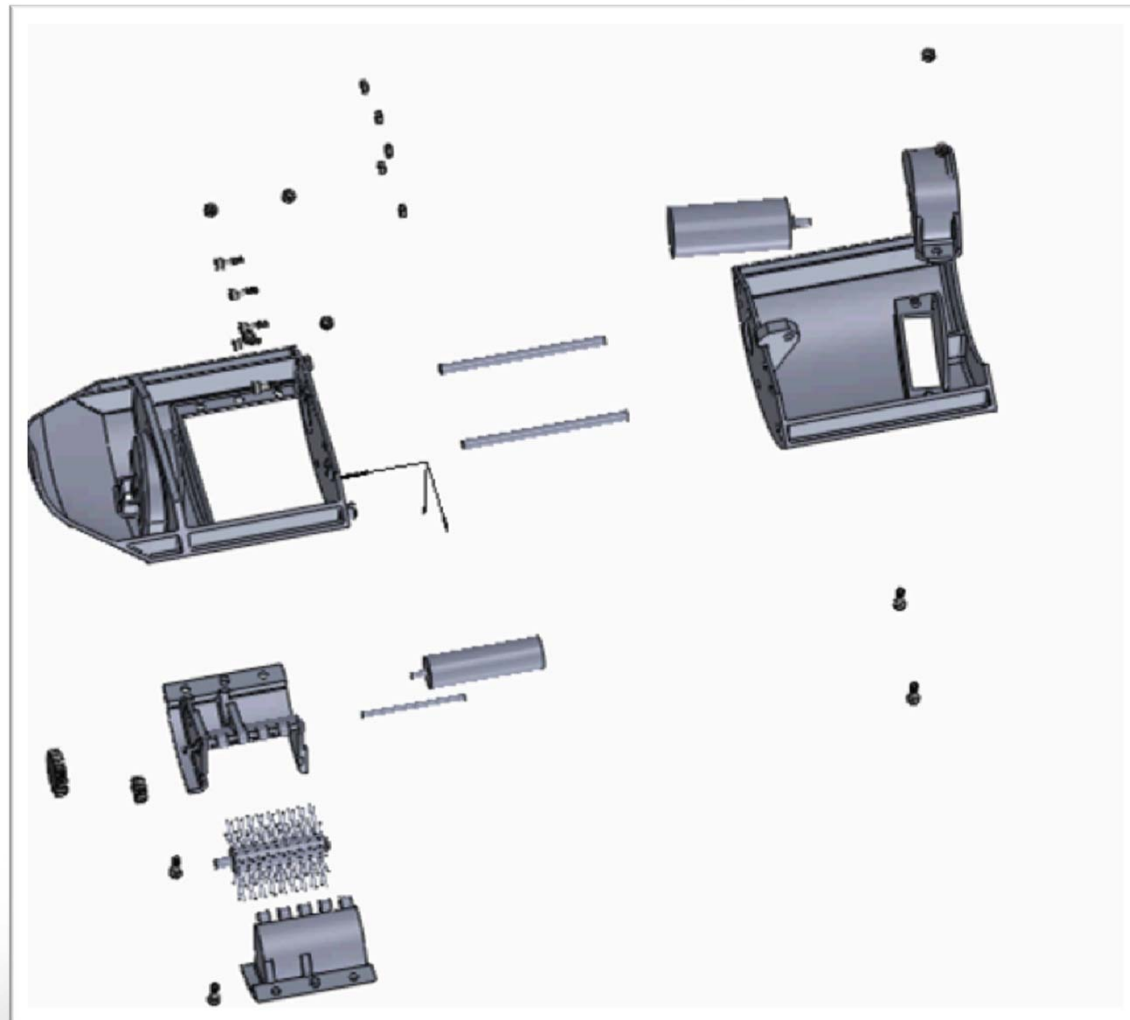
**Durée de prototypage:** 100 h

**Durée de montage et câblage :** 100 h

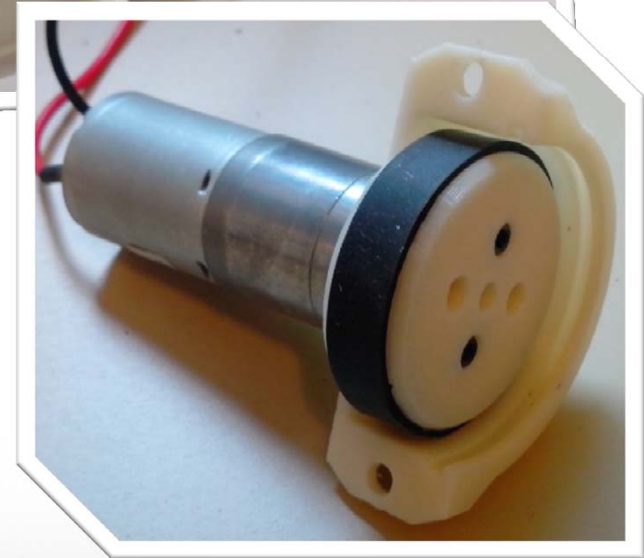
