

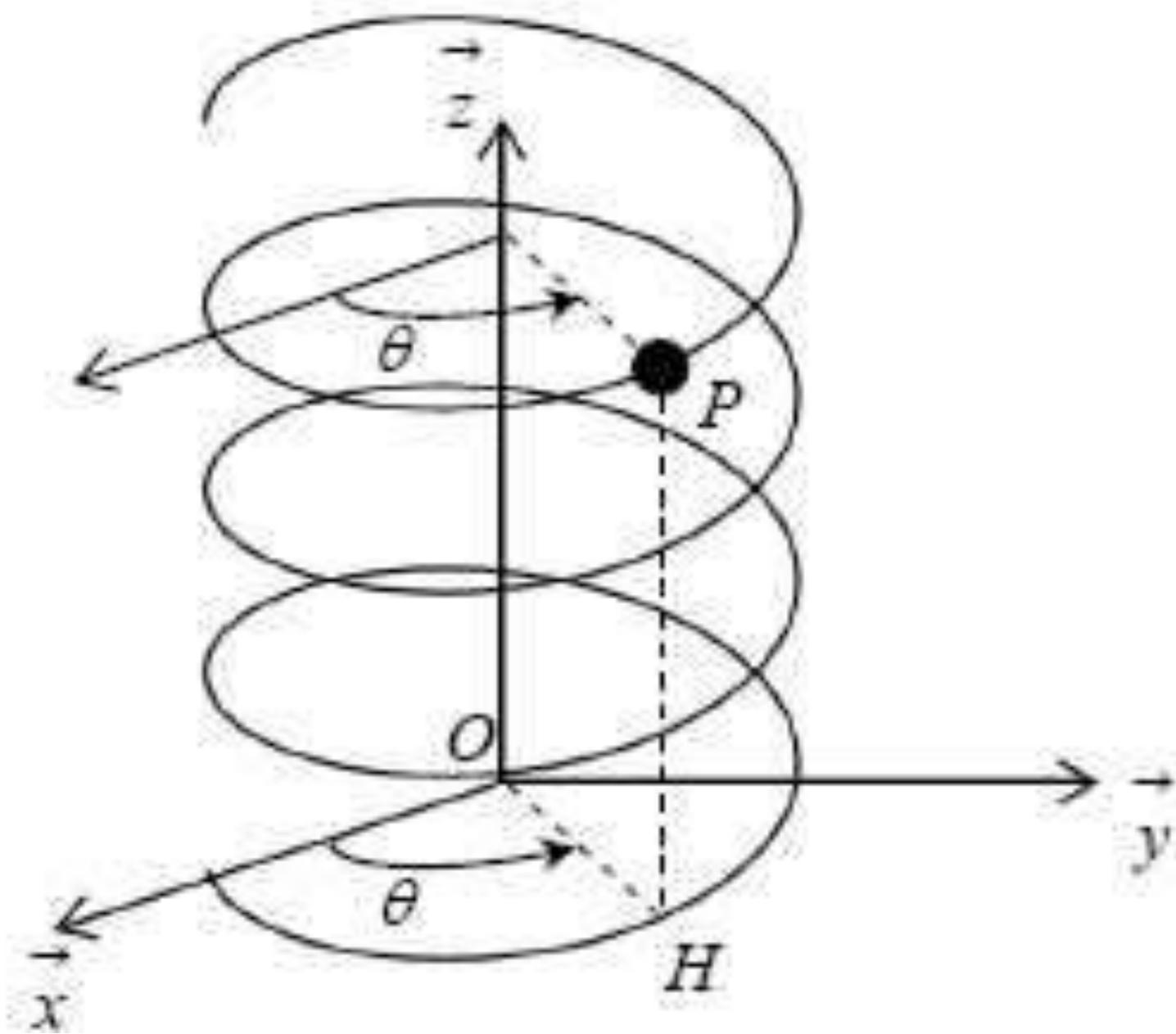
La liaison hélicoïdale

Maximilien Corvazier
Jean-Charles Devigne

Introduction

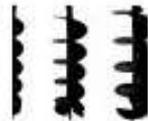
L'objet de ce cours est de présenter :

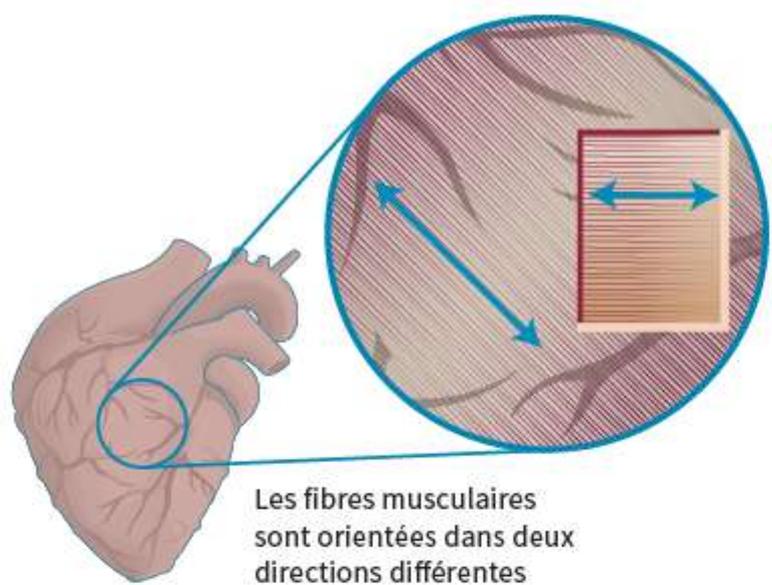
- *Les différentes façons de mettre en œuvre la liaison hélicoïdale dans une transmission de mouvement ou dans une liaison complète*
- *De présenter les aspects mécaniques de la liaison (rendement, efforts transmis)*





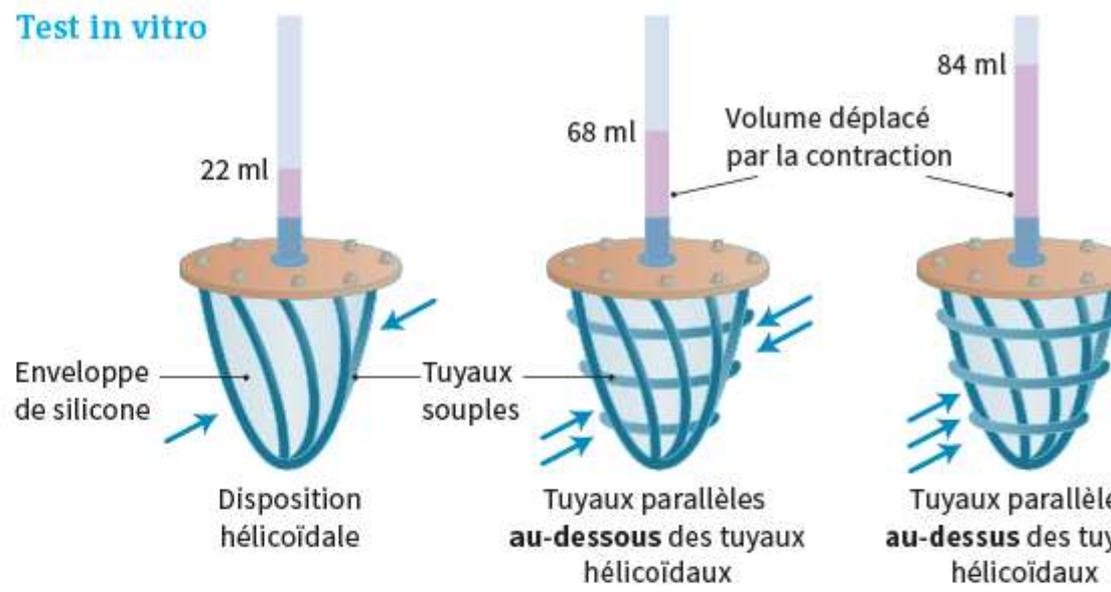
YSOFLAM
ESCALIER HELICOÏDALE
FLAMME CENTRALE AVEC LIMON





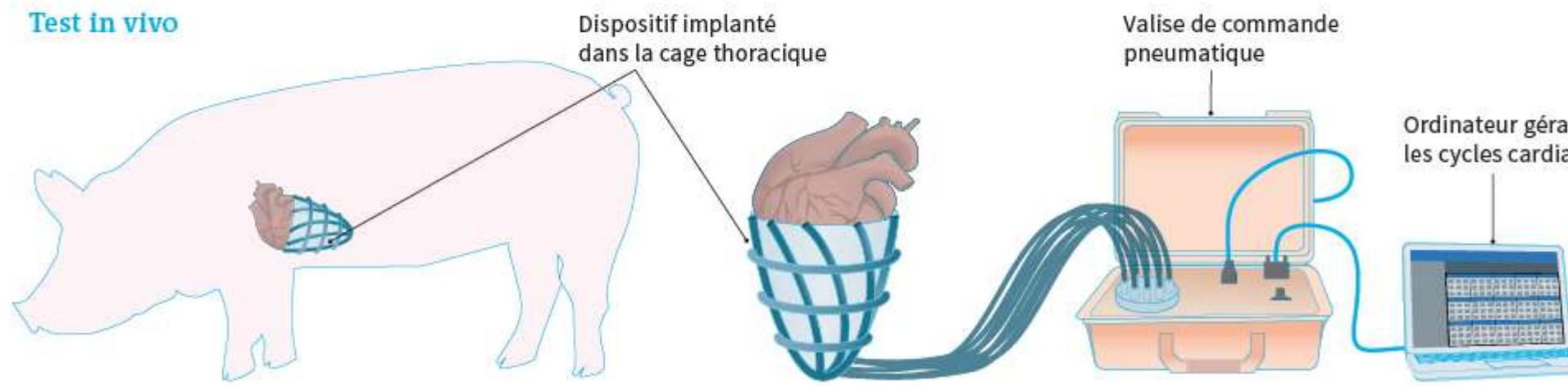
Les fibres musculaires sont orientées dans deux directions différentes

Test in vitro



La contraction du muscle cardiaque est assurée par des fibres orientées dans des directions différentes. Afin de mimer le cycle contractile du cœur, des chercheurs ont mis au point une enveloppe souple parcourue de tuyaux disposés de façon hélicoïdale et parallèle et mis en pression et dépression de façon coordonnée. Plusieurs configurations ont été testées in vitro, puis in vivo sur des porcs.

Test in vivo

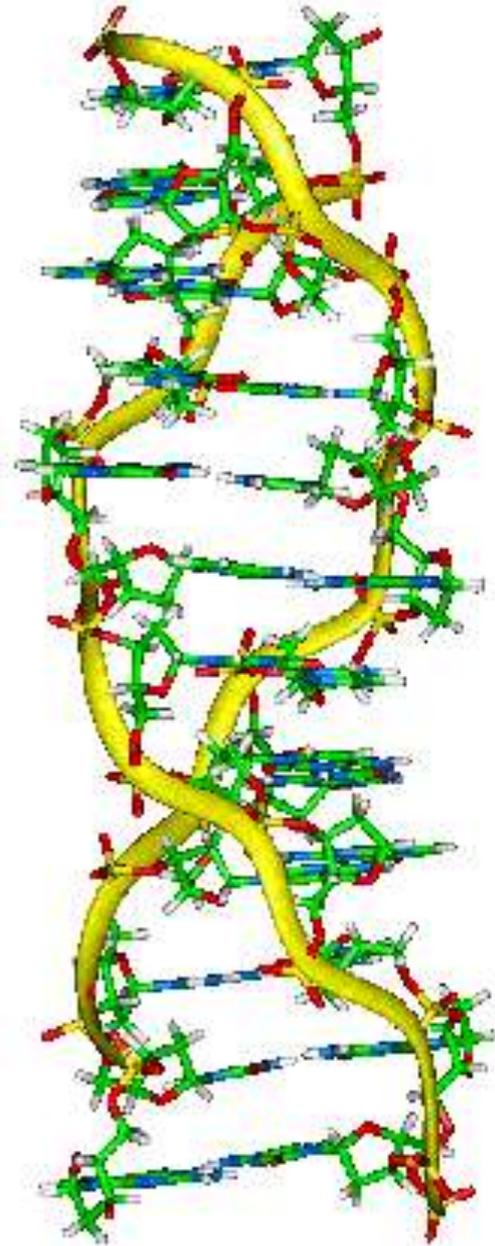
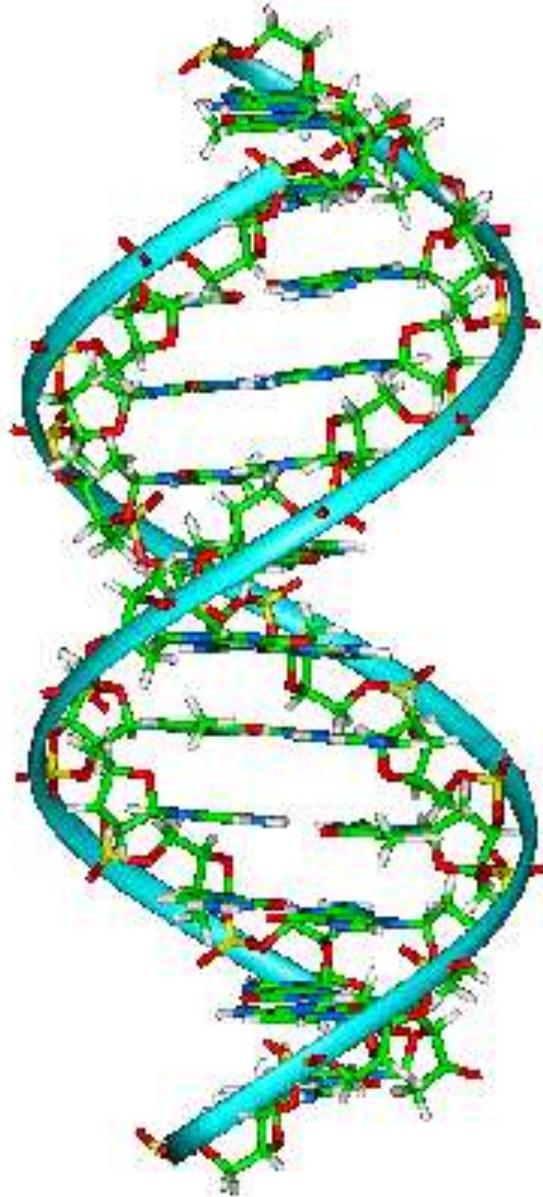
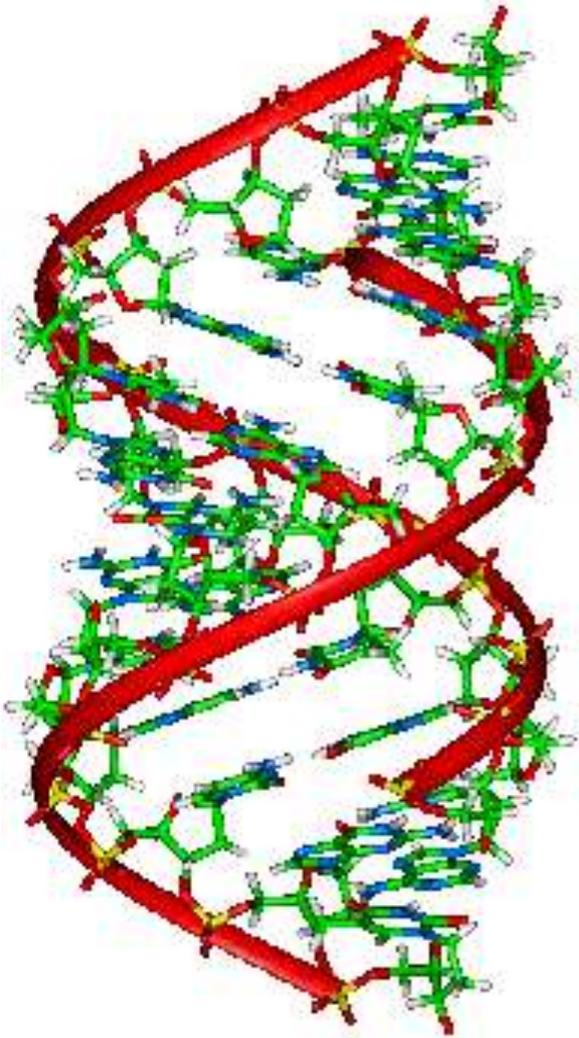


