

CHAPITRE 02

ISOSTATISME

Introduction

On parle d'une pièce mise en position ISO(Statique) STATISME(Position) lorsque tous les degrés de liberté sont supprimés.

En fabrication, l'isostatisme, c'est l'étude de la suppression des degrés de liberté d'un solide. Il est en effet préférable que la pièce soit bien mise en place pendant les opérations d'usinage.

2.1. Degrés de liberté : définitions.

Tout solide dans l'espace possède six degrés de libertés, dont 3 translations suivant les axes X, Y, Z (T_x , T_y et T_z) et 3 rotations autour de ces mêmes axes (R_x , R_y et R_z), comme indique la figure 2.1.

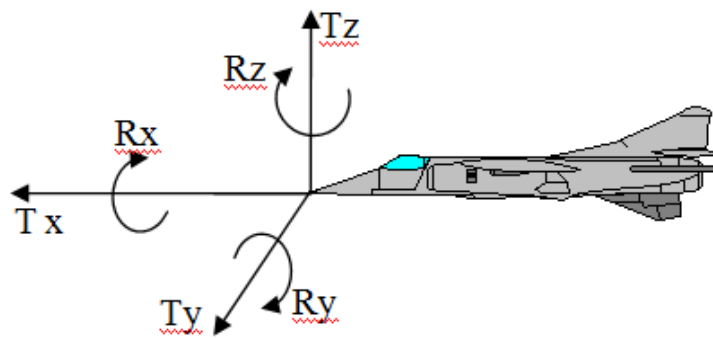


Figure 2.1: Isostatisme d'un avion.

Les translations correspondent aux mouvements : parallèles aux axes.

Les rotations correspondent aux mouvements : circulaires par rapport aux axes.

Remarque

Il ne faut pas confondre la mise en position (qui correspond à l'isostatisme) et le maintien de la pièce par un serrage.

Pour supprimer les degrés de liberté, il suffit d'utiliser une ou plusieurs liaisons qui s'opposent aux mouvements.

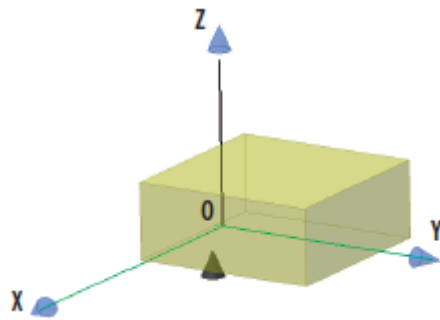
2.2. Prise de la pièce

Les liaisons et les appuis permettant de supprimer un ou plusieurs degrés de liberté.

Il y a liaison dès qu'un des six mouvements n'est plus possible dans un sens ou dans l'autre.

2.2. 1. Liaison ponctuelle

S'appelle aussi contact ponctuel, supprime 1 degré de liberté (1 Translation ou 1 Rotation)



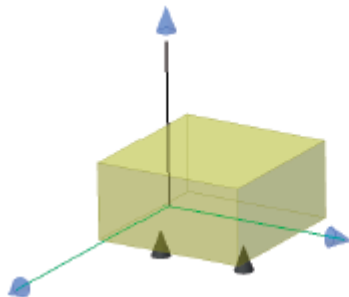
OX	OY	OZ
T _x	T _y	T_z
R _x	R _y	R_z

2 TRANSLATIONS

3 ROTATIONS

2.2. 2. Liaison linéaire

S'appelle aussi contact linéaire ou rectiligne, supprime 2 degrés de liberté (1 Translation et 1 Rotation)



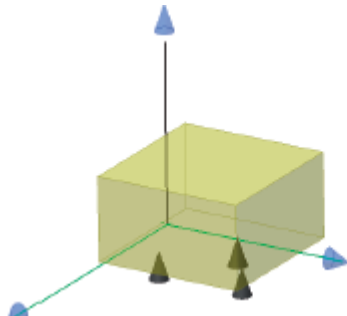
OX	OY	OZ
T _x	T _y	T_z
R_x	R _y	R_z

2 TRANSLATIONS

2 ROTATIONS

2.2. 3. Liaison plane

S'appelle aussi contact plan, supprime 3 degrés de liberté (1 Translation et 2 Rotation)

