

Dernière mise à jour	Détermination des actions	Denis DEFAUCHY
15/06/2016	dans les mécanismes statiques	TD4 - Sujet

Détermination des actions dans les liaisons des mécanismes statiques

TD4

Arc-boutement

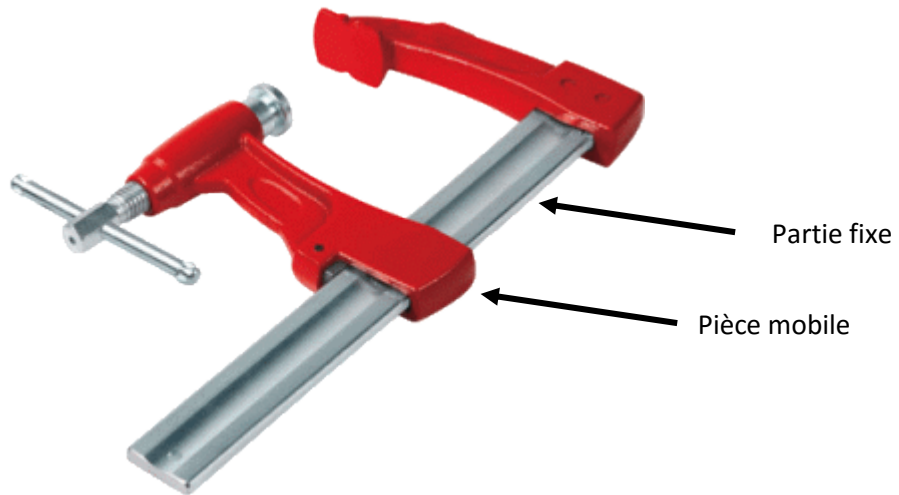
Serre-joint

Programme - Compétences		
A21	ANALYSER	Frontière de l'étude Milieu extérieur
B210	MODELISER	Modélisation plane
B213	MODELISER	Actions mécaniques: - modélisation globale, torseur associé - lois de Coulomb - adhérence et glissement
B214	MODELISER	Liaisons: - géométrie des contacts entre deux solides - définition du contact ponctuel entre deux solides: roulement, pivotement, glissement, condition cinématique de maintien du contact - définition d'une liaison - liaisons normalisées entre solides, caractéristiques géométriques et repères d'expression privilégiés - torseur des actions mécaniques transmissibles dans les liaisons normalisées
C28	RESOUDRE	Principe fondamental de la statique Equilibre d'un solide, d'un ensemble de solides Théorème des actions réciproques Modèles avec frottement: arc-boutement

Dernière mise à jour 15/06/2016	Détermination des actions dans les mécanismes statiques	Denis DEFAUCHY TD4 - Sujet
------------------------------------	--	-------------------------------

