

PRINCIPE DES ASSEMBLAGES VISSÉS

Page 1/32

SANS RESTRICTION D'UTILISATION

SOMMAIRE

1. OBJET	2
2. GÉNÉRALITÉS	3
2.1. FONCTION D'UN ASSEMBLAGE VISSÉ	3
2.2. DÉFINITIONS	3
2.3. SOLlicitATIONS EXTÉRIEURES SUR UN ASSEMBLAGE	5
2.4. CARACTÉRISTIQUES DES ÉLÉMENTS DE FIXATION PRÉCONISÉS PAR LE GROUPE	5
2.5. DOCUMENTATION	8
3. SYMBOLISATION	8
4. MÉCANIQUE DE L'ASSEMBLAGE	9
4.1. PRINCIPE D'UN ASSEMBLAGE	9
4.2. RÉPARTITION DE L'EFFORT EXTÉRIEUR DANS LES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS DE L'ASSEMBLAGE	10
4.3. ZONE D'UTILISATION D'UN ASSEMBLAGE	12
4.4. SOLlicitATION DE TRACTION DANS L'ÉLÉMENT DE FIXATION	12
4.5. SOLlicitATION DE FLEXION DANS L'ÉLÉMENT DE FIXATION	17
4.6. CONCLUSION	17
4.7. DOCUMENTATION	17
5. LES MÉTHODES DE VISSAGE	17
5.1. PRINCIPE	17
5.2. PRINCIPALES MÉTHODES INDUSTRIELLES DE VISSAGE	18
5.3. PRÉCISION DES MÉTHODES DE VISSAGE	21
5.4. CRITÈRES DE CHOIX DES MÉTHODES DE VISSAGE	22
5.5. DOCUMENTATION	23
6. DÉTÉRIORATION D'UN ASSEMBLAGE EN SERVICE	24
6.1. PERTE DE SERRAGE APRÈS RÉALISATION DE L'ASSEMBLAGE	25
6.2. ZONES DE RUPTURE D'UN ÉLÉMENT DE FIXATION	25
6.3. DOCUMENTATION	26
7. CALCUL D'UN ASSEMBLAGE ET CALCUL DES PARAMÈTRES DE VISSAGE	26
7.1. AVANT-PROPOS	26
7.2. PRINCIPE DU CALCUL D'UN ASSEMBLAGE : NORME B13 3120	27
7.3. CALCUL DES PARAMÈTRES DE VISSAGE AU COUPLE À PORTER AU PLAN : NORME B13 3105	29
7.4. CALCUL DES PARAMÈTRES DE VISSAGE À L'ANGLE À PORTER AU PLAN	29
7.5. DOCUMENTATION	29
8. CONTRÔLE D'UN ASSEMBLAGE	30
8.1. LES DIFFÉRENTES MÉTHODES DE CONTRÔLE	30
8.2. CHOIX DES MÉTHODES DE CONTRÔLE	31
9. HISTORIQUE ET DOCUMENT CITÉS	32
9.1. HISTORIQUE	32
9.2. DOCUMENTS CITÉS	32
9.3. EQUIVALENT À :	32
9.4. CONFORME À :	32
9.5. MOTS CLEFS	32

1.OBJET

Le présent fascicule de documentation a pour objet de résumer les fonctions mécaniques d'un assemblage vissé, ainsi que les méthodes de calcul, de vissage et de contrôle retenues au sein du Groupe.

2. GENERALITES

2.1. FONCTION D'UN ASSEMBLAGE VISSÉ

La fonction d'un assemblage vissé est de lier rigidement, avec possibilité de démontage ultérieur, plusieurs pièces entre elles, tout en assurant éventuellement :

- soit une étanchéité (vis de fixation d'un couvercle culasse par exemple),
- soit une transmission d'efforts statiques ou dynamiques, d'origine mécanique ou thermique.

2.2. DEFINITIONS

Assemblage :

ensemble constitué des pièces à assembler d'une part, et des éléments de fixation d'autre part.

Elément de fixation :

tout élément fileté, avec ou sans tête, associé ou non à un écrou.

Sollicitations :

efforts et/ou moments agissant sur l'assemblage. Elles sont dites "statiques" lorsque leur intensité demeure constante, "dynamiques" dans le cas contraire.

