

**ESSAI DE RECEPTION DES GENERATEURS DE VAPEUR DE  
REPLACEMENT DES TRANCHES REP 900**

***ACCEPTANCE TEST FOR 900 MWe PWR UNIT  
REPLACEMENT STEAM GENERATORS***

**EDF**

**Direction des Etudes et Recherches**

**Electricité  
de France**

SERVICE ENSEMBLES DE PRODUCTION  
Département Retour d'Expériences Mesures-Essais

1993

GOURGUECHON B.

**ESSAI DE RECEPTION DES GENERATEURS DE  
VAPEUR DE REMPLACEMENT DES TRANCHES  
REP 900**

***ACCEPTANCE TEST FOR 900 MWe PWR UNIT  
REPLACEMENT STEAM GENERATORS***

Pages : 14

94NB00098

Diffusion : J.-M. Lecœuvre  
EDF-DER  
Service IPN. Département SID  
1, avenue du Général-de-Gaulle  
92141 Clamart Cedex

© Copyright EDF 1994

ISSN 1161-0611

## **SYNTHÈSE :**

Au cours du premier semestre 1994, les générateurs de vapeur de Gravelines 1 seront remplacés (Procédure Remplacement GV). Les nouveaux GV diffèrent des anciens notamment par l'alliage utilisé pour le faisceau tubulaire, en l'occurrence l'Inconel 690 à forte teneur en chrome. En ce sens, ils doivent être considérés comme têtes de série des GV de remplacement des tranches REP 900 et une évaluation de leurs performances thermiques est nécessaire. Celle-ci permettra de s'assurer des performances du matériel livré et de prendre les dispositions nécessaires si des écarts significatifs sont observés.

Le Département REME qui a assuré, depuis la mise en service des premières tranches REP, l'instrumentation et la réception des différents générateurs de vapeur tête de série, aura la charge des essais de réception ainsi que la validation, in fine, d'une procédure d'évaluation des performances applicable lors des futurs RGV.

Les méthodes et moyens d'essais proposés pour l'expertise du GV, résultent de la prise en considération, d'une part, de l'importance pour une bonne évaluation du GV de la qualité des mesures primaires, et d'autre part, des nouveaux moyens d'essais dont se dotent progressivement les centrales des paliers 900 et 1 300 MW.

Ces moyens permettent dorénavant de disposer en centrale d'un environnement informatique pour les essais compatibles avec les outils (PATERN, ...) mis en œuvre à REME et dans d'autres unités. Cet essai constitue à ce titre le premier essai de ce type réalisé par REME sur le poste d'essai d'un CNPE.

**EDF**

**Direction des Etudes et Recherches**

**Electricité  
de France**

**SERVICE ENSEMBLES DE PRODUCTION  
Département Retour d'Expériences Mesures-Essais**

*J.P. SAUIN 77-9501875*

1993

GOURGUECHON B.

**ESSAI DE RECEPTION DES GENERATEURS DE  
VAPEUR DE REMPLACEMENT DES TRANCHES  
REP 900**

***ACCEPTANCE TEST FOR 900 MWe PWR UNIT  
REPLACEMENT STEAM GENERATORS***

Pages : 14

94NB00098

Diffusion : J.-M. Lecœur  
EDF-DER  
Service IPN. Département SID  
1, avenue du Général-de-Gaulle  
92141 Clamart Cedex

© Copyright EDF 1994

ISSN 1161-0611

## EXECUTIVE SUMMARY :

During the first half of 1994, the Gravelines 1 steam generators will be replaced (SG replacement procedure). The new SG's differ from the former components notably by the alloy used for the tube bundle, in this case, the high chromium content Inconel 690. So, from this standpoint, they are to be considered as PWR 900 replacement SG first models and their thermal efficiency has consequently to be assessed. This will provide an opportunity of ensuring that the performance of the components delivered is in compliance with requirements and of making the necessary provisions if significant deviations are observed.

The EFMT branch, which has been in charge of the instrumentation and acceptance of the different SG first models since the first PWR plants were commissioned, will be responsible for the acceptance tests and the ultimate validation of a performance assessment procedure applicable to the future replacement steam generators.

The methods and tests proposed for SG expert appraisal are based on consideration of the importance of primary measurement quality for satisfactory SG assessment and of the new test facilities with which the 900 and 1300 PWR plants are gradually being equipped.

