

Identification modale expérimentale et identification d'efforts sur une structure tubulaire soumise à une excitation fluide

Ch. Bodel, H. Andriambololona (EDF R&DIAMA)

Contexte général

Les échangeurs de chaleur (condenseurs, générateurs de vapeur), les assemblages combustibles, et les grappes de commande, sont des structures tubulaires soumises à des excitations d'interaction fluide-structure complexes qui peuvent être divisées en :

- Efforts dépendant du déplacement de la structure, appelés efforts fluide-élastiques, qui modifient le comportement dynamique de celle-ci (masse ajoutée, amortissement ajouté...)
- Efforts indépendants du mouvement de la structure ; ce sont les efforts induits par la turbulence de l'écoulement, qui dépendent uniquement de la géométrie de la structure et de son environnement.

Un logiciel d'identification appelé MEIDEE a été développé à la fin des années 80 par le département MFEE, dans le but d'identifier de manière séparée les efforts décrits ci-dessus. En 2006, il a été reprogrammé entièrement

pour être utilisable depuis Code Aster sous la forme d'une macro-commande interactive appelée MACRO VISU MEIDEE.

Afin de valider la méthode d'identification sous sa nouvelle forme, une boucle de validation a été mise en place sur une maquette représentant la partie située au-dessus des assemblages combustibles comprenant la grappe de commande. L'étude a plus particulièrement porté sur un crayon de grappe.

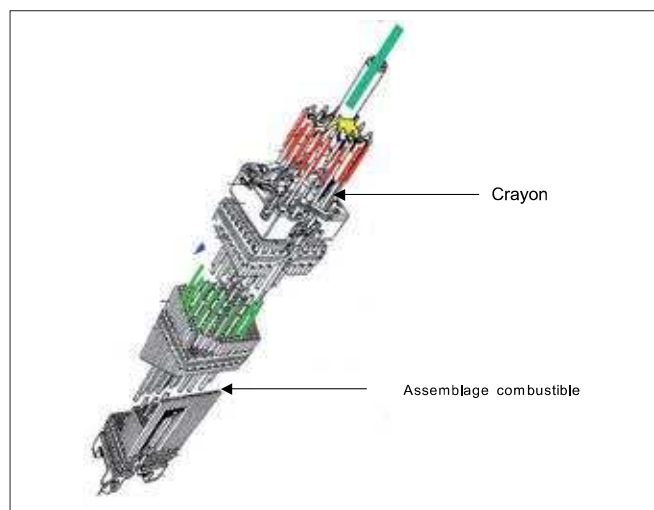


Figure 1 : schéma de l'assemblage et de la grappe.

Objectif et déroulement de l'étude

Principe de l'étude :

Les structures étudiées ont souvent un fonctionnement non-linéaire : les tubes de condenseur et de GV choquent contre les plaques entretoises, les crayons d'assemblages et les crayons de grappe de commande frottent contre les cartes. Cependant, lorsqu'on effectue des mesures

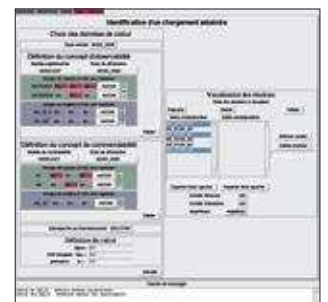


Figure 2 : interface pour l'identification d'efforts turbulents (restitution pas encore effectuée)...

sur maquette, on idéalise le fonctionnement de celle-ci en la linéarisant. On suppose que cela n'influe pas sur les efforts identifiés, qui ne dépendent que de la forme de l'écoulement.

Les efforts sont estimés par mesure des vibrations de la maquette linéarisée et par résolution du problème inverse en retrouvant les forces permettant, au travers du modèle utilisé, de retrouver au mieux la mesure. La linéarisation du comportement du crayon permet de fabriquer un modèle modal de la structure que l'on pourra inverser.

Tous les calculs cités ci-dessous, ainsi que l'identification d'efforts, ont été réalisés par

Identification modale expérimentale et identification d'efforts sur une structure tubulaire soumise à une excitation fluide,

Ch. Bodel, H. Andriambololona (EDF R&DIAMA)

Code Aster. Les mesures sur la maquette et les phases d'identification ont été effectuées avec le logiciel TestLab de LMS et un système d'acquisition Scadas Mobile (LMS).

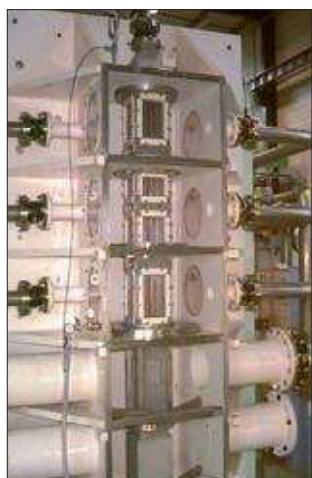


Figure 3 : photo de la maquette PHACETIE.

