



1 – Présentation

L'entretien de sa **forme** est indispensable et tous les moyens sont bons pour s'y tenir, même à la maison ! Parmi toutes les activités de **fitness**, le **step**, très prisé, qu'on a plaisir à pratiquer dans une salle de sport ou même à la maison, permet de se dépenser et de brûler bon nombre de calories. Son concept est simple : s'entraîner sur une **marche** qui offre une multitude d'exercices. Son but ? Améliorer sa condition physique et travailler votre système cardio-vasculaire en provoquant une augmentation de la capacité aérobie (meilleure endurance). Avec le step, on sollicite à la fois les systèmes musculaire et cardio-vasculaire. Au fil des séances, le souffle s'améliore et la coordination aussi.



2 – Problématique

Dans son usage, le système doit fournir une résistance à l'appui du pied de l'utilisateur et bien évidemment ne pas se rompre (résister aux efforts) ; ce faisant, on se propose de vérifier deux points :

- ⇒ le bon dimensionnement d'un joint d'étanchéité qui intervient directement sur l'effort développé par l'utilisateur,
- ⇒ le bon dimensionnement d'un axe d'articulation qui ne doit pas rompre lorsqu'il est sollicité

3 – Travail demandé

PARTIE A

Observation et compréhension du système

Q1 – Observer le système et compléter le texte suivant :

Mots-clés à placer :

« pédales » ; « synchronisé » ; « descend » ; « monte » ; « effort résistant » ; « amortisseur »

L'appareil est équipé de deux _____ articulées. L'utilisateur génère une force sur une seule pédale à la fois. Sous cet effort, la pédale _____ et l'autre, non sollicitée, _____. Leur mouvement est _____ par un levier central. L'effort développé par l'utilisateur s'oppose à un _____ provoqué par un _____ situé sous chaque pédale.

PARTIE B

Calcul de la pression dans l'amortisseur – Vérification du joint d'étanchéité

Pour toute la suite, on formule les hypothèses suivantes : (les garder à l'esprit)

- Les liaisons sont parfaites (géométrie idéale),
- Les frottements sont négligés,
- Les effets d'inertie sont négligés,
- Le poids des pièces est négligé.
- L'intensité de la charge sur une pédale est égale au poids de l'utilisateur.

La démarche d'ingénierie que nous allons adopter est la suivante :

On place une force connue sur la pédale, force qui représente l'action de l'utilisateur. On recherche ensuite à l'aide du logiciel la force que doit développer l'amortisseur pour équilibrer le mécanisme. Connaissant cette force, on détermine la pression capable de la générer et, enfin, on s'assure qu'elle est compatible avec celle que peut supporter le joint d'étanchéité présent dans l'amortisseur.

Données :

- Masse de l'utilisateur : $M = 100 \text{ kg}$.
- Champ de pesanteur : $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.
- le catalogue constructeur des joints d'étanchéité indique, pour la référence qui nous concerne, une pression admissible : $p_{\text{admissible}} = 70 \text{ bar}$ (pression à ne pas dépasser pour ne pas détruire le joint).

Q2 – Calculer en N l'intensité de la charge sur la pédale (ce n'est rien de plus que le poids de l'homme).

$$\| \vec{C}_{\text{homme}/3} \| = \underline{\hspace{15em}}$$

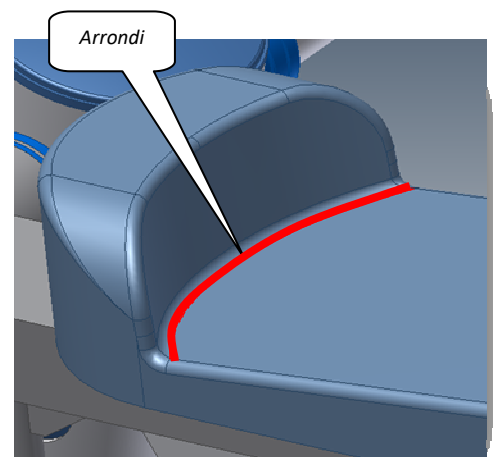
☞ Sous Inventor, ouvrir l'assemblage « Stepper partiel.iam ».

☞ Lancer le simulateur dynamique.