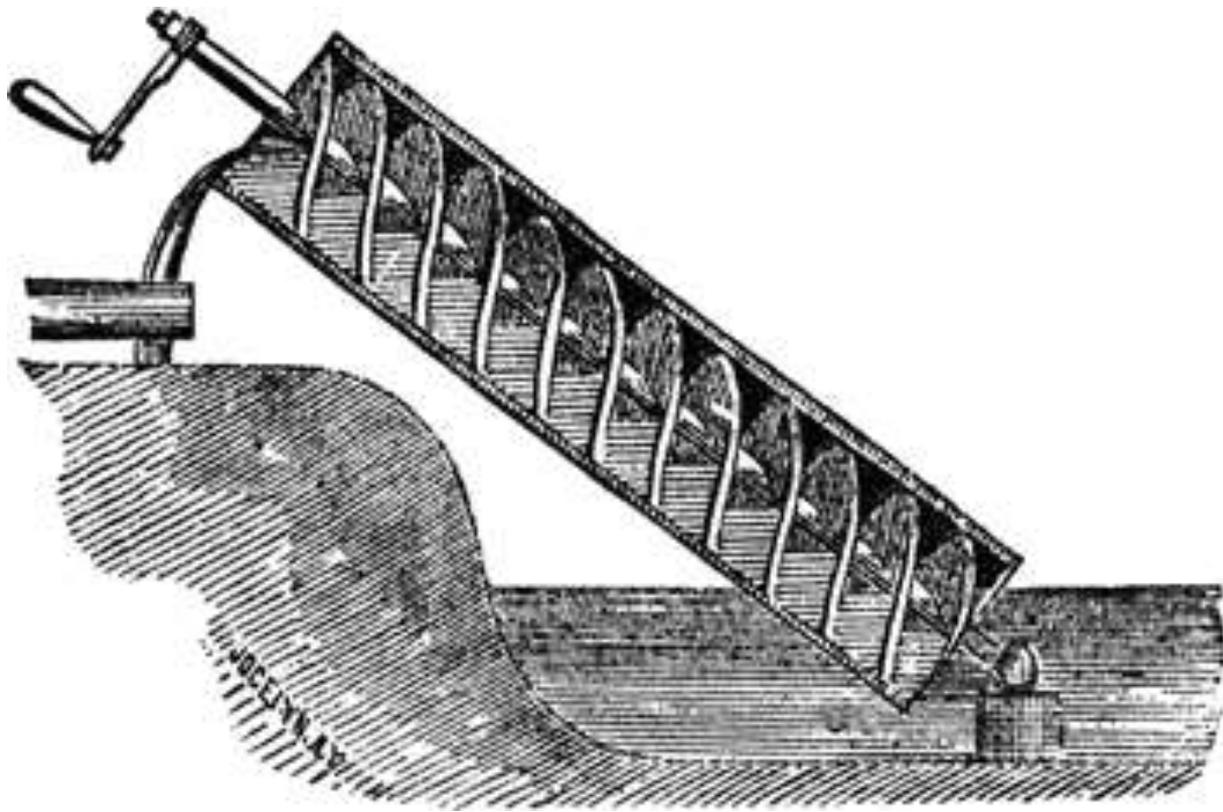
INFOGRAPHIE : PHILIPPE DA SILVA

SOURCE : SCIENCE TRANSLATIONAL MEDICINE, ROCHE

Une pompe molle pour aider le muscle cardiaque

De gauche à droite : ADN A, ADN B et ADN Z





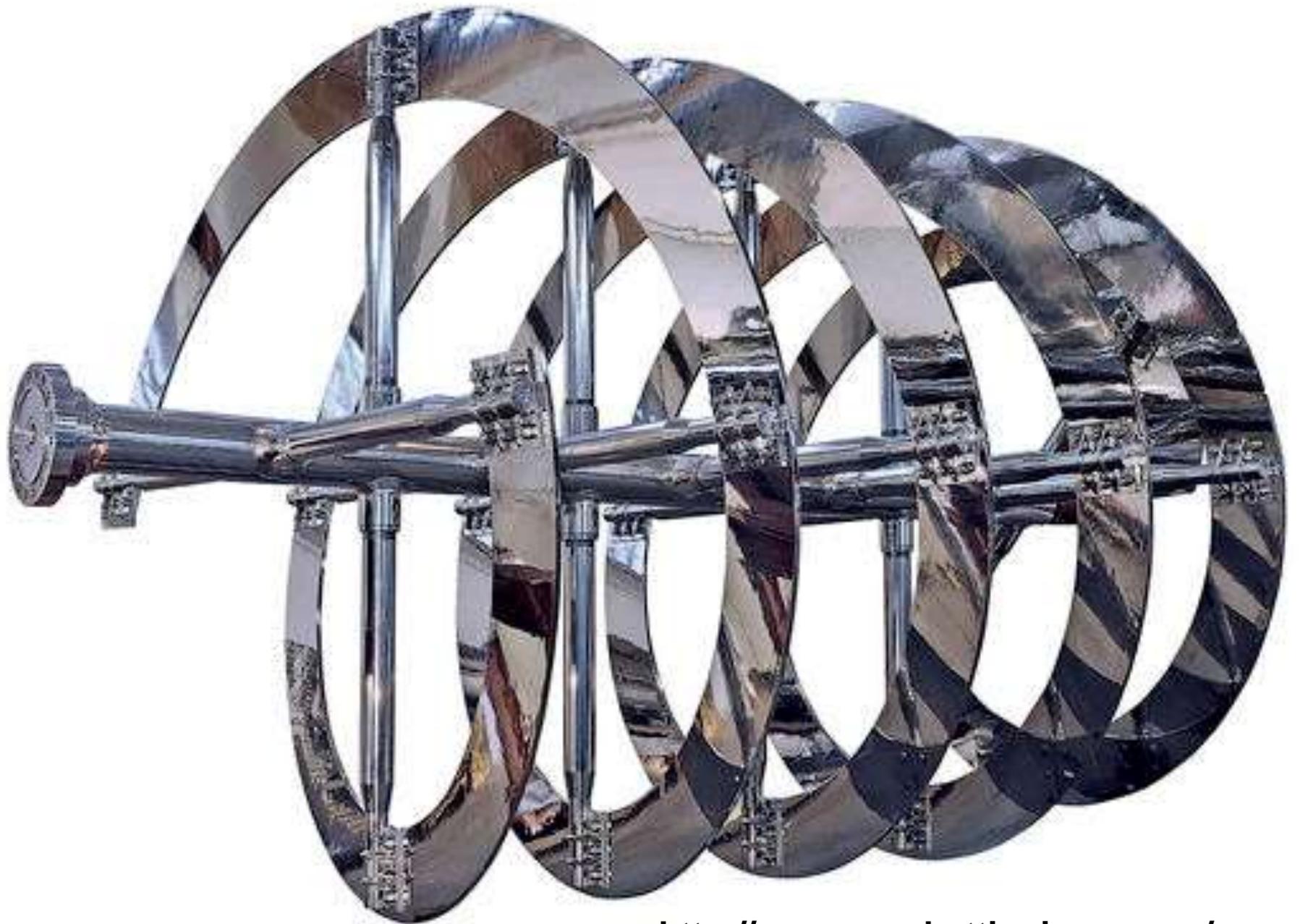
La **vis d'Archimède**, parfois aussi nommée **escargot**, voire abusivement appelée [vis sans fin](#), est un dispositif qu'[Archimède](#) aurait mis au point lors d'un voyage en [Égypte](#), permettant aux habitants du bord du [Nil](#) d'arroser leurs terrains. La tradition d'attribuer cette invention à Archimède peut seulement refléter que ce dispositif était inconnu des Grecs à l'[époque hellénistique](#) et qu'il a été introduit au [IIIe siècle av. J.-C.](#) par des ingénieurs grecs non connus¹, bien que certains auteurs ont suggéré qu'il était déjà en usage en [Assyrie](#) 350 ans avant, notamment pour alimenter en eau les [jardins suspendus de Babylone](#)². [Léonard de Vinci](#) s'en est inspiré pour sa [vis aérienne](#).



La Vis aérienne est une des machines imaginées par [Léonard de Vinci](#). Il en a dessiné le plan dans un de ses carnets entre [1487](#) et [1490](#). Il s'agit d'un [aéronef](#) à [hélice](#) à [vol vertical](#) interprété par certains comme un précurseur de l'[hélicoptère](#) moderne



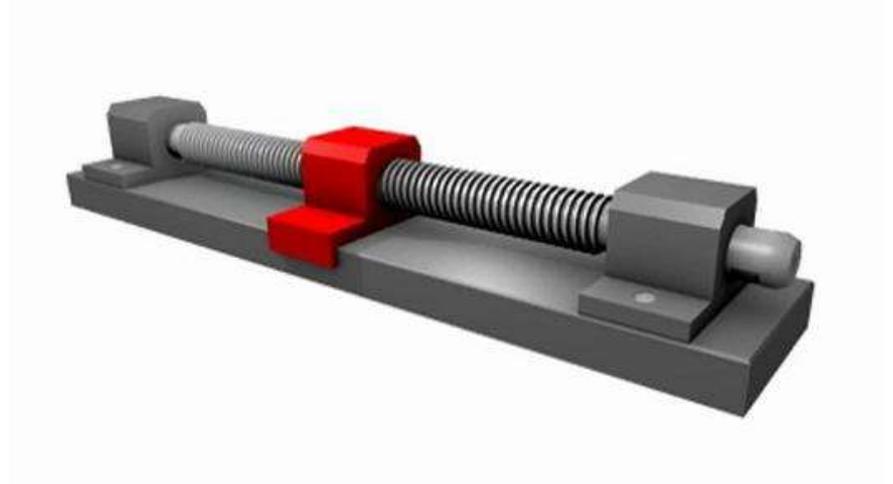
Vis d'Archimède aux pays bas pour pomper les polders



<http://www.zucchetti-mixers.com/>



Shure - Antenne relay pour
system hf ANTENNE
HELICOIDALE





LIAISON HELICOIDALE

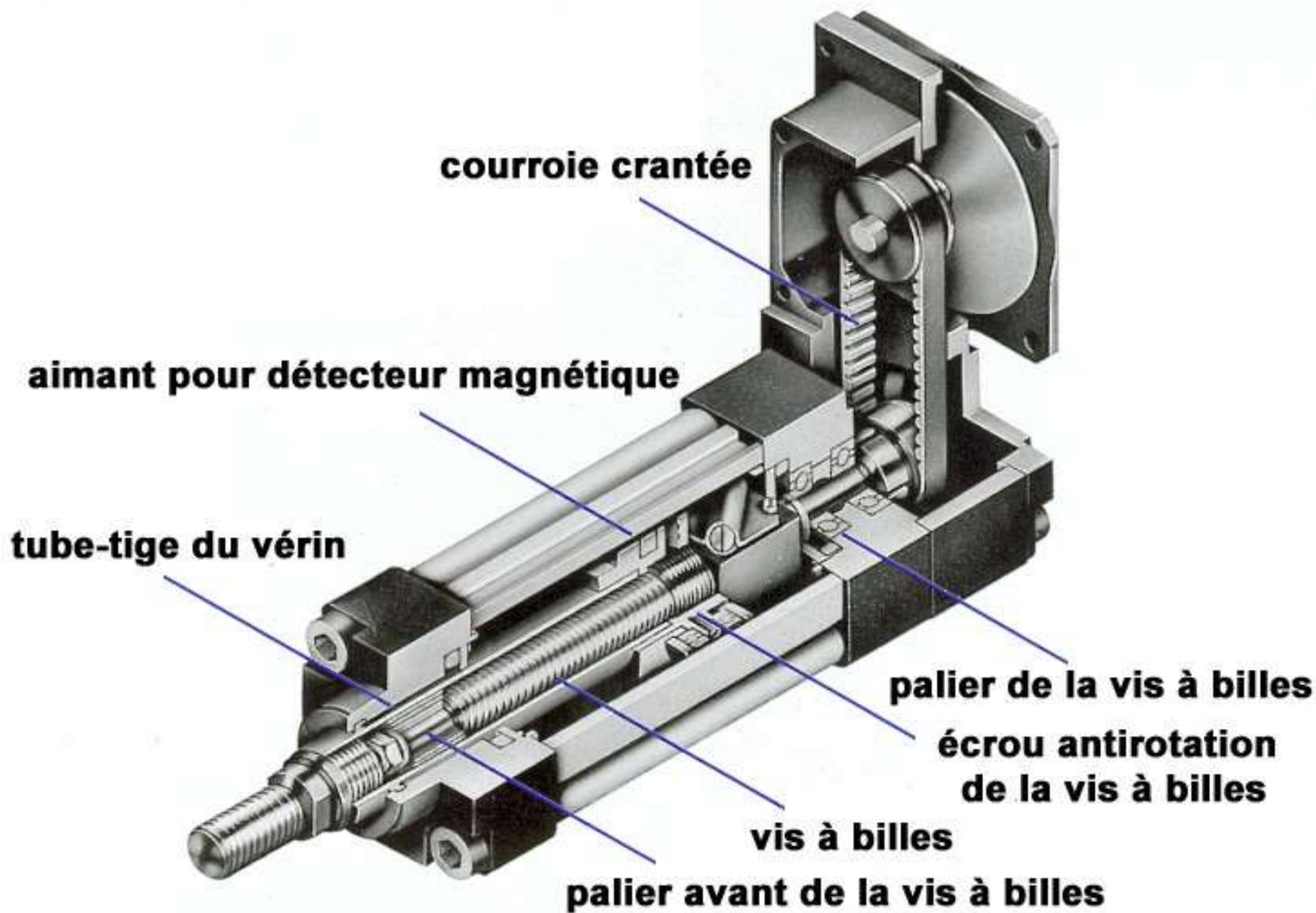
Une liaison hélicoïdale se traduit par un système vis écrou



Un tel système est utilisé pour répondre à deux types d'applications :

- *Réaliser une liaison complète démontable*
- *Transmettre un mouvement*

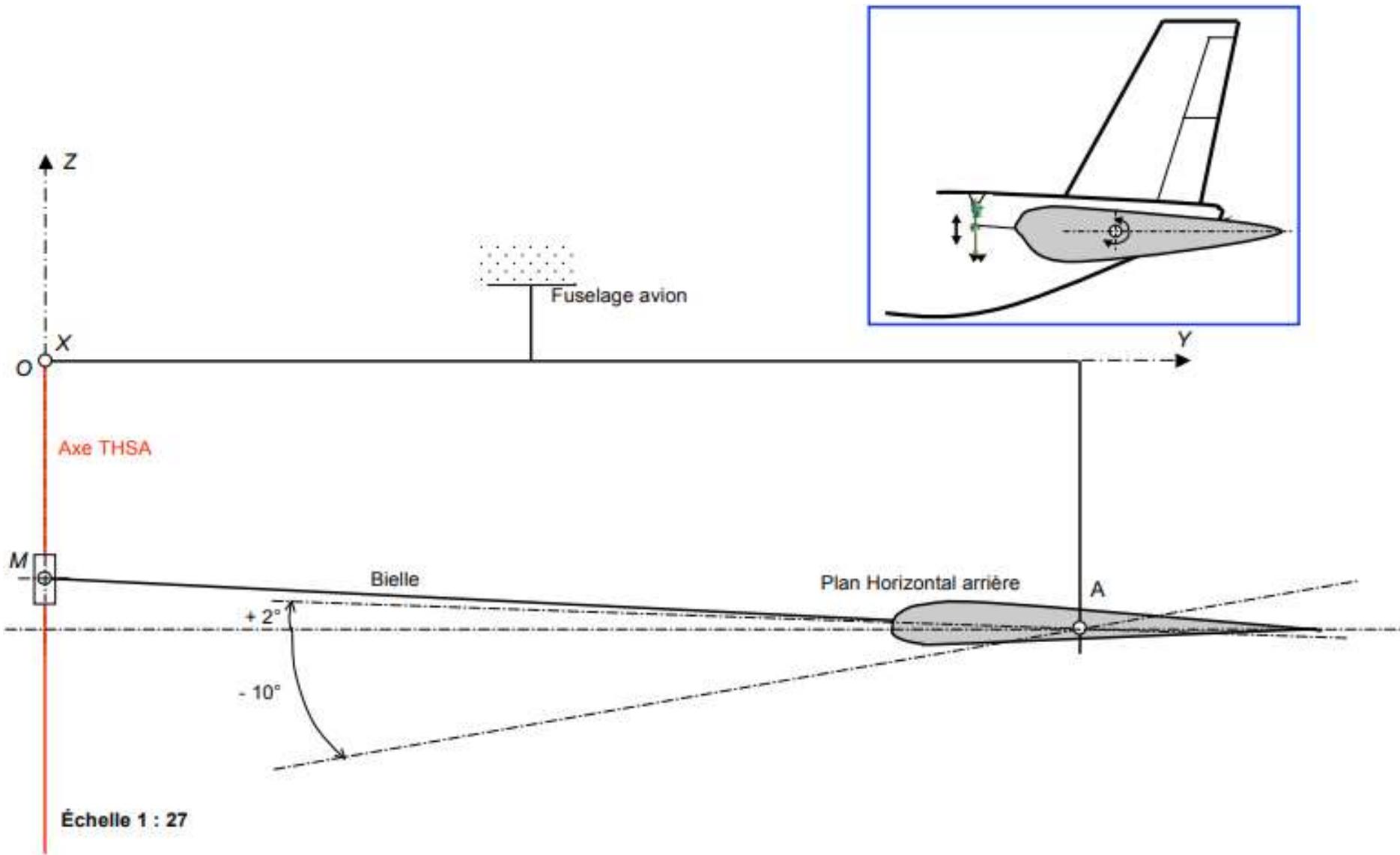




Horizontal Stabilizer Trim Actuators



Collins Aerospace





Actionneur du plan horizontal arrière réglable. Cet actionneur est appelé THSA (Trimmable Horizontal Stabilizer Actuator) (figure n° 3). Le THSA a pour fonction d'assurer le positionnement angulaire du plan horizontal arrière en fonction des ordres venant soit du pilote (levier de commande), soit du calculateur de l'appareil (vol automatique). Il doit en outre maintenir le plan horizontal arrière en position en cas de défaillance. Il réalise une fonction de **vérin linéaire**. L'une de ses attaches est reliée à la structure avion et l'autre au plan horizontal arrière. Le THSA reçoit de l'appareil de la puissance et des ordres de commande et lui retourne les informations nécessaires à l'asservissement du plan horizontal arrière et à la surveillance du THSA.

Présentation du THSA

Le THSA possède trois fonctions principales :

- attache structurale au fuselage ;
- **irréversibilité** ;
- réglage angulaire du plan horizontal commandé par les calculateurs de vol. Il comporte une fonction structurale assurée par un ensemble de vis à billes muni de son dispositif d'irréversibilité à friction, une transmission de puissance réalisée au moyen d'une boîte à pignons, deux modules hydrauliques fonctionnant à une pression de 350 bar et un canal électrique en redondance (en cas de double panne hydraulique) constitué d'un moteur avec son électronique de puissance. Conçu sous forme de modules pouvant être remplacés directement sur l'A380 sans dépose du système, le THSA est le plus gros actionneur de plan horizontal réglable jamais construit pour une application civile.





Désenfumage Naturel

[Produits](#) ▾ [Téléchargement](#) [Etudes de cas](#) [Articles Désenfumage](#) [Outils de calcul](#) ▾

[🏠](#) > [Désenfumage Naturel](#) > [Motorisation](#) > [Vérins électriques](#)





<http://www.directindustry.fr/prod/paco-spiralift/product-65935-588423.html>

Le principe d'opération du vérin de poussée I-Lock 75 est très simple : deux bandes d'acier inoxydable s'engagent lune dans l'autre lorsque mises en rotation pour former une colonne remarquablement solide et rigide. La colonne peut soulever ou abaisser des charges en un mouvement continu et sans à-coups. Le nouveau modèle 100x150x150mm, ci-haut, peut se déployer jusqu'à une hauteur de 1 600mm et soulever des charges allant jusqu'à 400kg. (voir les spécifications techniques du I-Lock 75). Un plus haut déploiement et des capacités plus grandes sont également disponibles, rendant le Spiralift I-Lock parfaitement adapté à d'innombrables applications de levage.