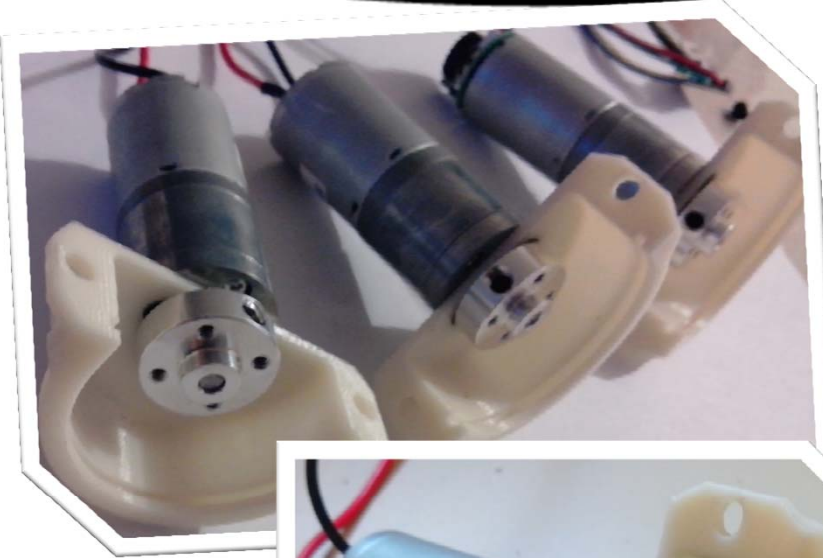
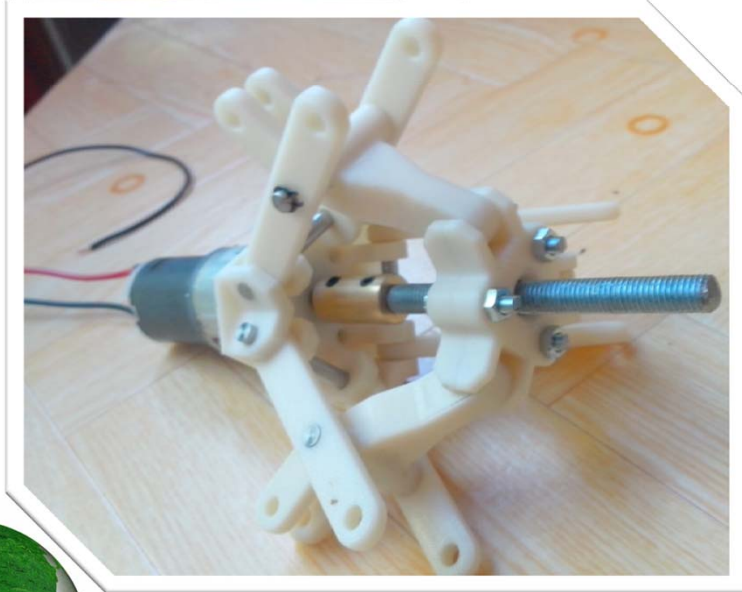
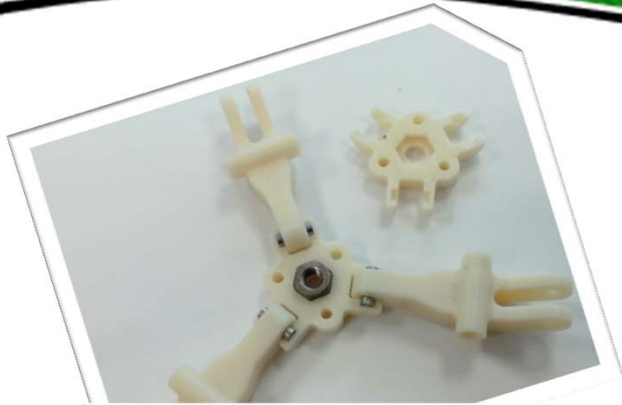
**Durée des tests et mise au point :** 60 h

