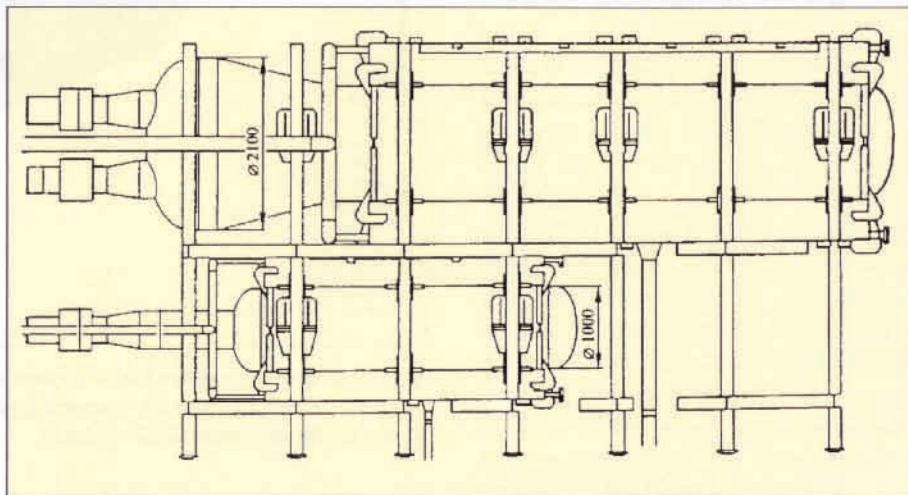


# Comportement dynamique du caisson de démarrage du circuit de contournement de la turbine N4

**A**u cours de la phase de démarrage d'une centrale nucléaire ou lors d'un fonctionnement à bas régime, une partie de la vapeur destinée à faire tourner la turbine du Groupe Turbo-Alternateur est détournée directement vers le condenseur. Pour lui faire perdre une grande partie de sa pression, la vapeur passe au travers d'un caisson dit de démarrage qui joue le rôle d'un pot de détente. Il va sans dire qu'à ce moment là des puissances considérables (plusieurs centaines de MW) peuvent transiter dans le caisson. Sur les paliers antérieurs P4 et P'4 ces caissons ont subi des avaries mécaniques répétées et c'est pourquoi nous leur avons consacré de nombreuses études dynamiques visant principalement à caractériser les écoulements à l'intérieur du caisson afin d'avoir une bonne connaissance de l'excitation qui leur est due. Pour les caissons du palier N4 (1) nous adoptons une démarche encore plus poussée faisant intervenir des essais vibratoires et acoustiques, des calculs d'écoulements et enfin des calculs de réponse dynamique d'un modèle Aster aux chargements induits par les écoulements. Le but ultime de cette dernière étape est de



1 Caissons de contournement vapeur sur leurs supportages en poutres IPN. À la partie supérieure se trouve le caisson de puissance et à la partie inférieure le caisson de démarrage (celui qu'on étudie)

calculer les contraintes dans le caisson pour pouvoir se prononcer sur sa tenue dans le temps. Reprenons une par une les différentes étapes de cette étude très complète (2).

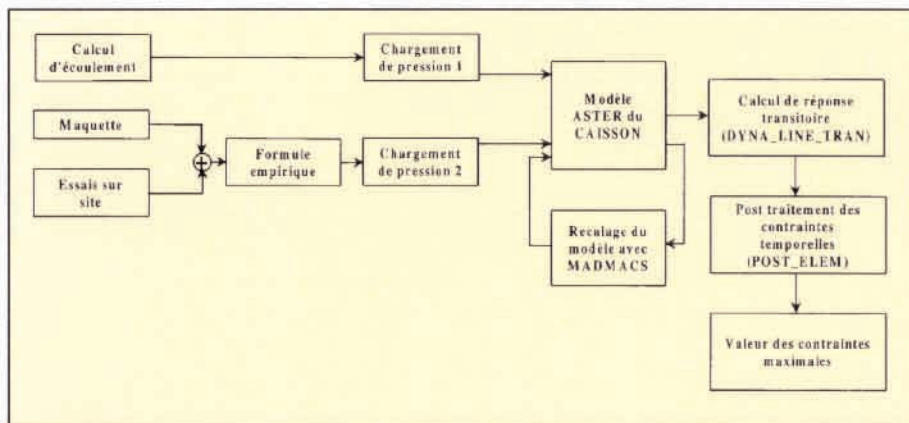
## Détermination des chargements de pression