☞ Placer un effort connu avec les caractéristiques suivantes :

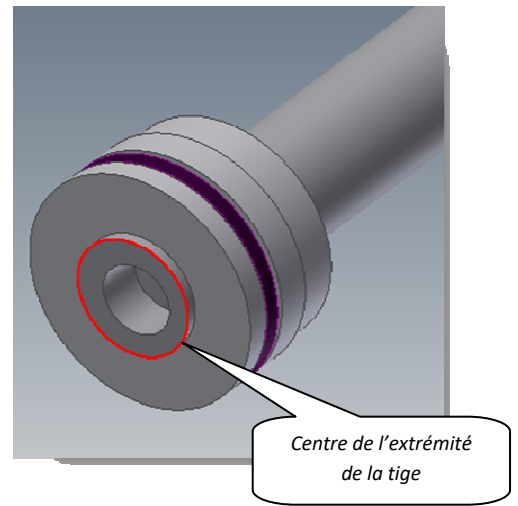
- Point d'application : centre de l'arrondi avant de la pédale (cliquer l'arête de l'arrondi).
- Direction : perpendiculaire au plan de la pédale.
- Sens : dirigé vers la matière de la pédale.
- Direction de charge : associative
- Intensité : celle calculée en Q2.
- Remarque : cocher « Afficher » avant de valider.

☞ Décocher « Visibilité » de « Corps_verin_exterieur » (dans le dossier « Groupes mobiles »).



↳ Placer un **effort inconnu** de type « force » avec les caractéristiques suivantes :

- Point d'application : au centre de l'extrémité de la tige de l'amortisseur.
- Direction : l'axe de la tige de l'amortisseur
- Sens : sans importance
- Intensité : inconnue (par définition)



Ne pas valider tout de suite : dans la boîte de dialogue, on définit aussi le mouvement sur lequel la simulation aura lieu :

- Liaison à piloter : « Pivot :1 » (liaison entre la pédale et le châssis fixe)
- Degré de liberté à prendre en compte : la rotation
- Amplitude du mouvement : 20° => jouer sur la position finale (normalement, la valeur est déjà bonne).
- Nombre de positions étudiées : 100

Remarque 1 : cocher « Afficher » avant de valider.

Remarque 2 : la simulation démarre dès que vous validez et le « grapheur de sortie » s'ouvre tout seul.

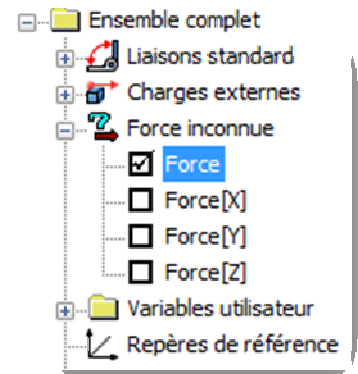
↳ Analyse des résultats dans le grapheur :

Tout d'abord, afficher l'intensité de la force connue ; on doit retrouver les 1000 N.

Ensuite, afficher la force inconnue (celle que doit développer l'amortisseur).

Q3 – La force développée par l'amortisseur est : variable constante

Q4 – Sur la course étudiée, son intensité maximale est : $F_{max} =$ _____ N



Il reste maintenant à déterminer la pression pneumatique capable de générer la force voulue. Pour cela, un petit calcul est nécessaire.

Q5 – Sous Inventor, mesurer le grand diamètre du piston du vérin : $D =$ _____ mm $\Leftrightarrow D =$ _____ m

Q6 – Calculer en m^2 la surface correspondante.

_____ $S =$ _____

Q7 – Calculer en *bar* la pression p dans l'amortisseur.

_____ $p =$ _____

Q8 – Conclusion

La pression maximale dans l'amortisseur est :

- supérieure à celle admissible ; il faut revoir la conception.
- inférieure à celle admissible par le joint d'étanchéité ; la conception est correcte.

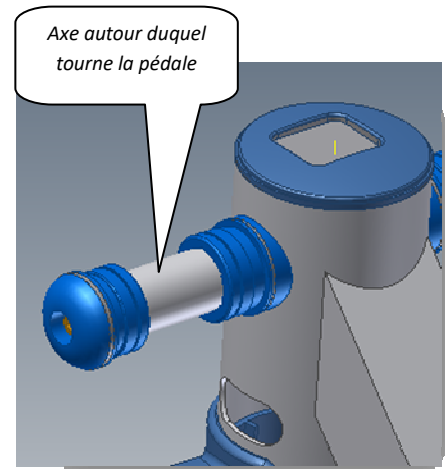
PARTIE C

Vérification du dimensionnement de l'axe d'articulation

La pédale est articulée sur le châssis (elle pivote). La rotation s'effectue autour d'une pièce, c'est l'axe.

