

# IMPACT DE DÉCALAGE D'ORIGINE SUR LES TOLÉRANCES DE FABRICATION

***Mohamed Rahou, Maitre De Conferences Classe A***

Ecole Preparatoire En Sciences Et Techniques, Algérie

***Fethi Sebaa, Maitre De Conferences Classe A***

***Abdelmadjid Cheikh, Prof.***

Université de Tlemcen, Algérie

---

## **Abstract**

The calculation of tolerances has a significant effect on the function of a product and especially the cost of production. The synthesis of the tolerances is a procedure that is used to distribute the dimension tolerance condition tolerances on all components of the chain dimensions. Dispersions allow us to check before making study projects and optimize manufacturing dimensions by machining simulation

The objective of this work is to study the influence of the cutting tool path on the manufacturing tolerances. To achieve this, an experimental study focused on two stages. In the first stage the movement is made in two sequences by da against the second stage is done in one step.

---

**Keywords:** Dispersion shift, trajectory, tolerance

---

## **Résumé:**

Le calcul des tolérances a une influence importante sur le fonctionnement d'un produit et surtout sur le coût de production. La synthèse des tolérances est une procédure qui sert à répartir la tolérance de la cote condition, sur l'ensemble des tolérances des cotes composantes de la chaîne. Les dispersions nous permettent de vérifier les avant projets d'étude de fabrication et d'optimiser les cotes de fabrication par une simulation d'usinage.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'influence de la trajectoire d'outil de coupe sur les tolérances de fabrication. Afin d'atteindre ce but, une étude expérimentale axée sur deux étapes. Dans la première étape le déplacement se fait en deux séquences (paraxial) , par contre da la deuxième étape se fait en une seule étape.

---

**Mots clés:** Dispersion, décalage , trajectoire, tolerance

## Introduction

La précision joue un rôle primordial sur la concurrence des entreprises modernes. Dans le domaine de fabrication, la réalisation des pièces soit unitaire ou en série avec même précision c'est-à-dire avec des mêmes dimensions est impossible. Cette imprécision inévitable est due à plusieurs facteurs tels que le défaut de la mise en position, les vibrations, l'usure de l'outil pendant l'usinage, déformation de la pièce. Dans ce cadre, plusieurs études ont été présentées ; dans le travail de [Bourdim et al ,1993], les auteurs illustrent une approche de l'étude de la stabilité dynamique du système pièce-outil en cours d'usinage .Dans les travaux de (Arfaoui,1993) et (Bourdim et al ,1993) , les auteurs présentent une modélisation vibratoire de l'outil de coupe en tournage, ils ont démontré que le comportement vibratoire de l'outil dépend essentiellement de l'angle d'attaque, angle dépouille, avance, profondeur de passe et la vitesse de coupe. Pour le travail de (Younes,2002) une étude a été effectuée sur l'influence de la vitesse de coupe sur les vibrations de broutage de l'outil dans le but de proposer une étude analytique par analogie avec le modèle de Vander pole. Dans le travail de (Ouelaa et al ,2003), les auteurs présentent une étude semi expérimentale du comportement vibratoire de l'outil de coupe lors de l'opération de chariotage, fait l'objet de démontrer qu'il est possible d'estimer la rugosité moyenne de la pièce usinée à partir de déplacement résultant du bec de l'outil. Dans le travail de (T. Vincent,2007) une étude a été présentée sur l'influence de la position de l'outil de coupe sur le comportement dynamique en fraisage de parois minces, et dans les travaux de (Eing-Jer ,2005), (Andre ,2006) et (L. Sotiris ,2007) les auteurs illustrent l'influence de la trajectoire de l'outil de coupe sur l'état de surface. Le travail de (rahou et al, 2010) a pour but d'étudier l'influence de la dispersion systématique sur les tolérances de fabrication. Dans le travail de (rahou et al,2013) les auteurs illustrent l'influence de trajectoire de l'outil de coupe sur les tolérances de fabrication.