Avec un ratio de déploiement vs hauteur inégalable, le vérin Spiralift I-Lock peut être intégré dans les espaces les plus restreints. Précision d'élévation et opération fluide assurées.

Silencieux

Le plus grand ratio fermé/ouvert au monde

Rotation fluide et opération discrète

Facile d'installation et d'utilisation

Design très compact

Faible usure et requiert peu d'entretien

Aucun risque de corrosion grâce à sa confection en acier inoxydable

Pas et nombre de filets

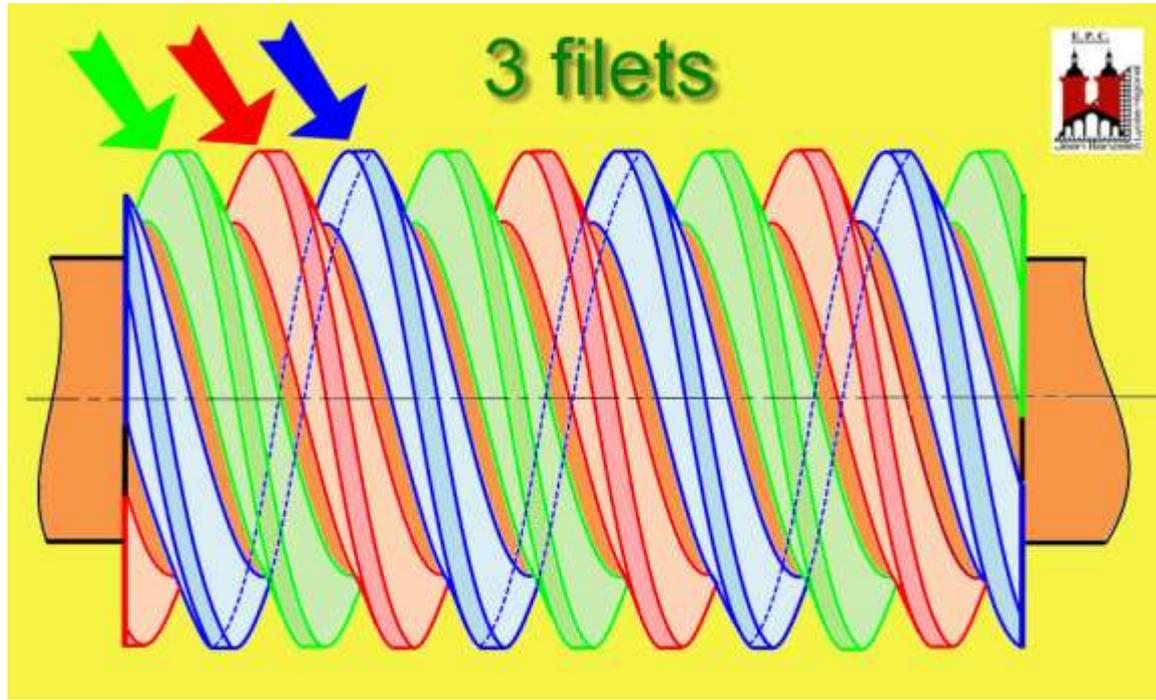


Hélice à droite



Hélice à gauche

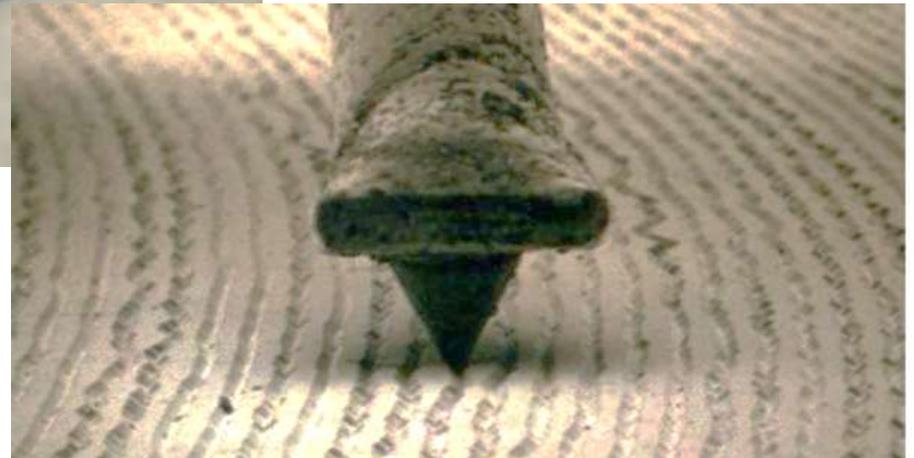
Pas et nombre de filets



Pas et nombre de filets

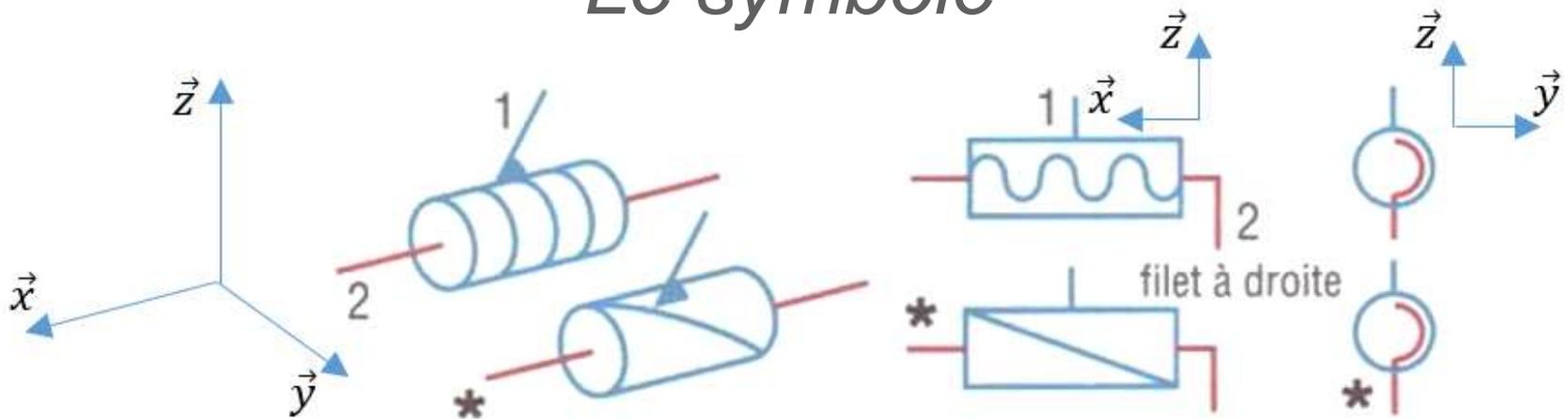


1 filet



Généralités

Le symbole



Les torseurs sthéniques et cinématiques associés à cette modélisation sont les suivants :

$$\{\tau_{1/2}\}_A = \begin{Bmatrix} X_{1/2} & L_{A1/2} \\ Y_{1/2} & M_{A1/2} \\ Z_{1/2} & N_{A1/2} \end{Bmatrix}_A \quad \text{et} \quad \{\mathcal{V}_{1/2}\}_A = \begin{Bmatrix} \dot{\alpha}_{1/2} & u_{A1/2} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A$$

Généralités

La cinématique au sein d'une liaison hélicoïdale

- *Quelque soit l'architecture retenue, la relation liant les deux paramètres du torseurs cinématiques est la suivante :*

$$u_{A1/2} = \frac{p}{2\pi} \dot{\alpha}_{1/2}$$

$$\frac{p}{2\pi} \text{ Pas réduit}$$

Généralités

La cinématique au sein d'une liaison hélicoïdale

- *En vertu du principe de puissance dissipée nulle (liaison parfaite), on peut écrire :*

$$L_{A1/2} = -\frac{p}{2\pi} \times X_{1/2}$$

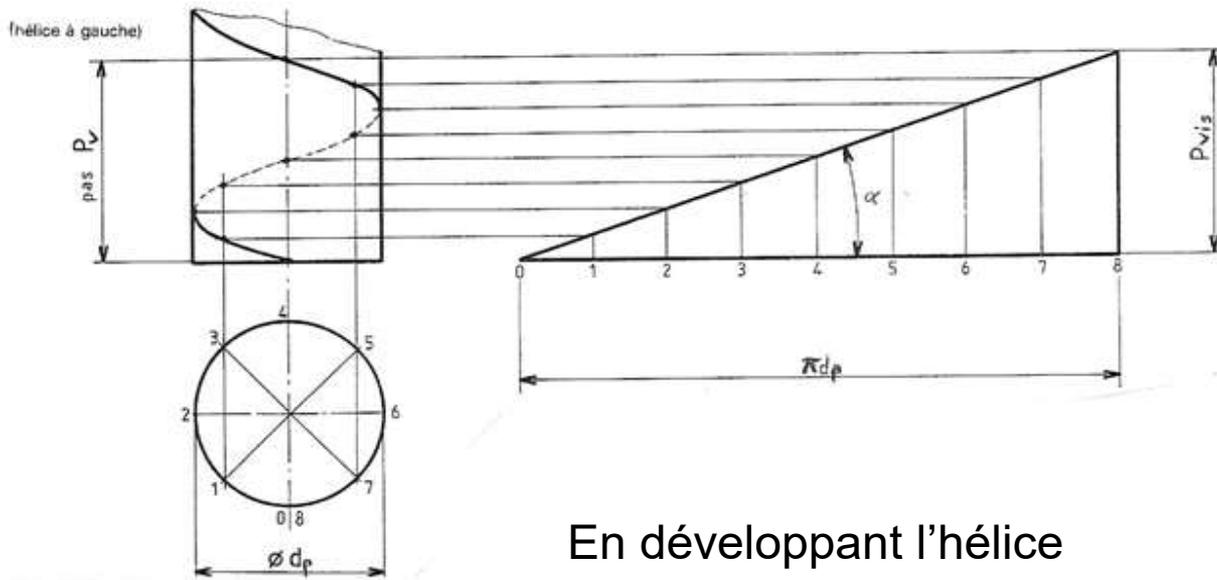
Généralités

La cinématique au sein d'une liaison hélicoïdale

- *Ces deux relations sont une conséquence de la géométrie du filet. On peut en effet établir un lien entre le pas de la vis, son rayon et l'angle de filet.*

Généralités

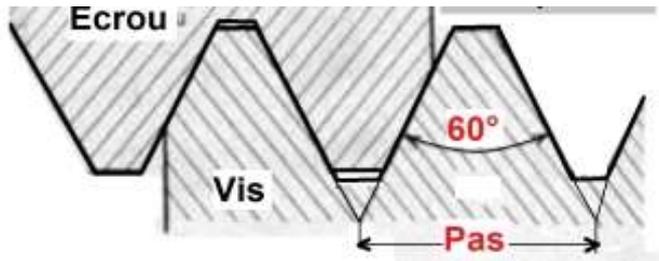
La cinématique au sein d'une liaison hélicoïdale



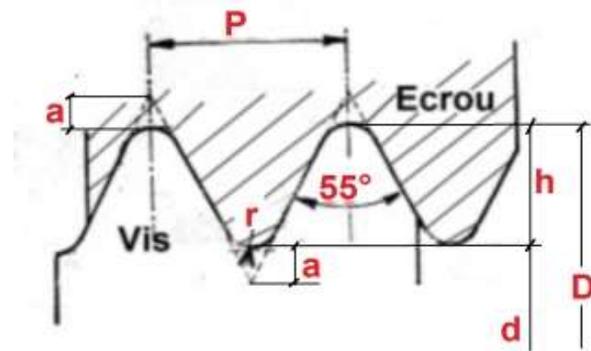
$$\tan \alpha = \frac{p}{2 \cdot \pi \cdot R}$$

Généralités

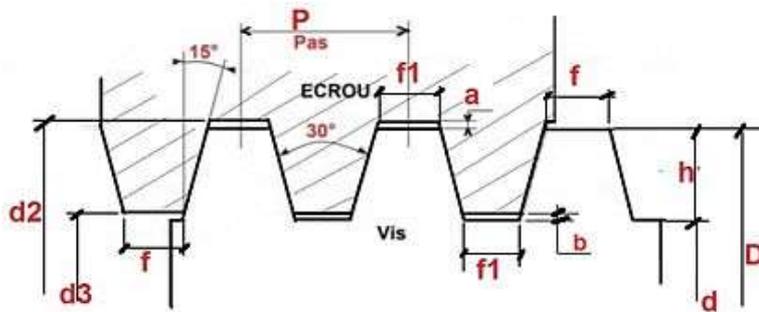
Les profils de filet



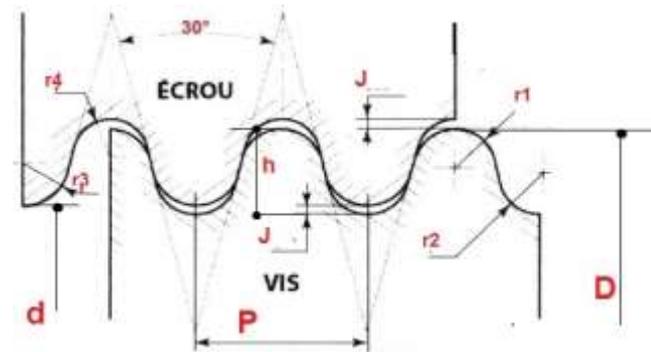
a - Filet métrique (ISO)



b - Filet gaz



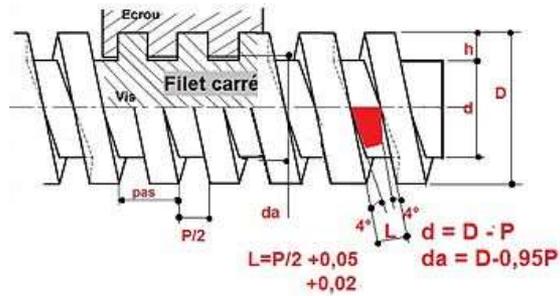
c - Filet trapézoïdal



d - Filet rond

Généralités

Les profils de filet



e - Filet carré



OMCN
S.p.A.

Fonctionnement électromécanique.

- Levage par vis trapézoïdales comprimées, en acier haute résistance. Pas de vis fin pour des chariots auto-freinants.
- Ecrou porteur en bronze de type "B14" couplé à un second écrou de sécurité identique au premier, autoprotégé par sécurité électrique.
- Chariots internes coulissants entièrement protégés.
- Guides coulissants en acier trempé plein haute résistance.
- Chariots montés sur galets (4 par chariot) tandis qu'adhérence et déplacements sont assurés par 8 patins réglables.
- Transmission par chaîne dotée de protection électrique anti-relâchement pour un entraînement souple et silencieux (pour modèles avec base).
- Synchronisme supervisé par un dispositif électronique qui ordonne le réalignement dès que le décalage des chariots dépasse 15 mm. (pour modèles sans base).

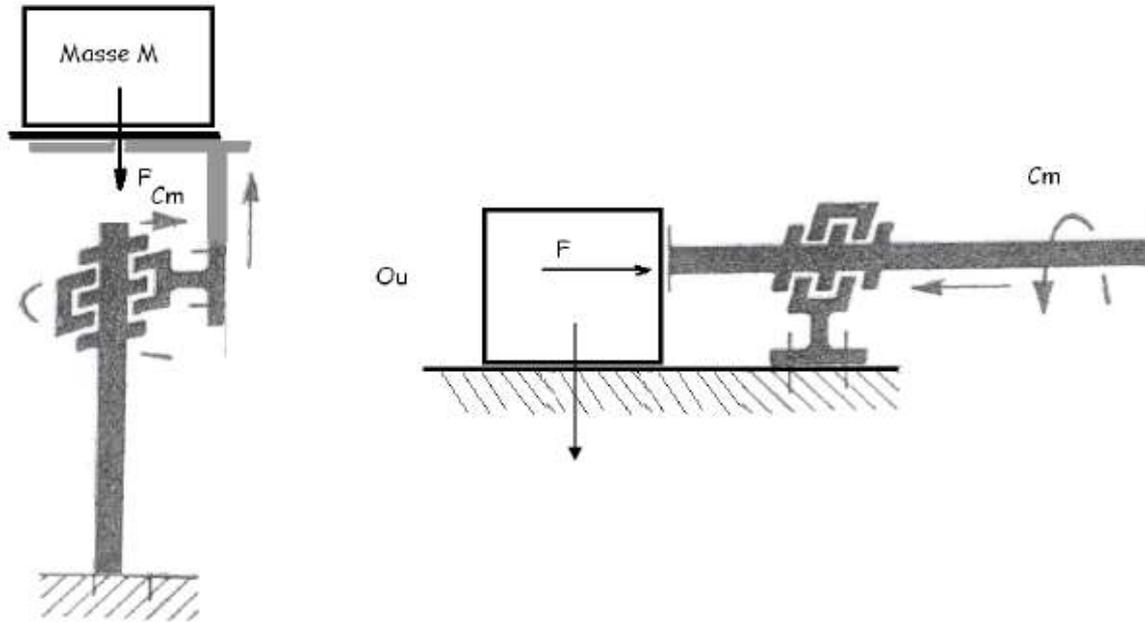


TRANSFORMATION DE MOUVEMENT

Aspect mécanique

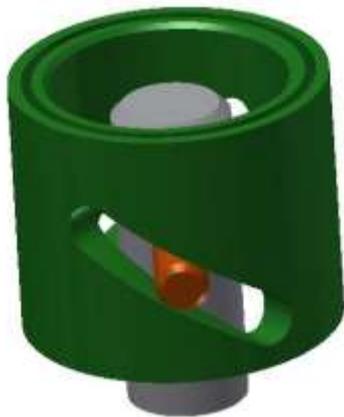
Etude mécanique

Mise en situation



On cherche pour les cas suivants l'expression du couple à fournir à la vis pour permettre le déplacement de la charge F .

