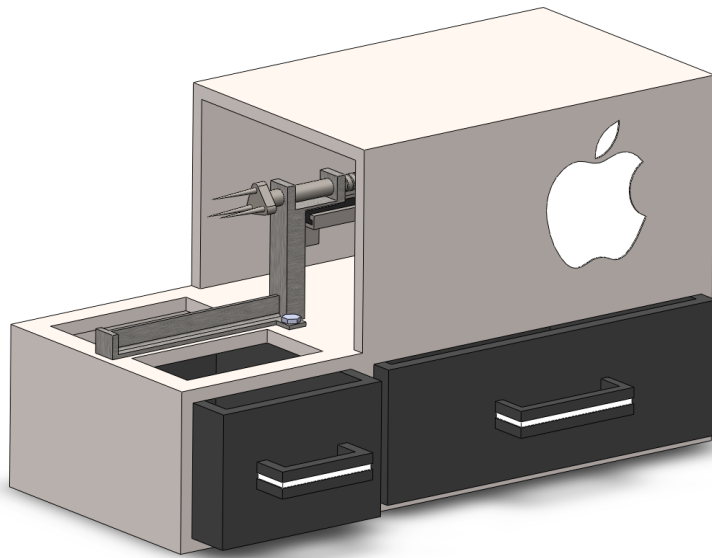


# EPLUCHE POMME



PPE terminale S – SI Année 2011-2012

TRAUBE Lucille  
BAERT Sébastien  
CASABIANCA Romain  
GRACIO Alexis



Lycée Jean Perrin

## Table des matières

I.	INTRODUCTION :	3
II.	La conception	4
A.	Etude fonctionnelle	4
1.	Le diagramme bête à corne.	4
2.	Le diagramme SADT.	5
3.	Le diagramme pieuvre.	6
4.	Le diagramme FAST	7
B.	Solutions techniques	8
1.	Solutions techniques du socle	8
2.	Solutions techniques pour la fixation de la pomme.	9
III.	Réalisation de la partie mécanique	10
A.	Modélisation de la solution sous solidworks (version 2011)	10
1.	Vue d'ensemble de l'appareil.	10
2.	Schéma Cinématique	11
3.	Support de la liaisons hélicoïdale	11
4.	Vis et système de préhension de la pomme	12
5.	Guidage en translation (liaison glissière)	12
6.	Chariot porte moto réducteur+ Moteur + accouplement	13
7.	Ossature de l'appareil et un des tiroirs	14
8.	Photos lors de la réalisation	15
B.	Choix des produits utilisés.	17
1.	Choix du moto réducteur	17
2.	Choix des capteurs.	19
3.	Choix du bouton poussoir	21
IV.	Réalisation de la partie commande.	22
A.	Présentation de la partie programmation.	22
1.	Schéma de principe	23
2.	Choix des alimentations	23
3.	Schéma électrique du câblage	24
4.	Grafcet de l'automate	25
5.	Grafcet en langage FBP	26
V.	CONCLUSION :	26
VI.	Annexes	27

# I. INTRODUCTION :

Le but de notre PPE est d'étudier et de concevoir un « Epluche Pomme » qui pourra par la suite être installé dans le réfectoire de notre lycée. Il permettra ainsi de fournir des pommes aux élèves lors des pauses.

Pour réaliser notre projet, un cahier des charges fonctionnel nous a été imposé et un budget d'environ 100€ nous a été alloué.

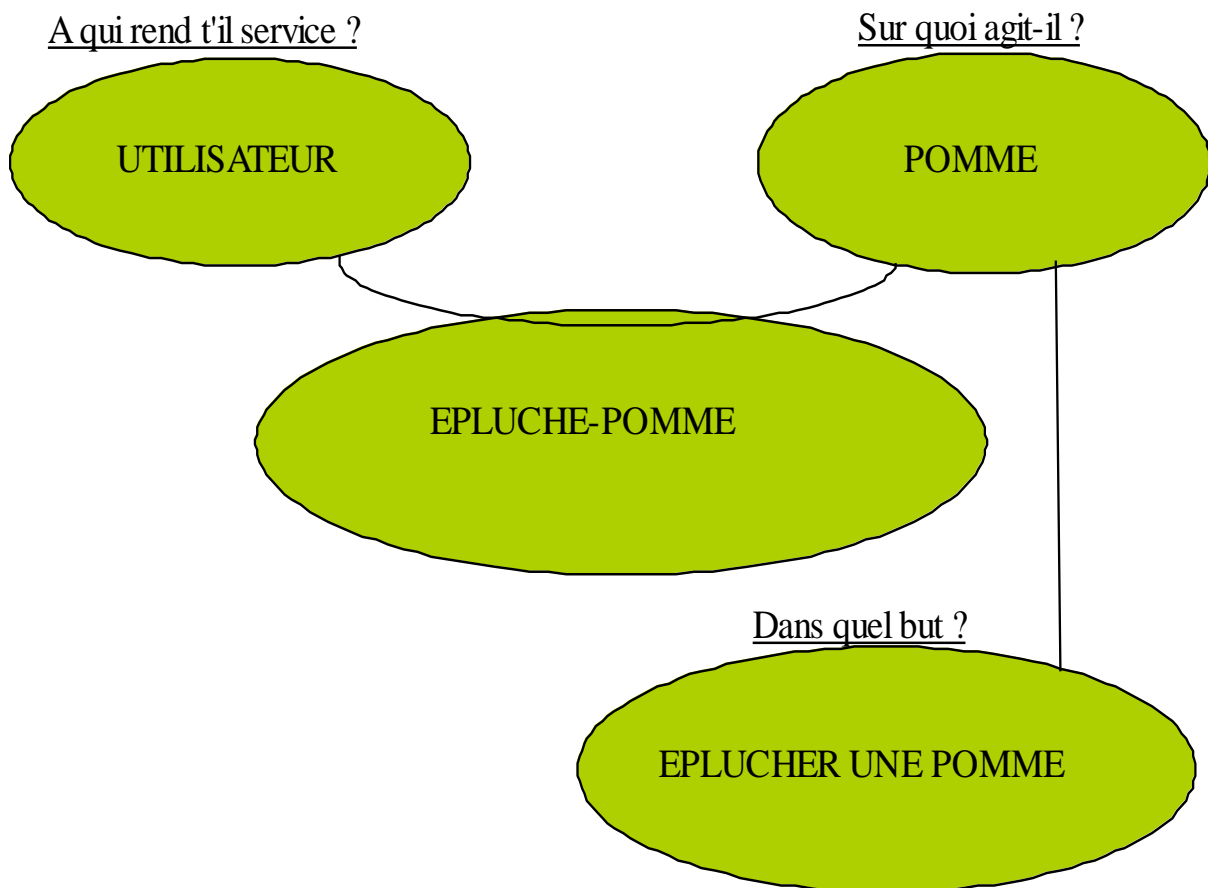
Les principales caractéristiques imposées par le cahier des charges sont :

- Il doit s'adapter à tout type de calibre de pomme
- Il doit garantir la sécurité des utilisateurs
- Etre alimenté en 12V /24V
- Un temps de cycle de 15s

## II. La conception

### A. Etude fonctionnelle.

#### 1. Le diagramme bête à corne.



Notre « Epluche Pomme » met en contact le consommateur et une pomme.  
Sa fonction principale est d'enlever la peau de la pomme de façon automatique pour fournir une pomme épluchée au consommateur.

## 2. Le diagramme SADT.

Le diagramme SADT nous a permis d'identifier et de modéliser la fonction globale et les différents échanges entre le système et son environnement.

Les entrées sont :

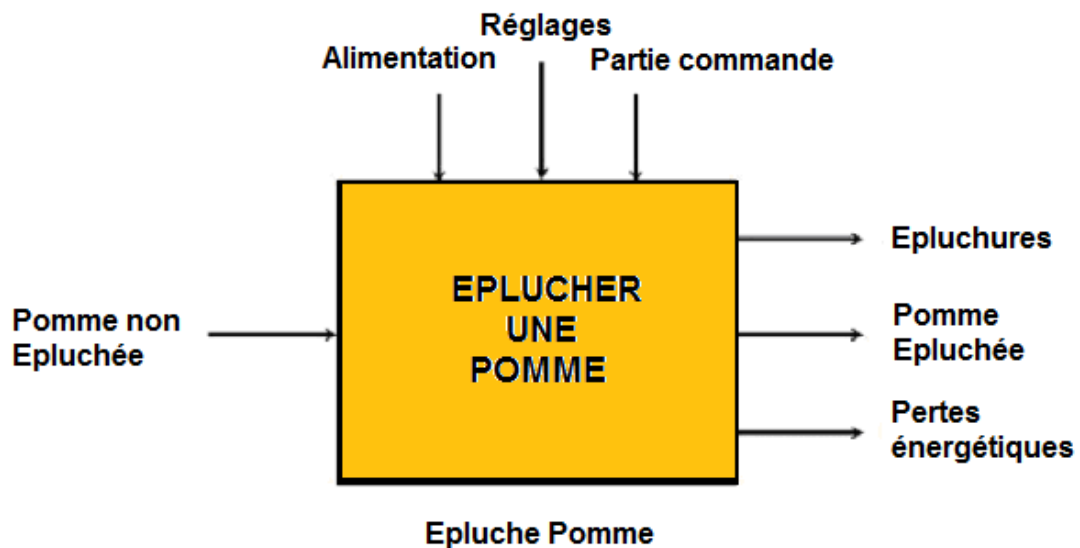
- Une pomme non épluchée

Les données de contrôle sont :