Exercice 1: Arc-boutement

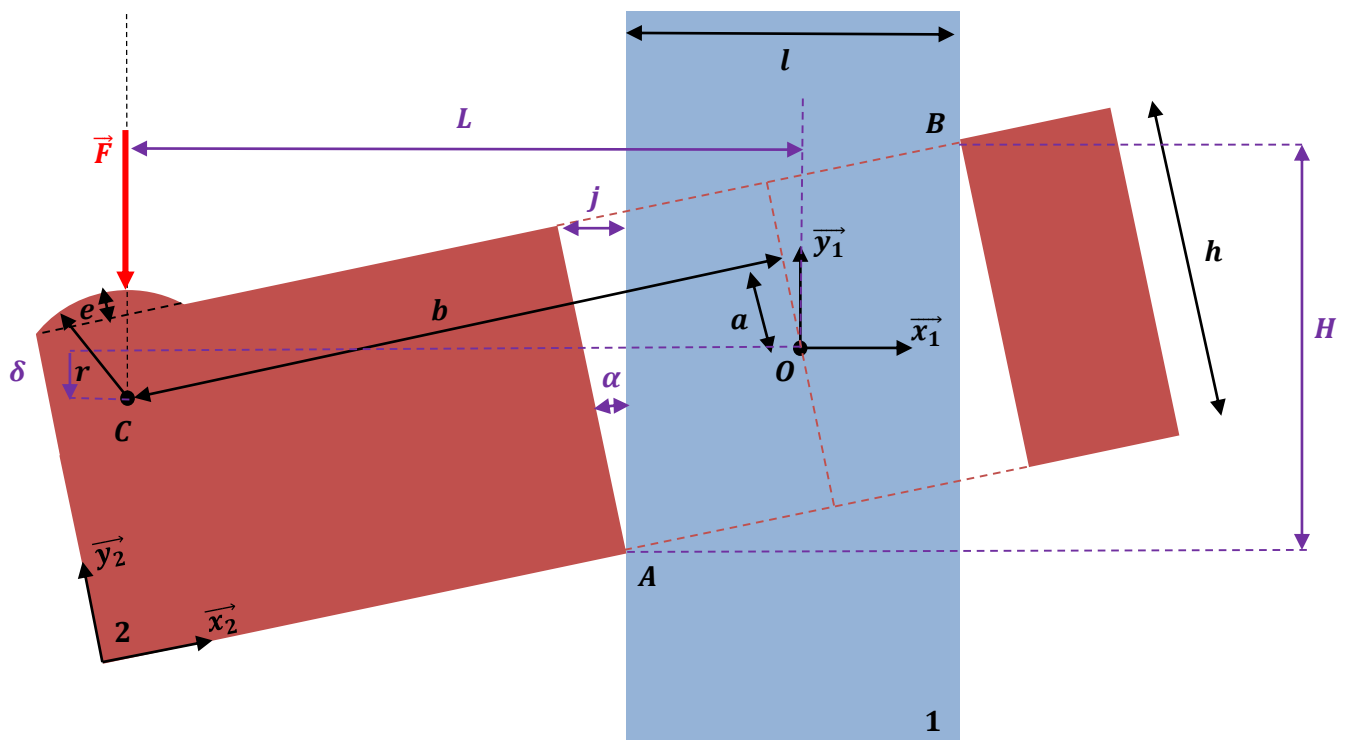
Notre étude porte sur un serre joint dont la photo est proposée ci-dessous :



Le serre joint est un système mécanique composé de deux pièces en liaison glissière l'une par rapport à l'autre. Lorsque la pièce mobile ne serre pas d'objet, elle est libre en translation et on peut remarquer qu'il existe un jeu visible dans la liaison glissière avec la partie fixe. Par contre, lorsque le serre joint est utilisé pour serrer une pièce, la liaison glissière se transforme en une liaison encastrement.

Demandons-nous jusqu'à quel effort cette liaison empêche la translation

On propose le modèle plan suivant, dans lequel le jeu a volontairement été accentué :



Dernière mise à jour	Détermination des actions dans les mécanismes statiques	Denis DEFAUCHY
15/06/2016		TD4 - Sujet

On supposera que les liaisons ne sont pas parfaites et on appellera f le coefficient d'adhérence aux contacts supposés ponctuels en A et B . On supposera que le jeu j ne peut pas être nul. En effet, s'il était nul, il n'y aurait pas de contacts uniquement en A et B .

On négligera l'effet de la gravité.

La zone de contact est sphérique de rayon r telle que l'action au contact ait une droite support qui passe toujours par le point C , centre de cette sphère. On supposera par ailleurs que la pièce prise dans le serre joint présente une surface inférieure au contact avec 2 parallèle à la direction \vec{x}_1 , ce qui induit que l'action F est toujours suivant \vec{y}_1 . On pose :

