

FINAL

AGITATEUR MEDICAL

(durée 2 heures)

Tout document manuscrit autorisé

Introduction :

Dans le cadre d'expérimentations pour soigner les malades du diabète, une équipe de chercheurs travaille sur une technique de greffe de cellules du pancréas.

Ces cellules sont obtenues à partir d'un pancréas issu d'un don d'organes.

Elles sont isolées du pancréas puis purifiées. Ces dernières, responsables de la sécrétion d'insuline, sont, après un maintien en culture (24 à 48 heures) greffées à un patient diabétique.

Afin d'isoler les cellules, on place des fragments de pancréas au sein d'une petite enceinte thermostatée (photo 1). On a préalablement injecté un mélange d'enzymes à l'intérieur du pancréas. Une fois placés dans l'enceinte, les fragments de pancréas vont « baigner » dans cette enzyme, ce qui va enclencher un phénomène de digestion. Tout au long de la manipulation, la solution va circuler, dans un circuit fermé constitué de l'enceinte, de tuyaux et d'une pompe. Pour faciliter l'action de l'enzyme, l'opération se fait sous agitation permanente.

La digestion est aussi facilitée par le mouvement de billes en acier au sein de l'enceinte. L'agitation dure 1h30 à 2h30 et doit permettre la libération et la récolte des cellules du pancréas.

Nous allons dans la suite étudier le système d'agitation et de chauffage de l'enceinte thermostatée (photo 1 et plan A3).

ANALYSE FONCTIONNELLE**Description de l'agitateur et du système de chauffage :**

- Le système doit permettre l'agitation de l'enceinte par des mouvements continus alternatifs de bas en haut (100 mm) et par des mouvements de rotation alternée ($\pm 45^\circ$) (ces derniers mouvements n'étant réalisés qu'un nombre réduit de fois durant la manipulation).
- L'agitateur est suffisamment compact pour pouvoir s'intégrer dans une hotte permettant sa stérilisation. Sa manipulation par le chercheur doit être facile.
- Le dispositif est constitué de matériaux et de composants respectant l'atmosphère de la salle blanche.
- L'enceinte est maintenue à une température constante de 37°C pendant la digestion. La température de 37°C est produite par un collier chauffant disposé autour de l'enceinte. Ce collier chauffe la solution qui circule dans le circuit fermé.
- L'enceinte thermostatée s'adapte sur le système d'agitation. L'enceinte est d'un encombrement minimum pour pouvoir s'adapter au sein de la hotte à flux laminaire, sachant que d'autres équipements tels que les rampes de robinets, la tuyauterie, la pompe péristaltique, le système de chauffage doivent également être présents à l'intérieur de la hotte. Cette hotte permet de réaliser la stérilisation de tous les appareillages.

A qui le produit rend-il service ?
 aux chercheurs responsables de
 l'isolement de cellules pancréatiques et à
 plus long terme aux malades du diabète.

Sur quoi (sur qui) le produit agit-il ?
 Les morceaux de pancréas

**Dispositif
 d'agitation,
 d'extraction et
 de chauffage**

Quel est ce besoin. A quoi cela sert-il ?
 Dispositif peu encombrant agitant mécaniquement des fragments de
 pancréas à température constante afin de diminuer la pénibilité de la
 manipulation habituellement manuelle.