La méthode des dispersions appelée méthode  $\Delta I$  introduite par Bourdet (1973) représente une méthode efficace d'intégration des paramètres capabilités en terme de dispersions dans la simulation d'usinage [11] pour la synthèse des cotes et tolérances de fabrication

Notre travail est fixé sur l'influence de la dispersion due au décalage d'origine sur les tolérances de fabrication.

## Etude expérimentale

Le but de cette partie est d'étudier l'influence de l'erreur de décalage d'origine sur les tolérances de fabrication. Afin d'atteindre cet objectif, deux étapes sont élaborées.

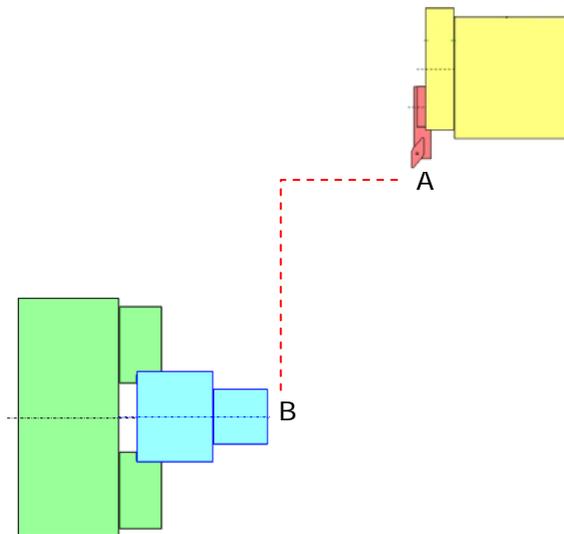
### Première étape

Les conditions d'essais sont :

- Tour à commande numérique 4 axes (X, Z, U, W) ;
- Nombre d'essais : 55
- Déplacement à vide ;
- Appareil de mesure : calculateur du directeur de commande numérique (0.001 mm) ;
- Déplacement paraxial, en deux séquences, sur une distance de 100 mm entre le bec de l'outil (point A) et la pièce (point B) comme l'illustre la figure 1 ;

Les mesures relevées sont regroupées dans les figures 2 et 3.

Figure 1 : Décalage de l'axe X en suite l'axe Z



Les résultats statistiques (erreur max, erreur min, erreur moyenne, écarts type  $\sigma_{ij}$  et  $\Delta CF_{ij}$ ) illustrés dans le tableau 1, sont donnés à partir des équations (1), (2), (3) et (4).

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N n_i x_i \quad [1]$$

$$v(x) = \sum_{i=1}^N \frac{n_i}{N} (x_i - \bar{x})^2 \quad [2]$$

$$\sigma = \sqrt{v(x)} \quad [3]$$

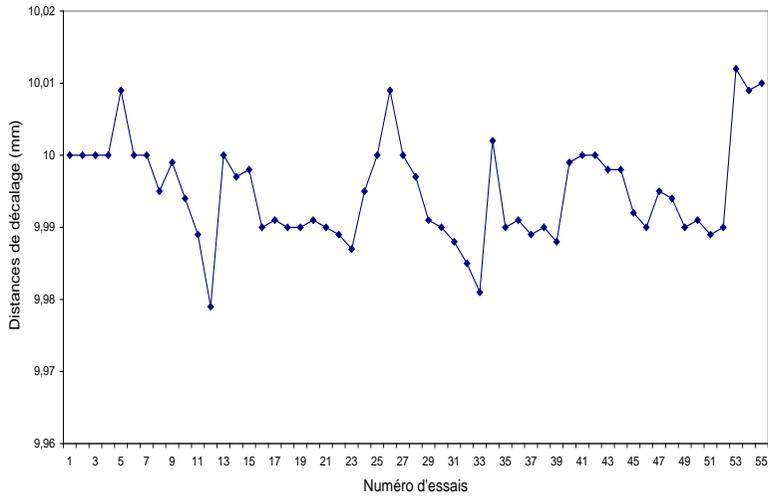
$$\Delta CF_{ij} = 6\sigma_{ij} \quad [4]$$