- L'alimentation
- Les réglages et les contrôles des déplacements
- Partie Commande

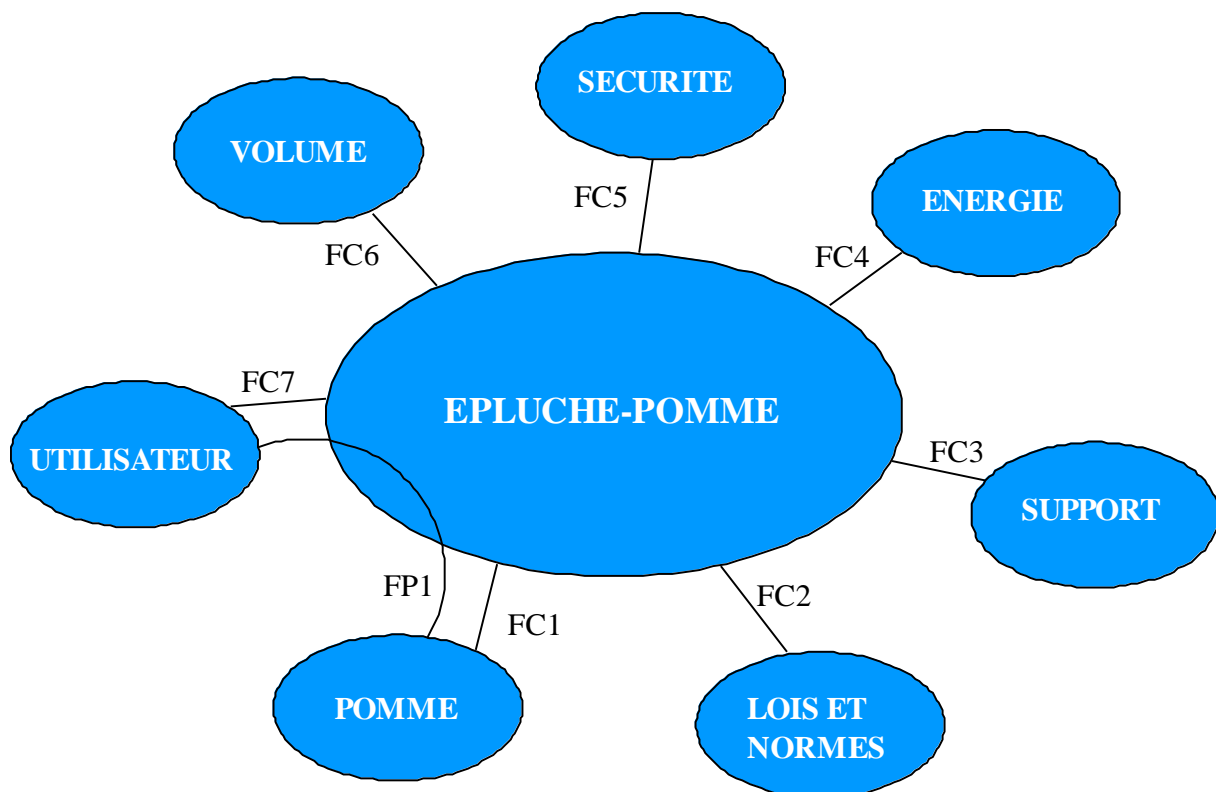
En sortie :

- Les épluchures
- La pomme épluchée
- Pertes énergétiques



### 3. Le diagramme pieuvre.

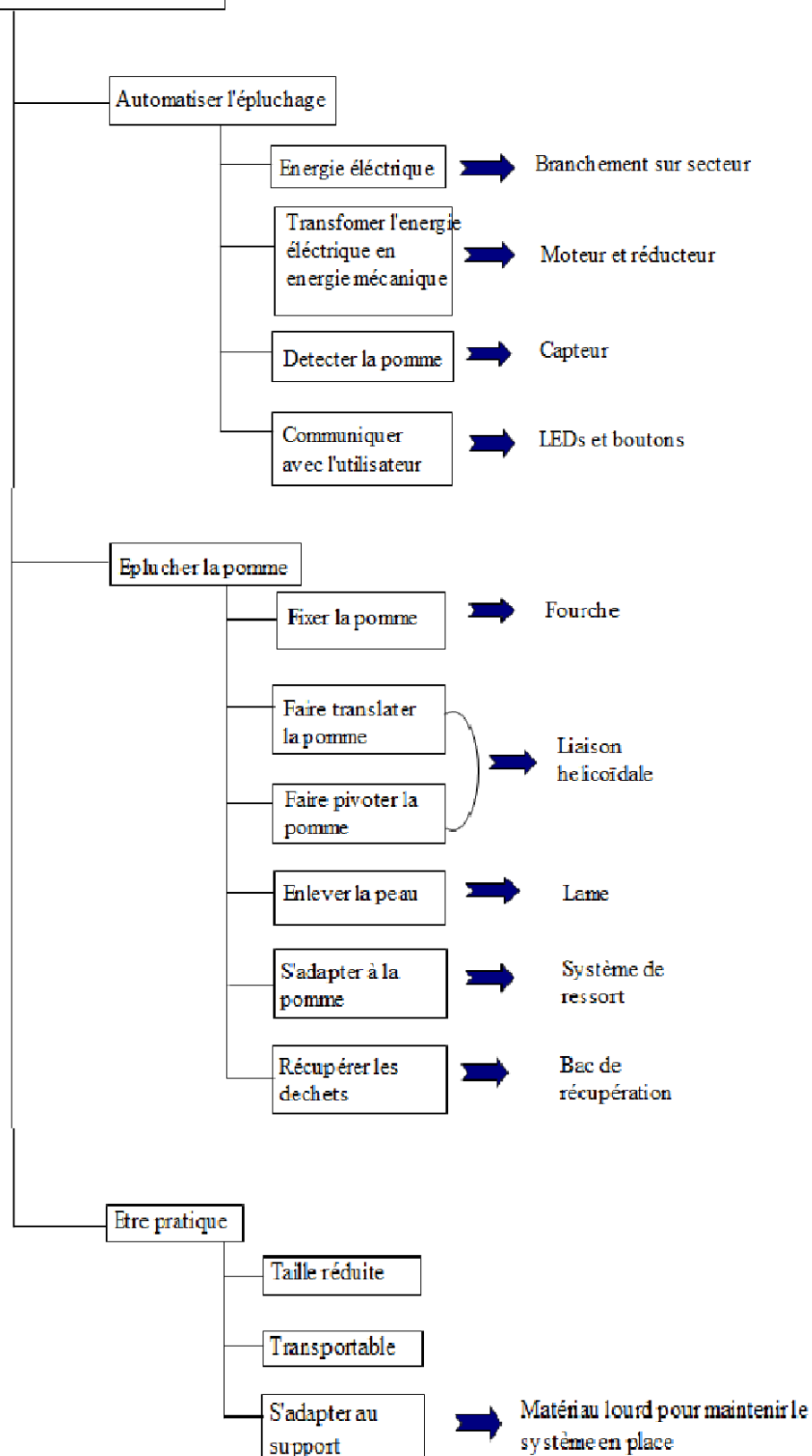
Le diagramme pieuvre est une représentation permettant de mettre en évidence et de recenser les différentes interactions entre le système et son environnement.



<b>FP1</b>	Permettre à l'utilisateur d'éplucher une pomme sans intervenir pendant l'opération automatisée qui dure au maximum 15 secondes.
<b>FC1</b>	S'adapter à tous types de pommes.
<b>FC2</b>	Être conforme aux lois et aux normes.
<b>FC3</b>	S'adapter à un support plan.
<b>FC4</b>	S'adapter aux secteurs EDF.
<b>FC5</b>	L'utilisateur ne doit encourir aucun risque.
<b>FC6</b>	Transportable ( Pas trop volumineux ).
<b>FC7</b>	Ne pas avoir à intervenir durant le processus.

#### 4. Le diagramme FAST.

Permettre à l'utilisateur d'éplucher et de couper une pomme sans intervenir pendant l'opération automatisée qui dure au maximum 10 secondes.

