BRANCHE ENERGIES

SERVICE ÉTUDES ET PROJETS
THERMIQUES ET NUCLÉAIRES

EDF
Electricité de France

SEPTEN A: CIPN 3 CP:
CC: D DAPI DP PC RE 8 SQR
D
N04D0019465 08/07/2004

BORDEREAU DE DIFFUSION

Diffusé le (voir code barres ci-dessus)

Référence du document diffusé : **ENREEC040102 A** Page : 1/1

Titre du document diffusé : Evaluation de la capacité de MITSUBISHI Heavy Industries à répondre aux exigences D'EDF relatives à la fourniture de GV de remplacement à installer sur le parc 900 MW

Emetteur : **PETIT M.** MP Poste : 74 64

Entité émettrice : Division Réacteur nucléaire et Echangeurs - Groupe Echangeurs

Suite à donner : "/" pour action, "o" pour info.

Diffusion Septen	Commentaire	Nombre de documents complets ou partiels	Nombre de copies du bordereau seul	Suite à donner
Directeur adjoint : M. HEDIN François	Synthèse et sommaire	1		
Délégué Programme : M. CHARLET Vincent	Synthèse et sommaire	1		
Projet IPE : M CARRE Michel	Synthèse et sommaire	1		
Division PC : M PIZZALA Bruno	Synthèse et sommaire	1		
Division RE : M PREVOST Alain	Synthèse et sommaire	1		
Division RE M FOURNEL J.C	Document complet	1		
Division RE : M FAIDY	Synthèse et sommaire	1		
Division RE . M GENETTE	Synthèse et sommaire	1		
Division RE : M NOE	Synthèse et sommaire	1		
Division RE : M TROLLAT	Synthèse et sommaire	1		
Division RE . M PAYAN	Synthèse et sommaire	1		
Division RE : M PETIT Marc (Rédacteur)	Document complet	1		

Diffusion EDF :	Commentaire			
CIPN : M MALLET Marc	Document complet	1		
CIPN : Mme GRISOT Odile	Document complet	1		
CIPN/AAI : M. BACOT	Document complet	1		
SQR : M. CHAMPREDONDE Jacques	Document complet	1		
MQS M LE BOURSICOT Pierre-Yves	Document complet	1		
DAPI : MICHAUT Jean-philippe	Document complet	1		

Diffusion hors EDF :	Commentaire			

Nombre total de documents (partiels et complets) **18** Nombre total de copies du bordereau seul **0**

Archivé au FDU : OUI (avec le document diffusé)

Approbateur		
Nom	Date	Visa
PREVOST Al.	6/7/04	

12-14, AVENUE DUTRIÉVOZ - 69628 VILLEURBANNE CEDEX - FRANCE - TÉL 04 72 82 77 77 - FAX 04 72 82 70 00

ENTREPRISE CERTIFIÉE ISO 9001 PAR L AFAQ (certificat N°QUAL/1999/11 616) - EDF - RCS PARIS B 552 081 317

BRANCHE ENERGIES

SERVICE ÉTUDES ET PROJETS THERMIQUES ET NUCLÉAIRES

EDF Electricité de France

Diffusé le : Voir code barres ci-dessus

Réf. :

Entité émettrice : **Division RE, groupe EC**

Rédacteur : **PETIT M.**

Nbre de pages . 22

Domaine d'application : **Parc 900 MW – GV de remplacement**

Nbre d'annexes 6

Titre : **Evaluation de la capacité de MITSUBISHI Heavy Industries à répondre aux exigences D'EDF relatives à la fourniture de GV de remplacement à installer sur le parc 900 MW**

ENREEC040102	**A**	Référence	E262/005211/IZZ0715N
		Code Projet	

Type de document : **Bilan/rapport/compte-rendu**

Mots clés : MITSUBISHI – Audit - GVR

Résumé :

EDF, suite à décision DEN du 28/10/2003, va lancer un appel d'offres, fin juin 2004, pour la fourniture de GVR à installer sur les tranches 900 MW. EDF a donc décidé d'évaluer, avant lancement de l'appel d'offres, la capacité de MITSUBISHI nouveau fournisseur, à délivrer des GVR selon les spécificités d'EDF. Ce compte rendu est le résultat de l'audit d'évaluation de MHI qui s'est déroulé à l'usine de KOBE du 07/06 au 10/06/2004.

Diffusion : Par bordereau.

Rédacteur		Vérificateur		Approbateur	
Nom-Date	Visa	Nom-Date	Visa	Nom-Date	Visa
PETIT M. 06/07/04	MP	FOURNEL J.C. 06/07/04		PREVOST A. 6/7/04	

Evolutions des trois derniers indices

Indice	Date d'approbation	Motif du changement d'indice	Modifications apportées

Prédiffusion aux participants pour accord effectuée :

Elaboré sous AQ : OUI IPS : NON

Archivage long . NON Archivé au FDU : OUI

Copyright EDF 2004

- ☐ Confidentiel : L'initiateur établit une liste nominative des destinataires Chacun d'eux reçoit un exemplaire numéroté et ne peut étendre la diffusion sans l'accord de l'initiateur
- ☐ Dif Restreinte L'initiateur établit une liste explicite des destinataires Le chef de service d'un destinataire peut étendre la diffusion sous sa responsabilité et dans sa Direction (sur la base d'une liste explicite)
- ☒ Accès E D F Ne peut être transmis à l'extérieur d'EDF que par un chef de service
- ☐ Accès libre Document public

Inventaire protection	Sous famille Acte d'achat - Evaluation d'entreprise

SYNTHESE

EDF, suite à décision DEN du 28/10/2003, va lancer un appel d'offres, fin juin 2004, pour la fourniture de GVR à installer sur les tranches 900 MW.

MITSUBISHI Heavy Industries (MHI) a manifesté son intérêt en répondant explicitement à l'APIC [1] élaboré par le CIPN.

[1] Avis périodique indicatif constituant une mise en concurrence.

EDF a donc décidé d'évaluer, avant lancement de l'appel d'offres, la capacité de ce nouveau fournisseur à délivrer des GVR selon les spécificités d'EDF.

Ce compte rendu est le résultat de l'audit d'évaluation de MHI qui s'est déroulé à l'usine de KOBE du **07/06 au 10/06/2004**. Il traite uniquement du périmètre audité par le SEPTEN.

L'évaluation réalisée avait pour but d'apprécier, notamment, l'expérience du constructeur en matière de conception de GV pour les centrales à eau pressurisée, en particulier sa capacité d'adaptation aux spécificités françaises.

Cette évaluation a été complétée par des discussions techniques centrées sur 2 thèmes :

- réponses verbales aux questions émises par MHI, sur le projet du CSCT d'EDF,
- informations et questions d'EDF sur quelques points du CSCT, considérés essentiels et spécifiques par EDF.

Aucun écart important dans l'application des procédures visant à maîtriser la qualité des études fournies n'a été constaté. Les procédures applicables au domaine de la conception semblent être respectées de manière satisfaisante.

Les dossiers examinés montrent des différences de pratique inhérentes aux codes de référence utilisés (ASME et RCCM). En particulier, les études produites montrent :

- l'absence de justification de la soudure tube / plaque tubulaire pour toutes les situations et l'absence de l'étude d'évaluation du risque d'amorçage,
- l'absence d'évaluation des chargements locaux côté secondaire, par MHI, nécessaires à l'élaboration des DAC, évaluation due par le fournisseur du GV dans un contrat EDF.

Sur la base de cette évaluation effectuée dans le domaine de la conception, aucun obstacle majeur de nature à s'opposer à la consultation de MHI pour la fourniture des futurs GVR du parc 900 MW, n'a été identifié.

Enfin les données relatives aux standards de conception de MHI recueillies dans le cadre de cette évaluation ont été rassemblées dans le § 3.10.

SOMMAIRE

1. Préambule 4

2. Ordre du jour et participants 4

2.1 Objectifs et programme de l'audit 4

2.2 Participants 4

3. Compte-rendu 6

3.1 Réunion d'ouverture 6

3.2 Définition précise du programme d'audit (et d'échanges techniques relatifs au CSCT) 6

3.3 Données sur l'organisation actuelle de MHI 7

3.4 Résultats – Ecoute client - Point 1 de l'annexe 2A du courrier CIPN 8

3.5 Réponses aux remarques relatives au projet de CSCT (hors audit) 8

3.6 Informations données lors de la visite de l'usine (hors audit) 11

3.7 Résultats - Point 2 de l'annexe 2A du courrier CIPN 11

3.7.1 Résultats généraux 12

3.7.2 Résultats particuliers 13

3.7.3 Conclusion EDF de l'audit « Conception » 16

3.8 Résultats - Points 3 et 4 de l'annexe 2A du courrier CIPN 17

3.9 Résultats - Point 2 l'annexe 3 du courrier CIPN (hors audit) 18

3.10 Données relatives aux standards de conception de MHI 20

3.10.1 PE – Liaisons PE / Enveloppe de faisceau 20

3.10.2 Tirants 20

3.10.3 Système de fermeture des orifices de l'enceinte sous pression 20

3.10.4 Supportages de l'enveloppe de faisceau 21

3.10.5 Séparateurs centrifuges (cyclones) 21

3.10.6 Système d'alimentation en eau des GV 21

3.10.7 Cloison primaire et revêtements de la boîte à eau 22

3.10.8 Système anti-vibratoire des cintres 22

3.10.9 Matériau des liaisons tubulure primaire / embout de sécurité 22

1. Préambule

EDF, suite à décision DEN du 28/10/2003, va lancer un appel d'offres, fin juin 2004, pour la fourniture de GVR à installer sur les tranches 900 MW.

