

## Utilisation d'une translation fréquentielle pour le calcul des ordres

### Introduction

La version 11.0.200 d'ArtemiS a introduit une nouvelle fonction qui permet d'utiliser une translation en fréquence dans l'analyse d'ordres, pour les filtres d'ordre ainsi que pour le curseur d'ordre.

Cette fonction a été spécialement mise au point pour analyser les sons qu'émettent les moteurs alternatifs triphasés. Les bruits émis par ce type de moteurs donnent un spectre d'ordre qui, en plus des ordres proportionnels à la vitesse de rotation classiques, contient aussi d'autres fréquences. Il s'agit notamment de la fréquence de commutation du/des onduleur(s) et de bandes latérales qui la modulent. Avec une analyse décalée en fréquence, on obtient alors une lecture directe de ces composantes de modulation.

### Exemples d'application

#### Translation en fréquence dans l'analyse d'ordres

La figure 1 représente le spectrogramme FFT du bruit émis par un moteur électrique par rapport au régime du moteur. Le spectrogramme montre les ordres du moteur qui augmentent avec le régime dans le domaine compris entre 400 et 5 000 Hz et la fréquence de commutation constante de l'onduleur (à 7 300 Hz). On constate d'autre part la présence de plusieurs bandes latérales autour de cette fréquence de commutation qui augmentent ou diminuent proportionnellement au régime du moteur.

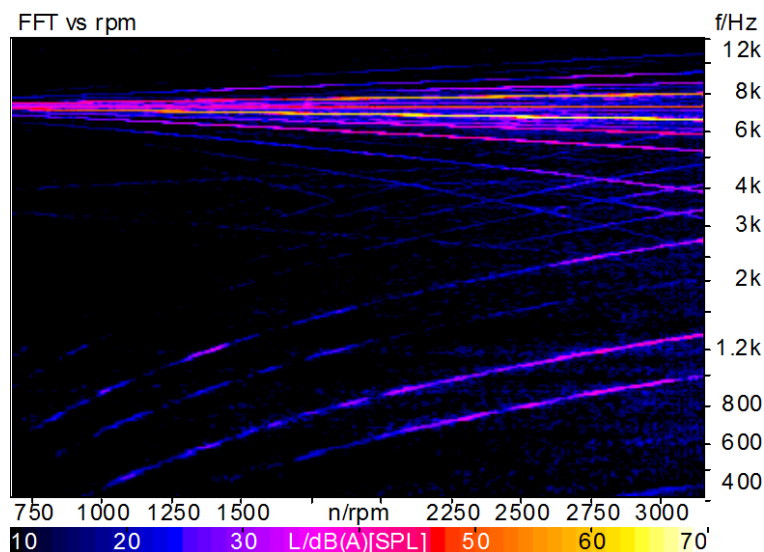


Figure 1 : Spectrogramme FFT d'un bruit de moteur électrique

Les fréquences de ces bandes latérales sont caractérisées par la fréquence du champ tournant du moteur alternatif triphasé<sup>1</sup> et donnent un spectre de modulation dont la fréquence porteuse est la fréquence de commutation de l'onduleur. Étant donné que la fréquence du champ tournant évolue proportionnellement au régime du moteur, on obtient la forme en éventail représentée lorsque le régime augmente, avec des fréquences croissantes et décroissantes.

Si l'on réalise une analyse d'ordres pour un bruit contenant des variations de fréquence qui dépendent de la vitesse de rotation, les ordres ne sont alors pas représentés sous forme de courbes arquées comme dans le spectrogramme FFT, mais sous forme de lignes constantes. Les analyses d'ordres permettent à l'acousticien de facilement identifier les bruits qui sont provoqués par les rotations du moteur et aussi de pouvoir voir les ordres qui dominent particulièrement dans le spectre.

La figure 2 représente le résultat d'une analyse d'ordres du bruit du moteur électrique de la représentation 1. On peut voir dans la partie inférieure du diagramme ci-dessous les ordres de moteur droits et les courbes arquées dans la partie supérieure.

