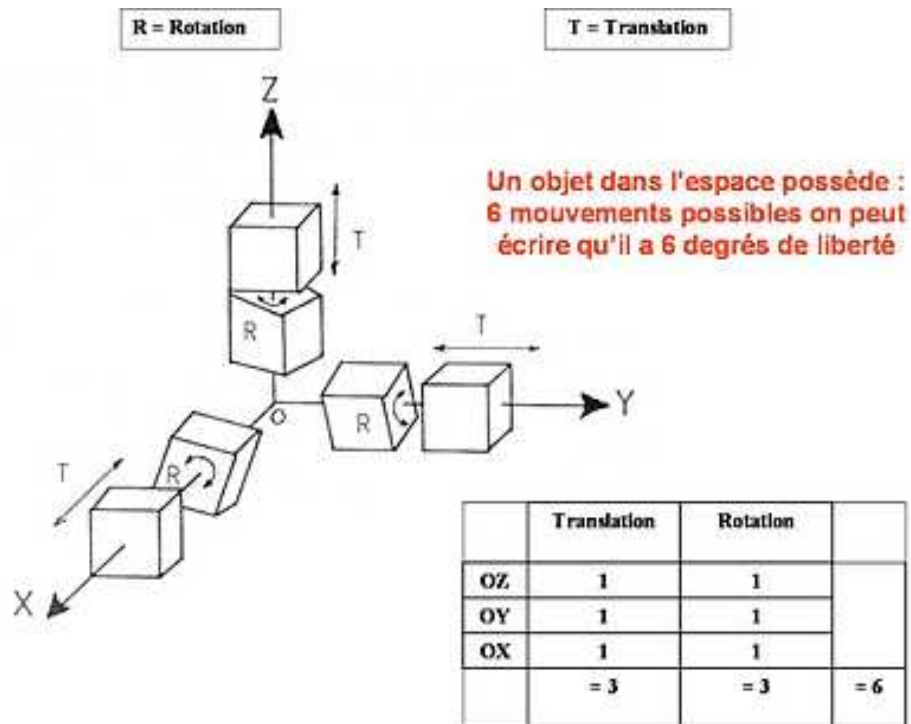


Montages d'usinage



Cours BTS	Montages d'Usinage Principes	MOUSPR-C-a
----------------------	---	-------------------

I) Introduction

1) But :

Les montages d'usinage sont surtout réalisés pour des fabrications en série et doivent répondre à des critères particuliers :

- 1- Absorber les vibrations dues à la coupe.
- 2- Ne pas se déformer sous l'action des efforts :
 - De coupe,
 - De bridage,
 - Des chocs accidentels,
 - Sous l'action du temps,
 - Etc.
- 3- Permettre :
 - un engagement et un désengagement facile de la pièce,
 - Le passage des outils de coupe, de contrôle,
 - Une évacuation correcte des copeaux et lubrifiants
 - Un nettoyage facile des surfaces d'appui
- 4- Autoriser une manipulation aisée lors de son utilisation.

2) Etapes pour l'élaboration d'un montage :

1- Eléments nécessaires au dessinateur d'outillage :

- Dessin de fabrication,
- L'analyse de phase,
- Le dossier machine,
- Les normes d'établissement des dessins.

2- Le dessinateur doit pour l'élaboration du montage :

- Chercher à exploiter les outillages commerciaux,
- Utiliser des éléments normalisés (poignée, canon...),
- Eviter les solutions où le montage travaille en s'ouvrant,
- Stabiliser les montages avant l'usinage pour éliminer les tensions internes de coulée ou de soudure,
- Donner une masse importante aux portes pièces susceptibles de vibrer, sauf pour ceux qui sont déplacés à la main, des épaisseurs de 25 à 30 mm sont courantes.
- Surdimensionner :
 - brides,
 - goujons,
 - axes,
 - leviers.
 - Etc.
- Prévoir les guidages rectilignes très longs, si il n'y a pas de problème d'hyperstatisme :

$$\frac{\text{longueur}}{\text{diamètre}} \phi \ 2.5$$

- Equilibrer les montages tournants,
- Simplifier les commandes et les mécanismes,
- Ne céder au désir de faire un montage perfectionné avec cames, engrenages, vérins uniquement si cela se justifie ;
- Pour obtenir une poussée, remplacer un guidage rectiligne par une rotation (exemple : excentrique),
- Penser à la sécurité de l'opérateur,
- Prévoir l'évacuation des copeaux,
- Prévoir des bornes pour le réglage des outils,
- Casser les angles des montages,
- Prévoir l'évacuation du lubrifiant, ou un circuit de lubrification intégré au montage,
- Prévoir des détrompeurs qui éviteront de mal monter la pièce,
- Si les cales de réglages sont nécessaires, les attacher au montage par une chaînette (pour éviter la perte),
- Penser à la manutention du montage (manilles)
- Précision du montage si possible :

précision de l'usinage pièce

10

- Prévoir l'outillage de serrage tel que clef spéciale, rallonge,
- Si l'emploi de vérins est justifié ceux-ci doivent agir au desserrage de pièce, le serrage étant assuré par des ressorts suffisamment puissants (rondelles Belleville).

