

# Isostatisme

## II.1 Introduction

Les éléments de base d'un isostatisme :

- Les degrés de liberté
- Les différentes liaisons

Un solide d'une liberté dans l'espace est animé d'un mouvement qui peut se décomposer en 6 mouvements élémentaires :

- 3 Translations  $T_x, T_y, T_z$
- 3 Rotations  $R_x, R_y, R_z$

Ces 6 mouvements élémentaires  $T_x, T_y, T_z, R_x, R_y, R_z$ , sont appelés des Degrés De Liberté (DDL).

Sur une machine-outil réglée, pour réaliser une série de pièces, en assurant une bonne stabilité des cotes réalisées, il est indispensable que chaque pièce prenne une position unique.

Lorsqu'une pièce est en mise en position « isostatique » tous ses degrés de liberté sont supprimés.

Cet isostatisme est réalisé par l'intermédiaire de différentes liaisons qui suppriment chacune un certain nombre de Degrés De Liberté (DDL).

Liaison appui plan :

En posant ce prisme sur le plan, je limite sa liberté dans l'espace....

L'appui plan élimine 3 degrés de liberté : une translation et 2 rotations ( $T_z, R_x, R_y$ ).

Liaison linéaire rectiligne :

Tout en conservant la liaison appui plan, on souhaite maintenant placer le prisme en appui sur la réglette

La liaison linéaire rectiligne élimine 2 degrés de liberté : Une translation et une rotation ( $T_z, R_z$ )

Liaison ponctuelle : Pour éliminer le dernier degré de liberté, j'impose le contact ponctuel du prisme avec le pion (tout en conservant les deux autres liaisons)

Ainsi, en respectant ces 3 liaisons, on peut reproduire à tout instant cette mise en position du prisme dans l'espace

## II.2 Définition

Symbolisation d'un système spatial ou un objet reprend toujours la même position par rapport à un même référentiel

Origine du mot :

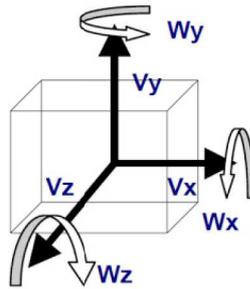
Iso STATIQUE	}	du grec	{	ISO : égale STATIKOS : équilibre
-----------------	---	---------	---	-------------------------------------

## Étude de l'isostatisme

Le montage d'usinage doit remplir plusieurs rôles :

- Positionner toutes les pièces d'une série de la même façon,
- Maintenir la pièce pendant l'usinage (l'empêcher de se déplacer, de fléchir ou de vibrer).

## Mise en position de la pièce



- Un solide dans l'espace peut se déplacer suivant 6 directions. L'objectif du montage est donc de bloquer (positionner) ces 6 mouvements :  
3 rotations et 3 translations.

Représentation avec des normales de repérage (correspondant à des liaisons ponctuelles).

## Principe

Pour positionner totalement un solide :

- Il faut 6 repérages élémentaires
- Il faut que chaque repérage élimine un mouvement

Si le nombre de repérages est inférieur à 6, le repérage est partiel

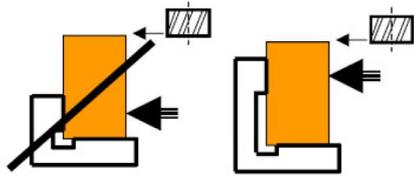
Si le nombre de repérages est supérieur à 6, le repérage est hyperstatique

## Règles pour choisir la mise en position

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

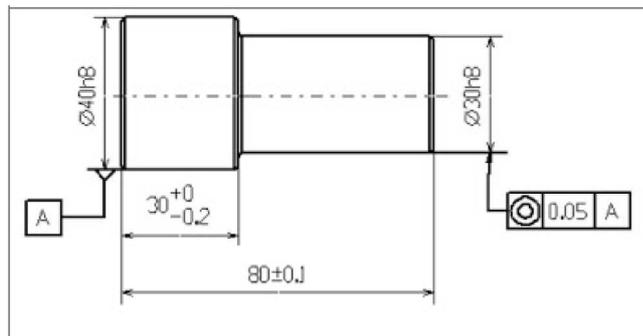
- S'appuyer au maximum sur des surfaces usinées.
- Faire coïncider la mise en position de la pièce avec la cotation du dessin de définition : cela évite les transferts de cote.
- Choisir des surfaces suffisamment grandes pour pouvoir positionner correctement la pièce
- Limiter les déformations et vibrations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

