

## LE PROJET CYBERTECH

### I] OBJECTIFS :

*Le projet Cybertech auquel participent toutes les troisièmes du collège, est basé sur la création et la réalisation d'un robot.*

Ce projet, d'une vaste ampleur, fait appel à beaucoup de connaissances, et ce, dans des domaines variés tels que : Mécanique, Electronique, Matériaux, etc....

Ces multiples connaissances ne peuvent venir d'une seule personne.

C'est pour cela que dans une entreprise, un projet identique mobiliserait beaucoup de spécialistes.

Pour nous au collège, il ne s'agit pas de réaliser un « vrai » robot, ( voir Annexe 1) c'est à dire une machine complexe demandant une très grande précision de fabrication, mais de se conformer à un cahier des charges simplifié (voir Annexe 2) afin de participer à **un concours** entre collégiens Parisiens.

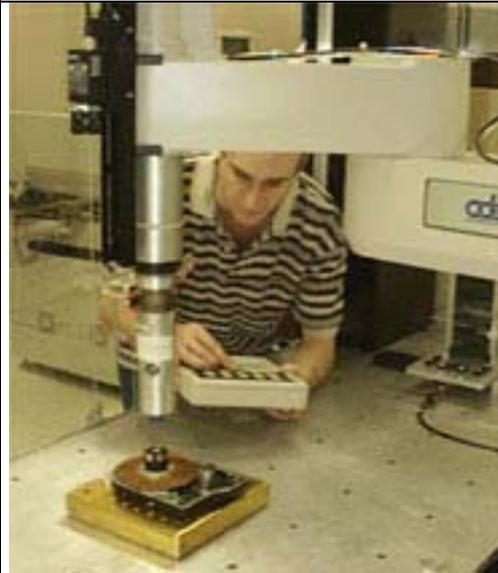
Néanmoins, bien que simplifié, ce projet devra être réalisé avec la même rigueur qu'un vrai projet d'entreprise et surtout en respectant la même démarche, appelée : **Démarche de projet** ( voir Annexe 3)

Simplement, les études seront moins approfondies et surtout adaptées à notre matériel.

Ce projet va nous permettre d'aborder complètement le programme de technologie en 3<sup>ème</sup> et notamment de mettre en pratique toutes nos connaissances acquises depuis la 6<sup>ème</sup>.

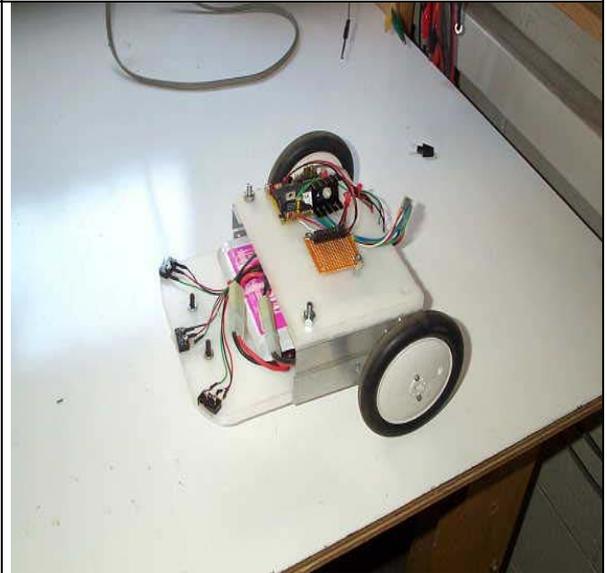
**Annexe 1 :** Des exemples de robots

Robot de montage de disque dur

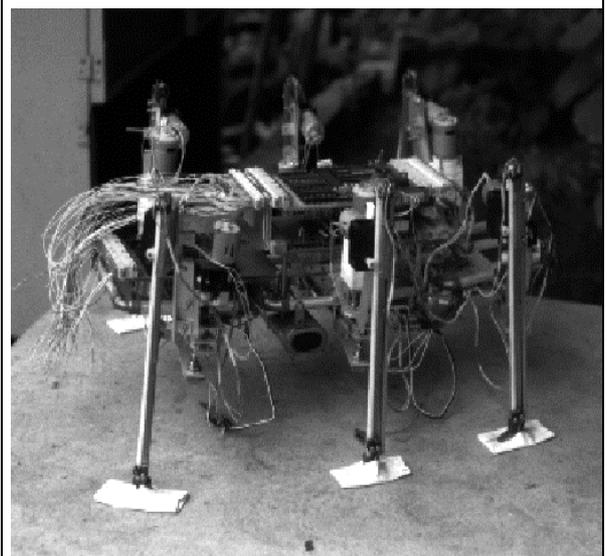


Robot lunaire télécommandé

Un robot d'essai avec trois capteurs de collisions

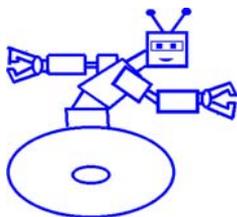


Un robot marcheur autonome



**Annexe 2 :** Le cahier des charges du concours

## CYBERTECH 2005



### **Article 1 conditions de participation**

Cybertech 2005 est ouvert à tous les élèves des écoles primaires, des collèges, des lycées, jusqu'aux sections de Techniciens Supérieurs.