3) Allocation de ressources aux opérations d'usinage :

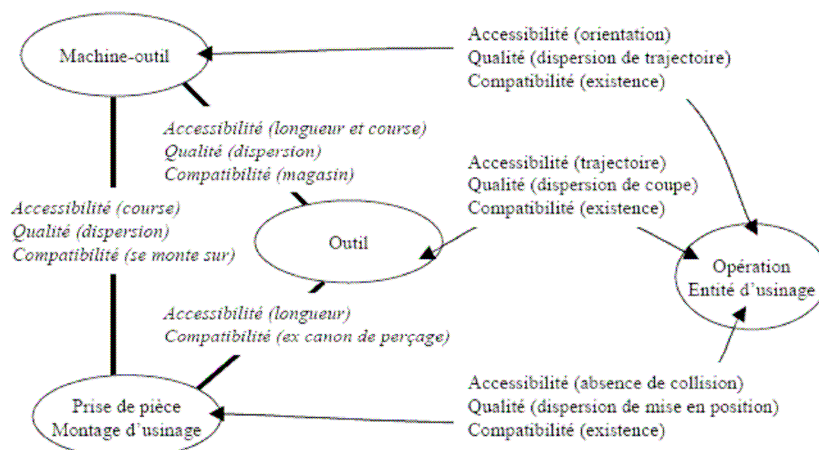


Figure 4 : Les différents liens entre les ressources (trait fort) et avec l'opération d'usinage (flèches).

Pour être effective, il est nécessaire d'associer à une opération au moins un outil de coupe, une prise de pièce et une machine-outil répondant aux critères suivants :

Cours BTS	Montages d'Usinage Principes	MOUSPR-C-a
----------------------	---	-------------------

- **Compatibilité** : Par définition, une opération d'usinage ne peut avoir lieu que s'il existe au moins un outil, une prise de pièce et une machine-outil pour la mettre en oeuvre. La prise de pièce oriente la pièce dans l'espace de travail de la machine-outil pour que l'outil puisse réaliser correctement l'opération d'usinage.
- **Accessibilité** : Pendant l'usinage, l'outil de coupe ne doit pas entrer en collision avec la pièce d'une part et les éléments constituant le montage d'usinage d'autre part. De plus, l'orientation de la pièce doit être compatible avec la cinématique de la machine-outil. Enfin, les trajectoires doivent rester dans les limites de travail de la machine-outil.
- **Qualité** : La surface usinée pendant l'opération doit être bien placée sur la pièce. Cette qualité est perturbée par l'ensemble des dispersions intervenant sur la machine-outil, l'outil, la prise de pièce et la pièce. Les dispersions de la machine-outil et de l'outil (phénomènes de coupe) sont assez bien maîtrisées. Par contre, il est plus difficile de maîtriser celles issues de la prise de pièce. Pour cela, nous avons mis en place des indicateurs de qualité permettant de s'assurer de la pertinence de la prise de pièce à garantir la qualité demandée.
- **Comportement** : Pendant l'usinage, la pièce est soumise à l'action successive des outils de coupe, à l'action du bridage et des forces d'inertie et à la réaction du posage. L'action du bridage doit être suffisante pour que la pièce conserve sa position sur la prise de pièce pendant toute la durée de l'usinage. Pour s'assurer de la stabilité, nous avons mis en place des indicateurs de stabilité mesurant la pertinence de la prise de pièce à garantir la stabilité. Cependant, les différents efforts peuvent générer des déformations pouvant nuire à la qualité de l'usinage. En effet, la méthode doit être adaptée au contexte de conception de gammes d'usinage où les calculs doivent être rapides et lancés à partir de données partiellement définies. De plus, les conditions de coupe et les trajectoires d'usinage devront être choisies pour éviter les broutements préjudiciables à la qualité de la surface usinée et à la durée de vie des différents éléments constituant le poste de travail.

Cours BTS	Montages d'Usinage Principes	MOUSPR-C-a
----------------------	---	-------------------

On distingue alors

- **la MIsE en Position (MIP) :**

LA MISE EN POSITION.

Donc l'objectif d'ablocages est d'éliminer les six degrés de liberté par des **appuis**.

Placer les pièces dans le référentiel orthonormé de la machine et procéder à l'élimination des degrés de libertés par des appuis qui devront être matérialisés par des dispositifs de mise en position. I Immobiliser la pièce, conserver la précision de la mise en position.

- **PIÈCES PRISMATIQUES**

Elles peuvent être situées par exemple sur la table de la machine par six points d'appui :

Trois points par l'appui plan de la table

Deux points par l'appui linéaire de deux butées fixes ajustées dans une rainure.

Un point par l'appui d'une butée fixe.

- **PIÈCES CYLINDRIQUES**

Elles seront situées, en général, par cinq points d'appui :

- Quatre points pour le centrage long, utilisation de deux vés courts alignés,
- Un point pour l'appui ponctuel, utilisation d'une butée fixe .

- **Le MAintien en Position (MAP) :**

Le maintien en position

Immobiliser la pièce : conserver la précision de la mise en position.

Éviter les déformations (ablocage, efforts de coupe).

- Appliquer les efforts de serrage en face des appuis dans une direction normale par rapport à la surface de contact, sauf dans le serrage par clames.

Des appuis secondaires ou vérins permettent d'éviter les phénomènes de vibrations et de déformations.

Le système adopté doit permettre :

le montage et le démontage rapide de la pièce, le passage de l'outil, le contrôle en cours d'usinage.

Les actions de serrage peuvent être verticales (brides, plateaux magnétiques), horizontales (brides, étaux), obliques (clames, montages d'usinage).

*Remarque : Sous l'effet des forces de bridage , certaines pièces peuvent se déformer.
Elles libéreront leurs contraintes lors du débridage ...*

II) Types de montage de Mise en Position (MIP) - Centrage

1) Préalable : Isostatisme

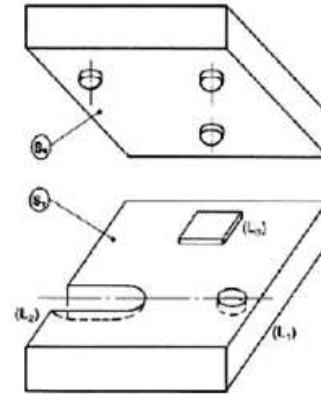
C'est l'ensemble des composants qui concourent à la liaison de la pièce et du porte pièce en permettant l'élimination des degrés de liberté (maximum 6). L'ensemble de ces composants doit permettre une remise en position identique après un nouveau montage pour assurer une bonne précision à l'usinage.