Tableau 1: Résultats statistiques de la 1ère étape

	<b>X</b>	<b>Z</b>
<b>Erreur MAX</b>	0,012	0,009
<b>Erreur MIN</b>	-0,021	-0,01
<b>Erreur MOYENNE</b>	-0,0056	-0,0013
<b>ECART-TYPE</b>	0,0060	0,0032
<b>DELTA CF</b>	0,0360	0,019

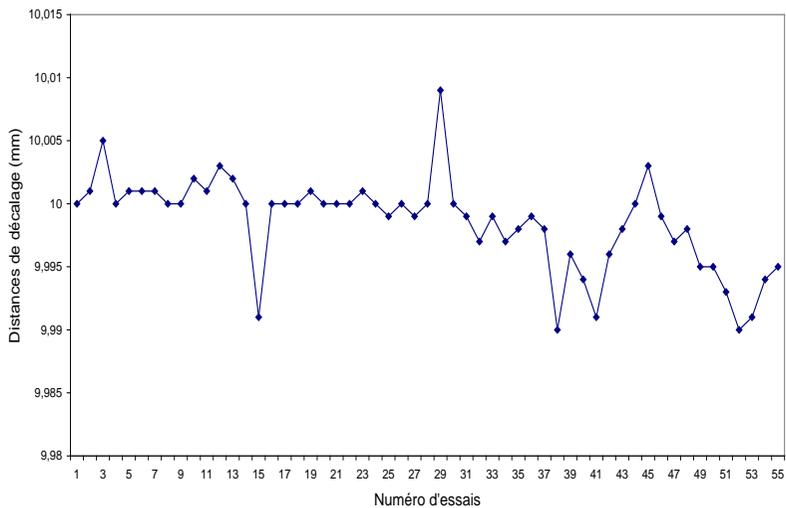
La figure 2 illustre l'évolution de décalage d'origine suivant l'axe X en fonction du numéro d'essais.

Figure 2 : Décalages de l'axe X en fonction du numéro d'essais



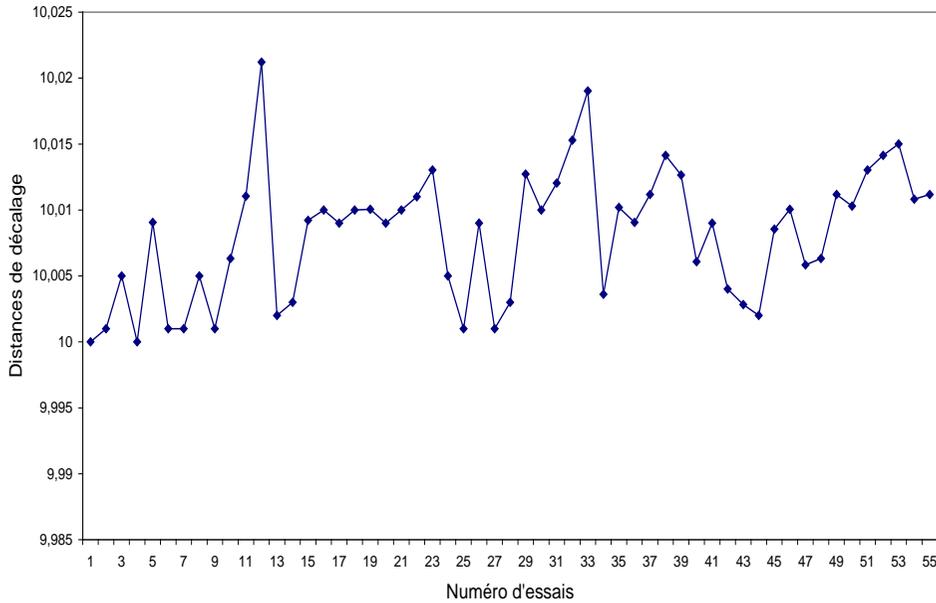
La figure 3 montre l'évolution de décalage suivant l'axe Z en fonction du numéro d'essais.