MITSUBISHI Heavy Industries (MHI) a manifesté son intérêt en répondant explicitement à l'APIC [1] élaboré par le CIPN.

[1] Avis périodique indicatif constituant une mise en concurrence.
JOCE n° 2004 – S51-043964

Pour information : FRAMATOME, MITSUBISHI et WESTINGHOUSE sont les 3 constructeurs ayant répondu à l'APIC.

EDF a donc décidé d'évaluer, avant lancement de l'appel d'offres, la capacité des 2 nouveaux fournisseurs potentiels à livrer des GVR selon les spécificités d'EDF.

Ce compte rendu est le résultat de l'audit d'évaluation de MHI qui s'est déroulé à l'usine de KOBE du **07/06 au 10/06/2004**. Il traite uniquement du périmètre audité par le SEPTEN.

2. Ordre du jour et participants

2.1 Objectifs et programme de l'audit

L'évaluation réalisée, concernant MHI, avait pour but d'apprécier :

- le système de management de la qualité en termes d'organisation et sa déclinaison concrète sur le plan technique,
- l'expérience du constructeur en matière de conception de GV pour les centrales à eau pressurisée, en particulier sa capacité d'adaptation aux spécificités françaises,
- le savoir-faire en matière de fabrication des GV.

Cette évaluation a été complétée par des discussions techniques centrées sur 2 thèmes :

- réponses verbales aux questions émises par MHI, sur le projet du CSCT [1] EDF,
- informations et questions d'EDF sur quelques points du CSCT, considérés essentiels et spécifiques par EDF.

[1] Cahier des spécifications et des clauses techniques.

Les objectifs et les actions du programme couvrant l'audit d'évaluation et les discussions techniques relatives au CSCT, sont définis par le courrier CIPN, EMECM040302.

Il convient de noter que cette évaluation a été soigneusement préparée puisqu'elle a fait l'objet d'une ébauche conjointe EDF / MHI le 11/05/2004 et du courrier préalable ci-dessus, diffusé à MHI le 26/05/2004.

2.2 Participants

Pour EDF :

- Mme **Odile GRISOT** : CIPN/CM
- **Pierre-Yves Le-Boursicot** : MQS

- **Jacques Champredonde** : SQR
- **Marc Petit** : SEPTEN/RE/EC

Pour MHI :

- **Hiroshi Hirano**
  . Project manager, overseas projects
  . Nuclear plant component designing department
- **Toshiyuki Mizutani**
  . Acting manager
  . Steam generator designing section
  . Nuclear plant component designing department
- Masao Iwami
  . Senior engineer
  . Steam generator designing section
  . Nuclear plant component designing section
- Mme Mamiko Hayashi :
  . Export marketing Section
  . Nuclear energy systems maketing & Administration Department
- Takashi Kanabushi
  . Senior Engineer
  . Nuclear pressure vessel & piping shop – Power plant, machinery & electronic equipment
  . Manufacturing department
- Keita Kobayashi
  . Acting manager
  . Component quality control section
  . Quality assurance department
- Masao Tsunemitsu
  . Acting manager
  . Nuclear plant quality assurance section
  . Quality assurance department
- Ikuo Otake
  . Manager, overseas projects team
  . Nuclear plant quality assurance section
  . Quality assurance department
- Takeshi Hanaoka

  - Engineer
  - Purchase quality control section
  - Quality assurance department
- Itaru Kikuoka
  - Acting manager
  - Export marketing section
  - Nuclear energy systems marketing & administration department
- Takahisa Hasegawa
  - Nuclear pressure vessel & piping shop
  - Power plant, Machinery & electronic equipment
  - Manufacturing department
- Satoshi Ishikawa
  - Manager
  - Quality assurance department
- Kasuho Otsuka (représentant de MHI, travaillant dans les bureaux de la Comex)
  - Directeur
  - Marseille Joint Office

Dans mon domaine, mes principaux interlocuteurs ont été :

- M. Hirano, chef de projet actuel (et futur si, in fine, il y avait contrat entre EDF et MHI),
- M. Mizutani, de l'entité « Designing section ».

3. Compte-rendu

3.1 Réunion d'ouverture

Le rappel des objectifs principaux de la mission d'audit a été effectué par O. Grisot.

Ensuite, chacun des participants EDF a effectué une présentation sommaire de leur rôle, au sein de la DIN.

Enfin, les participants de MHI se sont présentés et une vue d'ensemble des différents domaines de l'activité de MHI a été fournie par Vidéo.

3.2 Définition précise du programme d'audit (et d'échanges techniques relatifs au CSCT)

Pour le domaine concernant plus particulièrement le SEPTEN ou nécessitant un appui du SEPTEN, le programme qui a été retenu est le suivant :

- Lundi après-midi :
  - Ecoute client - Point 1 de l'annexe 2A du courrier CIPN.

. Demande spécifique du SEPTEN : « Le Constructeur devra présenter son organisation actuelle pour intégrer les exigences réglementaires et de codification dans la conception et la fabrication des GV (y compris actions de formation du personnel). »

- Mardi

. Réponses orales aux remarques effectuées sur le projet de CSCT par MHI – Point 1 de l'annexe 3 du courrier CIPN.

Nota : CIPN a présenté les réponses autres que celles relevant du domaine de compétence du SEPTEN.

- Mercredi

. Matin :

° Visite de l'usine avec GVR de la centrale de Fort Calhoun 1 (USA) en cours de fabrication.

° Audit dans le domaine de la conception (O. Grisot et M. PETIT) – Point 2 de l'annexe 2A du courrier CIPN.

. Après-midi :

° Poursuite de l'audit dans le domaine de la conception (O. Grisot et M. PETIT).

- Jeudi

. Matin :

° REX et R&D – Point 3 et 4 de l'annexe 2A du courrier CIPN (O. Grisot et M. Petit).

Après-midi :

° Synthèse EDF et présentations des conclusions essentielles de l'audit (tous les représentants EDF).

° Discussions préliminaires sur les points importants du CSCT, pour EDF (O. Grisot et M. PETIT) – Point 2 de l'annexe 3 du courrier CIPN.

Il convient de noter que ce programme a été **quasiment respecté**, en raison notamment de la très bonne préparation effectuée par le Constructeur et de la coopération indiscutable des personnes auditées. Seule la durée de l'audit conception a été moindre que celle prévue puisqu'elle s'est limitée au mercredi après-midi.

3.3 Données sur l'organisation actuelle de MHI

Afin de faciliter la compréhension du lecteur, l'organigramme de MHI Kobe est fourni en **annexes 1 et 2**.

Informations complémentaires :

- L'entité « Nuclear Plant Construction Department » est dédiée aux constructions de 1er équipement. Pour le projet EDF, l'activité site pourrait être sous-traitée.
- Le champ d'activités du groupe « Equipment 1 team » de l'entité « Designing section », englobe les générateurs de vapeur (GV) du marché intérieur japonais et ceux destinés à l'export.
  Le groupe « Equipment 2 team » couvre le service après vente dédié aux GV (marché intérieur et export).
- Les personnes de l'entité « Designing section » qui seraient affectées au projet EDF sont :

. T. Mizutani (Team manager),

. M. Iwani (Senior engineer),

. M. Nagatsune (Manufacturing engineer),

. N. Irota (Thermohydraulic engineer),

. ? (Stress engineer).

3.4 Résultats – Ecoute client - Point 1 de l'annexe 2A du courrier CIPN

Les textes réglementaires français sont en cours de traduction.

Il est prévu un programme de formation dans chacune des entités (sections) qui participeraient au projet futur, pour s'approprier, notamment, du RCCM. Les personnes formées transmettraient ensuite leur nouvelle connaissance.

Selon MHI, le RCCM serait accessible à toute personne impliquée dans le projet. De plus, les entités impliquées (sections) disposeraient des parties spécifiques « pré-digérées » couvrant leur domaine d'activité.

Enfin EDF :

- rappelle que le rôle de Constructeur, assuré par le fournisseur des GVR, est explicité par un document de référence listé dans le chapitre 2 du CSCT,
- précise que les missions de la cellule Mines sont décrites dans l'annexe 15 du CSCT (la description était absente du projet de CSCT revu par MHI).

Dans ce cadre, SQR a indiqué qu'il organise des stages, en anglais, ayant pour but d'expliciter les exigences essentielles du RCCM et que ceux-ci sont finalisés par des tests de vérification d'acquisition de connaissances.

3.5 Réponses aux remarques relatives au projet de CSCT (hors audit).

Les réponses orales apportées par le SEPTEN sont celles cochées dans **l'annexe 3**.

A titre d'information, les dimensions des **ouvertures des plaques entretoises** (PE) des GVR français équipés de tubes Φ 22 mm ont été précisées. Il a été indiqué que les dimensions des ouvertures doivent permettre l'accès à l'intérieur du faisceau pour maintenance (contrôles ou récupération de corps migrants) et permettre la tenue mécanique des plaques dans les situations accidentelles. EDF a conclu que les ouvertures dans les PE, selon l'axe de la rue d'eau, sont également exigées pour des GV équipés de tubes Φ 22 mm.

Il a été confirmé, à l'aide d'un schéma, que la **conception des liaisons entre périphéries des PE et l'enveloppe de faisceau** (EF) doit permettre le libre déplacement relatif vertical de ces 2 composants. C'est une exigence d'EDF issue du retour d'expérience, ce dernier ayant été explicité le jeudi après-midi. Par ailleurs, il a été précisé à MHI, qu'en France, la reprise des sollicitations s'exerçant sur les plaques, en situation accidentelle de rupture de tuyauterie vapeur (RTV), est assurée par les seuls tirants.