Premier modèle : came hélicoïdale



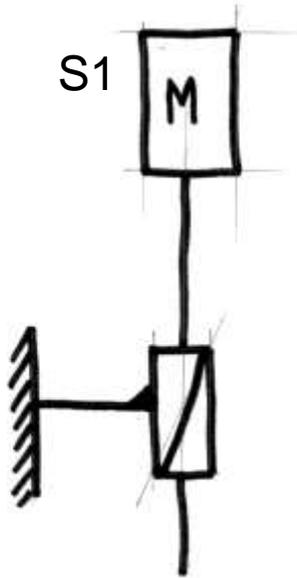
Mise en équations

- Réversibilité
- La vis est motrice
- Dynamique
- Rendement

Mise en équations

- Réversibilité

Modèle : came hélicoïdale



La masse M (S1) tend à descendre et tourner sous l'effet de son propre poids,

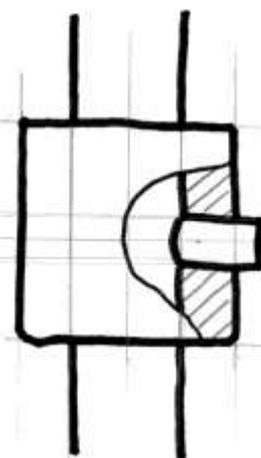
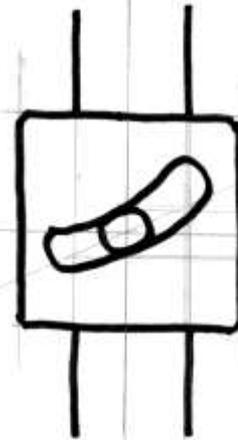
Soit :

Elle ne bouge pas

Elle tend à descendre

Elle descend avec un mouvement accéléré

Angle d'hélice : β



Modèle : came hélicoïdale

On isole le solide

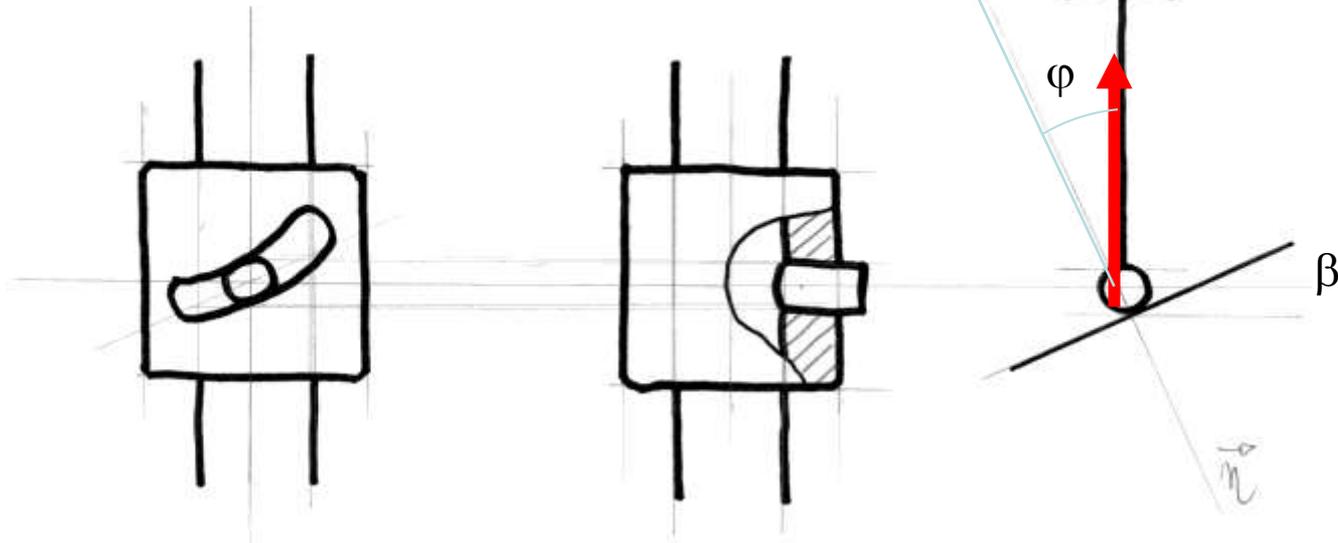
Poids propre

Action du support sur la goupille

Encastrement de la liaison pivot glissant

Selon les théorèmes généraux :

on est en équilibre strict si $\varphi = \beta$



Modèle : came hélicoïdale

On isole le solide

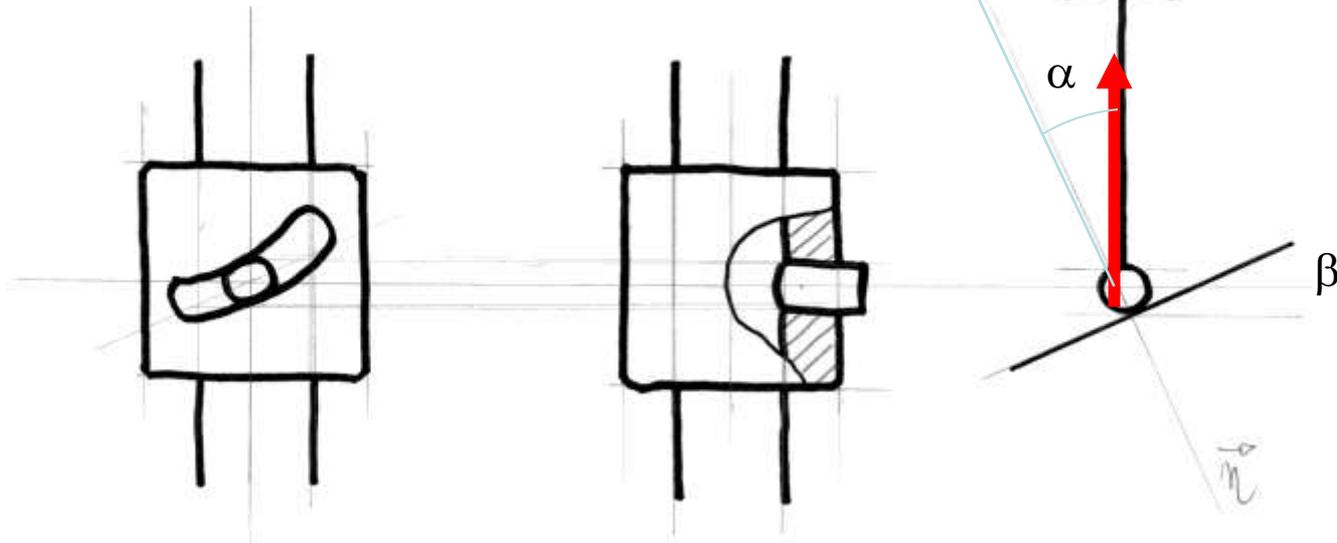
Poids propre

Action du support sur la goupille

Encastrement de la liaison pivot glissant

Selon les théorèmes généraux :

on est en adhérence si $\varphi > \beta$



Modèle : came hélicoïdale

On isole le solide

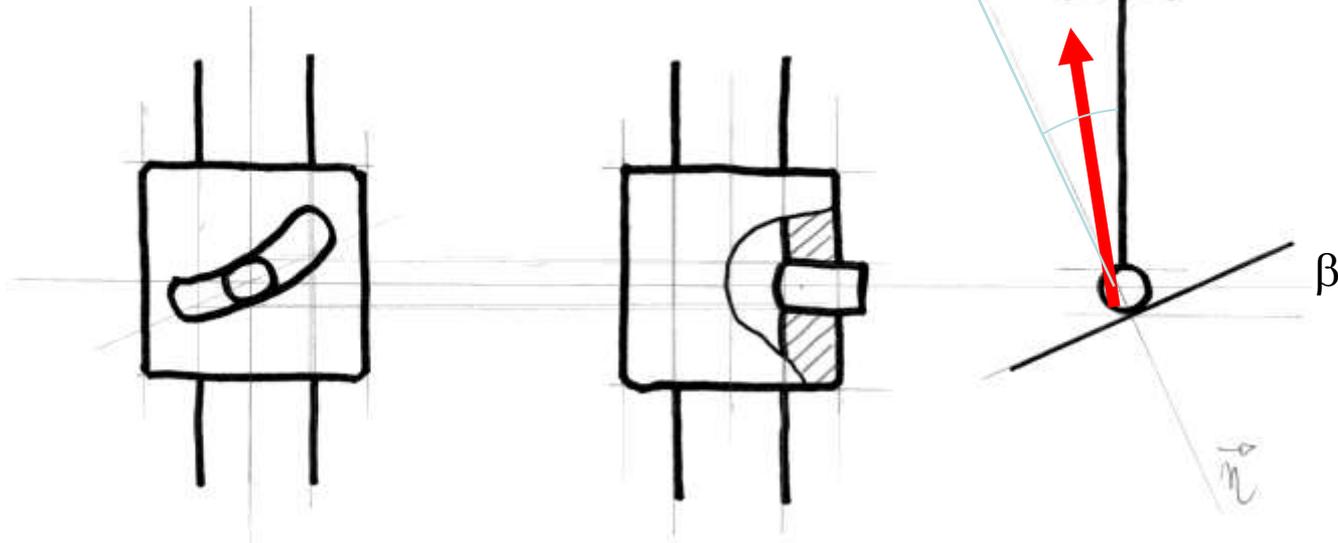
Poids propre

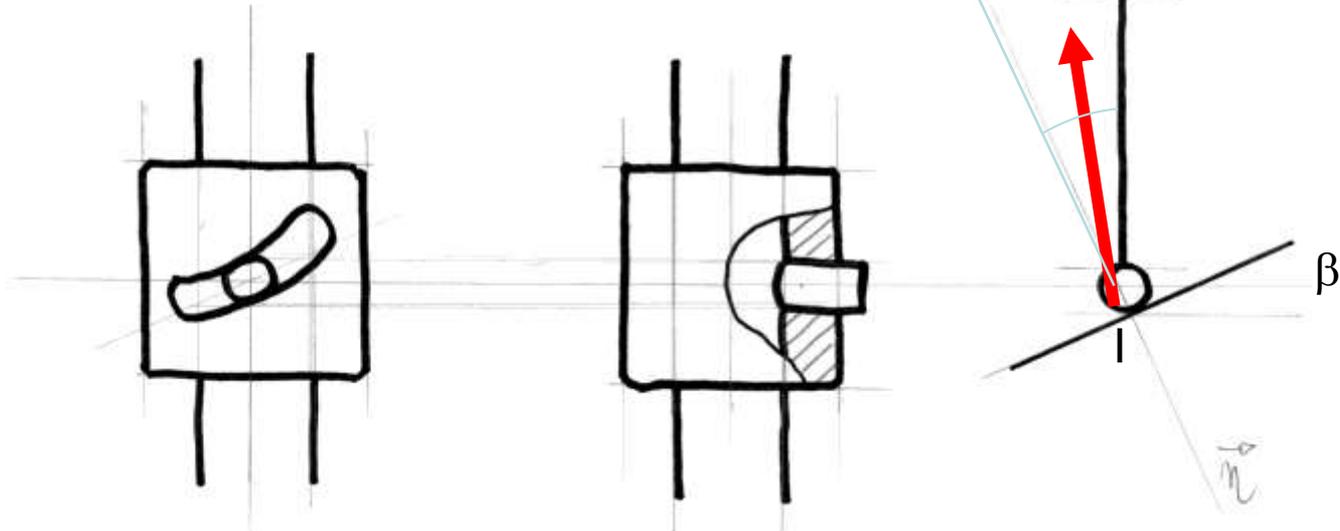
Action du support sur la goupille

Encastrement de la liaison pivot glissant

Selon les théorèmes généraux :

On est mouvement si $\varphi < \beta$
Le système est réversible





Théorème de la résultante dynamique

$$\text{Norme de } I_{01} = M (g - \lambda^{\circ}) / \cos(\beta - \varphi) \text{ (force rouge)}$$

$$= M g / \cos(\beta - \varphi) \text{ si } \lambda^{\circ} \ll \text{devant } g$$

Théorème du moment dynamique

$$J \theta^{\circ} = M g r \tan (\beta - \varphi)$$

Remarque : la réversibilité n'est pas forcément un avantage
Nécessité de freiner.



Réversible



Irréversible



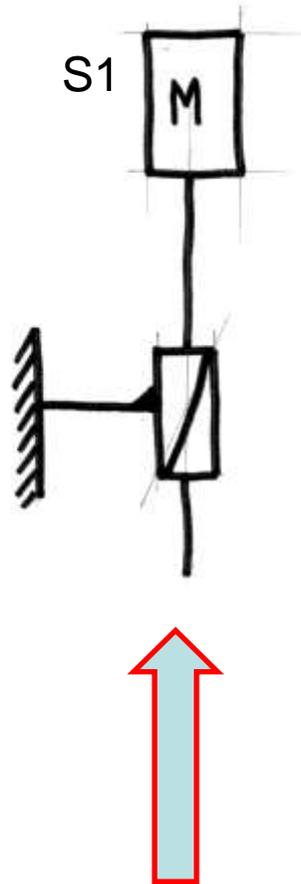
Mise en équations

- Vis motrice

$$\Delta\phi = \frac{\partial\phi}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial\phi}{\partial\theta} + \frac{1}{r\sin\theta} \frac{\partial\phi}{\partial\theta}$$

$$\int \frac{\partial P}{\partial x} dx dy = \int dx (y(x))$$

Modèle : came hélicoïdale



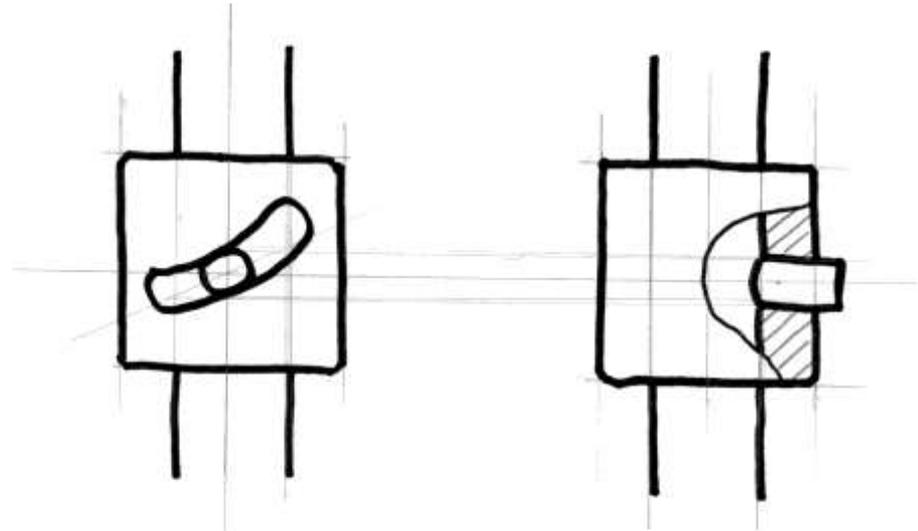
La masse M (S1) tend à monter et tourner sous l'effet d'un **couple moteur** sur la vis

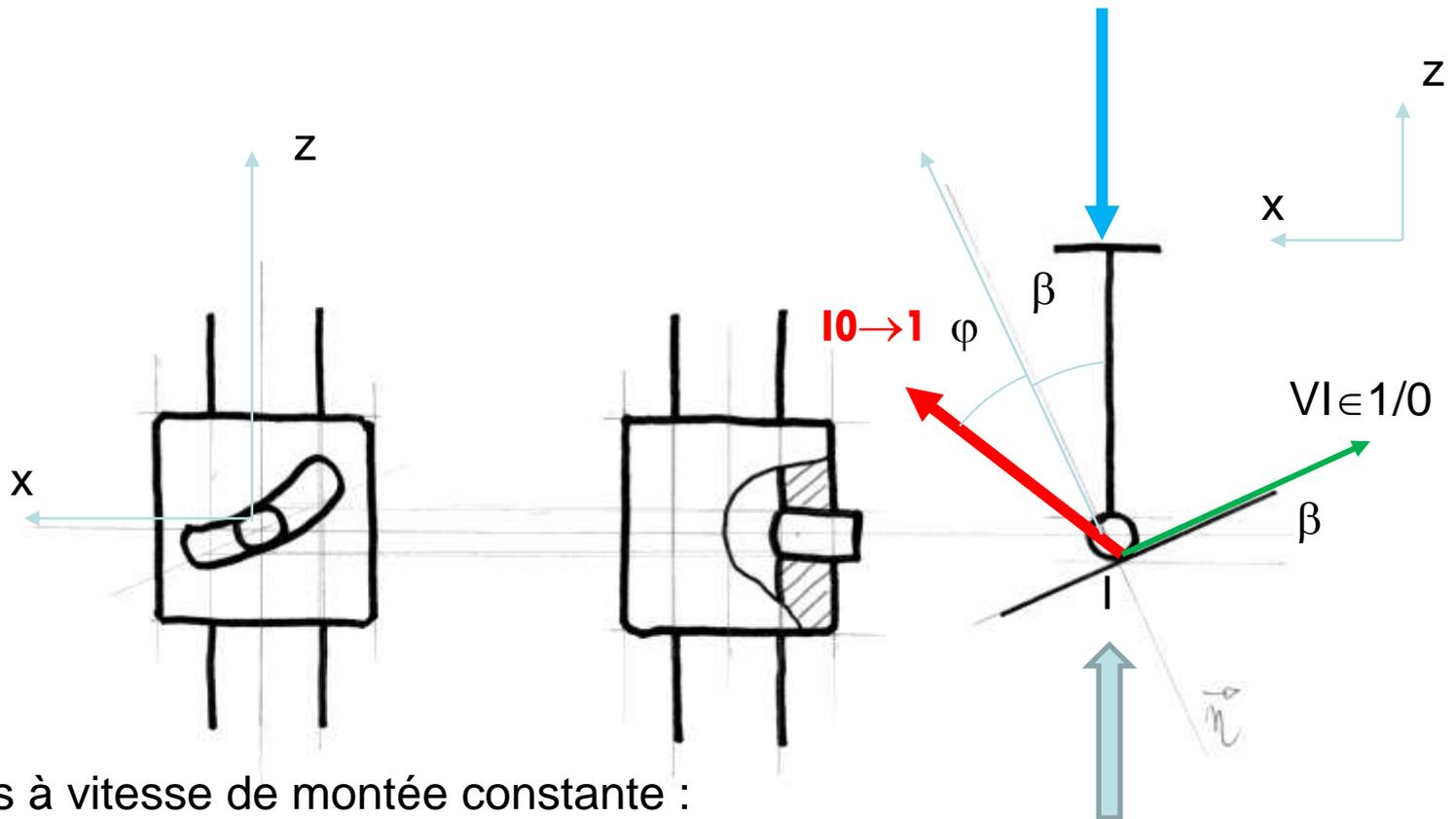
Soit :