Deux types de chargements de pression ont été utilisés. Le premier, issu d'un calcul d'écoulement, ne décrit que très médiocrement les

phénomènes turbulents et ne permet pas d'obtenir les résonances acoustiques au-delà des tout premiers modes. Le second est obtenu par une formule analytique semi-empirique calée sur des données de mesure réalisées sur site et sur maquette au Département Acoustique et Mécanique Vibratoire.

## Recalage d'un modèle dynamique du caisson

Un modèle dynamique du caisson (2200 éléments de coque) a été réalisé. Les modes propres et les fréquences propres de ce modèle ont été recalés avec le logiciel MADMACS sur les modes propres et les fréquences propres identifiées sur site par le département REME. On a joué principalement sur le module d'Young du caisson ainsi que sur les raideurs des supportages. Afin de représenter le mieux possible le risque d'accrochage d'un mode mécanique par un mode acoustique un soin tout particulier a été apporté au bon



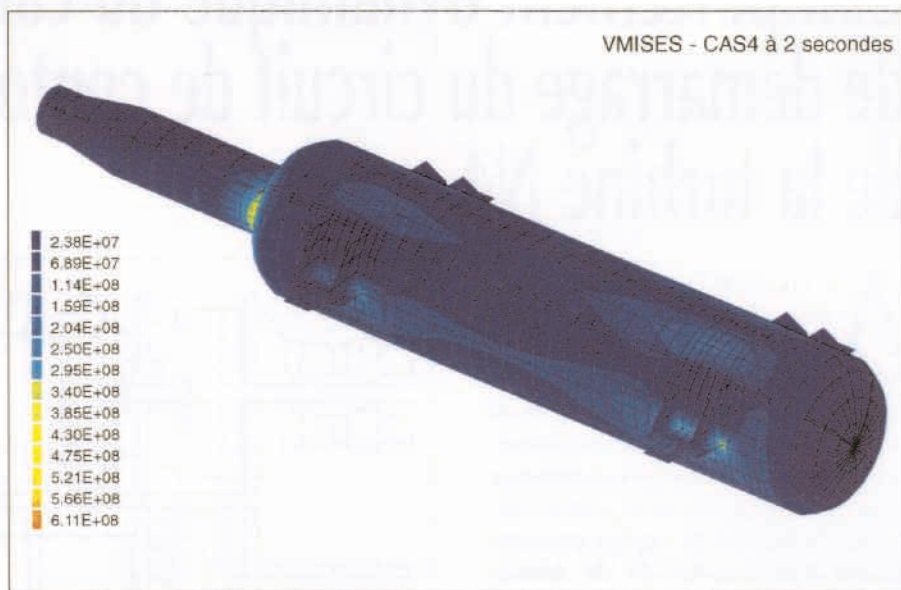
2 Description schématique du déroulement de l'étude

# Comportement dynamique du caisson de démarrage du circuit de contournement de la turbine N4 (suite)

positionnement des fréquences propres du modèle dynamique du caisson.

## Réponse dynamique du caisson et détermination des contraintes

On a calculé la réponse du caisson aux deux chargements de pression décrits précédemment par intégration directe avec l'opérateur de dynamique transitoire linéaire. Il s'agit d'un calcul chaîné (pas de couplage entre le fluide et le caisson). Des développements de quelques fonctionnalités du *Code\_Aster* ont été nécessaires pour prendre en compte un chargement de pression instationnaire. Avec le chargement le plus réaliste, on trouve que le mode de réponse prépondérant calculé est à 90 Hz, c'est-à-dire à une fréquence proche de la fréquence du mode prépondérant mesurée en fonctionnement sur site (95 Hz). Les contraintes maximales (3) sont obtenues dans la région aval du caisson qui est celle où ont été enregistrées le plus fréquemment les avaries sur les caissons, de conception voisine, des paliers P4 et

