

IV.1. Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter les interprétations des résultats, en régime permanent (fin de régime transitoire) des calculs effectués avec l'application d'une méthode d'intégration numérique. La méthode de Newmark utilisée dans la résolution du système d'équation nécessite à choisir les conditions initiales de façon arbitraire, mais elles peuvent résulter d'un calcul antérieur. Le problème de l'intégration numérique est assez délicat. Le choix du pas de temps est très important. En effet, des pas trop petits entraînent un temps de calcul important, alors que des pas plus grands risquent de faire diverger le processus.

Une modélisation d'un arbre rigide monté verticalement dans un palier hydrostatique à trois patins a été effectuée selon un modèle non linéaire. Quatre programmes de calcul en comportement non linéaire écrits en Fortran 90 ont été développés, afin d'étudier le comportement dynamique non linéaire d'une ligne d'arbre rigide supportée par un nouveau palier hydrostatique à trois patins hydrostatiques, dans lesquels nous avons étudié l'effet de plusieurs paramètres sur la réponse de vibration et la force transmise :

- Influence de la vitesse de rotation
- Influence de la viscosité
- Influence de la pression d'alimentation
- Effet du balourd

IV.2. Comparaison entre les paliers hydrostatiques à 3 et 4 patins

Les calculs ont été effectués pour deux valeurs d'excentricité de balourd : $\varepsilon_b = 0.1$ (faible balourd) et $\varepsilon_b = 0.75$ (forte balourd) ; elles correspondent à des charges tournantes F_b ($F_b = M\varepsilon_b h_0 \omega^2$; M : masse du rotor ; ω : vitesse de rotation en rad/s ; h_0 : épaisseur de film d'huile au point de fonctionnement)

Les figures IV.1 et IV.2 présentent respectivement, les résultats des orbites du déplacement de centre de l'arbre et les orbites de forces transmissibles au pâti, pour deux types de paliers : un palier représente un palier hydrostatique à 4 patins, et le deuxième, représente un palier hydrostatique à 3 patins.

Les courbes en trait continu correspondent aux orbites calculées par la théorie non linéaire avec un palier hydrostatique à 4 patins.

Les courbes en traits discontinus correspondent aux orbites calculées par la théorie non linéaire avec un palier hydrostatique à 3 patins.

Les résultats montrent que le palier hydrostatique à 3 patins est meilleur par rapport le palier hydrostatique à 4 patins. Nous remarquons qu'avec le balourd important, les orbites obtenues dépendent directement de la géométrie du palier hydrostatique.

L'étude des orbites de trajectoire de la ligne d'arbre dans le palier et des forces transmises au pôtis, met en évidence le fait que sous de fortes charges ou dans le cas de paliers à trois patins, les amplitudes de vibration et les amplitudes de forces transmissibles ont la tendance à diminuer.

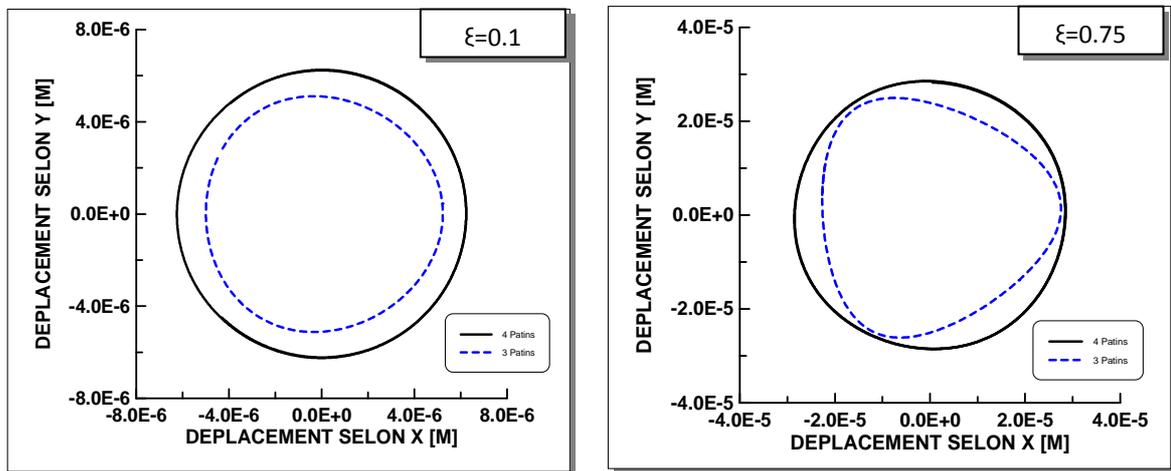


Fig. IV .1. Comparaison des orbites du déplacement de centre de l'arbre dans le palier