L'objectif est de connaître l'effort dans la liaison afin de s'assurer que la contrainte qu'il engendre dans la matière reste inférieure à ce qu'il peut supporter (il ne faut pas que ça casse).

Données : le matériau utilisé pour fabriquer le châssis est un acier doux dont la résistance élastique est $R_e = 235 \text{ MPa}$.



La démarche d'ingénierie que nous allons adopter consiste à placer une force connue sur la pédale, force qui représente l'action de l'utilisateur (cette étape est déjà faite). On recherche ensuite, à l'aide du logiciel, la force présente dans la liaison lorsque la pédale parcourt les 20° . On pourra alors vérifier si le maximum de la force dans la liaison est – ou non – inférieur au maximum préconisé.

Q9 – A partir des résultats du grapheur, rechercher l'intensité maximale de la force que doit encaisser l'axe autour duquel tourne la pédale : $F_{\max} =$ _____.

↳ Sous Inventor, ouvrir le fichier pièce « chassis.ipt ».

↳ Environnement >> Analyse des contraintes.

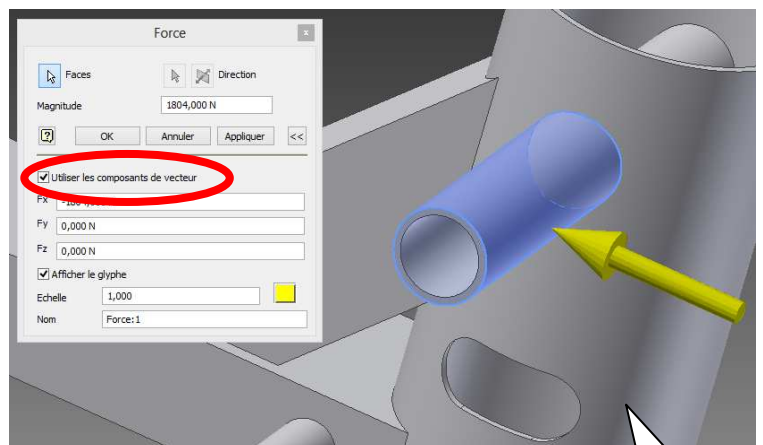
↳ Créer une simulation.

↳ Placer un **effort** avec les caractéristiques suivantes : (voir également la figure ci-contre)

- Point d'application : face cylindrique de l'axe.
- Direction : \vec{x} (cocher « Utiliser les composantes de vecteur »).
- Sens : dirigé vers la matière de l'axe.

↳ Fixer la surface cylindrique du tube principal.

↳ Exécuter la simulation.



Surface à fixer.

Q10 – La contrainte maximale vaut : $\sigma_{max} =$ _____

Q11 – Conclusion :

Comparer σ_{max} et R_e : _____

→ La contrainte maximale dans la matière de l'axe est :

- supérieure à celle admissible ; il faut revoir la conception.
- inférieure à celle admissible ; la conception est correcte.

PARTIE D

Vérification des valeurs d'effort données par le logiciel – analyse des écarts

Vous venez de vérifier le dimensionnement de deux composants : le joint d'étanchéité (la pression qu'on lui impose est inférieure à celle qu'il peut supporter) et l'axe d'articulation du châssis (la contrainte dans la matière est inférieure à la résistance élastique). Cela dit, les valeurs d'efforts utilisées proviennent de la simulation faite sous le modeleur. Peut-on lui faire confiance ? Pour répondre à cette interrogation, vous allez mener une petite étude de statique graphique...

On admettra que les efforts sont maxima à la position finale (n° 100) ; c'est dans cette position que seront donc menées deux études graphiques successives, celle de l'amortisseur puis celle de la pédale.

➤ **Système isolé : l'amortisseur {1 + 2}**

Remarque : on donne le n° « 0 » au châssis.

Q12 – Réaliser le BAME (___ forces)

Nom	Point	Direction	Sens	Intensité (daN)

Q13 – Appliquer le PFS

➡ **Système isolé : pédale {3 + 4 + 5}**

Remarque : on donne le n° « 0 » au châssis.