Étapes du calcul :

Le calcul se décompose en 7 étapes :

- 1. réalisation d'un modèle modal de la structure : l'analyse modale est effectuée avec 15 accéléromètres sur le crayon étudié et une excitation maîtrisée (marteau piezo-électrique), le tout posé sur banc d'essai,
- 2. réalisation d'un modèle numérique full-3D du crayon ; recalage des fréquences numériques sur les fréquences expérimentales en modifiant les raideurs des soufflets de linéarisation (opérateur MACR RECAL dans Aster),

- 3. mesures de la structure sous écoulement sur la maquette ; la mesure avec accéléromètres étant impossible dans ces conditions, on utilise des jauges de contrainte collées sur la paroi interne du tube,

- 4. analyse modale sous excitation non maîtrisée avec le module Polymax de LMS.

- 5. extension des modes expérimentaux sur jauges sur le modèle 3D pour obtenir des modes en déplacements (opérateurs PROJ MESU MODAL et REST BASE PHYS dans Aster),

- 6. identification des efforts par inversion du modèle

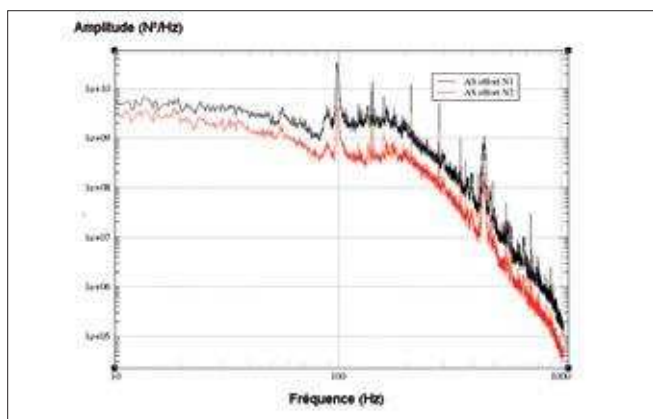


Figure 4 : spectre d'efforts identifiés sur deux points d'application.

modal étendu (opérateur MACRO VISU MEIDEE dans Aster) ; on obtient un auto-spectre identifié en deux points d'application choisis judicieusement du même type que le spectre représenté Figure 4,

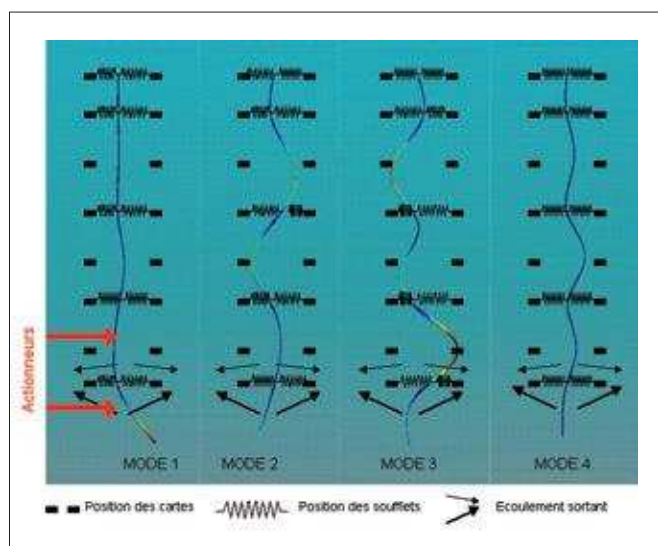


Figure 5 : forme des modes identifiés et étendus sur modèle numérique, avec position des ressorts de maintien et forme de l'écoulement.

contrairement à la maquette, est supposé avoir un comportement semblable à celui de la structure réelle. Les calculs effectués, non linéaire, car prenant en compte les chocs et les frottements de la structure contre son environnement, ont pour but de prévoir l'usure de la structure.

Conclusion

La validation de la boucle d'identification sur modèle numérique a permis de retrouver des niveaux proches de ceux mesurés. Les efforts identifiés doivent, début 2008, être appliqués au modèle réel de crayon qui prendra en compte les non-linéarités de choc et de frottement contre les cartes.

On présentera en conclusions les pistes d'amélioration des méthodes d'identification.

- 7. validation des efforts identifiés sur modèle numérique 3D reproduction des déplacements en réponse à l'excitation introduite.

Les efforts ainsi calculés sont destinés à être appliqués sur un modèle numérique qui,