Elle ne bouge pas

Elle tend à monter

Elle monte avec un mouvement accéléré





Etudions à vitesse de montée constante :

R peut se décomposer sur les directions normales et tangentielles au contact

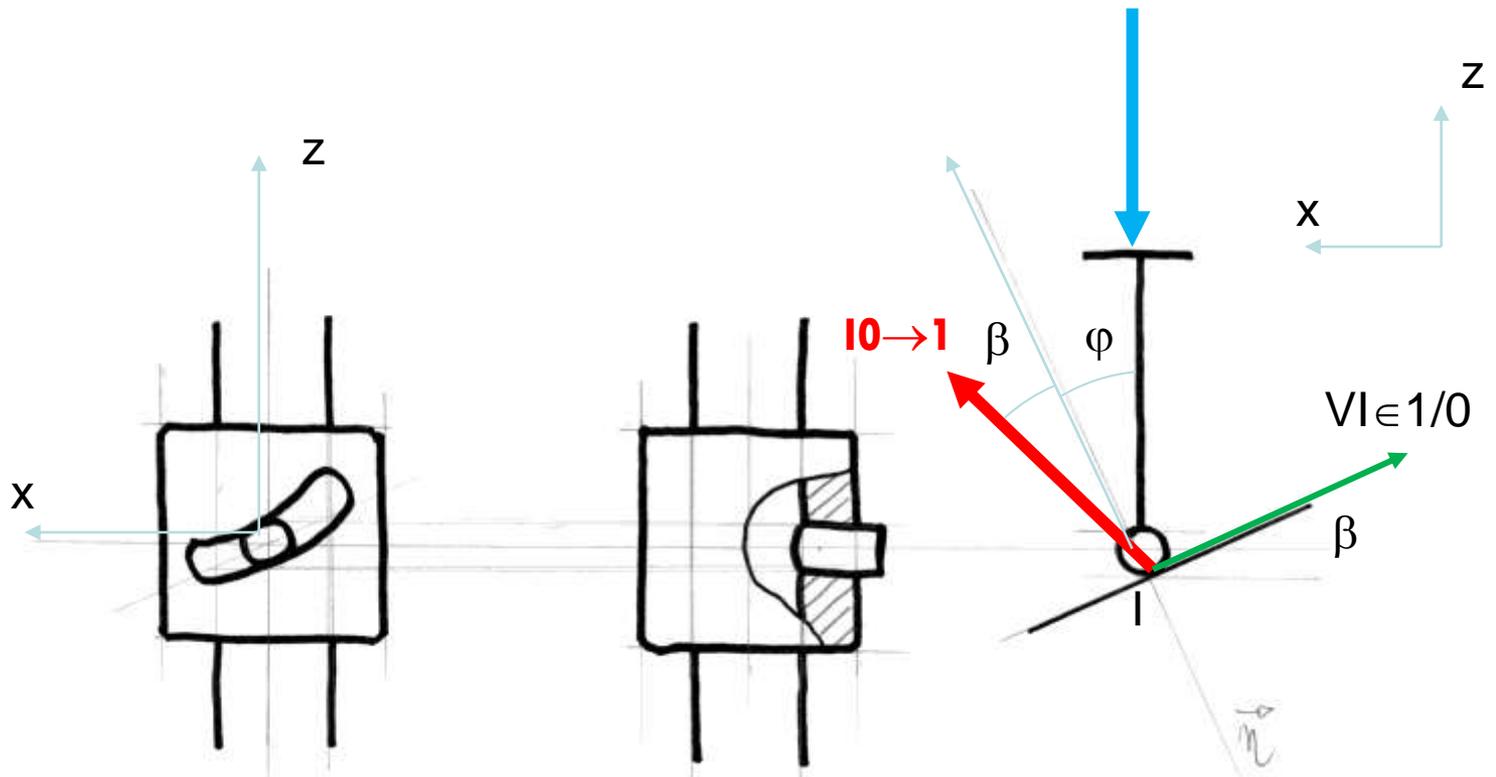
R peut aussi se décomposer entre une action horizontale et une action verticale

$$\mathbf{10} \rightarrow \mathbf{1} = X I_{01} \mathbf{x} + M g \mathbf{z}$$

$$\tan(\beta + \varphi) = X I_{01} / M g$$

Projetons la somme des moments sur l'axe z

$$+ \text{moment moteur} - r M g \tan(\beta + \varphi) = 0$$



Projetons la somme des moments sur l'axe z
 + moment moteur - r M g tan (β+φ) = 0

Rendement de la transmission :

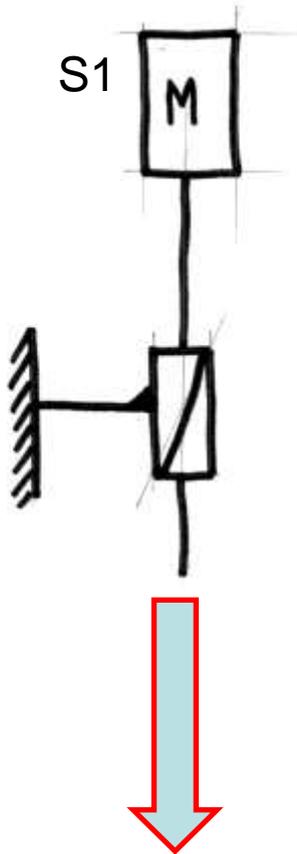
Puissance fournie $C_m \theta^\circ$

Puissance utile : $M g z^\circ$ avec $z^\circ = \theta^\circ * p/2\pi$
 $M g \theta^\circ p$ $\tan \beta$

et $p/2\pi r = \tan \beta$

$$\eta = \frac{M g \theta^\circ p}{2\pi r M g \tan (\beta+\varphi) \theta^\circ} = \frac{\tan \beta}{\tan (\beta+\varphi)}$$

Modèle : came hélicoïdale



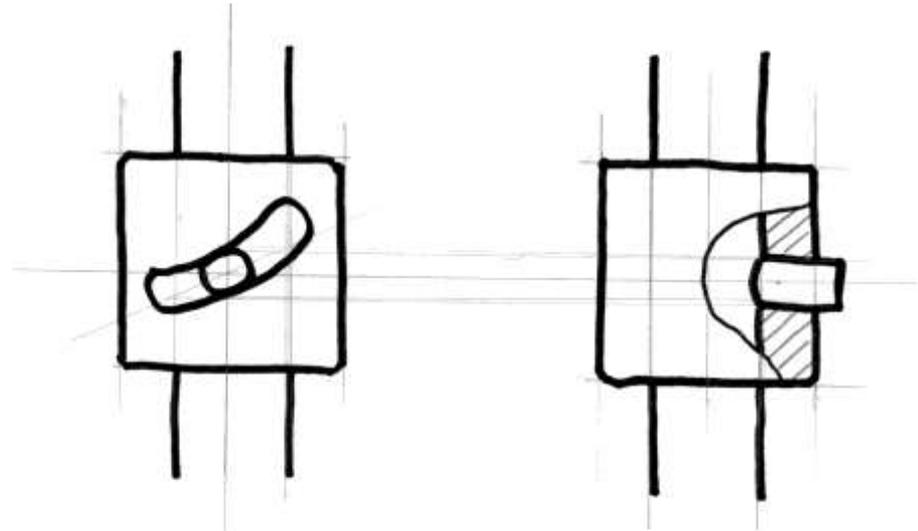
La masse M (S1) tend à descendre et tourner sous l'effet d'un **couple moteur** sur la vis

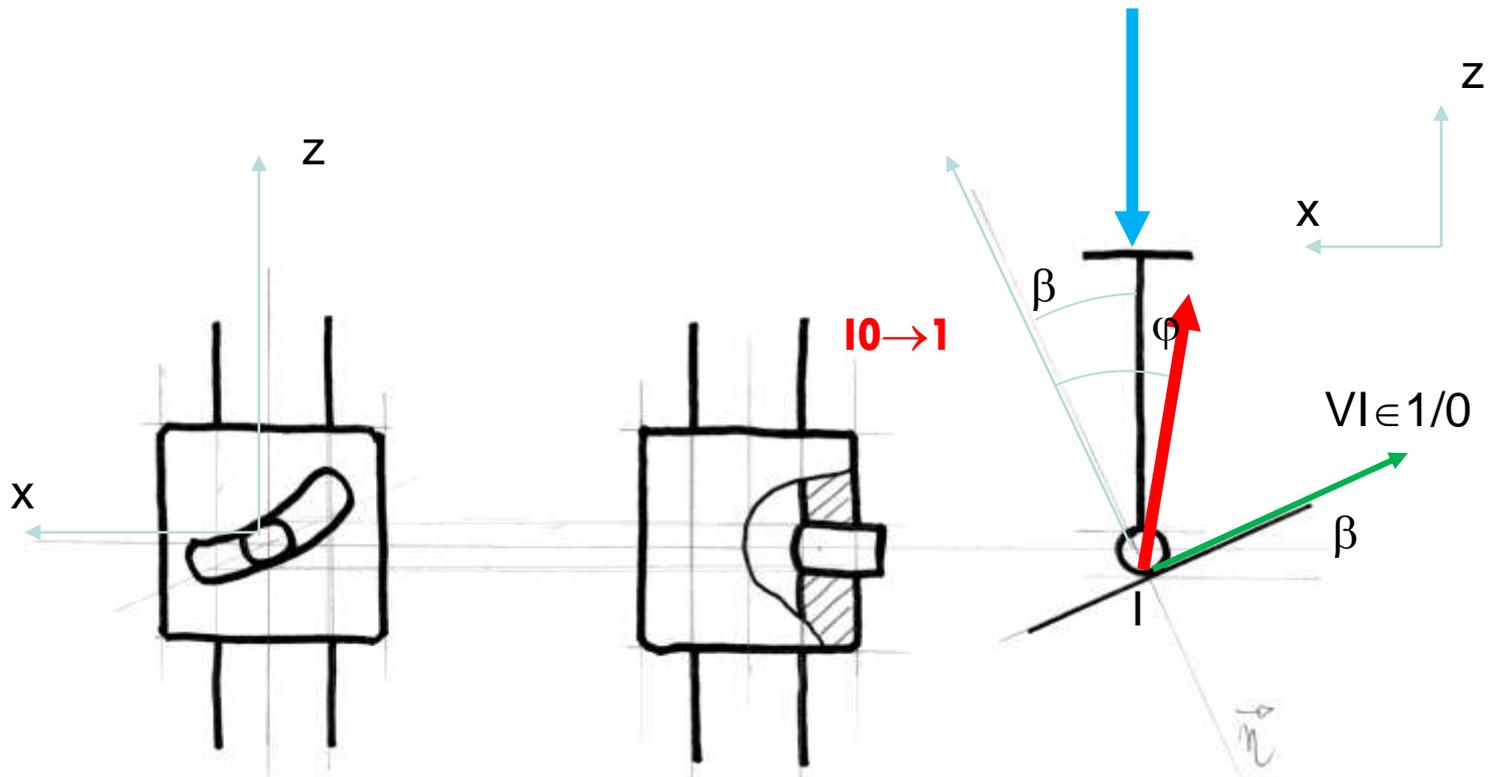
Soit :

Elle ne bouge pas

Elle tend à descendre

Elle descend avec un mouvement accéléré





Étudions à vitesse de descente constante :

R peut se décomposer sur les directions normales et tangentielles au contact

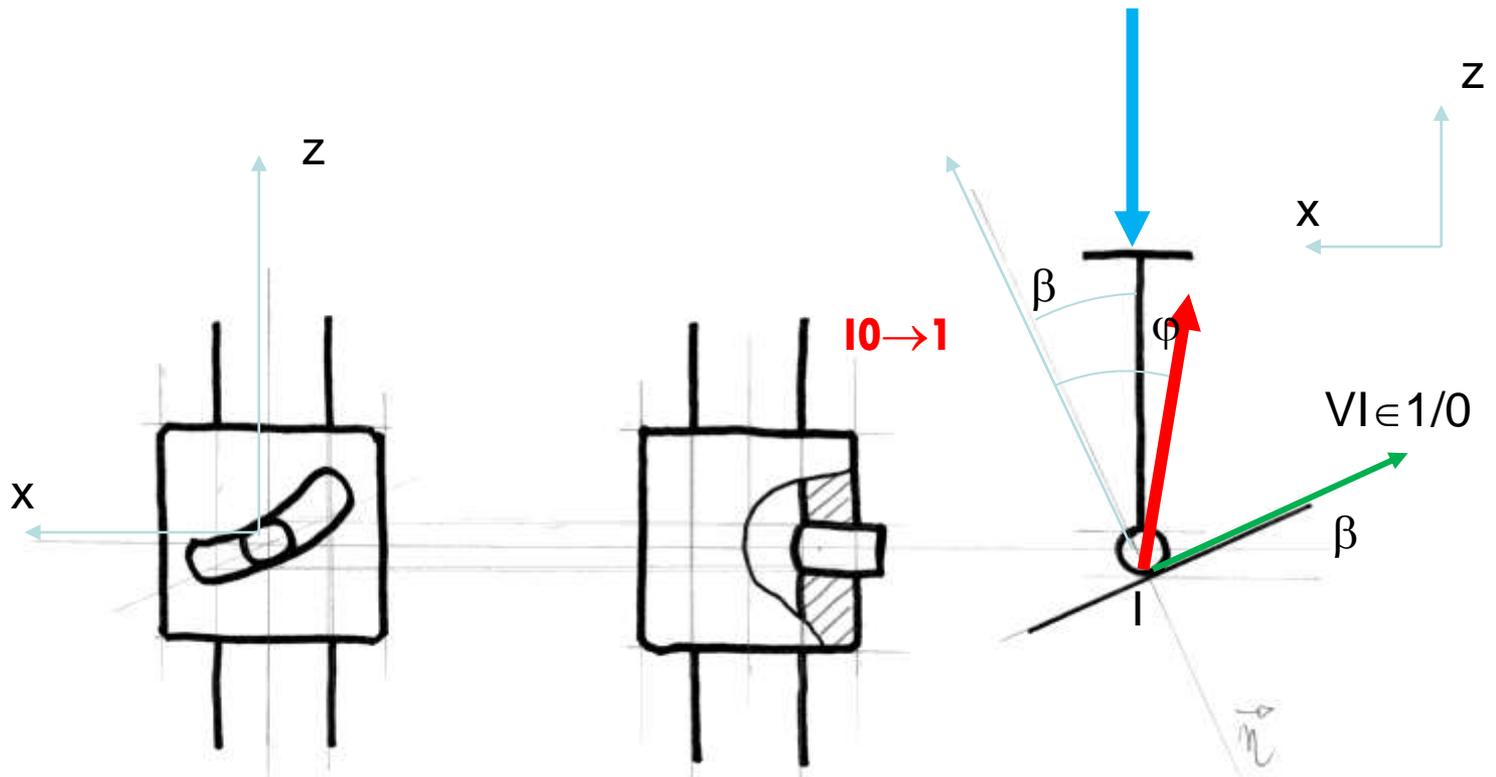
R peut aussi se décomposer entre une action horizontale et une action verticale

$$\mathbf{I_0 \rightarrow I} = -t \mathbf{x} + M g \mathbf{z}$$

$$\tan(\varphi - \beta) = t/Mg$$

Projetons la somme des moments sur l'axe z

$$- \text{moment moteur} + r M g \tan(\varphi - \beta) = 0$$



Projetons la somme des moments sur l'axe z
 - moment moteur + r M g tan (φ-β) = 0

Rendement de la transmission :

Puissance fournie $C_m \theta^\circ$

Puissance utile : $M g z^\circ$ avec $z^\circ = \theta^\circ * p/2\pi$
 $M g \theta^\circ p$ $\tan \beta$

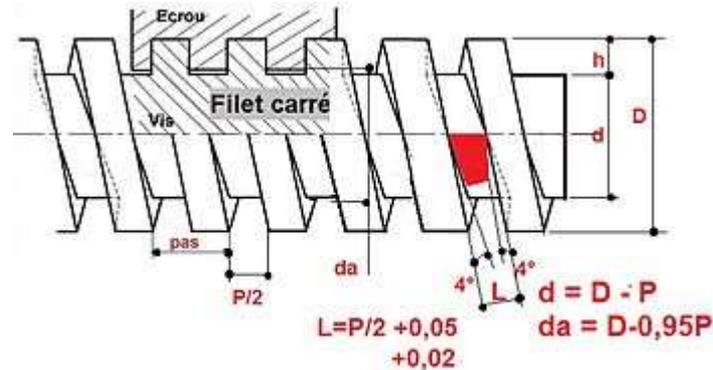
et $p/2\pi r = \tan \beta$

$$\eta = \frac{M g \theta^\circ p}{2\pi r M g \tan (\varphi-\beta) \theta^\circ} = \frac{\tan \beta}{\tan (\varphi-\beta)}$$

Vis écrou filet carré

Came rampe de génératrice \perp axe

Couple moteur sur la vis



Deux cas se présentent :