**Nombre d'heures hors classe:** 40 h

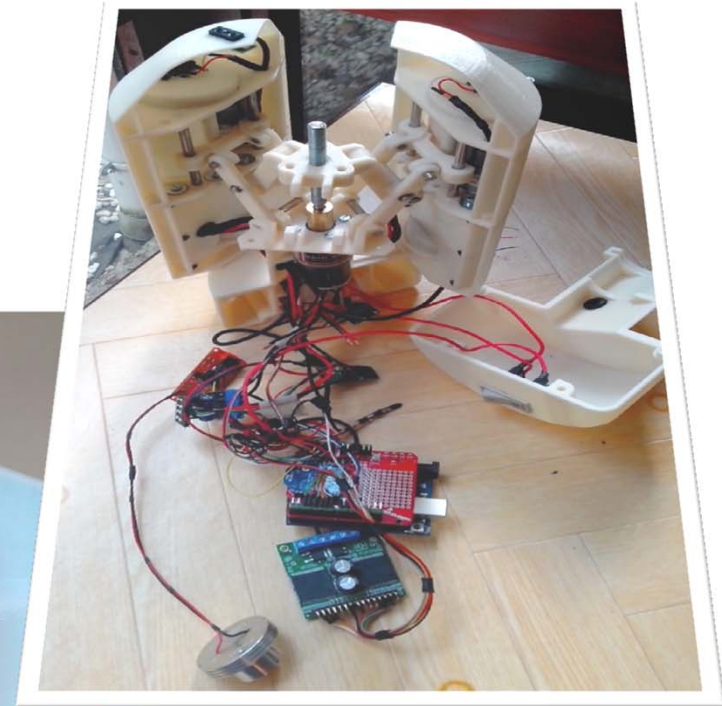
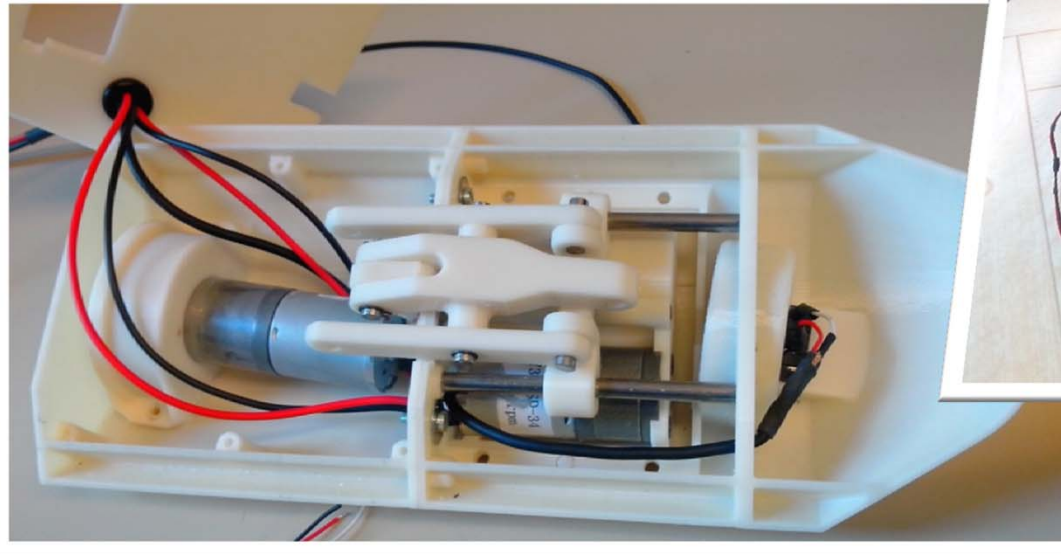
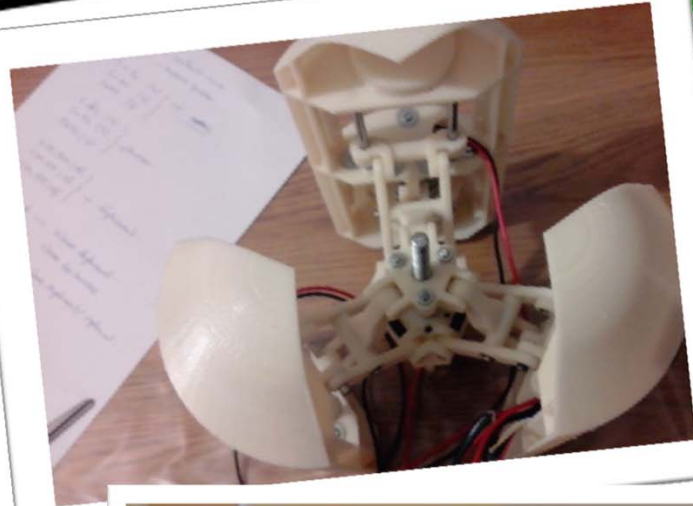
**Coût de réalisation :** 650 (ITEC + SIN)