Les conditions de participation sont les suivantes :

- Chaque équipe est constituée d'un minimum de 6 élèves d'un même niveau
- Chaque équipe peut-être tuteurée par des élèves d'un niveau supérieur ou inférieur (collégiens avec primaires, lycéens avec collégiens)
- Un partenariat avec une entreprise est envisageable

### **Article 2 conditions de l'épreuve**

- L'engin doit parcourir une distance de 4,80 mètres avec une tolérance de +/- 0,20 mètres. Il devra s'arrêter seul dans cette limite.

Les équipes ont droit à 3 essais sur la piste d'évolution. Seront classés les robots ayant réussi au moins deux essais. Seul le temps du meilleur essai sera pris en compte (une période d'essais libres se déroulera avant l'épreuve).

- Le plateau d'évolution mesure 5mx2m (linoléum de couleur claire, zones de départ et d'arrêt signalées par du ruban adhésif de couleur sombre)

### **Article 3 conditions techniques**

Le projet doit répondre aux contraintes suivantes :

- Coût maximum de 40,00 euros (un justificatif du coût devra être fourni)
- Longueur maximum 0,4m ; Largeur maximum 0,3m ; Hauteur maximum 0,3m
- Le produit doit être une création originale (pas de kit ou de maquette du commerce). L'ensemble peut-être réalisé avec des éléments du commerce, des éléments fabriqués par les élèves ou des éléments de récupération (dans ce cas sera pris en compte le coût du produit dans le commerce). Les ensembles motopropulseurs récupérés sont interdits (par exemple : ensemble moteur/boite de vitesse pris sur un jouet). Seuls les élèves du primaire sont autorisés à utiliser des éléments modulables (FischerTechnik, Kenex, Lego, etc.)
- S'il y a circuit électronique, celui-ci doit être entièrement fabriqué par les élèves.
- En cas d'utilisation d'énergie électrique, seules sont autorisées les combinaisons suivantes : Piles type 9V 6F22 (2 maxi), 1,5V LR06 (4 maxi), 1.5V LR03 (8 maxi), pile plate 4,5V (2 maxi). Ces piles peuvent être rechargeables.
- La carrosserie doit être une création originale (pas de carrosserie du commerce), le robot concourt obligatoirement avec sa carrosserie mise en place.

- Le mode de pilotage est libre, néanmoins aucun participant ne pourra intervenir sur le plateau d'évolution pendant l'épreuve.
- Aucune liaison entre le départ et l'arrivée ne sera autorisée.
- Le produit devra se déplacer de manière autonome sans liaison de toutes sortes (électrique, radioélectrique, mécanique, manuelle...)
- Le produit devra rester en contact avec le sol.
- Rien ne doit être déposé sur la piste avant, pendant et après l'épreuve. Néanmoins, il est autorisé de placer, au centre de la zone d'arrêt, un matériau de dimensions maximum : Longueur 0,20m ; largeur 0,10m ; Epaisseur 1mm.
- Ne sont pas autorisés :
  - Les dispositifs à allumage
  - La propulsion animale
  - Les moteurs thermiques et chimiques
  - Les dispositifs de lancement
  - Le dépôt ou la fixation de quoi que ce soit sur la piste
  - L'intervention de professeur ou autre personne pendant le déroulement des épreuves.
- La piste doit être laissée propre après le passage de chaque machine.
- A la fin de la compétition, le robot doit être présenté au jury : il doit être intact.
- Le véhicule qui sort de la zone de freinage est éliminé.
- Le véhicule est «posé» au point de départ, il ne doit pas être poussé ou lancé pour démarrer.
- Les trois essais ne doivent pas durer plus de 4 mn.

**Article 4 constitution du jury**

- le jury est constitué de:
  - un représentant par équipe ,
  - un représentant de l'Assetec
- le jury est souverain dans ses décisions. Il peut inclure des représentants de l'organisation.

Il s'agit de constituer un lieu d'échange afin de dédramatiser l'aspect passionnel de la compétition. L'objectif est de participer en travaillant en équipe et en s'enrichissant de la réflexion des autres.

**Article 5 constitution des lots**

- Les équipes gagnantes ne recevront pas de lot ou de récompense de valeur marchande significative.
- Quatre trophées récompenseront les travaux des équipes ayant réussi les meilleures performances :
  - Trophée du Défi Vitesse (le robot le plus rapide)
  - Trophée du Défi Design (le robot le plus esthétique)
  - Trophée du Défi Technique (les solutions techniques les plus originales)
  - Trophée spécial du Jury

Le jury est souverain dans ses décisions.

