



ROBOT SAPIENS

Présentation.

Robot Sapiens est un jouet perfectionné télécommandé qui comporte 7 moteurs permettant la mise en mouvement de ses membres.

L'étude que vous avez à réaliser comporte les parties suivantes, les durées ne sont qu'indicatives, pour vous aider à planifier votre travail,

- 1 - Montage de la jambe du robot (45 min)
- 2 - Modélisation de la marche.(45 min)
- 3 - Etude des formes d'une pièce (45 min)
- 4 - Etude de la fabrication de cette pièce.(45 min)

1^{ère} Partie : Montage de la jambe du robot.

Objectif

Etablir un modèle cinématique de la marche du robot.

Données

- Modèle numérique du robot.
- Un robot monté en état de marche.
- Un robot partiellement démonté.
- Un plan éclaté avec nomenclature de la partie à monter.

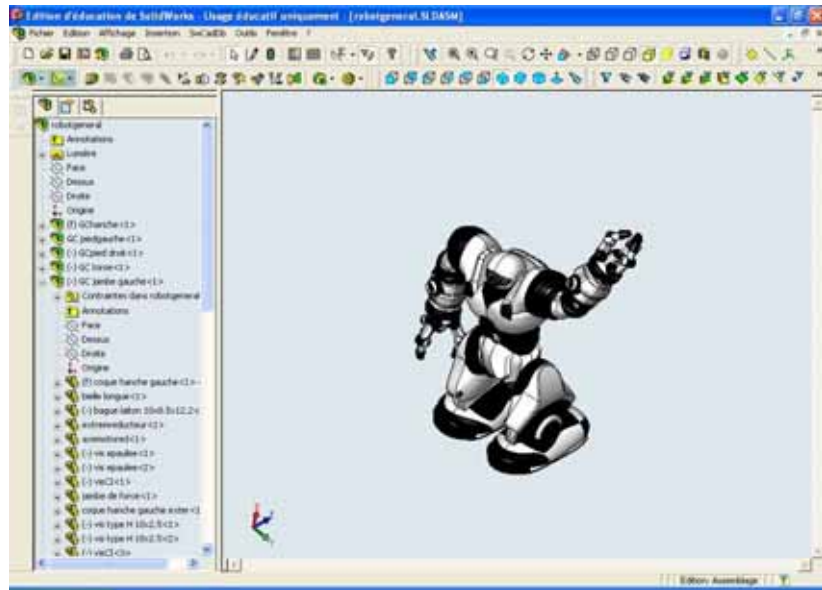
Travail demandé(Compléter le dossier réponse)

1° - Effectuer le montage du robot démonté en complétant le schéma d'assemblage ébauché sur le document réponse 1/6.

Suivre les instructions suivantes :

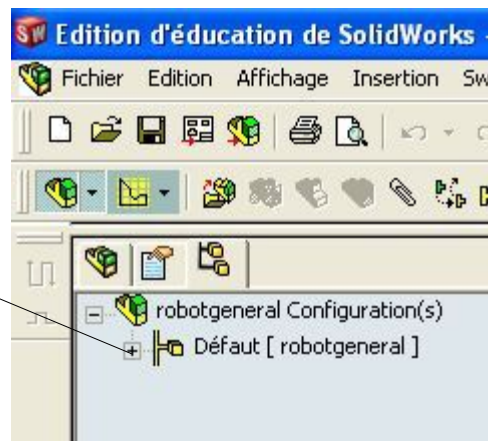
A / Un éclaté de la jambe est disponible dans la maquette numérique.

Pour en disposer, ouvrir le fichier robotgeneral.SLDASM dans le dossier maquette SW.
Vous obtenez l'écran suivant :

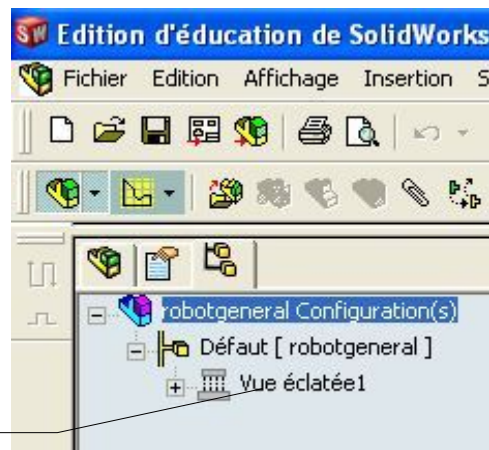


Puis, suivre les instructions suivantes :

Clic gauche sur la
croix de « Défaut »

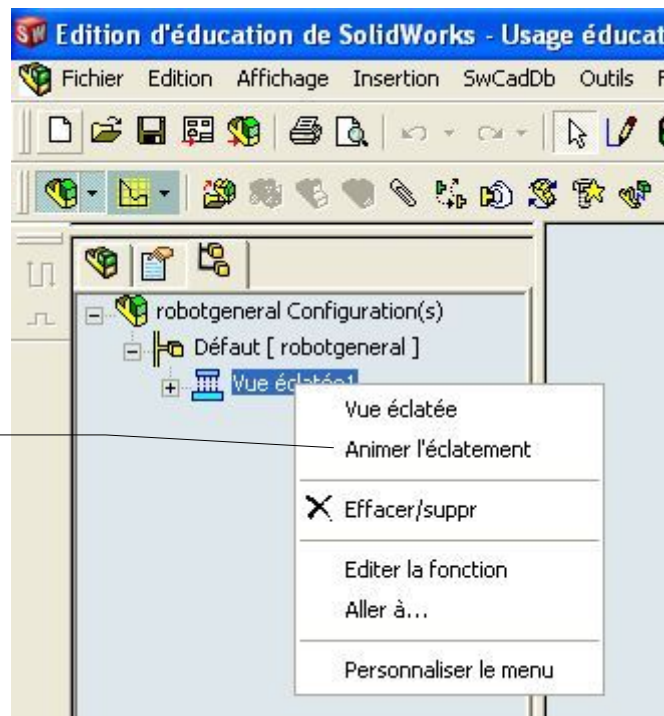


Clic droit sur « Vue
éclatée »