Exemple pour limiter les vibrations

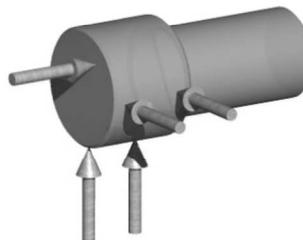


Exemple de choix de prise de pièce en fonction de la cotation géométrique

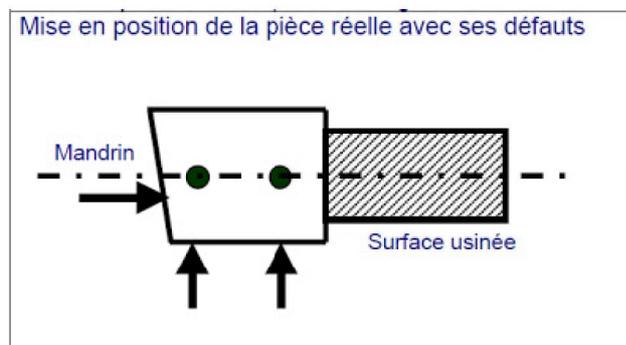
**CENTRAGE LONG**

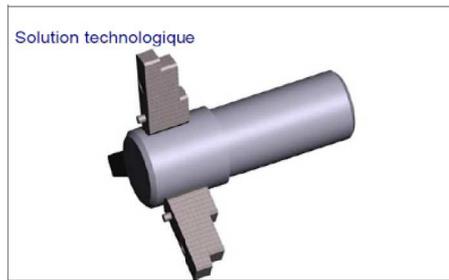


Il faut réaliser une concentricité entre les deux cylindres, on prend donc la pièce en mors doux : Centrage long.



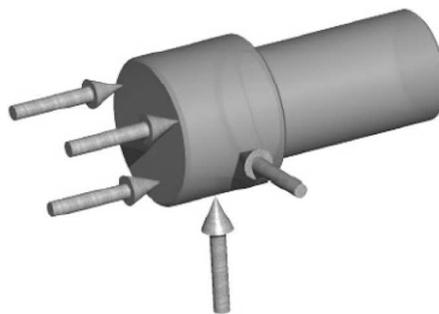
La référence principale est donnée par le cylindre « A » qui définit l'axe de révolution. L'appui sur la face est la référence secondaire, pour définir la position de la pièce le long de l'axe.





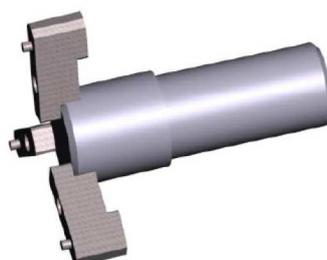
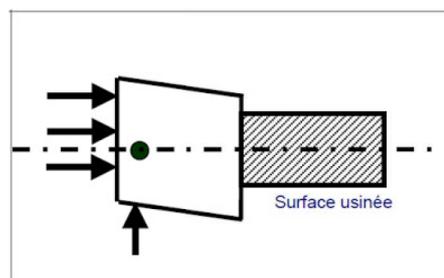
**CENTRAGE COURT**

Il faut réaliser une perpendicularité entre la face et le cylindre usiné, on choisira donc un appui plan sur la face et un centrage court.



La référence principale est donnée par le plan « A » qui définit la normale au plan.

Le centrage court sur le cylindre définit la position de l'axe.



## Le choix des surfaces de mise en position

### Le principe fondamental

Une mise en position est **isostatique** si :

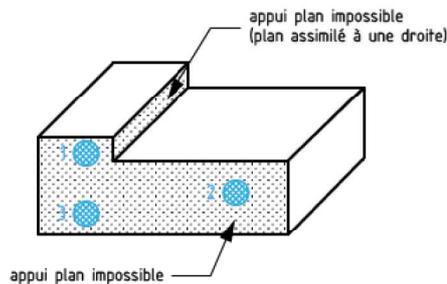
- Le n° des degrés de liaisons (normales) est égal au nombre de degrés de liberté supprimé,
- Chacune des normales contribue à éliminer un degré de liberté.

### Les règles de choix

Cette problématique sera traitée principalement en fonction de la cotation.

#### Règle no. 1

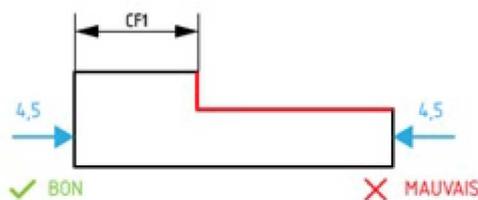
La surface choisie doit être suffisamment importante pour recevoir le nombre de normales choisi.