Principe de Kelvin :

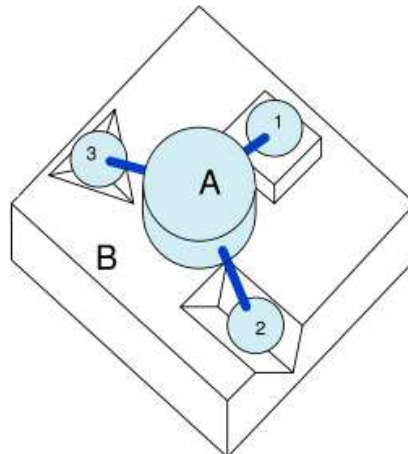
Exemple : positionnement isostatique de Kelvin

Dans ce positionnement, utilisé par exemple pour les tourelles de tour, la liaison isostatique et complète entre les pièces (S1) et (S2) est réalisée par l'association en parallèle des trois liaisons suivantes :

- (L₁) : liaison ponctuelle.
- (L₂) : liaison linéique annulaire, dont l'axe passe par le centre de la liaison rotule.
- (L₃) : liaison ponctuelle, dont la normale est perpendiculaire au plan formé par l'axe de la liaison linéique annulaire et le point de contact de la liaison ponctuelle.

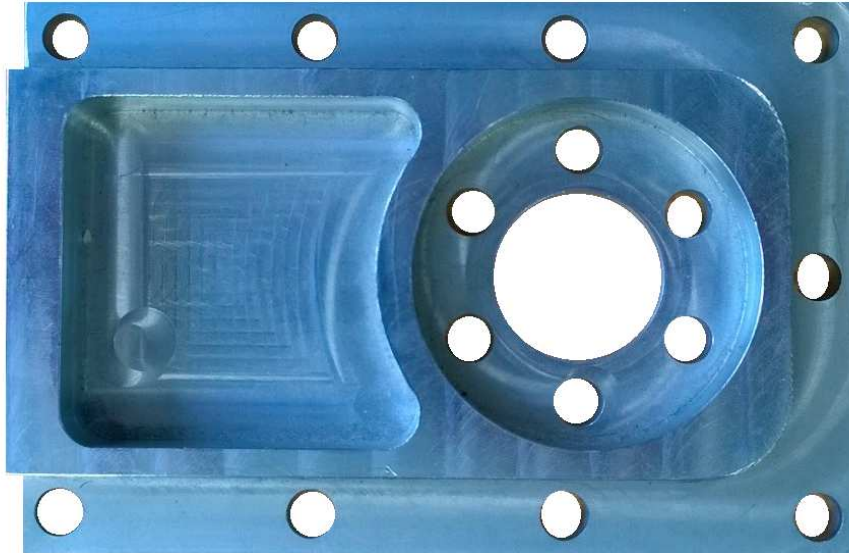


Ceci dit, un mécanisme hyperstatique est souvent plus rigide qu'un mécanisme isostatique (par exemple un arbre monté sur trois paliers), ce qui est aussi un facteur de précision de position d'une pièce par rapport à un autre. Une telle construction est généralement employée pour les mécanismes de transmission d'actions mécaniques.



Exemple de positionnement :

Soit la pièce suivante :



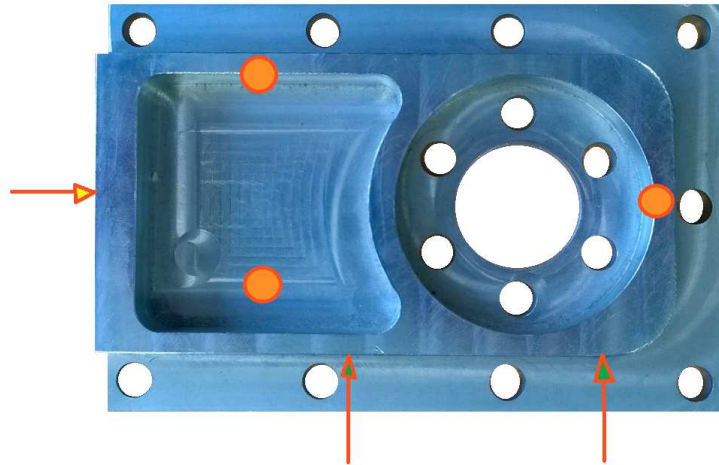
Celle-ci peut être Mise en Position au moins de 3 façons différentes (voir page suivante)

La liaison appui Plan a été repéré en ORANGE

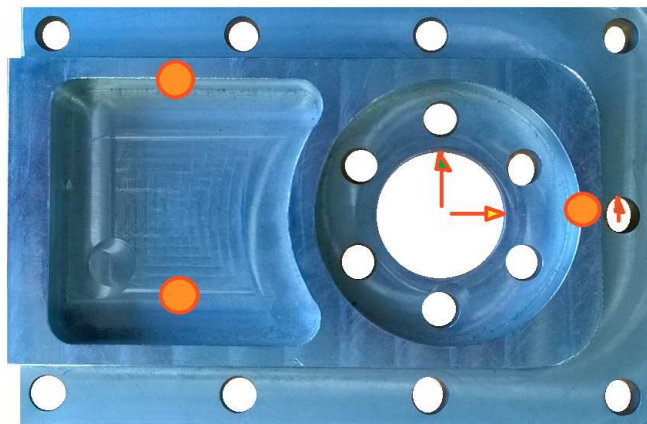
La liaison linéaire rectiligne a été repérée en VERT