La charge s'oppose au déplacement

Diamètre 20mm - pas 2,5

$\varphi = 0,2 \rightarrow 0,165$

$\varphi = 0,05 \rightarrow 0,44$

La charge accompagne le déplacement

Diamètre 20mm - pas 2,5

$\varphi = 0,2 \rightarrow 0,24$

$\varphi = 0,05 \rightarrow 4 !$

On isole l'arbre

On écrit la somme des moments sur l'axe x

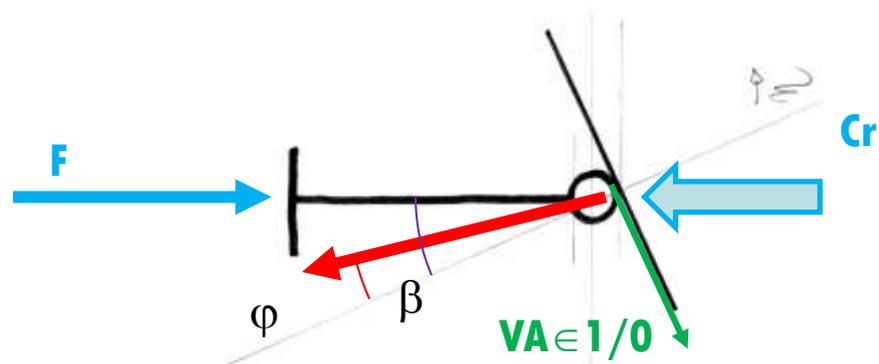
Cr est tel que la vis tourne à vitesse constante

$$- Cr + r F \tan(\beta - \varphi) = 0$$

Rendement puissance utile / puissance fournie :

$$\eta = \frac{Cr \theta^\circ}{F x^\circ} = \frac{r F \tan(\beta - \varphi) \theta^\circ}{F \theta^\circ (p/2\pi)} = \frac{\tan(\beta - \varphi)}{\tan \beta}$$

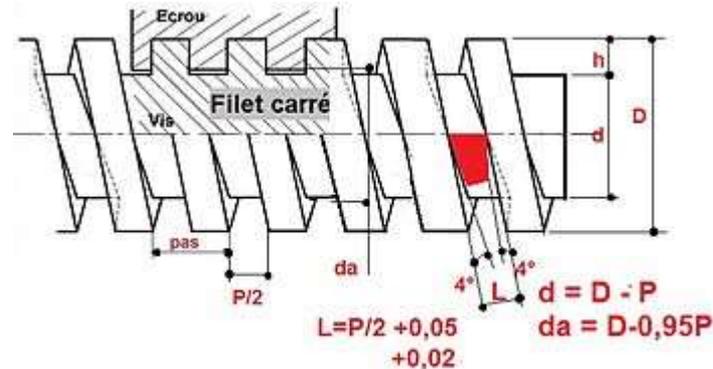
On voit bien que si β est inférieur à φ , alors le rendement est nul
Le système est irréversible



Vis écrou filet carré

Came rampe de génératrice \perp axe

Force motrice sur la vis



Deux cas se présentent :

Diamètre 20mm

pas 2,5

$\tan \beta = p/\pi D = 0,04$



La condition de réversibilité est donc ici $\tan \varphi < 0,04$

Cette condition est donc difficile à assurer pour des vis à faible angle d'hélice.

Etude mécanique

Réversibilité

Définition : On dit d'un système vis écrou qu'il est **réversible** si un effort axial moteur sur l'un des deux composants entraîne une rotation de l'autre. Dans le cas contraire, on dit que le système est **irréversible**.

Dans le cas d'un effort axial moteur, le rendement est égal à :

$$\eta = \frac{\tan(\beta - \varphi)}{\tan \alpha}$$

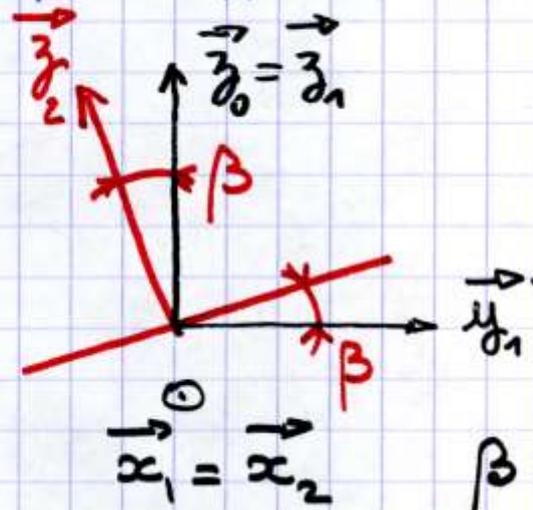
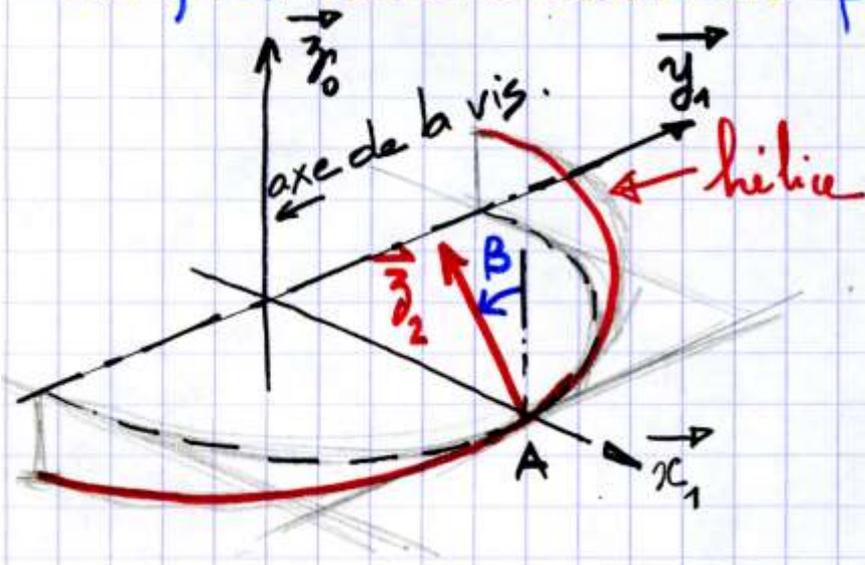
Or, si $\alpha < \varphi$, alors $\eta < 0$, ce qui n'est pas possible. Cela traduit l'irréversibilité de la transmission. Autrement dit, pour que la transmission soit réversible, il faut :

$$\beta > \varphi$$

Cas des filets iso, trapézoïdal, ...

Cas du filet iso et du filet trapézoïdal :

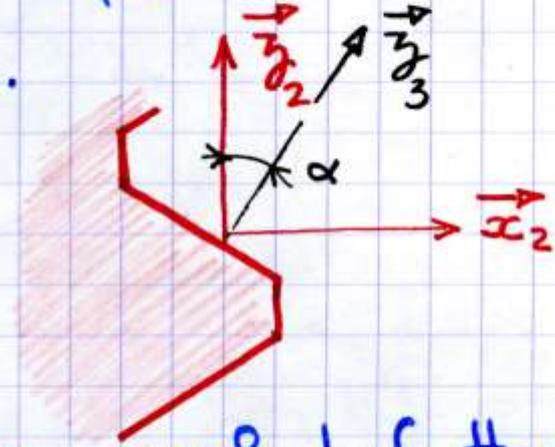
Dans les études précédentes on a considéré que la normale au filet était inclinée de β par rapport à la verticale.



β angle d'hélice

Dans le cas de profils Iso par exemple la normale au contact fait un angle α avec \vec{z}_2 .

Considérons en A la normale à l'hélice :



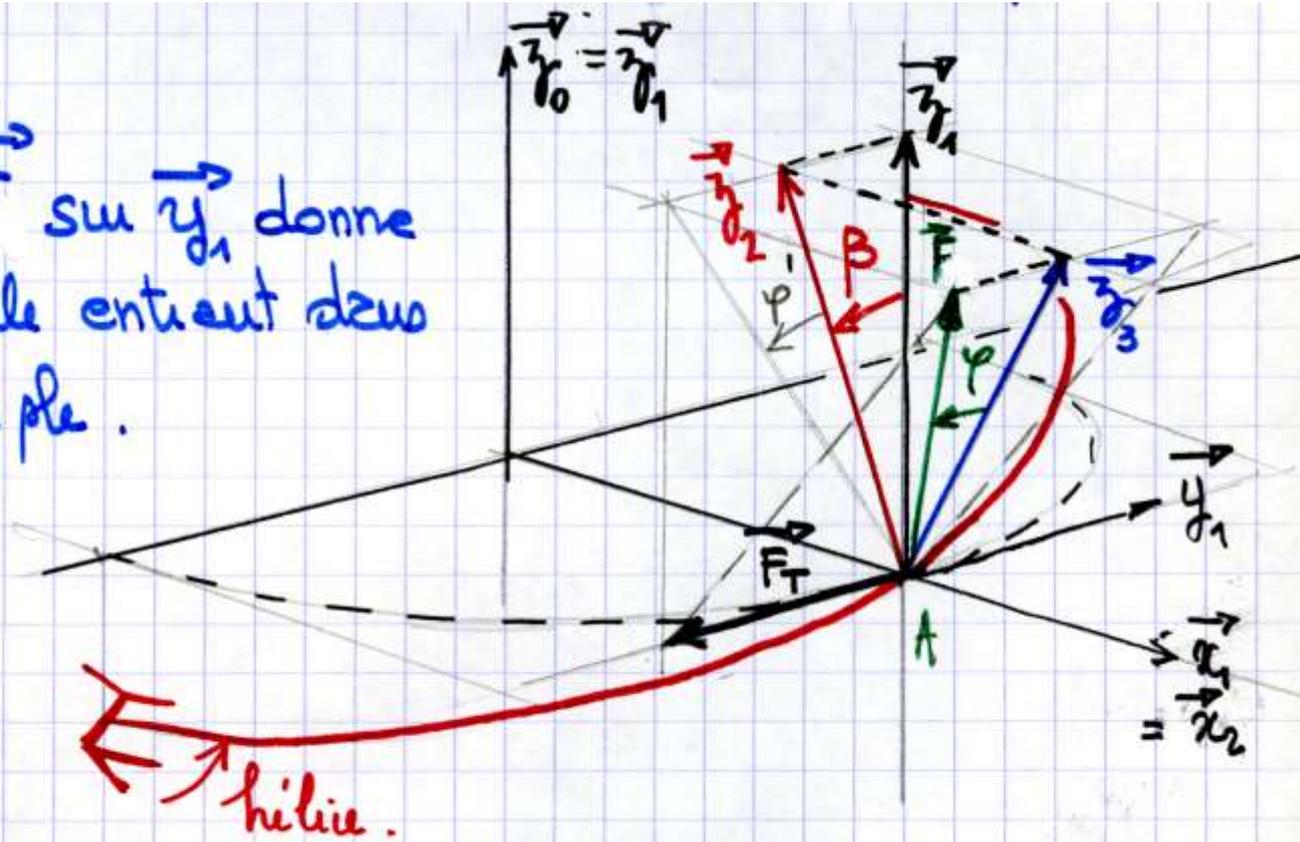
L'action de contact est inclinée de φ , angle de frottement, avec \vec{z}_3 .

La projection de \vec{F} sur \vec{y}_1 donne la force tangentielle entrant dans le calcul du couple.

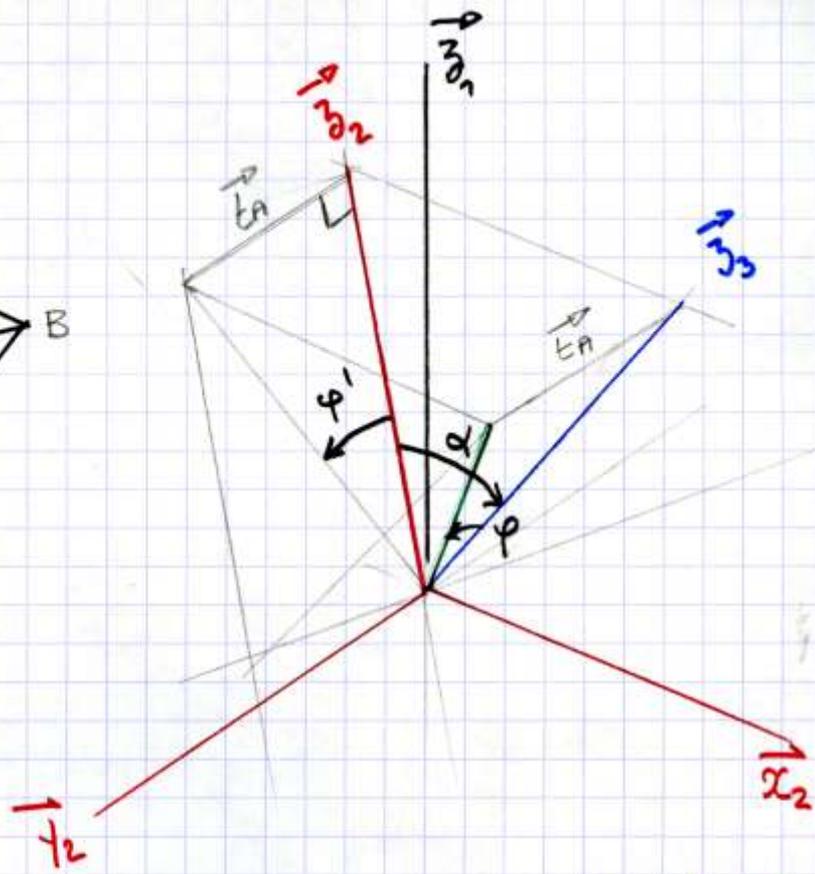
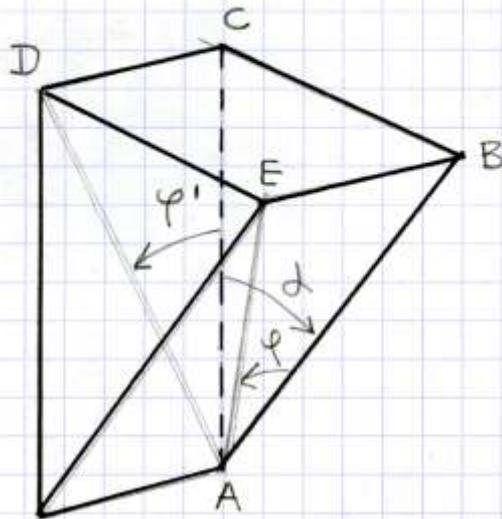
$$\|\vec{C}\| = r_2 \|\vec{F}_T\|$$

\vec{F}_T la projection de \vec{F} sur \vec{y}_1

$$\|\vec{F}_T\| = \|\vec{F}_A\| \cdot \tan(\beta + \varphi')$$



Recherchons $\varphi' \neq \varphi$



$$\tan \varphi = \frac{EB}{AB}$$

$$\tan \varphi' = \frac{DC}{AC}$$

$$EB = DC$$

$$AC = AB \cos \alpha \Rightarrow \tan \varphi' = \frac{\tan \varphi}{\cos \alpha}$$

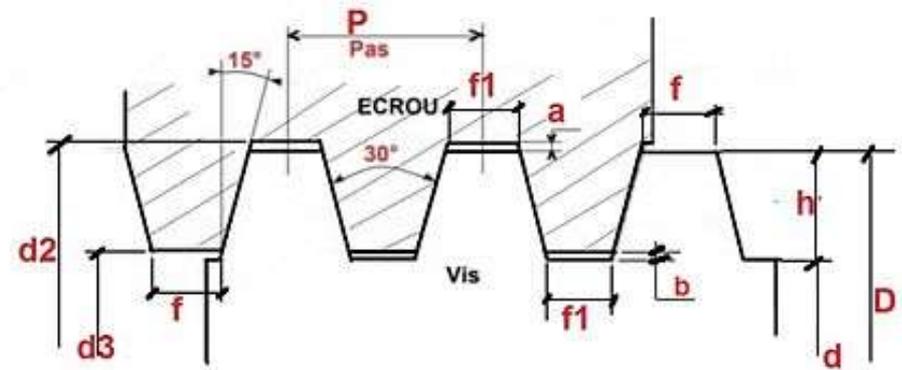
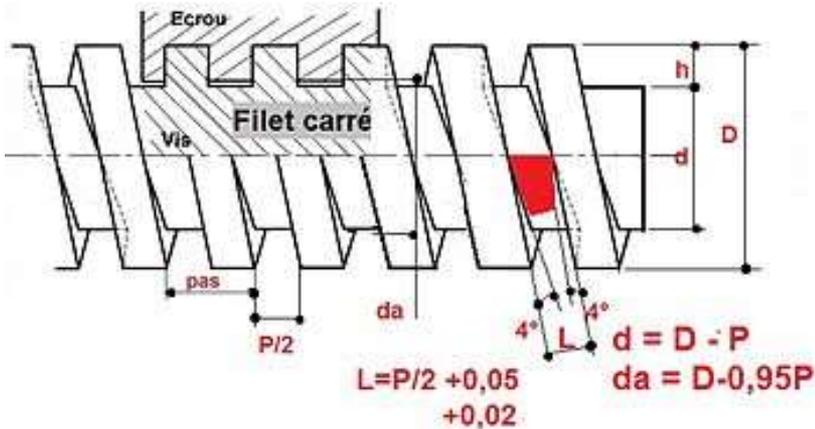
\Rightarrow La condition de réversibilité devient $\beta > \varphi'$
 Une vis à filet carré est plus facilement réversible.
 son rendement est meilleur
 \rightarrow vis de manoeuvre.