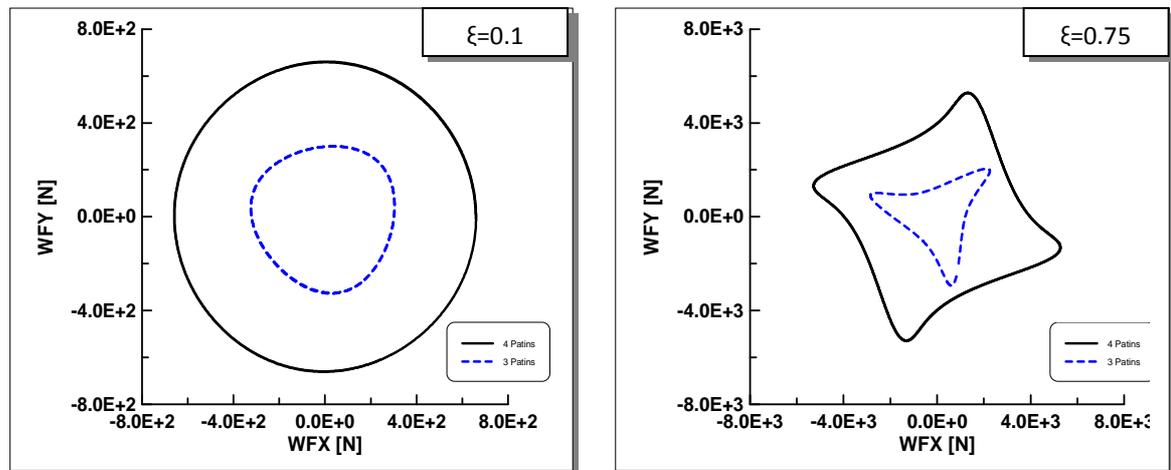


Fig. IV .2. Comparaison des orbites des forces transmises au pôtis

IV.3. Influence de la vitesse

Cinq valeurs de vitesse de rotation ont été choisies : 2 000; 4000 ; 8000 ; 12000 et 16000 tr/min. Les figures IV.3 et IV.4 présentent l'effet de la vitesse de rotation de l'arbre sur le comportement de l'arbre dans le palier hydrostatique et les forces transmissibles aux bâtis. Ces courbes montrent que lorsqu'on s'approche à la vitesse de rotation, $N= 8000$ tr/min, les amplitudes du déplacement de centre de l'arbre et les forces transmises augmentent. Ceci est signifié que la vitesse de résonance est proche de 8000 tr/min ce qui entraîne ces amplifications. Ces figures mettent en évidence l'effet de la vitesse de rotation sur le comportement dynamique de palier.

IV.5. Influence de la viscosité

Les figures IV.5 et IV.6 présentent l'effet de la viscosité sur le comportement de l'arbre dans le palier hydrostatique et les forces transmissibles aux bâtis.

Les résultats montrent que lorsque la viscosité augmente, les amplitudes de vibration et ceux des forces transmissibles diminuent. Ceci est dû au fait que l'augmentation de la viscosité s'accompagne d'une diminution des amplitudes des vibrations et les forces transmissibles à la résonance. Cette diminution est due à l'augmentation du coefficient de l'amortissement de palier hydrostatique.

On note que la présence des alvéoles induit un pic de force hydrostatique. Ceci est expliqué par l'effet de la diminution de l'épaisseur de film, lorsque l'arbre s'approche aux alvéoles. Ces figures mettent en évidence l'effet de la viscosité sur le comportement dynamique de ligne d'arbre rigide.

IV.4. Influence de la pression

Quatre valeurs de pression d'alimentation P_s ont été choisies : 4 ; 6 ; 10 et 20 bars.

Les figures IV.7 et IV.8 présentent l'effet de la pression sur le comportement de l'arbre dans le palier hydrostatique et les forces transmissibles aux bâtis.