La liaison Ponctuelle a été repérés en JAUNE

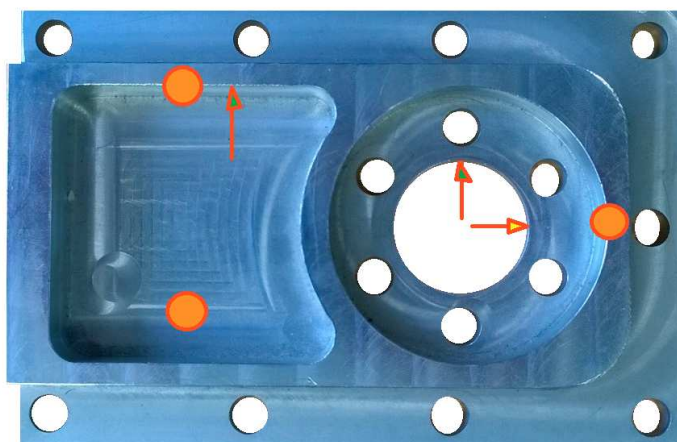
Montage 1



Montage 2
Par un centreur principal et
un centreur dégagé



Montage 3
Par un centreur principal



Isostatisme : Un mécanisme est dit **isostatique** lorsque l'ensemble des liaisons mécaniques, entre pièces qui le constituent, interdit de façon **optimale** (sans surabondance) certains degrés de liberté, en vue d'obtenir le ou les mouvement(s) de sortie attendu(s).

Hyperstatisme : Un mécanisme est dit **hyperstatique** lorsque l'ensemble des liaisons mécaniques entre pièces qui le constituent interdit de façon **surabondante** certains degrés de liberté, en vue d'obtenir le ou les mouvements de sortie attendus (pour des questions de résistance, de précision, de pièces déformables notamment, pour permettre le fonctionnement dans certains cas de figure,...).
L'assemblage d'un mécanisme

L'assemblage des pièces d'un mécanisme hyperstatique n'est possible que dans les cas suivants :

1. Les surfaces fonctionnelles sont réalisées avec une très grande précision.
2. On accepte des jeux importants.
3. On accepte de déformer les pièces lors du montage.
4. On lutte contre l'hyperstaticité en choisissant des liaisons convenables.

Mobilité d'une pièce

Dans un assemblage — mécanisme ou structure —, les pièces sont liées entre elles. Une pièce sans aucune liaison peut se déplacer librement dans l'espace ; on décompose le mouvement en translations selon les trois axes de référence du repère, x , y , et z , et en rotations selon les trois mêmes axes. Une pièce libre peut bouger selon ces 6 mouvements, on dit qu'elle a 6 degrés de mobilité.

Dans le mécanisme ou la structure, la pièce est en contact avec d'autres pièces. Ces contacts vont l'empêcher de bouger, ils vont réduire la mobilité de la pièce. Les contacts entre les pièces sont modélisés par la notion de **liaison**.

Si aucune pièce ne peut bouger, on dit que le système est statique, et l'on distingue deux cas :

- l'isostatisme : les contacts sont juste suffisants pour maintenir l'immobilité ;
- l'hyperstatisme : il y a plus de contacts que nécessaire.

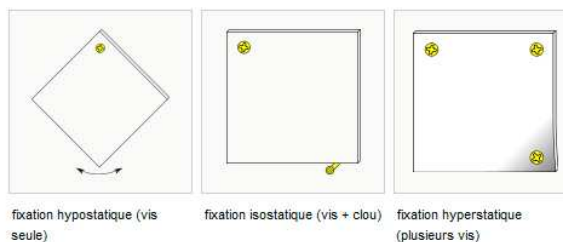
Prenons l'exemple de la stabilité d'une table. On considère le système formé par la table et le sol :

- si la table n'a que deux pieds, elle ne peut pas être stable, elle va pivoter et tomber, le système est instable ;
- si la table a trois pieds non alignés (disposés en triangle), elle est stable ; une table à trois pieds n'est jamais bancale¹ ;
- si la table a quatre pieds, elle est stable si tout est parfait (sol plan, plateau de la table plan et pieds de la même longueur) ; le quatrième pied est une contrainte supplémentaire.

Dans la réalité, rien n'est strictement parfait, la table à quatre pieds risque d'être bancale². Si l'on visse les quatre pieds au sol, le plateau de la table va se déformer pour s'adapter aux défauts, alors qu'avec une table à trois pieds, le plateau ne va pas se déformer.

Prenons maintenant l'exemple d'une plaque fixée à un mur. La plaque est en appui plan sur le mur, ce qui laisse trois degrés de mobilité : les deux translations dans le plan du mur et la rotation dans ce même plan (autour d'un axe perpendiculaire au mur). Si l'on se contente de mettre une seule vis, on ajoute une liaison pivot (on néglige l'adhérence) ; on bloque les translations, mais il reste la rotation, on conserve un degré de mobilité. Pour empêcher la plaque de tourner, on peut planter un clou dans le mur, sous la plaque, qui va constituer un appui ponctuel ; on est alors isostatique.

Si l'on utilise plusieurs vis, on est dans le cas d'un hyperstatisme. En particulier, si le mur n'est pas strictement plan, la plaque va se déformer. Par contre, la fixation sera plus solide : le risque de dégradation accidentelle ou volontaire est réduit.



Pour résumer :

- chaque contact supprime un ou plusieurs degrés de mobilité ;
- supprimer un degré de mobilité en translation revient à fixer la position en x ou en y ou en z de la pièce ;
- supprimer un degré de mobilité en rotation revient à fixer l'orientation de la pièce selon un axe donné, x ou y ou z ;
- si l'on supprime deux fois un degré, on contraint deux fois la position ou l'orientation, et dans le cas réel, les deux contraintes ne sont pas strictement identiques, on a donc soit :
 - une instabilité, la pièce peut prendre deux positions différentes (table bancale), un seul des contacts est réalisé ;
 - une déformation, pour que les deux contacts soient réalisés.