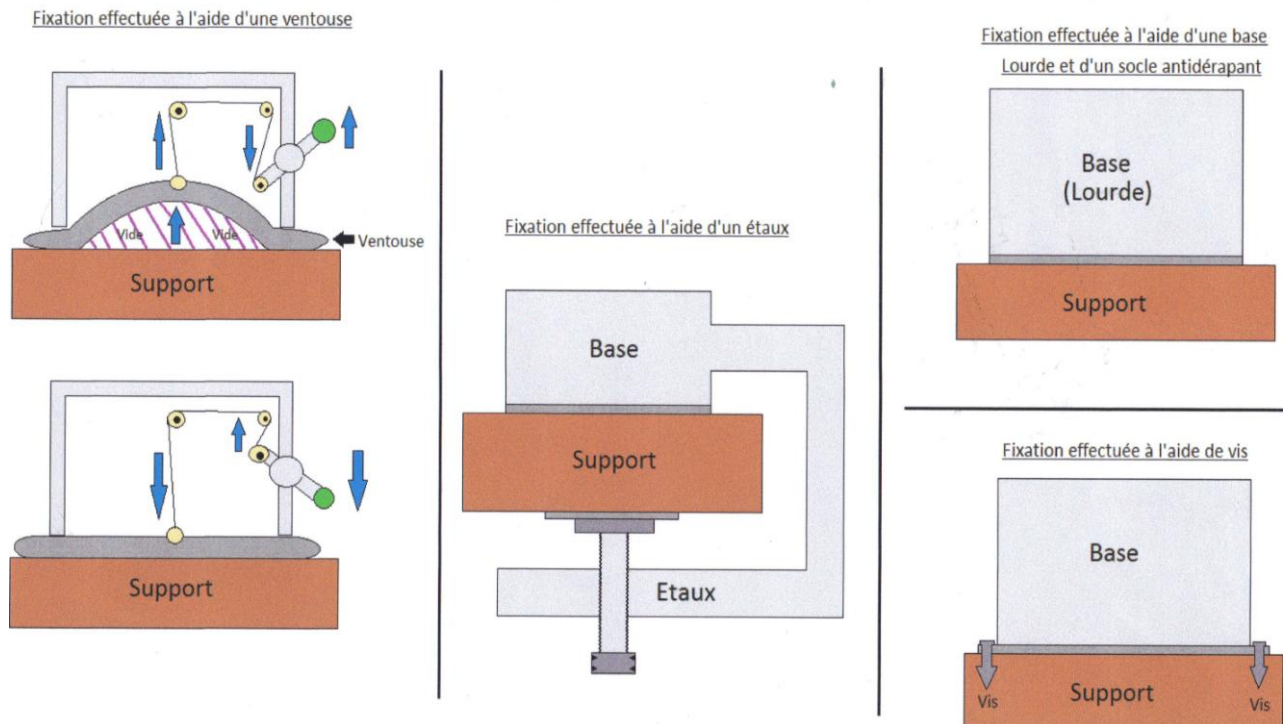


## B. Solutions techniques.

Dans cette partie, nous décrivons les différentes solutions qui permettent de réaliser la fonction principale « Eplucher une pomme ».

### 1. Solutions techniques du socle.

#### Différentes méthodes de fixations du système



La première solution consiste à utiliser le principe de ventouse par aspiration d'air avec une simple action sur un levier. Le problème de cette solution était la complexité et l'encombrement de ce système qui de surcroît n'est pas toujours efficace.

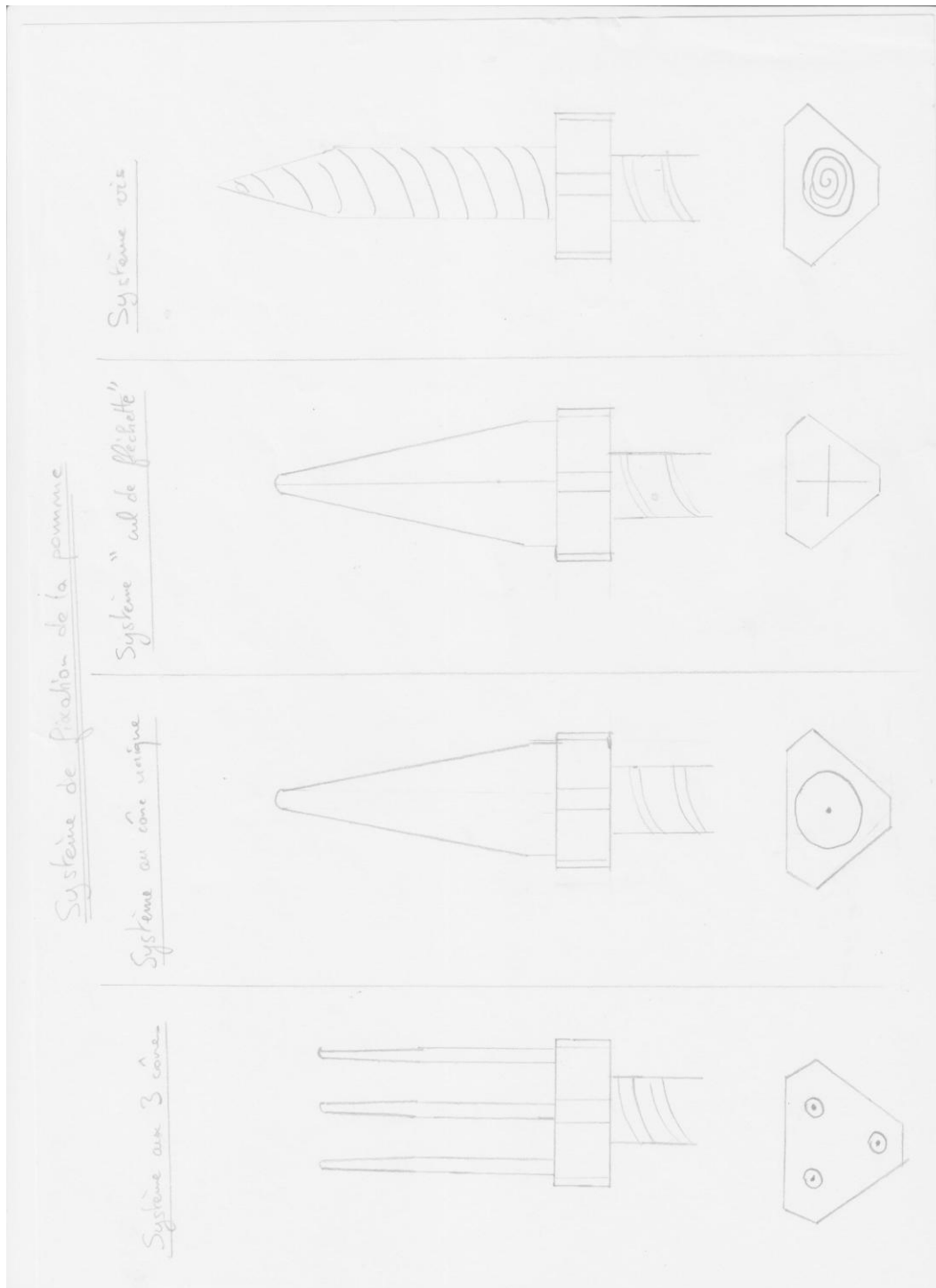
La seconde solution consiste à utiliser un système d'étau à maintenir sur le support. Cette solution était beaucoup trop encombrante et nécessitait un support solide.

La troisième solution proposée permettait de fixer l'ensemble sur le support par le moyen de vis. L'inconvénient de cette solution est qu'elle nécessite de faire des trous pour les vis dans le support, or dans une cuisine, ce n'est pas souhaitable.

La dernière solution consistait à réaliser un ensemble lourd avec une boîte, et par amélioration, des tiroirs pour récupérer les épluchures. C'est donc cette solution que nous avons choisi pour notre système.



## 2. Solutions techniques pour la fixation de la pomme.



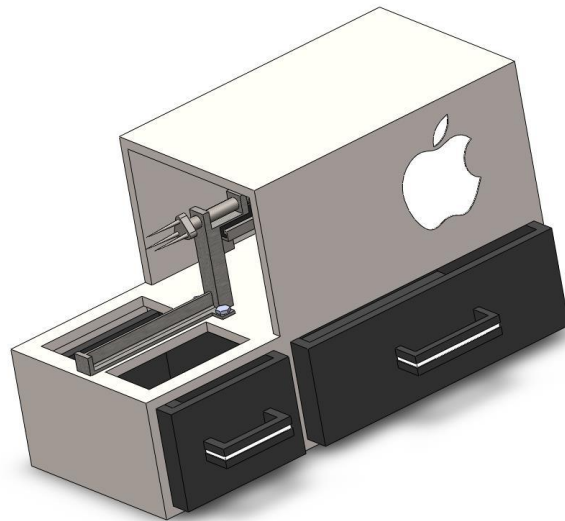
Nous avons d'abord réfléchi à différentes possibilités pour maintenir la pomme en place lors de l'épluchage. Après réflexion, il s'est avéré que seul le système de fourches avec «3 cônes» permettait de bien maintenir le fruit. En effet, les autres systèmes se fixent bien dans la pomme, mais dès qu'un effort trop grand est appliqué pour faire tourner la pomme et l'éplucher, alors la pomme tourne sur la fourche.

### III. Réalisation de la partie mécanique.

#### A. *Modélisation de la solution sous solidworks (version 2011).*

Avant de passer à la réalisation de notre projet, nous avons modélisé la solution choisie. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel solidworks 2011 qui nous a permis d'avoir une image concrète du système et de définir toutes les cotes des pièces mécaniques.