Figure 3 : Décalages de l'axe Z en fonction du numéro d'essais



La figure 4 montre l'évolution de décalage suivant la résultante des axes X et Z en fonction du numéro de la pièce.

Figure 4: Décalages de la résultante des axes X et Z en fonction du numéro de pièce



Les résultats statistiques de la résultante (erreur max, erreur min, erreur moyenne, écarts type  $\sigma_{ij}$  et  $\Delta CF_{ij}$  ) illustrés dans le tableau 2, sont donnés à partir de l'équation (5).

Tableau 2 : Résultats statistiques de la résultante

	<b>XZ Résultante</b>
<b>Erreur MAX</b>	0,021
<b>Erreur MIN</b>	0
<b>Erreur MOYENNE</b>	0.008
<b>ECART-TYPE</b>	0.0048
<b>DELTA CF</b>	0.028

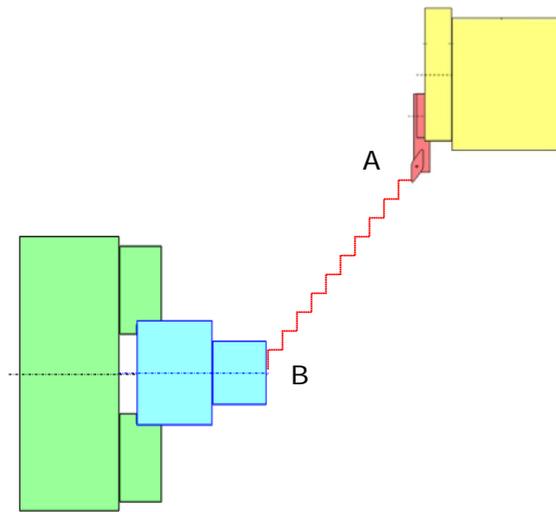
$$Re = \sqrt{X^2 + Z^2} \quad [5]$$

### Deuxième étape

Les conditions d'essais sont :

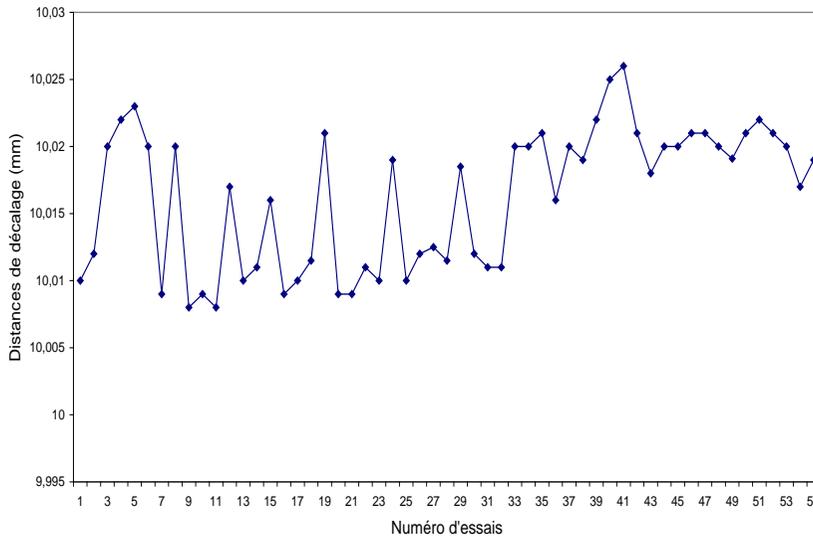
- Tour à commande numérique 4 axes (X, Z, U, W) ;
- Nombre d'essais : 55
- Appareil de mesure : calculateur du directeur de commande numérique (0.001 mm) ;
- Déplacement interpolation linéaire des axes (X Z) en une seule séquence comme le montre la figure 5 ;

Figure 5: Décalage par l'interpolation de (X Z)



Les mesures de cet essai sont données sous la forme d'un graphe comme l'illustre la figure 5. Celle-ci montre l'évolution de décalage d'origine suivant l'axe X et l'axe Z en fonction du numéro d'essais. On remarque que l'allure de cette étape est croissante, par contre l'allure de la première étape est variable.