Les classements ne seront effectués que pour valider les solutions, **il ne s'agit pas de vaincre des adversaires mais de se faire plaisir.**

**Article 6 démarche pédagogique**

L'adulte animateur s'engage à respecter la pratique pédagogique suivante :

- Il est essentiel que le produit soit entièrement conçu **par les élèves** même si les solutions retenues ne sont pas celles « désirées » par l'animateur. La conception du robot constitue un moment privilégié de découverte et d'appropriation de savoirs. La compétition n'est là que pour valider les solutions.

**Article 7 nombre d'équipes**

En raison du nombre de places limitées, les équipes qui seront invitées à cette rencontre seront sélectionnées par l'Assetec.

L'Assetec se réserve le droit de modifier le règlement à tout moment en fonction d'impératifs liés au bon déroulement.

**Article 8 lieu du concours**

Non connu à l'heure actuelle.

**Article 9 super-finale nationale**

Une sélection d'équipes pourra éventuellement participer à une super-finale nationale

**Annexe 3** : Rappel des étapes de la démarche de projet :

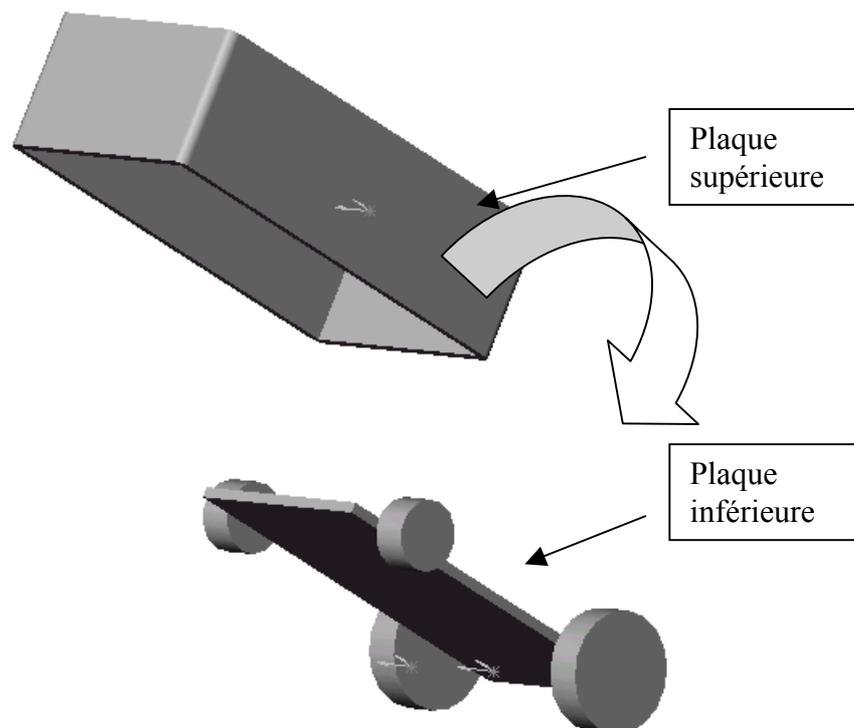
Il s'agit en fait des différentes étapes qui bornent la vie d'un produit.

Analyser le besoin  
Etudier la faisabilité  
Concevoir  
Définir  
Industrialiser  
Homologuer  
Produire  
Commercialiser  
Utiliser le produit  
Eliminer le produit

## II] CONCEPTION DU ROBOT :

### II-1] Le principe :

Notre robot devra être constitué de deux sous-ensembles : La plaque supérieure  
La plaque inférieure