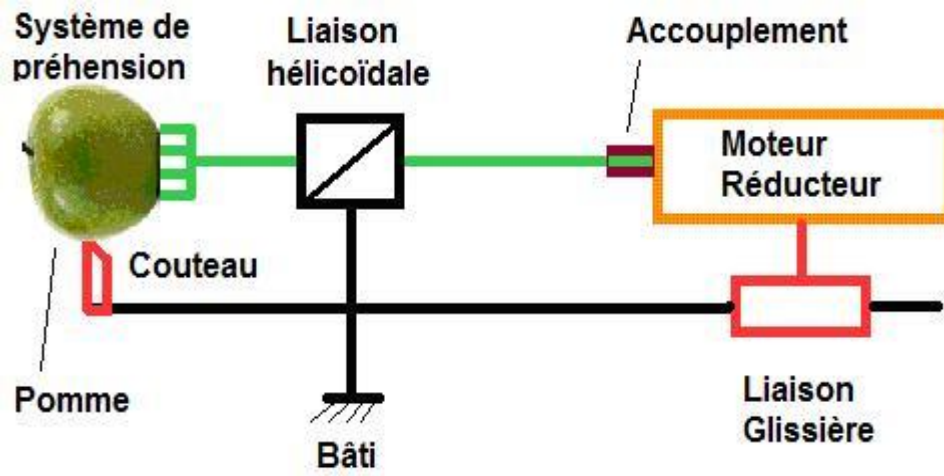
#### 1. Vue d'ensemble de l'appareil.



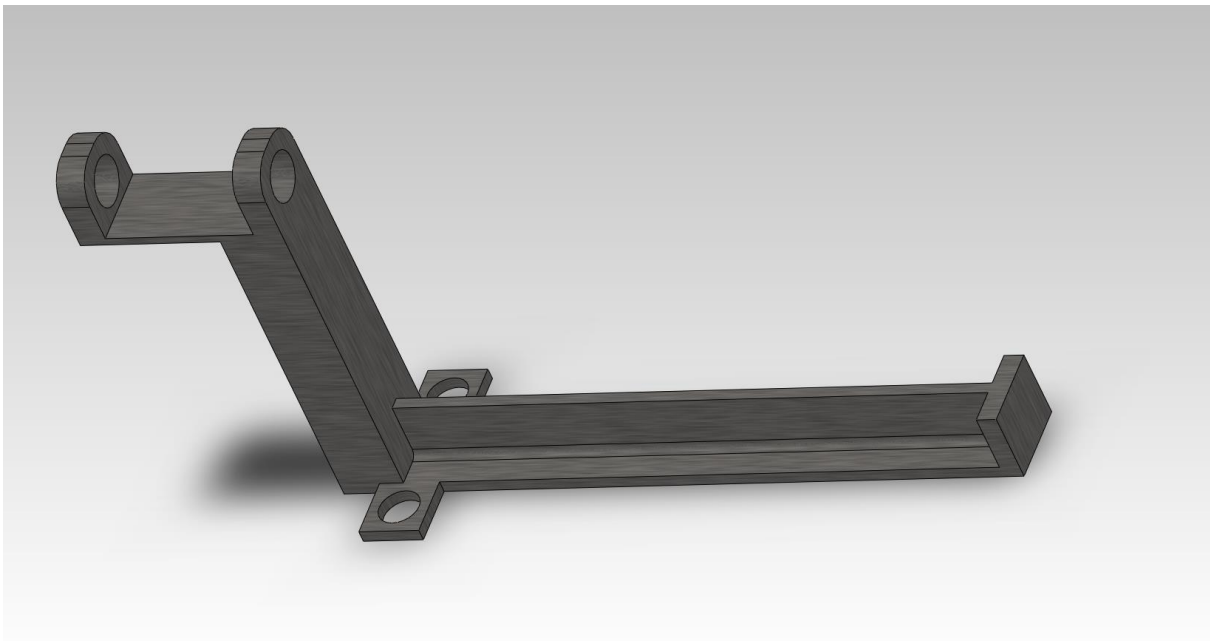
L'appareil se caractérise par trois zones distinctes :

- La zone supérieure dans laquelle se situe tout le mécanisme de l'appareil
- La zone inférieure de gauche comportant un tiroir recevant toutes les épluchures.
- La zone inférieure de droite comportant un autre tiroir dans lequel seront stockées les pommes avant leur transformation. (Pour des raisons pratiques, ce tiroir a été supprimé de notre projet. Seul le tiroir des épluchures a été mis en œuvre)

## 2. Schéma Cinématique



## 3. Support de la liaisons hélicoïdale



Cet élément sera fixé sur l'ossature principale de l'appareil.

#### 4. Vis et système de préhension de la pomme

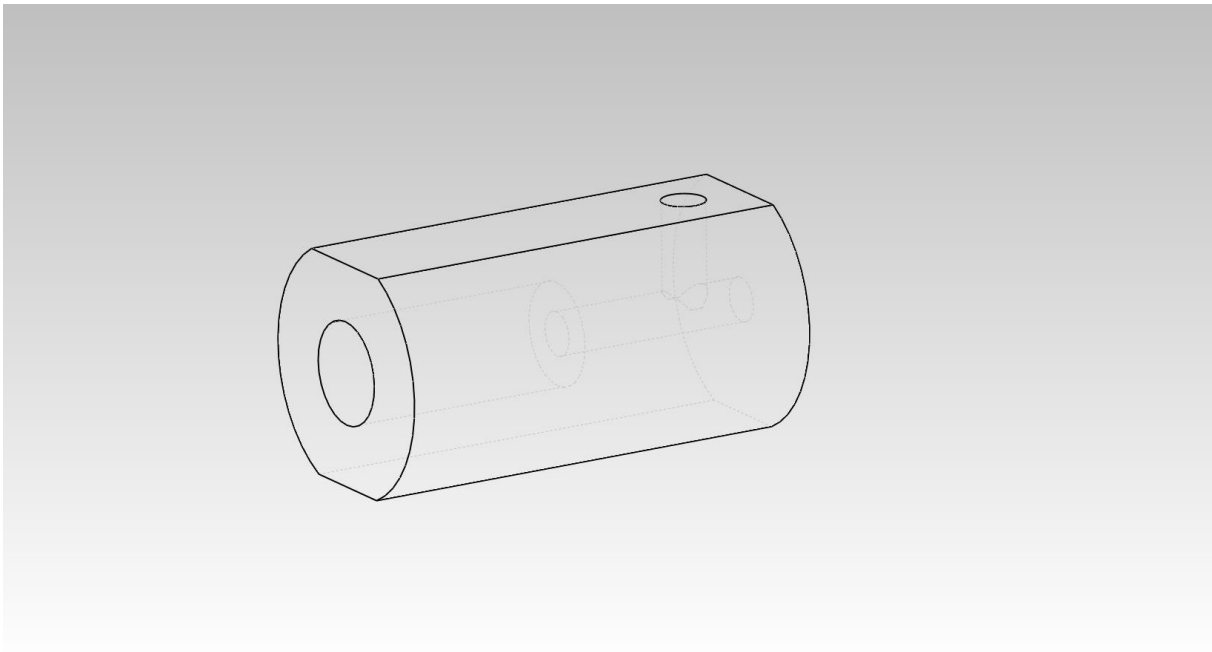
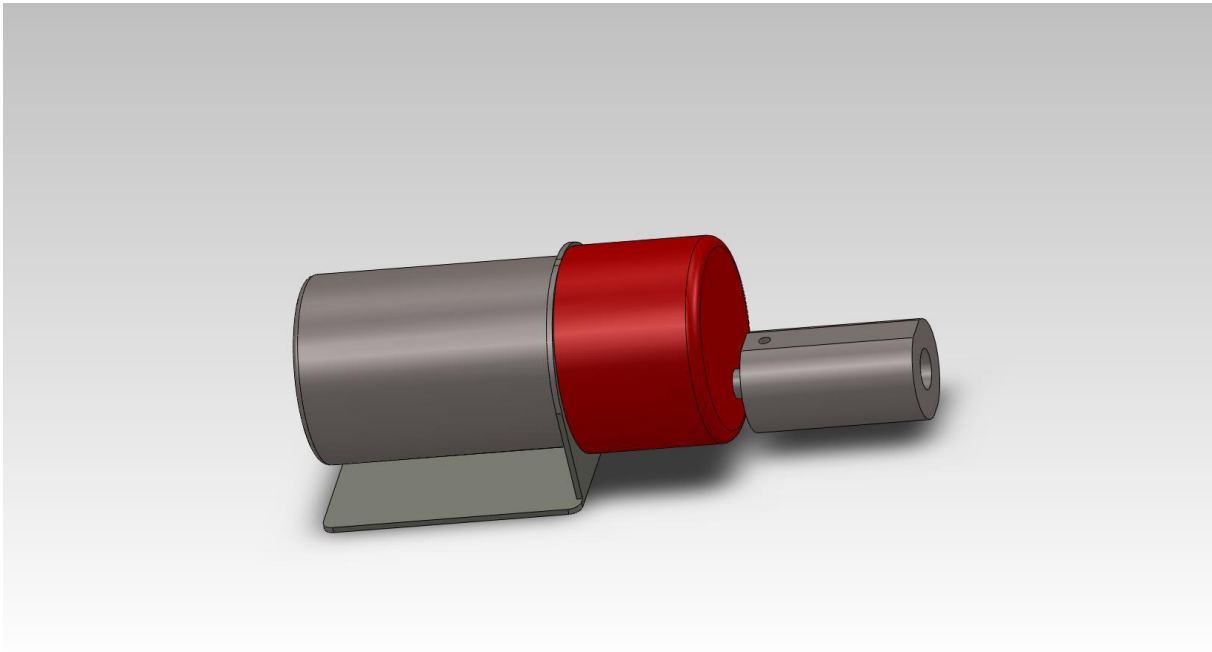