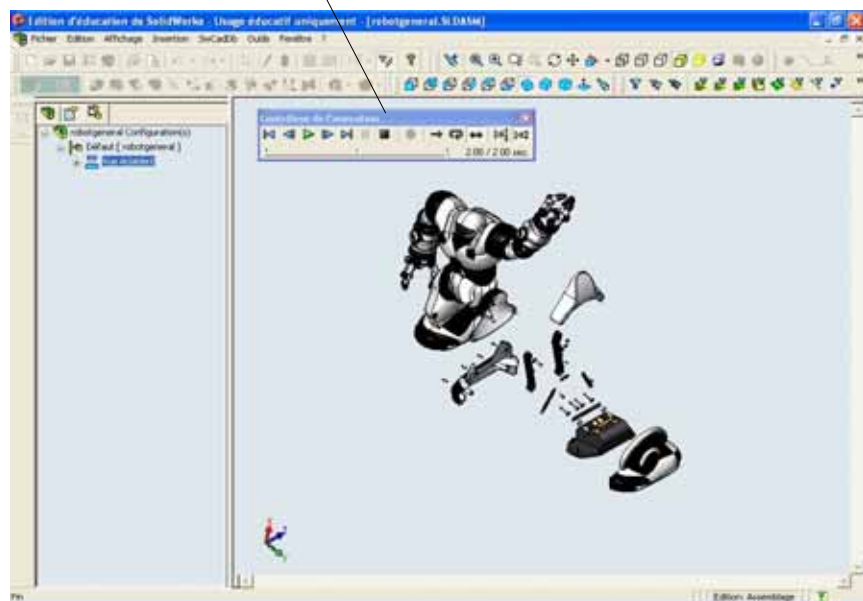




Clic gauche sur la
commande « animer
l'éclatement »



Vous disposez alors du « Controleur d'animation » , à utiliser comme vous le souhaitez.



B / On ne remontera pas les coques 19e, 19i et 40, afin de permettre le contrôle du montage.

C / Dans le schéma d'assemblage, les lettres ajoutées aux repères (exemple 10a, 10b) signalent simplement les composants présents en deux exemplaires.



D / On doit se référer au chapitre 38 du guide du dessinateur industriel.

38 Schémas d'assemblage

Ces schémas sont utilisés, notamment, pour :

- le montage d'un ensemble neuf ;
- le démontage et le remontage dans les opérations de maintenance.

38.1 Ordre d'assemblage

L'ordre d'assemblage est fonction de nombreuses contraintes, notamment :

- économiques : importance de la série, productivité... ;
- technologiques : possibilités de montage, spécifications fonctionnelles... ;
- ergonomiques : accessibilités, conditions de travail...

En général, on prend un composant contenu que l'on assemble avec un composant contenant choisi comme support de montage.

REMARQUE

Généralement, l'assemblage des composants d'un ensemble s'effectue par étapes.

38.2 Réalisation du schéma*

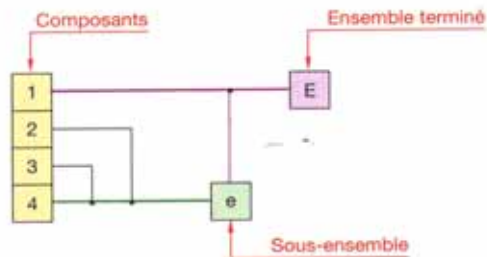
| Principe | |
|----------|--|
| 1 | Rechercher les différents sous-ensembles indépendants. |
| 2 | Dans chaque sous-ensemble, agencer le montage des différents composants. |
| 3 | Préciser le composant choisi comme support de montage en traçant la ligne en trait continu fort. |
| 4 | Organiser le montage des différents sous-ensembles. |

REMARQUES

- En principe, des instructions de montage complètent l'ordre de montage défini par le schéma.
- En fonction de besoins spécifiques, on rencontre des représentations graphiques différentes, mais le principe de base reste, en général, le même.

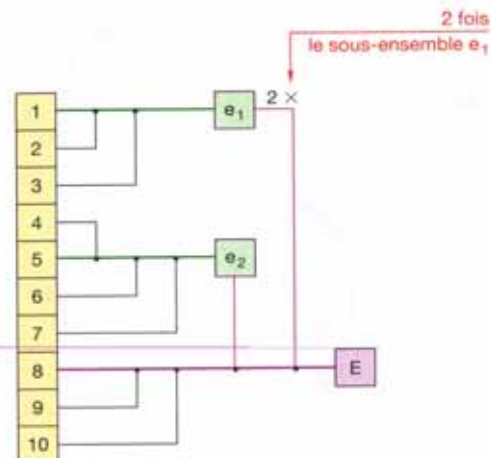
* Voir CD-ROM G.I.D.I. : animations et démonstrations.

Exemple 1



| Interprétation | |
|-----------------|---|
| Sous-ensemble e | Le composant 4 est choisi comme support. 3 se monte sur 4, puis 2 sur 4. |
| Ensemble E | Le composant 1 est choisi comme support. Le sous-ensemble e se monte sur 1. |

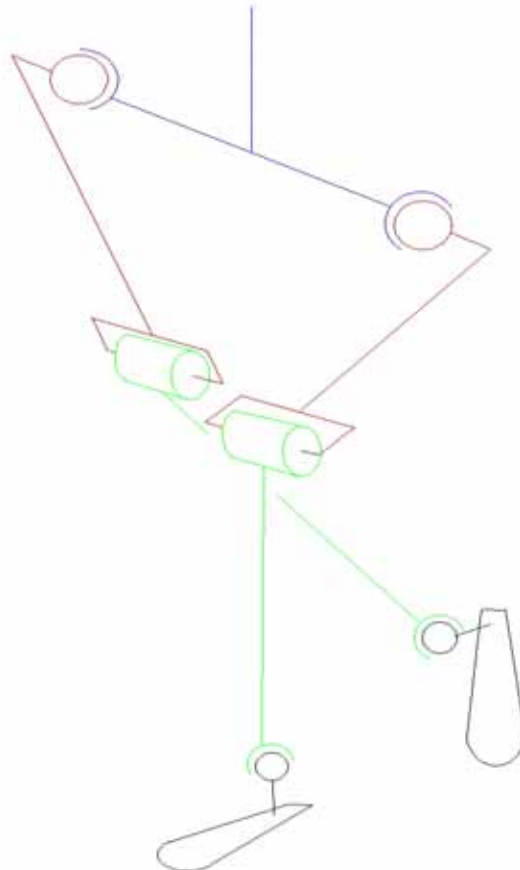
Exemple 2



| Interprétation | |
|------------------|--|
| Sous-ensemble e1 | Le composant 1 est choisi comme support. 2 se monte sur 1, puis 3 sur 1. |
| Sous-ensemble e2 | Le composant 5 est choisi comme support. 4 se monte sur 5, puis 6 sur 5 et 7 sur 5. |
| Ensemble E | Le composant 8 est choisi comme support. 9 se monte sur 8, puis 10 sur 8, le sous-ensemble e2 sur 8 et deux sous-ensembles e1 sur 8. |