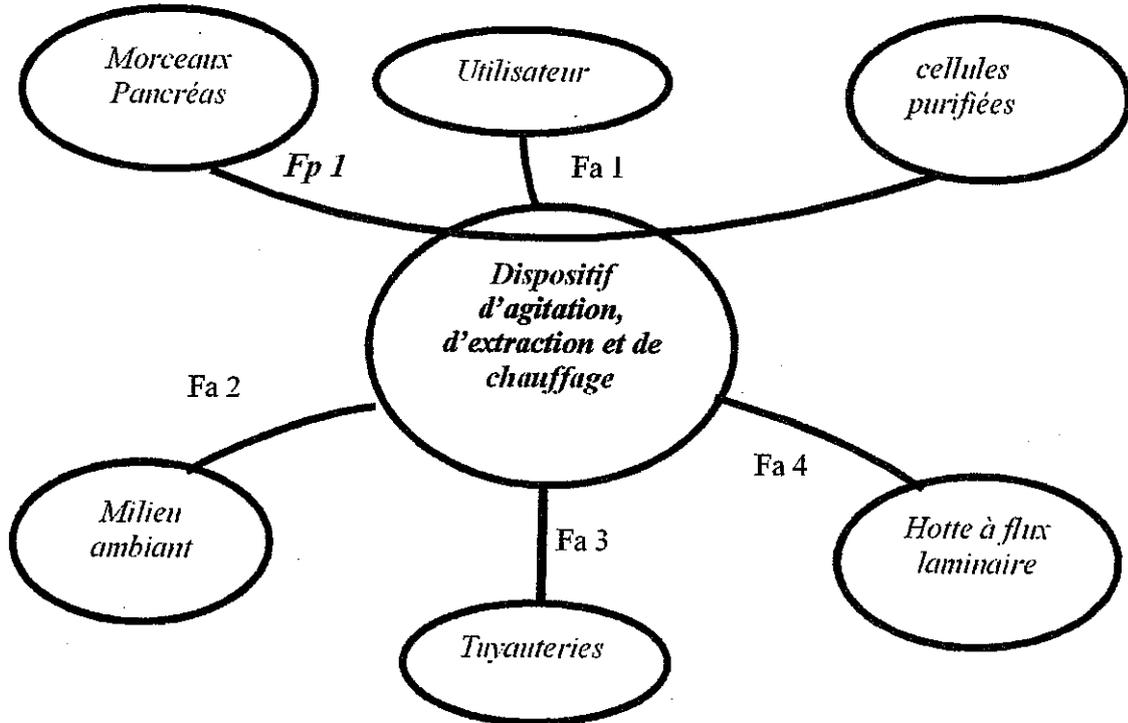


Diagramme partiel des interacteurs

On donne ci avant le diagramme partiel des interacteurs.

La fonction principale du produit peut être exprimée de la manière suivante :

- **Fp 1** : Extraire les cellules purifiées en chauffant et agitant par des mouvements de bas en haut et de rotation les morceaux de pancréas mélangés à un enzyme.

ÉTUDE MÉCANIQUE DE L'AGITATEUR

Le système est composé de deux chaînes cinématiques indépendantes (cf. plan de l'agitateur A3) :

- chaîne n°1 (principale) constituée d'un moteur électrique brushless M_1 , d'un excentrique 1, d'une bielle 2 et du bras 3 sur lequel est montée la seconde chaîne cinématique ;
- chaîne n°2 (secondaire) constituée d'un moto réducteur électrique M_2 solidaire du bras 3, d'un excentrique, d'une bielle et de l'ensemble {pince, enceinte}.

MODELISATION (voir figure 1 et figures de calcul page 10)

On s'intéresse dans cette partie à la chaîne cinématique n°1. On modélise dans un premier temps chacune des liaisons la constituant par une liaison pivot (voir figure 1).

Données : $\overline{O_1O_2} = e\vec{x}_1$; $\overline{O_2B} = b\vec{x}_2$; $\overline{O_3B} = L\vec{x}_3$; $\overline{O_3O_1} = c\vec{x} - d\vec{y}$;
 $\theta_{10} = (\vec{x}, \vec{x}_1)$; $\theta_{21} = (\vec{x}_1, \vec{x}_2)$; $\theta_{33} = (\vec{x}, \vec{x}_3)$; $\theta_{32} = (\vec{x}_3, \vec{x}_2)$
 la base directe $(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z})$ est associée à l'excentrique 1 ;
 la base directe $(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z})$ est associée à la bielle 2 ;
 la base directe $(\vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z})$ est associée au bras 3 ;

Travail à effectuer :

Compléter le graphe des liaisons du document réponses 1 (DR1)

Compléter les torseurs cinématiques du document réponses 1 (DR1)

On notera : $\{g_{i/j}\}_{O, b_k} = \begin{Bmatrix} \alpha_{ij} & u_{ij} \\ \beta_{ij} & v_{ij} \\ \gamma_{ij} & w_{ij} \end{Bmatrix}$ le torseur cinématique de i/j au point O dans la base b_k .

Avec évidemment d'après nos conventions : $\gamma_{ij} = \dot{\theta}_{i/j}$

Ecrire vos relations cinématiques (en fonction des γ_{ij} et θ_{ij} : attention, vu nos conventions les $\dot{\theta}_{i/j}$ n'apparaissent pas) exprimées dans la base $b(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ sur le DR2.