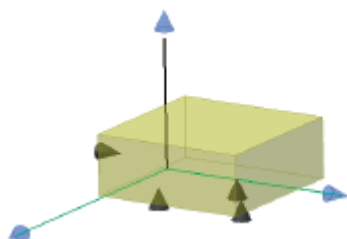


OX	OY	OZ
T _x	T _y	T_z
R_x	R_y	R_z

2 TRANSLATIONS

1 ROTATION

Une liaison plane et un appui ponctuel suppriment 4 degrés de liberté (2 Translations et 2 Rotations)

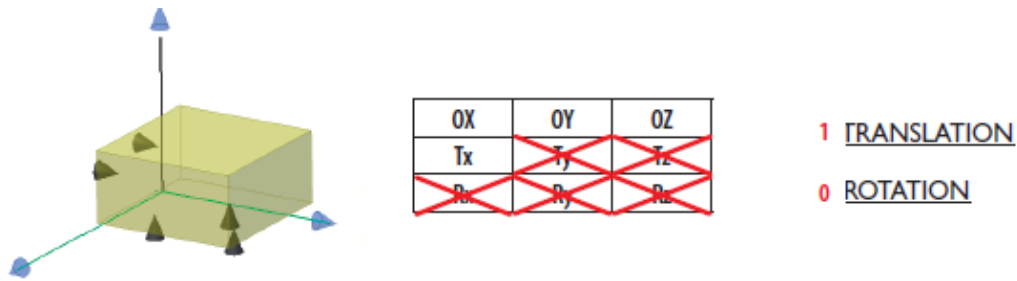


OX	OY	OZ
T _x	T_y	T_z
R_x	R_y	R_z

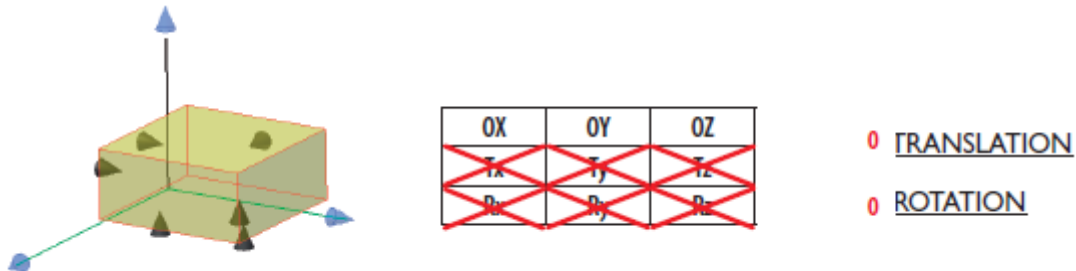
1 TRANSLATION

1 ROTATION

Une liaison plane et une liaison linéaire suppriment 5 degrés de liberté (2 Translations et 3 Rotations)



Il y a 6 appuis (ou liaisons) donc 6 degrés de libertés éliminés, la pièce est mise en position isostatique



Pour immobiliser un solide correctement, il faut éliminer ses 6 degrés de liberté par 6 appuis (ou liaisons).

2.3. Règles pour choisir la mise en position

La mise en position doit faciliter la réalisation des côtes du dessin de définition. Elle doit donc :

- S'appuyer au maximum sur des surfaces usinées.
- Faire coïncider la mise en position de la pièce avec la cotation du dessin de définition : cela évite les transferts de cote.
- Choisir des surfaces suffisamment grandes pour pouvoir positionner correctement la pièce
- Limiter les déformations et vibrations de la pièce : être proche de la zone usinée.

