
APPLICATIONS

MODELE DYNAMIQUE VERTICAL D'ASSEMBLAGE DE COMBUSTIBLE

Un des cas de charge dimensionnant pour les assemblages de combustible est l'effort d'impact entre l'assemblage et la plaque inférieure de cœur qui intervient lors d'un APRP, accident avec perte de réfrigérant primaire. Il consiste en une rupture brutale du circuit primaire qui induit une onde de décompression dans le cœur. Cette onde provoque des mouvements verticaux du cœur (comprimé entre les plaques supérieure et inférieure), conduisant à des décollements et à des retombées des assemblages de combustible sur la plaque inférieure. On est donc amené, pour déterminer ces effort d'impact, à construire un modèle dynamique d'assemblage de combustible.

Schématiquement, un assemblage de combustible est constitué de 264 crayons combustible (où toute la masse est concentrée) et de 25 tubes guides, ces derniers constituant le squelette de l'assemblage. Les crayons sont reliés au squelette par l'intermédiaire de grilles (8 pour un assemblage de type 900 MWe) soudées aux tubes guides (cf. Figure 1). Au niveau d'une grille, chaque crayon est serré radialement dans deux directions perpendiculaires, à l'aide de deux ressorts. Les sollicitations axiales sur les crayons sont donc compensées par les efforts tangentiels de friction qui naissent aux contacts crayons-ressorts de grilles. En cas d'impact, le glissement apparaît entre les crayons et les ressorts de grille.

On doit modéliser des non-linéarités de frottement entre crayon et tube guide (phases d'adhérence et de glissement), et des non-linéarités de type choc. L'opérateur `DYNA_TRAN_MODAL` utilisé ici permet de prendre en compte ces deux

types de non-linéarités pour un calcul effectué en base modale.

Dans un premier temps, on a étudié les effets de compression sur l'assemblage (uniquement les non-linéarités de glissement apparaissent). Le modèle est validé par comparaison avec des résultats expérimentaux issus des rapports de conception mécanique des fournisseurs (cf. Figure 2).

Dans un second temps, on a réalisé une étude de chute de l'assemblage sur un support fixe. La validation de cette étape est plus délicate car les rapports de conception mécanique fournissent les forces d'impact sur l'embout inférieur mais pas le temps de choc. De plus, il est apparu que le modèle discret ne permet pas de rendre compte correctement des phénomènes dynamiques liés au choc et notamment de la propagation de l'onde de choc dans la structure. On a donc construit des modèles où les éléments discrets sont remplacés par des éléments poutres (cf. Figure 3).

Le critère habituel de dimensionnement (force maximale de choc) ne peut pas être utilisé directement. Il faut passer par le calcul de l'impulsion, qui est la grandeur caractérisant physiquement le choc de l'assemblage sur un support infiniment rigide. La connaissance de cette impulsion et du temps de choc permet alors de déterminer un chargement équivalent et l'effort équivalent de dimensionnement.

Christophe TROLLAT (SEPTEN/MS/SC)