Ces courbes montrent que :

- Lorsque la pression d'alimentation, P_s , est inférieure de 10 bars, les amplitudes des orbites du déplacement de centre de l'arbre et les forces transmises diminuent. Cette diminution est expliquée, par la diminution des raideurs du film, ce qui induit une diminution de la fréquence de résonance par rapport à la fréquence de rotation de

l'arbre ($N=8000\text{tr/min}$). Il faut noter que, lorsque la fréquence de résonance devient inférieure à la fréquence de rotation de l'arbre, le système du fluide devient flexible.

- Lorsque la pression d'alimentation P_s est égale à 10 bars, la vitesse de rotation de l'arbre tournant ($n=8000\text{ tr/min}$) fonctionne à la fréquence de résonance (zone d'amplification), ce qui entraîne une augmentation des amplitudes des orbites du déplacement de centre de l'arbre et des forces transmises.
- Lorsque la pression d'alimentation, P_s , est supérieure de 10 bars, l'amplitude des orbites du déplacement de centre de l'arbre diminue. Cette diminution est due aux raideurs du palier hydrostatique. Nous devons signaler ici que lorsque la pression d'alimentation augmente, les raideurs du film d'huile augmentent, et par conséquent, la fréquence de résonance devient supérieure à la fréquence de rotation de l'arbre ($N=8000\text{tr/min}$). Notons que, lorsque la fréquence de résonance devient supérieure à la fréquence de rotation de l'arbre, le système devient rigide. Il faut noter ici que les forces transmises croient avec la pression d'alimentation, ceci est dû aux rigidités du palier hydrostatique à trois patins.

IV.6. Influence de l'excentricité

Les figures IV.9 et IV.10 présentent l'effet du balourd sur le comportement de l'arbre dans le palier hydrostatique et les forces transmissibles aux bâtis.

On remarque que lorsque l'excentricité augmente, les amplitudes de vibrations augmentent. Ceci est expliqué par l'augmentation de la charge dynamique qui est en fonction de l'excentricité du balourd.

On note ici qu'avec le balourd important, les orbites obtenues dépendent directement la géométrie du palier.

La présence des alvéoles d'alimentation induit un pic de force hydrostatique. Ce pic est expliqué par l'effet de la diminution de l'épaisseur de film, lorsque la trajectoire de centre de l'arbre s'approche à l'alvéole. Car, lorsque l'épaisseur de film diminue, la charge portante augmente. Ces figures mettent en évidence l'effet du balourd sur le comportement dynamique de ligne d'arbre rigide.

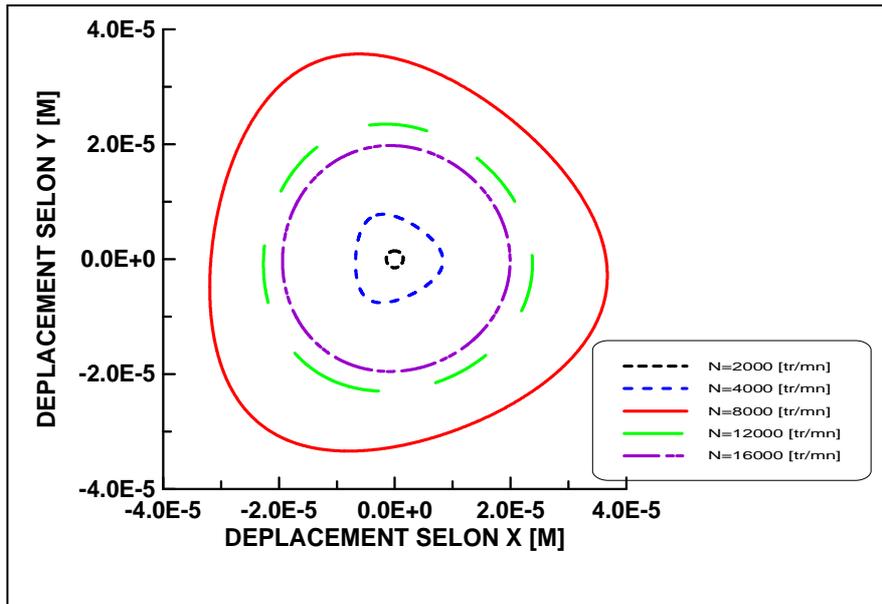


Figure IV.3 : Influence de la vitesse sur les orbites du déplacement de centre de l'arbre dans le palier hydrostatique à 3 patins