Q14 – Réaliser le BAME (___ forces)

Nom	Point	Direction	Sens	Intensité (daN)

Ecriture du PAM au point ____ : _____

Q15 – Appliquer le PFS

Q16 – Evaluer en % l'écart entre vos résultats graphiques et ceux fournis par le logiciel.

Ecart de l'effort dans l'amortisseur : _____ % ; Ecart de l'effort sur l'axe de pédale : _____ %

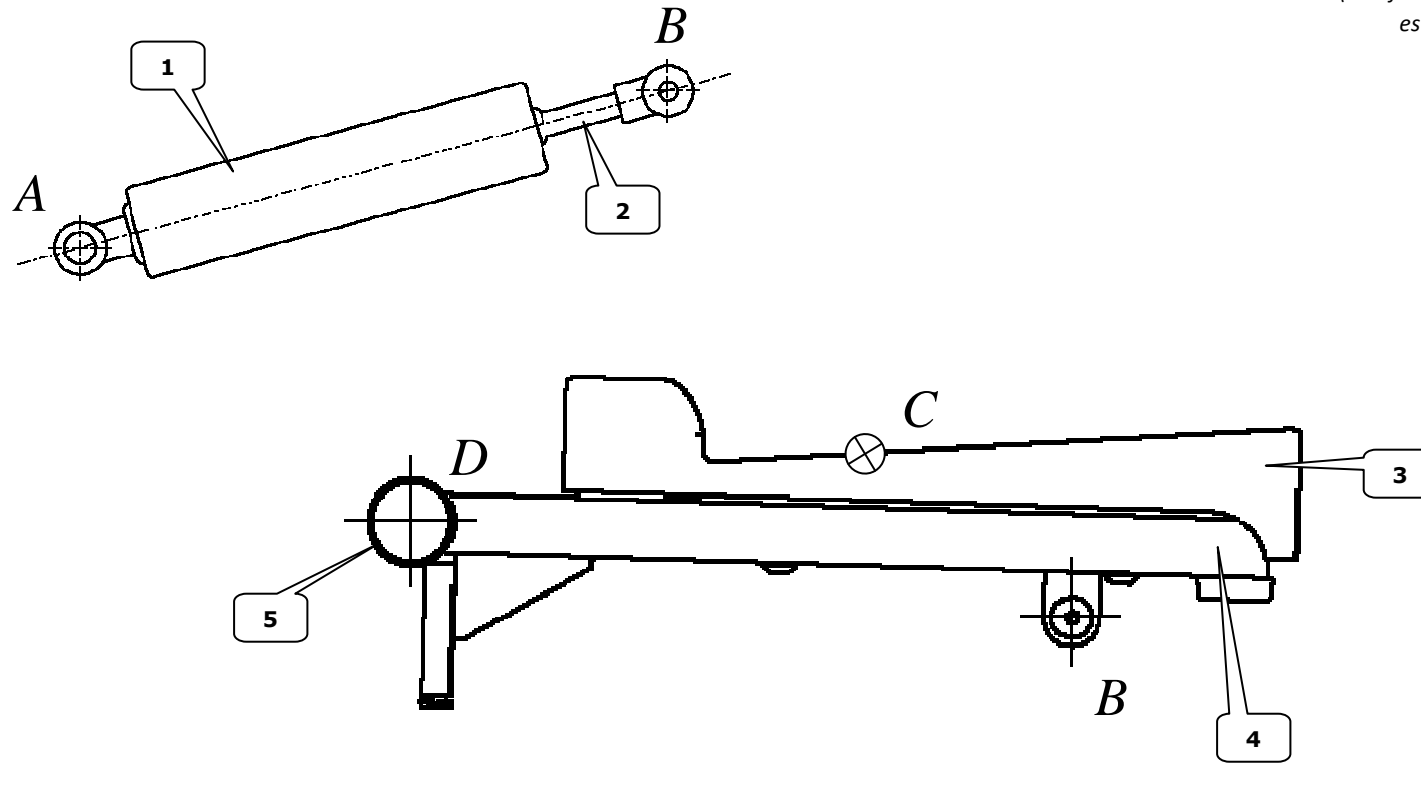
Q17 – Cause(s) de ces écarts :

Q18 – Conclusion : Le logiciel donne des résultats : corrects incorrects.

POSITION 100

Echelle des forces : ____ cm \Leftrightarrow ____ daN

(A définir soit même sachant que plus le dynamique est grand, plus les résultats sont précis)



Remarque : on donne le n° « 0 » au châssis.