La notion de mobilité d'une pièce est différente de celle de degré de liberté d'une liaison. En effet, le degré de liberté décrit ce qui se passe localement sur une liaison, tandis que la mobilité concerne la pièce. Par exemple, si une plaque est fixée au mur avec deux vis, chaque vis laisse un degré de liberté (liaison pivot), mais pourtant la plaque n'a plus aucune mobilité.

Cours BTS	Montages d'Usinage Principes	MOUSPR-C-a
----------------------	---	-------------------

2) Représentation :

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.

1ère partie de la norme (NF E 04-013)

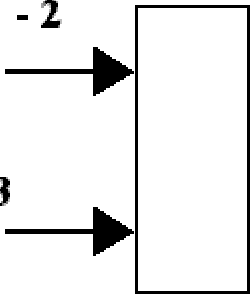

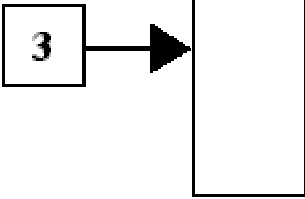
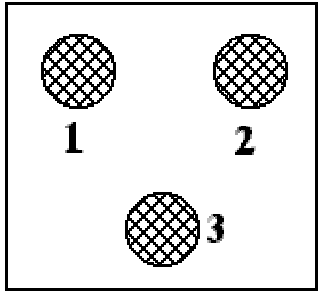
Elle concerne les symboles de base utilisés dans la définition d'une mise en position géométrique d'une pièce. Elle ne permet pas de connaître les technologies utilisées pour la mise en position.

Elle s'applique lors de la réalisation d'APEF.

Symboles de base :

Symboles de base	
	

Exemples :

Exemples équivalents		
Symbolisations frontales équivalentes		Symbolisation projetée
Représentation normale	Représentation simplifiée	
<p>1 - 2</p>  <p>3</p> 		

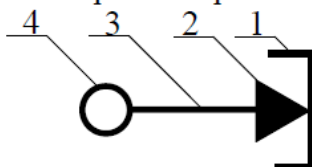
2ème partie de la norme (NF E 04-013)

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.

Partie Technologique de la norme

Un symbole peut comporter 4 éléments



Cette symbolisation est destinée à définir les types de solutions technologiques à utiliser pour mettre en position et maintenir en position une pièce au cours de sa fabrication

1 – NATURE DU CONTACT AVEC LA SURFACE OU LE TYPE D'APPUI				
Contact ponctuel	Contact surfacique	Contact strié	Pointe fixe	Pointe tournante
Contact délogé	Cuvette	Vé	Palonnier	Orienteur
2 – FONCTION DE L'ELEMENT GEOMETRIQUE				
Mise en position	 Appui Centreur complet Centreur délogé		Maintien en position	 Pré positionnement Opposition aux déformations ou aux vibrations
Départ de cotation				
3 – NATURE DE LA SURFACE DE LA PIECE				
Surface usinée (un seul trait)			Surface brute (deux traits)	
4 – TYPE DE TECHNOLOGIE				
Appui fixe		Pièce d'appui, touche ...		Touche de prélocalisation, détrompeur ...
Centrage fixe		Centreur, Broche ...		Précentreur ...
Système à serrage		Mise en position et serrage concentrique		Bride, Vérin ...
Système à serrage concentrique		Mandrin, Pincés expansibles ...		Entraîneur (serrage concentrique flottant) ...
Système de réglage irréversible		Appui réglable de mise en position...		Appui réglable de soutien ...
Système de réglage réversible		Appui réglable...		Antivibreur ...
Centrage réversible		Pied conique, Broche conique ...		Pied conique, Broche conique ...

Appuis ponctuels

- Touches ponctuelles axiales.

Surfaces brutes.

Les touches d'appuis sont, en principe, sphériques. La pièce, lors du serrage, prend sa place avec la formation de petites empreintes sphériques.

Surfaces usinées.

Les touches d'appuis sont, en principe, planes. On évite ainsi de marquer la pièce lors du serrage. Il faut toutefois veiller à ce que la pression de contact soit nettement inférieure à la limite élastique du matériau de la pièce.

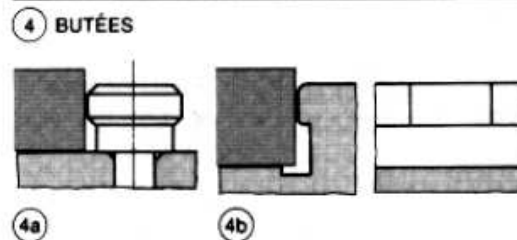
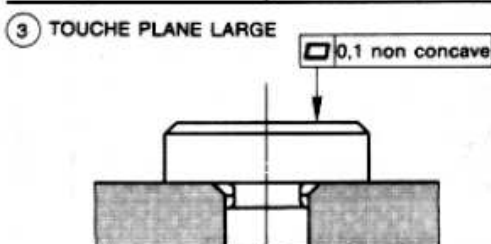
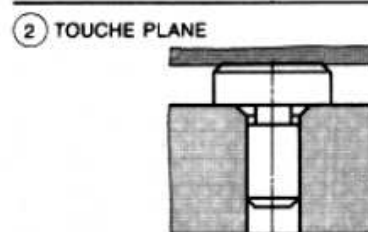
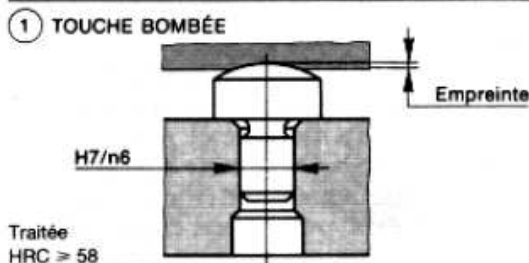
REMARQUES

- Si l'aire de la surface de contact est relativement importante (touche plane large), son action n'est plus comparable à celle d'une normale de repérage et la mise en position de la pièce devient aléatoire. On remédie à cet inconvénient en précisant que seule une surface non concave est admise.