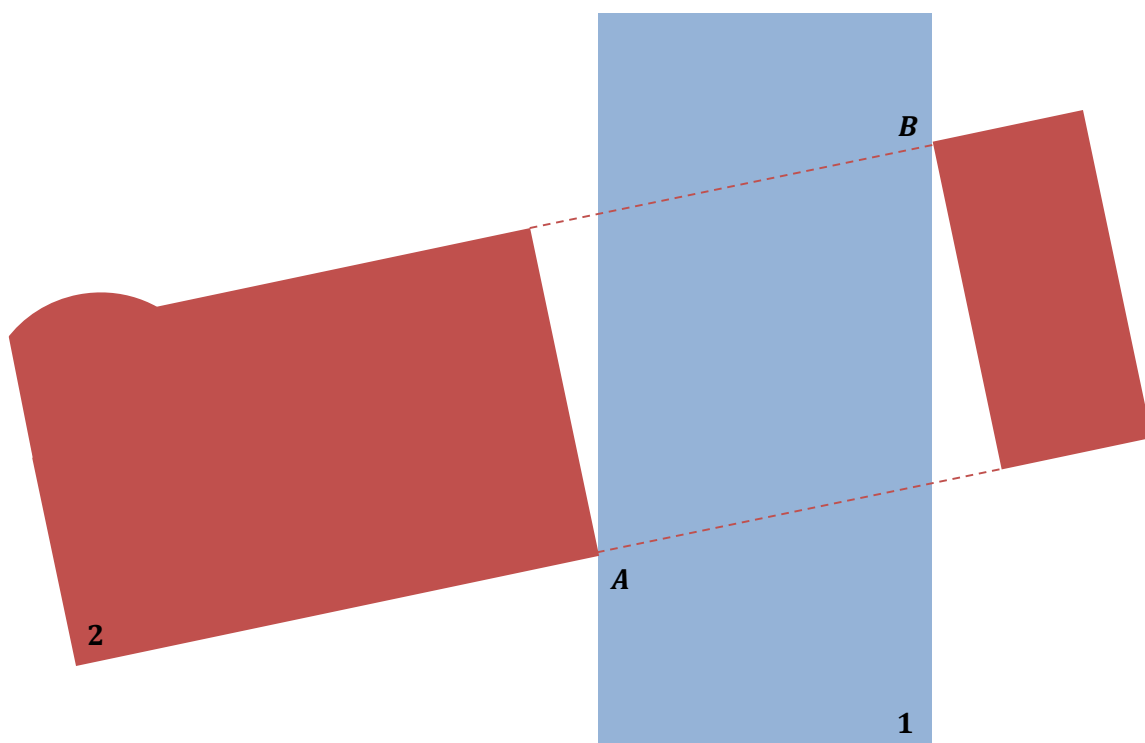
$$\vec{F} = -F\vec{y}_1$$

Equations du PFS appliqué à la pièce 2

Les dimensions L et H ne sont pas propres à la géométrie des pièces 1 et 2, elles dépendent du jeu j présent dans le guidage. Ces deux dimensions se retrouvent dans tout problème d'arc-boutement, les prendre en compte permettra donc d'élargir l'étude du serre joint à d'autres cas. Ces dimensions sont par ailleurs définies car elles seront très utiles pour simplifier la démarche de calcul. Nous déterminerons leurs expressions en fonction de la géométrie à la fin de l'exercice.

Question 1: Isoler la pièce mobile 2 et énumérer les actions extérieures qui s'appliquent dessus

Question 2: Représenter sur le schéma ci-dessous les actions normales et tangentiels N_A, T_A, N_B, T_B aux contacts en A et B qui s'appliquent sur 2



Dernière mise à jour	Détermination des actions dans les mécanismes statiques	Denis DEFAUCHY
15/06/2016		TD4 - Sujet

Question 3: Donner l'expression des torseurs $\{T_A\}$ en A , $\{T_B\}$ en B , dans \mathfrak{B}_1 des actions de contact en A et B qui s'appliquent sur 2 en considérant que N_A, T_A, N_B, T_B sont des réels positifs

Question 4: Donner l'expression du torseurs $\{T_F\}$ de l'action de serrage dans \mathfrak{B}_1 en C

Question 5: Donner la relation liant efforts normaux et tangentiels aux deux contacts à la limite du glissement

Question 6: Appliquer le PFS à cette pièce au point O et en déduire un système de 3 équations à résoudre

Condition d'équilibre à la limite du glissement

Question 7: En utilisant les deux équations en résultante, montrer que $N_A = N_B = N$, $T_A = T_B = T$ et exprimer N et T en fonction de F

Question 8: En utilisant l'équation en moment, déterminer la condition d'équilibre imposée par ce système, indépendante de F exprimée sous la forme $L_{lim} = f(H, f)$

Condition d'équilibre générale

Montrons que cette longueur L_{lim} est en réalité une longueur minimale L_{min} à laquelle doit être appliqué l'effort F afin d'avoir équilibre.