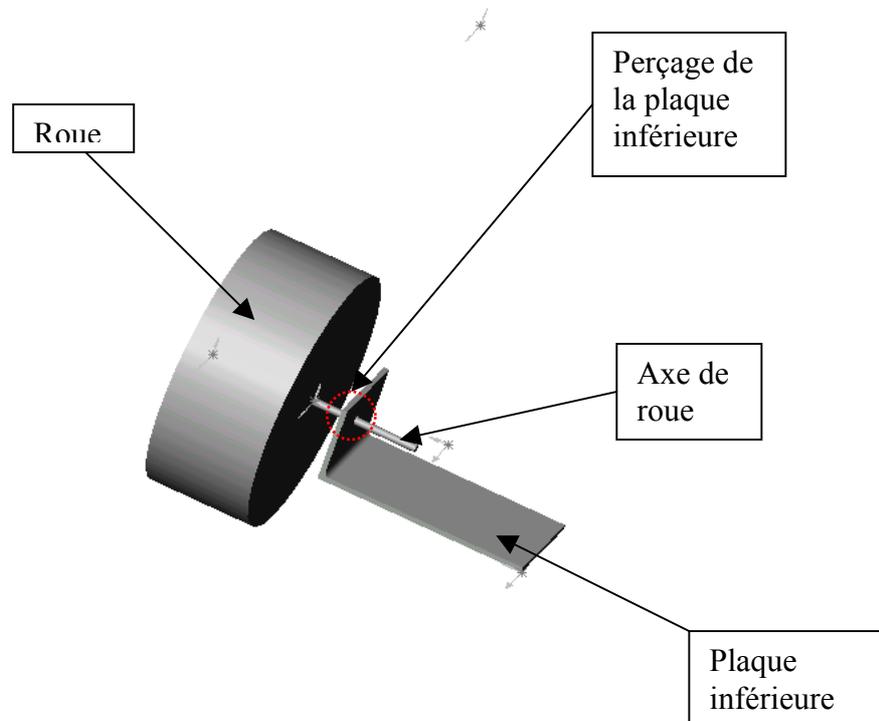


### II-2] Définition des plaques inférieure et supérieure :

- ***Plaque inférieure*** : C'est le châssis du robot. C'est à dire que c'est cette plaque qui va supporter toute la transmission de mouvement ( moteurs, piles, roues, fils électriques, etc...)
- ***Plaque supérieure*** : C'est la carrosserie du robot. Elle doit être permettre de « coiffer » la plaque inférieure, afin d'obtenir un robot le plus esthétique possible. Elle est fixée grâce à un système démontable.

II-3] Réalisation des plaques inférieure et supérieure :

- **Plaque inférieure :** On utilisera une plaque de PVC de 3mm d'épaisseur. Cette plaque servant juste de support aux différents éléments de la transmission, elle ne sera que peu usinée. Par contre, il faudra penser à disposer sur celle-ci (par collage) des éléments qui vont permettre la fixation des moteurs, des piles, etc....  
Pour la fixation des roues sur la plaque, il faut réaliser une liaison permettant une rotation ( c'est une **liaison PIVOT**).  
Voici une solution technologique pour guider la roue par rapport à la plaque :



- **Plaque supérieure :** La coque ou la carrosserie, constituée par la plaque supérieure peut être mise en forme par deux procédés :

## Le thermoformage ou L'Assemblage de pièces

Nous allons voir en quoi consiste ces deux procédés de fabrication, quelles machines sont nécessaires et comment les met on en œuvre.

### II-3-1] Le thermoformage :

### Les principes de base du thermoformage

**Comme son nom l'indique, le thermoformage est une technique qui consiste à former une pièce en plastique en la soumettant à la chaleur (et à la pression).**

La pression peut être exercée soit par évacuation d'air sous une paroi de la feuille, soit par pression d'air, soit par compression de la feuille chaude entre un moule concave et un moule convexe. Ces procédés entrent dans la catégorie des techniques de formage sous vide.

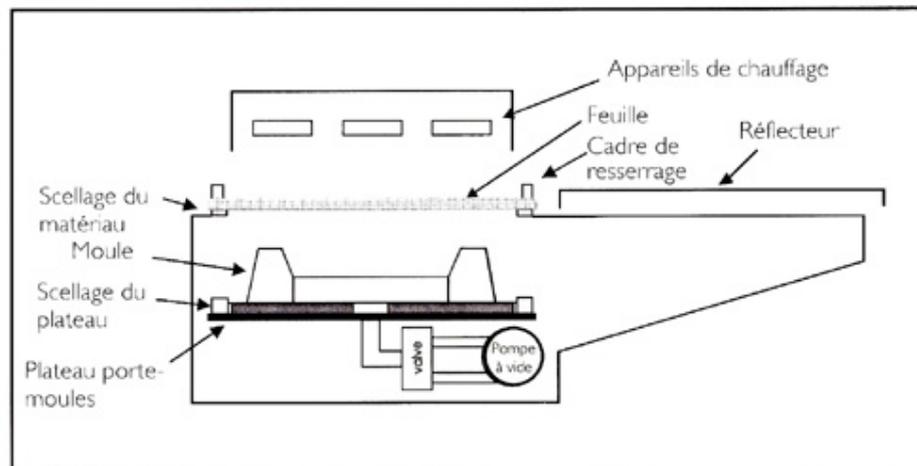
La technique de thermoformage consiste essentiellement à resserrer la feuille thermoplastique sur un cadre et à la soumettre à la chaleur. Une fois la feuille ramollie, le moule, placé en dessous de la feuille, s'élève vers la feuille. L'air résiduel entre le plateau porte-moules et la feuille chaude est alors évacué par une pompe à vide. La pression atmosphérique se charge d'achever le processus en compressant la feuille chaude sur le moule. La feuille adopte ainsi l'empreinte de ce dernier. Une fois refroidie en deçà de la température de durcissement ou du point de défection calorifique, la plateau est rabaisé et la pièce moulée retirée.

Le thermoformage présente de multiples avantages :

1. L'équipement est moins coûteux que celui employé dans les techniques de moulage à injection et autres méthodes associées.
2. II est possible de réaliser des pièces dont les parois sont plus fines.
3. II est possible de réaliser des pièces de grande taille.
4. II est possible de raccourcir la durée du cycle complet d'exécution, de l'étape de la conception à celle de la production.
5. Les ajustements de moules et l'outillage sont moins coûteux.