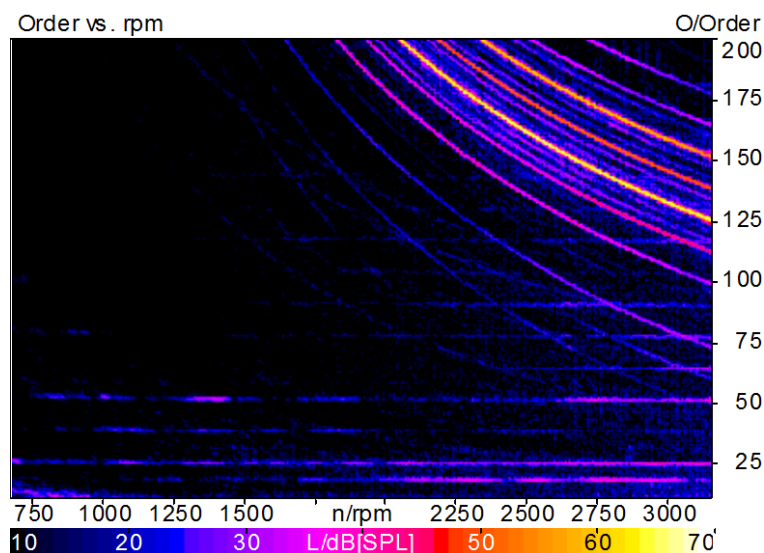


Figure 2 : Spectre d'ordre du bruit analysé dans la figure 1.

Les courbes arquées sont les ordres en forme d'éventail (bandes latérales) qui entourent la fréquence de commutation de l'onduleur. Une analyse d'ordres classique ne permet pas de les analyser correctement.

Une modification apportée à la page des propriétés de l'analyse d'ordres permet cependant de soumettre ces courbes à une analyse d'ordre judicieuse. Il suffit pour cela d'entrer la fréquence de commutation de l'onduleur dans le champ « Translation fréquentielle » (en anglais, « Frequency Offset »). La figure 3 représente l'analyse avec la modification correspondante (translation en fréquence à 7 300 Hz).

<sup>1</sup> La fréquence du champ tournant est obtenue par le produit du régime du moteur et le nombre des paires de pôles installées dans le moteur électrique.

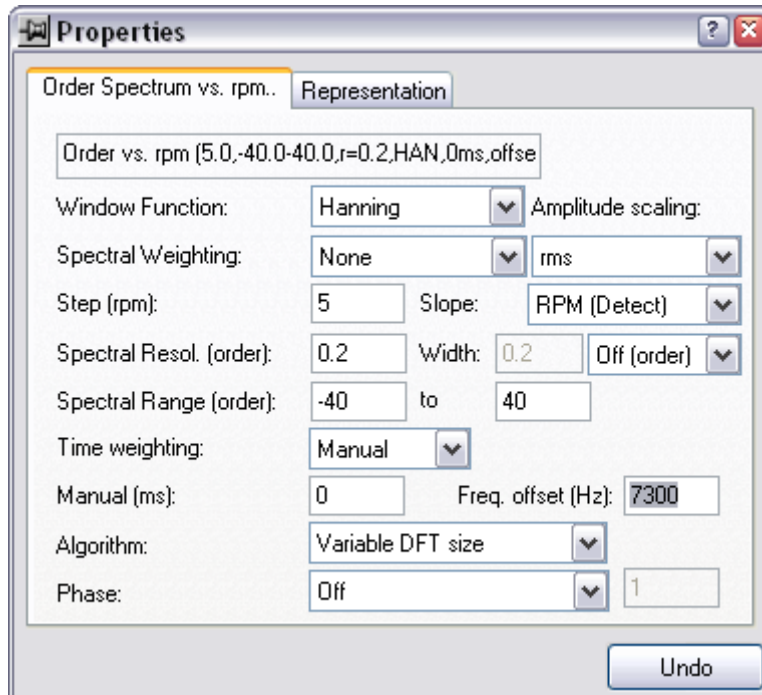


Figure 3 : Page de propriétés de l'analyse d'ordres avec translation fréquentielle

Si l'on applique les paramètres représentés dans la figure 3 pour l'analyse, ArtemiS calcul le résultat représenté dans la figure 4.