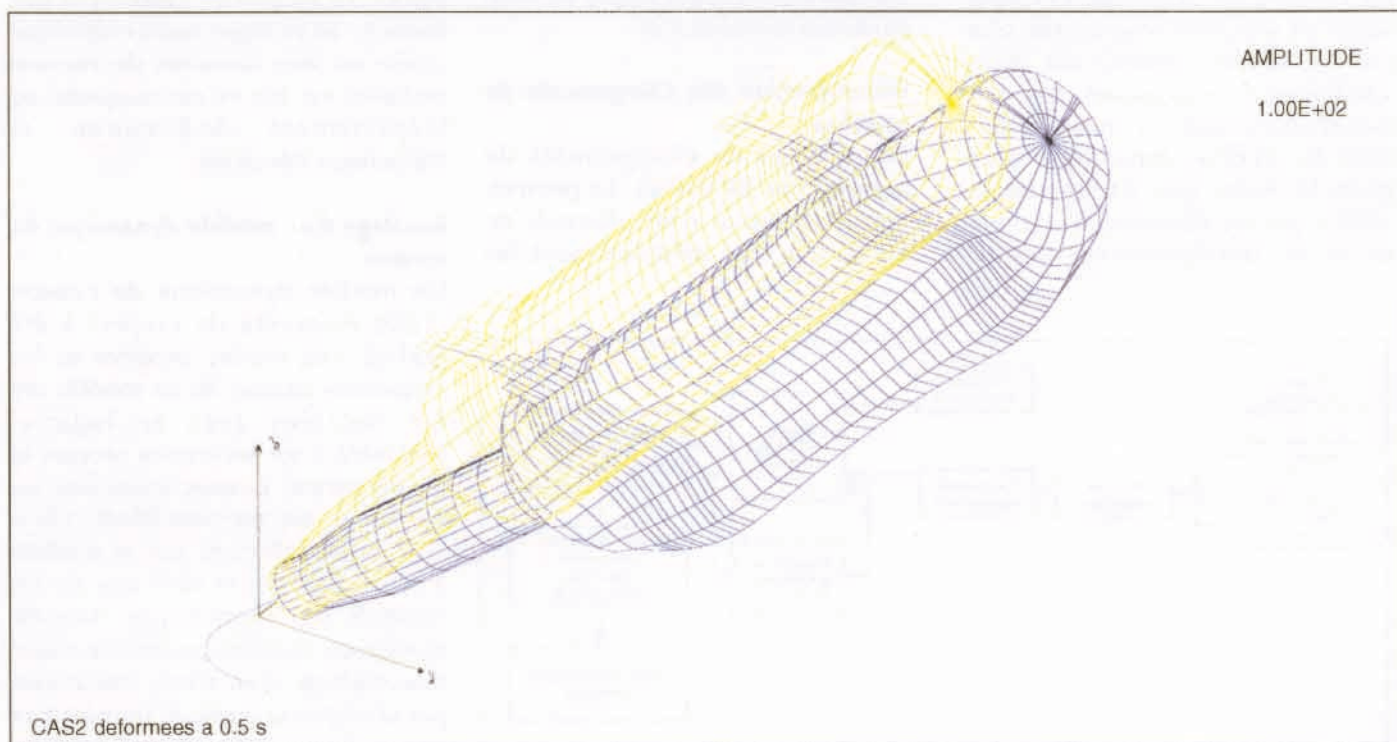


**3** Champ des contraintes sur le caisson après application d'un chargement de 2 s. On note (si l'on excepte les supports peu réalistes) une contrainte maximale sur la partie supérieure de la virole à droite

P'4, qui, on le rappelle, sont d'une conception voisine du caisson étudié ici.

Les deux difficultés majeures de cette étude ont été l'impossibilité de recaler l'ensemble des modes prépondérants et la nécessité de

disposer d'un espace disque très important pour le stockage des fichiers résultats. Pour la réalisation d'autres études de ce type, ces deux difficultés devraient être levées en réalisant les développements nécessaires pour effectuer les calculs sur base modale. ■



**4** Déformation du caisson au temps  $t = 0,5$  s. Manifestement le caisson vibre sur un mode de coque à 3 lobes couplé avec une flexion