- Touches ponctuelles radiales

Ces touches sont en contact avec la pièce par une de leur génératrice (fig. 4a). Comme précédemment, s'il est nécessaire d'éviter de marquer les surfaces usinées, on utilise les touches plates dont l'aire est fonction de la pression admissible (fig. 4b).

Pour des raisons de montage on utilise, dans certains cas, une butée dégagée ou « locating ». La qualité de celle mise en position n'est obtenue que pour des pressions négligeables.



Appuis plans

Un appui plan est équivalent à trois normales de repérage.

En fonction des pressions de contact admissibles, on choisit :

- . Soit trois contacts ponctuels, aussi distants que possible;
- . Soit une surface plane dont on ne conservera que trois portées ;
- . Soit une surface plane dégagée dans sa partie centrale;
- . Soit une surface plane continue; on précise, dans ce cas, que seule surface non convexe est admise.

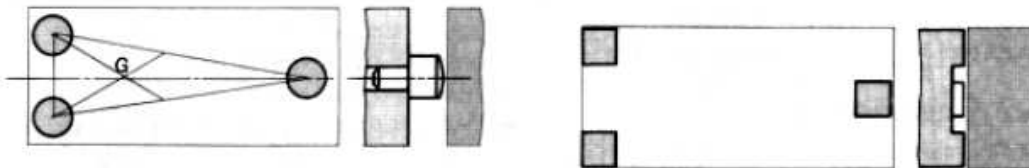
On obtiendra

- soit une surface plane,
- soit une surface concave.

Cette spécification de forme restrictive assure, dans tous les cas, une portée correcte de la pièce usinée sur son appui.

REMARQUES :

- Pour une bonne stabilité d'un appui plan à trois contacts, on recherche, que la résultante des forces élémentaires de contact soit sensiblement confondue avec le centre de gravité G du triangle de sustentation (G est à l'intersection des médianes).
- Entre deux surfaces planes de haute précision il est relativement difficile de chasser l'air et d'assurer une portée parfaite. On peut remédier à cet inconvénient en rainurant la surface concernée du montage.



Isostatisme & Mécanisme

Définitions :

Isostatisme : Un mécanisme est dit **isostatique** lorsque l'ensemble des liaisons mécaniques, entre pièces qui le constituent, interdit de façon **optimale** (sans surabondance) certains degrés de liberté, en vue d'obtenir le ou les mouvement(s) de sortie attendu(s).

Hyperstatisme : Un mécanisme est dit **hyperstatique** lorsque l'ensemble des liaisons mécaniques entre pièces qui le constituent interdit de façon **surabondante** certains degrés de liberté, en vue d'obtenir le ou les mouvements de sortie attendus (pour des questions de résistance, de précision, de pièces déformables notamment, pour permettre le fonctionnement dans certains cas de figure,...).
L'assemblage d'un mécanisme hyperstatique suppose alors une précision d'usinage accrue des pièces qui le constituent.

Calcul du degré d'hyperstatisme

$$6(n-1) - \sum n_s = d - h$$

avec :

$d = m_u + m_i$: degré de mobilité.

m_u : nombre de mobilités utiles.
(mouvements d'ordre général)

En général, un organe de transmission de mouvement possède un degré de mobilité utile : à un mouvement d'entrée correspond un mouvement de sortie.

m_i : nombre de mobilités internes.
(mouvements parasites)

Dans un mécanisme, une pièce peut avoir une mobilité qui sur le plan du fonctionnement n'a aucune conséquence, mais qui en ce qui concerne la construction du mécanisme est souvent intéressante. Par exemple, une biellette dont les seules liaisons sont des rotules peut tourner sur elle-même sans que sa fonction soit modifiée.

n_s : nombre d'inconnues statiques de chaque liaison.

n : nombre **total** de solides.

h : degré d'hyperstatisme du mécanisme

* Si $h = 0$, le système est **isostatique**

* Si $h > 0$, le système est **hyperstatique** d'ordre h

Problème posé par un mécanisme hyperstatique

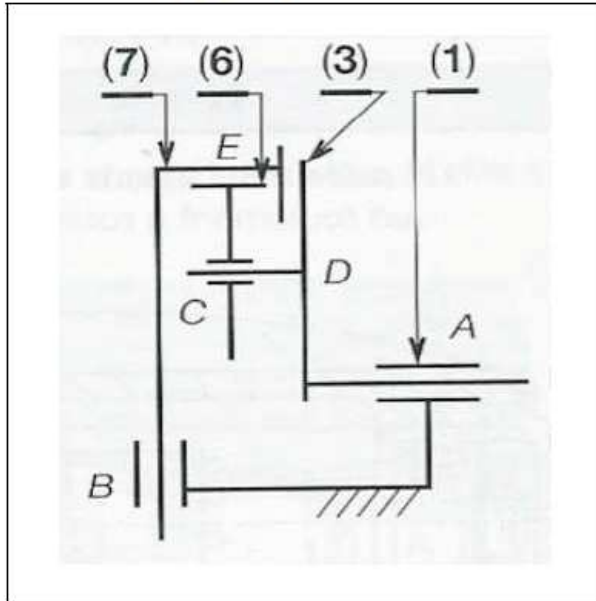
Il se produit des déformations de pièce par apparition de torseurs d'efforts indésirables, ce qui a pour conséquence d'entraîner de l'usure, de réduire le rendement et d'obliger le concepteur à surdimensionner les pièces.