EDF a précisé que les exigences relatives aux **tirants** ont été reprises. En ce qui concerne le **matériau**, la nuance préférée est un acier inoxydable martensitique à 13% de Cr insensible au vieillissement thermique, les aciers inoxydables martensitiques à 16% de Cr (et plus) ainsi que l'acier au carbone étant exclus.

EDF a considéré que l'acier indiqué par MHI, à savoir le 2-1/4 Cr, devait être, probablement, la nuance équivalente à l'ancienne dénomination « 10 CD 9-10 », dont l'utilisation dans le domaine de la boulonnerie est courante. En conclusion, il a été confirmé que la nuance évoquée par MHI n'est pas exclue par les exigences EDF actuelles.

En ce qui concerne, **le système de fermeture et d'étanchéité des orifices de l'enceinte sous pression,** EDF a confirmé qu'il maintient notamment les exigences suivantes sur la base de son REX :

- les joints sont logés dans un ensemble assurant les fonctions de presse-joint et de limiteur d'écrasement,
- l'utilisation de joints spiralés amiante ou graphite est interdite,
- l'emploi de joints matricés en graphite expansé est acceptable,
- le serrage par extension des éléments (goujons) assurant la liaison de l'obturateur à la virole de pression est obligatoire.

  Nota 1 : un schéma du système de fermeture utilisé actuellement sur les GVR 55/19 et répondant aux exigences du CSCT a été montré à MHI.

  Nota 2 : Hors mission – Le comportement insatisfaisant des joints spiralés, amiante ou graphite, est décrit dans la note SEPTEN, ENREEC030152 A du 28/01/2004.

Le standard MHI est caractérisé par l'utilisation du joint spiralé, a priori, en graphite [1].

[1] Courrier MHI du 14/05/2004 – Remarques sur le projet de CSCT EDF

Il a été indiqué que la définition des exigences du CSCT, relatives aux **supportages d'enveloppe de faisceau,** a été améliorée. Les exigences essentielles ont été explicitées à l'aide d'un schéma montré par EDF. Le REX, source de ces exigences, a été explicité le jeudi après-midi.

L'exigence de fourniture de **profilés en U à loger dans les rainures périphériques des PE**, (alignées avec l'axe de la rue d'eau), afin de guider les sondes d'inspection a été précisée à l'aide d'un schéma. En particulier, EDF a indiqué que ces composants présents sur les GVR français, ont un double rôle, à savoir :

- assurer la fonction anti-rotation entre les plaques entretoises et l'enveloppe de faisceau,
- et permettre le guidage des sondes d'inspection (les butées anti-rotation en forme de U, dont les extrémités sont soudées sur l'EF, autorisent le passage et le guidage des sondes d'inspection dans le sens vertical).

Sur la base d'un schéma, EDF a indiqué que **l'acier inoxydable est exigé** pour **la partie active du sécheur** (chicanes assurant le séchage de la vapeur par multiples changements de direction de l'écoulement). En réponse à une question de MHI il a été précisé que l'acier inoxydable employé sur nos GVR actuels était de type austénitique.

Enfin, il a été confirmé à MHI que si le soudage était nécessaire une nuance de type bas carbone s'imposait.

Suite à une question de MHI, il a été confirmé par EDF, après audit que la nuance effectivement utilisée pour la partie active des sécheurs des GVR français était le X2 Cr Ni Mo 17-12-2 qui est un acier inoxydable austénitique de type 316 L (qui est une nuance bas carbone).

En ce qui concerne **le choix du type des séparateurs cyclones**, il a été précisé que la spécification dans son état actuelle impose :

- un taux de primage en sortie GV (carry-over) maximal, à respecter sur la durée de vie spécifiée,
- mais aussi un carry-under (taux de vapeur dans la boucle de recirculation, constituée, entre autres du retour d'eau) qui doit être nul de 0 à 100% PN.

De ce fait, et sur la base d'essais sur site, EDF estime que le respect de ces exigences doit conduire naturellement au choix des multiséparateurs lorsque cette technologie est disponible chez le Constructeur. En effet, pour EDF, la solution multiséparateurs présente, vis-à-vis de la solution « 3 séparateurs de gros diamètre », les différences suivantes :

- taux de primage beaucoup plus bas et dispersion réduite de ce taux entre GV,
- carry-under quasi nul entre 0 et 100% de charge (ce taux augmente brusquement entre 80 et 100% de charge pour la solution 3 séparateurs de gros diamètre),
- une perte de charge plus élevée qui se traduit par une pression dans le dôme du GV un peu plus faible, ce point étant un désavantage minime au regard des 2 avantages précédents.

MHI indique que le carry-under de la solution « 3 séparateurs » a été évalué à 0 à l'aide d'analyses théoriques seulement, ce qui paraît peu démonstratif pour EDF.

MHI indique que la réalisation du joint final sur site (GVR sur CP0) serait facilitée avec la solution « « 3 séparateurs ». EDF indique que le soudage du joint final sur le site de FESSENHEIM 1, en 2002, concernait des GVR, modèle 47/22 équipés de 16 séparateurs.

En ce concerne **l'alimentation en eau du GV**, côté secondaire, EDF a confirmé qu'une seule tubulure GV reçoit l'eau alimentaire normale et l'eau de secours et que le CSCT n'impose pas le type de la liaison tore / tubulure. D'autre part et suite à une demande de MHI il a été indiqué que le CSCT ne comportait pas d'exigences spécifiques quant à la position altimétrique du tore.

Les informations fournies par MHI sur le sujet sont données en 3.10.6.

Il a été confirmé à MHI que **l'étude thermohydraulique de dépressurisation en situation accidentelle de RTV**, demandée annexe 4 du CSCT, est due par le fournisseur du GV.

EDF a présenté, à l'aide d'un schéma, la **conception de la liaison cloison primaire / plaque tubulaire** existante sur les GVR actuels qui est de type étanche. MHI a décrit son standard de conception qui est caractérisé par 2 ouvertures en extrémité de la cloison primaire, fermées par des tôles mais non étanches, supprimant ainsi les soudures aux points triples (réalisation délicate et reproductibilité insuffisante).

En conclusion il a été confirmé que MHI pourra, dans le cadre de l'appel d'offres, proposer, en sus de la solution étanche requise, sa solution comme cela est autorisé par le CSCT, et ce, moyennant un dossier justificatif.

Afin de permettre à EDF d'instruire cette solution alternative, il a été demandé au Constructeur de fournir les valeurs des débits de fuite et les conditions de calcul associées.

Nota : Un orifice de faible diamètre fait communiquer les 2 volumes de la boîte à eau sur les GV du parc 1300 MW.

Le standard de conception de cette cloison est précisé § 3.10.7.

A titre d'information, il a été indiqué que dans les DAC des GVR actuels, les **épaisseurs** considérées étaient de :

- 60 mm pour la **cloison primaire**,
- 8 mm pour le **revêtement** de la **plaque tubulaire**,
- et 5 mm pour le **revêtement** du **fond primaire**.

Le standard de conception relatif aux revêtements est décrit § 3.10.7.

En ce qui concerne la **soudure tube / plaque** il a été confirmé que son dimensionnement et sa justification (DAC) doivent être effectués en considérant que celle-ci assure une fonction de tenue mécanique. A titre d'exemple, le dimensionnement de la soudure des GVR 47/22 a été explicité.

3.6 Informations données lors de la visite de l'usine (hors audit).

Les principales opérations de réalisation de la liaison tube / plaque tubulaire sont :

- réalisation d'une passe mécanique d'accostage du tube,
- exécution de la soudure tube / plaque tubulaire,
- contrôle de la soudure,
- expansion hydraulique,
- dudgeonnage en partie inférieure de la plaque tubulaire (au voisinage de la soudure).

3.7 Résultats - Point 2 de l'annexe 2A du courrier CIPN

Le contrat retenu par MHI pour l'audit, dans le domaine de la conception, est le contrat de fourniture, en cours de réalisation, de GVR à destination de la centrale de Fort Calhoun 1, le client étant Omaha Public Power District.

Les **exigences essentielles du client** sont :

- le respect du code ASME,
- le respect de la réglementation américaine (US Regulations and guidelines),
- le respect des demandes spécifiques du client [1].

[1] A titre d'exemple, la vérification de la tenue des plaques entretoises, en situations accidentelles de 4ème catégorie, doit être effectuée.

3.7.1 Résultats généraux

Au niveau de cette commande MHI indique que les **actions générales** suivantes ont été **effectuées** :

- En phase de préparation de l'offre :
  - élaboration du QA Project Addenda (état préliminaire),
  - analyse des spécifications techniques du client,
  - identification des interfaces,
  - émission du planning, à l'état préliminaire, des activités principales de conception (planification du « basic report » comportant notamment plans d'ensemble, notes de dimensionnement mécanique et thermohydraulique et dossier d'analyse de comportement),
  - émission à l'état préliminaire, du planning des opérations principales de fabrication et du diagramme de réalisation associé (manufacturing flow diagram),
  - la désignation du chef de projet.
- Après passation de la commande :
  - élaboration du QA Project Addenda a l'état définitif,
  - rédaction du dossier de contrôle des exigences techniques du client,
  - émission de la liste des documents a diffuser pour vérification (submital document control list),

    Nota : La liste des documents à émettre est établie par le Project Manager. La vérification du respect des dates associées est effectuée par celui-ci, une fois par mois.
  - rédaction de la spécification d'achat des matériaux et des plans de fabrication par l'entité « Designing section »,
  - constitution du plan qualité par l'entité « QA/QC section »,
  - définition du planning de fabrication par l'entité « Manufacturing schedule ».
  - élaboration du dossier de conception.