#### 5. Guidage en translation (liaison glissière)



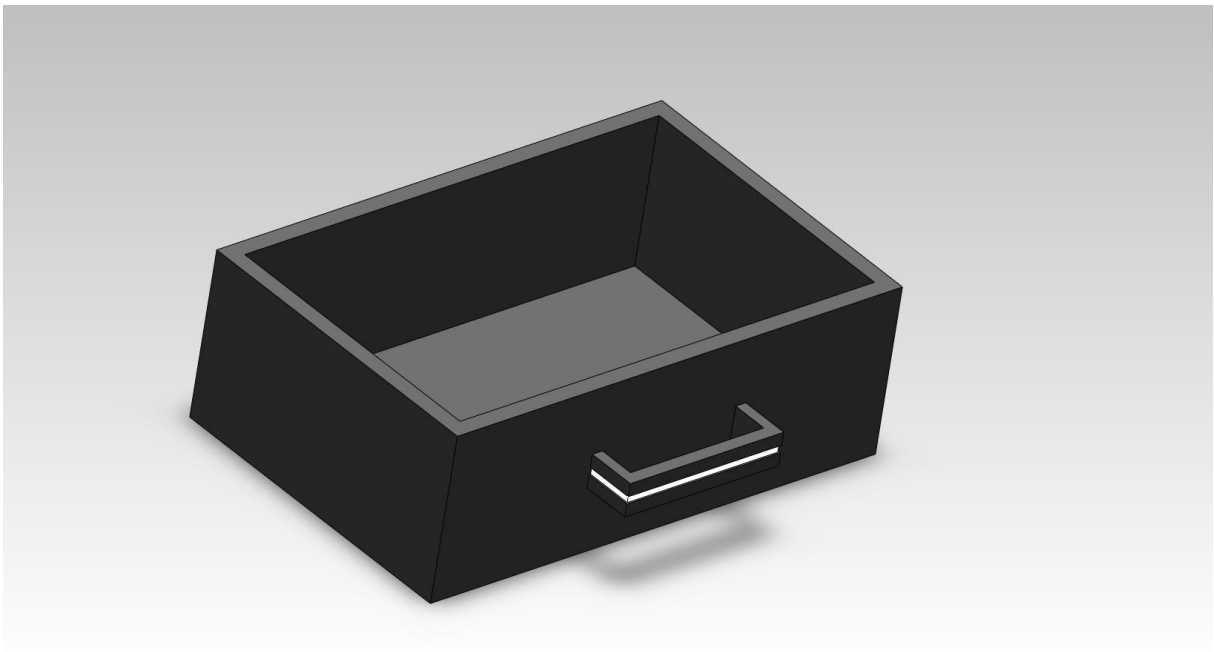
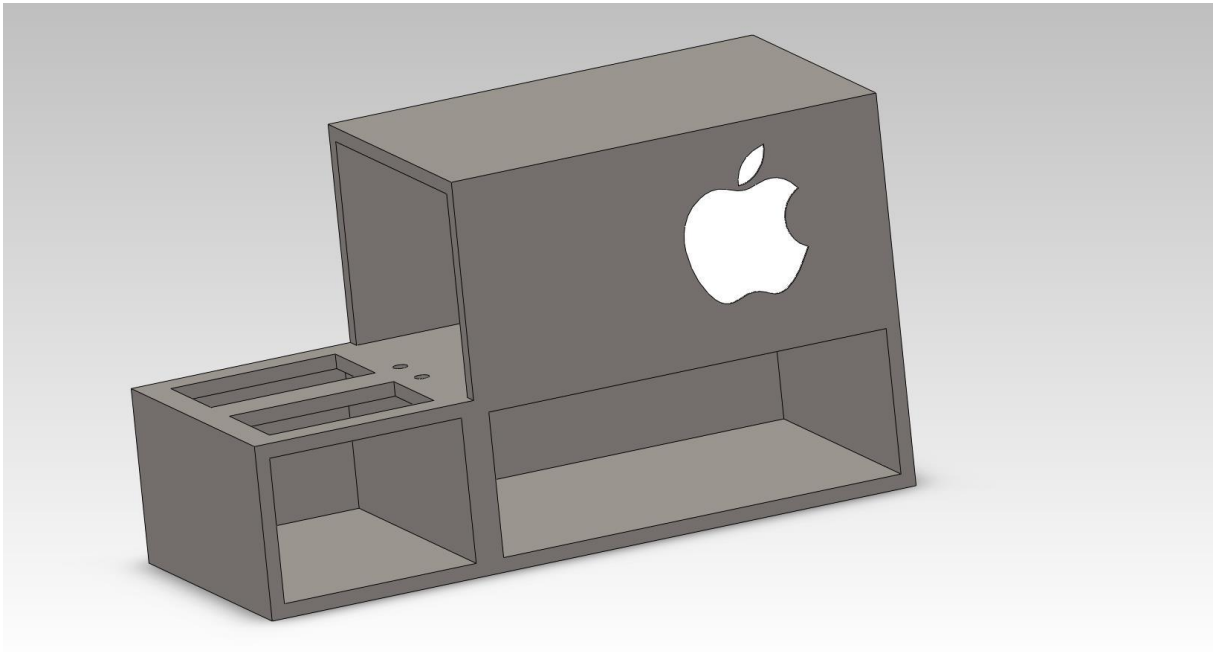
Cette pièce fixée sur l'ossature principale de l'appareil, recevra le chariot supportant le moteur qui entraînera la vis supportant la pomme à éplucher.

## 6. Chariot porte moto réducteur+ Moteur + accouplement



Noix d'accouplement entre le Moto réducteur et la vis.  
Cet élément permet de solidariser l'axe de sortie du Moto réducteur avec la vis supportant la pomme.

## 7. Ossature de l'appareil et un des tiroirs.



Notre appareil définitif a été modifié par rapport à notre idée initiale. Nous avons limité notre réalisation au tiroir devant réceptionner les épluchures.

## 8. Photos lors de la réalisation.



Phase de découpe du plexiglas constituant l'ossature de notre appareil.



Pliage du plexiglas à l'aide d'un souffleur à air chaud.





Opération de pliage après chauffage.



Ossature principale terminée



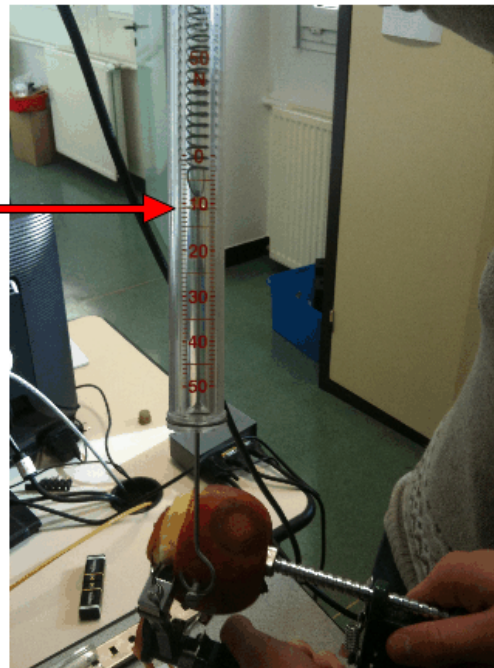
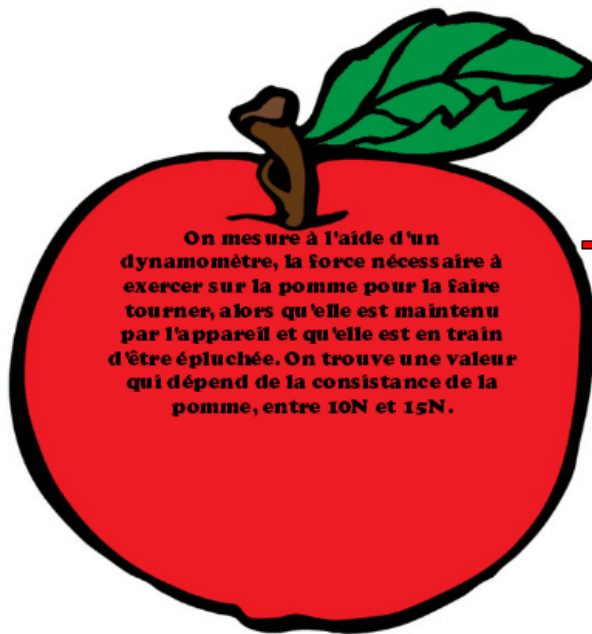
## B. *Choix des produits utilisés.*

Grace à la modélisation réalisée, nous avons pu passer à l'étape « réalisation » et nous avons commandé les différents matériaux après avoir déterminé leurs caractéristiques.

Pour soutenir et rigidifier le module nous avons utilisé des profilés auquel nous avons fixé des plaques de plexiglas afin de protéger le module, de manière à ce que le procédé soit facilement visible.