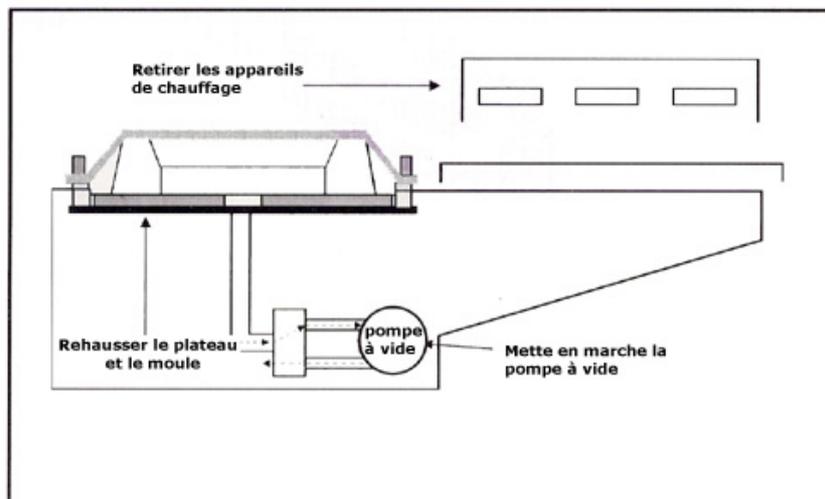
Le processus de thermoformage standard se divise en trois étapes :

1. Le moule est placé sur le plateau porte-moule et abaissé dans la machine.
2. Resserrage : le matériau est fixé sur un cadre.
3. Chauffage : l'appareil de chauffage est placé au dessus de la feuille à chauffer jusqu'à l'obtention de la température requise pour le formage (voir figure ci-dessous).

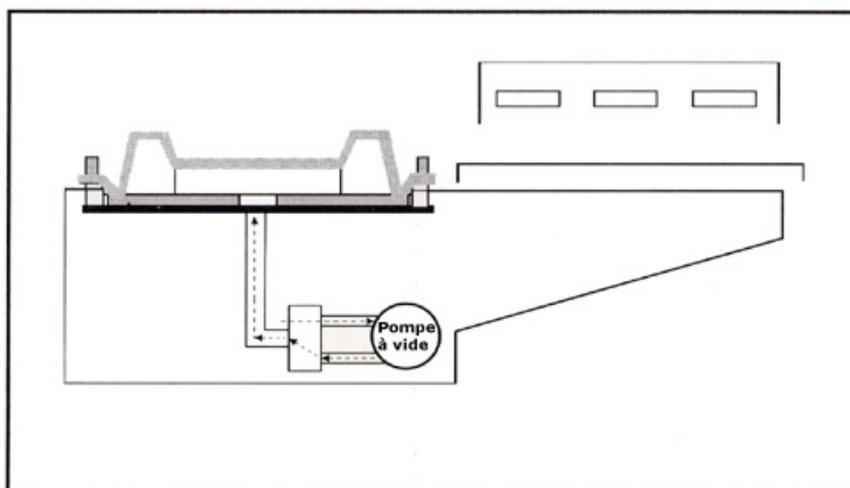


*Le cycle de chauffage*

4. Formage: une fois la température optimum de thermoformage du matériau atteinte, on retire les appareils de chauffage. Le plateau et le moule sont élevés en position de formage. Le formage est réalisé par pression sous vide et/ou par un renfort mécanique.
5. Refroidissement: la pièce est suffisamment refroidie afin de pouvoir la retirer sans défection. Le refroidissement de la pièce peut être renforcé par l'emploi de ventilateurs.
6. Découpage: tout surplus de matériau est alors éliminé (notamment autour des pinces de serrage du moule).



*Début des opérations*



*Fin des opérations*

**Remarque :**

Les temps de chauffe sont définis en fonction du matériau de la plaque à chauffer, de son épaisseur et de sa couleur. Une fiche de poste se trouve sur la machine. Il faut impérativement l'étudier avant de lancer le thermoformage.

## **LIRE LA FICHE DE POSTE SE TROUVANT SUR LA MACHINE**

### **Quels sont les avantages du thermoformage?**

Le thermoformage est un procédé efficace avec un très bon rapport qualité/prix, très intéressant pour différentes pièces dépendant de leurs formes, leurs grosseurs et de leurs quantités. Les coûts reliés à un projet sont généralement moins élevés, de plus le temps de mise en route de production sont souvent moins long qu'avec un autre procédé. Il est de plus possible de réaliser des prototypes à l'aide d'outillages temporaire, ce qui signifie que l'on peu apporter des modifications avant de concevoir l'outillages de production et ce à des coûts très peu élevé.