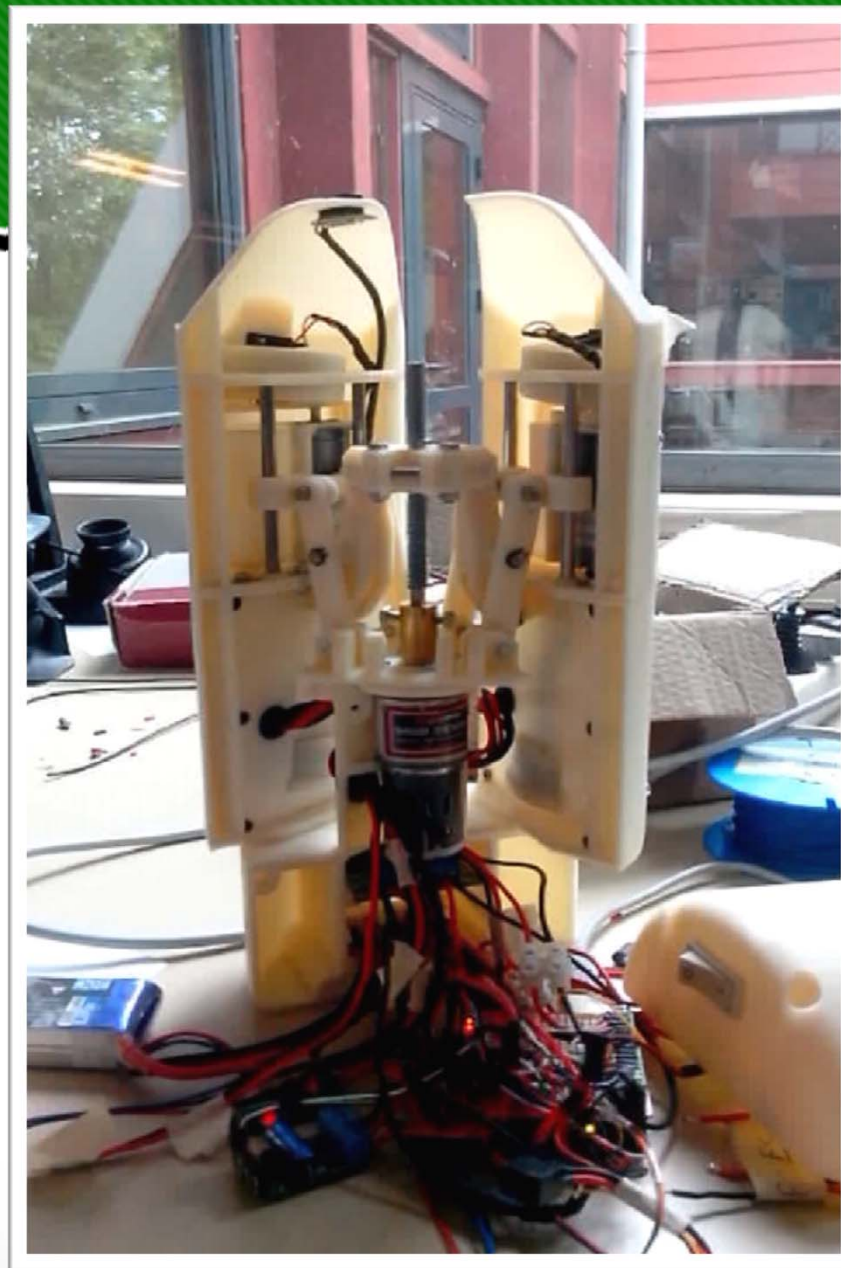
# Prototypage des pièces:



# Prototypage des pièces:



# Essais:



MERCI pour votre écoute...