Solutions technologiques pour rendre le mécanisme isostatique

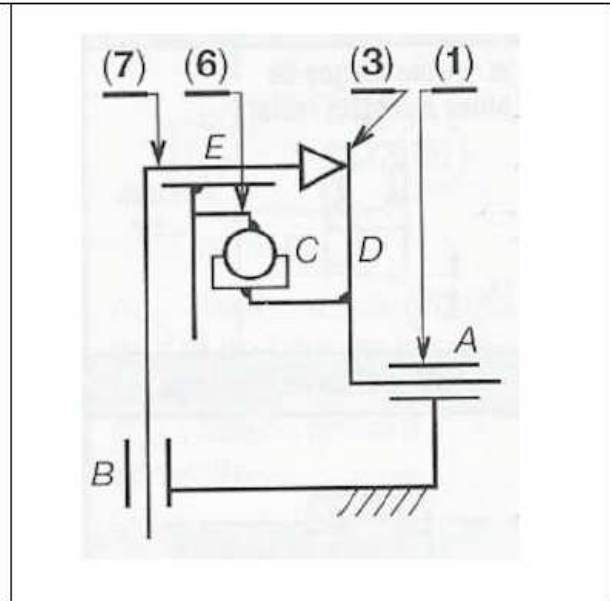
- Usiner précis (tolérances serrées sur la forme et sur la position des surfaces fonctionnelles).
- Introduire des réglages.
- Prévoir une période de rodage importante.
- Introduire des éléments déformables.
- Reconcevoir le mécanisme en apportant de nouveaux degrés de liberté par transformation des liaisons. Cette solution est souvent la meilleure.

Exemple : Mécanisme

SOLUTION 1



SOLUTION 2



Analyse des liaisons :

L1/3 : pivot glissant , donc	ns = 4
L1/7 : pivot glissant , donc	ns = 4
L6/3 : pivot glissant , donc	ns = 4
L3/7 : appui-plan, donc	ns = 3
L6/7 : appui-plan, donc	ns = 3
	NS = 18

Degré de mobilité utile : $\mu = 1$

Degré de mobilité interne : $m_i = 1$
(translation possible de 6 par rapport à 3)

Nombre de pièce : $p = 4$

Loi globale de mobilité :

$$h = M + NS - 6(p-1)$$

$$= 2 + 18 - (6 \times 3)$$

$$= 2$$

Le système est hyperstatique de degré 2

Analyse des liaisons :

L1/3 : pivot glissant , donc	ns = 4
L1/7 : pivot glissant , donc	ns = 4
L6/3 : linéaire annulaire, donc	ns = 2
L3/7 : linéaire rectiligne, donc	ns = 2
L6/7 : appui-plan, donc	ns = 3
	NS = 15

Degré de mobilité utile : $\mu = 1$

Degré de mobilité interne : $m_i = 2$
(translation + rotation possibles de 6 par rapport à 3)

Nombre de pièce : $p = 4$

Loi globale de mobilité :

$$h = M + NS - 6(p-1)$$

$$= 3 + 15 - (6 \times 3)$$

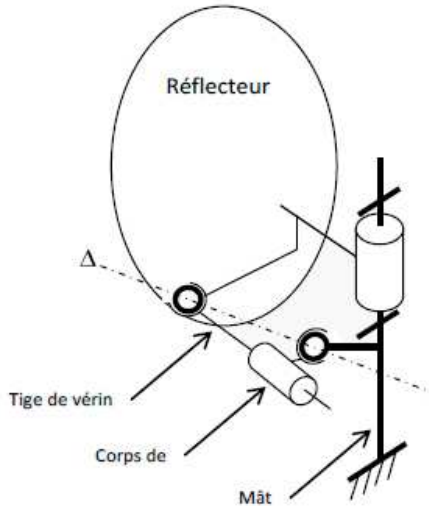
$$= 0$$

Le système est isostatique

Exemple : la parabole à vérin

Recherche du degré d'hyperstatisme

Schéma cinématique :



Nombre de pièces :

$$n = 4 \text{ donc}$$

Nombre d'équations statiques :

$$Es = 6 (n - 1) = 6 (4 - 1) = 18 \text{ éq.}$$

Nombre d'inconnues statiques :

-1 pivot (réflecteur/mât)	5 inconnues
-1 pivot glissant (tige/corps du vérin)	4 inconnues
-1 rotule (corps du vérin/mât)	3 inconnues
-1 rotule (tige du vérin/réflecteur)	3 inconnues

$$\text{total des inconnues : } Is = 15$$

Mobilités :

$$m = m_u + m_i = 1 + 2 = 3$$

Donc

$$h = m_u + m_i + Is - 6 (n - 1) \\ = 1 + 2 + 15 - 18 = 0$$

**$h = 0$: le système est isostatique
avec un degré de mobilité de 3**

Mobilité utile : $m_u = 1$ = mouvement d'entrée = translation de la tige du vérin / corps du vérin

Mobilité interne : $m_i = 2$

1° mobilité interne : la tige du vérin peut pivoter autour de son axe sans modifier la position du système c'est-à-dire la position du réflecteur (liaison sur la tige : 1 pivot glissant + 1 rotule)

2° mobilité interne : l'ensemble vérin peut pivoter autour de l'axe (Δ) sans faire bouger le système (2 rotules); axe (Δ) = axe passant par les centres des 2 rotules

Isostatisme & Usinage

Mise en position – quelques notions

Cas du tournage

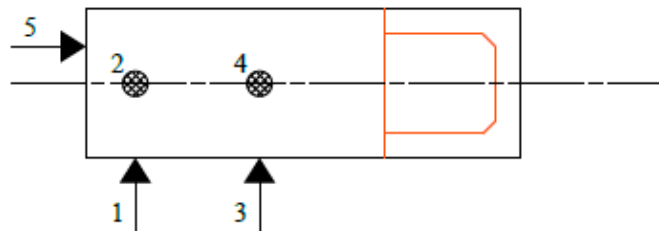
Remarque : en tournage, la mise en position isostatique comporte toujours 5 points et non 6 points car la rotation de la pièce autour de l'axe de broche est bloquée (par adhérence).

