



HAL
open science

Prédiction de la réponse vibratoire d'aubes fan en rotation amorties par patchs viscoélastiques

Matteo Couet, Lucie Rouleau, Jean-François Deü, Fabrice Thouverez, Marion Gruin

► **To cite this version:**

Matteo Couet, Lucie Rouleau, Jean-François Deü, Fabrice Thouverez, Marion Gruin. Prédiction de la réponse vibratoire d'aubes fan en rotation amorties par patchs viscoélastiques. 12ème Journées Jeunes Chercheurs/Chercheuses en Acoustique Vibrations et Bruit, JJCAB2022, Nov 2022, Lyon, France. hal-04050212

HAL Id: hal-04050212

<https://cnam.hal.science/hal-04050212>

Submitted on 29 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PRÉDICTION DE LA RÉPONSE VIBRATOIRE D'AUBES FAN EN ROTATION AMORTIES PAR PATCHS VISCOÉLASTIQUES

Contexte



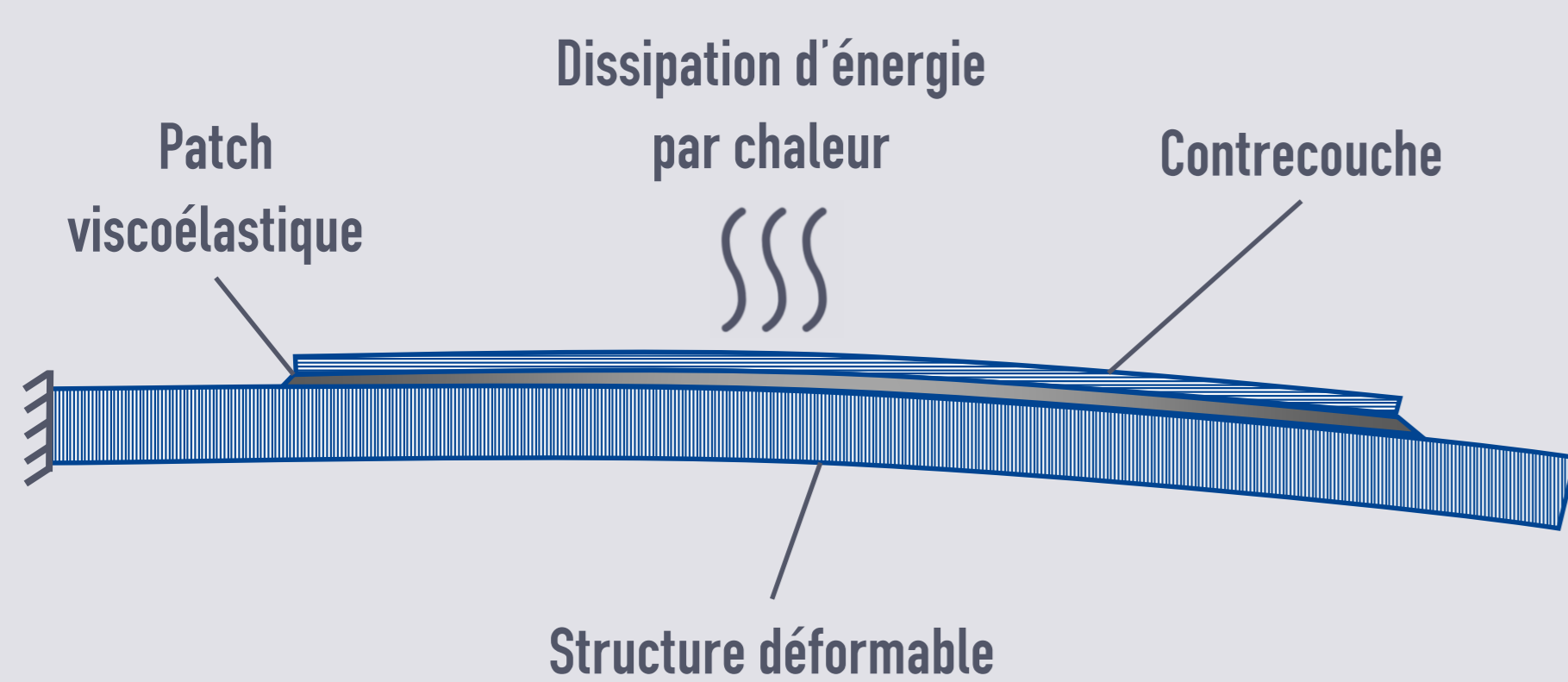
- Etude d'une roue de turbine basse pression composée de 12 aubes Fan
- Augmentation des sollicitations extérieures avec les nouvelles architectures type Open Rotor : nouvelles excitations, longueur des aubes plus importante
- Nécessité d'augmenter l'amortissement structural de l'aube sans modification de sa géométrie