### Une thermoformeuse industrielle :



Exemples de pièces thermoformées :

- **Design et protection**
  - > boîtiers carters
  - > bornes téléphoniques
  - > capots d'appareils ou d'instruments
- **Éléments de carrosserie**
  - > coffres de toit
  - > carrosseries de caravane
  - > cabines de poids lourds
  - > garnitures intérieures
- **Pièces techniques**
  - > galets, roues portes
  - > pièces de butée
- **Calage et manutention**
  - > containers blisters
  - > sur-emballages
  - > bacs et plateaux de manutention
  - > cales, garnitures intérieures de boîtes
- **Médical et chirurgical**
  - > emballages et bacs
  - > piluliers
  - > plateaux d'instruments chirurgicaux
  - > pièces pour chariot
- **Produits à usage unique**
  - > gobelets, barquettes, pots vaisselles
  - > boîtes avec couvercle et charnière
- **Signalétique et publicité**
  - > enseignes présentoirs
  - > panneaux PLV
  - > bornes
- **Loisirs**
  - > toboggans
  - > coques de bateaux
  - > valises

### II-3-2] L'assemblage de pièces :

La coque du robot peut se réaliser en plusieurs morceaux qui seront assemblés entre eux par un procédé d'assemblage. Voir Annexe 4. Ces différents morceaux seront réalisés grâce au charly-robot.

Vous avez un document ressource concernant la CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur). N'hésitez pas à le relire !

#### **Rappel : (A savoir !)**

*Le principe :* On dessine une pièce grâce à l'ordinateur et un logiciel de D.A.O (Dessin Assisté par Ordinateur). Notre logiciel s'appelle JUNIOR-CONCEPT.

On enregistre le dessin sous un format compréhensible par le charly-robot (.ISO)

Le robot est piloté par un autre logiciel, qui est un logiciel de F.A.O (Fabrication Assistée par Ordinateur), il s'appelle CHARLYGRAAL.

On va donc lui demander de lire notre dessin, ce qu'il va faire en transformant les traits en trajectoires d'outils, ce qui va permettre par exemple de découper une plaque de plastique.

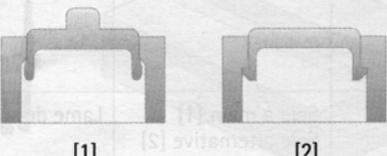
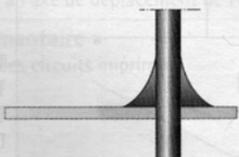
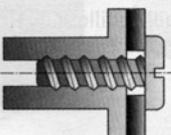
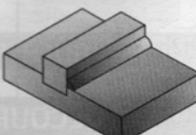
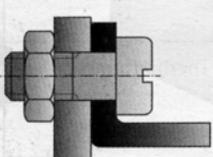
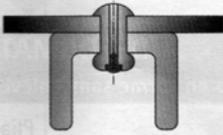
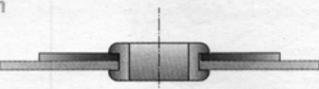
## **CONCLUSION :**

La réalisation du robot se fait grâce à deux plaques qui vont constituer : Le châssis et la coque  
Le châssis est découpé dans une plaque de PVC de 3mm d'épaisseur. Il supporte la transmission de mouvement.

La coque est soit thermoformée, soit assemblée en plusieurs morceaux, mais il est possible de conjuguer ces deux procédés.

**Annexe 4 :** Les moyens et techniques d'assemblage

Les assemblages en mécanique sont nombreux et variés. En Technologie au collège, l'usage généralisé des plastiques dans les fabrications, oblige à rechercher des modes d'assemblage adapté à la nature même du produit. Les procédés exposés dans ces fiches ont pour but de présenter un éventail rapide des possibilités d'assemblage entre deux pièces de plastique.

LES ASSEMBLAGES DÉMONTABLES	LES ASSEMBLAGES INDEMONTEMBLES
<p><b>Désignation du système</b> <b>Scratch</b> Assemblage peu résistant à l'effort. Solution utilisée pour des matériaux souples (tissus, cuir...).</p> <p><b>Représentation</b></p> 	<p><b>Désignation du système</b> <b>Colle</b> La colle doit être adaptée aux matériaux à assembler (colle à l'eau, colle avec ou sans solvant, etc.).</p> <p><b>Représentation</b></p> 
<p><b>Désignation du système</b> <b>Clip démontable [1]</b> Emboîtement d'une pièce dans une autre par déformation élastique du matériau. Suivant la forme des pièces et des ergots, le clipsage est parfois indémontable [2].</p> <p><b>Représentation</b></p>  <p>[1] [2]</p>	<p><b>Désignation du système</b> <b>Brasure</b> Les deux pièces à assembler sont chauffées au moins à la température de fusion du métal d'apport (brasure).</p> <p><b>Représentation</b></p> 
<p><b>Désignation du système</b> <b>Vis autotaraudeuse</b> La vis passe librement dans une pièce et forme un filet (taraudage) dans l'autre.</p> <p><b>Représentation</b></p> 	<p><b>Désignation du système</b> <b>Soudure</b> Les deux pièces à assembler sont chauffées à l'endroit de la soudure à leur température de fusion. Elles fondent avec le métal d'apport.</p> <p><b>Représentation</b></p> 
<p><b>Désignation du système</b> <b>Vis écrou</b> La vis passe librement dans les deux pièces à assembler. L'écrou assure le serrage.</p> <p><b>Représentation</b></p> 	<p><b>Désignation du système</b> <b>Rivet double dit rivet pop</b> Le rivet passe à travers les deux pièces. Tiré par une tige à l'aide d'une pince à rivet, il se déforme pour réaliser l'assemblage.</p> <p><b>Représentation</b></p>  <p><b>Désignation du système</b> <b>Rivet creux dit œillet</b> Le rivet passe à travers les deux pièces. Écrasé par une pince à œillet, il se déforme pour réaliser l'assemblage.</p> <p><b>Représentation</b></p> 

## DETERMINATION DU GROUPE MOTO-REDUCTEUR

### I] Mise en situation :

Le robot est doté, comme tout véhicule routier, d'une transmission de mouvement. L'étude menée au début de l'année sur le métropolitain Parisien, nous a permis d'identifier les éléments principaux d'une transmission de mouvement électrique.

### RAPPEL :

Ces éléments sont : moteur électrique – embrayage – boîte de vitesses – réducteur – roues

### Rôle :

- **Moteur électrique :** Fournir une puissance mécanique sous forme de mouvement de rotation.
- **Embrayage :** Élément mécanique de friction permettant de désaccoupler la transmission de mouvement et de la réaccoupler à volonté.
- **Boîte de vitesses :** Élément composé de trains d'engrenages permettant de faire varier la vitesse de sortie de la boîte.
- **Réducteur :** Identique à la boîte de vitesses, mais la vitesse de sortie du réducteur est toujours inférieure à la vitesse d'entrée.
- **Roue :** Permet d'assurer la liaison du véhicule avec le sol.

### II] Problème :

Le robot est propulsé par un moteur électrique. Les caractéristiques de ce moteur nous donne une vitesse de rotation de l'ordre de 6000 tr/min, sous une alimentation de 9V. Cette vitesse est beaucoup trop importante pour assurer un démarrage correct du robot. Il faut prévoir un système mécanique capable de réduire cette vitesse, c'est le rôle du *réducteur*.

Remarque : Pour le concours, le but étant « simplement » de faire rouler le robot pendant quelques secondes, nous n'avons pas besoin de prévoir d'embrayage ni de boîte de vitesses. Nous devons donc calculer les caractéristiques du réducteur en fonction des caractéristiques du moteur.

L'ensemble moteur + réducteur s'appelle un *moto-réducteur*.

### III] Travail:

A la fin de ce travail, tu dois savoir :

- calculer un rapport de réduction ( $r$ )
- calculer une puissance ( $P$ )
- calculer une vitesse de rotation ( $N$ )

Pour cela, tu dois :

Effectuer le TP N°1 et le TP N°2.

Répondre aux questions posées sur les documents.

## TP N°1 : Identification des composants

### I] Présentation :

Tu as devant toi la maquette d'un moto-réducteur. Il est composé d'un moteur électrique et d'un train d'engrenages :

I-1] **Lire** les paragraphes I, II, III et IV du dossier appelé « Etude du bloc de transmission de mouvement »

I-2] **Identifier** les caractéristiques du moteur électrique et les inscrire dans le tableau :

Tension d'alimentation :	
Vitesse de rotation :	

I-3] **Identifier** les caractéristiques du réducteur :

I-3-1] De combien de roues dentées est composé le réducteur ?

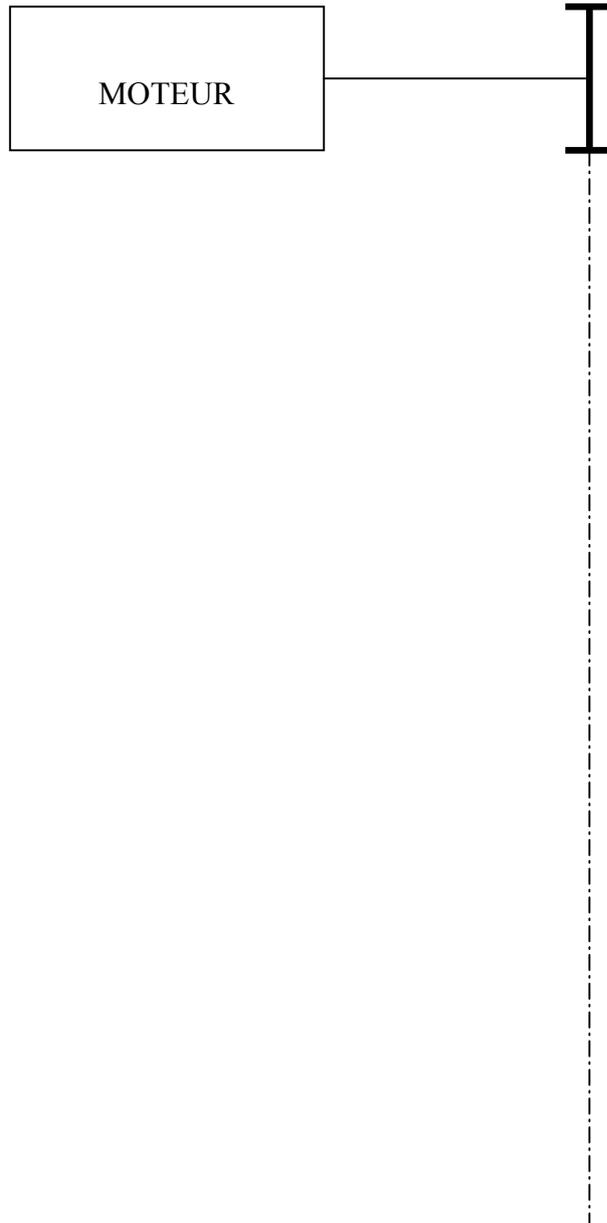
Nombre de roues :	
-------------------	--