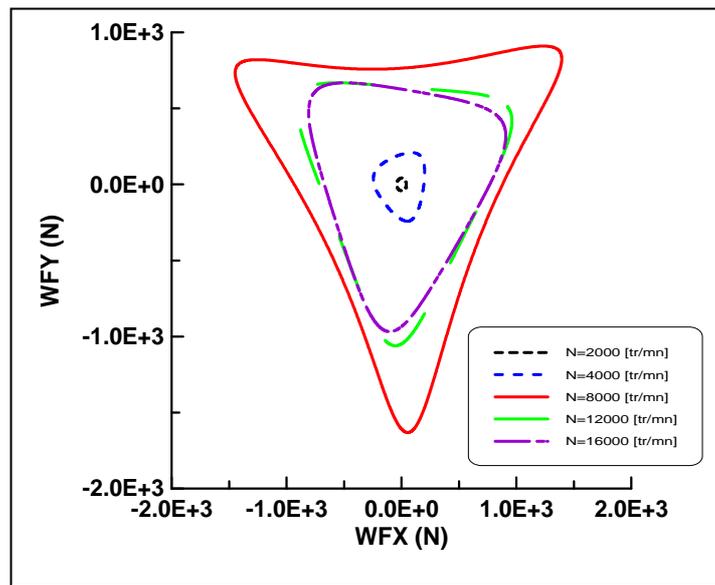


Figure IV.4 : Influence de la vitesse de rotation sur les orbites des forces transmises au pôtis

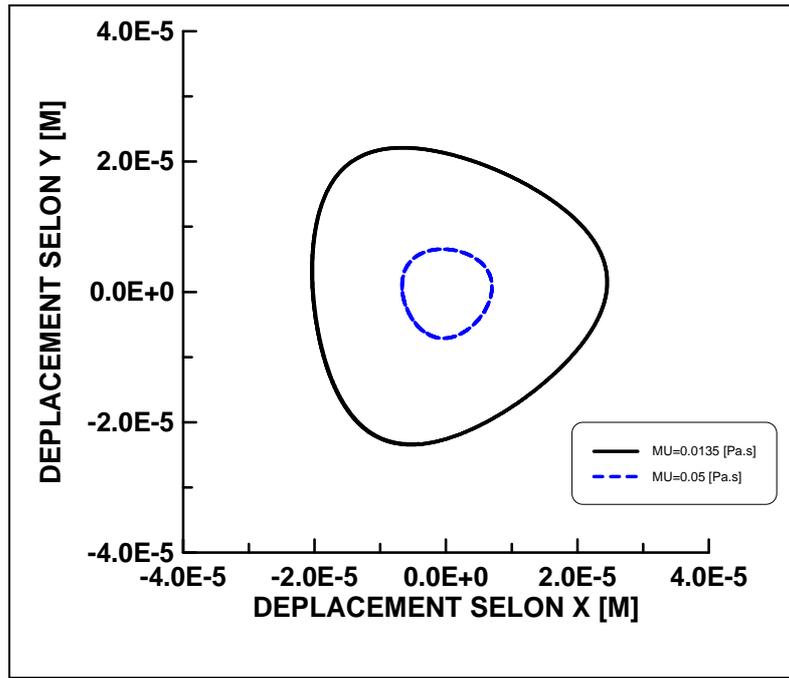


Figure IV.5: Influence de la viscosité sur les orbites du déplacement de centre de l'arbre dans le palier hydrostatique à 3 patins