Auteurs

- Matteo COUET (LMSSC, LTDS, SAFRAN AE)
- Lucie ROULEAU (LMSSC)
- Jean-François DEÛ (LMSSC)
- Fabrice THOUVEREZ (LTDS)
- Marion GRUIN (SAFRAN AE)

1. Le patch viscoélastique

- Couche de matériau viscoélastique de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur
- Contraint entre la structure composite et une couche rigide de moins d'1mm d'épaisseur



- Travail en cisaillement lorsque l'aube se déforme
- Dissipation d'une partie de l'énergie de déformation sous forme de chaleur
- Intégré dans la matrice composite proche de la surface pour ne pas perturber le flux aéro
- Efficacité dépendante de nombreux paramètres : fréquence d'excitation, température, précontrainte, amplitude de déformation...

2. Calcul statique non-linéaire

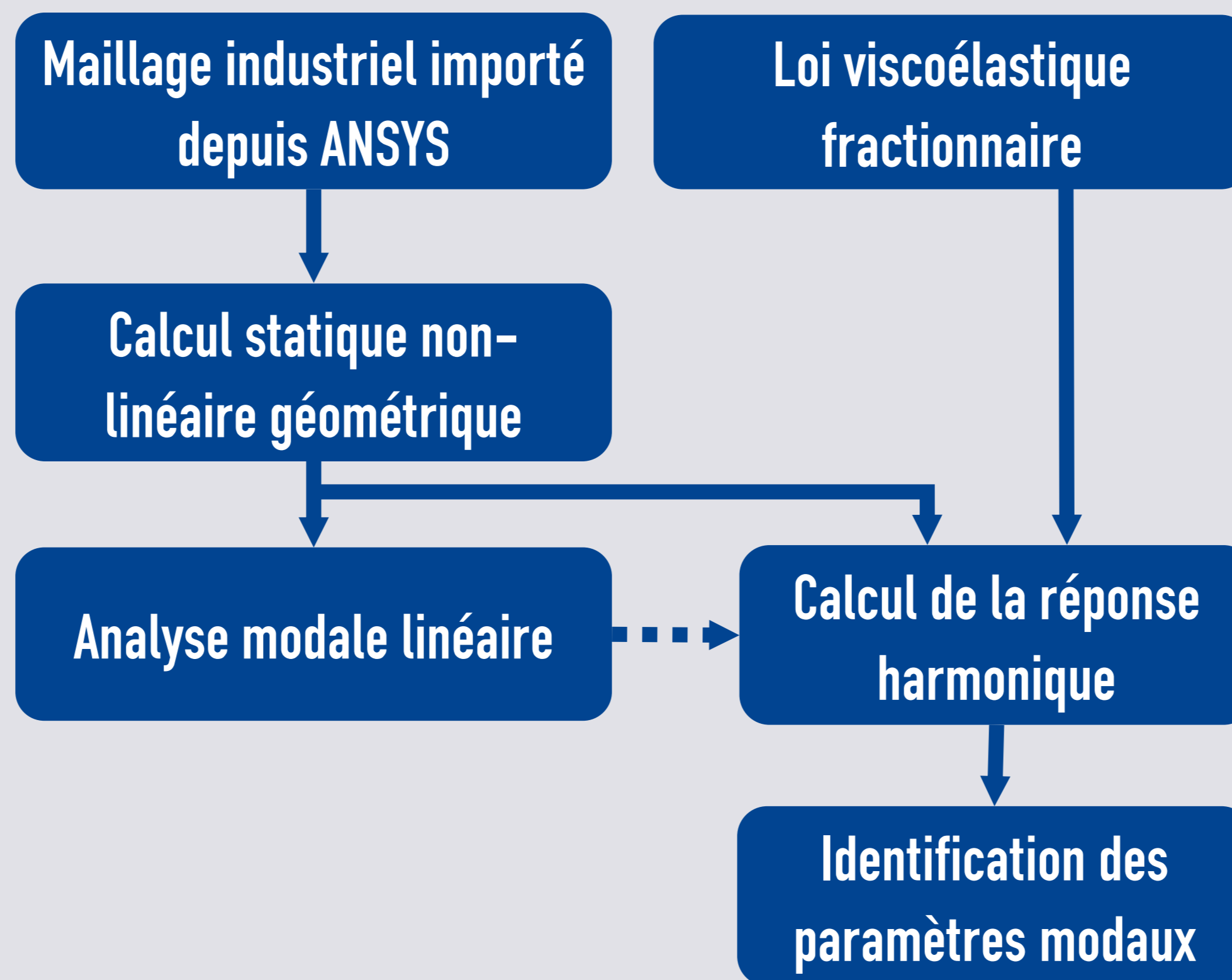
- Aube encastrée en pied en matériau isotrope équivalent au composite avec patch
- Maillage par EF3D à 20 nœuds hexaédriques (675 000 ddl)
- Chargement centrifuge : 1 000 rpm
- Prise en compte de la non-linéarité due aux grands déplacements :