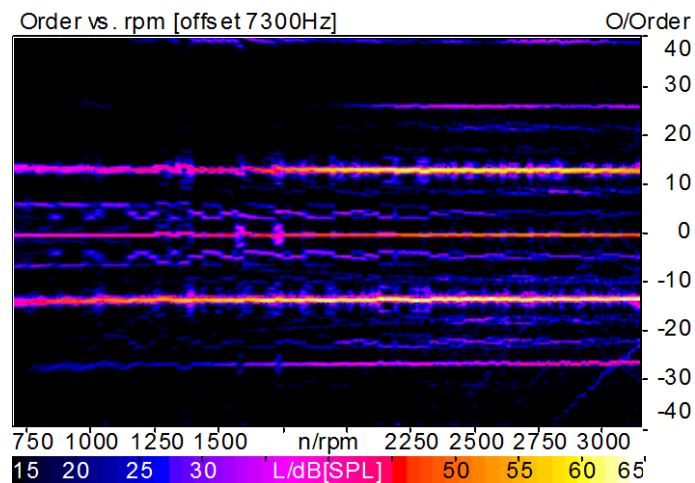


Figure 4 : Analyse d'ordre après translation fréquentielle

Utiliser une translation en fréquence pour le calcul du spectre d'ordre permet aussi de représenter les variations de fréquence présentes autour de la fréquence de commutation de 7 300 Hz dans la forme souhaitée et de l'interpréter comme à l'habitude.

**Translation en fréquence avec un curseur d'ordre**

Dans ArtemiS, le numéro de l'ordre s'affiche par exemple dans l'info-bulle du diagramme contenant les résultats d'une analyse FFT vs réf. Basé sur la position actuelle du curseur, l'ordre est normalement déterminé en calculant le quotient de la fréquence et de la vitesse de rotation (par seconde). Si on a donc une position du curseur avec une vitesse de rotation de 3 000 tr/min, c'est-à-dire 50 tr/s, et une fréquence de 2 600 Hz, on obtient donc le 52<sup>ème</sup> ordre de moteur. Afin de pouvoir aussi obtenir les ordres par rapport à la fréquence de commutation de l'onduleur et ainsi par exemple déterminer les ordres devant être filtrés du signal, on doit également appliquer une translation en fréquence pour le curseur d'ordre. Il se paramètre très simplement en utilisant le raccourci-clavier [Maj]+[O]. Si on a cliqué dans ArtemiS une fois sur le diagramme devant être obtenu avec la translation, la fenêtre représentée sur la figure 5 s'ouvre après avoir utilisé le raccourci-clavier.

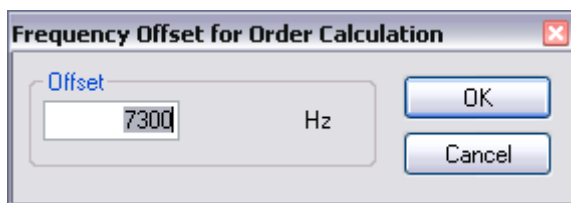


Figure 5 : Page des propriétés du diagramme

Une fois que vous avez entré la fréquence de translation souhaitée et que vous avez appuyé sur la touche « OK », l'ordre relatif à la fréquence de translation s'affiche dans l'info-bulle du diagramme. La fréquence de translation entre parenthèses située après le numéro d'ordre montre que le décalage est utilisé.

Appuyer une fois sur la touche [O] permet de passer de l'affichage de l'ordre avec et sans translation (voir figure 6).

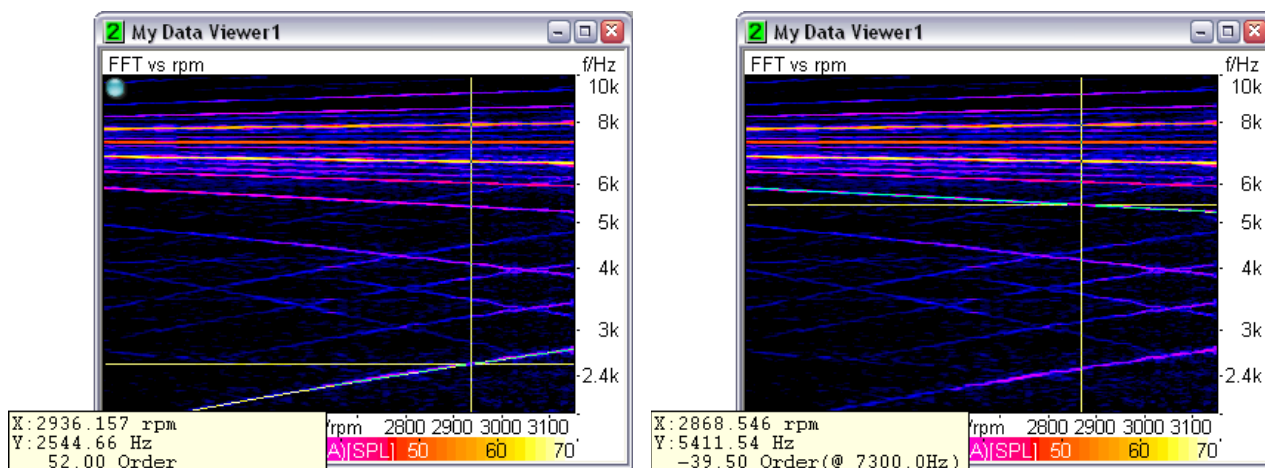


Figure 6 : Curseur d'ordre avec et sans translation

### Translation en fréquence avec des filtres d'ordre

La fonction de translation est également disponible pour les filtres d'ordre dans ArtemiS. Si l'on n'utilise pas de translation en fréquence, utiliser des filtres d'ordre permet alors uniquement de filtrer les ordres de moteur classique du signal. La figure 7 en représente un exemple. Le diagramme de gauche représente le signal non filtré. Dans le diagramme de droite, le 52<sup>ème</sup> ordre de moteur n'apparaît pas.

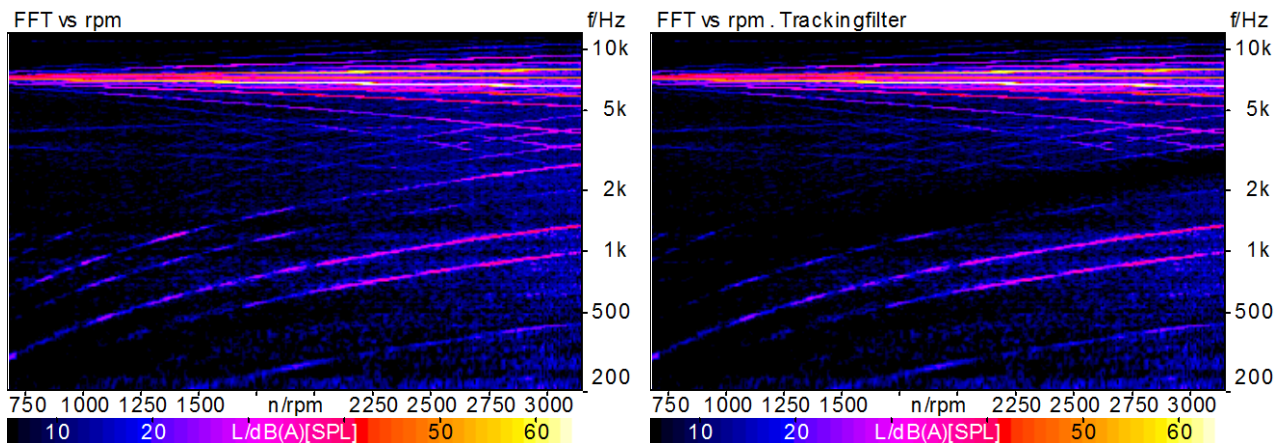


Figure 7 : Spectrogramme FFT filtré et non filtré (filtre suiveur)

Pour pouvoir en plus filtrer les fréquences du spectre de fréquence autour de la fréquence de commutation de l'onduleur, on utilise la fonction de translation avec des filtres d'ordre. Cette fonction permet de filtrer individuellement du spectre les ordres se rapportant à la fréquence de commutation de l'onduleur. Dans la figure 8, on a filtré du signal les 13<sup>ème</sup> et -13<sup>ème</sup> ordres se rapportant à la fréquence de commutation de 7 300 Hz (diagramme de droite). Le diagramme de gauche montre le signal non filtré.

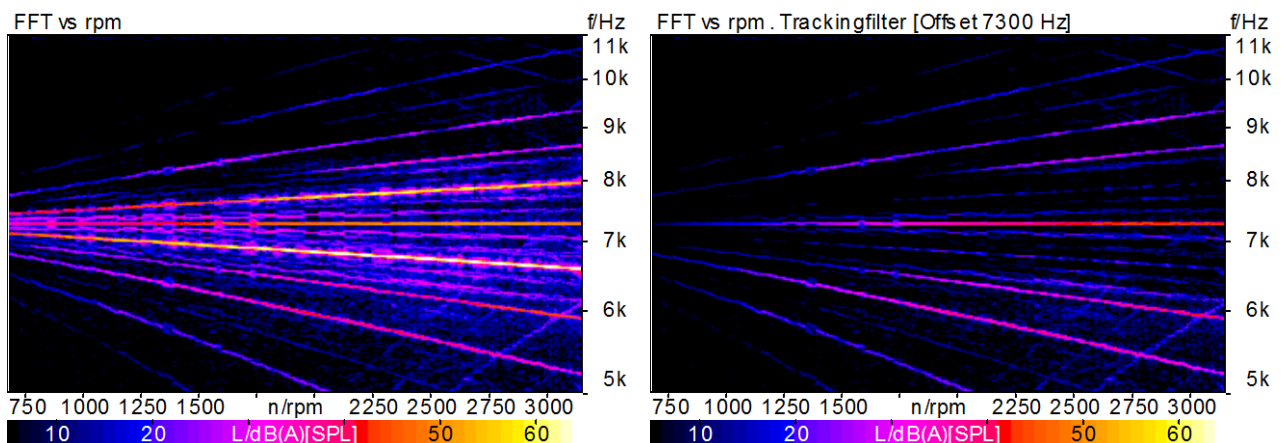


Figure 8 : Spectrogramme FFT filtré et non filtré (filtre suiveur avec translation en fréquence)

On peut activer la translation pour le filtre d'ordre sur la page des propriétés des filtres dans la zone des filtres, mais aussi dans l'éditeur de filtres. La qualité du filtre paramétrée sur la page des propriétés doit être suffisamment élevée. Elle est égale au quotient de la fréquence centrale et de la largeur de bande du filtre. La fréquence de translation peut entraîner une fréquence centrale très élevée. La qualité du filtre doit être relativement élevée pour pouvoir obtenir une

largeur de bande du filtre suffisamment étroite. Vous pouvez éviter ce problème en définissant la largeur du filtre par rapport à la largeur d'ordre du filtre souhaitée au lieu de la qualité du filtre. Si vous utilisez des filtres d'ordre avec une translation dans l'éditeur de filtres et un analyseur interactif, vous pouvez écouter le signal modifié en direct pour vérifier si la modification choisie dans le signal entraîne effectivement l'amélioration recherchée de la qualité acoustique.

## Remarques

Pour toutes les applications décrites dans cette Application Note, vous devez avoir la version de base d'ArtemiS. Il vous faut d'autre part le Tool Pack ATP 03 (référence 4603) pour le filtrage avec des filtres d'ordre et le Tool Pack ATP 01 (référence 4601) pour la reproduction audio dans l'analyseur interactif.

Avez-vous une question à poser à l'auteur de cet article ? Écrivez-nous : [imke.hauswirth@head-acoustics.de](mailto:imke.hauswirth@head-acoustics.de).

Nous serons heureux de lire vos réactions !