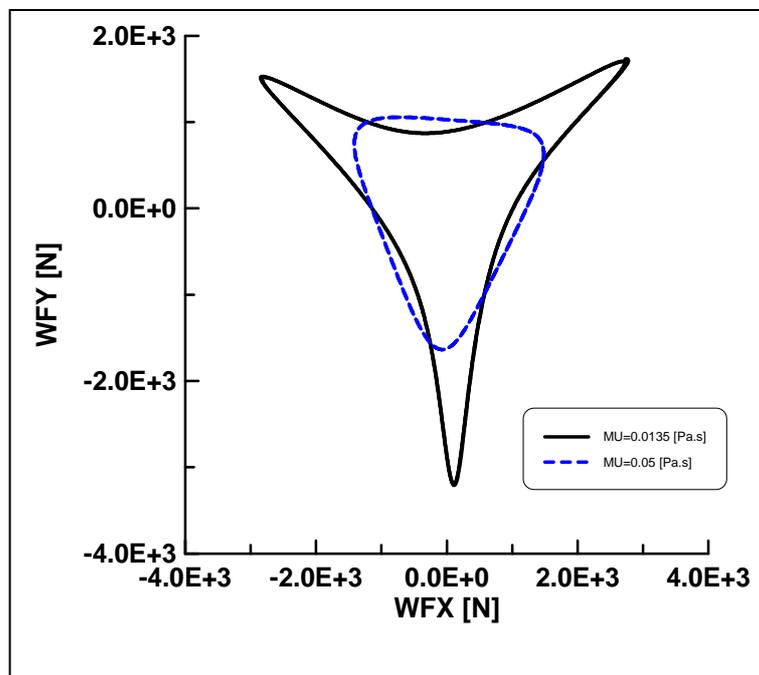


Figure IV.6: Influence de la viscosité sur les orbites des forces transmises au pâti

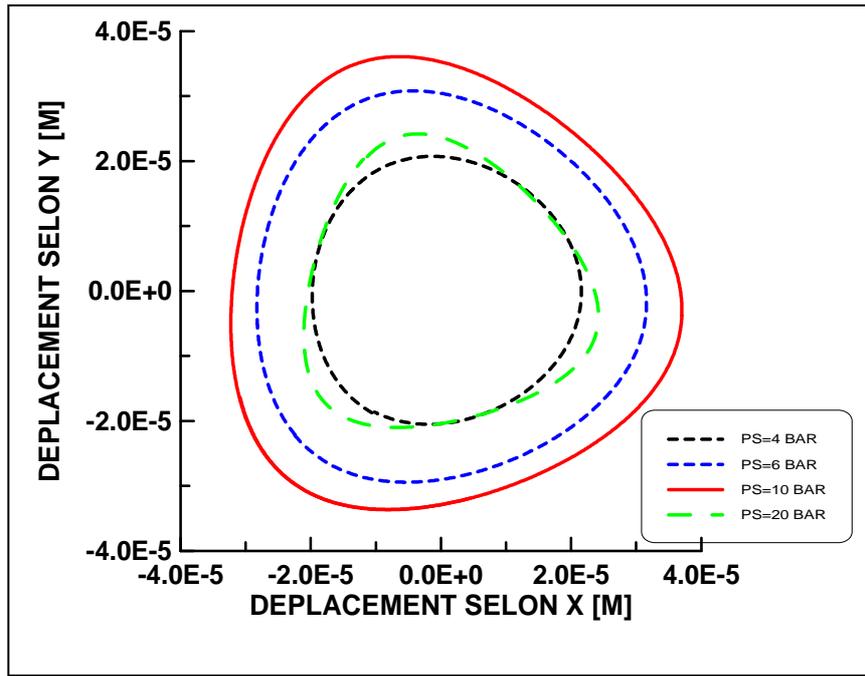


Figure IV.7 : Influence de la pression d'alimentation sur les orbites du déplacement de centre de l'arbre dans le palier hydrostatique à 3 patins

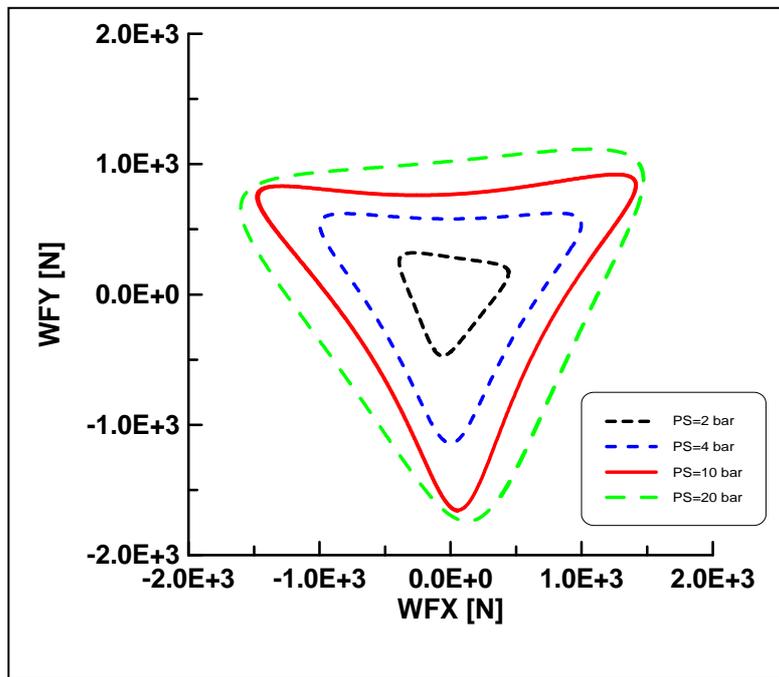


Figure IV.8: Influence de la pression d'alimentation sur les orbites des forces transmises au patins