Pour le choix du moteur nous avons tout d'abord réalisé une expérience pour déterminer l'ordre de grandeur de la force qu'il faut exercer pour éplucher une pomme.

### 1. **Choix du moto réducteur.**



#### Données:

Rayon d'une pomme : env. 3,8 cm

Force pour éplucher une pomme : < 12 N

Nombre de tours pour éplucher totalement une pomme : env. 12 tours.

5 secondes pour éplucher la pomme

Calculs pour assurer l'épluchage de la pomme:

Couple :  $C = F_{\max} * R = 12 * 3,8 = 46 \text{ N.cm} = 0,46 \text{ N.m}$

On a  $N = 12$  tours en  $5 \text{ sec} = 2,4 \text{ tr/s}$  ( soit  $144 \text{ tr/min}$  )

D'où  $\omega = \pi N/30 = \pi * 144/30 = 15 \text{ rad/s}$

$$P = \omega * C = 15 * 0,46 = 6,9 \text{ W}$$

Après ces différentes mesures et calculs, nous en avons déduit qu'il nous fallait un moteur pouvant délivrer une puissance d'au minimum  $7 \text{ W}$  et d'une vitesse de rotation en sortie de environ  $144 \text{ tr/min}$ .

Notre choix parmi les moteurs à notre disposition, s'est porté ver le moteur 950D501 dont la vitesse de rotation en sortie est de  $252 \text{ tr/mn}$  sous  $12\text{V}$ , et un couple nominal de  $0,4 \text{ N.m}$  ( Son couple Maximum est de  $3 \text{ N.m}$ ). Nous pensons que ce moteur est un bon compromis pour notre application.

## 2. Choix des capteurs.

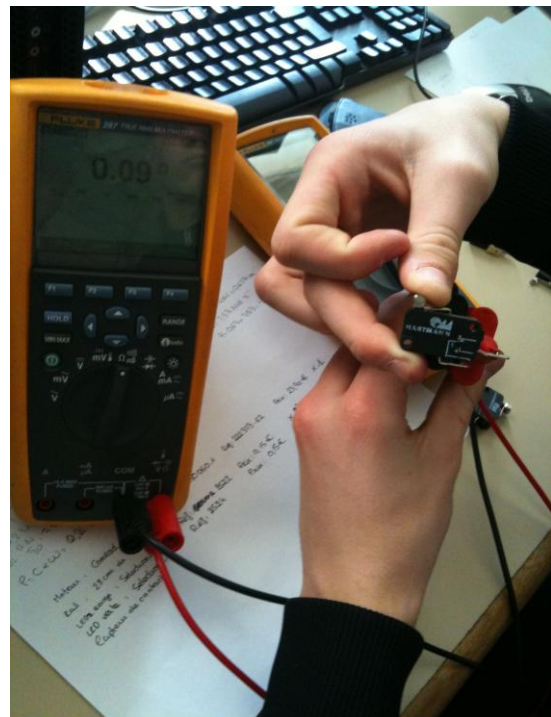
Pour les capteurs de fin et début de course, nous avons le choix entre plusieurs types de capteurs : des capteurs de contacts ou des capteurs magnétiques.

Avant tout, nous avons vérifié que les capteurs à notre disposition fonctionnaient. Il fallait aussi voir dans quel branchement ils fonctionnaient en interrupteur fermé lors d'une pression ( ou contact pour les magnétiques ), ou en interrupteur ouvert lors de cette même pression ou contact ( car ce sont des capteurs dont le fonctionnement varie en fonction des branchements fait ). On a donc testé leur résistance sans appui et avec appui ( ou sans contact et avec contact ), pour vérifier justement si ils fonctionnaient donc, et comment devons nous les brancher pour assurer la fonction que l'on voulait ( à savoir, interrupteur fermé lors d'un appui ):

Pour les capteurs de contact, nous avons le choix entre deux tailles :



Capteur au repos



Capteur actif

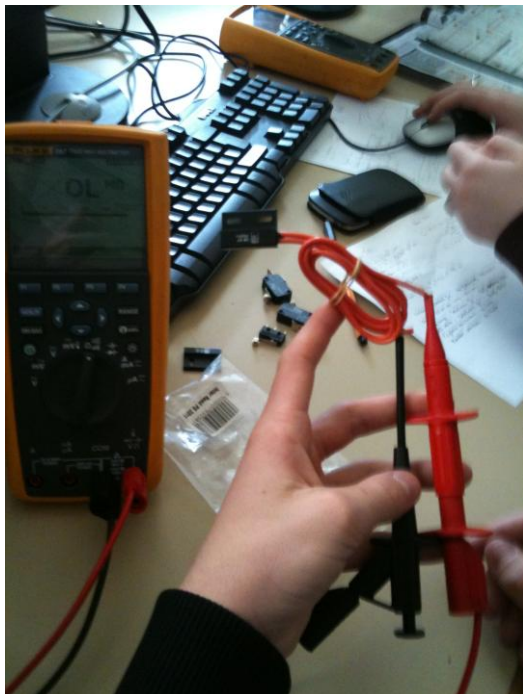


Capteur au repos



Capteur actif

Et les capteurs magnétiques :



Capteur au repos



Capteur actif



Nous avons choisi le capteur magnétique, car il ne nécessite aucune pression, aucun contact pour fonctionner, ce qui pourrait provoquer des frottements et abimer plus rapidement les matériaux. De surcroît, ces capteurs de contacts avaient besoin d'une pression relativement importante qui auraient donc pénalisé la puissance du moteur.

### 3. Choix du bouton poussoir

Nous voulions un bouton poussoir assez petit et simple juste pour démarrer le cycle par une pression dessus. Nous avons à disposition ce genre de bouton dont nous avons donc tester la résistance pour vérifier son bon fonctionnement.



Sans pression



Avec pression

## IV. Réalisation de la partie commande.

### A. Présentation de la partie programmation.

Pour gérer la partie commande nous avons utilisé un module, automate appelé Zelio Soft comportant 8 entrées, 4 sorties. Il est alimenté en 24V/DC. Nous n'avons pas utilisé un microcontrôleur car ce dernier aurait nécessité un environnement électronique et logiciel beaucoup plus complexe et long à mettre en œuvre que le module que nous avons choisi. Afin de programmer ce module nous avons utilisé un logiciel, Zelio Soft 2, qui peut utiliser deux modes de programmation :

- le langage FBD qui se présente sous la forme de blocs fonctions.

- le langage LADDER.

Pour réaliser notre projet, nous avons choisi d'utiliser le langage FBD, du fait de sa simplicité. En effet dans ce mode, nous disposons de nombreuses fonctions, telles que la fonction grafcet SFC, des fonctions logiques ou encore des fonctions pré-programmées.

A l'issue de la réalisation du programme nous avons eu la possibilité de le simuler sur l'ordinateur afin de vérifier son fonctionnement.

Une fois terminé et simulé, il ne restait plus qu'à connecter le module via un câble à l'ordinateur, pour charger le programme de notre automate.



## 1. Schéma de principe



L'automate gère les signaux suivants :

En entrée :

- Le bouton poussoir qui permettra de lancer le cycle d'épluchage de la pomme.
- Le capteur de Position avant qui permet d'arrêter le moteur lorsque la vis est complètement sortie.
- Le capteur de Position Arrière qui permet d'arrêter le moteur lorsque la vis est complètement entrée.

En sortie :

- Le signal Moteur Marche Avant qui permet d'alimenter le moteur dans le sens correspondant à la sortie de la vis
- Le signal Moteur Marche Arrière qui permet d'alimenter le moteur dans le sens correspondant à la rentrée de la vis
- Le signal de commande de la LED Verte. Cette LED permet de visualiser lorsque le système est prêt à démarrer la phase d'épluchage, et lors de la pause de 5s.
- Le signal de commande de la LED Rouge permet de visualiser lorsque le moteur est commandé.

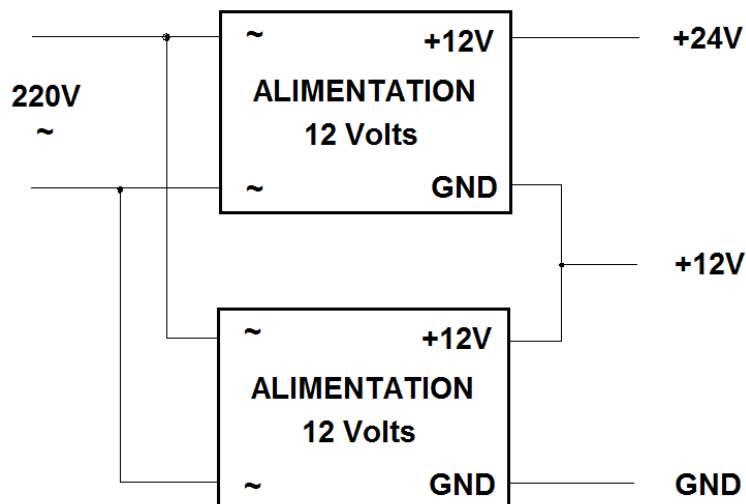
Lorsque la LED Verte est éteinte le système est occupé.