$$\underbrace{(K_e - K_c + K_g(U_0))}_{K_{lin}} U_0 = F_\Omega$$

- Résolution par méthode de Newton-Raphson
- Linéarisation autour de l'état précontraint final pour les calculs dynamiques :

$$U = U_0 + U^*$$

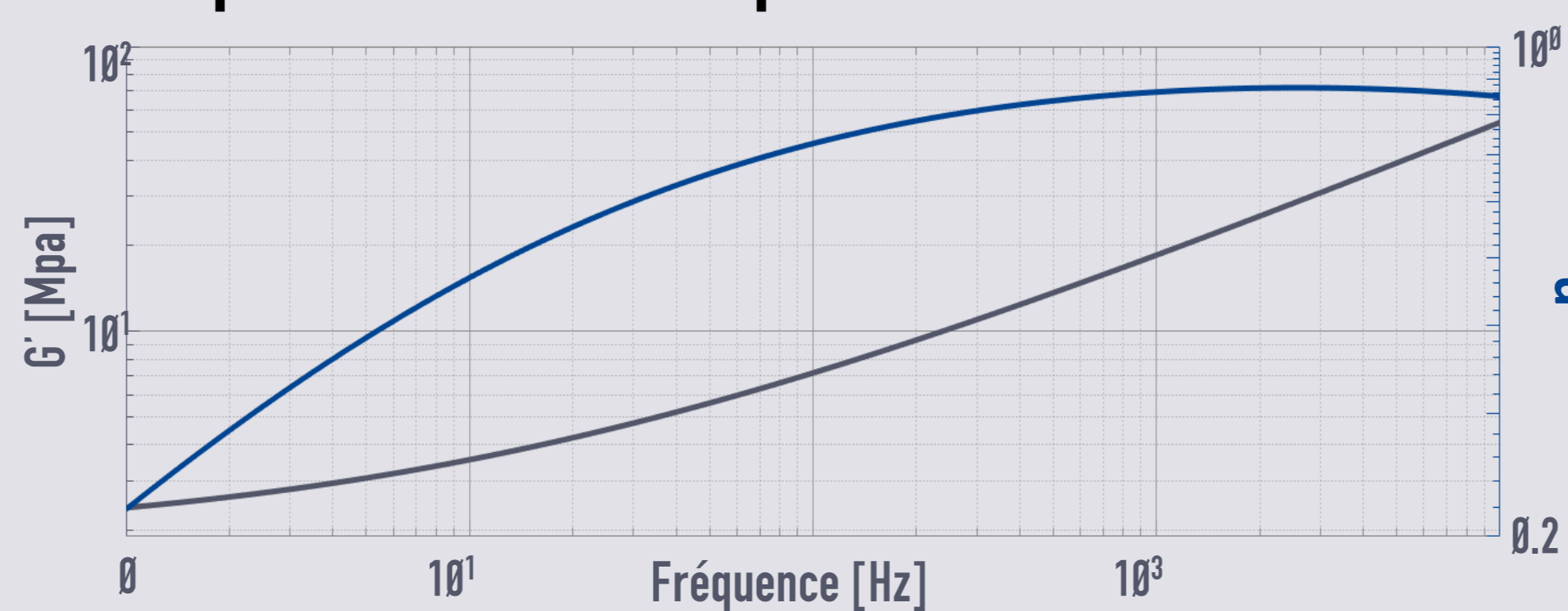


3. Loi viscoélastique fractionnaire

- Coefficient de cisaillement complexe et dépendant de la fréquence d'excitation :