- 2° - Réaliser le schéma cinématique en perspective de la partie que vous venez d'assembler (sur le document réponse 2/6). On ne représentera pas les ressorts.
- 3° - En comparant votre schéma et celui ci dessous modélisant une jambe humaine, compléter le tableau du document réponse 2/6 (il s'agit de comparer la nature du mouvement pied/« bassin » permis par les guidages du robot et celui permis par un squelette humain)



Préparer les questions suivantes, puis appeler un examinateur pour en discuter avec lui :

- 4° - Combien de « moteurs » seraient nécessaires à la commande de toutes les mobilités d'une jambe humaine, d'après le schéma ci dessus ? Détailler votre réponse.
- 5° - Faire marcher le robot en ligne droite et en déduire le nombre de moteurs qui permettent la marche du robot.
- 6° - Conclure, expliquer comment robot sapiens peut marcher avec si peu d'actionneurs et de degrés de mobilité par rapport à un homme.



2^{ème} Partie : Modélisation de la marche.

Objectif

A partir de données expérimentales fournies, paramétrer la maquette numérique du robot dans un logiciel de calcul mécanique, afin d'obtenir une modélisation de la marche satisfaisante.

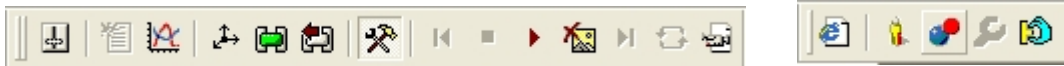
Données :

- Le modèle numérique du robot partiellement paramétré pour l'utilisation du logiciel de mécanique « MotionWorks » (fichier ensemble.SLDASM dans le dossier motionworks)
- Un robot en état de marche.
- Les résultats des mesures de tension aux bornes des moteurs de marche, réalisées à l'aide d'un oscilloscope numérique (p.9)
- Les débattements des différents mouvements utilisés pour la marche (p. 10)






Remarque : en première approche, on considérera que la vitesse des moteurs est proportionnelle à leur tension d'alimentation.

Utilisation du logiciel MotionWorks

MotionWorks peut être commandé et paramétré grâce aux barres de boutons ci-dessous.



Les commandes dont vous aurez besoin sont récapitulées dans le tableau suivant :

| <i>Bouton</i> | <i>Usage</i> |
|---|--|
|  | Lancer la simulation (il est normal que la simulation soit lente). |
|  | « Rembobiner » la simulation à son début. |
|  | Arrêter le déroulement de la simulation. |
|  | Passer en mode construction (après une simulation). Permet de modifier des paramètres sur le modèle. |
|  | Déplacer en dynamique. Permet d'exercer manuellement (c'est à dire en cliquant à la souris) des efforts sur le modèle étudié afin d'observer son comportement. |



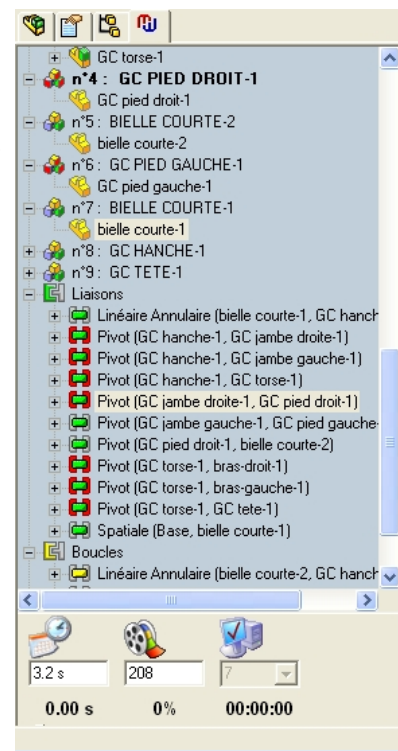
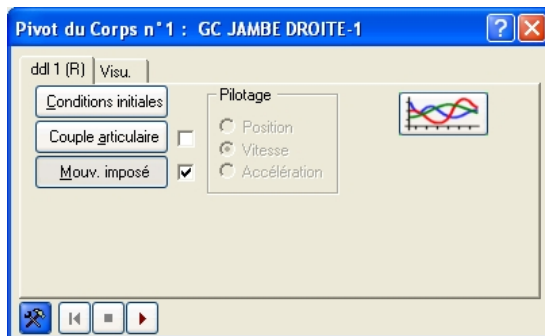
En cliquant sur l'onglet  on fait apparaître l'arbre de paramétrage ci-contre.


cet arbre recense tous les groupes cinématiques constituant le mécanisme, ainsi que l'ensemble des liaisons utiles à la marche.

Certaines liaisons sont en rouge : cela veut dire qu'on leur a imposées des conditions de fonctionnement. Il peut s'agir de conditions :

- de positions initiales imposées ;
- d'efforts imposés (forces et/ou couples) ;
- de mouvements imposés.

On peut visualiser ou modifier ces paramétrages en sélectionnant dans l'arbre MotionWorks la liaison considérée, puis en sélectionnant Propriétés dans le menu contextuel (clic droit). On obtient la boîte de dialogue suivante.



Il est possible d'imposer les efforts ou les mouvements grâce à des courbes de pilotage. Pour visualiser ces courbes, il faut cliquer sur le bouton **Mouv. imposé** puis sur . On se retrouve face à une fenêtre qui permet de créer une courbe (ou de modifier celle qui est affichée).

La figure suivante explique l'utilisation de cette fenêtre.