Dans le cadre de **ce contrat**, et selon MHI, les **actions suivantes ont été réalisées** :

- élaboration du planning relatif au « basic report »,
- information des autres entités (sections) et élaboration d'un planning de réalisation,
- négociations avec les sous-traitants.

Ces actions ont permis la remise d'une proposition en 2 mois.

La mise au point du contrat a nécessité des réunions aux USA et a duré 6 mois. La signature du contrat a été obtenue en 01/2003.

Ensuite une revue des exigences techniques a été réalisée, en réunion interne.

La planification des approvisionnements a été réalisée. Les entités autre que l'entité « Designing section » ont été associées à l'élaboration du planning général.

Après élaboration de la spécification d'approvisionnement, les achats définissent les sous-traitants à consulter. Enfin les plans de fabrication sont revus par la section « Manufacturing section ».

Les études réalisées comportent :

- Le dossier des études thermohydrauliques constitué :
  - des données d'entrée pour le licensing (études de sûreté des boucles primaires),
  - des analyses thermohydrauliques propres au GV,
  - de l'analyse du comportement des tubes,
  - de l'analyse de stabilité
- Le dossier des études mécaniques (stress analysis) comprenant :
  - le « stress report » (DAC),
  - le dossier de comportement des internes,
  - le document « Reconcilation to the original ASME » qui a pour but de montrer que les analyses de comportement des GVR effectuées avec la dernière version de l'ASME satisfont également les autres versions de l'ASME utilisées pour justifier les matériels de 1er équipement de la tranche,
  - le calcul des dégradations des tubes admissibles, qui est, pour MHI, une nouveauté en matière de demande client,
  - le document intitulé « Design verification report » qui atteste de la vérification indépendante réalisée [1], requise par l'ASME.

[1] Celle-ci est réalisée en interne, mais par des personnes non impliquées dans le projet.

MHI attire l'attention d'EDF en indiquant que la revue des exigences client en matière de réglementation se limite à l'examen des textes réglementaires dûment indiqués dans le contrat. MHI n'effectue pas de recherches pour s'assurer de l'exhaustivité des textes réglementaires s'appliquant au pays du client.

3.7.2 Résultats particuliers

3.7.2.1 Etudes Thermohydrauliques et de comportement vibratoire des tubes

Selon MHI l'étendue des **études thermohydrauliques** à réaliser est définie par le client. En particulier, MHI indique que la demande initiale du client était de 5 pour le taux de circulation, valeur relative aux GV de 1er équipement. Après négociations, le taux de 3,5 a été accepté par les 2 parties. Le taux de primage demandé est de 0,10%.

Le document « TH Design report » contient les résultats des études conventionnelles de thermohydraulique, concrétisés, notamment, par les valeurs de la pression secondaire, du taux de circulation et du taux de primage. Le sommaire est donné **annexe 4**.

Les codes utilisés, FIT III et SG Steady State performance calculation, sont qualifiés par MHI. La qualification s'effectue à l'aide des moyens habituels utilisés dans ce domaine, à savoir comparaison des résultats obtenus à ceux délivrés par d'autres codes ou par essais. Enfin les résultats fournis par les codes peuvent faire l'objet de vérifications par calculs simplifiés, basés sur les formules mathématiques.

En ce qui concerne le **système de séparation / séchage**, MHI a amélioré la conception de ses séparateurs [1]. In fine, les améliorations de performances du séparateur (échelle 1) ont été validées par des essais en conditions GV (température et pression), grâce à l'équipement « Grande puissance – 20 MW » du SIET situé en Italie.

[1] Séparateurs de 500 mm de diamètre.

MHI a l'habitude de réaliser une étude d'évaluation du taux de primage de ce système qui se caractérise par :

- un calcul sommaire qui permet la détermination approximative du nombre de séparateurs,
- le calcul du taux de primage de chaque séparateur,
- le taux de primage juste avant le limiteur de débit.

A titre d'exemple, et pour TIHANGE 2, la valeur obtenue sur site était de 0,017 % pour une valeur calculée de 0,04 %.

L'étude de **stabilité dynamique du comportement thermohydraulique** n'étant pas réalisée, celle de DOEL 2 a été présentée.
Elle a été conduite a l'aide du code « Hydrodynamic stability analysis code TH 5 » qui est, selon MHI, qualifié. Cette étude a pour but d'étudier, notamment, une oscillation libre du niveau d'eau en utilisant une perturbation qui engendre une réponse contenant l'ensemble du domaine fréquentiel. La valeur du coefficient d'amortissement du GV calculé permet de conclure sur sa stabilité.

Remarque : Cette étude ne semble pas inclure l'étude des variations (ampleur des oscillations et durée d'amortissement) des paramètres essentiels [1] sur la base d'une mise en résonance du GV [2], comme le fait FRAMATOME.

[1] Pression secondaire, niveau d'eau, débit recirculé et débit dans le bas du retour d'eau.

[2] Mise en résonance à l'aide de perturbations des débits vapeur et d'eau alimentaire en échelons alternés, les 2 débits étant dans 1 cas en phase et dans l'autre cas, en opposition de phase.

L'étude du **comportement vibratoire des tubes** est réalisée en considérant les 3 phénomènes habituels connus, à savoir instabilité fluide-élastique, turbulence et détachement tourbillonnaire. Les données d'entrée (caractéristique de l'écoulement secondaire) sont elles-mêmes les résultats d'une étude inclue dans le « TH Design report ».

Cette analyse vibratoire ne considère que la position théorique (de conception) des BAV, alors que nos études prennent également en considération les positions extrêmes et défavorables (prise en compte des tolérances).

3.7.2.2 Etudes de dimensionnement et de comportement mécanique

Pour l'export, MHI n'a jamais été en situation de définir les **chargements locaux s'exerçant sur la partie secondaire** et la face supérieure de la plaque tubulaire (pression et température fonction du temps sur les parties en eau) nécessaire à l'élaboration du DAC de la partie secondaire sous pression. En effet, ces données ont été fournies par le client [1].

[1] Rappel : En France, la définition de ces chargements locaux s'appliquant sur le secondaire GV est assurée par le fournisseur du GV et est réalisée à l'aide du code spécifique TEMPTRON qui a été développé à cette fin.

Nota : COMEX (et MHI) indiquent qu'ils sont conscients de l'importance de ce point et que des réflexions sont en cours sur le sujet.

La note de **dimensionnement relative aux parties primaire et secondaire** a été présentée [1]. Elle définit les épaisseurs minimale de calcul, minimale de calcul augmentée de l'épaisseur allouée pour corrosion et l'épaisseur minimale imposée par les plans. Elle comporte également les résultats du calcul des renforcements des parois au droit des ouvertures.

[1] Sizing calculation report.

Rupture brutale. MHI a indiqué que les études de rupture brutale réalisées pour TIHANGE 1 concernaient les 2 lèvres de la plaque tubulaire (défaut postulé d'une profondeur ¼ épaisseur), les tubulures primaires, la tubulaire d'eau alimentaire, et ce pour les situations « Normal & upset and Test conditions ». Seule la tenue dans le domaine fragile est considérée.
En complément, MHI a précisé que l'analyse de la tenue de la tubulure d'alimentation en eau de DOEL 2 a été effectuée en considérant la valeur début de vie de la caractéristique matériau K_{IR}.

DAC du **fond primaire** de DOEL 2 (durée de vie considérée de 40 ans).
L'analyse s'appuie sur :

- un modèle 3D et le code de calcul SYSTUS,
- une représentation de la plaque tubulaire utilisant un modèle homogénéisé conformément aux exigences de l'ASME (E^* et ν^*),
- la prise en compte de la plaque de partition dans l'analyse,
- une comparaison des contraintes calculées aux contraintes limites admissibles et ce pour les situations définies par l'ASME (Design, Normal and Upset, Emergency and Faulted and Test conditions).

La valeur la plus élevée du facteur d'usage est de 0,949 et elle affecte la face secondaire de la plaque tubulaire, en périphérie.

La cloison primaire (épaisseur de 50 mm) satisfait les critères y compris pour les accidents de 4ème catégorie (faulted conditions).

Dans ce cadre, EDF a précisé qu'en France la cloison primaire est analysée avec les critères du RCCM et que sa justification, difficile, a nécessité une augmentation significative de son épaisseur (60 mm actuellement). Le choix de l'épaisseur de la cloison doit être considéré en début de conception puisque cette donnée géométrique impacte le choix du rayon minimal des tubes.

DAC du **faisceau tubulaire** de DOEL 2

Le sommaire de l'analyse est donné en **annexe 5**.

Les parties droites et cintrées sont analysées séparément et ce pour toutes les situations analysées. Selon MHI, l'ovalité est prise en compte dans les analyses.

Le risque d'instabilité élastique des tubes sous pression externe est également évalué (Collapse evaluation).

Enfin MHI précise que la soudure tube / plaque tubulaire ne fait pas l'objet d'analyse.

Dans ce cadre, EDF précise qu'en France cette soudure est analysée dans le cadre du DAC concernant le faisceau tubulaire, et ce, pour l'ensemble des situations [1]. De plus, elle fait l'objet d'une étude visant à démontrer l'absence de risque d'amorçage de fissure.

[1] Situations de référence, normales et perturbées, exceptionnelles, accidentelles et d'épreuves hydrauliques.

DAC de la tubulure d'eau alimentaire de TIHANGE **1**

La stratification thermique est prise en compte. Le client a fourni les données sous la forme suivante :

- injection d'eau alimentaire à 10°C dans le GV à 286,1°C, pendant 15 minutes,
- injection d'eau alimentaire à 10°C pendant 30 minutes.

De même les chargements externes ont été fournis par le client.

Dans les 2 cas le facteur d'usage maximal (Level A and level B) est de 0,636.

La liste des codes de calculs scientifiques disponibles a été remise. COMEX (et MHI) indique que dans ce domaine, il y a des réflexions en vue de disposer de codes complémentaires utilisés en France. En effet, il semble indispensable à COMEX de disposer de codes qualifiés complémentaires pour répondre pleinement aux exigences d'EDF (en particulier pour la détermination des chargements secondaires locaux).

3.7.3 Conclusion EDF de l'audit « Conception »

EDF a conduit une évaluation dans le domaine de la conception, à partir de l'examen de documents produits dans le cadre de contrats pour l'export, le référentiel étant l'ASME.

Nous n'avons pas identifié d'écarts importants dans l'application des procédures visant à maîtriser la qualité des études fournies. Les procédures applicables au domaine de la conception semblent être respectées de manière satisfaisante.

Les dossiers examinés montrent des différences de pratique inhérentes aux codes de référence utilisés (ASME et RCCM). En particulier, les études produites montrent :

- l'absence de justification de la soudure tube / plaque tubulaire pour toutes les situations et l'absence de l'étude d'évaluation du risque d'amorçage,
- l'absence d'évaluation des chargements locaux côté secondaire, par MHI, nécessaire à l'élaboration des DAC, évaluation due par le fournisseur du GV dans un contrat EDF.

Sur la base de cette évaluation effectuée dans le domaine de la conception, aucun obstacle majeur de nature à s'opposer à la consultation de MHI pour la fourniture des futurs GVR du parc 900 MW, n'a été identifié.

En complément et hors audit, il a été précisé que :

- la capacité réelle d'un Constructeur à répondre aux exigences s'évalue par analyse des documents produits dans le cadre d'un contrat,

- chaque étude spécifiée par EDF (annexe 4 du CSCT) doit faire l'objet d'une note d'étude autoportante comprenant entre autres l'objectif, la méthodologie, les données d'entrées, les résultats et leur domaine de validité,
- chaque note remise doit permettre à un ingénieur non expert du domaine, de la comprendre, de la juger et in fine de se l'approprier.

3.8 Résultats - Points 3 et 4 de l'annexe 2A du courrier CIPN

Les données de **retour d'expérience** sont issues de 2 sources principales, à savoir, celles générées à partir des contrôles et des travaux de maintenance effectués pour les exploitants japonais et celles collectées par des actions de suivi et de veille au niveau international.

Les données internationales, proviennent notamment de l'INPO [1] et de la NRC. Une filiale de MHI analyse et catégorise les évènements. Ensuite, les différentes « Sections » contribuent à l'analyse fine de ces évènements. Ces résultats sont ensuite retournés à la filiale qui en assure l'agrégation et la synthèse. Cette dernière est ensuite envoyée au Management de MHI.

[1] Institute of Nuclear Power Operations.

En ce qui concerne le REX français, MHI a donné 2 exemples montrant qu'il avait des données, à savoir :

- endommagement des J-tubes par corrosion érosion observée à FESSENHEIM,
- dégradations des supportages d'enveloppe de faisceau (mais ignorance des causes).

Cette analyse du REX concerne également l'évolution des performances du GV dans le temps. En particulier, MHI a établi (et remis à EDF) les courbes d'évolution de la pression GV sur 40 ans afin de mieux répondre aux exigences des clients. Celles-ci montrent une augmentation de la pression vapeur pendant 3 ans, après RGV, suivie d'une décroissance linéaire avec passage à la pression initiale « RGV » à 20 ans de fonctionnement environ.

MHI indique que l'entité « Designing section » utilise la connaissance acquise au travers du processus de collecte et d'analyse du REX et en fait bénéficier ses clients dans le cadre des contrats de fourniture. Une liste identifiant le REX négatif de comportement mécanique et les solutions préconisées par MHI peuvent être / est remise au client, pour in fine, statuer conjointement sur la suite à donner.

Il semble que l'action de vérification visant à s'assurer de la remise effective de la connaissance REX au client et de la réalisation des actions définies conjointement ne soit pas demandée dans les procédures de maîtrise de la conception.

De notre point de vue, la demande de vérification fomalisée de l'intégration effective de la connaissance REX de MHI, dans un contrat EDF, est recommandée.

La définition des programmes de **R & D** fait l'objet d'un processus organisé. En particulier, l'entité en charge de la R & D établit un projet de programme pour une durée de 5 ans qui est notamment revu par les « sections ». In fine, le programme final retenu est censé répondre, au mieux, aux attentes des différentes parties. Un bilan d'avancement du programme est effectué chaque année et l'avis des « sections » est recueilli.

Concernant les GV, les travaux récents et actuels de R & D sont :

- évaluation du comportement vibratoire, sous séisme, d'un chignon de faisceau tubulaire équipé de nouvelles barres anti-vibratoires (échelle 1), sur table vibrante,

- mise au point et qualification des séparateurs cyclones de petit diamètre (500 mm) ; ce programme est terminé et la centrale de TIHANGE 2 est équipée de ces nouveaux séparateurs,
- améliorations des codes de calculs scientifiques à l'aide d'essais,
- essais de corrosion sous contraintes sur des tubes en Inconel 690 afin de mieux cerner la durée de vie potentielle de ces composants essentiels du GV.

Il n'y a pas de travaux de recherche pour estimer les évolutions, en fonction du temps, des caractéristiques des matériaux de l'enceinte sous pression du GV.

Les actions R & D (récentes) qui se sont soldées positivement et dont les résultats ont profité à la conception des GV, sont :

- les nouveaux séparateurs cyclones (ϕ 500 mm),
- les nouvelles barres anti-vibratoires (a priori, BAV dont la forme et le positionnement diminuent le caractère fortement transverse de l'écoulement secondaire dans le chignon du faisceau).

Les moyens de R & D se situent à :

- TAGASAKO (concerne les matériels nucléaires dans les domaines de la mécanique, de la thermohydraulique et des vibrations),
- TOKAÏ (filiale de MHI et pour les matériels actifs).

3.9 Résultats - Point 2 l'annexe 3 du courrier CIPN (hors audit)

EDF a rappelé qu'au titre d'un **contrat** passé à un **Constructeur**, il a obligation d'exercer une surveillance des documents essentiels produits par ce dernier. Cette surveillance s'exerce avant envoi des documents à l'Administration. La prise en compte des remarques EDF ne diminue pas la responsabilité du Constructeur qui reste pleine et entière. Le Constructeur est responsable du contenu du dossier de conception devant l'Administration.

En ce qui concerne le statut de la **soudure tube / plaque tubulaire**, MHI a expliqué, sur la base d'essais thermiques et de tests mécaniques, que cette soudure n'est pas sollicitée mécaniquement et qu'elle assure uniquement un rôle d'étanchéité. La tenue mécanique de cette liaison n'est donc pas analysée.

Il a été reconfirmé qu'en France cette soudure doit être considérée comme une soudure de résistance – Voir § 3.5 et 3.7.2.2 (DAC faisceau tubulaire DOEL 2).

Nota : La liaison tube / plaque tubulaire, réalisée par MHI est de type « tube affleurant ».

Pour les **matériaux de l'enceinte sous pression** (hors faisceau tubulaire), la position actuelle de MHI serait de retenir ses nuances habituelles (répondant à l'ASME) avec exigences complémentaires afin de satisfaire le RCCM. Dans cette optique, les nuances qui seraient retenues sont les suivantes [1] :

- SA 508 gr 3 Cl 1 (forgés) pour les éléments essentiels,
- Sa 533 Type B Cl 1 (tôles) pour les tampons des ouvertures et les supports (qui seraient rapportés sur le fond primaire).

Le forgé serait proposé pour les parties primaire et secondaire et serait approvisionné chez JSW.

Suite à une demande d'EDF, MHI précise que le standard de fabrication du secondaire non forgé est le suivant :

- partie secondaire inférieure : 2 demi-coquilles soudées (2 soudures longitudinales),
- partie supérieure : 3 éléments soudés (3 soudures longitudinales).

Nota : La réalisation du secondaire à partir de viroles roulées-soudées n'est pas possible car MHI ne dispose pas des moyens industriels associés (absence du moyen de roulage des tôles de forte épaisseur).

EDF a rappelé que la non sélection d'une nuance du RCCM nécessite l'élaboration d'un dossier matériau (lourd) définissant, notamment, les propriétés métallurgiques, physiques et les caractéristiques mécaniques. Il comprend également les valeurs, début de vie et fin de vie, nécessaires à l'élaboration du dossier de conception.

[1] Document remis à EDF, intitulé « Answers to questions of EDF – KAS-20040091 Rev 0 – June 2004 ».

L'inconel 690 est le matériau utilisé pour la **jonction soudée entre l'extrémité de la tubulure primaire** (en acier faiblement allié, préalablement revêtue d'inconel 690) **et l'embout de sécurité** en acier inoxydable. En réponse à une demande SEPTEN, MHI précise que cette soudure en inconel 690 n'est pas protégée, côté fluide primaire, par un revêtement en acier inoxydable. Pour MHI, le risque de corrosion sous contraintes de l'inconel 690 est très faible et le revêtement complémentaire en acier inoxydable est inutile, opinion partagée par le SQR.

MHI précise que les **séparateurs cyclones** :

- sont supportés par le toit de l'enveloppe de faisceau,
- et appuyés sur l'enceinte sous pression secondaire.

Il n'y a pas de liaisons mécaniques entre les séparateurs cyclones et les sécheurs.

EDF a expliqué les raisons qui ont conduit à formuler des exigences précises pour la conception et la réalisation des **supportages d'enveloppe de faisceau**. Les conclusions issues du REX français ont été explicitées – Voir **annexe 6**.

Enfin EDF a complété sa présentation en expliquant que le risque d'endommagement par dilatations différentielles empêchées a été minimisé sur les GVR français de type 55/19, notamment par :

- le choix d'une conception permettant le libre déplacement vertical des plaques entretoises,
- l'absence de tirants placés en périphérie de plaques entretoises,
- des bords de plaques entretoises arrondies,
- une alimentation en eau permettant une distribution (dans le retour d'eau) de 50% en branche chaude et de 50% en branche froide.

MHI a indiqué que le choix de conception permettant le libre déplacement (relatif) vertical des plaques entretoises induisait, selon eux, des risques de déformations des bords de PE lors des rotations en usine. EDF a indiqué qu'en France les rotations de GV n'ont pas induit de dégradations.

Nota : le standard de conception MHI, relatif aux liaisons plaque entretoise / enveloppe de faisceau, est décrit § 3.10.1.

La **notice d'utilisation,** à fournir par le Constructeur, est requise au titre de l'application des Règles Techniques. Ce document n'a jamais été élaboré et sa structure sera définie ultérieurement par EDF.

Vu d'aujourd'hui, la finalité de ce document est de synthétiser la vision globale du Constructeur qui sera traduite par :

- une synthèse de conception,
- des recommandations, notamment dans les domaines suivants :
  - exploitation,
  - suivi en service,
  - réépreuves hydrauliques.

Bien évidemment, les contraintes à supporter par EDF doivent être aussi réduites que possible, voire inexistantes.

3.10 Données relatives aux standards de conception de MHI

3.10.1 PE – Liaisons PE / Enveloppe de faisceau

Les périphéries des PE sont supportées verticalement (contact) par des butées inférieures et supérieures, soudées sur l'enveloppe de faisceau. Dans le sens radial, les bords des PE sont en regard de cales biaises (absence de soudures) tel que l'agencement génère un contact caractérisé par un cercle et non par une surface cylindrique.

Nota : Cette conception est proche de celle de nos GV de 1er équipement de type 51A et 51M. Sur ces derniers, il y a en plus, une liaison soudée entre les cales biaises et la périphérie des PE.

L'épaisseur type des PE est de 29 mm. L'orifice de passage des tubes est broché, et il est caractérisé par des chanfreins (pente de 10°) inférieurs et supérieurs d'une hauteur cumulée de 10 mm.

Nota : De plus, un document remis en réunion du 24/02/2004 par MHI précise que la surface d'appui des tubes est plane et non cylindrique, comme sur nos GVR 55/19.

3.10.2 Tirants

Les tirants sont monoblocs par parties. Pour chaque tirant, une seule pièce est présente entre 2 plaques proches. La liaison entre les différentes parties du tirant est de type « vis / écrou », comme sur nos GVR 47/22 et 55/19.

Initialement en acier au carbone, les tirants sont maintenant en acier faiblement allié de type 2-1/4 Cr.

3.10.3 Système de fermeture des orifices de l'enceinte sous pression

Le joint utilisé est de type spiralé (spiral wound gasket).

Deux modes de serrage sont retenus, à savoir :

- le serrage au couple (utilisation d'une visserie standard),

- le serrage par allongement des goujons (qui est le seul mode de serrage retenu sur les GVR français).

3.10.4 Supportages de l'enveloppe de faisceau

Le document remis par MHI, lors de la mission, montre que :

- le supportage d'enveloppe de faisceau est de type tenon / étrier de supportage,
- l'étrier de supportage est de type monobloc.

En revanche ce même document montre que la conception géométrique est beaucoup plus basique que celle retenue pour les GVR 55/19, dont l'évolution a été orientée par le REX négatif des GV de 1er équipement.

A titre d'exemple :

- l'étrier de supportage est lié à l'EF par une soudure présentant des angles droits, géométrie non acceptée par EDF,
- la partie inférieure de l'étrier de supportage constitue également un appui radial (bloc antisismique) d'une plaque entretoise, solution abandonnée en France avec les GVR 47/22 et 55/19.

3.10.5 Séparateurs centrifuges (cyclones)

Deux solutions sont disponibles chez MHI, à savoir :

- celle caractérisée par 3 séparateurs de gros diamètre (ϕ 1420 mm), solution présente sur les GV de 1er équipement du parc 900 MW français,
- l'autre qui se distingue par un nombre élevé (15 environ) de séparateurs de « faible diamètre », solution adoptée en France à partir des GV de 1er équipement du parc 1300,

  Nota : A titre d'information, les GVR MHI, 67T-1, installés à TIHANGE 2, comportent 18 séparateurs cyclones (ϕ 500 mm) – Document MHI daté du 16/09/2003.

Les **séparateurs cyclones** :

- sont supportés par le toit de l'enveloppe de faisceau,
- et appuyés sur l'enceinte sous pression secondaire.

Il n'y a pas de liaisons mécaniques entre les séparateurs cyclones et les sécheurs.

3.10.6 Système d'alimentation en eau des GV

MHI dispose de 2 solutions technologiques pour la connexion tubulure / tore, à savoir :

- une liaison glissante entre la tubulure et le té du tore, qui nécessite un jeu (et génère donc un écoulement à très faible débit, direct, d'eau alimentaire dans le GV), solution présente sur tous les GV du parc français (sauf GV du parc 1300 qui présente une variante de cette solution),
- Nota : MHI a indiqué que la liaison glissante, si elle était proposée, serait affranchie du risque d'endomagement par corrosion-érosion des composants (surface extérieure du té de tore et surface intérieure de la tubulure).
- une liaison soudée étanche, disposition retenue pour la future centrale EPR.

En ce qui concerne le tore, MHI indique que 2 configurations types sont disponibles, soit :

- le tore équipé d'un col de cygne (goose-neck) et positionné à l'altitude de la tubulure,
- le tore en position surélevée relativement à l'axe de la tubulure.

Nota : Selon MHI, ces 2 configurations permettent de limiter l'ampleur du phénomène de stratification thermique dans la tubulure d'eau alimentaire, la 1ère configuration conduisant au noyage du tore pour une gamme élargie de situations du domaine normal d'exploitation.

3.10.7 Cloison primaire et revêtements de la boîte à eau

La cloison primaire comporte une attente de plaque soudée à la plaque à tubes.

La plaque de partition, qui possède 2 ouvertures (dans les coins supérieurs), est soudée à l'attente de plaque. Chaque ouverture, qui supprime le soudage au point triple, est obturée par 2 tôles, placées de part et d'autre de l'ouverture et maintenues par de la visserie.

La plaque tubulaire est revêtue d'Inconel 690 :

- procédé PAW (Plasma Arc Welding process), 2 couches en partie courante,
- procédé GMAW (Gas Metal Arc Welding process - MIG), 3 couches dans le congé.

Le fond primaire est revêtu d'acier inoxydable à l'aide du procédé ESW (Electroslag Welding process), 1 couche.

3.10.8 Système anti-vibratoire des cintres

Les standards actuels de MHI sont les suivants :

- Pour les tubes ϕ 22 mm – 3 jeux de BAV (nombre de jeux et positionnement identiques sur GVR français 55/19),
- Pour les tubes ϕ 19 mm – 5 jeux de BAV dont la forme et le positionnement réduisent significativement le caractère transverse de l'écoulement secondaire.

  Nota : A priori, ce type de BAV serait proposé à EDF.

Les BAV sont un acier inoxydable à 13% Cr avec épingles en Inconel et liaisons mécaniques entre les composants précédents.

3.10.9 Matériau des liaisons tubulure primaire / embout de sécurité

L'extrémité de la tubulure en acier faiblement allié est revêtue d'Inconel 690. Le matériau de la liaison soudée entre cette partie et l'embout de sécurité (en acier inoxydable) est également en Inconel 690.