$$G^*(\omega) = \frac{G_0 + G_\infty (i\omega\tau)^\alpha}{1 + (i\omega\tau)^\alpha}, \alpha \in [0, 1]$$

- Module de compressibilité K constant
- Utilisation de Deltane 350 pour les calculs
- Propriétés identifiées par essais DMA :

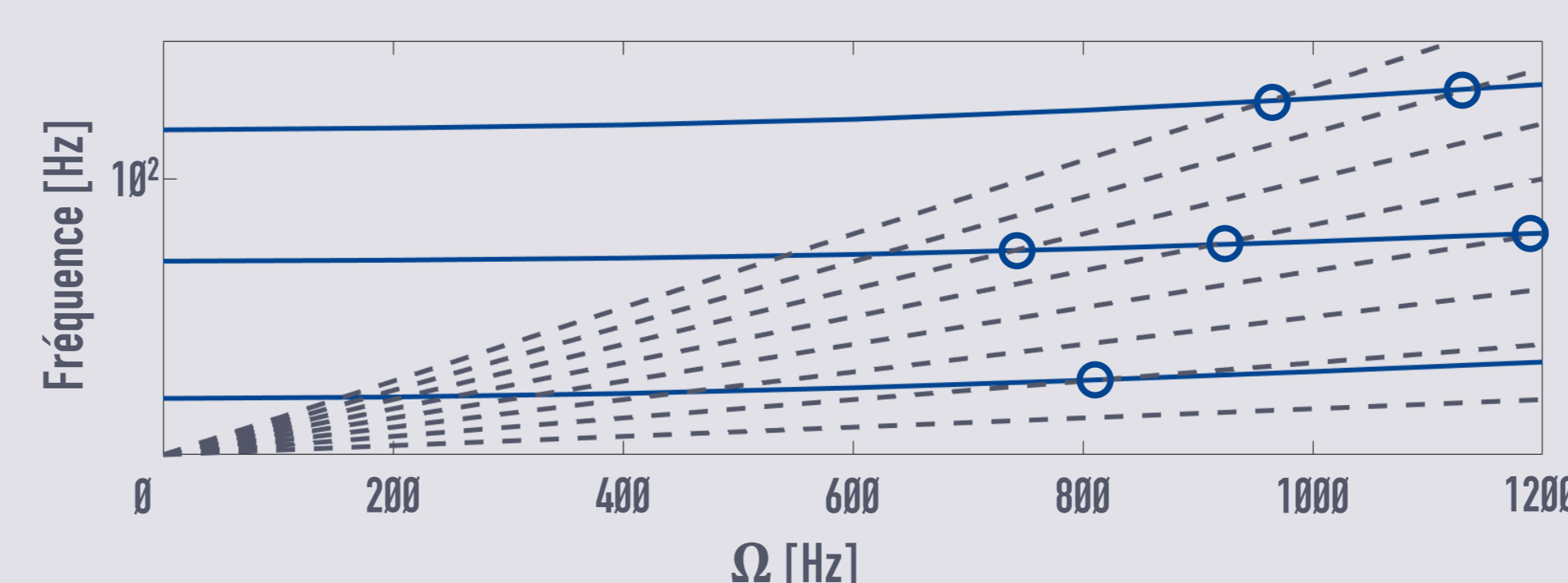


4. Analyse modale linéaire

- Résolution du problème aux valeurs propres sur le système conservatif :