These facilities provide an on-site computer environment for tests compatible with the tools (PATERN, etc.) used at EFMT and in other departments. This test is the first of this kind performed by EFMT and the test facility of a nuclear power plant.

author wings

XIEN 16

## EXECUTIVE SUMMARY :

During the first half of 1994, the Gravelines 1 steam generators will be replaced (SG replacement procedure). The new SG's differ from the former components notably by the alloy used for the tube bundle, in this case, the high chromium content Inconel 690. So, from this standpoint, they are to be considered as PWR 900 replacement SG first models and their thermal efficiency has consequently to be assessed. This will provide an opportunity of ensuring that the performance of the components delivered is in compliance with requirements and of making the necessary provisions if significant deviations are observed.

The EFMT branch, which has been in charge of the instrumentation and acceptance of the different SG first models since the first PWR plants were commissioned, will be responsible for the acceptance tests and the ultimate validation of a performance assessment procedure applicable to the future replacement steam generators.

The methods and tests proposed for SG expert appraisal are based on consideration of the importance of primary measurement quality for satisfactory SG assessment and of the new test facilities with which the 900 and 1 300 PWR plants are gradually being equipped.

These facilities provide an on-site computer environment for tests compatible with the tools (PATERN, etc.) used at EFMT and in other departments. This test is the first of this kind performed by EFMT and the test facility of a nuclear power plant.

## **ESSAI DE RECEPTION DES GENERATEURS DE VAPEUR DE REMPACEMENT DES TRANCHES REP 900**

### **1 - Des objectifs aux moyens**

L'essai de réception d'un GV se caractérise par une campagne expérimentale importante comprenant un grand nombre de mesures (externes et internes au GV) dont les résultats sont ensuite interprétés à l'aide d'un code de calcul thermohydraulique. Ce sera en particulier le cas en ce qui concerne la réception du GV tête de série du palier N4 pour laquelle on prévoit deux niveaux d'analyse :

- une analyse globale permettant de déterminer les principales caractéristiques thermiques du GV pour différents régimes de fonctionnement stationnaires,
- une analyse des écoulements locaux dans chaque zone du GV à l'aide du code thermohydraulique tridimensionnel THYC.

Ce schéma est mis en œuvre quand on cherche à analyser le comportement a priori inconnu d'un nouvel équipement. La conception des nouveaux GV de Gravelines étant proche de celle des anciens GV 900, leur fonctionnement peut être considéré comme connu.

Aussi, les objectifs fixés dans le cadre de ces essais de réception sont différents. Ils visent à vérifier (aspect contractuel) que les nouveaux GV fournissent de la vapeur selon les conditions de qualité (taux de primage) et de pression attendues pour des conditions aux limites coté primaire bien précises. Ils nécessitent pour cela la réalisation de mesures spécifiques des débit et températures primaires par des méthodes plus performantes que les méthodes actuellement disponibles. Des méthodes spécifiques (mesure de la température par ultrasons et mesure du débit primaire par intercorrélation des fluctuations de l'azote 16) sont pour cela mises en œuvre.

La figure 1 illustre la démarche qui sera suivie lors de l'essai de réception.

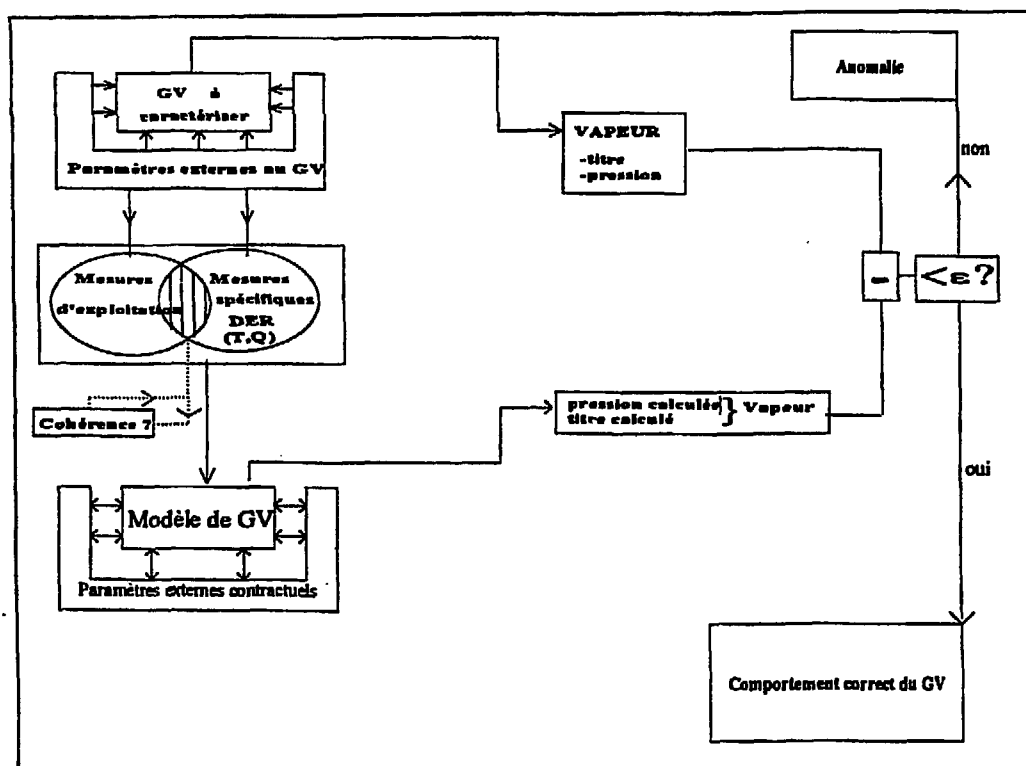


FIGURE 1  
Démarche utilisée pour les essais de réception

## 2 - L'importance des mesures primaires

Cet essai de réception va se dérouler dans une période charnière située 3 ans après un premier changement de GV (RGV) à Dampierre qui a montré une situation anormale et 2 ans avant le démarrage du palier N4. Le point commun entre ces deux événements est la mise en œuvre de mesures spécifiques de températures et débit primaires.

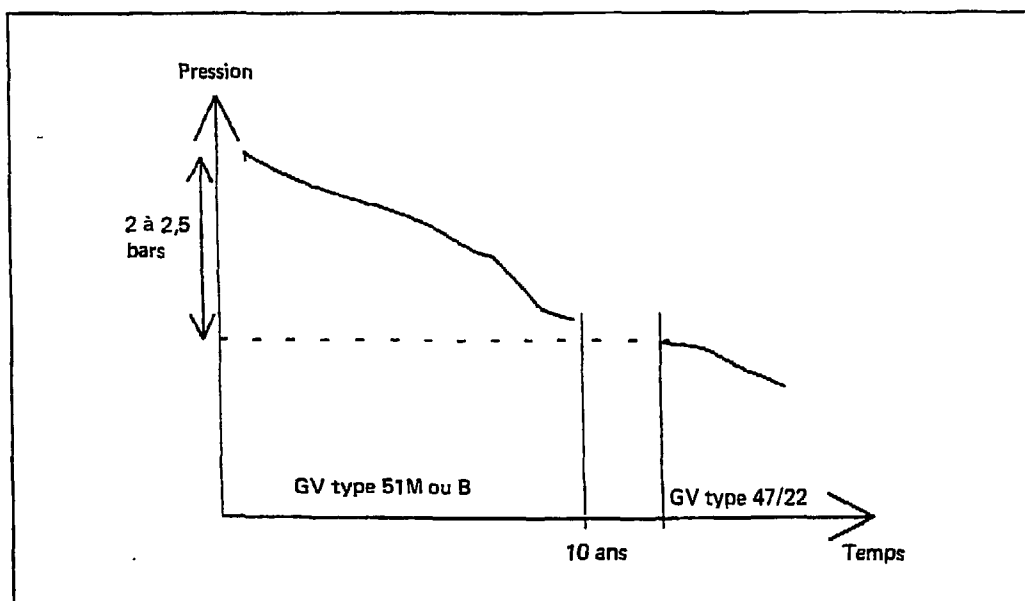


### **Le retour d'expérience de Dampierre**

Après remplacement, il a été mis en évidence une pression en sortie de GV anormalement faible pour des GV neufs.

La figure 2 montre que le déficit de pression n'est pas imputable au RGV, il existait auparavant (perte de 2 à 2.5 bars) mais n'avait pas attiré l'attention de l'exploitant compte tenu du taux de bouchage des tubes de l'ancien GV. Appliquée au GV neuf, cette hypothèse n'est pas acceptable. Il faut alors étudier la cohérence entre la mesure de la pression de vapeur en sortie de GV et la mesure des principaux paramètres primaires (températures et débit). Une diminution de 1°C de la température primaire se traduit, en effet, par une perte de pression d'environ 1 bar.

Une expertise des sondes de température utilisées à Dampierre montre que l'évolution de la pression du GV n'est pas l'image d'une dérive dans le temps de ces sondes. L'hypothèse, à l'étude actuellement, est celle d'une dérive dans le temps des autres éléments de la chaîne de mesure des températures.



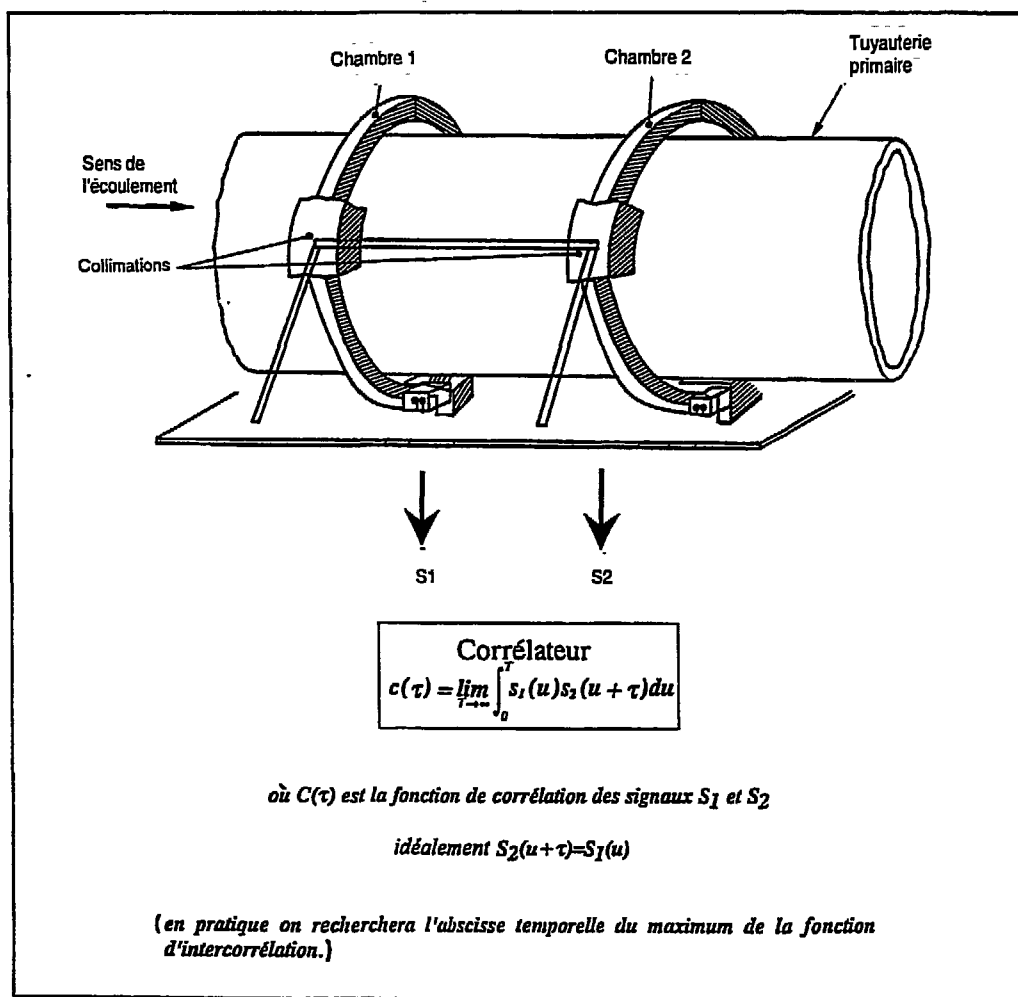
**FIGURE 2**  
*Un déficit de pression à Dampierre*

### **Difficulté des mesures primaires**

Les résultats obtenus lors de la réception du GV du palier P4 ont montré qu'il fallait corriger les mesures de débit et de températures primaires pour équilibrer les bilans enthalpiques primaire-secondaire. Afin d'éviter ces corrections, le Département REME a proposé d'instrumenter le circuit

primaire de CHOOZ B (palier N4) par des mesures spécifiques du débit et des températures primaires.

Le principe de la mesure du débit primaire est résumé par la figure 3. A la sortie du coeur du réacteur, l'azote 16 "naturellement" présent est véhiculé par le fluide primaire. L'étude de ses fluctuations temporelles permet la détermination du temps de transit du fluide, puis du débit. Cette mesure est directe et ne dépend pas d'un bilan thermique du GV et de la mesure des températures primaires comme la méthode actuellement disponible.



**FIGURE 3**  
Principe de mesure du débit primaire

Les difficultés liées à cette mesure sont notamment le poids élevé du dispositif, les contraintes de supportage et la détermination précise du volume délimité par les deux chambres d'ionisation.

Pour atteindre la température primaire, on mesure le temps de trajet d'une onde ultrasonore se propageant au travers la paroi de la conduite primaire et du fluide qu'elle contient. Cette mesure permet la détermination d'une température moyenne du fluide à partir de la relation liant la célérité du son dans l'eau et sa température. Le trajet acoustique est matérialisé par l'alignement de deux capteurs placés de part et d'autre de la conduite.

Les difficultés liées à cette mesure sont de deux ordres.

- Le premier concerne la représentativité de cette mesure par rapport aux mesures d'exploitation (figure 4). La difficulté réside dans le fait qu'il n'existe pas de cartographie en température disponible aussi bien en entrée et en sortie du GV. L'étude comparative des deux méthodes de mesure est, à ce jour, faite à partir des cartographies en température du cœur (système RIC) qu'on projette ensuite dans une section de conduite primaire. Le champ de température dans le cœur variant au cours d'un cycle, on surveillera l'évolution dans le temps des températures données par le système RIC.
- Le second concerne des contraintes matérielles. Ce sont par exemple le soudage des guides d'ondes sur la conduite primaire, le respect précis de leur alignement et enfin l'exiguïté des locaux.

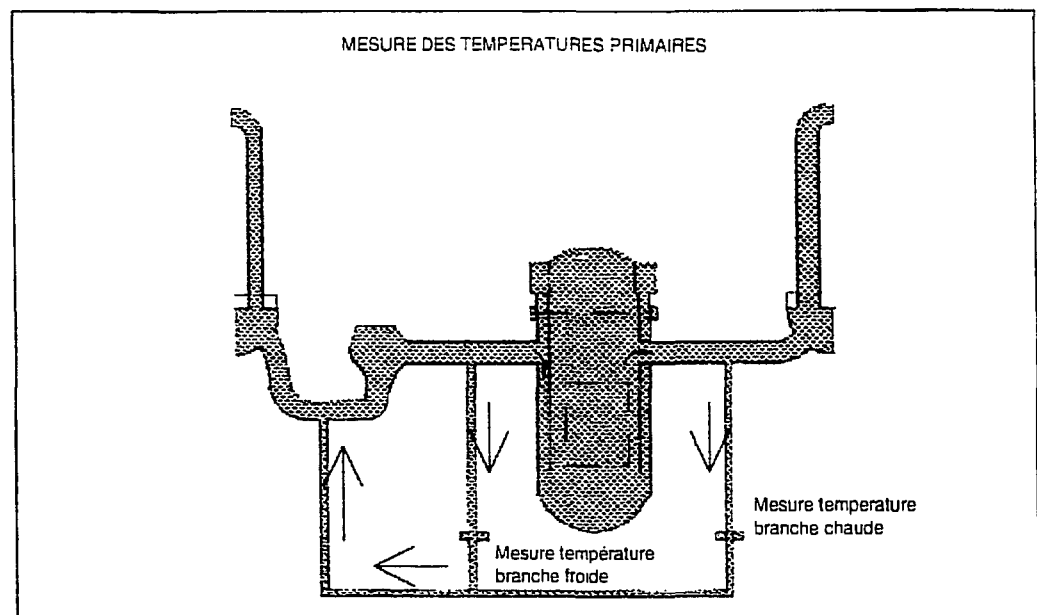


FIGURE 4  
Mesures des températures primaires

Compte tenu de l'importance des mesures de températures et débit primaires, les deux dispositifs de mesure précédemment décrits seront mis en œuvre à Gravelines.

Cela permettra en particulier de disposer, lors du RGV, de mesures fiables tant côté primaire que secondaire et d'évaluer la chaîne de mesure côté exploitation.

### **3 - Le choix d'un modèle et son utilisation**

#### ***Un modèle simplifié***

Le but du modèle simplifié de GV est de calculer les principales grandeurs caractérisant le fonctionnement du GV en régime permanent. Le modèle retenu est le modèle PETUNIA développé par le Département TTA. Son principe est basé sur le découpage du faisceau tubulaire en deux principales zones d'échanges.

Dans la première, l'eau secondaire atteint la saturation, dans la seconde l'eau secondaire est à saturation. Ces zones sont modélisées par un ensemble d'échangeurs élémentaires (co ou contre-courants) mis en parallèle. Le modèle utilise des équations "intégrées" (différence logarithmique de température, ...) et de bilan thermique. Chaque zone est discrétisée en mailles de largeur égale à la distance entre plaques.

#### ***Utilisation du modèle***

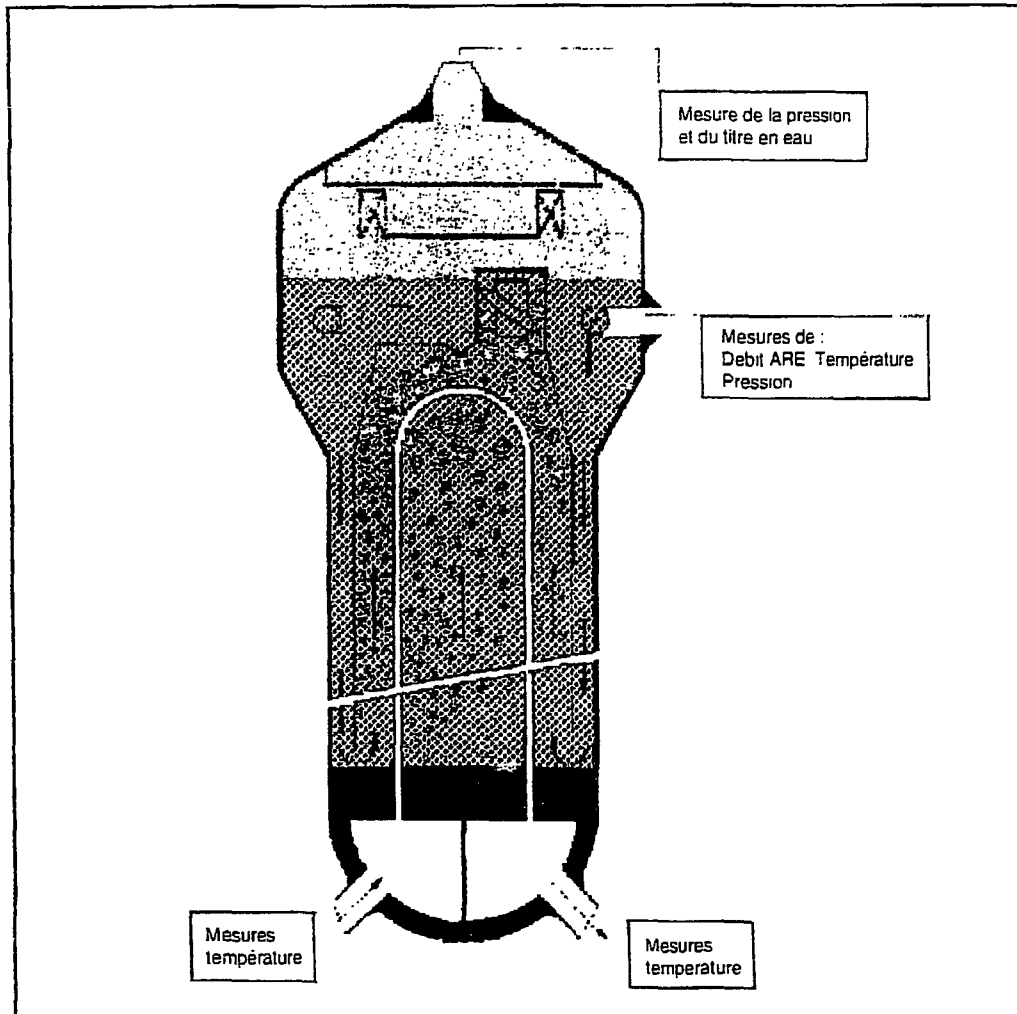
Les conditions d'essais ne sont pas en général parfaitement identiques aux conditions de référence prises par le constructeur et il convient de corriger les paramètres qu'on cherche à évaluer de manière à les ramener à ce qu'ils seraient aux conditions contractuelles. L'utilisation du modèle global proposé permettra après sa validation de transposer les résultats d'essai dans les conditions requises (figure 1).

### **4 - Choix d'une instrumentation**

La figure 5 illustre l'instrumentation retenue.

#### ***Pour les mesures secondaires :***

- une mesure du taux de primage (titre en eau),
- trois mesures de pression de vapeur en sortie de dôme,
- trois mesures de pression différentielle, trois mesures de température, une mesure de pression pour la détermination des débits d'eau alimentaires à l'entrée du GV,
- une mesure du niveau d'eau dans le GV,
- une mesure de débit de purge GV.



**FIGURE 5**  
*L'instrumentation pour les essais de réception*

**Pour les mesures primaires :**

- deux mesures de pression,
- six mesures de températures (3 en branche chaude et 3 en branche froide),
- deux mesures de température par ultrasons en branche chaude et en branche froide,
- une mesure du débit primaire en branche chaude,
- les mesures de température du cœur (système RIC, 50 mesures),
- une mesure de la puissance nucléaire (vérification de la stabilité du cœur lors des essais).

