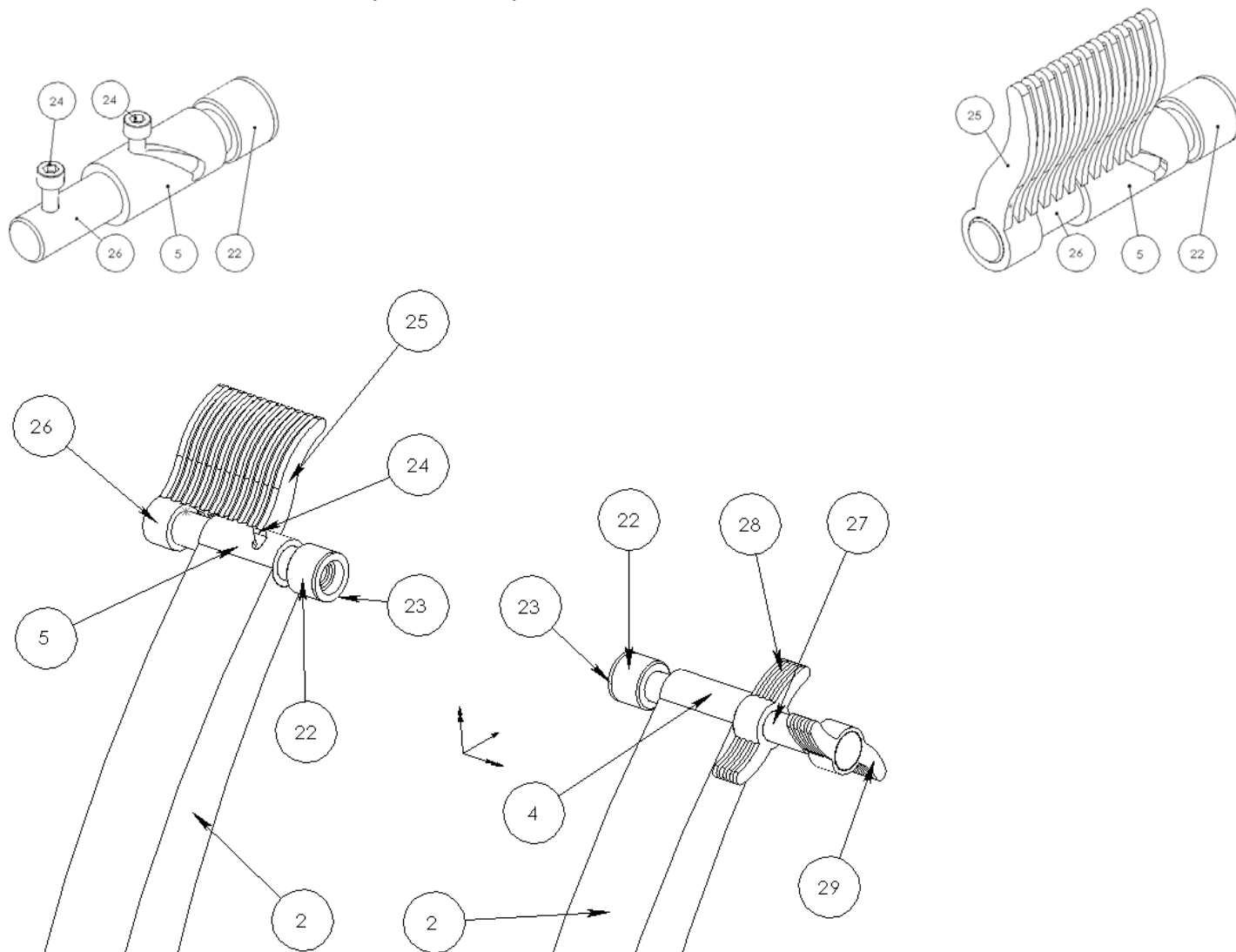


Problématique N°1 : Pour la fonction de service FC3 : « *S'adapter à des largeurs de fourche et de roue arrière différentes* », analyser les solutions constructives adoptées pour certaines fonctions techniques.

Voici la zone d'étude de cette problématique N°1



1-1 Pour les fonctions techniques énoncées (voir FAST du dossier technique DT 4/12), décrire les solutions constructives adoptées par le constructeur pour satisfaire la fonction de service FC3 (voir dossier technique DT 3/12 et DT 8/12 A-A). Pour cela :

- a. Compléter le tableau du document réponse DR 1/10 en y précisant :
 - i. La solution constructive adoptée
 - ii. Les repères des pièces participant à la fonction technique
- b. Pour la fonction FT 322, la transformation de mouvement est réalisée en utilisant le corps de l'une des vis CHC 24, dont celui-ci coulisse dans une forme géométrique réalisée dans le tube 5
 - i. Décrire cette forme géométrique.
 - ii. Quelle est la caractéristique associée à cette forme qui assurera la rapidité du blocage ? (voir DR 1/10)
- c. Sur la figure du document réponse DR 1/10, colorier la forme géométrique appartenant à la pièce 5 qui résulte de la fonction technique FT 323.

Problématique N°2 : Pour le plan d'entraînement en côte donné dans le dossier technique (voir DT 2/12), estimer l'énergie dépensée par le cycliste pour une séquence donnée.

2-1 Pour la séquence **N° 3** du plan d'entraînement fourni (voir DT 2/12), préciser la durée **ΔT** de la séquence, la fréquence de pédalage **N pédalier/cycle**, le nombre de dents du plateau **Z plateau**, le nombre de dents du pignon **Z pignon** de la cassette lié à la roue arrière du cycle et le numéro de la position de la manette de commande au guidon. Compléter le document réponse DR 2/10.

2-2 A partir des caractéristiques précédentes, calculer la fréquence de rotation de la roue arrière du cycle : N roue /cycle en tours par min. Déduire la vitesse angulaire ω roue/cycle en rad/s. Compléter le document réponse DR 2/10.

2-3 Déterminer la vitesse du point M (point de contact Roue / rouleau) appartenant à la roue par rapport au cycle. Cette vitesse sera modélisée par le vecteur vitesse $\overrightarrow{VM^{roue/cycle}}$. Définir complètement ce vecteur vitesse sachant que le **diamètre D** de la roue est égal à 700 mm. Dessiner le représentant de cette vitesse sur la figure du document réponse DR 2/10.

2-4 Le contact en M entre la roue et le rouleau se faisant par **adhérence** (sans glissement), quelle est la nature du mouvement du rouleau par rapport au bâti du cycle trainer. Ecrire la loi de composition des vitesses en M et démontrer que $\overrightarrow{VM^{roue/cycle}} = \overrightarrow{VM^{rouleau/cycle}}$. En déduire

$$\left\| \overrightarrow{VM^{rouleau/cycle}} \right\|$$

2-5 Le **bâti** du cycle trainer et le **cycle** faisant partis du même sous-ensemble isocinématique, calculer la vitesse angulaire ω rouleau/bâti en rad/s, en déduire la fréquence de rotation du rouleau par rapport au bâti du cycle trainer **N rouleau/ bâti** en tours par minute. **Donnée :** Diamètre du rouleau : $d_{roul} = 30 \text{ mm}$.

2-6 En consultant le graphe donnant la puissance de freinage en fonction de la fréquence de rotation du disque de frein (voir dossier technique DT 2/12) et sachant que le disque de frein a la même fréquence de rotation que le rouleau du cycle trainer, déterminer graphiquement la puissance de freinage développée par le frein magnétique au cours de cette séquence de travail. Compléter le document réponse DR 3/10.

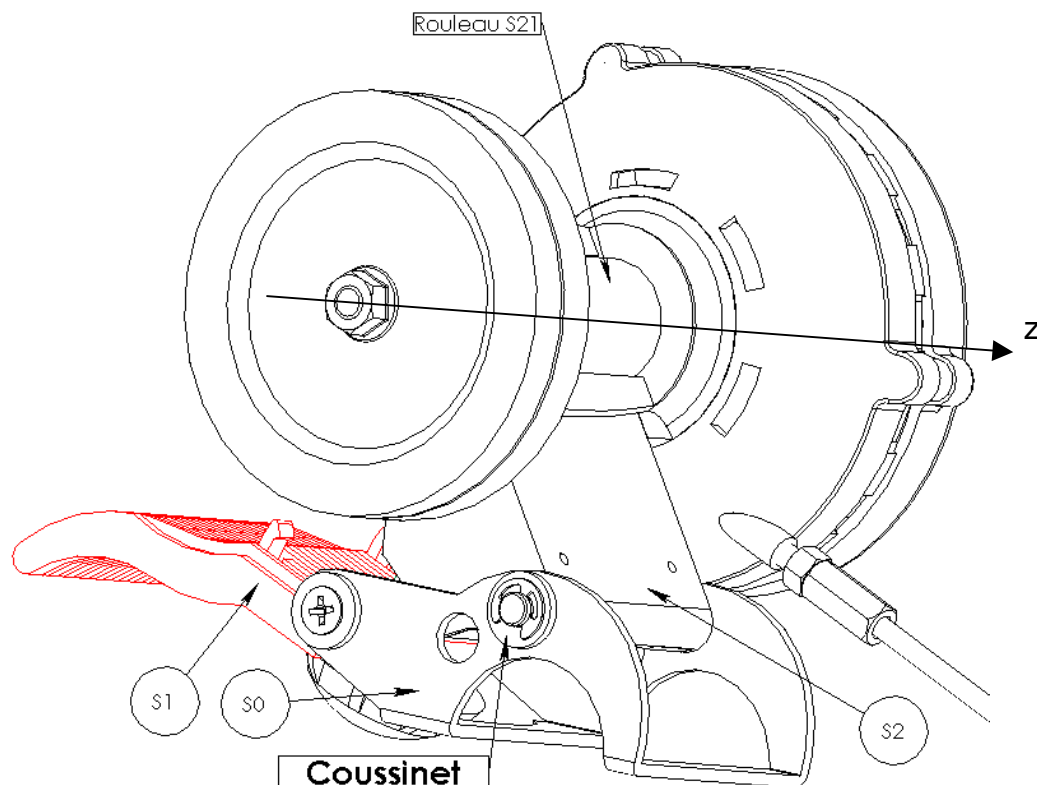
2-7 Quelle que soit la valeur de la puissance de freinage déterminée à la question précédente, prendre **P freinage = 270 W** pour la suite de toute l'étude. Sachant que le rendement du cycle trainer **$\eta_{\text{cycle trainer}} = 0,9$** et que le rendement de la transmission par chaîne du cycle **$\eta_{\text{cycle}} = 0,8$** , calculer la puissance développée sur le pédalier par le cycliste notée **P cycliste**. Compléter le document réponse DR 3/10.

2-8 Déduire l'énergie W_{dep} en joules dépensée pendant toute la durée de la séquence N°3 du plan d'entraînement

Rappel : $W = P \cdot \Delta T$

2-9 Déduire le nombre de calories **N cal** dépensées par le cycliste pendant la durée de cette séquence N°3. **Rappel** 1 Cal = 4.18 Joules

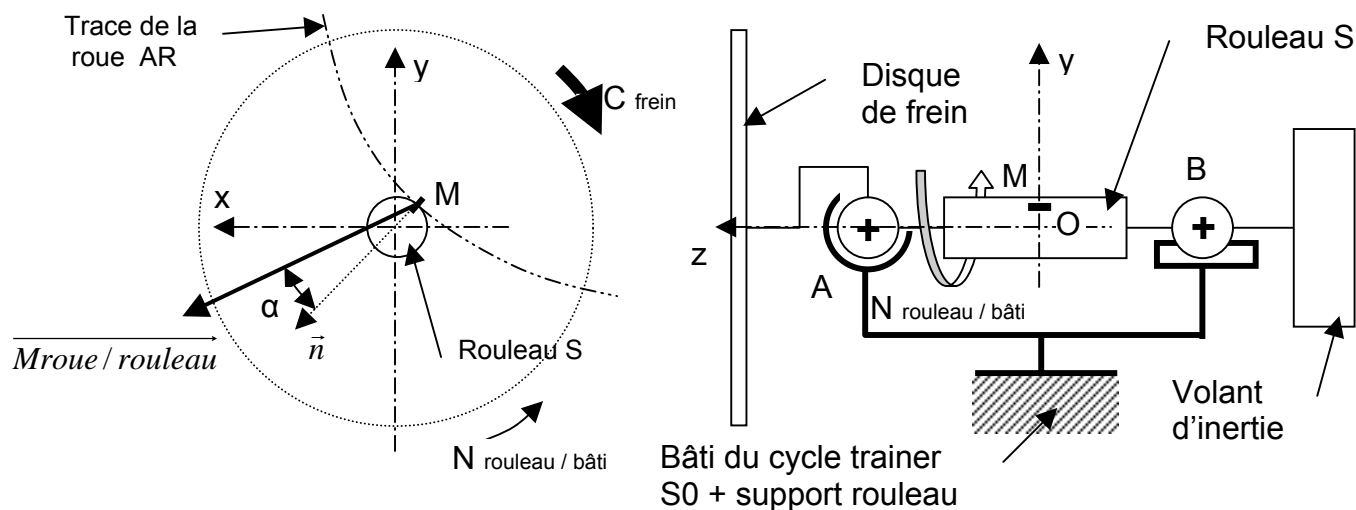
Problématique N°3 : Afin de vérifier la résistance au matage des coussinets qui participent au guidage du support rouleau S2 par rapport au bâti du cycle trainer S0, déterminer l'action mécanique appliquée sur ces coussinets dans le cas le plus défavorable.



Hypothèses de l'étude :

- Le rouleau S21 tourne à vitesse constante
- L'étude sera réalisée dans le cas le plus défavorable : Position 7 du levier de commande, fréquence de rotation maxi : $N_{\text{rouleau}} / \text{bâti} = 10600 \text{ trs/min}$, Puissance de freinage = 650 W
- Le contact en M entre le pneu de la roue arrière et le rouleau S se fait avec adhérence tel que $\tan \alpha = 0.2$ ($\alpha = 11.30^\circ$) voir ci-dessous
- L'ensemble rouleau S21 est guidé par roulements à billes par rapport au bâti (Liaison pivot parfaite : voir modélisation ci-dessous)
- L'ensemble tournant est parfaitement équilibré statiquement.

Modélisation du mécanisme :

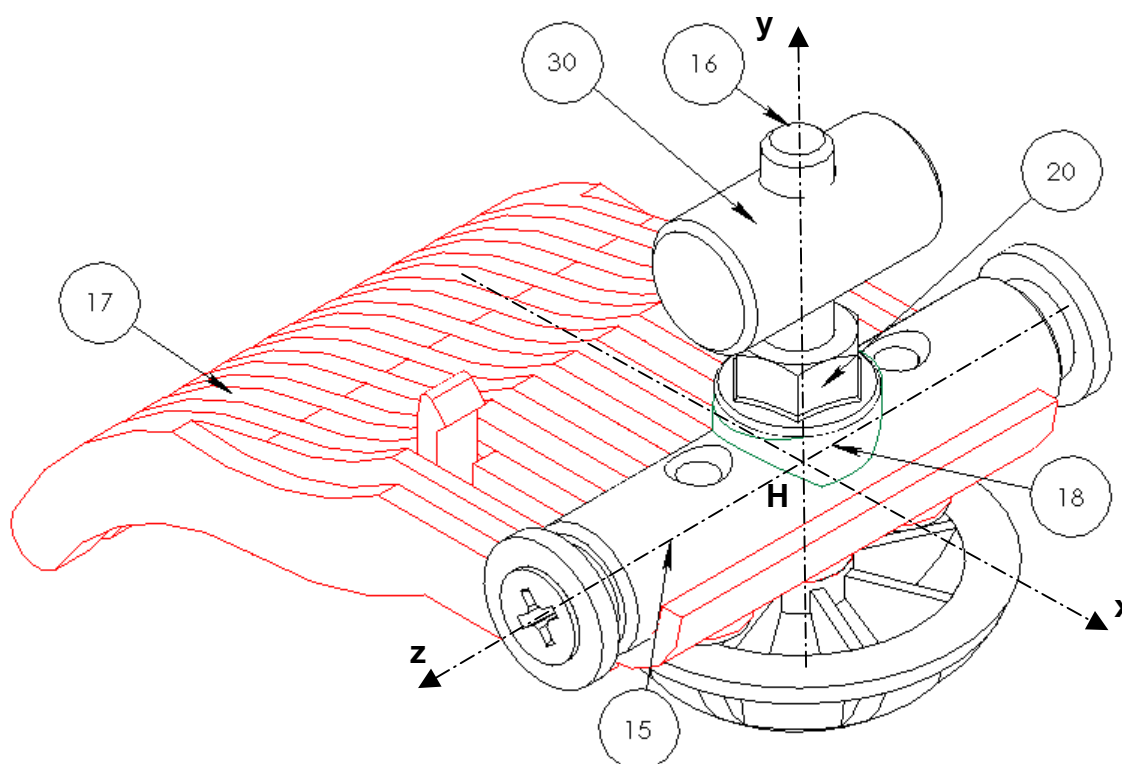


3-1 Calculer le couple maxi de freinage noté $C_{\text{frein maxi}}$ (rappel $P = C \cdot \omega$)

3-2 Le système matériel $S_{21} = \{\text{Rouleau} + \text{volant d'inertie} + \text{disque de frein}\}$ étant isolé mécaniquement, par écriture du **théorème du moment résultant suivant l'axe Oz** appliqué à S_{21} et selon les hypothèses ci-dessus, calculer l'intensité de l'action mécanique exercée par la roue du cycle sur le rouleau en M : $\|\overrightarrow{M_{\text{roue} / \text{rouleau}}}\|$. Rappel : $d_{\text{rouleau}} = 30 \text{ mm}$

Nota : Quelle que soit l'intensité trouvée ci-dessus, prendre $\|\overrightarrow{M_{\text{roue} / \text{rouleau}}}\| = 200 \text{ N}$ pour la suite de l'étude.

3-3 Etude de l'équilibre de l'ensemble $S_1 = \{15+16+17+18+20+30\}$ Voir DT 6/12



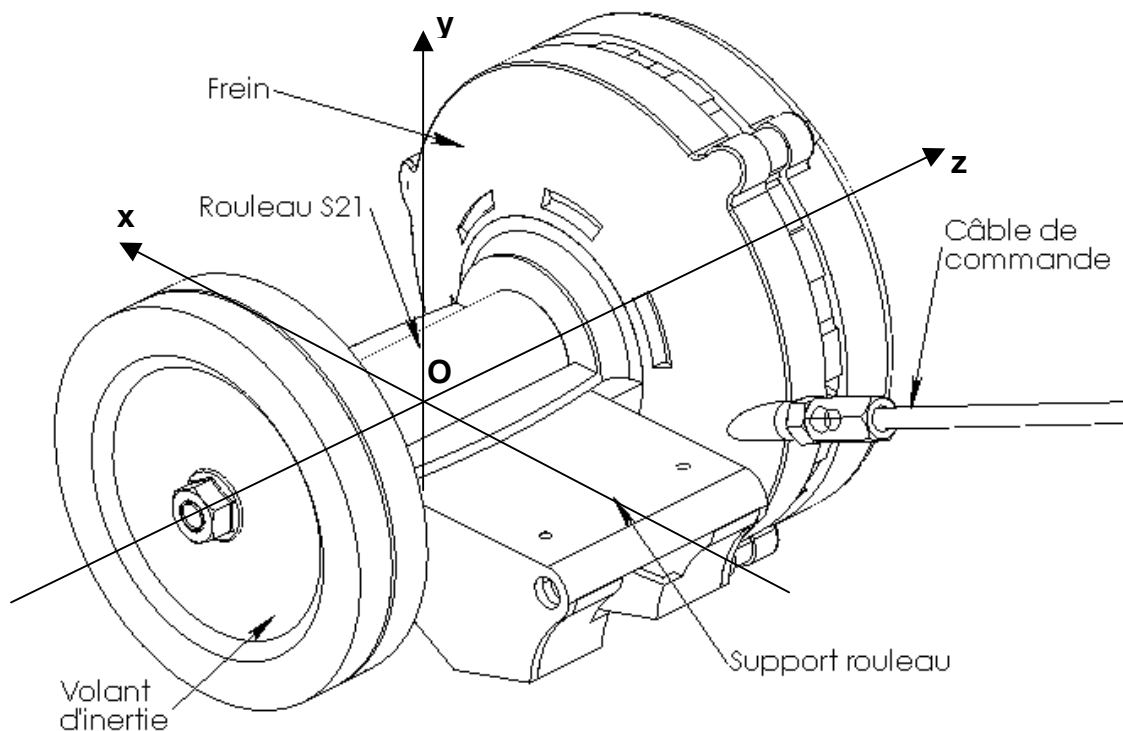
Hypothèses :

- Toutes les liaisons sont parfaites
- L'action de la pesanteur sera négligée sur toutes les pièces de S_1 par rapport aux autres actions mécaniques de contact.
- Le mécanisme possède un plan de symétrie géométrique et de charges : plan H_{xy} .
- Pas d'action manuelle sur le levier de serrage 17

Combien y a-t-il d'action extérieures appliquées à S_1 ? Lesquelles ?

Déterminer la direction de l'action mécanique exercée par le support de rouleau S_2 sur S_1 en C modélisée par $\overrightarrow{CS_2 / S_1}$ tout en justifiant. Voir document réponse.

3-4 Etude de l'équilibre de l'ensemble S2 = Rouleau S21 + frein + volant d'inertie + support rouleau

**Hypothèses :**

- Le système S2 est considéré plan du point de vue des actions mécaniques appliquées.
- L'action de la pesanteur sera négligée sur toutes les pièces de S2 par rapport aux autres actions mécaniques de contact.
- Le câble de commande n'exerce aucune action mécanique de sur S2

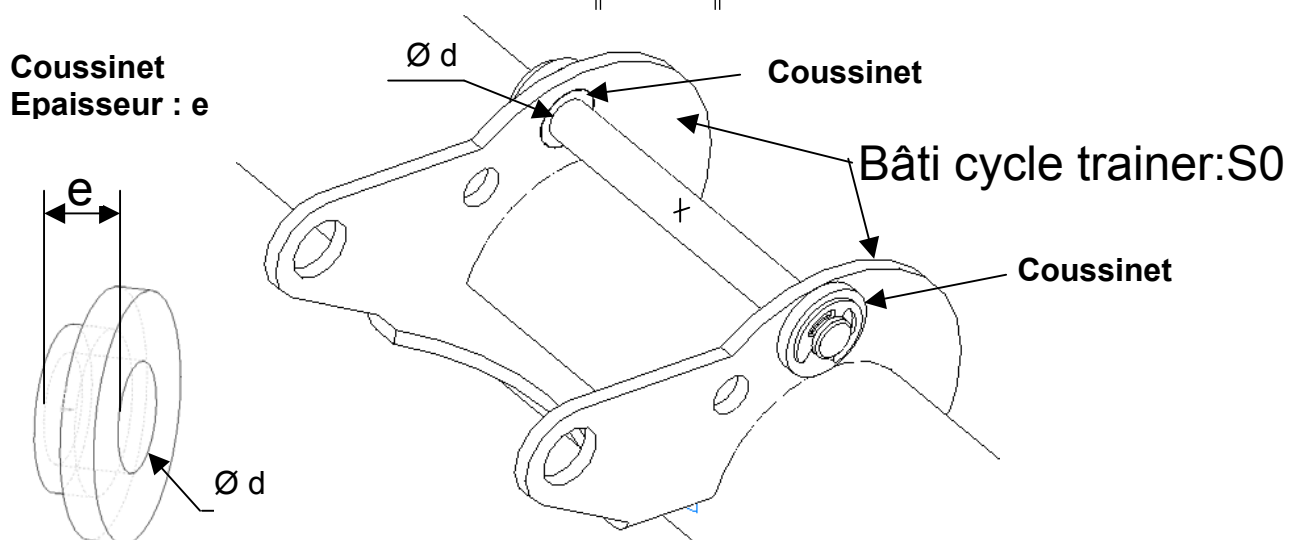
3-4-1 Faire le bilan des actions extérieures appliquées à S2. Compléter le document réponse ;

3-4-2 Ecrire le principe fondamental de la statique appliqué à l'équilibre de S2 en E.

3-4-3 Résoudre graphiquement l'équilibre de S2. Voir document réponse DR 5/10. Déduire l'intensité de $\overrightarrow{ES0/S2}$.

3-5 Vérification de la résistance au matage de l'alésage des 2 coussinets qui participent au guidage du support rouleau par rapport au bâti du cycle trainer S0

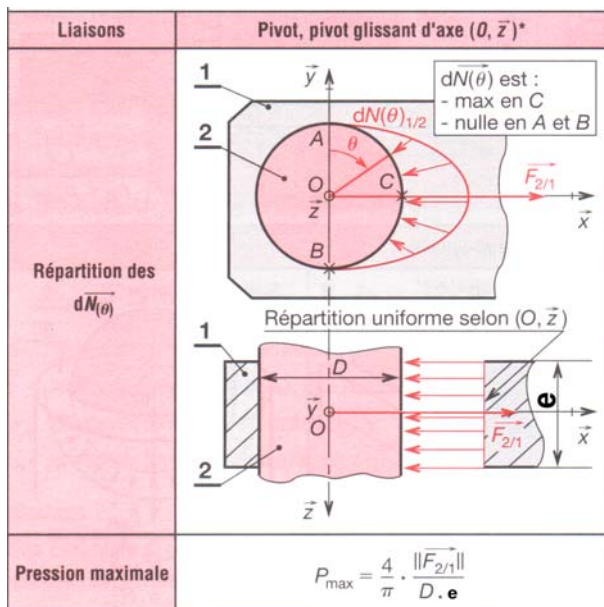
Quelque soient les résultats précédents prendre $\|\overrightarrow{ES0/S2}\| = 180 \text{ N}$.



L'action mécanique exercée par le support roulement sur le bâti du cycle trainer ($\overrightarrow{ES2/S0}$) risque de provoquer une ovalisation des 2 alésages des coussinets de **diamètre d** et d'**épaisseur e** due à une pression de matage trop importante.

Vous allez vérifier la condition de non matage : $P_{\max} < P_{\text{adm}}$.

Rappel : En prenant comme hypothèse de calcul une répartition sinusoïdale de la pression de matage, on obtient les résultats suivants :



Données :

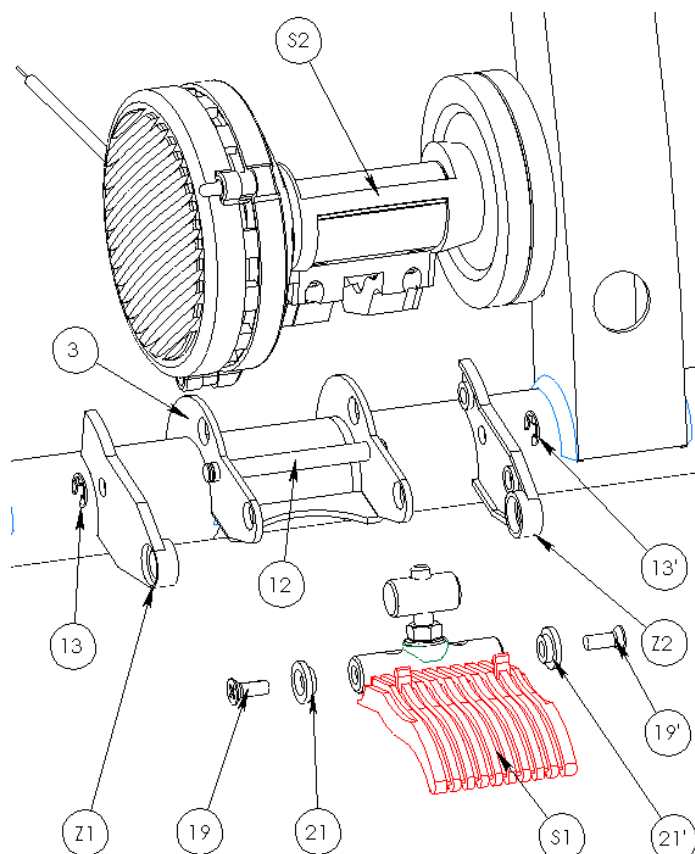
- épaisseur du coussinet : $e = 5.5 \text{ mm}$
- diamètre de l'alésage : $d = 8 \text{ mm}$
- Valeur de la pression admissible :
 $P_{\text{adm}} = 30 \text{ Mpa}$

Calculer P_{\max}

Conclusion : Y aura-t-il risque d'ovalisation des 2 alésages des coussinets appartenant au bâti du cycle trainer ? justifier la réponse.

Problématique N°4 :

Pour des diamètres de roue de 690 mm à 720 mm, le constructeur demande de mettre en place des plaquettes de rallongement Z1 et Z2 (Voir dossier technique DT 5/12 et DT 9/12), mettre en œuvre les différentes opérations qui vont permettre l'installation d'une roue de diamètre 700 mm.



4-1 Fonctions techniques assurées par les plaquettes de rallongement.

4-1-1 Solution constructive adoptée par le constructeur pour assurer la fonction technique FT2111. (voir dossier technique document DT 4/12)

Sur le document réponse DR 6/10, colorier (par 3 couleurs différentes) les 3 paires de surfaces fonctionnelles de mise en position appartenant à Z1 ou à Z2 et à 3 qui assurent cette fonction technique sur les 2 vues proposées.

Les surfaces fonctionnelles (de même couleur) seront reliées par des contraintes géométriques d'assemblage. Lesquelles ? Compléter le tableau du document réponse DR 6/10 .

4-1-2 Solution constructive adoptée par le constructeur pour assurer la fonction technique FT2112 (Voir dossier technique document DT 4/12) et le guidage avec S1

Citer les repères des pièces qui vont participer à cette fonction technique et à ce guidage.

4-2 Graphes de remontage des pièces avec mise en place des 2 plaquettes de rallongement.

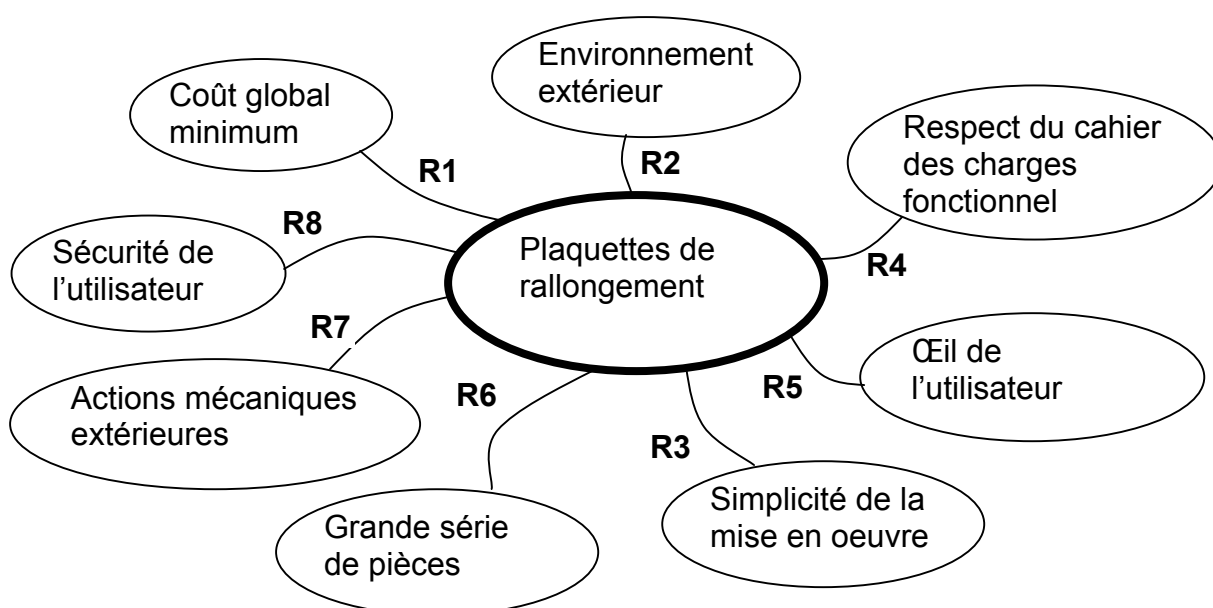
Hypothèse : Les sous ensembles S2, S1 et 3 (ou S0) sont déjà constitués, les pièces Z1, Z2, 12, 13, 13', 19, 19', 21, 21' sont démontées (voir document précédent TD6/9).

Compléter le graphe de remontage des différentes pièces citées ci-dessus. (Voir document DR 7/10)

Problématique N°5 :

Compte tenu des actions extérieures appliquées aux plaquettes et des contraintes du cahier des charges concernant ces plaquettes, justifier le choix retenu par le constructeur quant au procédé et à la matière des plaquettes.

Extrait des contraintes issues du cahier des charges concernant la mise en place de plaquettes de rallongement.



- R1 : Choisir un matériau et des procédés les plus économiques
R2 : Résister à l'environnement extérieur
R3 : Conserver le maximum de pièces du cycle trainer
R4 : Assurer les fonctions techniques FT2111, FT2112 et FT213
R5 : Etre esthétique au point de vue forme et couleur
R6 : Tenir compte du nombre de pièces fabriquées (grande série)
R7 : Résister aux actions mécaniques extérieures
R8 : Ne pas blesser l'utilisateur pendant les phases de manipulation

Dans le tableau du document réponse DR 8/10, 6 modèles de plaquettes sont proposés avec leurs caractéristiques (**matériau avec sa limite élastique, classement coût matière, classement coût de fabrication et procédé de fabrication**). Vous allez vérifier que ceux-ci sont ou ne sont pas en conformité avec certaines contraintes ci-dessus.

5-1 Les 6 modèles de plaquettes sont –ils en conformité (relation R4) pour assurer les fonction techniques FT2111, FT2112 et FT213 ? Compléter la **colonne 4** du tableau (oui / non) du document réponse DR 8/10

5-2 Afin de minimiser le coût global de chaque plaquette (relation R1), classer par ordre de durée des opérations de fabrication, (1 : durée mini ; 6 : durée maxi) les 6 modèles en complétant la **colonne 6** du tableau du document réponse DR 8/10.

5-3 Compléter la **colonne 7** du tableau du document réponse DR 8/10 en y précisant (oui ou non) s'il y a utilisation de pièces supplémentaires pour les 6 modèles de plaquettes proposés.

5-4 Les 6 modèles de plaquettes respectent-ils la contrainte R2 ?
Compléter la **colonne 8** du tableau du document réponse (oui / non) à partir des données sur les matériaux et les procédés.

5-5 Afin de répondre à certains critères d'esthétisme (couleur et touché agréable), classer (1 : le plus esthétique, 6 : le moins esthétique) les 6 modèles en complétant la **colonne 9** du tableau du document réponse DR 8/10.

5-6 Une des contraintes principales des plaquettes sera de résister aux actions mécaniques extérieures.

Nota : pour toute l'étude qui suit, on adoptera un coefficient de sécurité **s= 2**.

5-6-1 Un logiciel informatique a permis d'afficher la répartition des contraintes normales pour les 6 modèles (voir dossier technique DT 12/12). Déterminer les contraintes normales maxi: σ_{\max} pour les 6 modèles de plaquettes. (compléter la **colonne 10** du tableau du document réponse DR 8/10). Calculer la résistance pratique à l'extension R_{pe} en MPa des 6 modèles de plaquettes. (Compléter la **colonne 1** du document réponse DR 8/10).

5-6-2 Quelle relation permet d'affirmer que la contrainte R7 sera satisfaite pour les 6 modèles ? (voir document réponse DR 7/10). Cette contrainte R7 est-elle satisfaite pour les 6 modèles de plaquettes ? Compléter la **colonne 10** du tableau du document réponse DR 8/10 (oui / non)

5-7 Conclusion :

Par une synthèse des résultats affichés dans le tableau du document réponse DR 8/10, personnellement, quel(s) modèle(s) vous semble(nt) le plus en adéquation avec l'extrait du cahier des charges ? Justifier en analysant certains critères du tableau du document réponse DR 8/10.

Problématique N°6 :

Pour des diamètres de roues de 610 à 640 mm, concevoir des plaquettes de rehaussement Z3 et Z4 en matière plastique et réaliser l'assemblage de celles-ci sur le cycle trainer.

Pour résoudre cette problématique, consulter les documents DT 9/12 et DR 9/10**Extrait du cahier des charges à respecter :****6-1 Assemblage des plaquettes Z3 et Z4 sur 3****6-1-1 Mise en position des plaquettes Z3 et Z4 par rapport à 3 :**

- 2 centrages courts utilisant 2 alésages de 3 (voir les $\frac{1}{2}$ coupes A-A et B-B des documents DT9/12 et DR 9/10)
- Contact surfacique plan sur les 2 faces externes de 3

6-1-2 Maintien de la mise en position des plaquettes Z3 et Z4 sur 3 (axes $U\vec{z}$ et $T\vec{z}$)

- par vis FZ M6 16 + rondelle L6 + écrou HFR M6 (voir DT 11/12)

6-2 Guidage de S1 par rapport aux plaquettes Z3 et Z4 autour de l'axe $R\vec{z}$

- Dans un souci de simplicité, la solution constructive adoptée pour ce guidage est la même que celle adoptée pour les plaquettes de rallongement Z1 et Z2 (voir $\frac{1}{2}$ coupe C-C document DT 9/12).

6-3 Guidage de S2 par rapport aux plaquettes Z3 et Z4 Autour de l'axe $S\vec{z}$

- Toujours dans un souci de simplicité, la solution constructive adoptée pour ce guidage est la même que celle adoptée pour les plaquettes de rallongement Z1 et Z2 (voir $\frac{1}{2}$ coupe D-D document DT 9/12).

6-4 Autres contraintes.**6-4-1 Condition de résistance des plaquettes Z3 et Z4.**

- épaisseur minimale : 2.5 mm
- Matériau : Matière plastique P A 6.6

6-4-2 Procédé.

- Moulage par injection plastique : épaisseur maxi : 3.5 mm

6-4-3 Déformation des plaquettes.

- dans le but de minimiser les déformation latérales des plaquettes (suivant l'axe $O\vec{z}$), une ou plusieurs nervures, reliant les 2 alésages des 2 guidages ci-dessus, sont à prévoir. (voir DR 10/10).

Travail demandé :**Sur le document DR9/10 (feuille de calque)**

- 1- Dessiner les formes mécaniques appartenant à la plaquette Z3 afin d'être en conformité avec le cahier des charges ci-dessus.
- 2- Dessiner les éléments standard de visserie de l'assemblage avec 3 sur la vue de face, sur A-A et B-B en utilisant le document ressources DT 11/12.

Sur le document DR10/10

- 3- Compléter les 2 vues du dessin d'avant projet à main levée d'une plaquette Z3 respectant le cahier des charges ci-dessus.