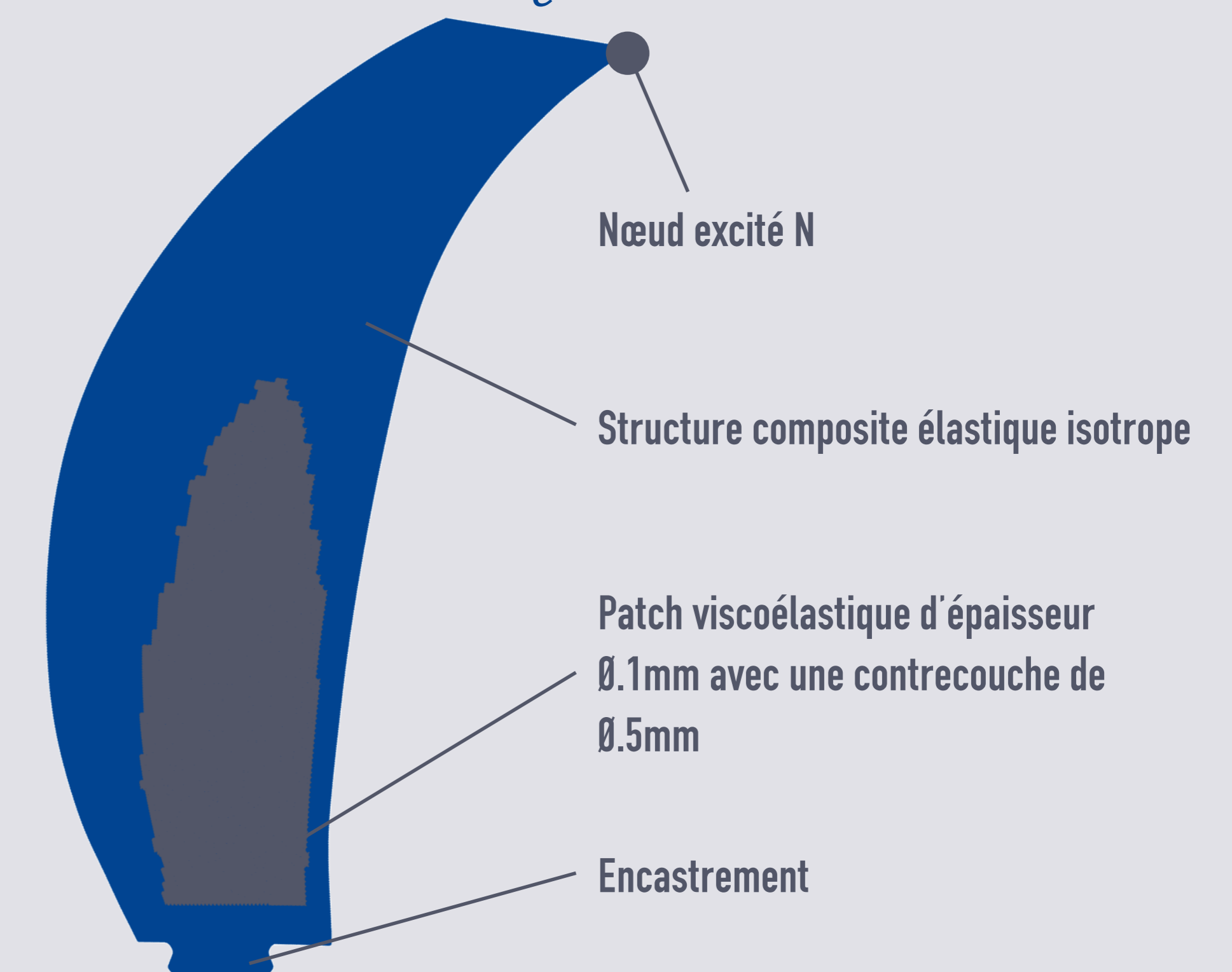
$$M\ddot{U}^* + (K_{lin_e} + G^*(\Omega)K_{lin_v})U^* = 0$$