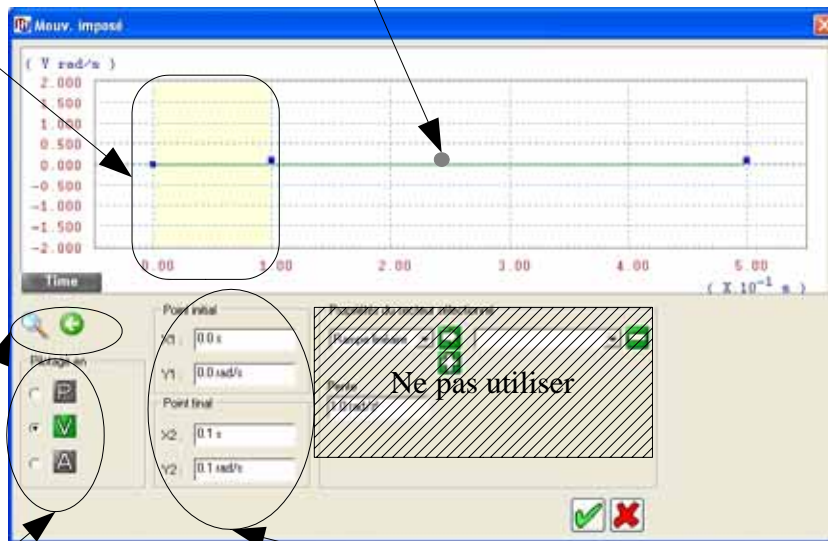


Pour sélectionner une partie de la courbe, il suffit de cliquer dessus. Elle apparaît en jaune.

Pour ajouter une nouvelle zone à la courbe, il suffit de double-cliquer sur la courbe à l'endroit approximatif.

Pour annuler la courbe actuelle.

Permet d'indiquer si l'on impose la position, la vitesse ou l'accélération



On complète en suite par les bonnes valeurs.

On complète ici les valeurs initiales du segment de courbe sélectionné.

Travail demandé

Simulation :

Ouvrir le fichier **ensemble.SLDASM** situé dans le dossier **motionworks**.

1° - Retrouver dans l'arbre quelles liaisons correspondent à chacun des moteurs nécessaires à la marche.

2° - Démarrer une simulation et observer . Expliquer pourquoi la simulation ne fonctionne pas correctement.

Comparaison des courbes :

3° - Visualiser les courbes de commande des 2 moteurs assurant le mouvement des jambes. Les comparer aux courbes expérimentales obtenues à l'aide d'un oscilloscope numérique.

Paramétrage, tests et conclusion :

4° - En s'inspirant du paramétrage réalisé pour les 2 jambes, procéder au paramétrage du 3ème moteur, en utilisant les oscillographes.

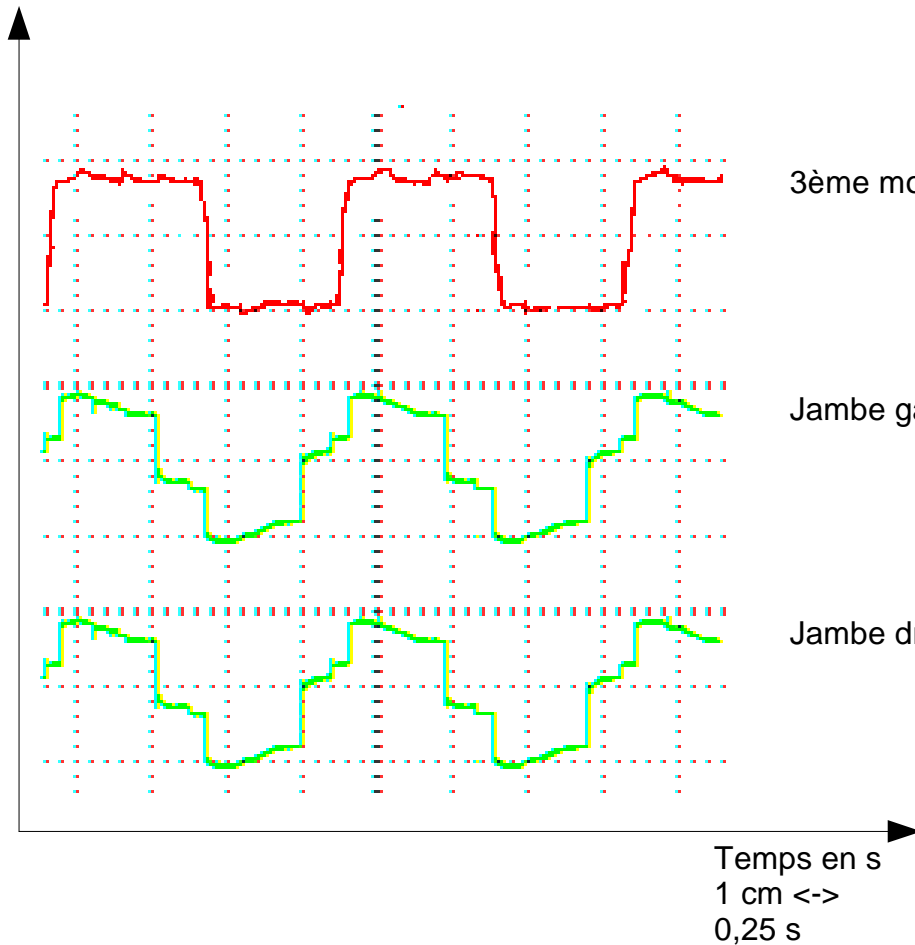
5° - Tester le modèle obtenu et vérifier s'il est satisfaisant. Repasser éventuellement en mode construction afin de modifier la modélisation choisie dans le but d'améliorer la marche.