Supposons qu'il y a glissement en A et B , le mouvement de la pièce 2 est alors un mouvement de translation dans la direction de l'effet, le produit de sa masse m avec son accélération a_y est donc du signe de l'effort $(-F)$.

Question 9: En appliquant le principe fondamental de la dynamique en translation suivant \vec{y}_1 , montrer que $2fN < F$

Question 10: En utilisant l'équation en moment de l'équilibre de la pièce 2 en O , montrer que $HN = LF$

Question 11: En déduire que la longueur L_{lim} est une longueur minimale L_{min} pour que l'équilibre existe

Bilan

Question 12: En déduire la réponse à la problématique

Question 13: Proposer une définition de l'arc-boutement

Question 14: Quelle est la condition entre L et L_{min} traduisant la situation d'arc-boutement

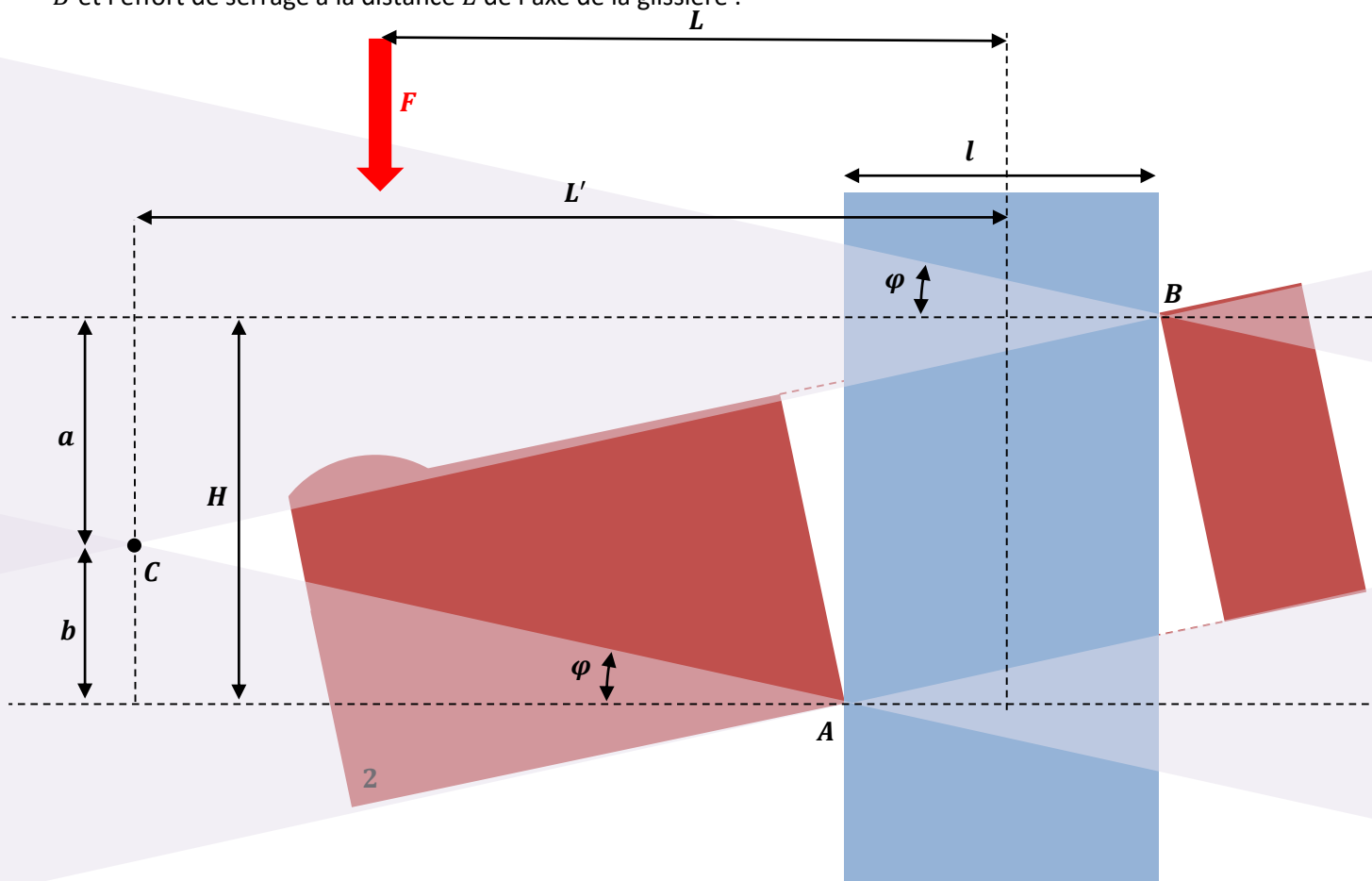
Dernière mise à jour 15/06/2016	Détermination des actions dans les mécanismes statiques	Denis DEFAUCHY TD4 - Sujet
------------------------------------	--	-------------------------------