Déterminer la mobilité de la chaîne continue fermée, notée : m . L'écrire sur DR2.

En déduire le degré d'hyperstatisme, noté h . L'écrire sur DR2.

Ecrire, sur DR2, quelle liaison en O_1 rendrait le système isostatique. Justifier (nouvelle mobilité m_1 et nouveau degré d'hyperstatisme h_1). Du point de vue technologique, quel choix feriez-vous afin de réaliser cette liaison ?

Ne pouvant résister à l'appel des sirènes de la mécanique, vous voulez (ô combien vous avez raison !) savoir quelle est la loi d'entrée-sortie de ce mécanisme. Je vais donc vous conduire dans votre tâche.

L'objectif est donc de déterminer le rapport : $\frac{\gamma_{03}}{\gamma_{10}}$

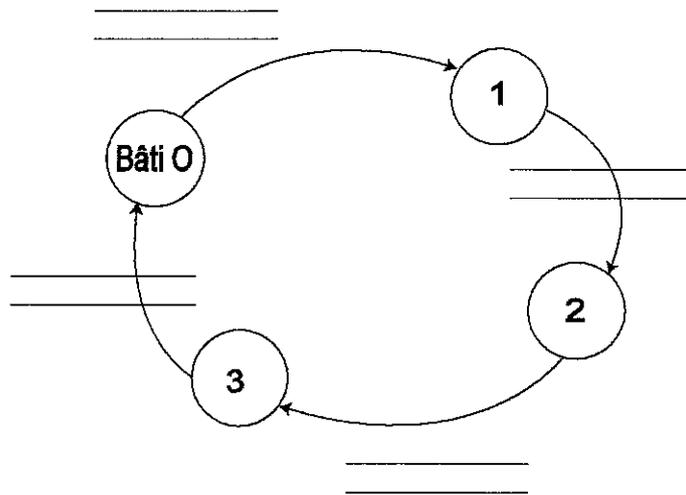
Si vous avez correctement écrit vos équations cinématiques, vous devez avoir des $\cos(\theta_{21} + \theta_{10})$ et $\sin(\theta_{21} + \theta_{10})$ ou des $\cos(\theta_{32} + \theta_{03})$ et $\sin(\theta_{32} + \theta_{03})$; c'est la même chose ! si si regardez bien la figure 1 !! Il serait intéressant de les faire disparaître. Pour cela vous devez exprimer la fermeture géométrique de la chaîne. Projeter cette équation vectorielle dans la base $b(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$. Ecrire ces équations sur DR3 en faisant l'approximation suivante : étant donné le domaine de variation de l'angle θ_{03} , $[-7^\circ ; +7^\circ]$, on peut considérer que $\cos\theta_{03} \cong 1$ et $\sin\theta_{03} \cong 0$. En déduire $\cos(\theta_{21} + \theta_{10})$ et $\sin(\theta_{21} + \theta_{10})$.

Maintenant vous pouvez réinjecter ces résultats dans vos belles équations cinématiques et donc vérifier, en le rédigeant sur DR3, que :

$$\frac{\gamma_{03}}{\gamma_{10}} = \frac{e}{L} * \frac{(L - c) \sin \theta_{10} - d \cos \theta_{10}}{d - e \sin \theta_{10}}$$

FIN !
Bon intersemestre !

Graphes des liaisons à compléter :



Torseurs à compléter :

$$\begin{aligned} \{g_{1/0}\}_{O_1, b_1} &= \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \gamma_{10} & 0 \end{Bmatrix} & \{g_{2/1}\}_{O_2, b_2} &= \begin{Bmatrix} - & - \\ - & - \\ - & - \end{Bmatrix} \\ \{g_{3/2}\}_{B, b_3} &= \begin{Bmatrix} - & - \\ - & - \\ - & - \end{Bmatrix} & \{g_{0/3}\}_{O_3, b} &= \begin{Bmatrix} - & - \\ - & - \\ - & - \end{Bmatrix} \end{aligned}$$

Puis :

$$\{g_{1/0}\}_{O_1, b} = \begin{Bmatrix} - & - \\ - & - \\ - & - \end{Bmatrix} \quad \{g_{2/1}\}_{O_1, b} = \begin{Bmatrix} - & - \\ - & - \\ - & - \end{Bmatrix}$$

$$\{g_{3/2}\}_{O_1, b} = \begin{Bmatrix} - & - \\ - & - \\ - & - \end{Bmatrix}$$

$$\{g_{0/3}\}_{O_1, b} = \begin{Bmatrix} - & - \\ - & - \\ - & - \end{Bmatrix}$$

DR 1 NOM :