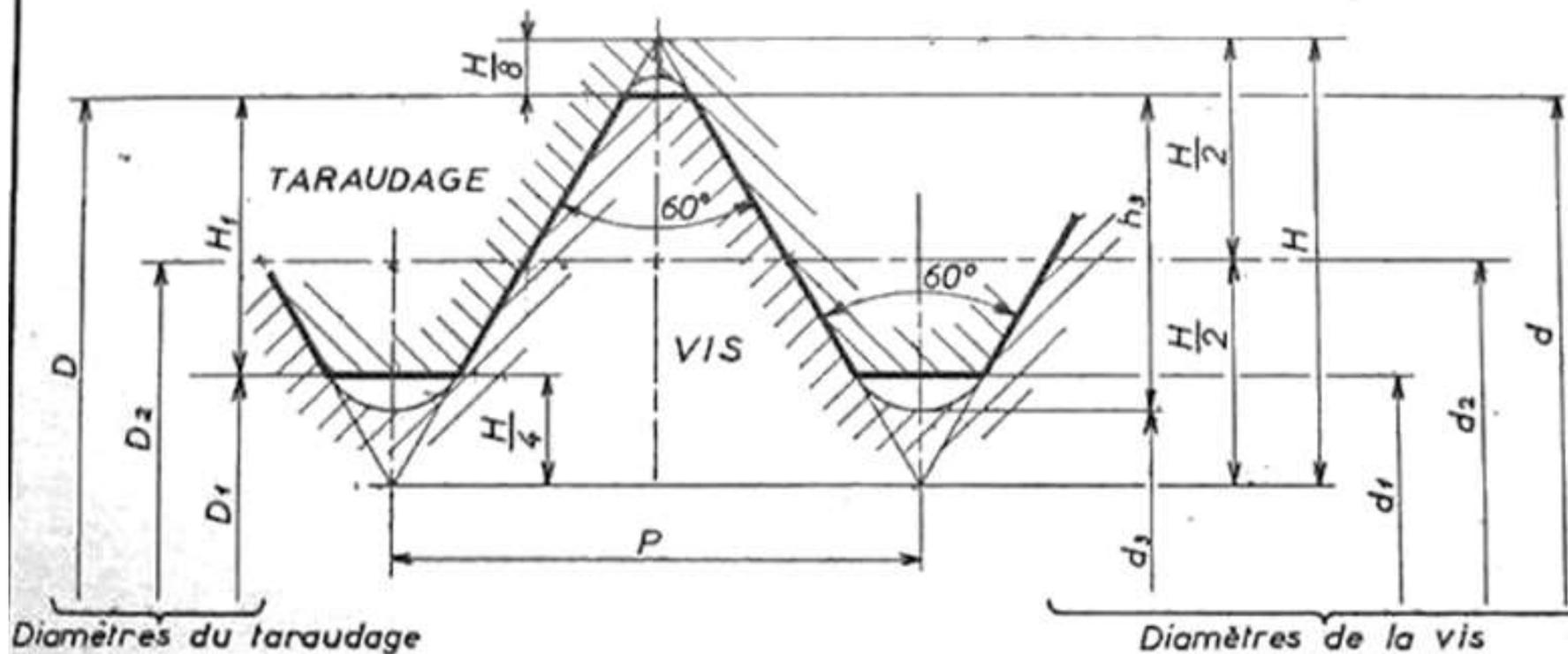
Les vis de manœuvre auront un faible angle d'inclinaison de rampe

- Filet carré
- Filet trapezoidal

Les vis de fixation auront un angle d'inclinaison de rampe plus important

- Filet iso





$P = \text{pas}$

$H = 0,866 P$

$D = d = \text{diamètre nominal}$

$D_2 = d_2 = d - \frac{3}{4} H = d - 0,6495 P$

$$D_1 = d_1 = d_2 - 2 \left(\frac{H}{2} - \frac{H}{4} \right) = d - 1,0825 P$$

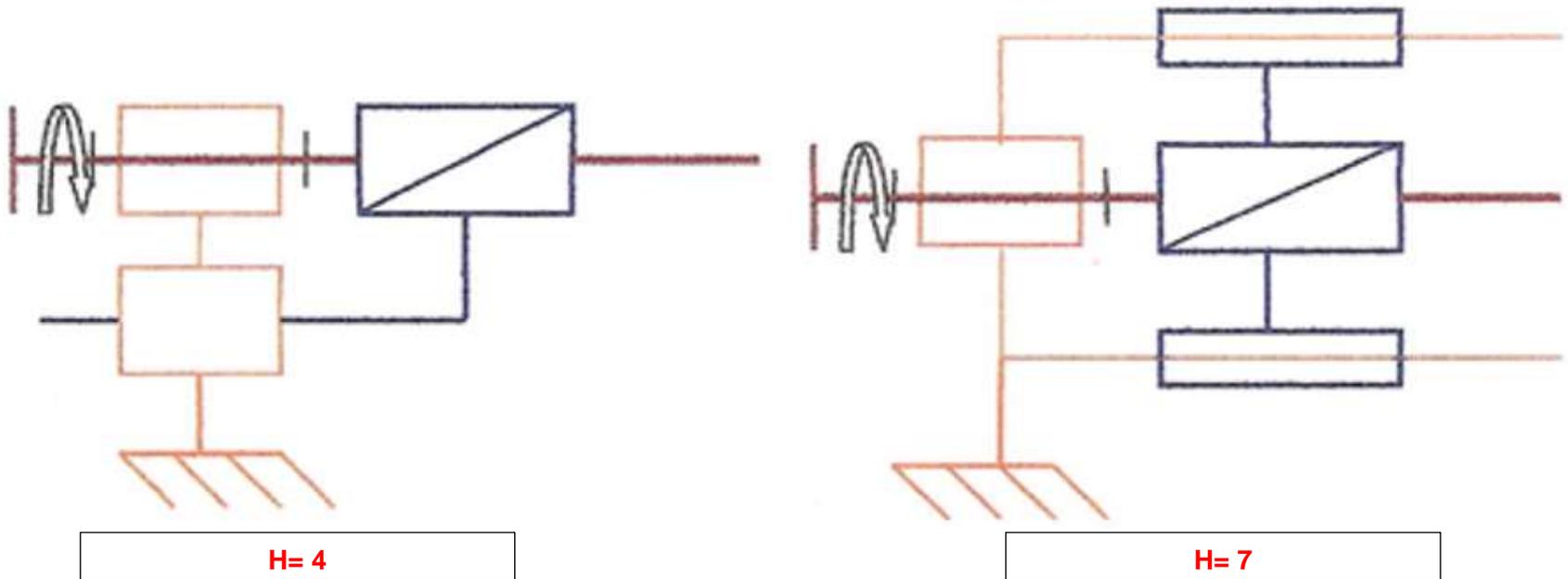
$$d_3 = d_2 - 2 \left(\frac{H}{2} - \frac{H}{6} \right) = d - 1,2268 P$$

$$H_1 = \frac{D - D_1}{2} = 0,5412 P$$

$$h_3 = \frac{d - d_3}{2} = 0,6134 P$$

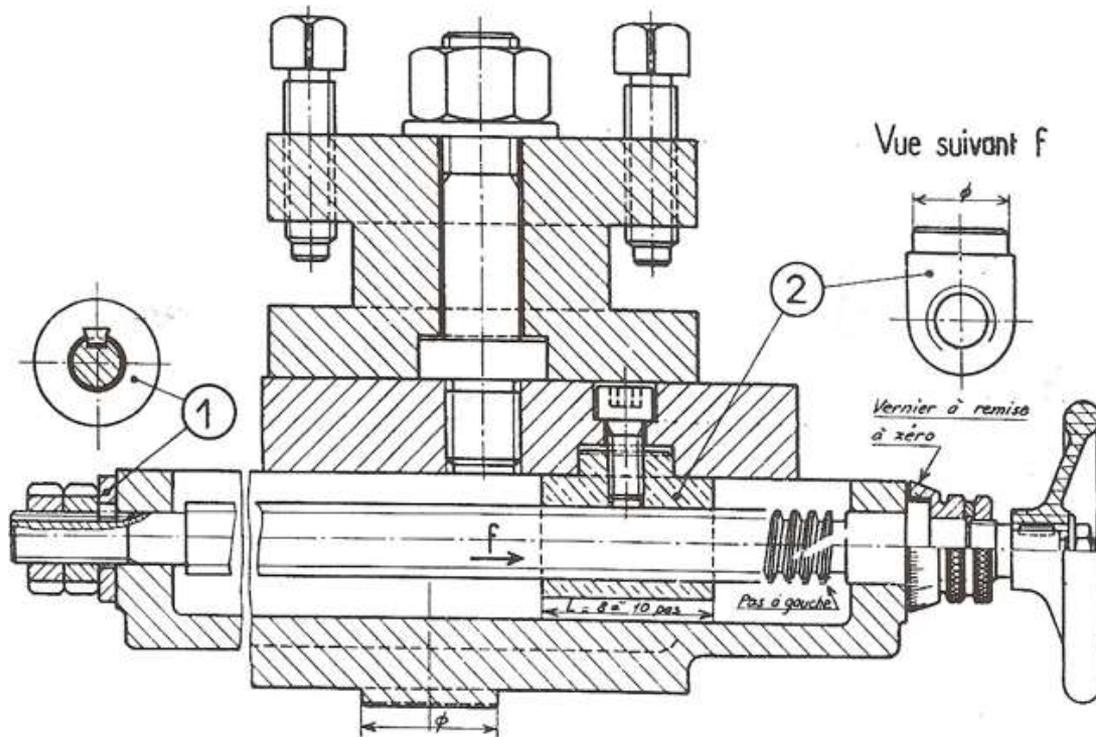
Mise en œuvre d'une transformation de mouvement

Hyperstatisme du montage



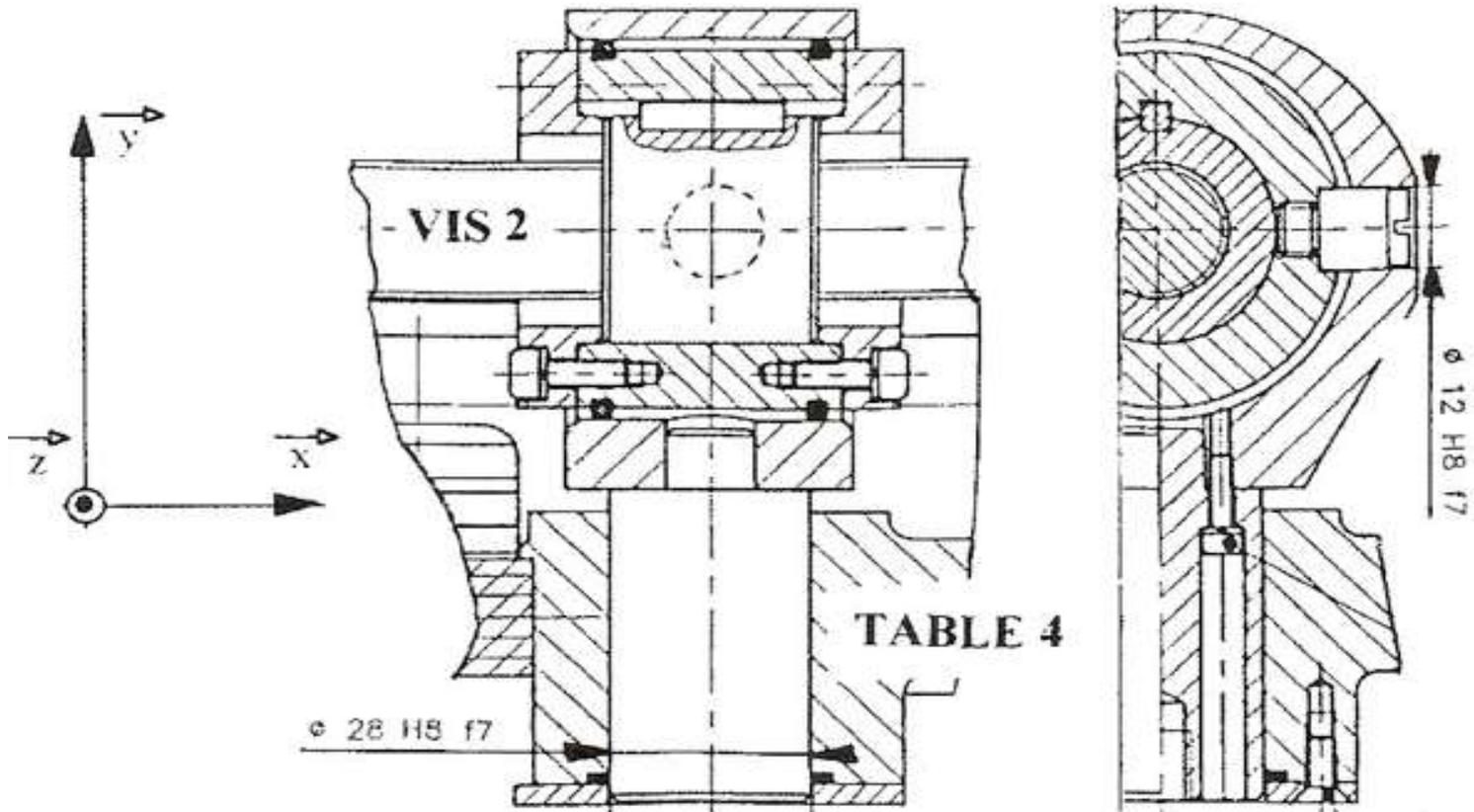
Mise en œuvre

Exemples de montage



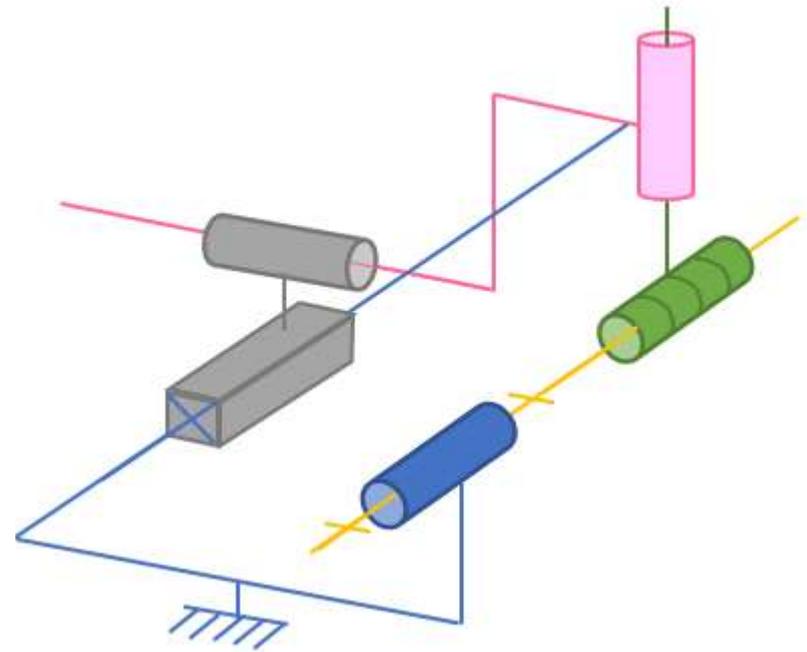
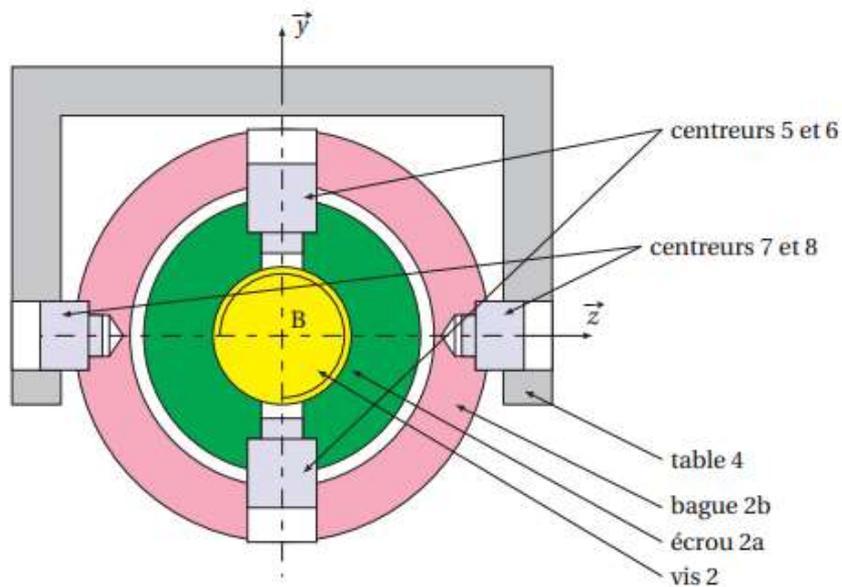
Mise en œuvre

Exemples de montage



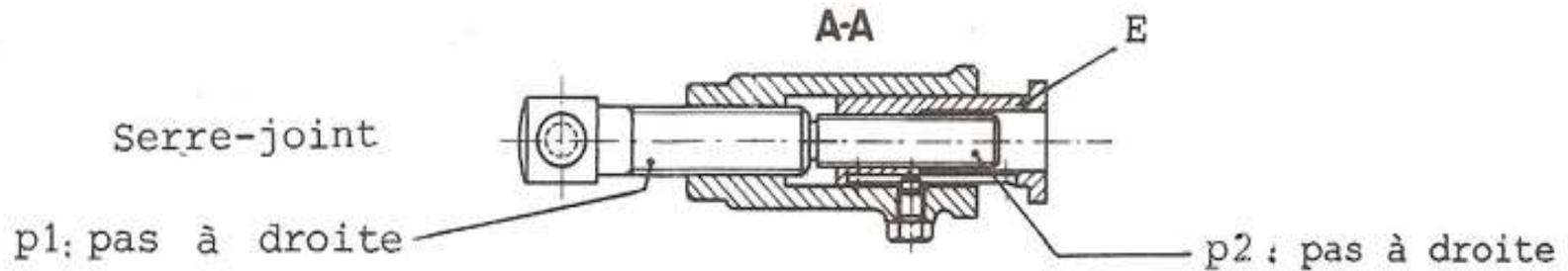
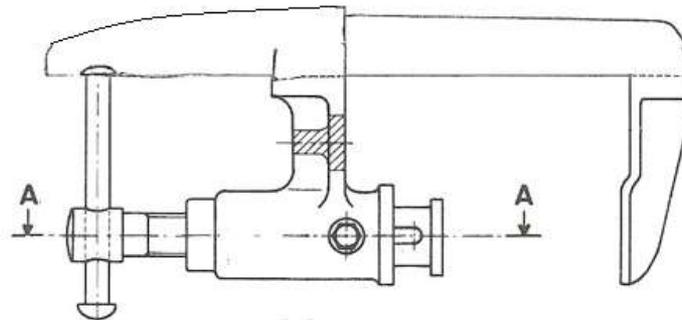
Mise en œuvre