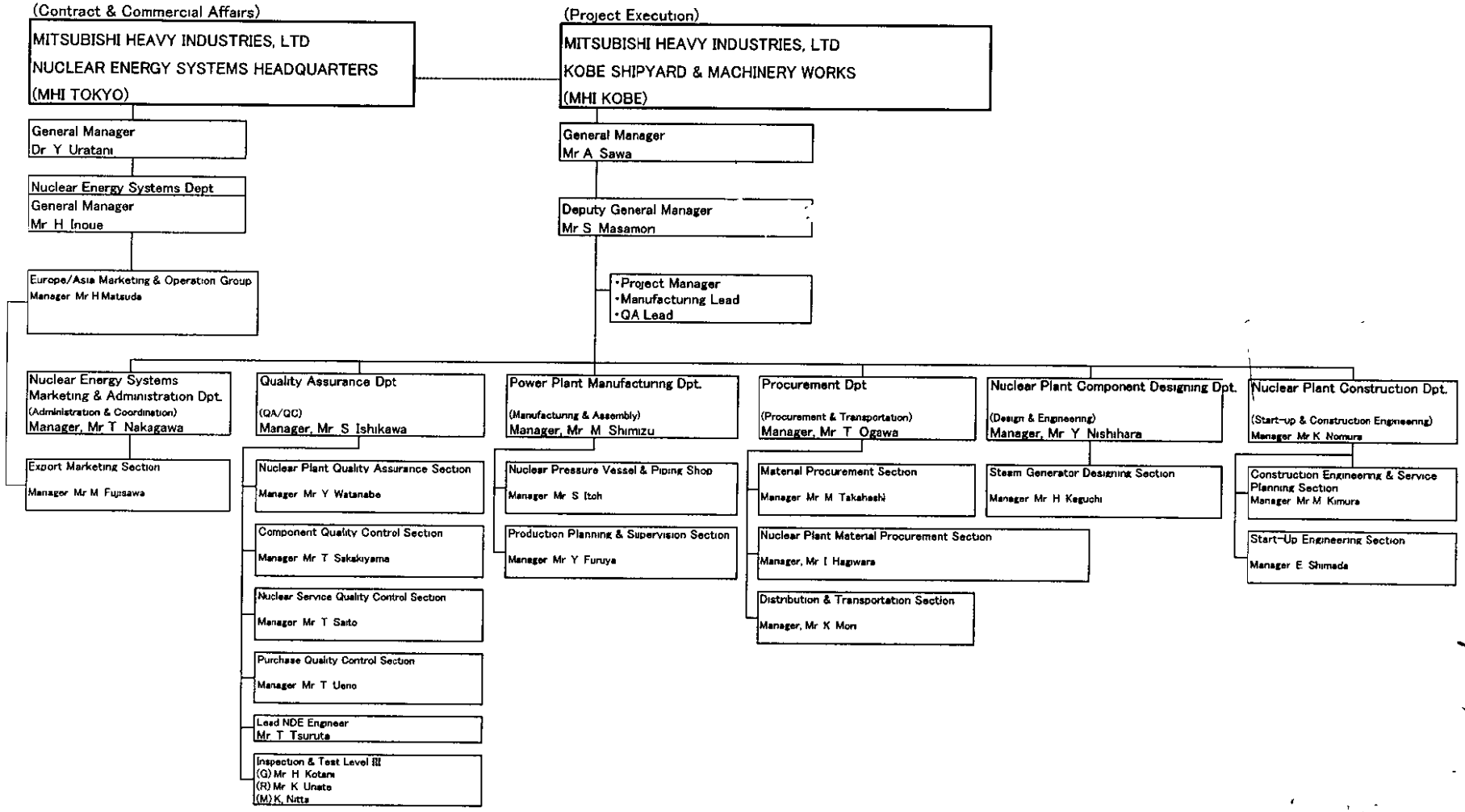
Remis le 07/06/04

Number 3

ANNEXE 1 (1 page)

As of April 1 2004

RSG Organization Chart (Sample)

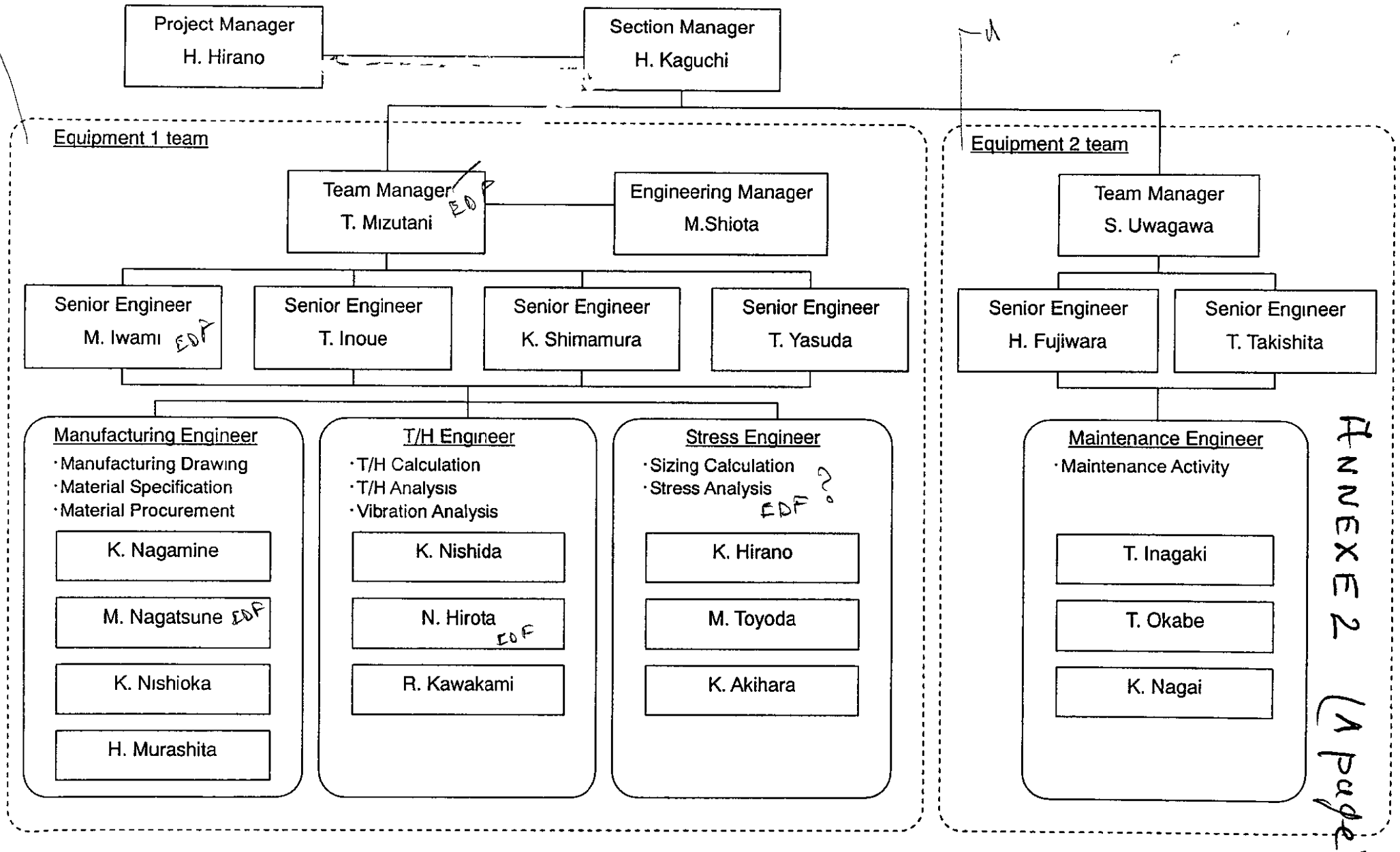


Remis le 07/06/04

June. 1, 2004

Organization Chart of Steam Generator Designing Section

Number 81



ANNEXE 2 (1 page)

ANNEXE 3 (8 pages)

Marc PETIT

02/06/04 09.49

Pour : Eric BLONDET/CIG/DE/EDFGDF/FR@EDFGDF
cc : Odile GRISOT/CIG/DE/EDFGDF/FR, Philippe BRANDON/CIG/DE/EDFGDF/FR@EDFGDF, Arnaud MARTIN/SQR/DE/EDFGDF/FR@EDFGDF, Bruno PIZZALA/SEPTEN/DE/EDFGDF/FR, Christophe FOURNEL/TEMPORAIRE/EDFGDF/FR@EDFGDF, Alain PREVOST/SEPTEN/DE/EDFGDF/FR@EDFGDF
Objet : Avis SEPTEN-RE sur les questions des Constructeurs effectuées sur le projet de CSCT

Bonjour

Je te transmets, par surcharge de ton propre document, nos réponses, dans le domaine de la conception générale, aux interrogations des 3 Constructeurs relatives au projet de CSCT.

Cordialement.

Avis CIPN sur remarques Constucteurs CSCT, surchargé.dc

réalisée par FRAMATOME pour 2 situations, l'une caractérisée par la présence de la plaque de distibution, des tuyauteries de purge et des fers de blocage de la rue d'eau, et l'autre, par l'absence de ces composants. La recommandation de conserver les composants cités a été suivie par EDF.
Voir CR FRAMATOME SUT 0276 RFP – Réunion du 08/10/2002.

" Annex 8 needs to be clarified" : L'annexe 8 du CSCT sera complétée pour l'AO, des plans guides fournis en annexe 1, qui ont pour but de transcrire les exigences de l'annexe 8 sous forme de plan.

"The performance tests and pré-service inspections need to be clearly defined ". Les inspections PTZ et VCI sont précisées dans le CSCT en pré-diffusion en interne EDF.En ce qui concerne les essais de performances, ceux-ci sont précisés au § 1.5.8. Les essais de performances (matériel, fonctionnement) sont réalisés par EDF, avec participation du Titulaire. Les performances nominales des appareils à respecter sont données au chapitre 3 du CSCT.
Avis souhaité : P BRANDON

Remarques MHI :

- 1.1 Objet et domaine d'application :
  Les 3 triplettes CP0 seraient Fessenheim2, Bugey 2 et Bugey 3. Les 2 triplettes CPY étant Blayais + 1 triplette de sécurité.

  Dates de livraison pour chaque centrale ?Préférences ou restrictions d'EDF en matière de transport sur le territoire français ?
  Avis souhaité : E GREINER

  La phrase "Seule la configuration de fonctionnement avec 3 GV remplacés est à considérer", veut seulement dire que les 3 GV d'une tranche sont indissociables, et sont remplacés simultanément.

- 1.5.3 Matériel
  Caractéristiques coupons témoins,
  Nécessité d'un coupon témoin par GVR
  Avis souhaité : E GREINER

  Délimitation physique des embouts de tubulures primaires
  Les tubulures primaires sont définies sur les plans guides qui seront joints en Annexe 1 du CSCT. En ce qui concerne l'embout de sécurité, sa longueur et son chanfrein seront réalisés par le Fournisseur, conformément aux plans qui seront fournis par EDF après relevés topométriques. Les tubulures primaires ne comprennent pas de portions de tuyauterie primaire principale.

  Les activités sus-mentionnées relèvent de la responsabilité du fournisseur (hors réalisation des plans des embouts de sécurité).

- 1.5.4 Vérification des épreuves réglementaires
  Réalisation des épreuves sur site ou en usine : Dans l'attente d'un courrier d'un l'Administration statuant sur ce point, le CSCT indique que les épreuves réglementaires seront réalisées en usine.