Relations cinématiques exprimées dans la base $b(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$:

Détermination de la mobilité :

$m =$

Détermination du degré d'hyperstatisme :

$h =$

Nouvelle liaison en O_1 :

Son torseur cinématique :

$$\{ \mathcal{G}_{1/0} \}_{0_1, b} = \left\{ \begin{array}{cc} - & - \\ - & - \\ - & - \end{array} \right\}$$

Détermination de la nouvelle mobilité :

$m_1 =$

Détermination du nouveau degré d'hyperstatisme :

$h_1 =$

Quel choix technologique :

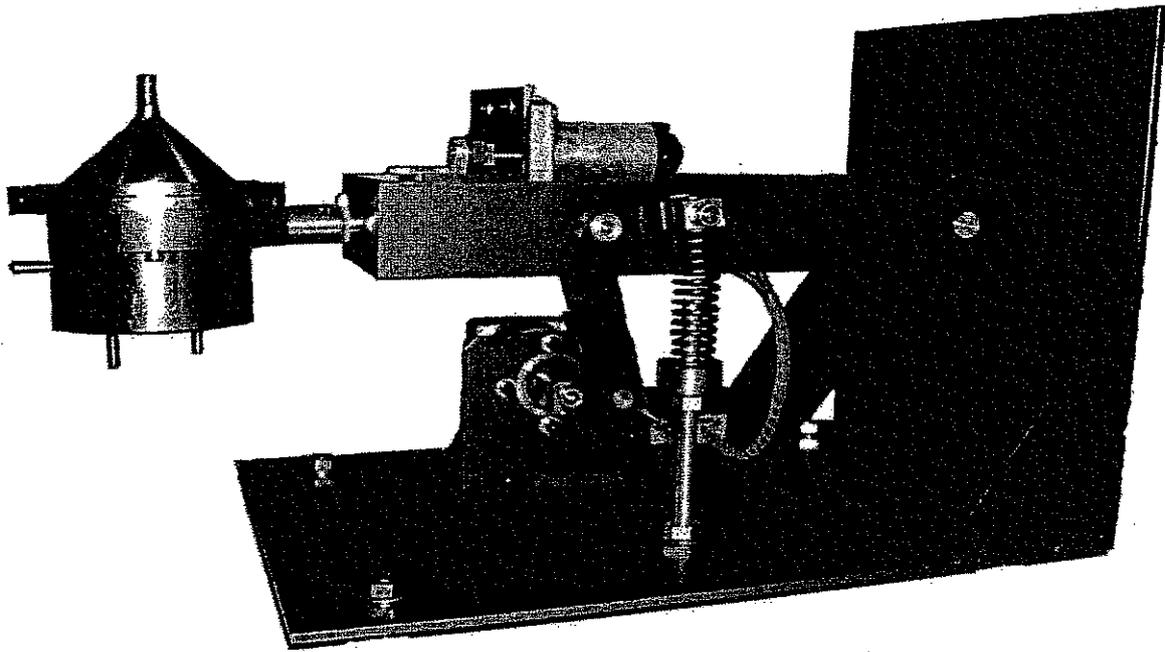


Photo 1 : l'agitateur avec la chambre de Riccordi

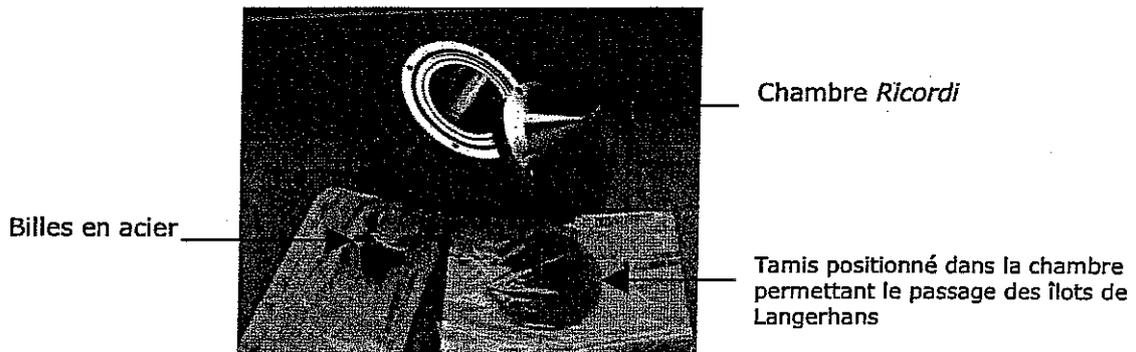


Photo 2 : Chambre de Riccordi et ses accessoires

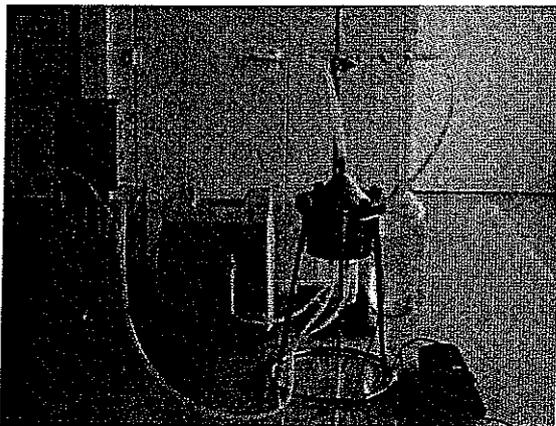
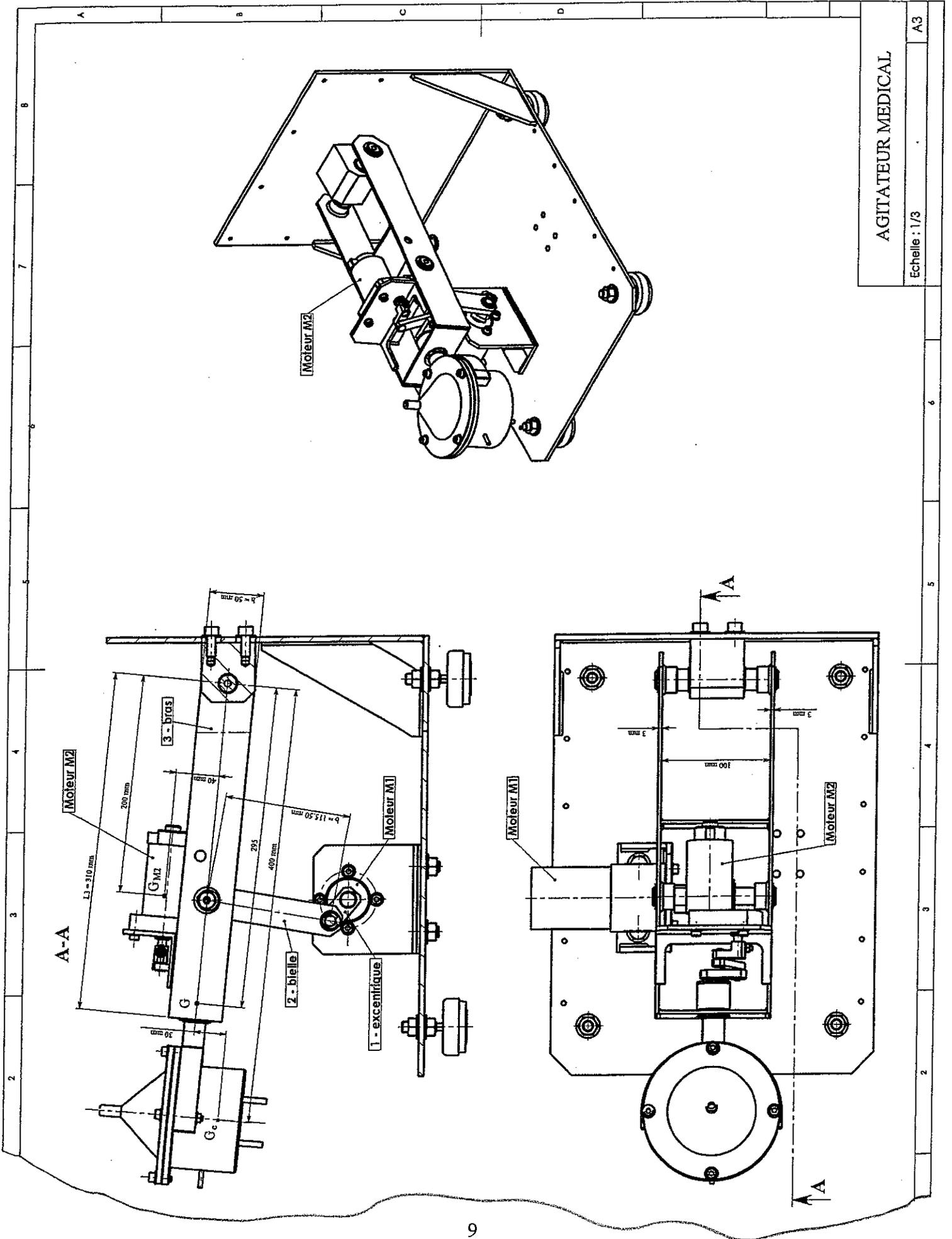