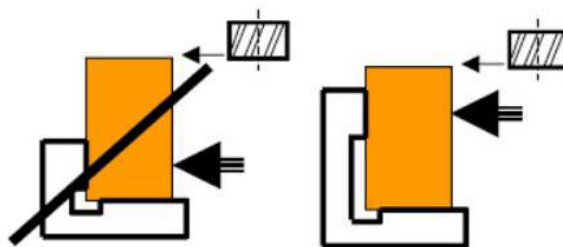


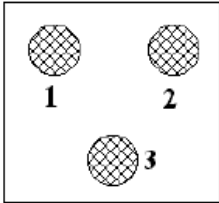
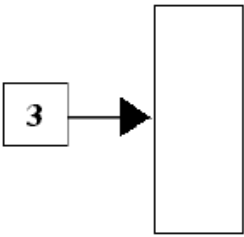
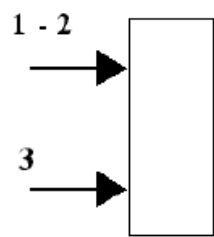
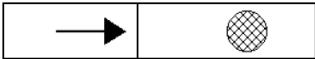
Figure 2.2 : Prise de pièce (mise en position) pour limiter les vibrations.

2.4. Symbolisations technologiques et géométriques

1ère partie de la norme (NF E 04-013)

Elle concerne les symboles de base utilisés dans la définition d'une mise en position géométrique d'une pièce. Elle ne permet pas de connaître les technologies utilisées pour la mise en position (MIP).

Elle s'applique lors de la réalisation d'Avant Projet d’Etude de Fabrication APEF. On la retrouve sur les contrats de phase prévisionnelle.



Représentation normale

Représentation simplifiée

Symbolisation projetée

2ème partie de la norme (NF E 04-013)

Elle concerne les symboles utilisés sur les contrats de phase. Elle est destinée à définir les types des solutions technologiques à utiliser pour réaliser la mise en Position (MIP) afin d’avoir toujours la même position de la pièce dans le porte pièce. Elle est également destinée à réaliser le maintien en Position (MAP) afin d’assurer un serrage correct et efficace d’une pièce au cours de son usinage.

Chaque symbole se construit à l'aide de quatre éléments.

Elle concerne les symboles utilisés sur les contrats de phase pour représenter les éléments d'appui et de maintien des pièces au cours de l'usinage. Chaque symbole se construit à l'aide de quatre éléments.

1	Type de technologie
2	Nature de la surface repérée
3	Fonction de l'élément technologique
4	Nature de la surface de contact

Surface usinée (1 trait)	→	Surface brute (2 traits)	⇒
--------------------------	---	--------------------------	---

Surface usinée (1 trait)



Surface brute (2 traits)

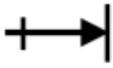
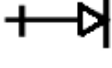
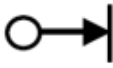
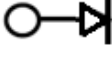
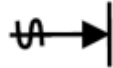
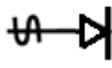
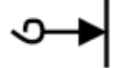
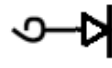
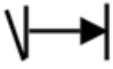
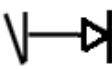
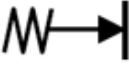
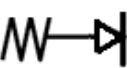
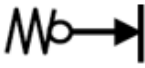
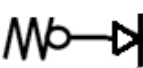


Mise en position		Maintien en position	
------------------	--	----------------------	--

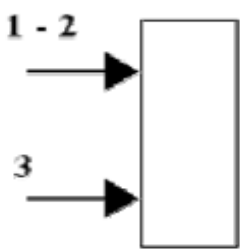
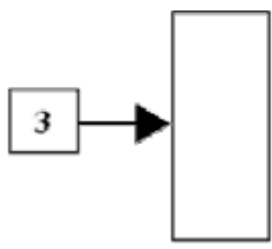
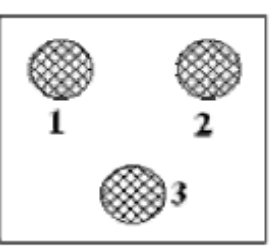
2.4.2. Nature de la surface de contact

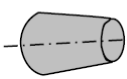
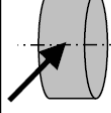
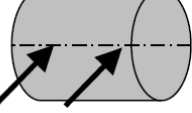
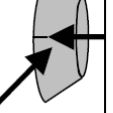
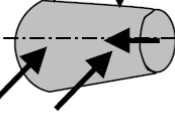
Contact ponctuel	Contact surfacique	Contact strié	Pointe fixe	Pointe tournante
				
Contact dégagé	Cuvette	Vé	Palonnier	
				

2.4.3. Type de technologie

Appui fixe		Pièce d'appui, touche...		Touche de pré-localisation, détrompeur...
Centrage fixe		Centreur, broche...		Pré-centreur...
Système à serrage		Mise en position et serrage symétrique...		Bride, vérin...
Système à serrage concentrique		Mandrin pinces expansibles...		Entraîneur
Système de réglage irréversible		Appui réglage de mise en position...		Appui réglable de soutien
Système de réglage réversible		Vis d'appui réglable...		Antivibre
Centrage réversible		Pied conique...		Pied conique, broche conique

2.4. 4. Représentation des normales de repérage

Symbolisations frontales équivalentes		Symbolisation projetée
Représentation normale	Représentation simplifiée	
		

Surfaces planes			Surfaces cylindriques		Surfaces coniques	
						
Petite	Moyenne	Grande	Court $L < D$	Long $L > 1.5D$	Court $L < D$	Long $L > 1.5D$
						

Lorsqu'on réalise une mise en position isostatique, on utilise différentes liaisons élémentaires.

2.4.5. Liaisons élémentaires

2.4.5.1. Liaison appui ponctuel

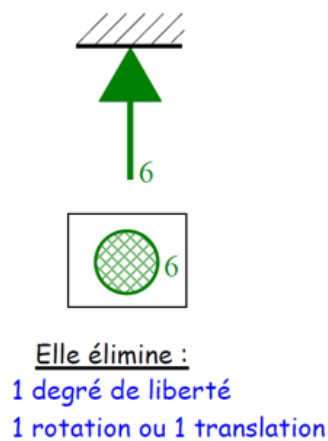


Figure 2.3: Symbolisation géométrique de la liaison d'appui.

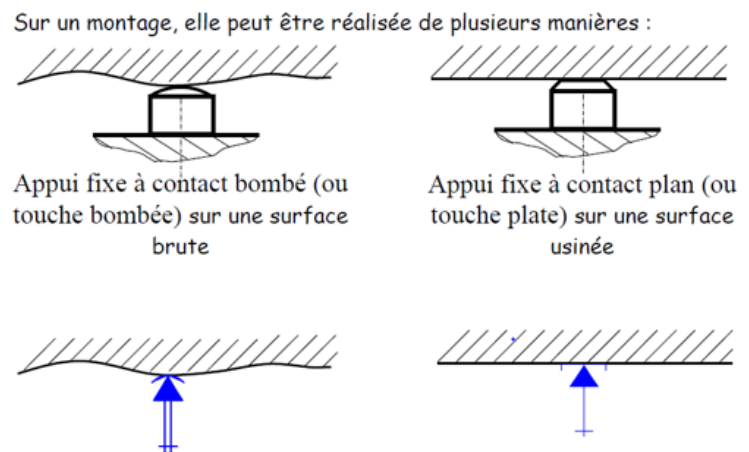
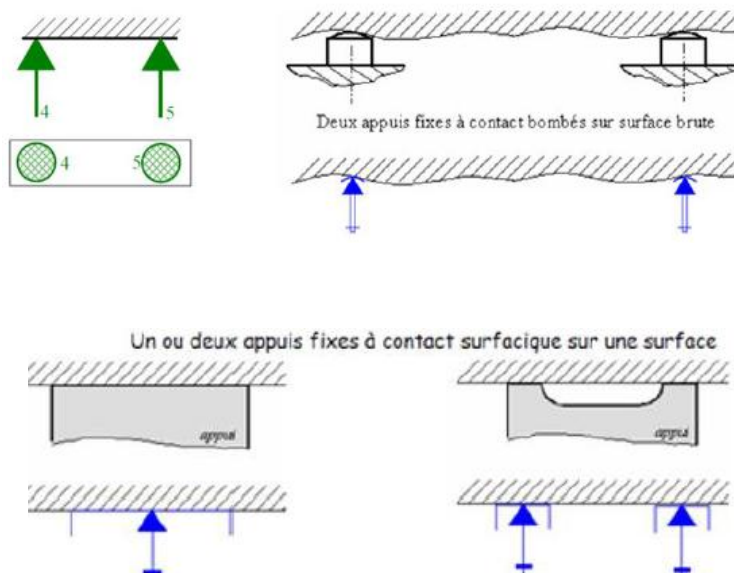
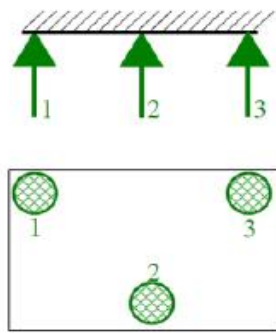


Figure 2.4: Symbolisation technologique de la liaison d'appui ponctuel.

2.4.5.2. Liaison appui linéaire



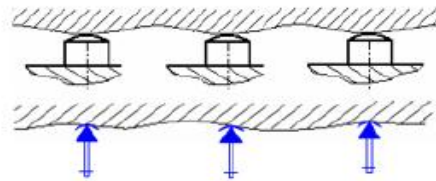
2.4.5.3. Liaison appui plan



Cette liaison est souvent réalisée de 2 manières :

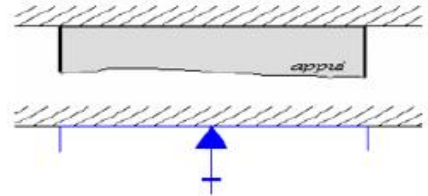
Sur une surface brute :

3 appuis fixes à contact bombé

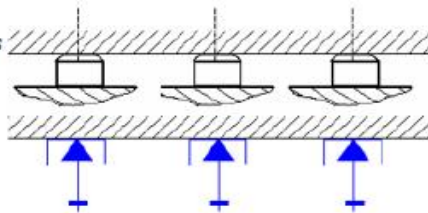


Sur une surface usinée :

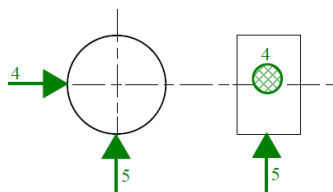
Appui plan complet ou dégagé



3 appuis fixes à contacts plans

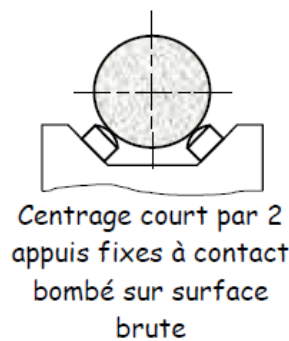


2.4.5.4. Liaison centrage court

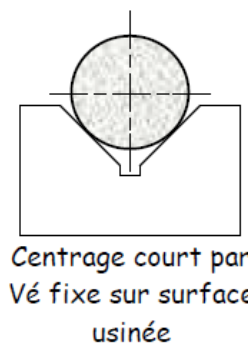


Elle élimine :

2 degrés de liberté :
2 translations

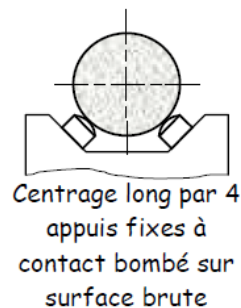
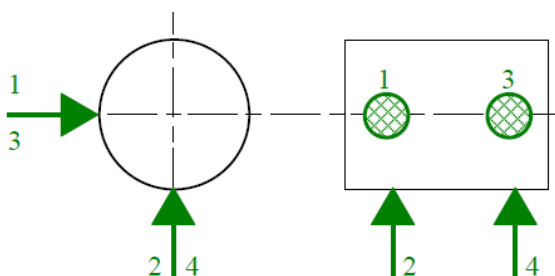


Centrage court par 2 appuis fixes à contact bombé sur surface brute

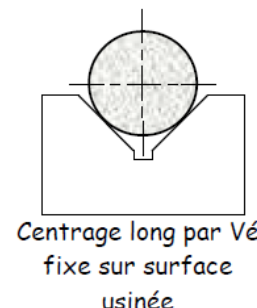


Centrage court par Vé fixe sur surface usinée

2.4.5.5. Liaison centrage long



Centrage long par 4 appuis fixes à contact bombé sur surface brute



Centrage long par Vvé fixe sur surface usinée

2.5. Choix des surfaces de mise en position

2.5.1. Principe fondamental

Une mise en position est isostatique si :

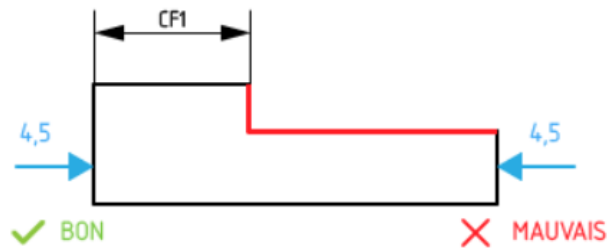
Le nombre de degrés de liaisons (normales) est égal au nombre de degrés de libertés supprimés,

Chacune des normales contribue à éliminer un degré de liberté.

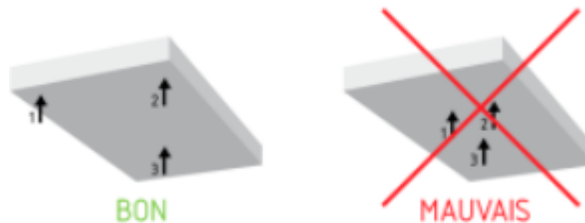
2.5.2. Règles de choix

Cette problématique sera traitée principalement en fonction de la cotation.

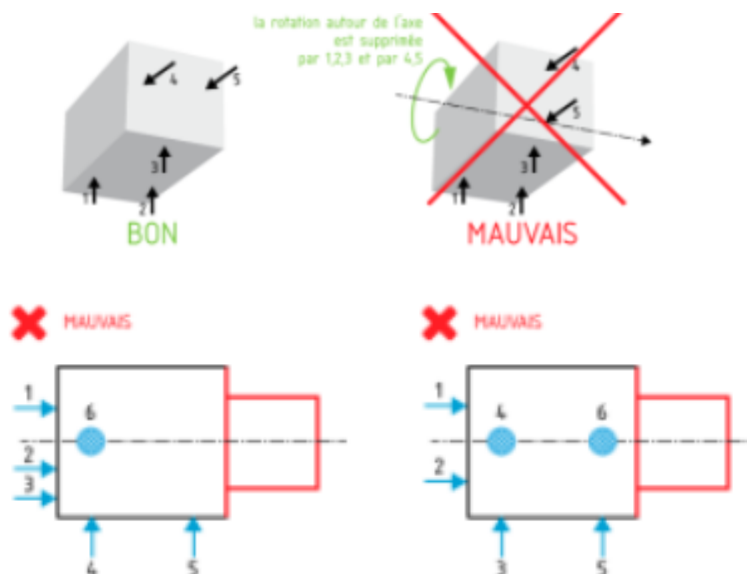
La cote fabriquée CF1 relie la surface usinée à la surface de mise en position



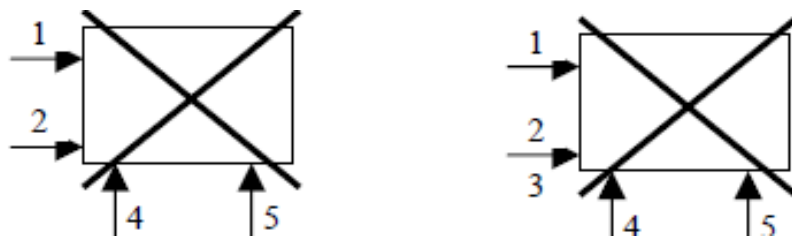
Les normales de repérages doivent être les plus espacées possibles afin d'assurer une meilleure stabilité de la pièce durant l'usinage. La MIP doit assurer une bonne stabilité à la pièce.



L'emplacement d'une normale de repérage est déterminé afin que le degré de liberté qu'elle supprime ne soit pas déjà interdit par une autre normale. Supprimer une seule fois le même degré de liberté



Ne jamais placer plus de trois normales parallèles ; dans ce cas, les points de contact ne doivent pas être en ligne droite.



Ne jamais placer plus de six normales pour obtenir une mise en position isostatique, on aura une mise en position hyperstatique