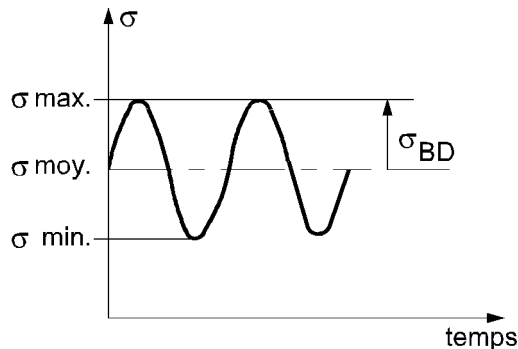


Figure 1

On verra par la suite que dans un assemblage, l'élément de fixation est, en service, généralement soumis à une contrainte de traction variant entre une valeur maximale ($\sigma_{\text{max.}}$) et une valeur minimale ($\sigma_{\text{min.}}$). Par définition :

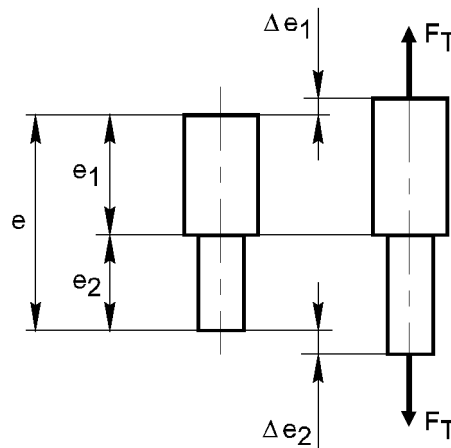
- l'amplitude de la contrainte dynamique est :

$$\sigma_{BD} = \frac{\sigma_{\text{max.}} - \sigma_{\text{min.}}}{2}$$

- lorsque σ_{BD} se répète plus de 10^4 fois dans la vie de l'assemblage, on dit que l'élément de fixation est soumis à une sollicitation de fatigue.

Rigidité :

la rigidité caractérise l'aptitude d'un élément (pièce, vis, ...) à se déformer élastiquement sous une sollicitation donnée.

**Figure 2**

Exemple d'un barreau soumis à une sollicitation de traction :

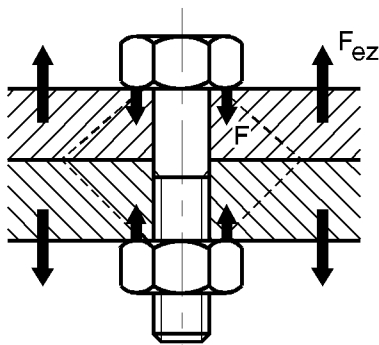
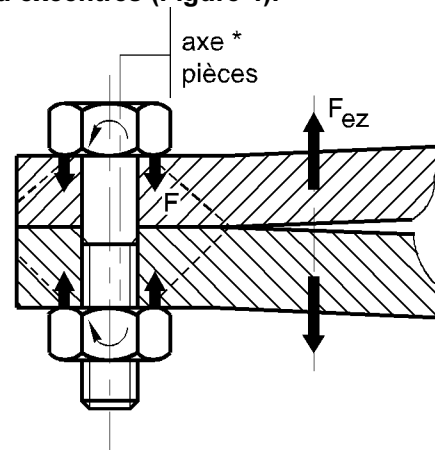
$$F_T = E \cdot s_1 \cdot \frac{\Delta e_1}{e_1} = E \cdot s_2 \cdot \frac{\Delta e_2}{e_2}$$

avec : E : module d'Young
s : section

$$\Delta e = \Delta e_1 + \Delta e_2 \text{ entraîne } \Delta e = \frac{F_T}{K}$$

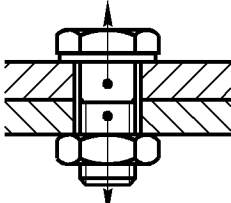
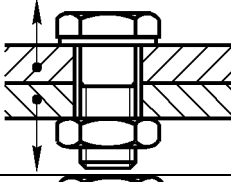
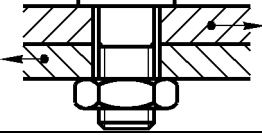
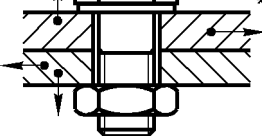
avec K = rigidité en traction du barreau : $K = E \cdot \sum \frac{s_i}{e_i}$

Assemblage à serrage et effort extérieur centrés (Figure 3), ou excentrés (Figure 4).