Oscillographes des moteurs nécessaires au mouvement de marche du robot

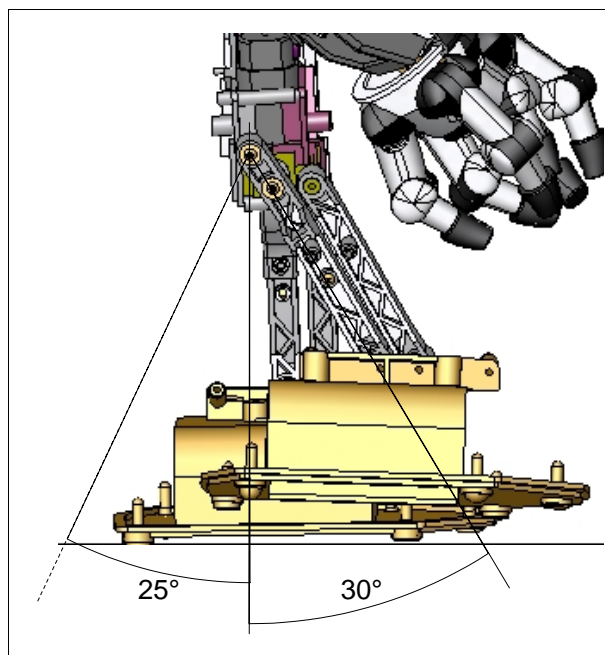
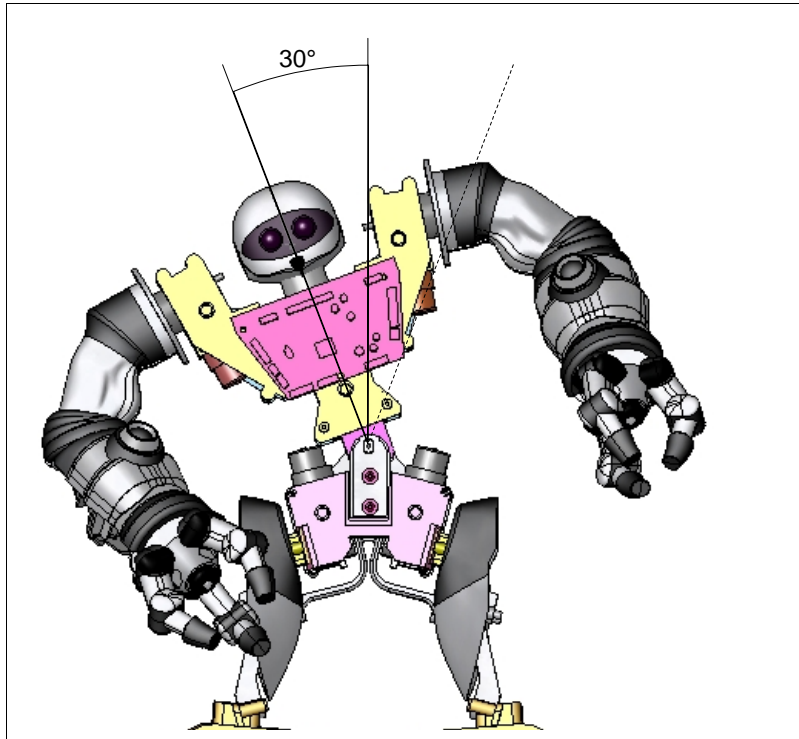
Remarque : les moteurs sont commandés en « tout ou rien »

Tension en Volts
(1cm \leftrightarrow 5 V)





Débattements des différents mouvements utilisés pour la marche





3^{ème} Partie : ETUDE DES FORMES D'UNE PIECE

Objectif :

Choisir la forme de la pièce

Matériel fourni :

- Un robot monté en état de marche.
- Un robot partiellement démonté.
- Le logiciel Solidworks et son module de calcul Cosmos.

Données

- Maquette numérique de la pièce dans trois configurations. (répertoire cosmos)
- Modèle numérique du robot.

Démarche proposée

Examiner la pièce dans le mécanisme et lors du fonctionnement de la jambe du robot.

Ouvrir les fichiers correspondants aux trois configurations : pièce massive , pièce sans nervure , pièce définitive.

Déterminer la déformation maximale dans chaque cas en utilisant le module de calcul Cosmos.

Travail demandé

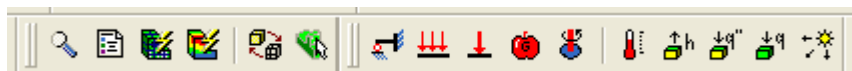
1° - Sur le document réponse 3/6 , faire l'inventaire des surfaces fonctionnelles de la pièce en indiquant le rôle de chacune.

2° - Expliquer les raisons de la présence d'une bague à l'intérieur de l'alésage à l'extrémité de la pièce .

Démarche de calcul de la déformée avec le module cosmos :

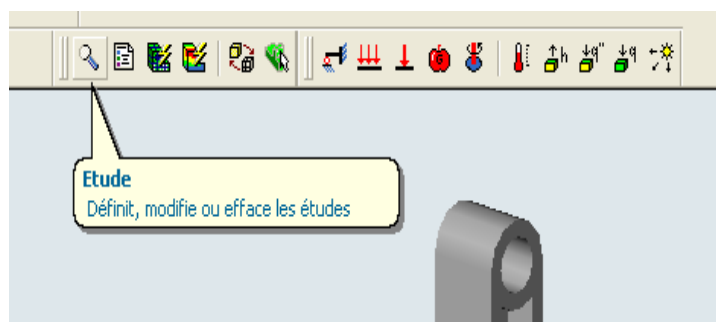
Ouvrir le fichier « bielle longue massive cosmosworks.SLDPRT » avec SolidWorks à partir du répertoire cosmos.

La barre de commandes du module cosmos se présente comme suit :

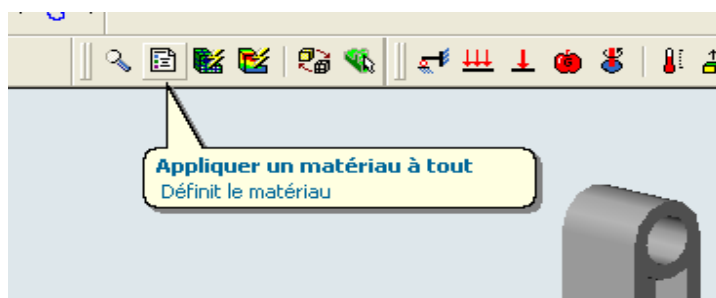




Créer une nouvelle étude, vous l'intitulerez « étude 1 »



Choisir le matériau : Nylon PA 6/10, et noter **sa densité** (à utiliser par la suite) :



Procéder au maillage de la pièce :