Etude graphique

Montrons à l'aide d'une étude graphique que la longueur L_{lim} est une longueur minimale permettant l'équilibre et retrouvons la condition d'arc-boutement à la limite du glissement. Nous allons pour cela utiliser 2 principes :

- Les directions des actions aux 2 contacts en A et B sont forcément dans ou sur les cônes d'adhérence
- Lorsqu'un solide est soumis à 3 forces, elles sont obligatoirement concourantes afin d'assurer l'équilibre en moment. En effet, à partir du moment où deux d'entre elles sont concourantes en un point C , si la troisième ne passe pas par C , on a pas $\sum \vec{M}_C(\text{Actions}) = \vec{0}$ et l'équilibre ne peut exister

On propose le schéma suivant sur lequel on a représenté les cônes d'adhérence aux contacts en A et B et l'effort de serrage à la distance L de l'axe de la glissière :



Question 15: Colorier la zone des points de concours possibles des 3 forces appliquées au solide 2 et justifier que fait que L' est une longueur minimum L_{min} permettant l'équilibre

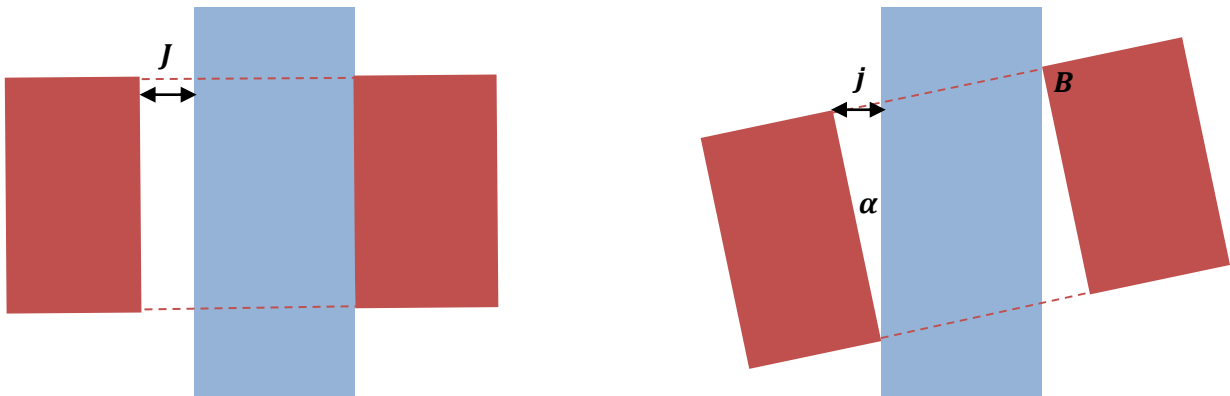
Question 16: Justifier le fait que le point C corresponde au seul point de concours possible des actions en A, en B et de l'effort F à la limite du glissement, en déduire le rapport entre L_{min} et L_{lim} trouvé précédemment

Question 17: Déterminer la condition trouvée à l'aide du PFS à la limite du glissement

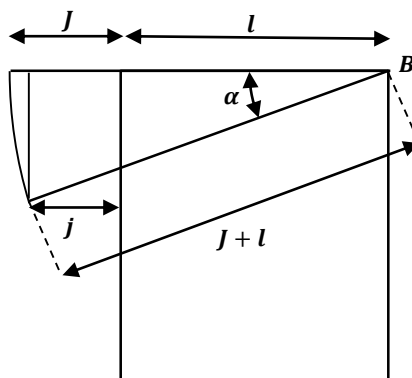
Dernière mise à jour 15/06/2016	Détermination des actions dans les mécanismes statiques	Denis DEFAUCHY TD4 - Sujet
------------------------------------	--	-------------------------------

Discussion sur le jeu dans la liaison glissière

Etudions le jeu du montage. Nous avons introduit un jeu j appelé « jeu du montage » dans le schéma initial. Il ne correspond cependant pas exactement au jeu réel J de la liaison.



On propose le schéma suivant :

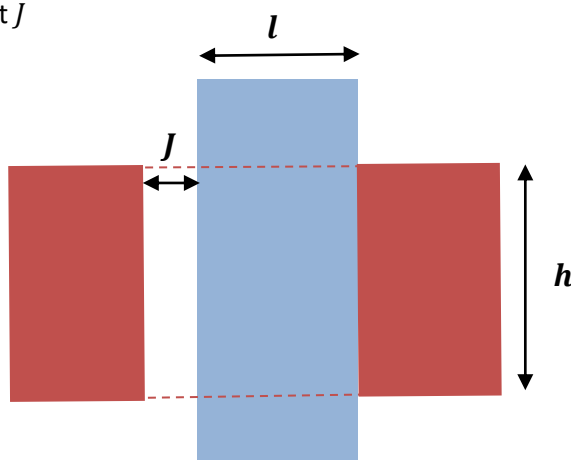


Question 18: Exprimer j en fonction de J , l et α

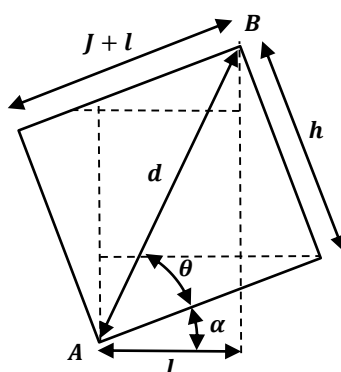
Dernière mise à jour 15/06/2016	Détermination des actions dans les mécanismes statiques	Denis DEFAUCHY TD4 - Sujet
------------------------------------	--	-------------------------------

Expression de L_{min} en fonction des dimensions du guidage

Dans cette partie, on souhaite exprimer la longueur L_{min} en fonction des dimensions caractéristiques du guidage, c'est-à-dire l , h et J



Dans un premier temps, déterminons l'angle α pris par la pièce 2 compte tenu de la géométrie. On propose le schéma suivant :

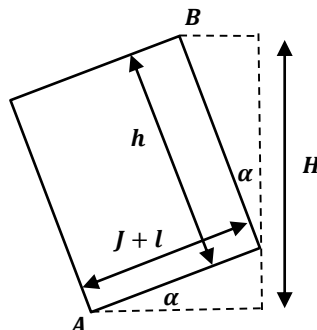


Question 19: Exprimer d en fonction de h , J et l

Question 20: Exprimer θ en fonction de h et d

Question 21: Exprimer α en fonction de l , h et d

Déterminons maintenant l'expressions de H . On propose le schéma suivant :



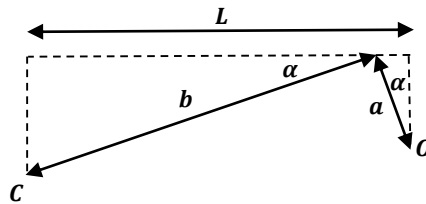
Question 22: Exprimer H en fonction de h , J , l et α

Question 23: En déduire la longueur minimum L_{min} permettant l'équilibre du serre joint en fonction des données géométriques du serre joint h , l et J

Dernière mise à jour	Détermination des actions dans les mécanismes statiques	Denis DEFAUCHY
15/06/2016		TD4 - Sujet

Expression de L en fonction de la géométrie du serre joint

On propose le schéma suivant :



Question 24: Exprimer L en fonction de a , b et α

Application numérique

On donne :

Dimensions du guidage :

$$h = 20 \text{ mm} \quad ; \quad l = 25 \text{ mm} \quad ; \quad J = 1 \text{ mm}$$

Géométrie du serre-joint :

$$a = 30 \text{ mm} \quad ; \quad b = 100 \text{ mm}$$

Matériaux :

$$f = 0,2$$

Question 25: Donner les valeurs numériques de d , α , j , L et H

Question 26: Le serre joint étudié est-il fonctionnel ?