## **5 - Un essai réalisé sur le poste d'essais de la centrale**

L'adoption par la DEPT du projet CLIP pour le contrôle des performances d'une tranche REP conduit à la prochaine mise en place d'un poste d'essais en centrale constitué de moyens informatiques proches de ceux utilisés par la DER et en particulier le logiciel d'acquisition et traitement de données PATERN. D'ores et déjà, la centrale de Gravelines 1 dispose d'un calculateur HP 9000 série 360, d'un scanner HP 3497 100 voies et de la version 2.47 de PATERN.

Moyennant quelques compléments concernant ces moyens, l'objectif visé pour la réalisation de l'essai RGV est d'utiliser le poste d'essais de la centrale.

Parmi les raisons qui peuvent être évoquées pour motiver ce choix, on en citera deux en particulier :

- l'essai de réception, prévu en début de cycle, ne durera, en temps cumulé, que quelques dizaines d'heures (un essai d'environ 2 heures tous les 30 JEPP). Il gênera donc peu la centrale du point de vue disponibilité du calculateur pour des essais périodiques de type bilan thermique du réacteur (BIL 100).
- plusieurs voies de mesure sont déjà utilisées pour les besoins spécifiques de la centrale.

### **Acquisition des mesures d'exploitations et d'essais**

Certaines des mesures mentionnées au paragraphe 3 sont nécessaires au calcul périodique du bilan thermique du réacteur (BIL 100) et le câblage des lignes est par conséquent déjà réalisé.

Les grandeurs - températures et pression primaire - n'étant pas utilisées pour le BIL 100 (8 voies), ces voies seront câblées par la centrale. On utilisera le scanner de la centrale pour la mesure de ces grandeurs.

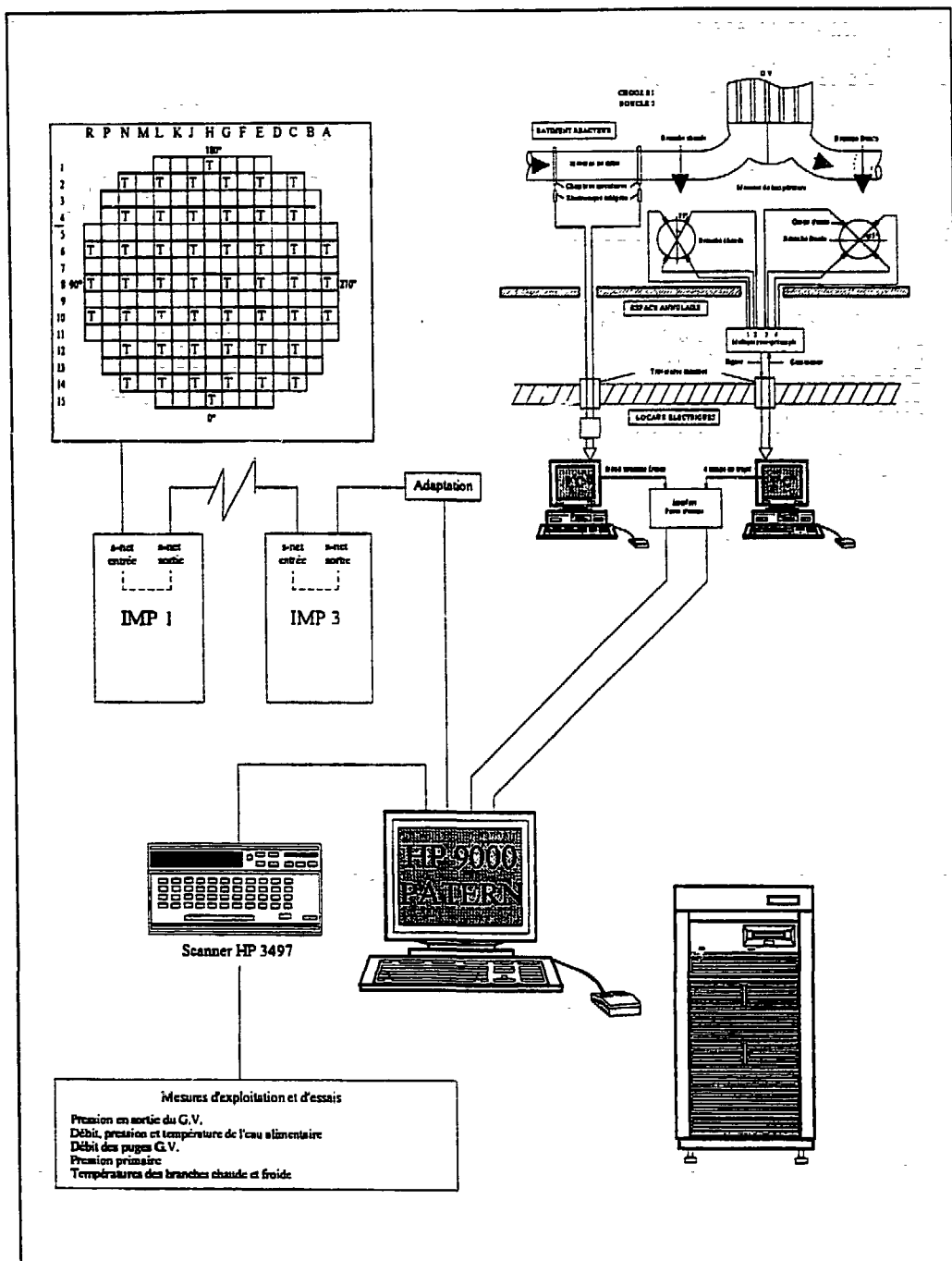
### **Acquisition des températures RIC**

Le nombre élevé de ces mesures ne permet pas de les acquérir par l'intermédiaire du scanner de la centrale. Ces mesures seront acquises à partir de boîtiers de mesure IMP (au nombre de trois) reliés à PATERN par l'intermédiaire d'un câble S-Net et d'un adaptateur IMP/liaison HPIB. La centrale se charge du câblage de ces voies.

### **Acquisition des mesures primaires**

L'acquisition des mesures primaires s'effectue grâce à deux PC agissant comme des scanners hybrides. L'envoi des données vers le calculateur se fait sous la forme de fichiers datés.

Globalement l'architecture retenue est illustrée par la figure 6.



**FIGURE 6**  
*Utilisation du poste d'essais de Gravelines pour les essais RGV.*

## **6 - Conclusion**

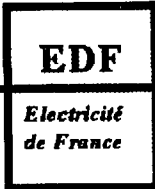
A l'issue du premier semestre 94, débiteront les essais de réception des GV de remplacement de Gravelines. Pour la première fois seront mises en œuvre simultanément les mesures de température et débit primaires dans un environnement d'essai pratiquement identique à celui adopté pour les essais des GV N4.

Outre la réception de ce nouveau matériel, ces essais permettront de qualifier précisément les nouveaux moyens d'essais et de comparer les mesures primaires issues de méthodes non-intrusives avec les mesures d'exploitation.

La procédure, ainsi validée, sera ensuite appliquée par la DEPT pour les autres RGV.

L'utilisation pour des essais réalisés par la DER des moyens informatiques de la centrale (poste d'essais, PATERN, ... ) pourrait marquer enfin le début d'un nouveau type d'essais utilisant de manière rationnelle un environnement matériel et logiciel dorénavant commun entre les équipes d'essais du Département REME et celles des CNPE.





*Direction des Etudes  
et Recherches*

*Electricité  
de France*

*Service Information  
Prospective et Normalisation*

CLAMART

Le 07/03/95

*Département Systèmes d'information  
et de documentation*

*Groupe Exploitation  
de la Documentation Automatisée*

1, avenue du Gal de Gaulle  
92141 CLAMART Cedex  
tel : 47 65 56 33

CEA  
MIST/SBDS/SPRI  
CENTRE DE SACLAY  
91191 GIE SUR YVETTE CEDEX

à l'attention de :

## MEMOIRE TECHNIQUE ELECTRONIQUE

\*\*\*\*\*  
Cette feuille est détachable grâce à la microperforation sur le coté droit.  
\*\*\*\*\*

Référence de la demande : **F514537**  
Origine : **NOUVEAUTES D EDF-DOC**

Votre commande :

Numéro du document : **94NB00098**

Titre : **ESSAI DE RECEPTION DES GENERATEURS DE VAPEUR DE REMPLACEMENT E  
TRANCHES REP 900**

Auteurs : **GOURGUECHON B.**

Source : **COLL. NOTES INTERNES DER. PRODUCTION D'ENERGIE (HYDRAULIQUE, THE**  
Serial :

Référence du document : **SANS**

Nombre de pages: **0014**

Nombre d'exemplaires : **001**

Support : **P**