Exemples de montage



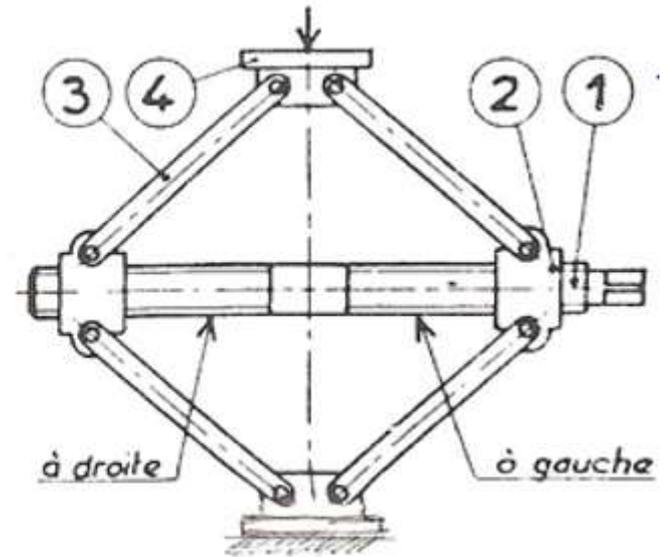
Mise en œuvre

Exemples de montage



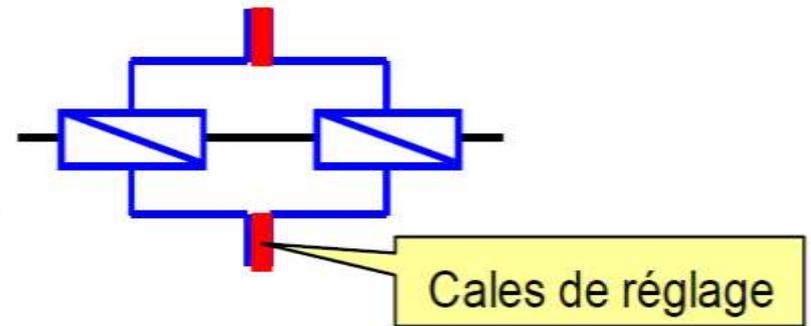
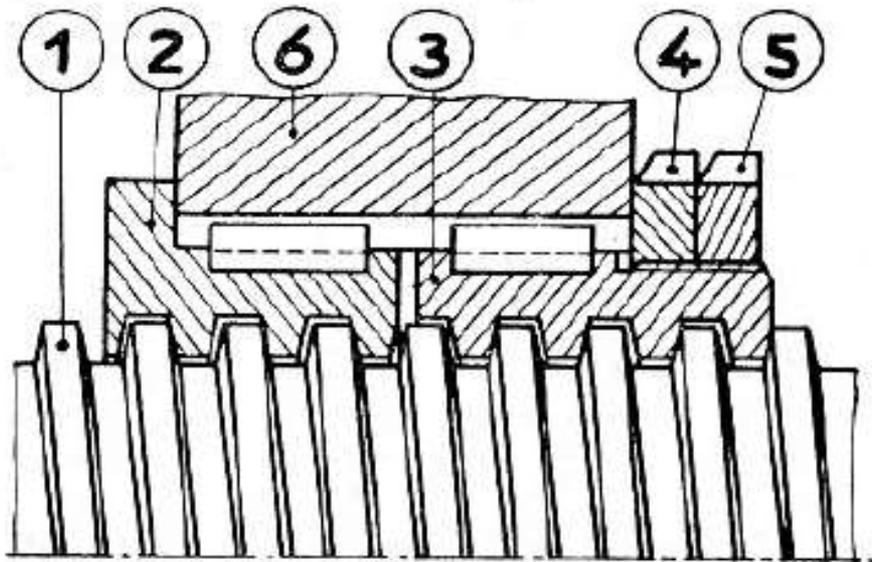
Mise en œuvre

Exemples de montage



Mise en œuvre

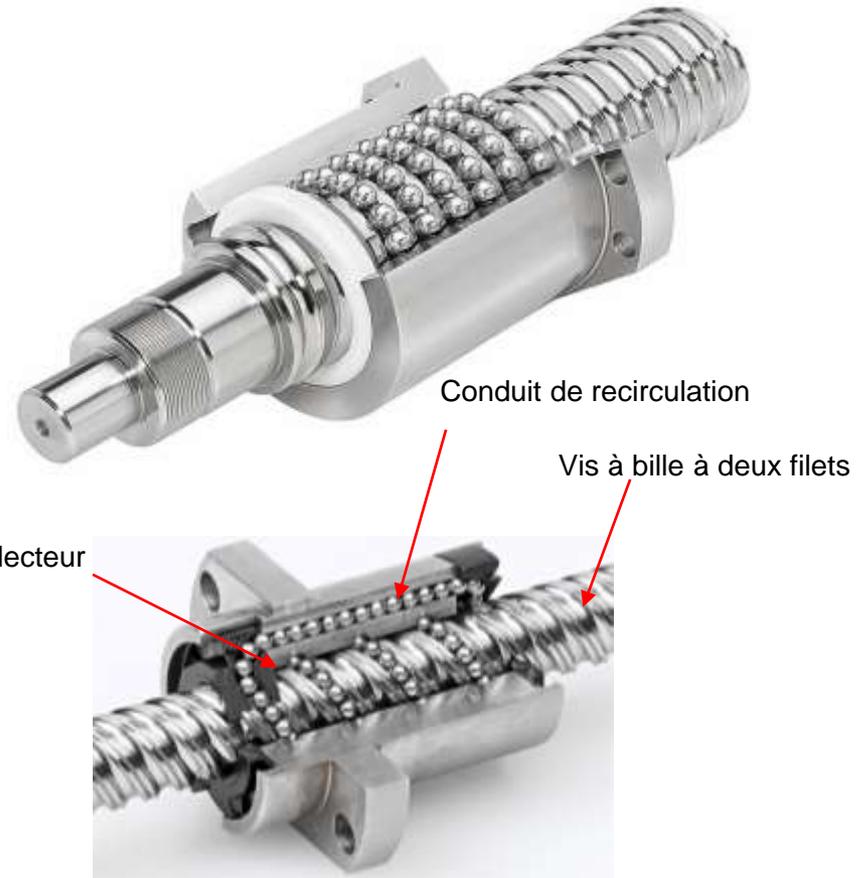
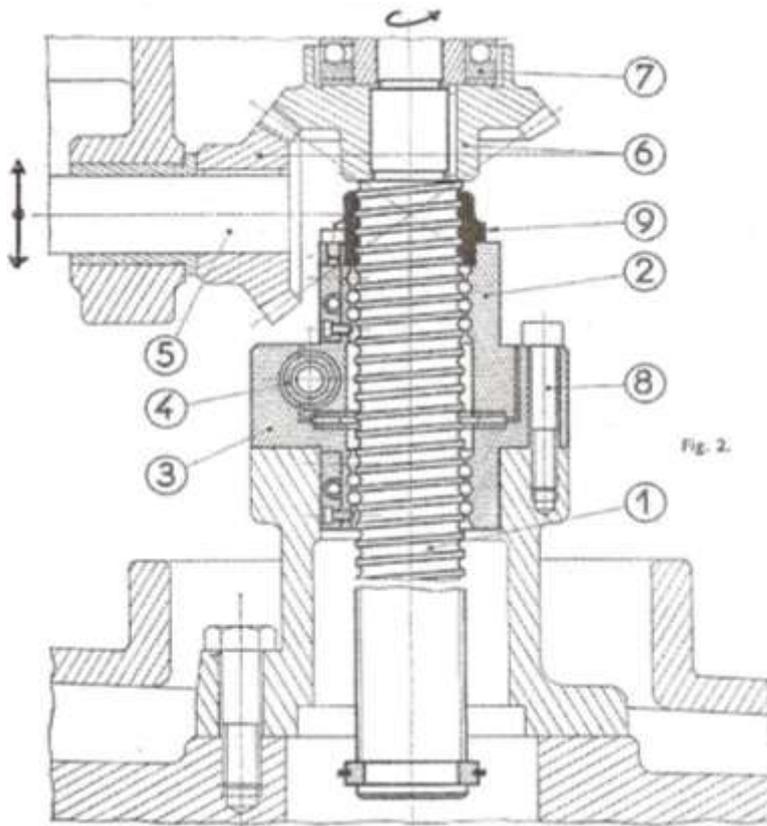
Exemples de montage



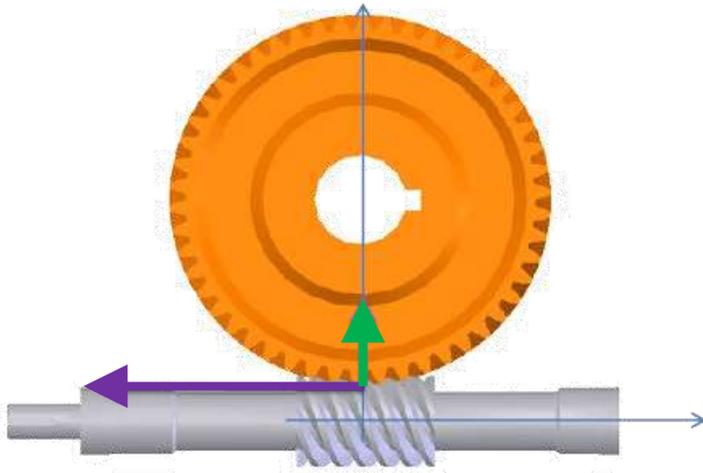
Rattrapage de jeu

Mise en œuvre

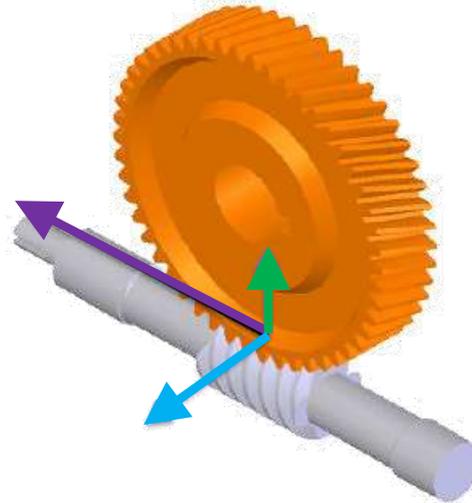
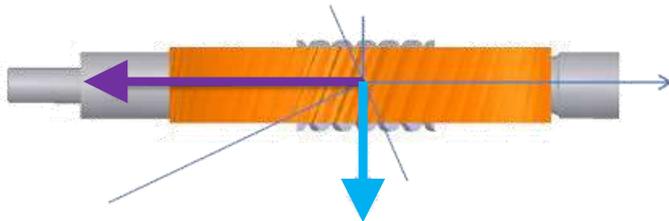
Exemples de montage



Transmission roue et vis sans fin



$\vec{A}_{V/R}$: composante axiale
de la vis sur la roue
 $\vec{R}_{V/R}$: composante radiale
de la vis sur la roue
 $\vec{T}_{V/R}$: composante
tangentielle de la vis sur la
roue

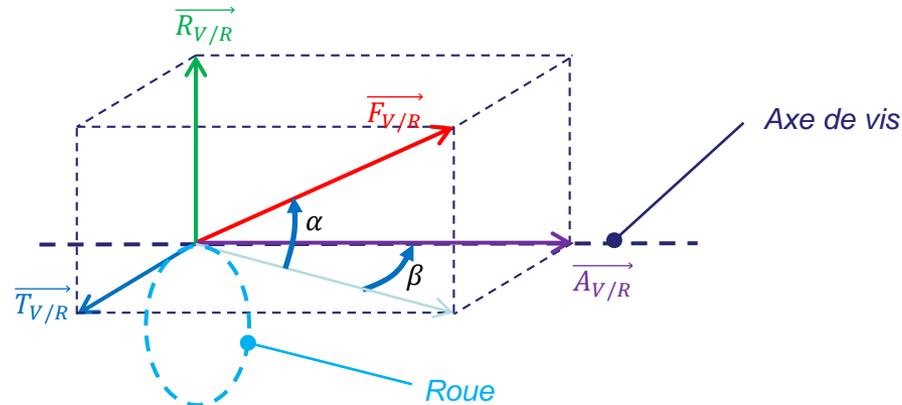






Transmission roue et vis sans fin

Etude mécanique sans frottement



$\vec{A}_{V/R}$: composante axiale de la vis sur la roue

$\vec{R}_{V/R}$: composante radiale de la vis sur la roue

$\vec{T}_{V/R}$: composante tangentielle de la vis sur la roue

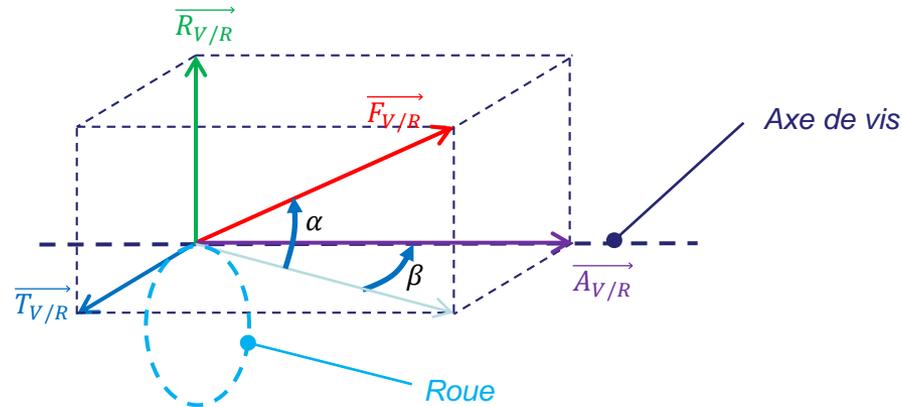
α : Angle de pression

β : Angle d'hélice de la roue

m : Le module de la vis et de la roue

Transmission roue et vis sans fin

Etude mécanique sans frottement



Les caractéristiques de la denture et de la vis nous donnent les relations suivantes :

$$\text{Rayon de la vis : } R_V = \frac{Z_V \cdot m}{2 \cdot \tan \beta}$$

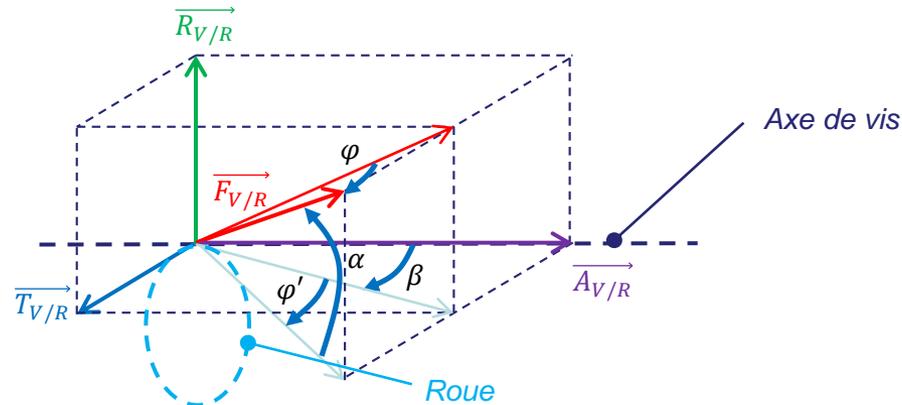
$$\text{Rayon de la roue : } R_R = \frac{Z_R \cdot m}{2}$$

Par ailleurs, on peut écrire :

$$\frac{\omega_V}{\omega_R} = \frac{Z_R}{Z_V} = r$$

Transmission roue et vis sans fin

Etude mécanique avec frottement



$$\tan \varphi' = \frac{\tan \varphi}{\cos \alpha}$$

$\vec{A}_{V/R}$: composante axiale de la vis sur la roue

$\vec{R}_{V/R}$: composante radiale de la vis sur la roue

$\vec{T}_{V/R}$: composante tangentielle de la vis sur la roue

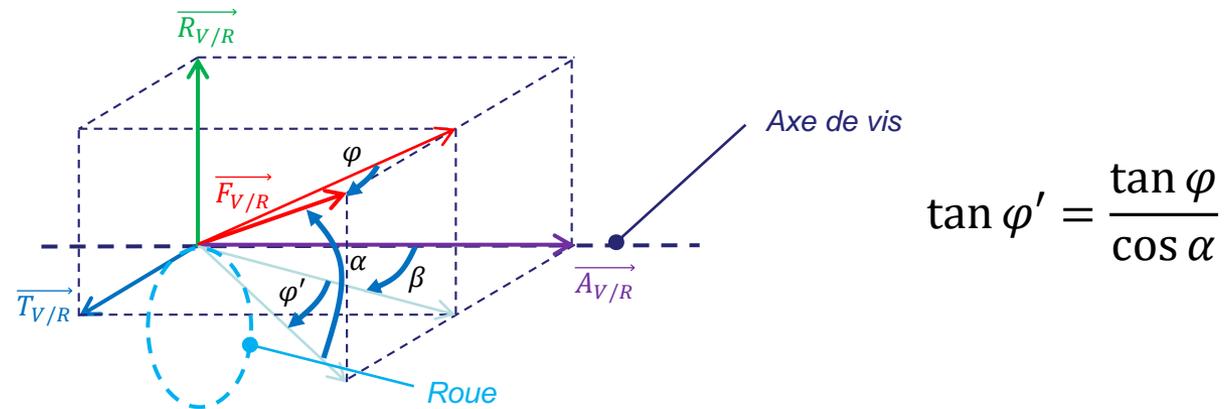
α : Angle de pression

β : Angle d'hélice de la roue

m : Le module de la vis et de la roue

Transmission roue et vis sans fin

Etude mécanique avec frottement



Si la roue est motrice (cas rare), il faut changer le $\beta + \varphi'$ en $\beta - \varphi'$. **Dans ce cas, le système n'est réversible que si $\varphi' < \beta$.**

Application

- Treuil d'hélicoptère
- Vérin électrique
- Ascenseur de radiologie