Figure 5: Décalages de l'axe X et Z en fonction du numéro de la pièce



Les résultats statistiques (la moyenne  $\bar{X}$  , les écarts type  $\sigma_{ij}$  et  $\Delta CF_{ij}$  ) illustrés dans le tableau 3, sont donnés à partir des équations (1), (2), (3) et (4).

Tableau 3 : Résultats statistiques de la 2<sup>ème</sup> étape

	<b>XZ</b>
<b>Erreur MAX</b>	0,026
<b>Erreur MIN</b>	0,008
<b>Erreur MOYENNE</b>	0,0162
<b>ECART-TYPE</b>	0,0057
<b>DELTA CF</b>	0,034

### Interprétation des résultats

A partir de ces deux étapes, on remarque que la plus petite valeur de  $\Delta CF$  se trouve dans la première étape. Le déplacement avec moins d'erreur est le décalage paraxial.

Dans la première étape, on trouve une accélération et une décélération. Par contre dans la deuxième étape, il y a plusieurs accélérations et décélérations. Le changement de vitesse sur le décalage a une influence importante sur les tolérances de fabrication.

### Conclusion

Dans ce travail, une démarche axée sur deux étapes, a été présentée pour le calcul de la dispersions due au décalage d'origine ainsi que leur influence sur les intervalles de tolérances. Il en ressort que le décalage paraxial provoque un déplacement avec moins d'erreur. dans le même contexte on a trouvé que l'effet de l'accélération a une influence importante sur l'intervalle de tolérance de fabrication.

### References:

- A. Bourdim, A Salhi, S. Kebdani, "Approche à l'étude de la stabilité dynamique de coupe", Premier congrès de mécanique, ENIM, Rabat, Avril 1993.
- A. Arfaoui, A.I.Fedotov, M. Chouchane , "Modélisation des vibrations de l'outil de coupe en tournage", Premier congrès de mécanique, ENIM, Rabat 342, Av.93.
- A. Bourdim, O.Rahmani, D.Boutchicha , "Simulation numérique du phénomène de broutage", Premier congrès de mécanique ENIM, Rabat 27,Avril 1993.
- R. Younes "Simulation du broutement sur les machines-outils", Séminaire international de génies mécanique", SIGMA'02, du 28-29 avril 2002, ENSET, Oran,
- N .Ouelaa, N .Kribes , A .Rezaiguia, M.A Yallese "Etude semi-expérimentale du comportement vibratoire de l'outil de coupe lors de l'opération de chariotage " 5th internationale conference cpi 2003 Rabat

T. Vincent, A .Lionel, D. Gilles, C .Gilles “Influence de la position de l’outil sur le comportement dynamique en fraisage de parois minces” , Mécanique & Industries 6 (2005) 403–410

Eing-Jer Wei, Ming-Chang “Study on general analytical method for CNC machining the free-form surfaces” Journal of Materials Processing Technology 168 (2005) 408–413

L. Andre , S .Klaus “Investigation of tool path interpolation on the manufacturing of die and molds with HSC technology” Journal of Materials Processing Technology 179 (2006) 178–184

L. Sotiris,C .Andreas. Nearchoub “A CNC machine tool interpolator for surfaces of cross-sectional design ” Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 23 (2007) 257–264

M. Rahou, A. CHEIKH, F. SEBAA, "Real Time Compensation of Machining Errors for Machine Tools NC based on Systematic Dispersion", World Academy of Science, Engineering and Technology, Volume 56, pp10-17, 2009, ISSN: 2070-3724

M. Rahou, F. SEBAA “Modelling and Optimization of the Cutting Tool Trajectory”, International Journal of Scientific Research, Volume 2 Issue11, 2013, ISSN: 2277-8179.