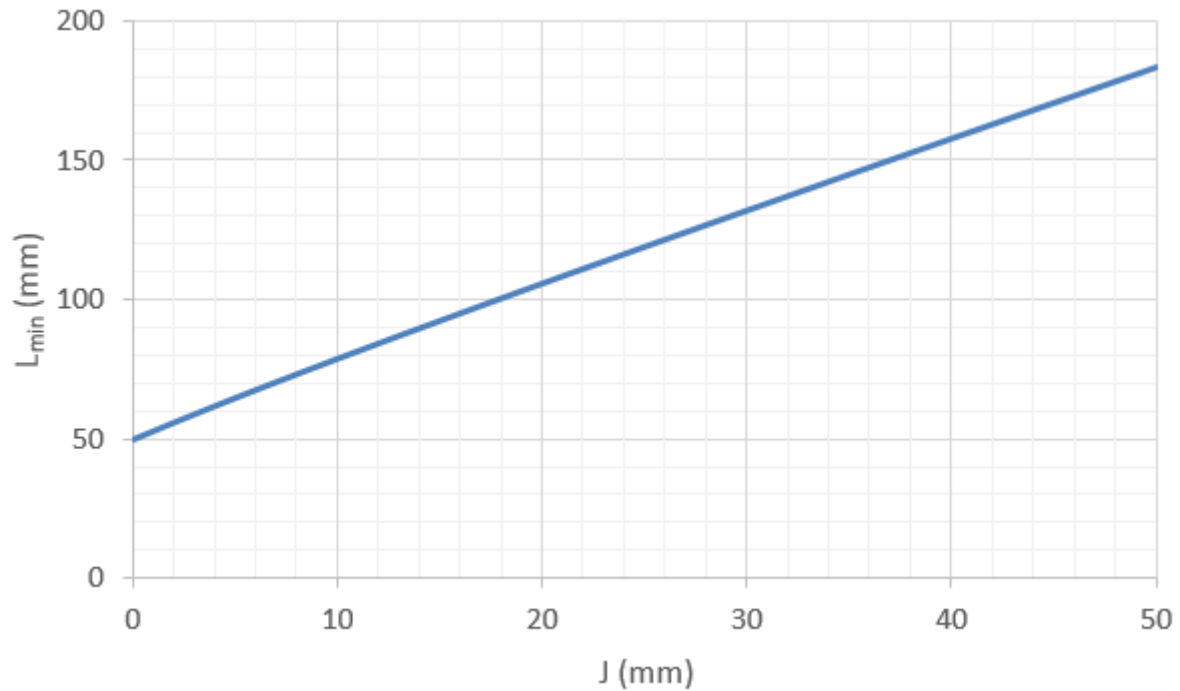
Question 27: Quelle serait la longueur b limite permettant de maintenir la fonction du serre joint ?

Dernière mise à jour	Détermination des actions dans les mécanismes statiques	Denis DEFAUCHY
15/06/2016		TD4 - Sujet

Evolution de L_{min} en fonction du jeu J

On se place dans le cas étudié dans la partie « Application numérique » et on fait varier le jeu du montage J .

La courbe $L_{min} = f(J)$ est proposée ci-dessous.



Remarque : le cas où J est nul ne fait pas partie de l'étude menée (disparition des deux contacts au profit de surfaces planes), la courbe n'est donc pas définie en $J = 0$.

Question 28: Mettre en évidence la zone des valeurs de L où le serre joint est fonctionnel sur ce graphique

Question 29: Par lecture graphique, déterminer le jeu dans la glissière à partir duquel le serre joint ne fonctionnera plus