

ANOMALIE GÉNÉRIQUE SUR LES GÉNÉRATEURS DE VAPEUR**DES RÉACTEURS DE 1300 MWe**

---ooOoo---

Schématiquement, un générateur de vapeur est un échangeur de chaleur qui utilise les calories de l'eau du circuit primaire du cœur du réacteur pour chauffer et transformer en vapeur l'eau d'un autre circuit indépendant dit secondaire, et finalement faire tourner la turbine.

Sur chaque réacteur de 1300 MWe, existent quatre générateurs de vapeur, qui contiennent chacun 5400 tubes par lesquels la chaleur du circuit primaire est transférée au circuit secondaire. Ces tubes ont une épaisseur de 1 millimètre et doivent résister à une différence de pression de l'ordre de la centaine de bars.

Une des raisons du suivi particulier apporté à ces tubes est le caractère spécifique de l'accident de rupture de tube du générateur de vapeur. Un tel tube constitue en effet une barrière entre le circuit primaire et le circuit secondaire. Une éventuelle rupture conduirait à déverser du fluide primaire dans les tuyauteries dites secondaires et à des rejets à l'atmosphère si une des vannes ou des soupapes du circuit secondaire s'ouvrait. En cas d'accident de rupture de tube de générateur de vapeur, il convient donc de prévoir une conduite qui permette de ramener le réacteur à l'état d'arrêt sûr sans que ces soupapes et ces vannes ne s'ouvrent et donc sans que du fluide primaire ne puisse être rejeté à l'atmosphère.

L'expérience des 8 ruptures survenues à l'étranger montre que les rejets effectués sont généralement très faibles et n'entraînent aucune contamination à l'extérieur du site. Néanmoins, il convient de prendre toutes les mesures pour réduire autant que possible la fréquence de cet accident, en particulier en assurant un suivi aussi précis que possible des tubes de générateurs de vapeur afin de connaître leur état et d'anticiper toute rupture.

.../...

I] DESCRIPTION DE L'ANOMALIE

Les contrôles effectués lors des arrêts pour rechargement des réacteurs de Nogent 1, Saint-Alban 2, et Paluel 4 ont mis en évidence la présence de défauts sur plusieurs centaines de tubes de certains des générateurs de vapeur de ces réacteurs. Ces défauts sont généralement situés au centre du faisceau tubulaire.

Les défauts constatés correspondent à un rétrécissement à la base du tube, au niveau supérieur de la plaque tubulaire, parfois accompagné de fissures. Ils sont dus à l'oxydation et au gonflement de boues particulièrement dures et corrosives dont la présence a été mise en évidence sur les différentes plaques tubulaires, mais dont l'origine n'a pu être déterminée de manière précise, même si elle semble devoir être reliée aux phases de construction.

Cette anomalie est susceptible d'affecter l'ensemble des générateurs de vapeur de 1300 MWe. Néanmoins, les contrôles effectués en août sur Belleville 1 et en novembre sur Nogent 2 n'ont pas révélé la présence de ce type de défauts sur les tubes contrôlés.

II] LES MESURES PRISES

Dès le début de l'anomalie, le SCSIN a indiqué qu'il n'autoriserait le redémarrage des réacteurs affectés que lorsqu'Electricité de France aurait apporté la preuve que les générateurs de vapeur étaient en mesure de fonctionner pendant un cycle sans risque de rupture de tube.

Depuis cette date, Electricité de France a apporté un certain nombre d'éléments concourant à cette démonstration, dont les principaux sont :

- la mesure de déformation réelle des tubes endommagés (grâce à la mise au point en novembre d'une méthode de mesure adaptée à ces défauts) reposant sur les signaux enregistrés par une sonde à courants de Foucault.

- le choix d'un critère de bouchage, en fonction des mesures obtenues, destiné à éliminer les tubes qui pourraient se rompre lors du cycle suivant.

Cependant, même si les mesures compensatoires imaginables ont été prises, la démonstration apportée ne peut prétendre exclure tout risque de rupture de tube.

.../...

Aussi le SCSIN n'a autorisé le redémarrage des réacteurs concernés (Cattenom 2, Saint-Alban 2 et Paluel 4), que dans des conditions particulièrement strictes :

- le redémarrage n'est autorisé que pour une période de six mois à l'issue de laquelle un nouveau contrôle devra être effectué ;
- tout réacteur sur lequel une fuite de plus de 3 l/h apparaîtrait ou sur lequel une évolution de la fuite supérieure à 1 litre serait observée en moins d'un jour sera arrêté et contrôlé.