I-3-2] Pour chaque roues, indiquer dans le tableau : le nombre de dents et le sens de rotation par une flèche :



| ROUE N° |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| Z=      | Z=      | Z=      | Z=      | Z=      |
| Sens:   | Sens:   | Sens:   | Sens:   | Sens:   |

I-3-3] Schématiser le réducteur en utilisant le schéma cinématique en vue de coté, comme indiqué au paragraphe III du dossier « Transmission de mouvement ». (Mesurer le diamètre des roues avec votre compas pour respecter l'échelle réelle)



## TP N°2 :Notions élémentaires

### I] Présentation :

Tu as devant toi une maquette d'un moto-réducteur. Il est composé d'un moteur électrique et d'un train d'engrenages. Le moteur est relié à un générateur de courant continu.

I-1] **Régler** la tension d'alimentation du moteur, la polarité et mettre sous tension.

I-2] **Déterminer** les vitesses des roues (N) « à vue d'œil » et classer les dans l'ordre décroissant. Numérotez les roues, la roue motrice étant la numéro 1.

N > N > N > N > N

I-3] **Vérifier** les résultats de la question 2 par le calcul :

A l'aide du paragraphe IV du dossier « Transmission de mouvement » et donc de la formule pour calculer le rapport de réduction (r), calculer la vitesse de toutes les roues du réducteur (il faut aussi les résultats du TP N°1).

N1=	N2=	N3=	N4=	N5=
-----	-----	-----	-----	-----

Le calcul correspond-il au phénomène observé ?    **OUI**            **NON**

I-4] **Expérimenter** les notions de puissance, couple et vitesse :

Ces trois notions sont liées par une relation :  $P = C \times \omega$

NOTIONS	LETTRES	UNITES
PUISSANCE	P	Watt
COUPLE	C	Nm (Newton- mètre)
VITESSE de rotation	$\omega$	Rd/s (radian par seconde)

### Données :

La puissance du moteur électrique est constante, elle est de **50 Watts**

Pour convertir la vitesse de tr/min en rd/s il faut multiplier par **0.104**

Par exemple 3000 tr/min = 3000 x 0.104 = 314 rd/s

En vous aidant du tableau de la question I-3] du TP N°2, et de la formule pour calculer la puissance, déterminer le **couple** de toutes les roues du réducteur.

C1=	C2=	C3=	C4=	C5=
-----	-----	-----	-----	-----

Que peut-on en conclure ?

I-5] **Vérifier** votre conclusion :

Débrancher un fil d'alimentation du moteur (par exemple le fil rouge).  
Serrer la vis sans fin entre deux doigts pour l'empêcher de tourner et rebrancher le moteur pendant 1 ou 2 secondes.

La vis sans fin a t-elle tournée ? **oui non**

Débrancher à nouveau et recommencer l'opération, mais cette fois-ci en bloquant la deuxième roue.

La deuxième roue a t-elle tournée ? **oui non**

Recommencer l'expérience pour toutes les roues en indiquant si oui ou non tu as réussi à bloquer la roue entre tes deux doigts.

<b>ROUE</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>

Que peut-on en conclure ?

Donner une définition du couple :

## **TP N°3 : TRANSMISSION DE MOUVEMENT** **SYSTEME POULIE – COURROIE**

### **I] Présentation :**

Le but de cet atelier est de calculer la vitesse de notre robot sachant que celui-ci est entraîné par un système à poulies et courroie.

### **II] Données :**

Pour t'aider dans ce travail, plusieurs documents sont à ta disposition :

- *Le dossier thématique sur la transmission par chaîne et courroie* (voir surtout le paragraphe 2 : principe de fonctionnement et le paragraphe 3 : éléments simples de calcul)
- *La mise en plan du robot « coccinelle »*
- *Le dessin de définition des deux poulies*
- *Le fichier « chassis complet.asm » à ouvrir dans Junior Concept*
- *Les commandes de base de Junior Concept*

### **III] Travail :**

**a) Lire** le dossier thématique et retrouver les deux égalités qui permettent de calculer le rapport de transmission ( $r$ ). A noter sur le document réponse.

**b) Ouvrir** le fichier « chassis complet.asm » dans le logiciel junior concept. Répondre aux questions et effectuer le travail (voir document réponse)

**c) A l'aide** du dessin de définition des poulies, réaliser les poulies dans Junior Concept. A imprimer et à coller sur le document réponse.

**d) Calculer** la vitesse de rotation des roues du robot.