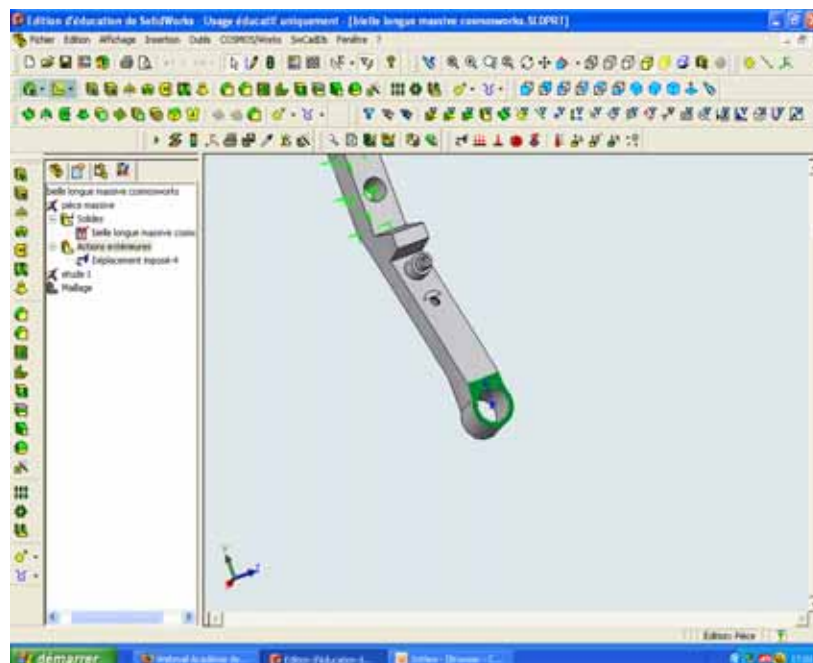
Sélectionner la face latérale supérieure d'appui de la pièce :



Imposer à cette face de rester fixe à l'aide de la commande suivante :

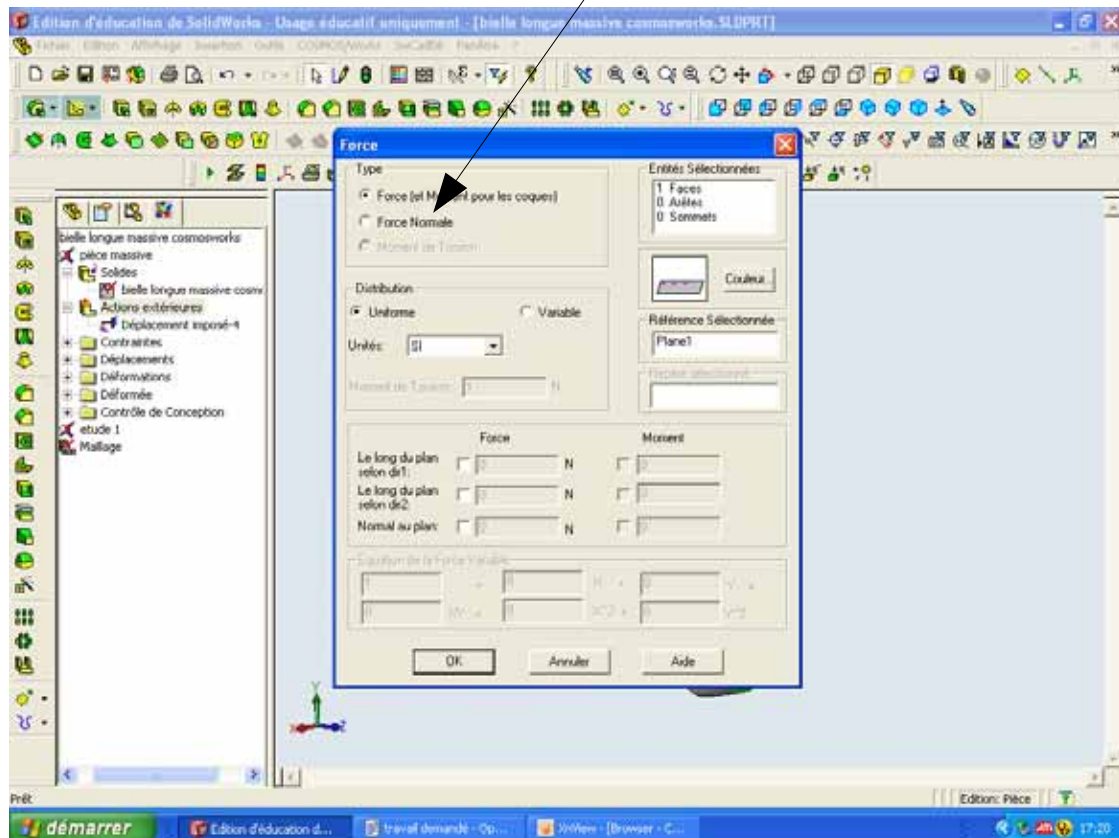


Sélectionner la face latérale inférieure d'appui de la pièce :





Appliquer une force de 10 N à cette face, choisir **Force normale** à partir du menu déroulant suivant :

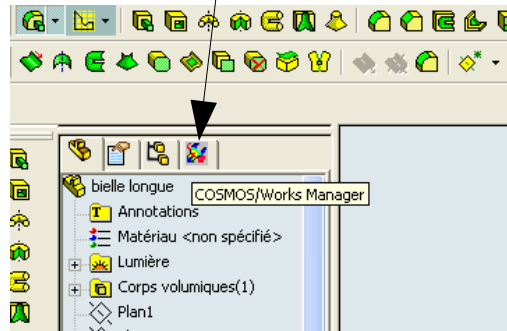


Lancer l'exécution des calculs par COSMOS :