**Figure 3****Figure 4**

(*) Axe passant par le centre d'inertie de la surface comprimée du plan d'assemblage.

2.3.SOLLICITATIONS EXTERIEURES SUR UN ASSEMBLAGE

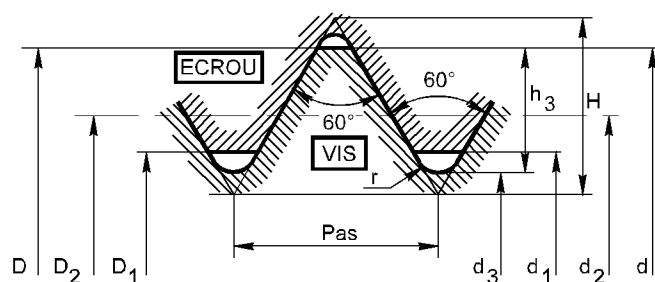
EFFORTS EXTERIEURS SUR L'ASSEMBLAGE	NATURE DE LA SOLLICITATION RESULTANTE AU NIVEAU DE L'ELEMENT DE FIXATION	EXEMPLES
	Traction pure	Vis de culasse
	Traction + flexion	Vis de chapeau de bielle
	Cisaillement pur	Vis de volant moteur
	Traction + flexion + cisaillement	Vis de roue

(*) Cas de sollicitation de loin le plus fréquent.

Figure 5

2.4.CARACTERISTIQUES DES ELEMENTS DE FIXATION PRECONISES PAR LE GROUPE

2.4.1.CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DU FILETAGE



d = diamètre nominal
 $D_1 = d_1 = d - 1,0825.Pas$
 $D_2 = d_2 = d - 0,6495.Pas$
 $d_3 = d - 1,2268.Pas$
 $r = 0,1443.Pas$

Figure 6 - Profil de base ISO

$$\text{Section résistante : } A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

2.4.2.CARACTERISTIQUES MECANIQUES EN STATIQUE

Vis et goujons "standard"

VALEURS LIMITES A TEMPERATURE AMBIANTE

Caractéristiques pour éléments ≤ M16				Classes de qualité *				
				4.8	6.8	8.8	10.9	12.9
Sur produit ou éprouvette	Résistance à la traction R _m en MPa **		min.	400	600	800	1 000	1 200
			max.	600	800	1 000	1 200	1 400
Sur éprouvette	Limite élastique en MPa	Apparente R _e	min.	320	480	-	-	-
			max.	480	640	-	-	-
		Conventionnelle R _{p 0,2}	min.	-	-	640	900	1 080
			max.	-	-	900	1 080	1 260
	Allongement à la rupture A %		min.	14	8	12	9	8

(*) La classe de qualité indique les caractéristiques mécaniques minimales imposées en traction au matériau constituant un élément de fixation. Elle est indiquée par deux chiffres séparés par un point (exemple : 8.8) :

Le premier représente le centième de la résistance minimale à la traction, exprimée en mégapascals ($R_m/100$).

Le second représente dix fois le rapport entre la limite minimale d'élasticité et la résistance à la traction ($10.R_e/R_m$).

(**) La résistance au cisaillement est approximativement égale à $0,6 R_m$.

Ecrus "normaux" associés

Ecrou			Vis associée
Classe *	Dureté HV		
	min.	max.	
8	188	353	8.8
10	272	353	10.9
12	295	353	12.9

(*) Centième de la résistance minimale à la traction (en MPa) de la classe de qualité maximale de la vis ou du goujon avec lequel il peut être assemblé.

2.4.3. CARACTERISTIQUES DE FATIGUE EN TRACTION "ONDULEE"

Contrainte de fatigue admissible σ_f (§ Définitions).

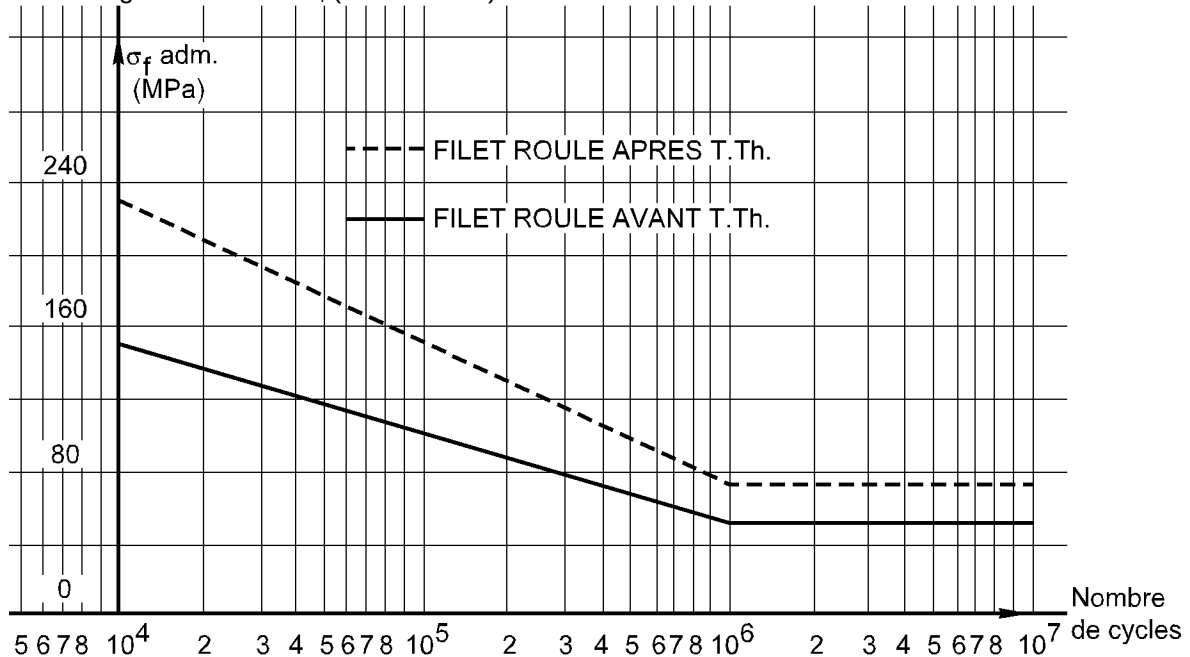
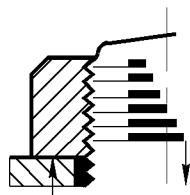


Figure 7 - Courbes de Wöhler

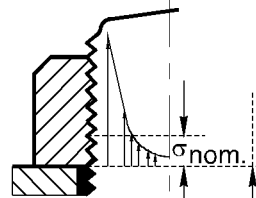
Valeur minimale de σ_f pour $n \geq 10^6$:

- Filet roulé avant traitement thermique --> ~ 50 MPa.
- Filet roulé après traitement thermique --> ~ 75 MPa.

Pour les classes de qualité ≥ 8.8 et pour une contrainte moyenne (Figure 1) comprise entre 0,5 et 0,9 de la limite élastique R_e ou $R_{p0.2}$, la contrainte σ_f est très faible en regard des caractéristiques statiques et pratiquement indépendante du diamètre et de la classe de qualité considérés. Ceci est dû à une plastification importante en fond de filet consécutive à une forte concentration et à une répartition non uniforme des contraintes.



Type de répartition de charge par filet en prise



Répartition de la contrainte de traction dans la section du premier filet en prise

Figure 8 - Répartition des contraintes dans les filets en prise de la vis

2.5.DOCUMENTATION

- Norme PSA - C10 0020 - Vis et goujons - Classification et caractéristiques.
- Norme PSA - C20 0020 - Ecrous - Classification et caractéristiques.
- Rapport d'étude CETIM n° 105200 (octobre 88) - Exploitation des essais de fatigue sur vis.

3.SYMBOLISATION

A	: Angle de vissage
A _S	: Section résistante de la vis
C	: Couple de vissage
$\bar{C}; \Delta C$	: Respectivement, valeur moyenne et tolérance ($\pm$) de C
d	: Diamètre nominal du filetage de la vis
d ₂	: Diamètre de la vis à flanc de filet
d ₃	: Diamètre de la vis à fond de filet
e	: Hauteur des pièces assemblées (longueur serrée)
F _A	: Fraction de F _{ez} transmise par les pièces assemblées
F _B	: Fraction de F _{ez} transmise par l'élément de fixation
F _{ez}	: Composante, parallèle à l'axe de l'élément de fixation, de l'effort extérieur appliqué sur l'assemblage
F _{emz} ; F _{eMz}	: Respectivement, valeurs minimale et maximale de F _{ez}
F _{def}	: Charge de défaillance admissible des filets en prise
F ₀	: Effort de traction induit au montage dans l'élément de fixation, <u>appelé</u> "précharge"
$\bar{F}_0 ; \Delta F_0$	: Respectivement, valeur moyenne et tolérance ($\pm$) de F ₀
F ₀ [*] min. ; F ₀ [*] max.	: Respectivement, valeurs minimale et maximale admissibles de F ₀ , compte tenu des hypothèses de calcul sur la précision du moyen de vissage ($\Delta C / \bar{C}$) * et sur la valeur moyenne et la tolérance des coefficients de frottement ($\bar{f} \pm \Delta f$)
$\Delta F_0^* = \frac{F_{0^* \text{ max.}} - F_{0^* \text{ min.}}}{2}$	
F ₀ ⁻ ; F ₀ ⁺	: Respectivement, valeurs minimale et maximale effectives de F ₀
F _{oF}	: Précharge résiduelle minimale exigée pendant toute la durée de vie de l'assemblage pour que les fonctions de ce dernier puissent être assurées, <u>appelée</u> "précharge fonctionnelle"
f	: Coefficient de frottement global de l'élément de fixation
f ₁	: Coefficient de frottement au niveau des filets en prise
f ₂	: Coefficient de frottement au niveau de la couronne d'appui de l'élément entraîné en rotation lors du vissage
I _f	: Moment d'inertie de l'assemblage
K _A	: Rigidité en compression des pièces assemblées
K _B	: Rigidité en traction de l'élément de fixation
R _m ; R _e (ou R _{p0,2})	: Contraintes correspondant respectivement à la charge de rupture et à la limite élastique en traction du matériau constituant l'élément de fixation
S _c	: Section équivalente du volume comprimé des pièces assemblées
β	: Facteur d'introduction de la charge dans l'assemblage
λ	: Facteur de charge de l'assemblage
σ	: Contrainte
σ _{AM}	: Contrainte de compression maximale entre les éléments assemblés
σ _{BD}	: Contrainte dynamique dans l'élément de fixation
σ _c	: Contrainte de compression admissible
σ _{cmax.}	: Contrainte de compression maximale sous tête de vis, ou sous écrou, ou sous rondelle
σ _{eq}	: Contrainte équivalente de Von Mises
σ _f	: Contrainte de fatigue admissible

4. MECANIQUE DE L'ASSEMBLAGE

4.1. PRINCIPE D'UN ASSEMBLAGE

Pour pallier la faible tenue intrinsèque des éléments de fixation, en cisaillement d'une part, et en fatigue d'autre part, on génère au montage dans ceux-ci un effort de traction initiale F_0 , dit "précharge", d'amplitude telle :

- que la sollicitation extérieure tendant à créer des contraintes de cisaillement dans l'élément de fixation soit totalement absorbée par les forces de frottement prenant naissance au niveau des faces en contact des pièces à assembler,

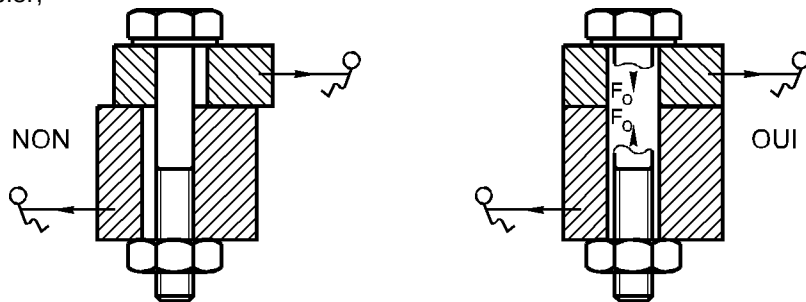


Figure 9

- que le "décollement" des pièces assemblées soit impossible en service.

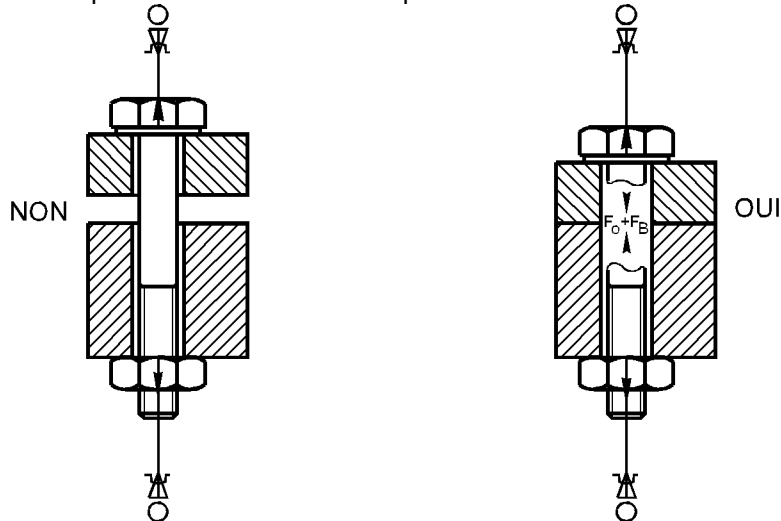


Figure 10

4.2. REPARTITION DE L'EFFORT EXTERIEUR DANS LES DIFFERENTS ELEMENTS DE L'ASSEMBLAGE

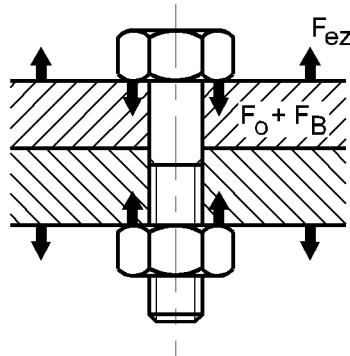
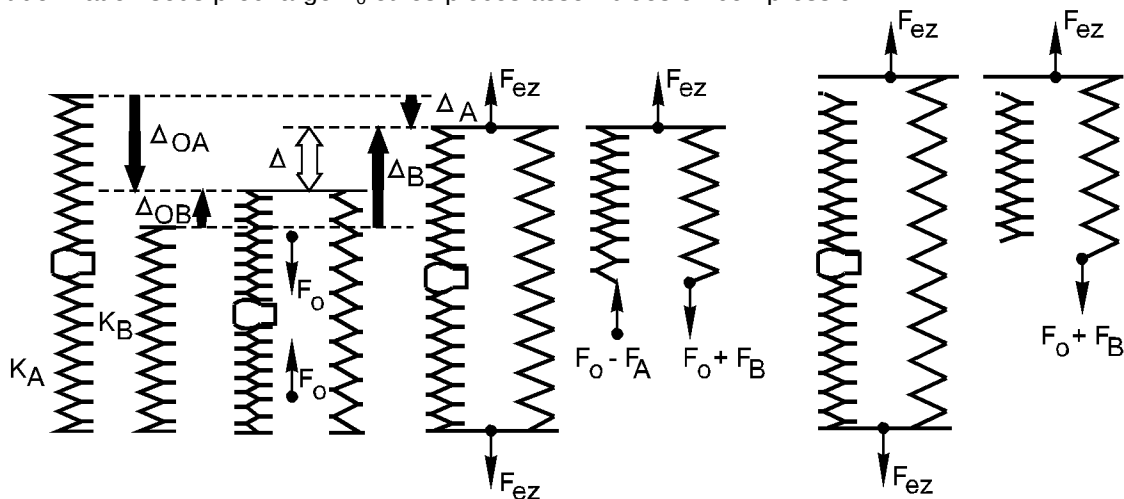


Figure 11 - Serrage et F_{ez} centrés

Exemple d'un assemblage par boulon, à serrage et effort extérieur centrés, ce dernier étant appliqué au niveau des plans d'appui de la tête de vis et de l'écrou. Cette configuration, peu fréquente, permet d'illustrer facilement l'action de la précharge.

Un tel assemblage est généralement modélisé par deux ressorts de rigidité K_B et K_A simulant respectivement l'élément de fixation sous précharge F_0 et les pièces assemblées en compression.



a état libre	b état précontraint	c état chargé par F_{ez} sans décollement des pièces	d état chargé par F_{ez} avec décollement des pièces
---------------------	----------------------------	---	---

Figure 12 - Modélisation

Passage de **a** à **b** $\rightarrow \Delta_{OA} = \frac{F_0}{K_A}$ et $\Delta_{OB} = \frac{F_0}{K_B}$

Passage de **a** à **c** $\rightarrow \Delta_A = \frac{F_0 - F_A}{K_A}$ et $\Delta_B = \frac{F_0 + F_B}{K_B}$