1. Cylindre « long »

Dans le cas d'un cylindre long ($L/D \geq 1,6$), la mise en position classique est la suivante :

1-2-3-4 : centrage long (liaison pivot glissant)

5 : butée (liaison ponctuelle)



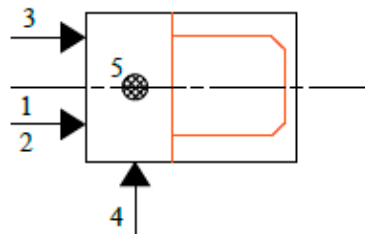
Remarque : la contre-pointe que l'on rajoute parfois pour éviter la flexion des pièces longues n'est pas considérée dans ce cas comme un élément de mise en position mais comme du maintien en position (voir la partie de cours sur le maintien en position).

2. Cylindre « court »

Dans le cas d'un cylindre court ($L/D \leq 0,4$), la mise en position classique est la suivante :

1-2-3 : appui plan

4-5 : centrage court (liaison linéaire annulaire)

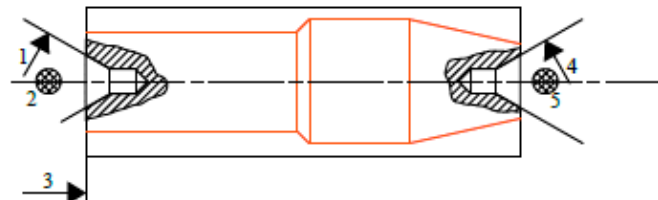


3. Montage entre pointes

Dans le cas d'un usinage sur toute la longueur de la pièce, on utilise un montage entre pointes :

1-2 et 4-5 : centrages courts dans des cônes (2 liaisons linéaires annulaires \Leftrightarrow 1 pivot glissant)

3 : butée (liaison ponctuelle)



Mise en position – quelques notions

Cas du fraisage

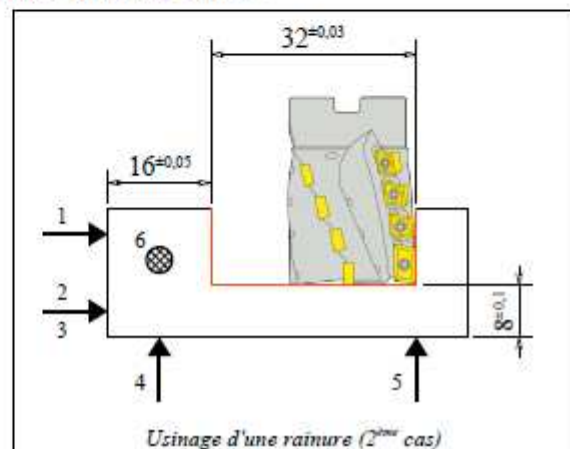
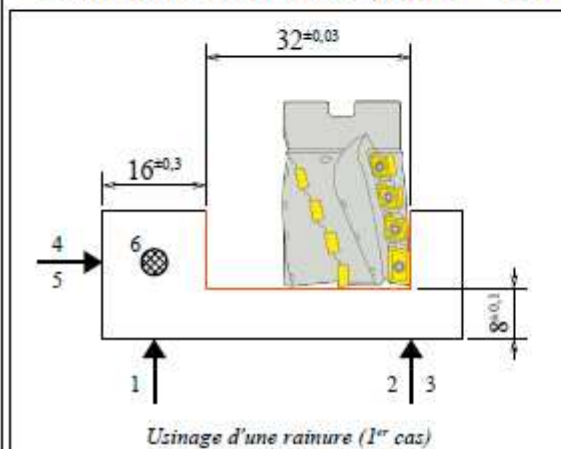
1. Pièce prismatique

Une pièce prismatique est, en règle générale, mise en position isostatique comme suit :

- 1-2-3 : appui plan
- 4-5 : linéaire rectiligne
- 6 : butée (liaison ponctuelle)

En règle générale, les surfaces de mise en position sont celles qui sont liées aux surfaces usinées par des cotes fabriquées.

L'appui plan est placé sur la surface ayant la cote fabriquée la plus « serrée ». La linéaire rectiligne est alors placée sur la surface ayant la 2^{ème} cote fabriquée la plus « serrée ».



Dans le 1^{er} cas, la Cfla plus serrée est $8^{\pm 0,1}$, l'appui plan est donc placé sur la surface du dessous

Dans le 2^{ème} cas c'est $16^{\pm 0,05}$, on place donc l'appui plan sur la surface latérale.

Il est à remarquer que la cote de $32^{\pm 0,03}$ est la plus serrée de toutes mais puisqu'elle ne concerne que des surfaces usinées dans cette phase, elle n'est pas prise en compte pour le choix de la mise en position.

2. Pièces de révolution

Une pièce de révolution est, en fraisage, mise en position isostatique comme suit :

- 1-2-3 : appui plan ou 1-2-3-4 : centrage long (liaison pivot glissant)
- 4-5 : linéaire annulaire ou 5 : butée (liaison ponctuelle)