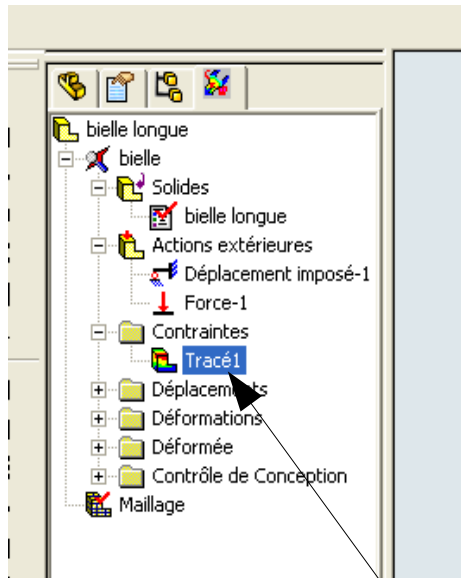




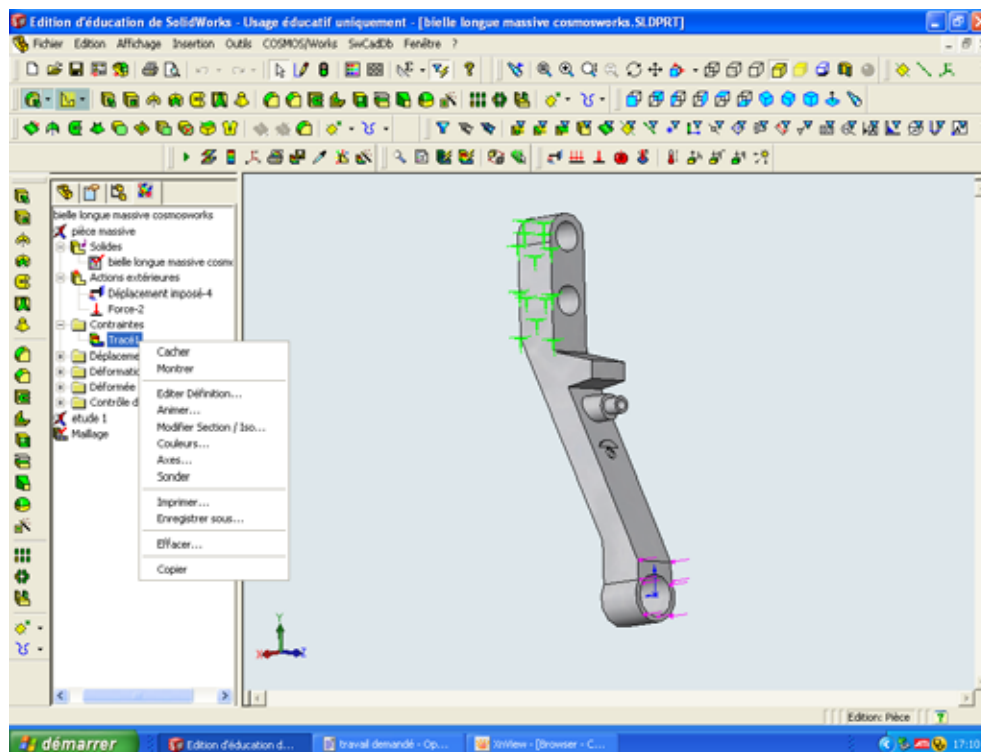
Pour obtenir les résultats, cliquer l'icône de « COSMOS/Works manager », en haut de l'arbre de construction :



On obtient ceci :

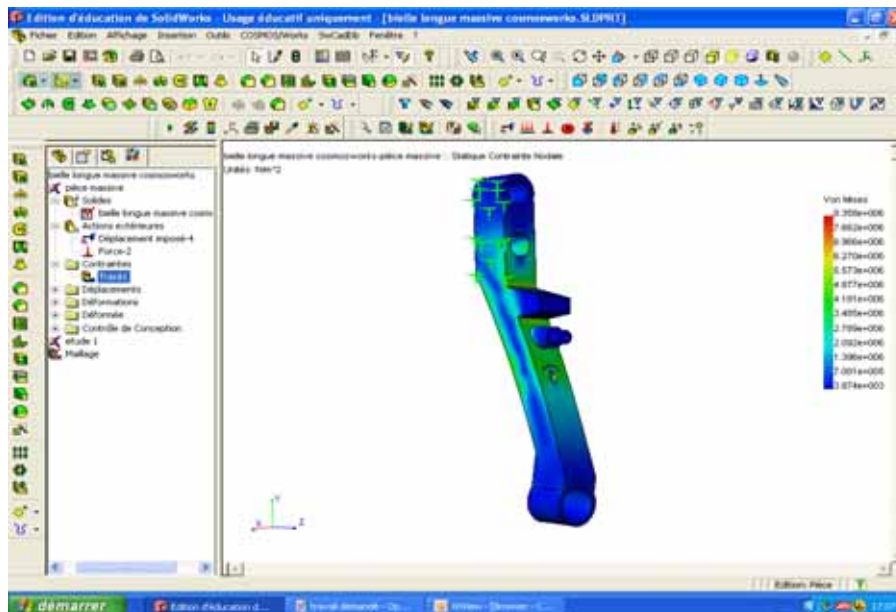


Un clic avec la touche **gauche** sur « tracé » donne accès au menu résultats :



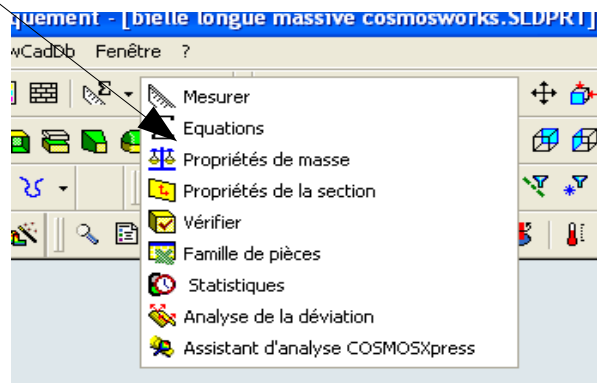


Voici, par exemple, l'écran mettant en évidence la répartition des contraintes dans la pièce, obtenue en cliquant sur « montrer » dans le menu précédent :



3° - Utiliser COSMOS pour obtenir le déplacement maximum qui se produit avec cette pièce massive. Noter la valeur sur le document réponse 4/6.

4° - Faire calculer la masse de la pièce par la commande calcul de Solidworks en entrant la valeur de la densité du matériau retenu. Il faut utiliser la commande « propriétés de masse » du menu déroulant ci dessous :



Noter le résultat obtenu sur le document réponse 4/6.

4° - Recommencer la même recherche pour la pièce sans nervure (fichier « bielle sans nervure.SLDPRT »). On intitulera cette étude « Etude 2 ».

5° - Faire de même avec la pièce définitive (fichier « bielle longue définitive.SLDPRT »). On intitulera cette étude « Etude 3 ».

6° - En comparant ces résultats et la situation de la pièce assemblée dans le mécanisme , vous apporterez votre conclusion quant à la forme choisie par le constructeur .



4ème Partie : ETUDE DES MATERIAUX ET DU PROCEDE

Objectif :

Faire le choix du matériau en tenant compte des caractéristiques mécaniques nécessaires et du procédé de mise en forme.

Travail préliminaire

1° - Examiner la pièce réelle vue à l'étude précédente et indiquer quel type de procédé a été utilisé pour la réaliser. Vous donnerez votre argumentation sur le document réponse 5/6.