Choix de la liaison selon la taille de la surface

#### Règle no. 2

Une cote relie la surface usinée à la surface de mise en position.

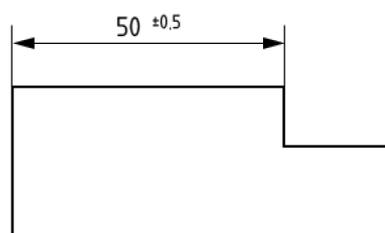


La cote fabriquée Cf1 relie la surface usinée et celle de mise en position

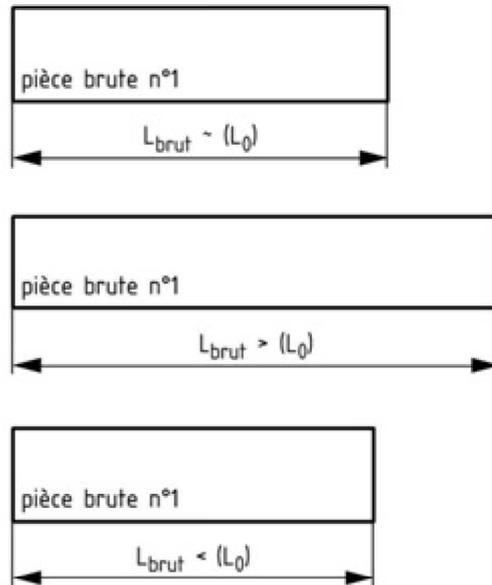
#### Exemple :

Nécessité d'une MEP correcte pour respecter les spécifications du dessin de définition.

Soit à usiner une série de pièces à la cote BE :  $50^{+0.5}$

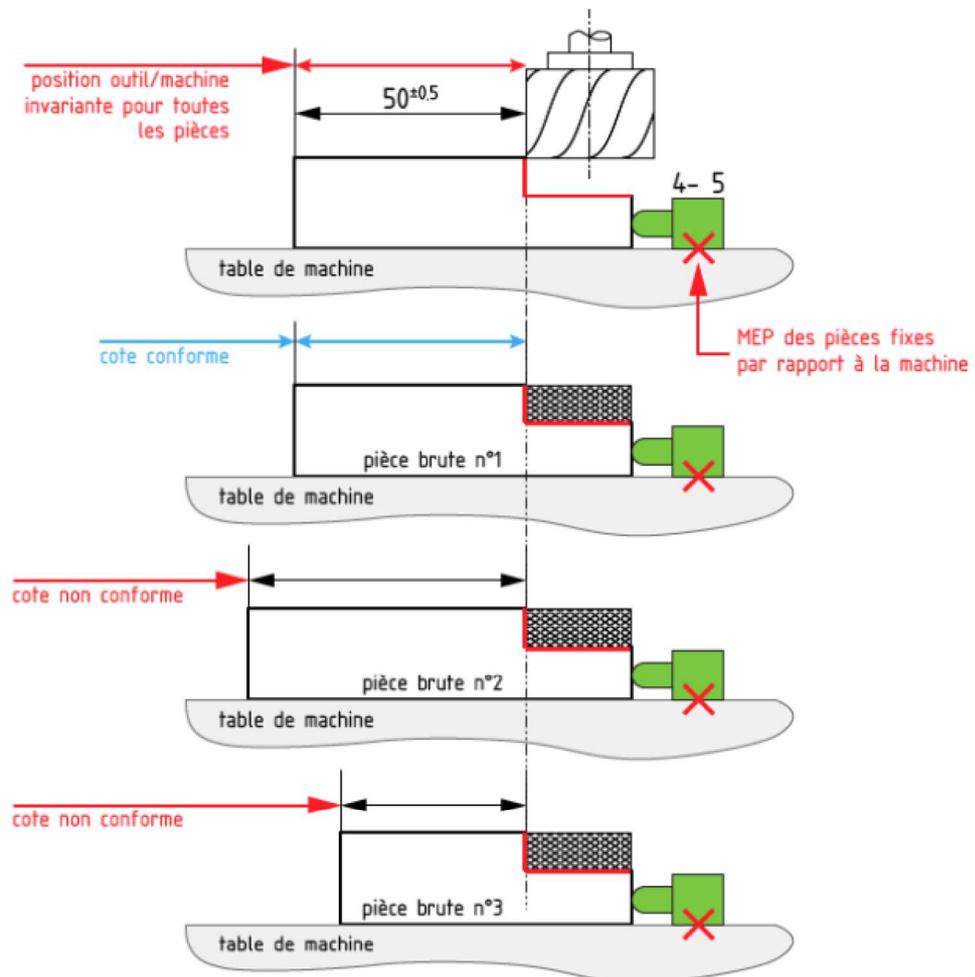


Les pièces brutes ont été obtenues avec des dispersions sur les longueurs. On distingue les 3 situations présentées ci-après.



**1ère solution**

La mise en position est située à droite de la pièce et la position de l'outil fixe par rapport à la machine (en travail de série, on effectue le réglage une seule fois pour toutes les pièces).

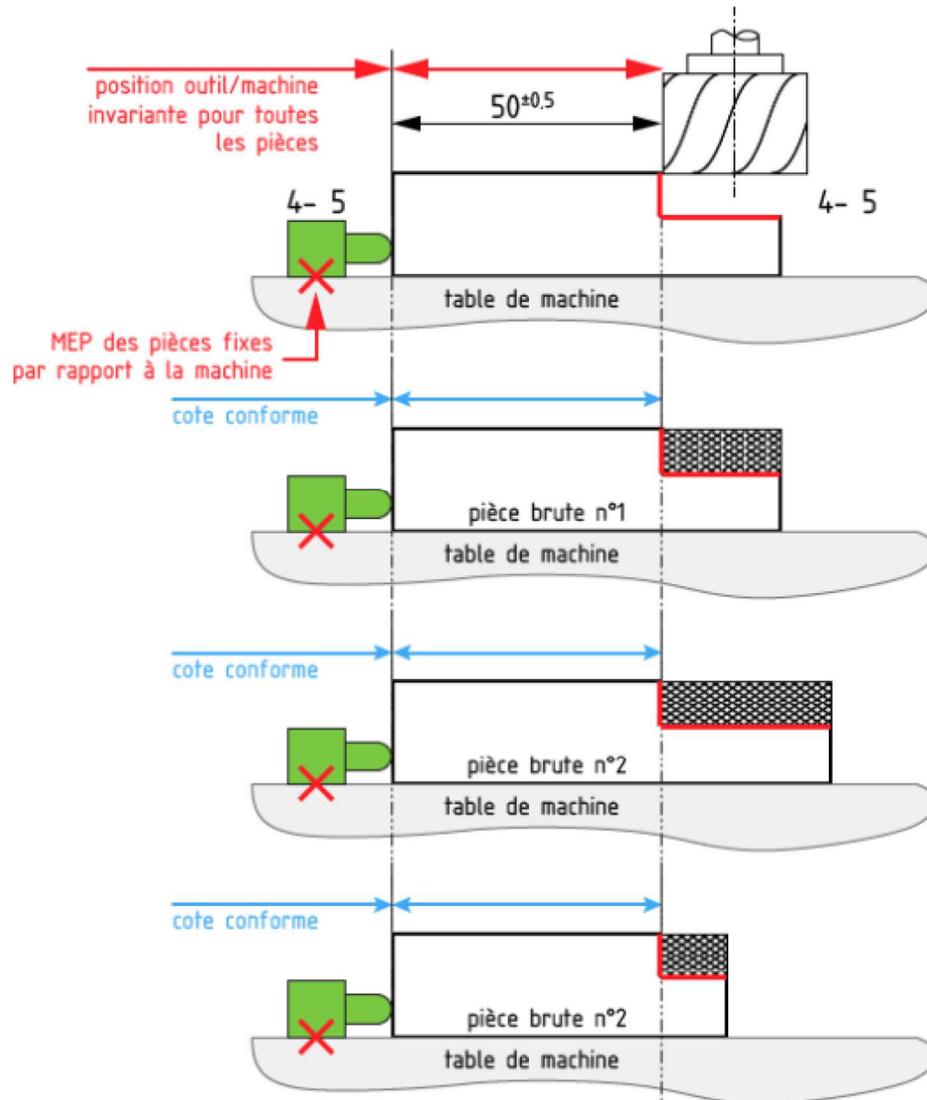


**Attention :**

Les longueurs initiales des pièces brutes étant différentes, la cote de  $50^{+/-0.5}$  ne sera pas toujours respectée.

**2ème solution**

La mise en position est située à gauche de la pièce c'est-à-dire entre les deux surfaces reliées par la cote du dessin.



Avec une MEP judicieuse l'ensemble des pièces de la série sera correctement usiné.

**Attention :**

Quelques soient les longueurs initiales des pièces brutes, la cote de  $50^{+/-0.5}$  sera toujours respectée.

**La règle 3**

**Fondamental :**

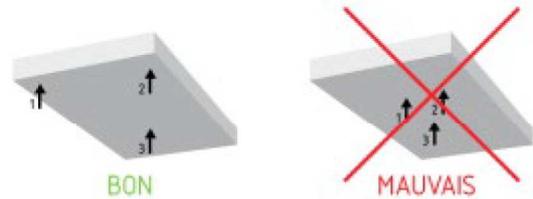
Le nombre de normales sur chaque surface est fonction de la précision de la cote. Plus la cote est précise, plus le nombre de normales est important.

**Les règles de disposition des normales**

**Fondamental :**

Les normales de repérages doivent être le plus espacées possible afin d'assurer une meilleure stabilité de la pièce durant l'usinage.

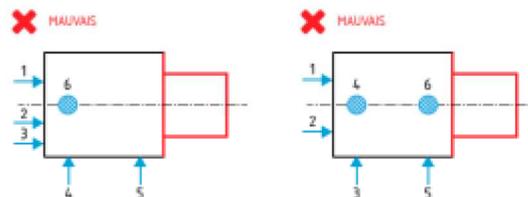
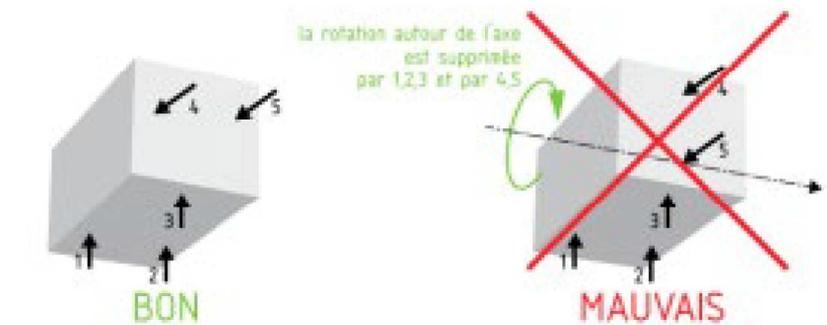
**Exemple :** la MEP doit assurer une bonne stabilité à la pièce



**Fondamental :**

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.

**Exemple :** Supprimer une seule fois le même degré de liberté



**Fondamental :**

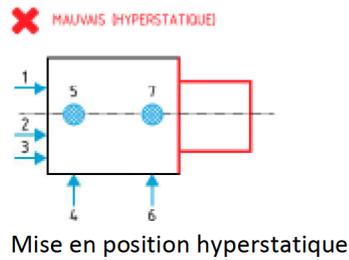
Ne jamais placer plus de trois normales parallèles ; dans ce cas, les points de contact ne doivent pas être en ligne droite.

**Exemple :** Vérifier l'emplacement des 3 normales dans le même plan.



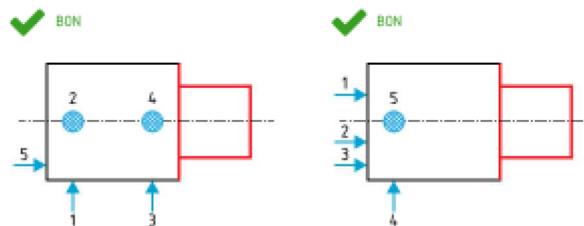
**Fondamental :**

Ne jamais placer plus de six normales pour obtenir une mise en position isostatique.



### Fondamental :

Seule exception autorisée : l'hypostatisme, pour l'usinage des pièces cylindriques montées en l'air.



## Symbolisation technologique

### Définition

Isostatisme : C'est l'ensemble des composants qui concourent à la liaison de la pièce et de la porte pièce en permettant l'élimination des degrés de liberté (maximum 6). L'ensemble de ces composants doit permettre une remise en position identique après un nouveau montage pour assurer une bonne précision à l'usinage.

### Règles d'isostatisme

- Les symboles sont toujours placés du côté libre de la matière, normalement à la surface.
- Chaque symbole précise la suppression d'un degré de liberté.
- Chaque pièce possède 6 degrés de liberté. L'immobilisation en position d'une pièce nécessitera au maximum 6 symboles de base.
- Chaque surface concernée par la MIP doit être à l'origine d'une cote de fabrication.

## 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...		Antivibreur
Centrage réversible		Pied conique...		Pied conique, broche conique

### Nature de la surface repérée

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

### Fonction de l'élément technologique

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