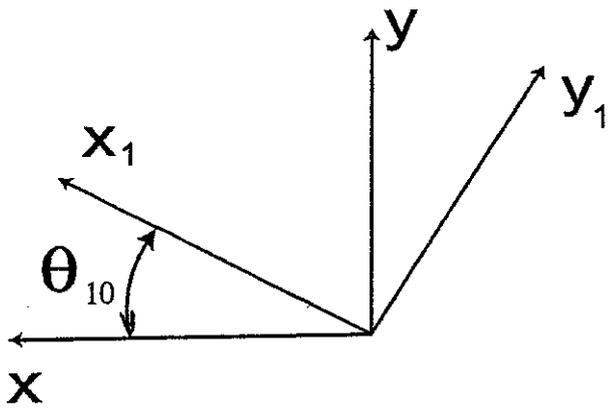
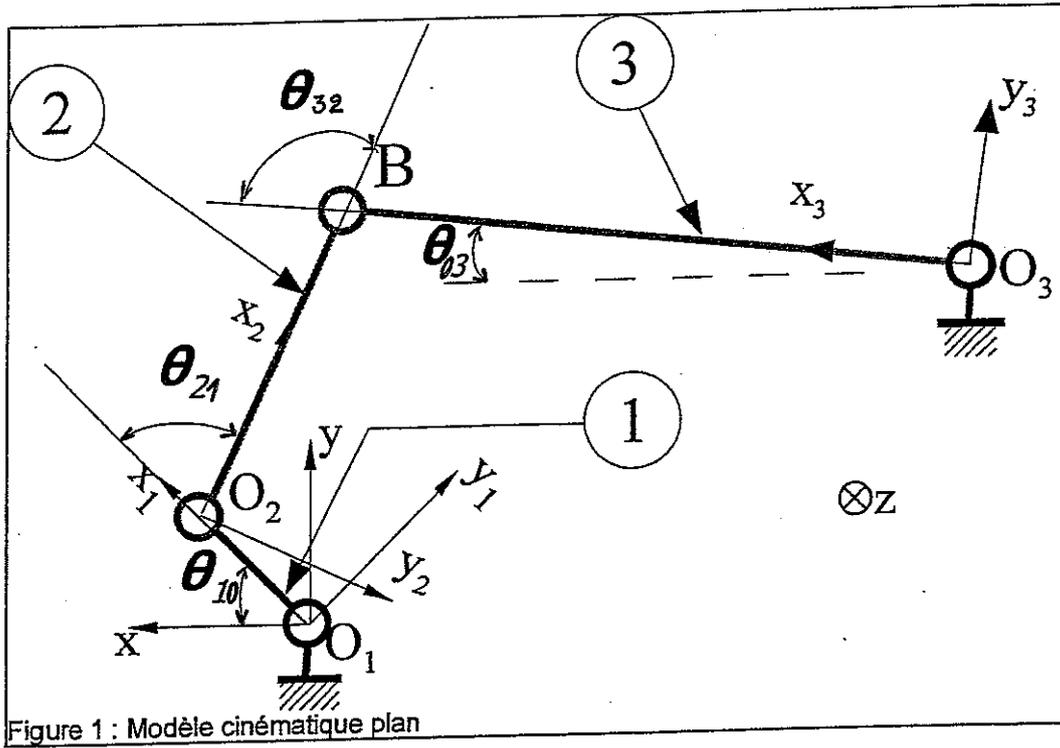
Photo 3 : Installation de la tuyauterie



AGITATEUR MEDICAL

Echelle : 1/3

A3



Figures de calcul:

