

VARIATEUR « SNT » CUV 05-50

1. Mise en situation.

Ce variateur est utilisé lorsqu'il est nécessaire d'obtenir une grande plage de vitesses avec une grande fiabilité.

Il est utilisé dans les mécanismes suivants :

- bandes transporteuses ;
- convoyeurs ;
- machines à bois ;
- machines textiles ;
- machines de conditionnement ;
- machines agricoles ;
- distributeurs de capsules ;
- pompes ;
- machines à projeter la peinture ou les enduits.

Exemples d'utilisation :

Convoyeur à rouleaux



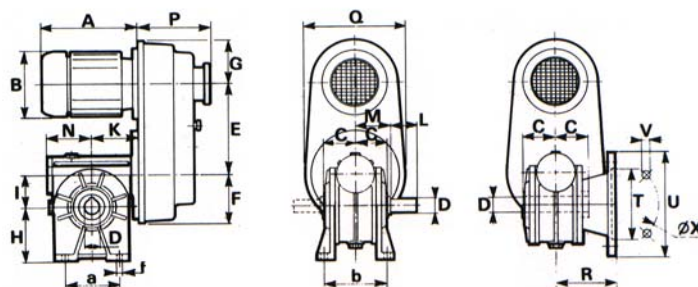
Bande transporteuse



Il existe toute une famille de variateurs : voir documentation SNT.

2. Présentation du variateur CUV.

Il existe toute une gamme de variateurs CUV dont la puissance varie de 0,37 à 1,5 kW, le rapport de réduction allant de 1/7 à 1/100 :



L'ensemble est constitué d'éléments modulaires aisément interchangeables.

MONTAGE DE ROULEMENTS RIGIDES A UNE RANGEE DE BILLES

L'objectif est d'étudier des solutions constructives pour réaliser la fonction de guidage en rotation par éléments roulants. Les roulements utilisés sont des roulements rigides à une rangée de billes.

Remarque : toutes les maquettes 3D et les mises en plan sont à lire à l'aide du viewer Edrawing2007.

I Etude du variateur SNT

Prenons l'exemple du variateur SNT. Il est composé d'un variateur à courroie et d'un réducteur roue et vis sans fin. Ce variateur peut fonctionner dans les deux sens de rotation.

- Consulter le dossier de présentation du variateur et du réducteur : **VariateurSNT** dans le répertoire *Ressources / MontagesRoulements / VariateurSNT*.

Ce dossier comprend :

- le site internet de l'entreprise SNT ;
- la maquette virtuelle 3D *VariateurSNT.easm* et la mise en plan *SNT-ensemble.edrw* ;
- un document de présentation du variateur : *Presentation_Variateur_SNT.pdf* ;
- une animation : *AnimationSNT.avi* ;
- un sous répertoire *Réducteur*.

Le variateur (en réel) est également à votre disposition.

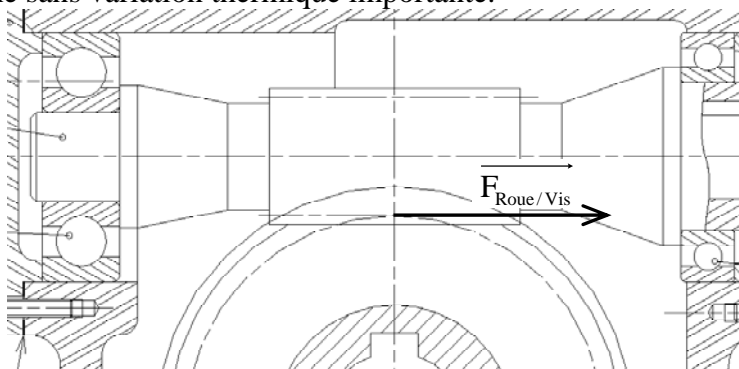
- Analyser de plus près la partie **réducteur** :
 - ouvrir le sous-répertoire Réducteur ;
 - visualiser la maquette virtuelle 3D *Réducteur.easm* et la mise en plan *SNT-reducteur.edrw* ;
 - manipuler (montage, démontage) le réducteur réel.

L'étude ne concerne ici que le guidage en rotation de la vis sans fin.

L'arbre (donc la vis sans fin), tournant, doit être guidé en rotation par rapport au moyeu, fixe. Le moyeu fait alors office de bâti.

L'arbre est relativement court ($L < 10.d$). Il supporte un effort $\overrightarrow{F_{\text{Roue/Vis}}}$, dû l'action de la roue, de direction, sens et norme constants.

Le mécanisme fonctionne sans variation thermique importante.



Analyser le montage de roulement et, sur le document réponse, répondez aux questions suivantes :

- ☒ Sur quelle pièce les roulements sont-ils montés serrés ?
- ☒ Représenter, à l'aide de rectangles noirs, les arrêts en translation des roulements par rapport à l'arbre et à l'alésage.

II Règles de montage

1) Serrage

Comme l'arbre est tournant et que la direction de la charge est fixe, on peut dire que **l'arbre est tournant par rapport à la direction de la charge**. Il est donc nécessaire **de serrer la bague intérieure du roulement sur l'arbre**, afin d'éviter tout mouvement relatif entre ces deux pièces, générateur de laminage.

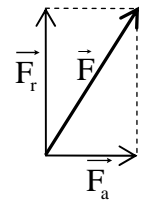
En revanche, il n'y a aucun mouvement relatif entre le moyeu et la direction de la charge (tous deux sont fixes), il n'est donc pas utile de monter serrée la bague extérieure du roulement dans l'alésage.

🔍 Dans le répertoire *Ressources / Montages Roulements*, visionner l'animation **Laminage.swf** mettant en évidence le phénomène de laminage (tirée du site internet www.tib-net.com/ecligne/cours_exo/).

☞ *Le serrage de la bague intérieure sur l'arbre évite le laminage. Il empêche la rotation de la bague mais pas sa translation. Ainsi, il ne permet en aucun cas de transmettre les efforts axiaux !*

2) Arrêts en translation

La liaison pivot assure le guidage en rotation mais permet également d'arrêter en translation l'arbre par rapport au moyeu. Or la direction de l'effort \vec{F} est inclinée : on peut donc décomposer cette force en un effort axial \vec{F}_a et un effort radial \vec{F}_r .



La composante axiale \vec{F}_a risque de créer une translation de l'arbre par rapport au moyeu.

Il est donc nécessaire de mettre des arrêts en translation entre l'arbre et les roulements puis entre les roulements et le moyeu.

Les arrêts axiaux ont deux fonctions :

- **transmettre les charges axiales entre l'arbre et le moyeu ;**
- **assurer les mises en position relatives de l'arbre, du logement et du roulement.**

L'ajustement serré n'assure pas l'arrêt en translation et l'arrêt en translation ne remplace pas l'ajustement serré !

Le mécanisme tourne dans les deux sens lors de son cycle de fonctionnement. Le sens de l'effort axial \vec{F}_a est lié au sens de rotation de la vis sans fin.

🔍 A l'aide des schémas fournis sur le document réponse, placer, dans les deux cas (effort à gauche puis à droite), les arrêts nécessaires pour arrêter en translation l'arbre par rapport au moyeu. Tracer, dans chaque cas, en couleur, la chaîne de transmission d'effort.

🔍 En déduire les arrêts nécessaires pour arrêter en translation l'arbre par rapport au moyeu pour un effort axial changeant de sens.

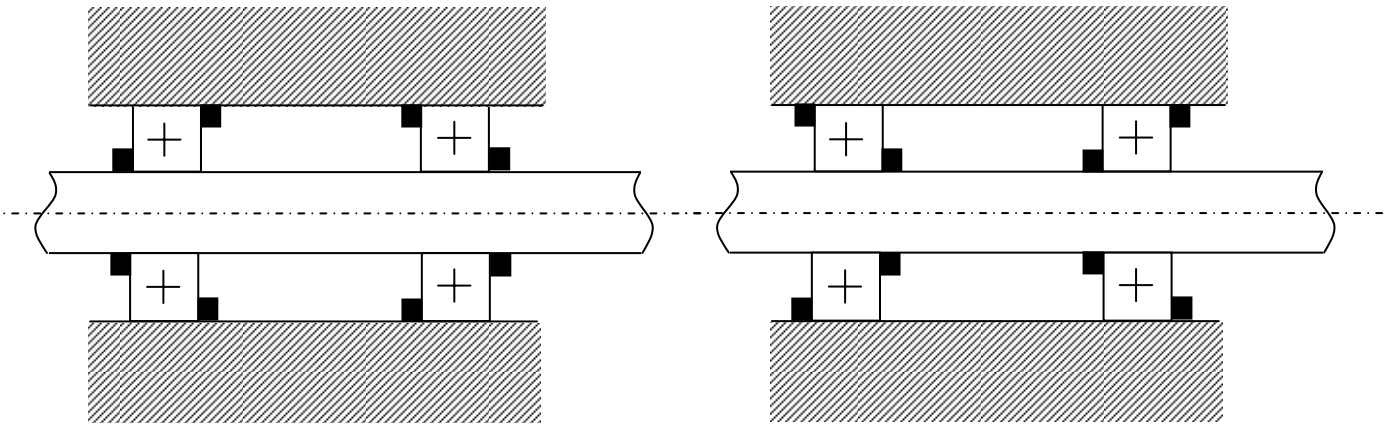
🔍 Conclure quant au montage de roulements qu'a choisi l'entreprise SNT pour guider la vis sans fin.

🔗 Appeler le professeur 🔗

III Manipulation

1) Montages « 3 – 3 » ou montage « arbre court »

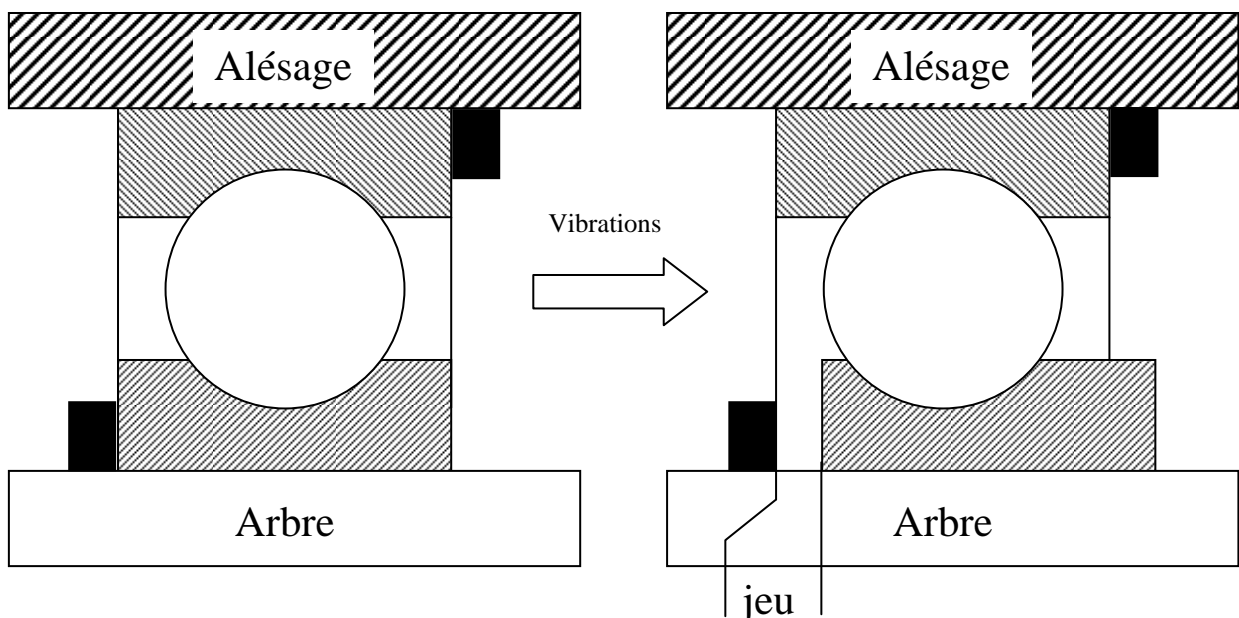
Une première possibilité est de répartir les arrêts en translation sur les deux roulements :



Ce montage est appelé « montage économique » car il nécessite peu d'arrêts (donc moins d'usinage) mais il présente certains défauts.

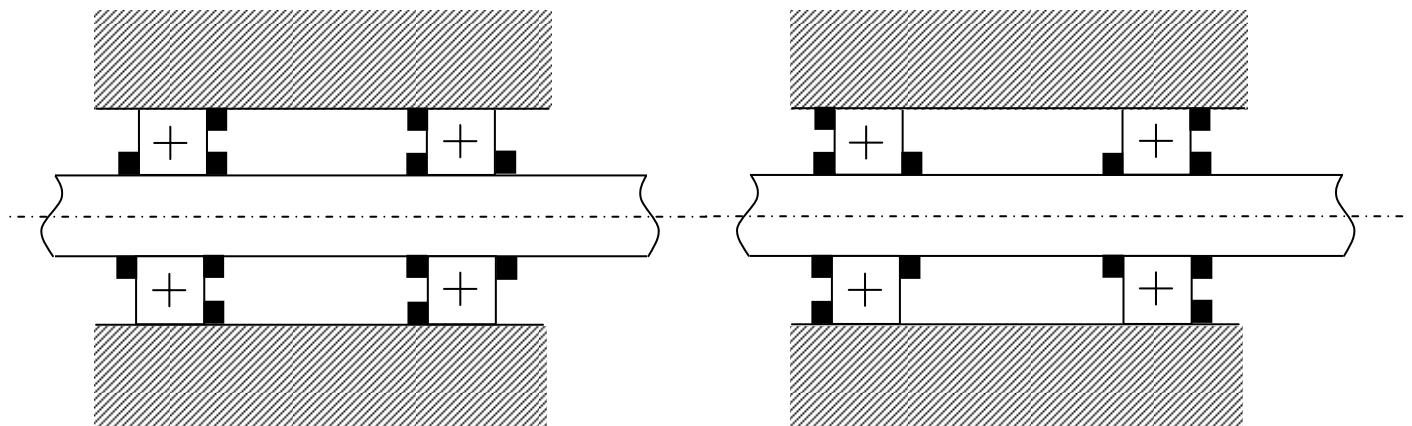
En effet, puisque l'arbre est en rotation, il vibre (l'équilibrage parfait n'existe pas).

Comme le roulement comporte un jeu interne, les vibrations peuvent entraîner un déplacement de la bague intérieure du roulement par rapport à l'arbre (attention, l'ajustement serré n'assure pas l'arrêt en translation).



Il est donc nécessaire de rajouter deux arrêts en translation pour éviter tout déplacement intempestif de la bague intérieure du roulement par rapport à l'arbre.

On obtient les montages suivants :



Ce type de montage est dit « arbre court » ou « 3-3 ». Il convient pour des arbres courts ($L < 10.d$) avec peu de variation thermique.

Compte tenu de la disposition des arrêts en translation, les distances séparant, d'une part les bagues extérieures, d'autre part les bagues intérieures, ne peuvent pas varier.

- **Montage 1** : montage arbre court tournant par rapport à la direction de la charge à l'aide d'anneaux élastiques

Consulter le dossier de présentation du montage 1 : **Montage1** dans le répertoire *Ressources / MontagesRoulements / Montages*.

Ce dossier comprend :

- la maquette virtuelle 3D *Montage1.easm* et la mise en plan *Montage1.edrw* ;
- une fiche de montage : *Montage1.pdf* ;
- une fiche de démontage : *Démontage1.pdf* ;
- une fiche de mesure : *Mesure1.pdf*.

Montage : se reporter à la fiche **Montage 1**, descriptive de la procédure.

Sélectionner le bac de pièces correspondant au montage 1 et effectuer le montage en suivant la procédure.

Appeler le professeur

Mesure du jeu axial : se reporter à la fiche **Mesure 1**, descriptive de la procédure.

✎ Reporter la valeur du jeu axial mesuré sur le document réponse.

Un jeu axial variant entre 0,1 mm et 0,2 mm est nécessaire, pour trois raisons :

- pour un bon fonctionnement, les roulements ne doivent pas être comprimés ;
- pour permettre le montage du dernier anneau élastique ;
- de pouvoir supporter une faible dilatation des pièces.

✎ Le jeu est clairement représenté sur le dessin du document réponse :

- tracer la chaîne minimale de cotes relative au jeu axial J_a ;
- écrire l'équation algébrique relative au jeu axial J_a ;
- écrire l'équation algébrique relative à l'intervalle de tolérance du jeu axial J_a ;
- sachant que : $IT_{\text{anneau élastique}} = 60 \mu\text{m}$ et $IT_{\text{roulement}} = 120 \mu\text{m}$, est-il possible d'assurer un jeu J_a variant entre 0,1 et 0,2 mm ? Justifier.

Démontage : Se reporter à la fiche **Démontage 1**, descriptive de la procédure.

Démonter les différents éléments **en conservant le sous-assemblage e₁**. Ce dernier sera réutilisé dans le montage suivant. Mettre les pièces dans les bacs correspondants.

Conclusion :

On constate qu'avec un montage réalisé à l'aide de deux anneaux élastiques dans l'alésage, il est difficile d'obtenir un jeu de fonctionnement faible, garantie d'un positionnement axial de bonne qualité.

Pour pallier ce problème, un réglage du jeu axial doit être possible.

Deux types de solution sont proposés :

- utilisation d'un élément fileté ;
- utilisation de cales de réglage.

Le montage suivant utilise la solution cales de réglage.

• **Montage 2** : montage arbre court tournant par rapport à la direction de la charge à l'aide de cales de réglage et de chapeaux

Consulter le dossier de présentation du montage 2 : **Montage2** dans le répertoire *Ressources / MontagesRoulements / Montages*.

Ce dossier comprend :

- la maquette virtuelle 3D *Montage2.easm* et la mise en plan *Montage2.edrw* ;
- une fiche de montage : *Montage2.pdf* ;
- une fiche de démontage : *Démontage2.pdf* ;
- une fiche de mesure : *Mesure2.pdf*.

Remarque : un chapeau permet de loger aisément un joint à lèvres, afin d'assurer l'étanchéité de la liaison.

Montage : se reporter à la fiche **Montage 2**, descriptive de la procédure.

Sélectionner le bac de pièces correspondant au montage 2 et effectuer le montage en suivant la procédure.

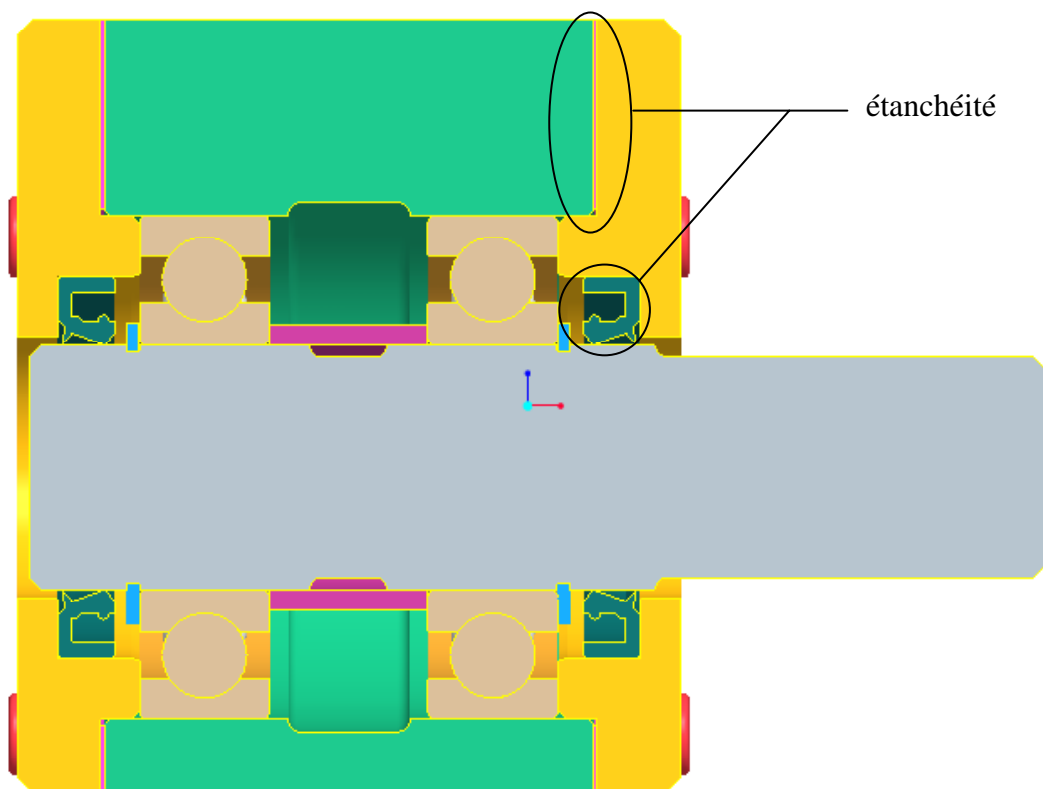
🔗 Appeler le professeur 🔗

Mesure du jeu axial : en utilisant une procédure analogue à la fiche **Mesure 2**, mesurer le jeu axial.

🔗 Reporter sur le document réponse les valeurs demandées dans la fiche de montage 2. Conclure.

🔗 Appeler le professeur 🔗

En pratique, on répartit souvent les cales de réglage de part et d'autre du moyeu. En effet, ces dernières assurent également l'étanchéité entre le moyeu et le chapeau (cf. illustration ci-dessous).

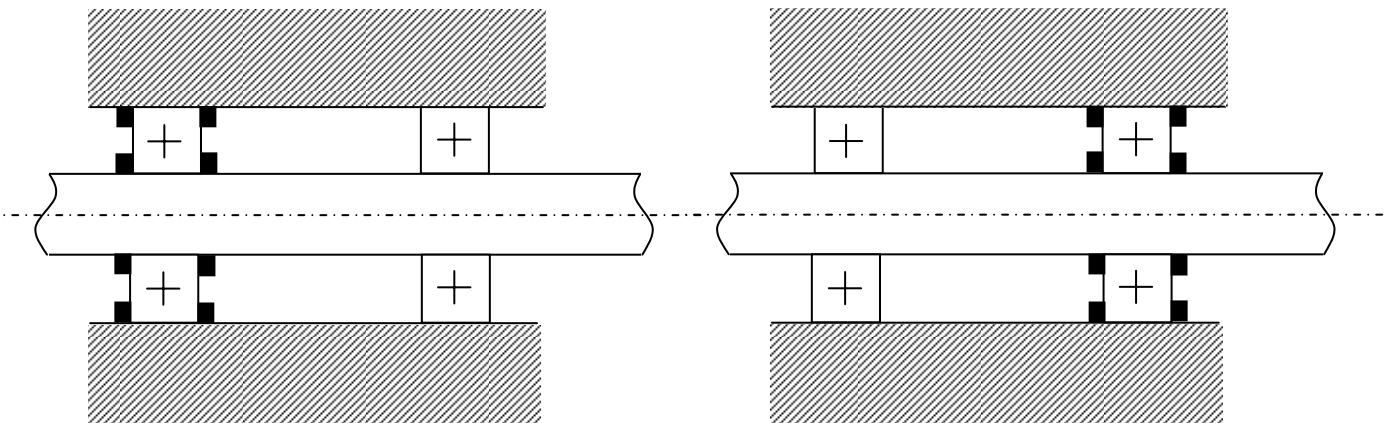


Démontage : Se reporter à la fiche **Démontage 2**, descriptive de la procédure.

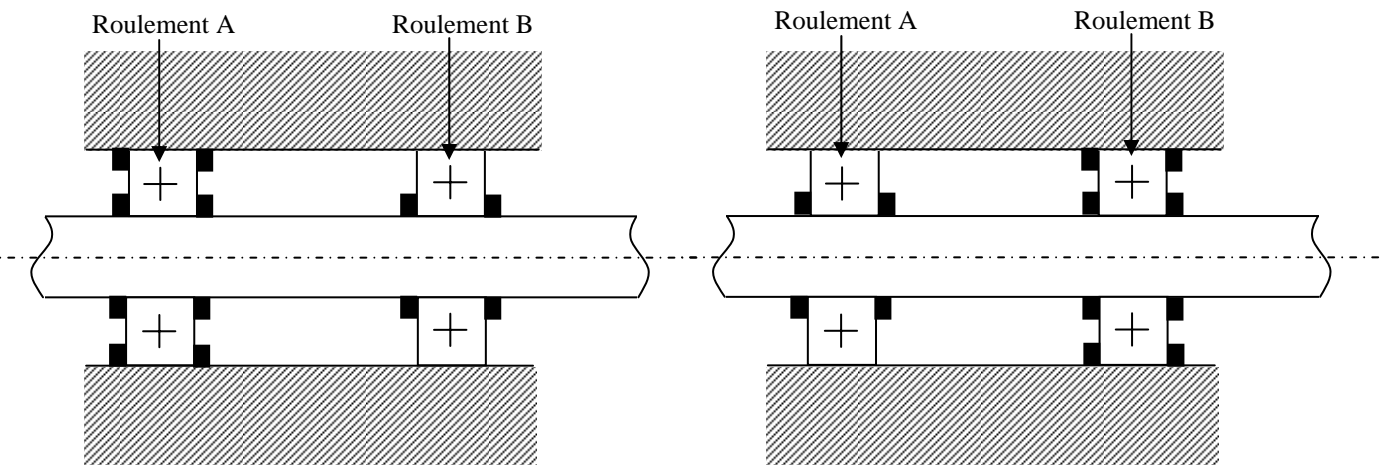
Démonter complètement les différents éléments. Mettre les pièces dans les bacs correspondants.

2) Montages « 4 - 2 » ou montages « arbre long »

La seconde possibilité est de transmettre tous les efforts sur un seul roulement :



Dans ce cas, le roulement qui n'est pas arrêté peut se déplacer sur l'arbre, ce qui n'est pas acceptable. Il est donc nécessaire de rajouter deux arrêts en translation sur le roulement libre afin de bloquer toute translation du roulement par rapport à l'arbre. On obtient les montages suivants :



Ce type de montage s'appelle un montage « arbre long » ou montage « 4-2 ».

Compte tenu de la disposition des arrêts en translation, le positionnement d'un des roulements, par rapport à l'alésage, n'est pas assuré.

Cela peut s'avérer fort utile lorsque la distance séparant les deux roulements est importante car les intervalles de tolérance sont plus difficiles à respecter.

De plus, si le mécanisme est soumis à une forte variation thermique, l'arbre et l'alésage ne vont pas se dilater de la même manière (surtout avec des matériaux différents). Dans le cas d'un montage « arbre long », un des roulements pourra se déplacer librement par rapport à l'alésage.

Ce type de montage est donc très intéressant mais plus coûteux à réaliser que le montage « arbre court ».

Ce montage est **obligatoire** pour des arbres longs mais peut-être également utilisé pour des arbres courts.

- **Montage 3** : montage arbre long tournant par rapport à la direction de la charge à l'aide d'anneaux élastiques et d'un boîtier

Consulter le dossier de présentation du montage 3 : **Montage3** dans le répertoire *Ressources / MontagesRoulements / Montages*.

Ce dossier comprend :

- la maquette virtuelle 3D *Montage3.easm* et la mise en plan *Montage3.edrw* ;
- une fiche de montage : *Montage3.pdf* ;

Montage : se reporter à la fiche **Montage 3**, descriptive de la procédure.

Sélectionner le bac de pièces correspondant au montage 3 et effectuer le montage en suivant la procédure.

🔗 Appeler le professeur 🔗

🔗 Sur le document réponse, justifier l'utilisation du boîtier.

Démontage : En utilisant les outils mis à votre disposition, démonter complètement l'assemblage et mettre les pièces dans le bac correspondant.

• **Montage 4** : montage arbre long fixe par rapport à la direction de la charge à l'aide d'anneaux élastiques

Consulter le dossier de présentation du montage 4 : **Montage4** dans le répertoire *Ressources / MontagesRoulements / Montages*.

Ce dossier comprend la maquette virtuelle 3D *Montage4.easm* et la mise en plan *Montage4.edrw*

✂ En s'inspirant des fiches de montage précédentes, élaborer, sur le document réponse, le graphe de montage.

🔗 Appeler le professeur 🔗

Sélectionner le bac de pièces correspondant au montage 4.

Montage : réaliser le montage à l'aide de votre graphe, validé par le professeur. Vous utiliserez les cales de bois ci-dessous :



Cale de bois de diamètre 70 mm



Cale de bois de diamètre 60 mm

🔗 Appeler le professeur 🔗

Démontage : En utilisant les outils mis à votre disposition, démonter complètement l'assemblage et mettre les pièces dans le bac correspondant.

⇒ **Pour aller plus loin ...**

Deux sites très complets :

- <http://guidageenrotation.free.fr/> avec notamment un petit quiz permettant de tester vos connaissances ;
- <http://cons-meca.chez-alice.fr/roulement/roulements.html#roul1>.

MONTAGE DE ROULEMENTS RIGIDES A UNE RANGEE DE BILLES

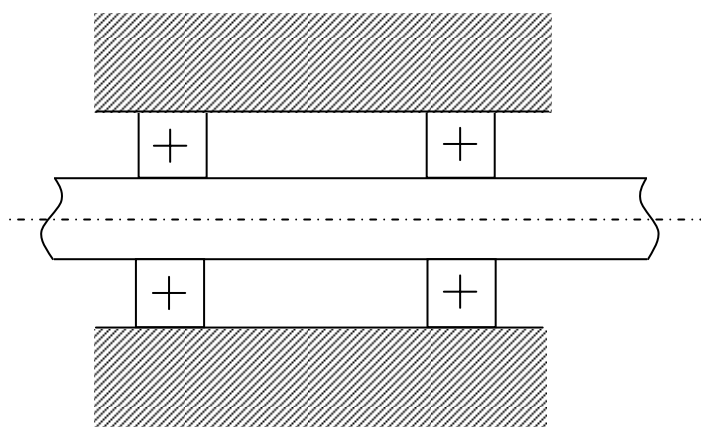
DOCUMENT REPONSE

I Analyse du montage de roulements du réducteur du variateur SNT.

1) Les roulements sont montés :

- serrés sur :
- glissants sur :

2) Représenter les arrêts en translation, à l'aide de rectangles noirs, des roulements par rapport à l'arbre et à l'alésage.



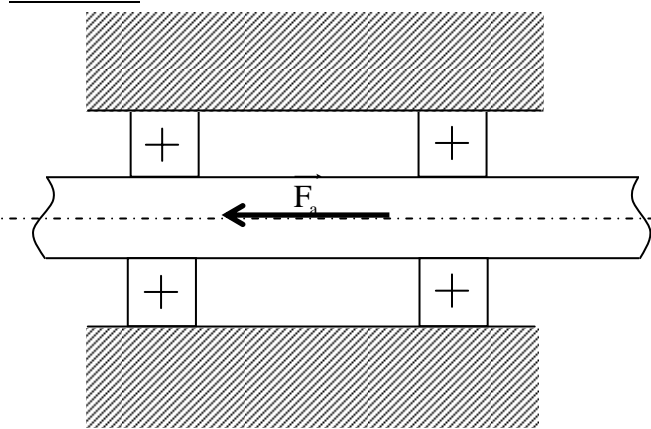
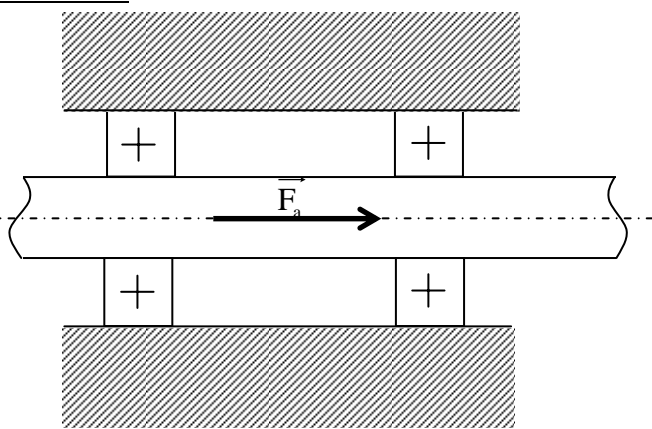
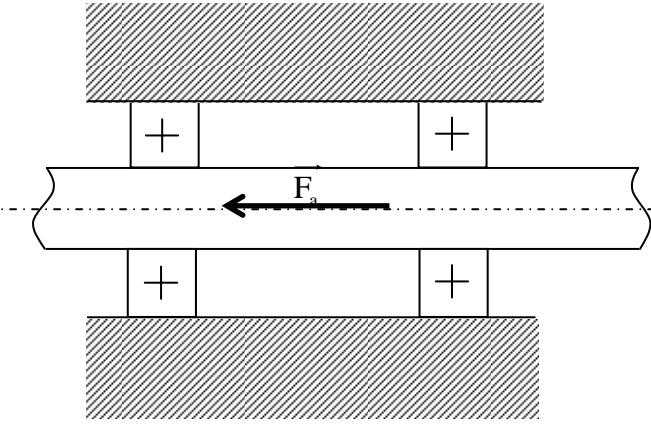
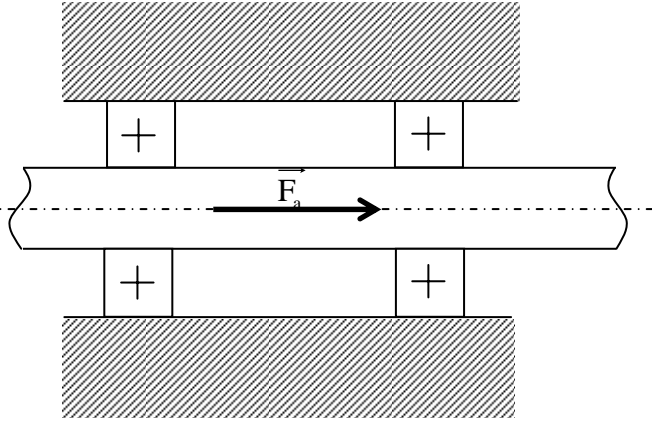
II Règles de montage

- ✂ A l'aide des schémas fournis sur le document réponse, placer, en fonction du sens de \vec{F}_a , les arrêts axiaux nécessaires pour arrêter en translation l'arbre par rapport au moyeu.

Les arrêts seront modélisés par des petits rectangles noirs.

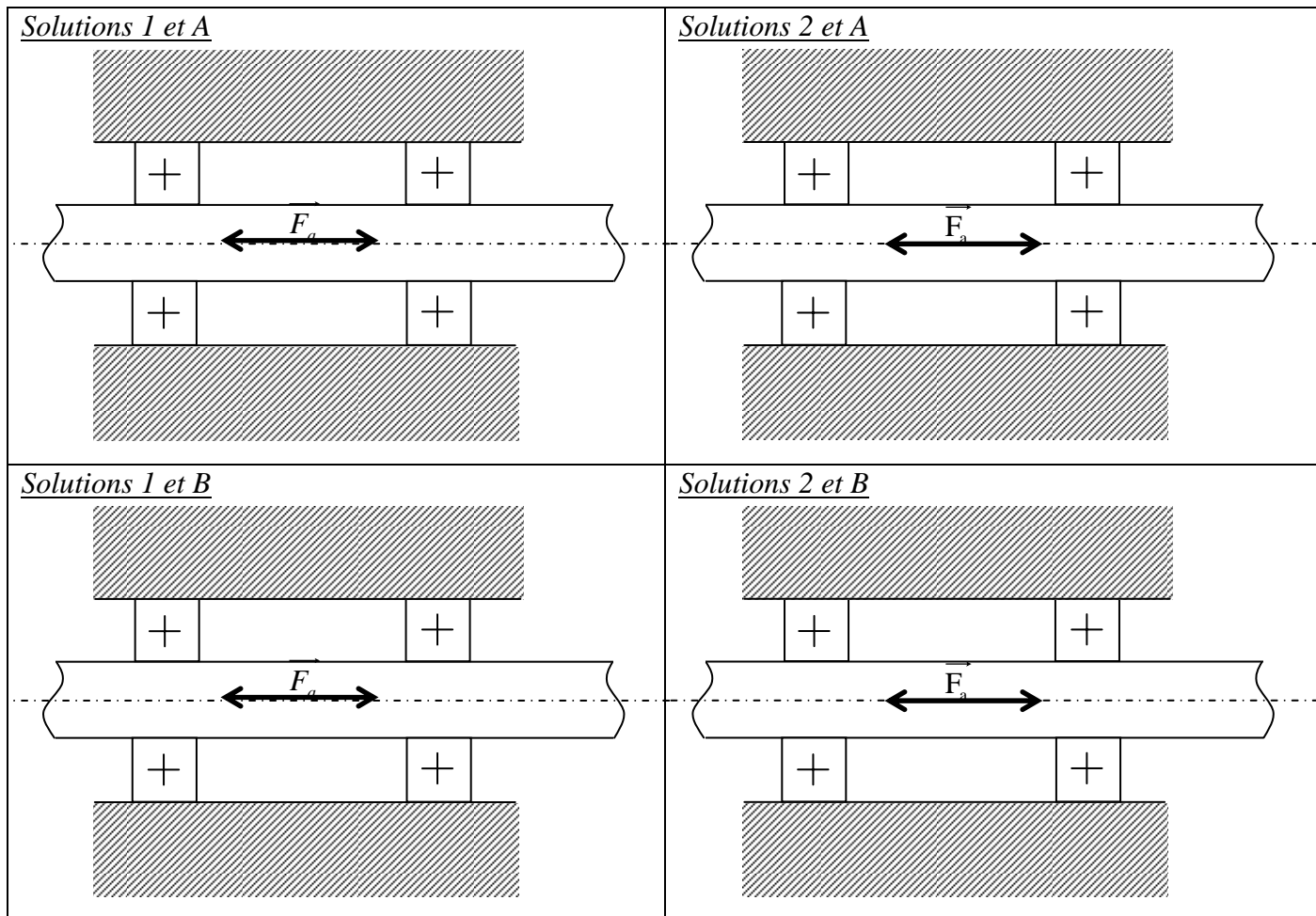
Tracer, dans chaque cas, en couleur, la chaîne de transmission d'effort.

Deux solutions sont possibles pour chaque sens.

Effort axial \vec{F}_a vers la gauche	Effort axial \vec{F}_a vers la droite
<p><u>Solution 1</u></p> 	<p><u>Solution A</u></p> 
<p><u>Solution 2</u></p> 	<p><u>Solution B</u></p> 

- ✎ En déduire les arrêts axiaux nécessaires pour bloquer en translation l'arbre par rapport au moyeu pour un effort axial changeant de sens.

En combinant les différentes solutions 1, 2, A et B, quatre possibilités sont offertes :



- ✎ Conclure quant au montage de roulements qu'a choisi l'entreprise SNT pour guider la vis sans fin.

.....

.....

.....

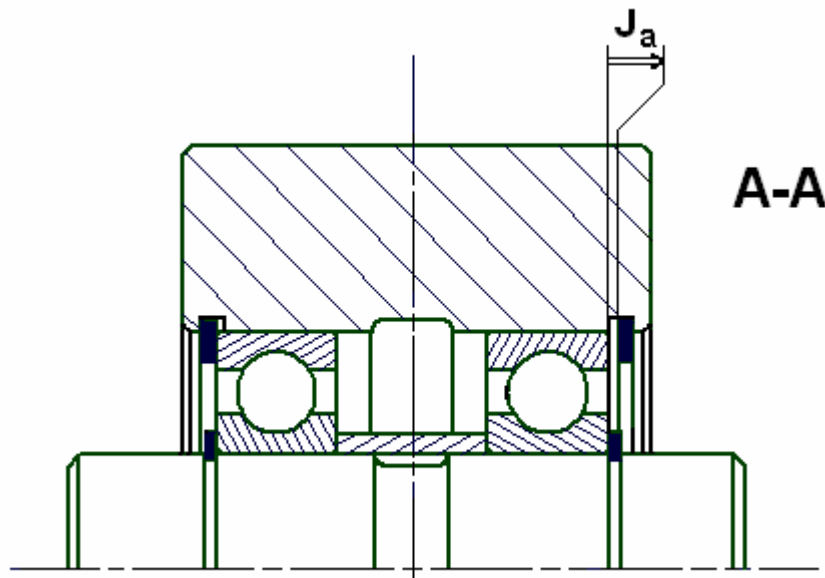
.....

III Manipulation

1) Montage 1

Valeur du jeu axial mesuré :

Tracé de la chaîne minimale de cotes relative au jeu axial J_a :



Equation algébrique relative au jeu axial J_a :

Equation algébrique relative à l'intervalle de tolérance du jeu axial J_a :

.....

Sachant que : $IT_{\text{anneau élastique}} = 60 \mu\text{m}$ et $IT_{\text{roulement}} = 120 \mu\text{m}$, est-il possible d'assurer un jeu J_a variant entre 0,1 et 0,2 mm ? Justifier.

.....

2) Montage 2

Valeur de la distance **m** entre le roulement et le l'extrémité du moyeu :

Valeur de la distance **c** entre l'extrémité du chapeau et son épaulement :

Valeur de l'épaisseur **e** des cales de réglage :

Valeur du jeu axial mesuré :

Conclusion :

.....

3) Montage 3

Justification de l'utilisation d'un boîtier :

.....

.....

.....

4) Montage 4

Graphe de montage :

Etap Pièces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10