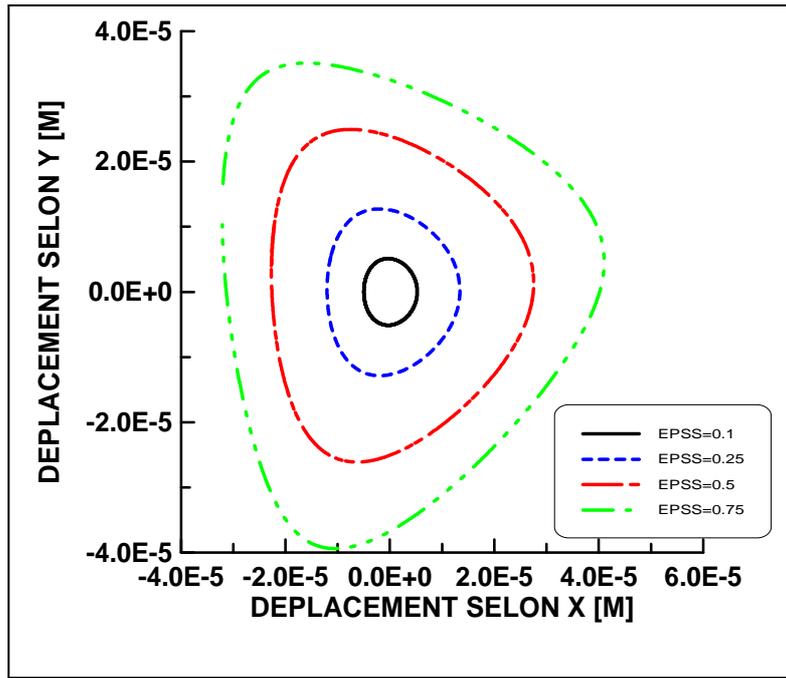


Figure IV.9 : Influence de l'excentricité sur les orbites du déplacement de centre de l'arbre dans le palier hydrostatique à 3 patins

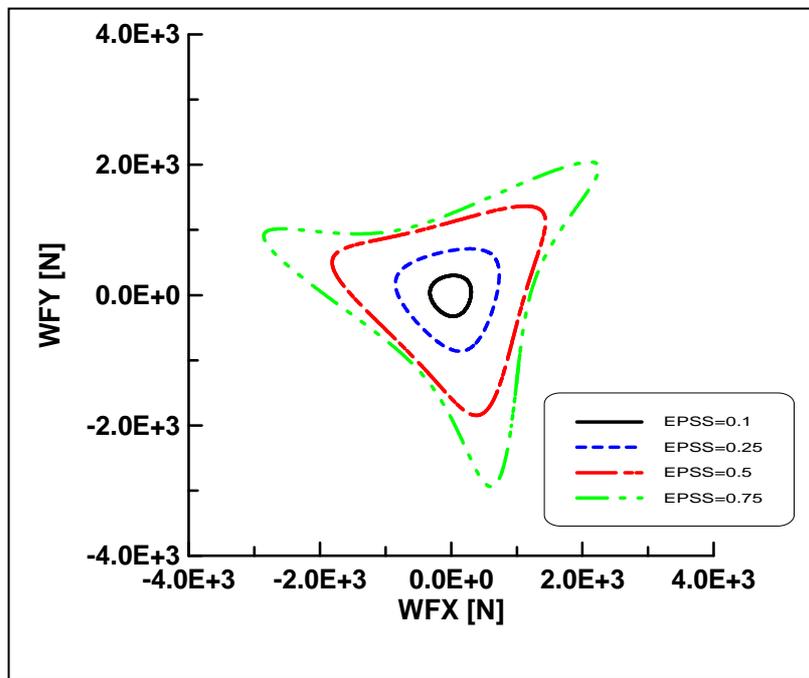


Figure IV.10: Influence de l'excentricité d'alimentation sur les orbites des forces transmises au pâti