En ce qui concerne le réacteur de Nogent 1, la réalisation d'un nettoyage chimique a permis d'éliminer une grande partie de la boue présente sur la plaque tubulaire. Le redémarrage pour un cycle court de neuf mois a donc pu être autorisé.

III) LES PROCEDURES SPECIFIQUES PRISES LORS DU PREMIER DEMARRAGE D'UN REACTEUR

Dans ce cas, des inspections particulières ont été réalisées afin de confirmer ou infirmer l'existence de boues sur les plaques tubulaires des générateurs de vapeur.

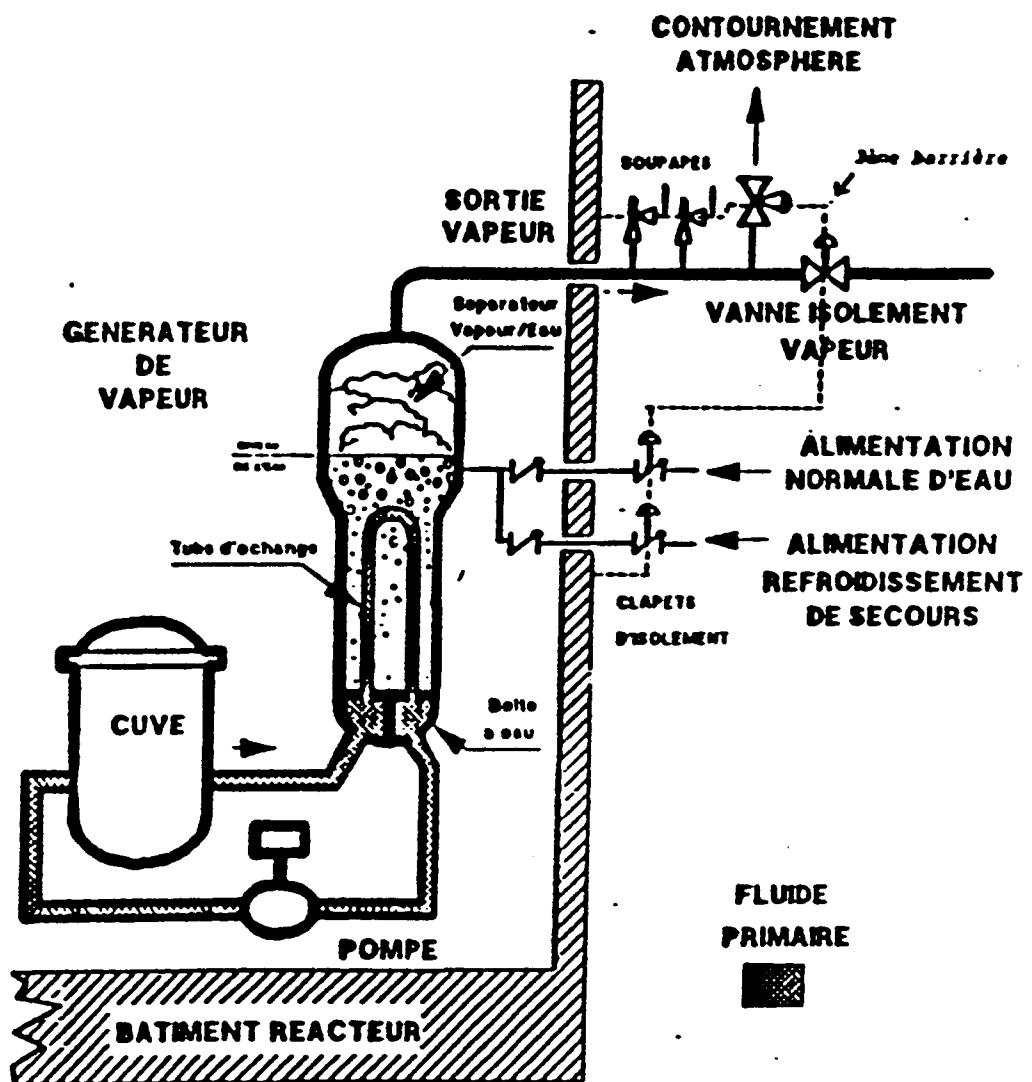
Ces inspections ont montré qu'il pouvait exister une très fine couche de boues au centre de la plaque tubulaire mais que celle-ci était encore pulvérulente, et n'avait donc pas encore eu le temps de se solidifier ou de gonfler.