Première investigation

A partir du cahier des charges défini ci-dessous , vous utiliserez la logiciel CES4 pour déterminer une première liste des matériaux possibles .

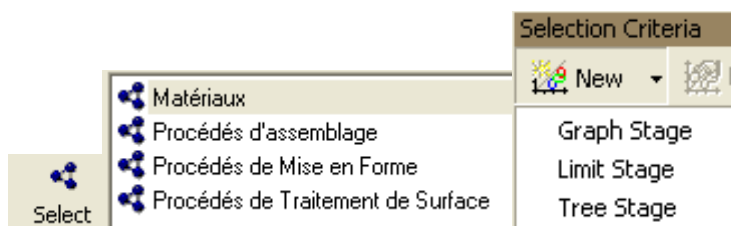
Cahier des charges

- Matériau résistant à la corrosion.
- Module d'Young supérieur à 500 MPa.
- Limite de fatigue supérieure à 10 Mpa
- Masse minimale.
- Coût minimal.
- Procédé de moulage par injection demandé

Démarche proposée



- Lancer le logiciel CES 4
- Choisir : « Premiers niveaux en français ».
- Ouvrir un projet (File , New project,Edu niveau 2)
- Sélectionner Matériaux , Selection Criteria et Graph Stage



Compléter les données pour l'axe X et l'axe Y en utilisant les propriétés générales et mécaniques données par le logiciel . Pour cela , deux étapes seront nécessaires afin de pouvoir tenir compte de toutes les données . L'intersection des deux « stages » donnera le résultat concernant ces critères.

Pour prendre en compte le procédé, il faudra réaliser une nouvelle étape (New, Tree stage, Procédés de mise en forme,...)

- 2° - Donner la liste des matériaux possibles (document réponses 5/6).
Indiquer et justifier la catégorie de matériau prépondérante.



Deuxième investigation

L'étude du procédé de fabrication va vous permettre de finaliser le choix de la matière.

La rapidité de mise en oeuvre est, à qualité égale, un critère déterminant retenu par l'entreprise qui fabrique la pièce.

D'un point de vue économique, le temps du cycle d'injection doit donc être le plus faible possible pour que la production soit maximale.

Par ailleurs, en raison de leur facilité d'approvisionnement, l'entreprise restreint son choix à quatre matières plastiques parmi les matériaux issus de la première sélection que vous venez de faire.

- le PA 6-6 (DurethanA30).
- Le PP (Daplen KB 4436)
- Le POM (Delrin 100NC10).
- L'ABS (ASTALAC X17) ABS FR

Vous disposez d'un logiciel de simulation d'injection, CADMOULD RAPID.

Dans un premier temps, vous observerez la pièce, puis vous simulerez deux injections pour le premier matériau :

- 1/ première injection en un seul point.
- 2/ seconde injection en deux points.

Vous conclurez sur la variation de la durée du cycle d'injection (Attention, d'après la définition du logiciel, temps total du cycle d'injection = **temps d'éjection**)

Phase Observation :

3° - En observant la pièce, essayer de trouver le où les points d'injection. Appeler un examinateur.

Travail sur logiciel :

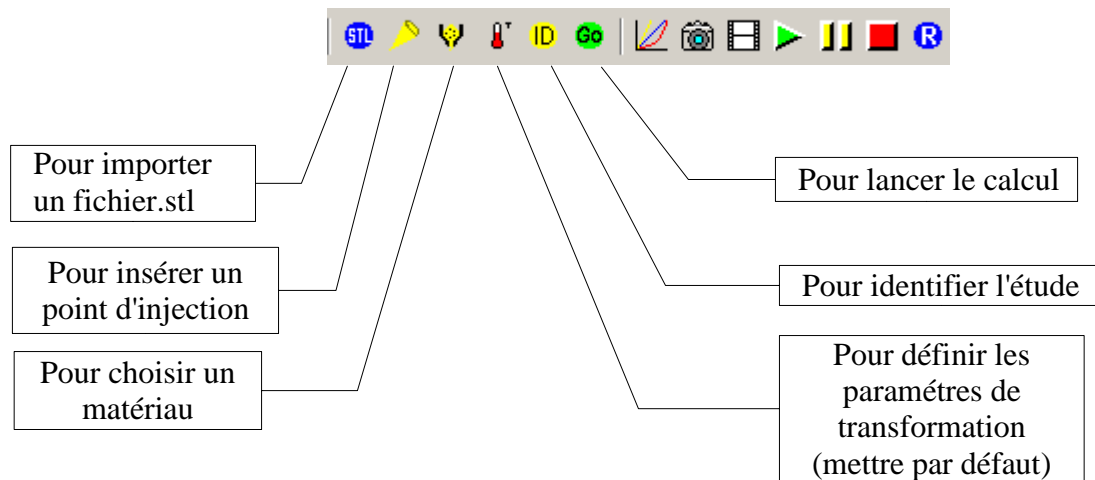
4° - Démarrer Cadmould :



5° - Après avoir « importé » le fichier « bielle longue.STL » depuis le répertoire cadmould, placer judicieusement un point d'injection sur la pièce.

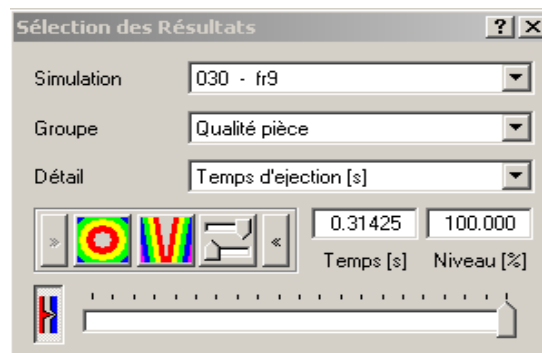


MODE D'EMPLOI DU LOGICIEL:



NB: Pour placer un point d'injection il faut appuyer sur Ctrl et cliquer sur la pièce avec le bouton gauche de la souris.

Après lancement du calcul sélectionner dans la fenêtre **Qualité et temps d'éjection**:



6° - Recommencer la même étude avec deux points d'injection.

7° - Conclure sur la qualité et sur le temps de cycle (d'éjection) de la pièce. Faut il mettre un point d'injection ou deux ?

8° - Refaire la même étude mais sur les trois autres matériaux et avec le nombre de point(s) d'injection retenu(s), conclure sur le choix d'un matériau.

9° - Compléter le document réponse 6/6.