## 2. Choix des alimentations

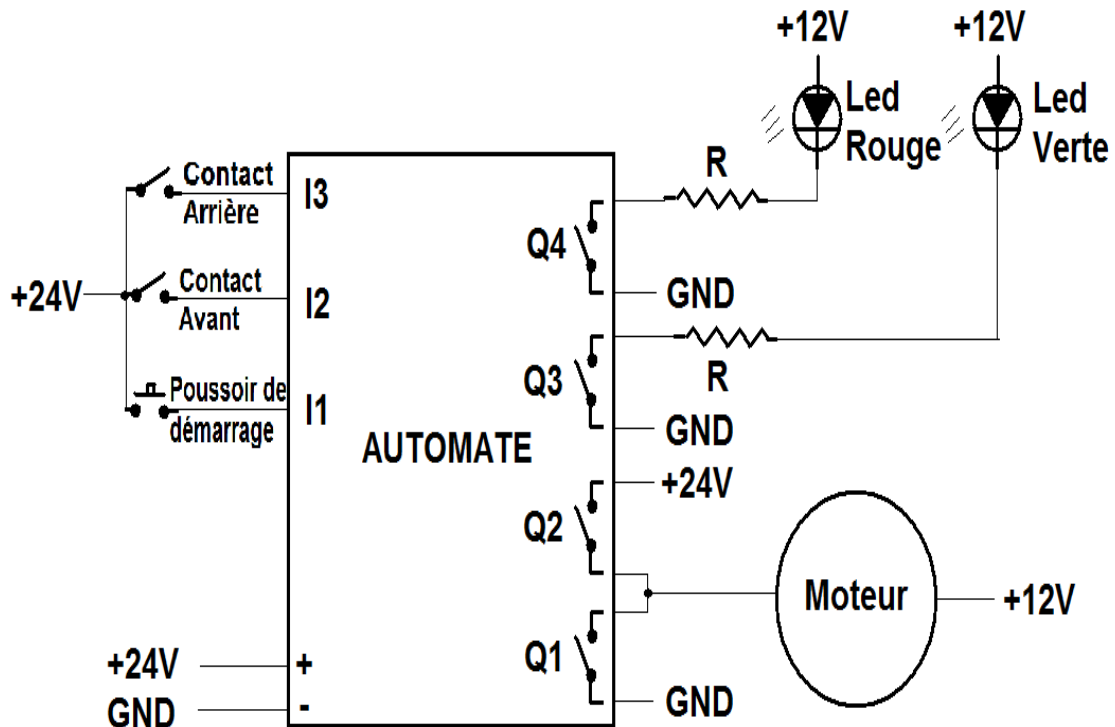
L'automate doit être alimenté en 24 Volts continu.

Le moteur doit être alimenté en 12 Volts continu.

Par conséquent nous allons utiliser deux alimentations de 12 Volts continu qui seront reliées en série pour fabriquer le 24 Volts continu.



### 3. Schéma électrique du câblage



Les contacts Q1 et Q2 permettent de piloter le moteur et donc de changer son sens de rotation :

- Q1 ouvert et Q2 ouvert : le moteur ne tourne pas,
- Q1 fermé et Q2 ouvert : le moteur tourne en marche avant,
- Q1 ouvert et Q2 fermé : le moteur tourne en marche arrière,
- Q1 fermé et Q2 fermé : cette combinaison est interdite car elle crée un court circuit entre le +24V et le masse GND.

Le contact Q3 permet d'alimenter et donc d'allumer le LED Verte.

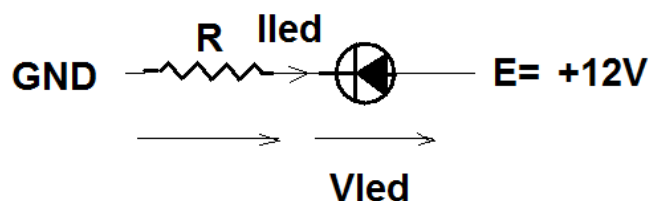
Le contact Q4 permet d'alimenter et donc d'allumer le LED Rouge.

Les entrées I1, I2 et I3 reçoivent les contacts « poussoir de démarrage », « contact de position Avant » et « contact de position Arrière ».

Calcul de la résistance R permettant de limiter le courant dans la LED :

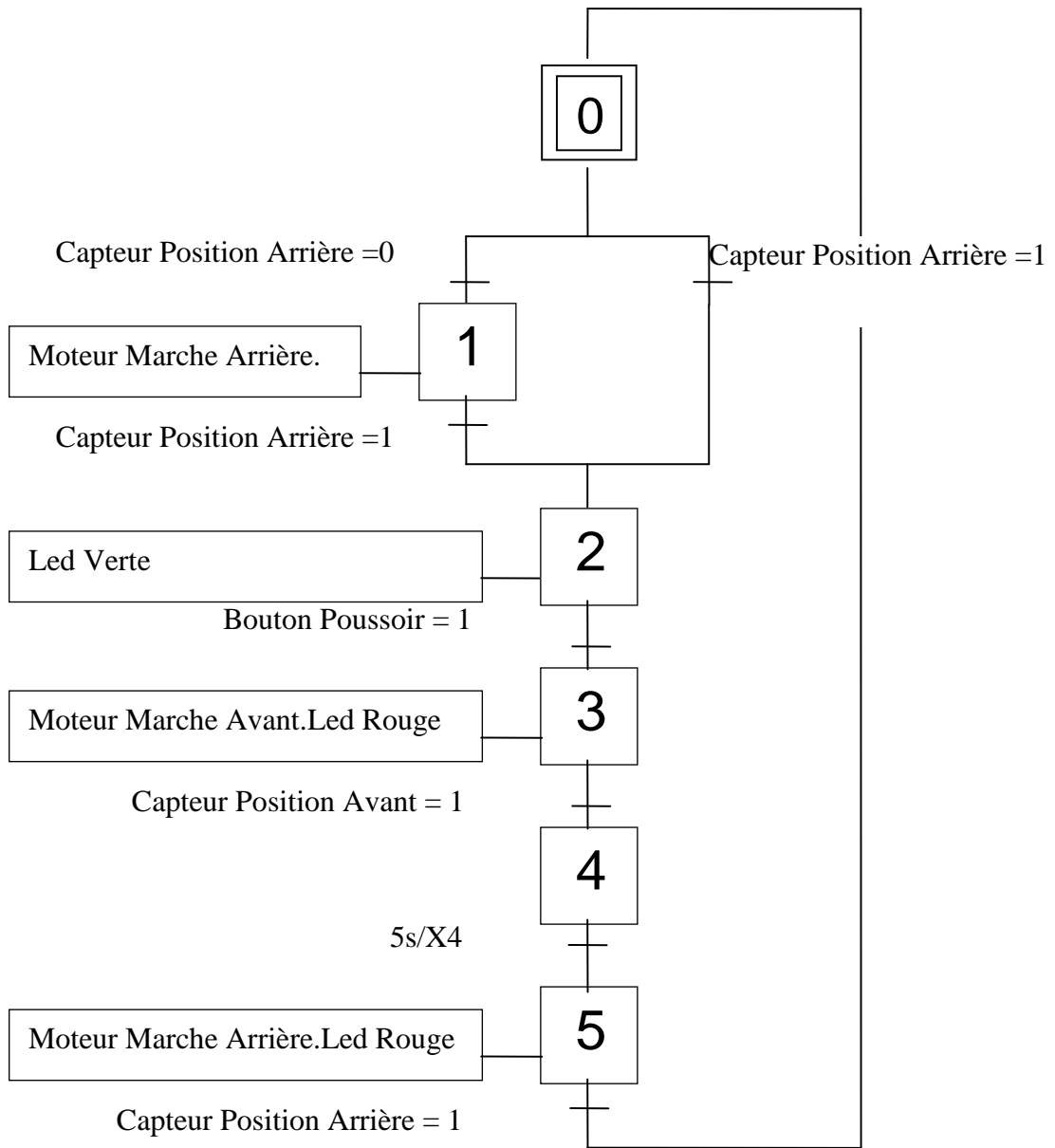
Lorsque la LED est allumée on a  $V_{led} = 1V$ ,  $I_{led} = 5\text{ mA}$  et la tension principale E est de 12 Volts :

$$E = V_{led} + R \times I_{led} \quad \text{donc} \quad R = (E - V_{led}) / I_{led} = 2200 \text{ Ohms}$$