Avant que le SCSIN n'autorise le démarrage du réacteur et en particulier avant toute montée en température du circuit primaire, une opération de nettoyage des plaques tubulaires doit être entreprise afin d'éliminer cette présence de boues.

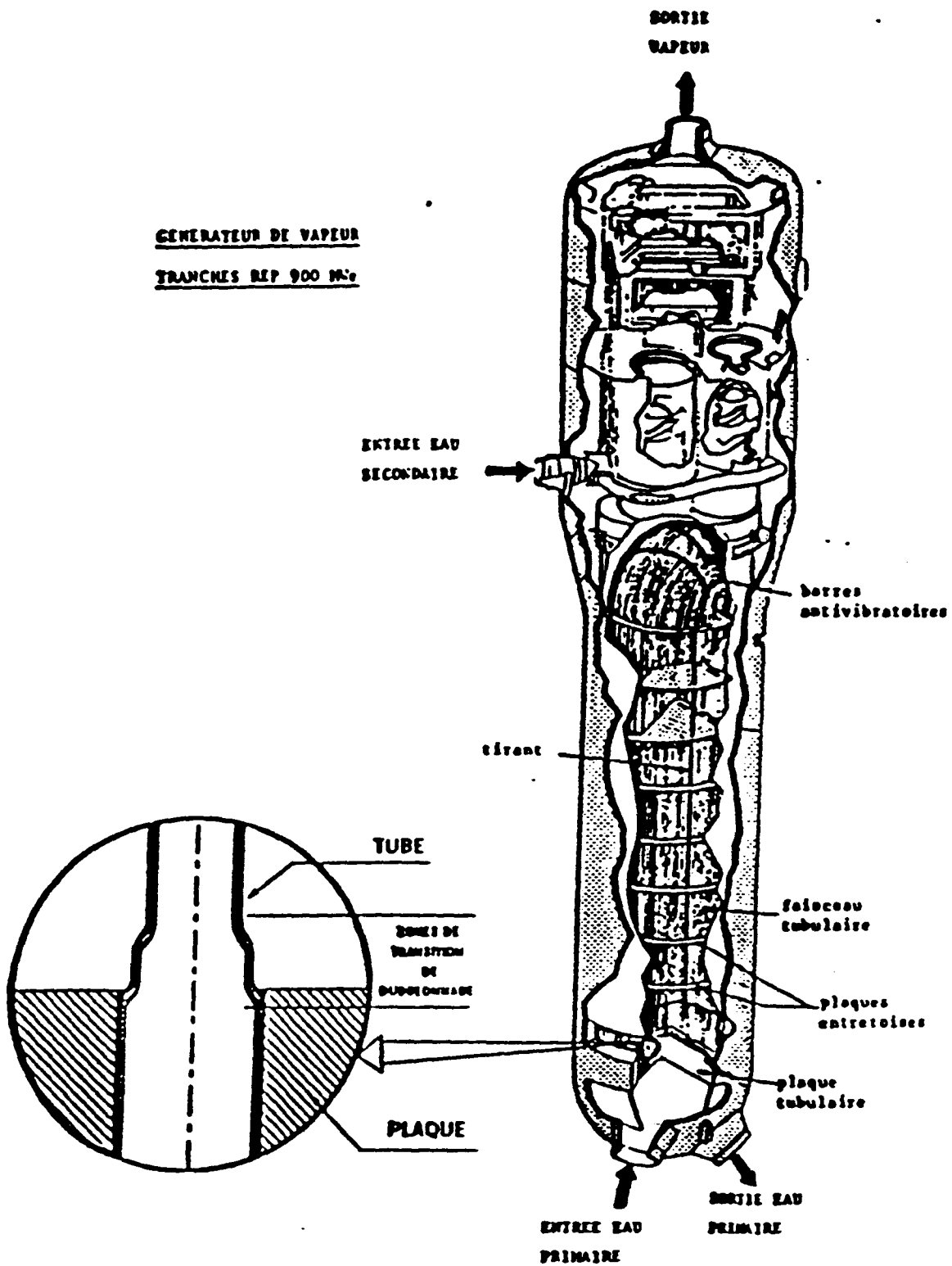
Elle permettra également d'analyser les boues et de se prononcer sur leur nocivité éventuelle.