- Propriétés viscoélastiques fixées pour chaque vitesse de rotation Ω

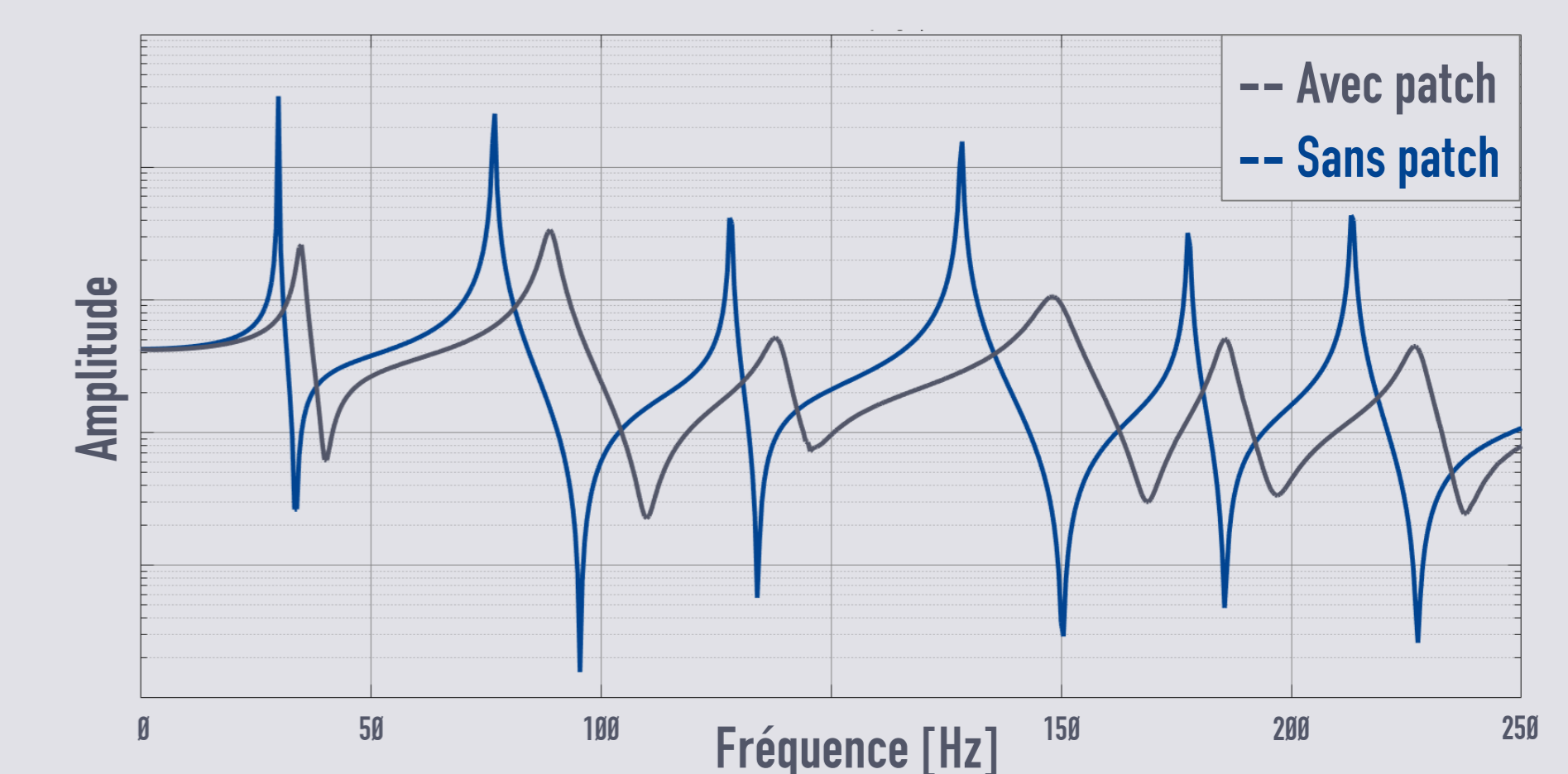


5. Calcul de réponse harmonique

- Formulation du problème dynamique linéarisé autour de l'état précontraint : $M\ddot{U}^* + (K_{lin_e}^* + G^*(\omega)K_{lin_v})U^* = F_{ext}$
- Effet gyroscopique négligé
- Amortissement hystérétique sur les parties élastiques : $K_{lin_e}^* = (1 + i\eta_e)K_{lin}$



- Excitation unitaire orthoradiale sur le nœud N
- Réponse en déplacement sur le degré de liberté excité
- Réduction de modèle par projection multi-modale : projection des matrices du problème sur un espace composé de deux bases modales évaluées à ω_{min} et ω_{max} et orthogonalisées



Perspectives

- Prise en compte d'une loi hyper-élastique
- Optimisation des propriétés matériau et de la géométrie du patch
- Corrélation calcul/essais avec des essais en rotation sous vide sur le banc PHARE au LTDS