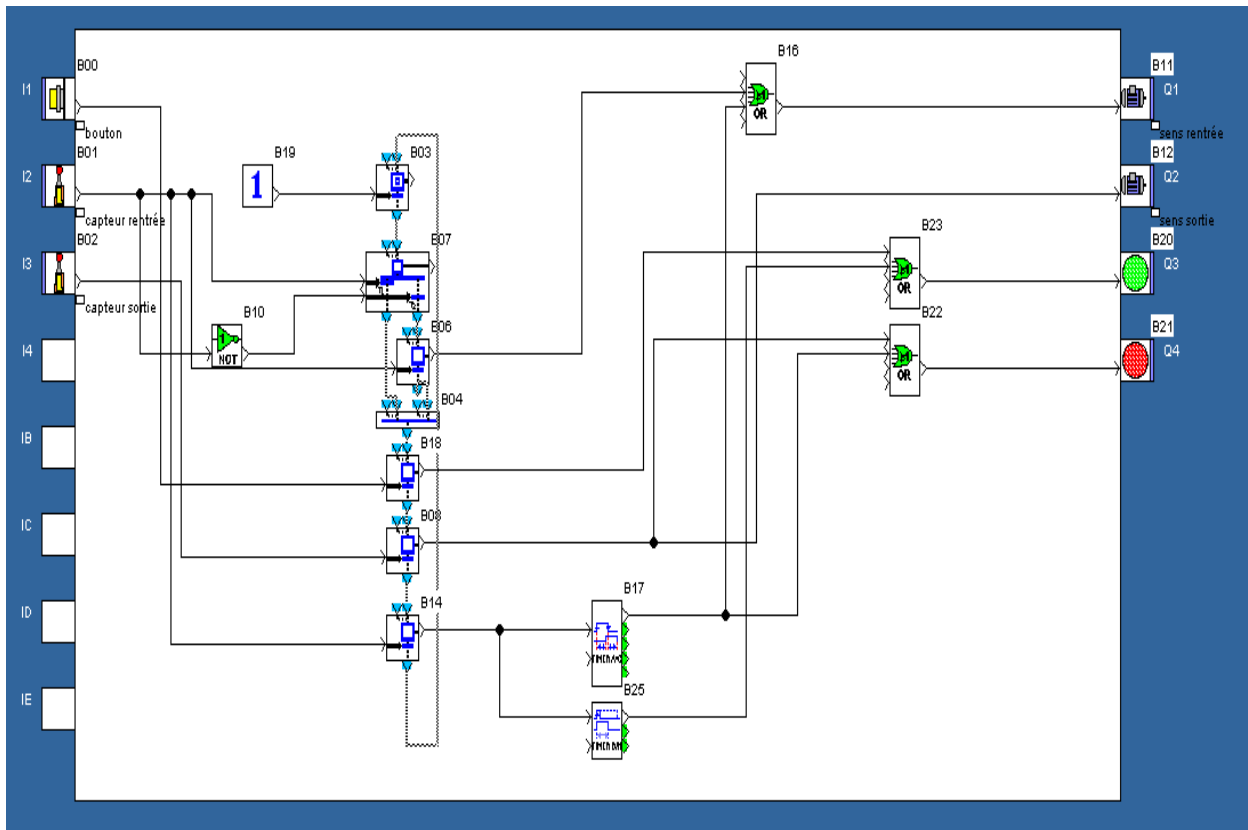
#### 4. Grafcet de l'automate



Grafcet de l'automate

L'étape 1 permet de ramener le moteur en position initiale si celui-ci n'est pas dans cette position au démarrage du cycle.

## 5. Grafcet en langage FBP



Représentation du grafcet en langage FBP

## V. CONCLUSION :

Nous avons conçu notre projet pour que notre appareil épluche des pommes de calibres différents et récupère les épluchures automatiquement, à l'aide d'une partie commande composée d'un automate programmable. Il suffit tout d'abord d'embrocher la pomme et d'appuyer ensuite sur le bouton pour démarrer le cycle. La partie opérative s'enclenche et le moteur entraîne la vis en rotation et en translation pour amener la pomme en contact avec le système d'épluchage. Ensuite, après une pause de 5 s permettant d'enlever les tranches de pommes, le système recule jusqu'au capteur arrière afin de pouvoir récupérer le trognon de la pomme. La Led Verte s'allume et indique donc qu'un nouveau cycle peut être à nouveau lancé.

## VI. Annexes

### Fiches personnelles :

- Lucille Traube :
- Sébastien Baert :

Pour moi, le PPE est avant tout un projet d'équipe car on est beaucoup plus efficace à plusieurs. Il vaut mieux traiter à plusieurs correctement et rapidement une partie plutôt que d'être dans l'individualité pour cette partie et perdre du temps, et être en difficultés.

Ce PPE m'a bien fait comprendre cet esprit d'équipe pour un seul et même projet, ce qui est un avant-goût du vrai métier d'ingénieur.

Cette expérience m'a particulièrement plu car il a débouché sur un prototype concret qui fonctionne parfaitement. Ce qui est particulièrement plaisant, c'est de se rendre compte que c'est nous qui avons créé ce système en passant par la conception, la modélisation, l'usinage, et enfin la production. Le tout en mêlant les deux matières des Sciences de l'Ingénieur : électronique et mécanique.

- Romain Casabianca :

Ce projet de PPE m'a particulièrement passionné, car il m'a permis de toucher à tous les domaines, que ce soit l'électronique, l'informatique ou la mécanique.

Très vite je me suis rendu compte que ce sujet n'était pas aussi simple qu'il en avait l'air. Les problèmes sont arrivés au moment de la recherche des solutions, mais grâce aux diverses idées du groupe nous avons pu converger vers une solution fonctionnelle.

J'ai particulièrement apprécié la modélisation mécanique du système sur ordinateur que j'ai pu matérialiser au moment de l'assemblage des modules et de la réalisation des pistons. La réalisation du produit, du câblage, du grafset et la programmation de l'automate ont pris une dimension plus grande dans l'intérêt que je portais à cette activité, lorsque le dispositif a fonctionné conformément à nos attentes.

En conclusion ce projet est une bonne introduction au monde des ingénieurs, car il m'a permis d'utiliser les notions apprises en cours mais aussi il m'a fait découvrir d'autres notions comme la programmation d'automate, faire des cartes électroniques. De plus il m'a donné le goût au métier d'ingénieur et aux sciences de l'ingénieur.

- Alexis Gracio :





RATIOS NOW AVAILABLE AS EX-STOCK ITEMS.

950D2.51	(4.5v - 15v)	WITH RE 385 MOTOR. RATIO 2.5:1
950D61	(4.5v - 15v)	WITH RE 385 MOTOR. RATIO 6:1
950D111	(4.5v - 15v)	WITH RE 385 MOTOR. RATIO 11:1
950D501	(4.5v - 15v)	WITH RE 385 MOTOR. RATIO 50:1
950D1001	(4.5v - 15v)	WITH RE 385 MOTOR. RATIO 100:1
950D1481	(4.5v - 15v)	WITH RE 385 MOTOR. RATIO 148:1
950D5001	(4.5v - 15v)	WITH RE 385 MOTOR. RATIO 500:1
950D8101	(4.5v - 15v)	WITH RE 385 MOTOR. RATIO 810:1
950D30001	(4.5v - 15v)	WITH RE 385 MOTOR. RATIO 3000:1

**IMPORTANT NOTICE**  
Due to the wide range of applications for this product it is the users responsibility to establish the products suitability for their individual purpose(s).

Designed for heavy-duty industrial and model applications this robust unit boasts a powerful high quality, five pole motor with sintered bronze bearings. The metal gearbox incorporates sleeved bearings, enabling the high torque transfer from the motor to be transmitted through the gearbox. The unit is mounted on a 1mm thick plated steel bracket.

**MOTOR DATA (RE-385)**

MODEL	VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY					STALL TORQUE	
	OPERATING RANGE	NOMINAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE	OUTPUT	EFF	oz - in	g - cm
			R.P.M.	A	R.P.M.	A	oz - in	g - cm	W		
RE - 385	6.0 - 15.0	12v CONSTANT	11646	0.18	9869	0.99	78.4	7.98	66.1		513.5

**REDUCTION TABLE. R.P.M.**

Stall Current RE385 at 12v = 4.62A

SUPPLY VOLTAGE	4.5v	6.0v	9.0v	12.0v	15.0v
950D2.51	1890	2520	3375	5040	6300
950D61	787	1050	1575	2100	2625
950D111	429	572	858	1145	1430
950D501	94	126	189	252	315
950D1001	41	55	83	110	138
950D1481	32	42	64	85	106
950D5001	8	11	17	22	28
950D8101	5	7	11	15	18
950D30001	1.5	2	3	4	5

WEIGHT	
950D2.51	146g
950D61	144g
950D111	146g
950D501	156g
950D1481	162g
950D8101	164g
950D30001	168g

RATED TOLERANCE TORQUE (g.cm)	MAX. MOMENTARY TOLERANCE TORQUE	
2.5:1	1000	6000
6:1	3000	9000
11:1	3000	9000
50:1	3000	9000
100:1	6000	18000
148:1	6000	18000
500:1	6000	18000
810:1	6000	18000
3000:1	6000	18000

Note: Motor speeds may vary by (+) or (-) 12.5%

**GEARBOX RATINGS**

**IMPORTANT NOTICE**  
At very low ratios the torque produced by this geared motor combination may exceed the maximum permissible torque of the gearbox. In this situation the unit must not be allowed to stall as this may damage the gears. Please refer to the table of the gearbox ratings to ascertain the appropriate geared motor combination.

24 volt versions are available for this range of motor-gearboxes. Performance data is similar to 12 volt versions. This version also has an extended 10mm rear shaft to accommodate motor encoders. When ordering please use 12v version part number suffixed with 24V. I.E. 950D111 will be 950D11124V

NOTE: To establish Torque Rating in nM, divide g.cm by 10,197.0