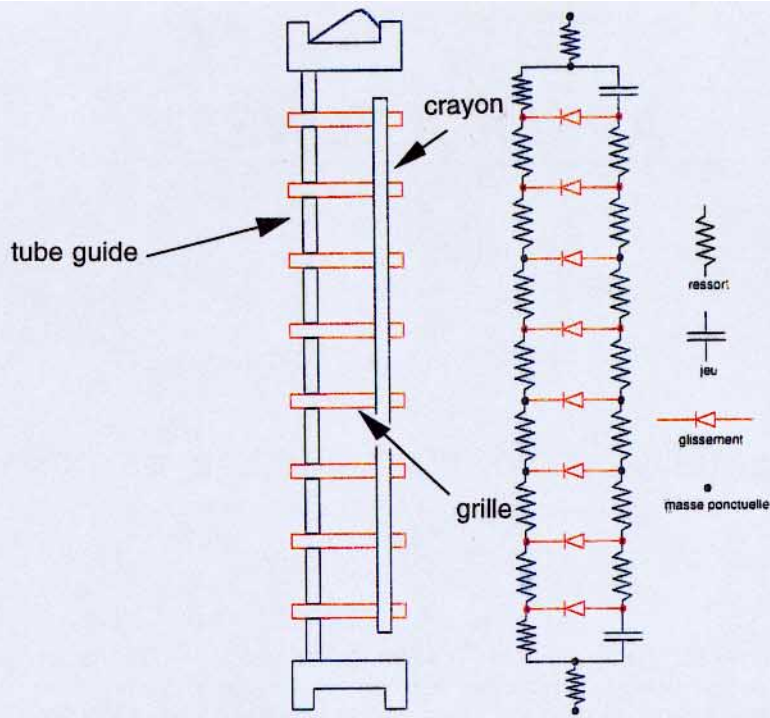


Figure 1 : Modélisation par des éléments discrets

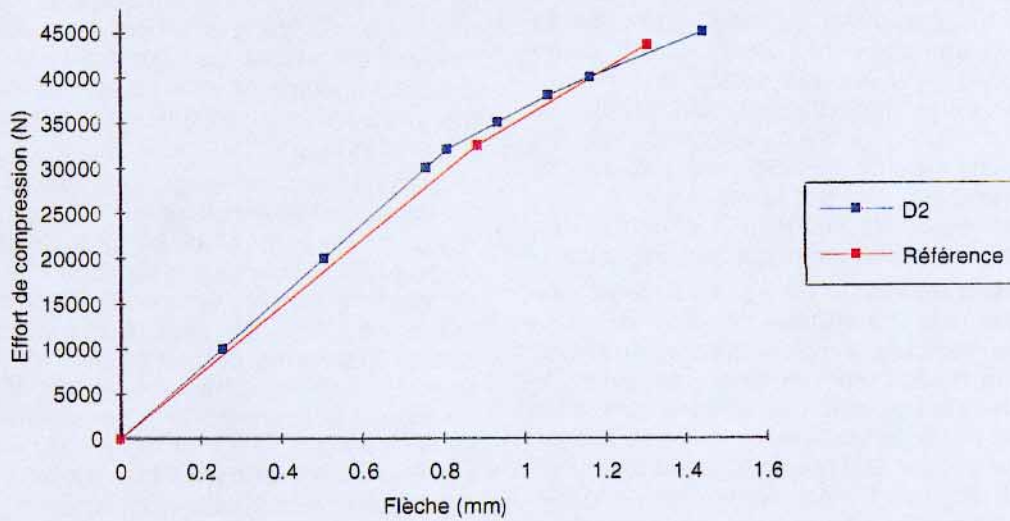


Figure 2 : Courbes de raideur pour le modèle discret (D2) et la référence expérimentale

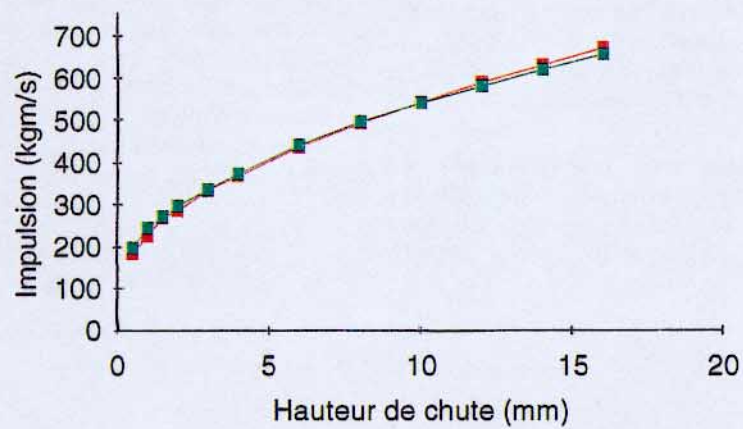


Figure 3 : Modèle de poutre : Impulsion en fonction de la hauteur de chute pour une raideur de choc de 10^9 N.m^{-1}