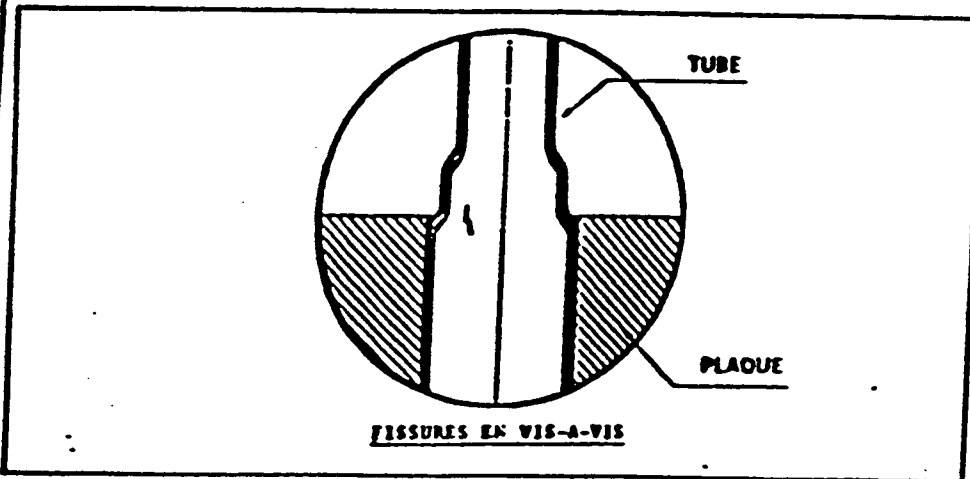
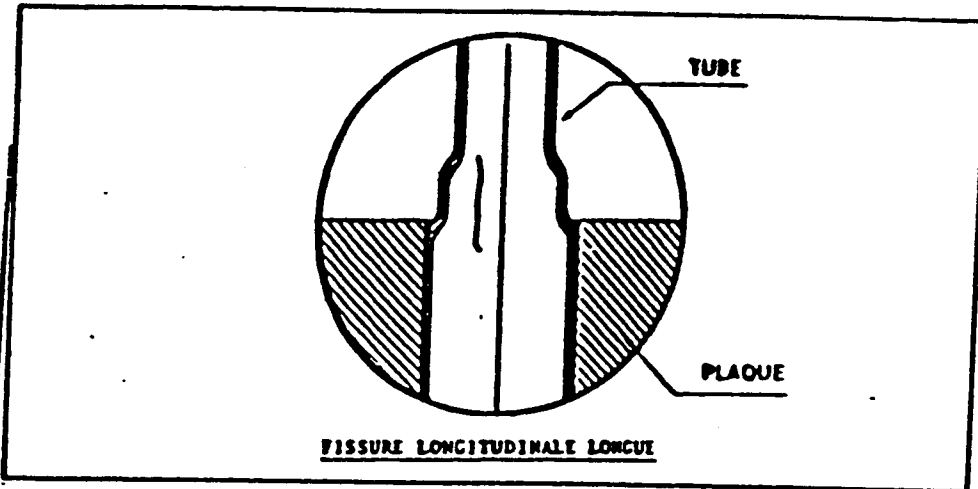
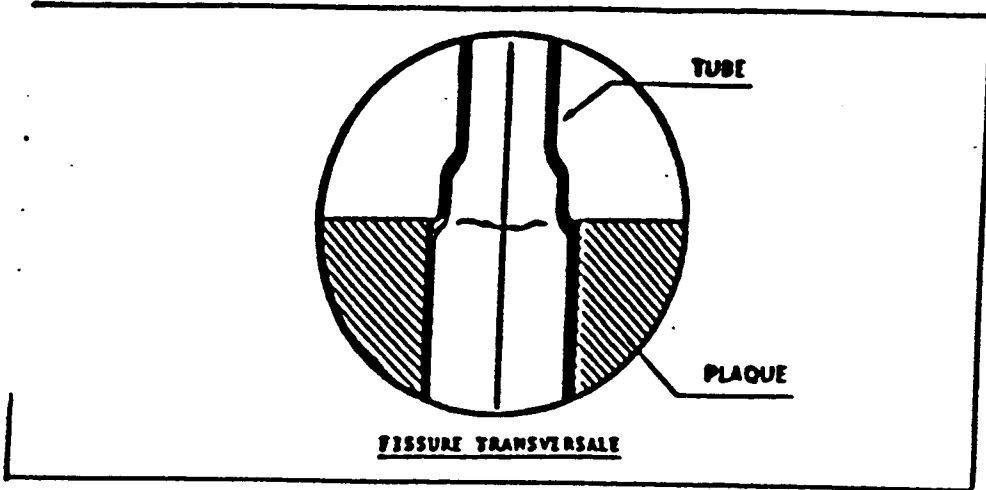
Par ailleurs, il sera vérifié à plusieurs reprises lors du démarrage de ces installations, l'absence de dépôts sur les plaques tubulaires des générateurs de vapeur.

Principe de confinement pour le circuit secondaire eau et vapeur



GENERATEUR DE VAPEUR
FRANCHES REP 900 M²





**ANOMALIES RENCONTREES SUR LES PIQUAGES DES PRESSURISEURS
DES REACTEURS DE 1300 MWe**

---oo0oo---

I) DECOUVERTE DE L'ANOMALIE

Au cours de l'arrêt programmé pour maintenance et rechargement du combustible de Cattenom 2 et Nogent 1, le circuit primaire principal a fait l'objet d'une épreuve réglementaire. Cette opération consiste à soumettre périodiquement l'appareil à une pression hydraulique supérieure à la pression maximale pouvant être atteinte lors de l'exploitation. Dans le cas présent, il s'agissait de la première épreuve depuis le redémarrage des tranches.

Durant cette mise en pression, il a été constaté sur chacune des 2 tranches, un suintement au niveau du raccordement d'une canalisation de faible diamètre (environ 30 mm) sur le pressuriseur. Ce type de raccordement est communément dénommé piquage.

II) RAPPEL : LE PRESSURISEUR (voir schémas)

Le pressuriseur est un réservoir cylindrique vertical, fermé à ses extrémités par deux fonds hémisphériques et d'une capacité d'environ 60 m³ pour les centrales de 1300 MWe. Il constitue le dispositif de régulation et de limitation de la pression pour l'ensemble du circuit primaire principal.

Il comporte, en particulier, 11 piquages d'instrumentation (6 en partie basse, 5 en partie haute) permettant d'effectuer en fonctionnement des mesures de température, de niveau ou de pression.

Ces piquages sont dudgeonnés, c'est à dire expansés radialement afin d'augmenter leur diamètre pour les immobiliser dans leur support. Puis ils sont soudés sur un renforcement du revêtement interne en inox du pressuriseur.

.../...

Les piquages des tranches de 1300 MWe se différencient principalement des tranches de 900 MWe par la nature du matériau qui les constituent. Il s'agit en effet d'inconel 600 (alliage de nickel-chrome-fer) pour les tranches de 1300 MWe et d'inox pour les tranches de 900 MWe.

II) CONSTATS FAITS SUR CATTENOM 2 ET NOGENT 1

Des contrôles par endoscopie et ressuage de l'intérieur des piquages présentant un défaut d'étanchéité ont mis en évidence :

- un défaut de soudage à Cattenom 2
- une zone oxydée et une fissure longitudinale entre la soudure et le début du dudgeonnage à Nogent 1.

Il s'agirait d'un phénomène de corrosion sous contrainte initié à partir d'une anomalie de soudage ayant engendré dans le piquage des contraintes importantes.

Par ailleurs, des contrôles effectués sur Belleville 1, Saint-Alban 2 ont montré l'existence de fissures sur ces piquages.

III) TRAITEMENT DE L'ANOMALIE

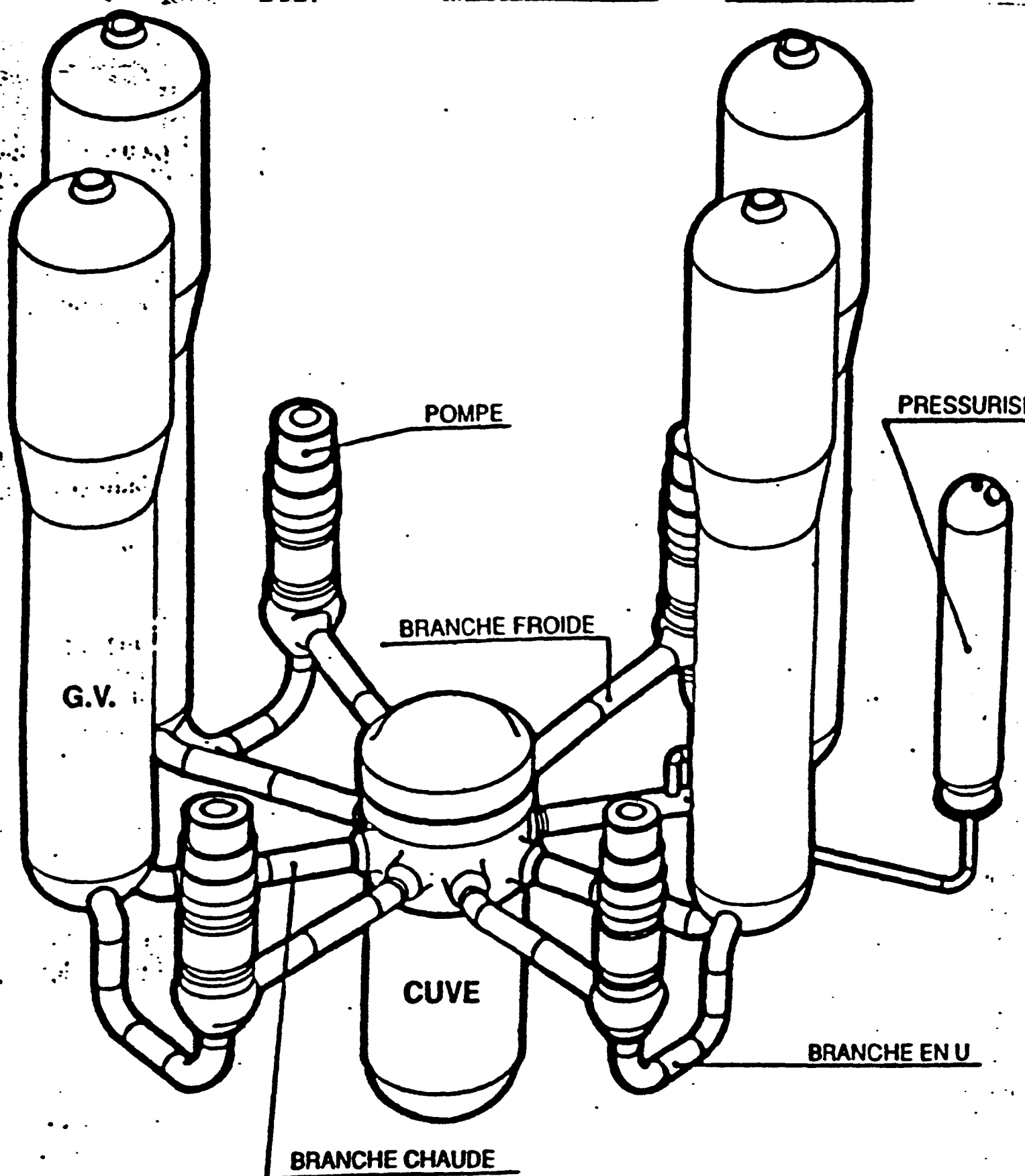
Les fissures de faible importance ne remettent généralement pas en cause l'étanchéité du piquage en fonctionnement normal. Néanmoins, elles confirment l'existence de défauts susceptibles d'entraîner la rupture du piquage. Une telle rupture entraînerait l'apparition d'une fuite sur le circuit primaire du réacteur. Cette situation, prévue dès la conception, serait maîtrisée par les procédures accidentelles existantes. Il convient cependant de l'éviter.

Aussi, l'exploitant a pris les mesures suivantes jugées acceptables par le service central de sûreté des installations nucléaires :

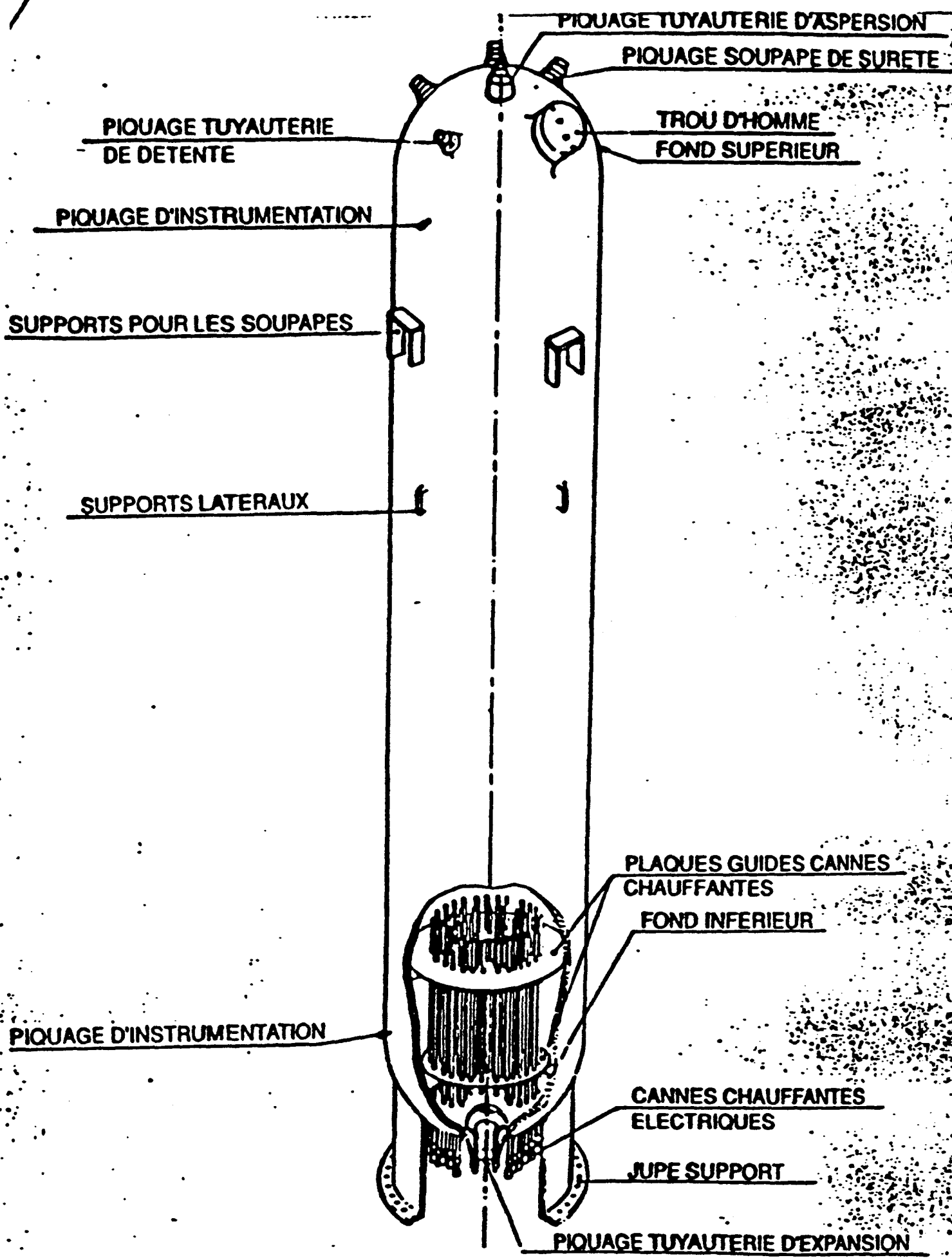
- extension des contrôles réalisés sur les piquages à tous les réacteurs de 1300 MWe ;
- réparation de tous les piquages affectés dans un délai de 2 ans, et mise en place d'un dispositif anti-éjection dans la période transitoire.

IV) LE CAS DES REACTEURS EN DEMARRAGE

L'exploitant s'est engagé auprès du service central de sûreté des installations nucléaires à remplacer les piquages incriminés sur tous les réacteurs en démarrage avant leur chargement. Cette opération a donc été réalisée sur Golfech.



CIRCUIT PRIMAIRE PRINCIPAL
TRANCHES REP 1300 MWe



VUE D'ENSEMBLE D'UN PRESSURISEUR