  S'il s'agit d'épreuves en usine,

S'il s'agit d'épreuves sur site,
Avis souhaité : P BRANDON

- 1.5.6 Contrôle contradictoire avec le monteur. (§1.5.9.2 idem).
  Ces contrôles contradictoires ont pour but d'éviter tout litige entre le Fournisseur et le Monteur, dans le cas ou le Fournisseur ne réalise pas le montage.

  La fin de prestation correspond à l'état GVR stables posés sur plots : La fourniture des plots est à charge du fournisseur.

- 1.5.7 Montage
  Plans d'installations des tranches CP0 pour déterminer la technique de montage la plus adaptée : Ces plans seront transmis lorsque le fournisseur des GVR sera retenu, et dans l'hypothèse où ce dernier intervient tant pour la réalisation du joint final, que la finition des internes.

  Répartition des tâches entre Maître d'Ouvrage et Titulaire concernant la réalisation du joint final et la finition des internes : A voir ultérieurement dans l'hypothèse ou le Titulaire intervient sur site.
  Confirmation souhaitée : A.VASSALLO – O GRISOT (pour les aspects stratégiques)

  Il est confirmé que les opérations de découpent des GV à remplacer ne relèvent pas des tâches du Titulaire.

  Durée globale du remplacement
  Répartition des tâches relatives à l'installation des GVR sur site
  Avis souhaité : E GREINER

- 1.5.8 Vérification des performances
  Contenu des essais de performance initiaux et des essais de fonctionnement d'ensemble (à rapprocher de la demande de Westinghouse)
  Avis souhaité : E GREINER – P BRANDON

- 1.5.10 Contrôles avant mise en exploitation
  Les contrôles PTZ et VCI sont réalisés avant mise en exploitation et sont réalisés pour la plupart en usine (voir exemple basé sur un GV de type 55/19, dans le CSCT de l'AO Annexe 14).

  La notion de PBMP est liée à la réalisation de programmes d'inspections des matériels. Ces programmes sont établis à partir de la connaissance des risques d'endommagement de ces derniers, et ont pour but via une fréquence de contrôle adaptée, d'anticiper et diminuer ainsi la potentialité d'incident.

- 1.7 Prestations et matériels connexes hors fourniture
  La machine d'ouverture et fermeture des orifices est effectivement celle mentionnée au § 4.3.4. Ce matériel a pour but comme son nom l'indique de permettre l'ouverture et la fermeture des tapes du GV, en effectuant l'élongation des goujons, le vissage et le dévissage des écrous. Son utilisation est conditionnée par le respect des informations figurant sur le plan guide de l'annexe 1 du CSCT.

- 2.1.5 Fiches de modifications au RCC-M

FM signifie effectivement "fiche de modification". Ces modifications du RCC-M prennent la forme d'un addenda, lorsque le nombre de FM devient conséquent. C'est ainsi que pour le projet GVR le code utilisé est le RCC-M 2000 accompagné de son addenda 2002 à la date de l'AO, sous réserve de l'émission de FM ayant une incidence sur cette affaire, avant la signature du contrat.
Confirmation souhaitée : C FAIDY – C PRIN

- 2.1.9 Note UTO 00/411
  Cette note est donnée pour information, car le rôle de Constructeur est assuré par EDF/UTO. Néanmoins, elle a le mérite de montrer l'organisation qui doit être mise en œuvre chez les fournisseurs d'un Constructeur pour répondre aux exigences de l'Arrêté du 26/02/74 ou à la RFS II.3.8. Rappelons que dans le cadre de l'affaire GVR, le rôle de Constructeur est tenu par le Titulaire du contrat, et que les fournisseurs évoqués, sont ceux Titulaire du contrat.

- 3.3 Performances
  Il est effectif que les études de Sûreté ne relèvent pas de la responsabilité de MHI, d'autant que le CSCT est conçu avec l'idée de ne pas remettre en cause ces dernières. Néanmoins, en cas d'écarts constatés (par le Titulaire) par rapport aux valeurs de paramètres présentées en Annexe 2 du CSCT, le Titulaire sera amené à justifier ces derniers du fait des conséquences potentielles sur le licensing ; voire à financer les études complémentaires nécessaires.
  Il n'y pas d'exigence particulière en terme de surface d'échange. Charge au Titulaire, de répondre aux exigences du chapitre 3 et l'Annexe 2 du CSCT.
  Confirmation souhaitée : A VASSALLO – B PIZZALA

- 4.3 Conception des composants
  Boîte à eau
  Soudage de la plaque de partition au sein de la boîte à eau/Soudage de l'attente de plaque : La prescription " la conception de la BE doit faciliter la réalisation des joints soudés", signifie qu'un emplacement de soudure facilement accessible permet de réaliser une soudure de meilleure qualité, et limite ainsi le risque de défaut.
  Les détails de conception nécessitent la présentation de croquis et de plans lors d'une prochaine réunion.

  Effectivement l'épaisseur du revêtement de la boîte à eau n'est pas indiquée. Néanmoins, il est précisé dans le CSCT, la teneur minimale en chrome du métal déposé en contact avec le fluide primaire, et il est par ailleurs indiqué dans le CSCT, les différents modes d'endommagement contre lesquels on souhaite se prémunir.

Informations PETIT (qui ne remet pas en cause la réponse fournie)
Rappel : Dans le cadre de l'élaboration des DAC du GVR 55/19, les valeurs retenues par FRAMATOME sont :

- ép du revêtement de la plaque tubulaire : 8 mm
- ép du revêtement de la boîte à eau : 5 mm

Exigences en matière de repérage,
Procédé laser/RCC-M
Expérience de repérage par laser
Avis souhaité : P BRANDON

Faisceau tubulaire

La résistance mécanique de la soudure tube/plaque est précisée dans le CSCT en pré-diffusion interne EDF. La réponse à la question de MHI est que la soudure tube/plaque à elle seule (sans prise en compte du sertissage) doit garantir la tenue mécanique de l'ensemble.

Caractéristiques géométriques du faisceau tubulaire
Les paramètres imposés posent-ils un problème de réalisation à MHI ?
Les valeurs fournies de diamètre interne après sertissage, permettent à EDF d'utiliser les stocks de bouchons à disposition. Sont donc concernées par ces valeurs, les zones suivantes :

- zone soudée tube/plaque,
- zone du sertissage tube/plaque.

Avis souhaité : P BRANDON

Plaques entretoises
Les plaques entretoises sont libres par rapport à l'enveloppe de faisceau, et il est demandé d'autoriser tous déplacements de ces dernières ~~par rapport à un~~ selon l'axe vertical, notamment pour ne pas entraver les dilatations différentielles

Dimensions des orifices rectangulaires (200x900mm), s'appliquent-elles aux tubes de diamètre 22 mm : Les paramètres imposés posent-ils un problème de réalisation à MHI ?
Avis souhaité : P BRANDON

Informations PETIT
Effectivement les plans des PE des GVR 47/22 montrent que les ouvertures sont plus petites que celles du GVR 55/19 (3 ouvertures d'environ 228 x 72 mm et 2 ouvertures d'extrémité, plus petites, d'environ 98 x 72mm). Il est souhaitable de limiter au strict besoin, les dimensions des ouvertures afin d'éviter des difficultés de justifications mécaniques des PE.

Tirants
EDF n'est pas opposée à l'utilisation d'acier 2-1/4 Cr pour les tirants.
Confirmation souhaitée : M PETIT

Avis PETIT
Le CSCT actuel fait apparaître la solution préférée « acier inoxydable martensitique à 13% Cr insensible au vieillissement thermique ».
L'acier évoqué par MHI est, a priori, celui connu sous l'ancienne dénomination 10 CD 9-10 qui est largement utilisé depuis les années 1950, notamment dans les centrales thermiues conventionnelles. L'utilisation de ce matériau en boulonnerie est courante.
L'utilisation de cet acier est acceptable, notamment parce qu'il n'y a pas de soudures et sous réserve que les traitements thermiques réalisés soient adaptés (il est souhaitable de ne pas avoir des caractéristiques mécaniques trop élevées, condition que l'on peut satisfaire, par exemple, avec un traitement thermique de type trempe + revenu, afin de maintenir le risque de corrosion sous contraintes au niveau le plus bas).
Nota 1 : Le désavantage, qui reste acceptable, de cet acier / à la solution préférée est qu'il n'est pas inoxydable.
Nota 2 : Un acier de ce type a été utilisé pour les GV 51 BI ; c'est le 25CD4 Tà 1% de Cr. Nous n'avons pas connaissance de REX négatif.

4.3.4 Système de fermeture des trous de visite primaires et secondaires
L'utilisation de joints spiralés graphite est interdite car le retour d'expérience des GV du Parc Nucléaire français, montre une dispersion des caractéristiques de ces joints, et l'apparition de fuites en service.

Revêtement résistant à la corrosion des portées de joints (à rapprocher de la demande de Westinghouse)
Le CSCT ne préconise pas de matériau précis pour les portées de joints. Néanmoins, les options techniques retenues par le Titulaire, doivent permettre de se prémunir contre les différents types d'endommagements et notamment la corrosion. Par ailleurs, il est prévu une surépaisseur de 8 mm rendant les portées de joints ré-usinables 2 fois au cours de la durée de vie de la tranche.
Confirmation souhaitée : A MARTIN

Blocs supports / Blocs anti-envol
Le paragraphe relatif au raccordement de l'étrier d'enveloppe de faisceau sur le faisceau est modifié dans le CSCT en pré-diffusion interne EDF. Cependant, afin d'améliorer la compréhension de ce paragraphe, il semble nécessaire de présenter à MHI des extraits de plan ou des schémas de cette zone, lors d'une réunion.

Profilés en U soudés sur la partie inférieure de l'enveloppe de faisceau : Afin d'améliorer la compréhension de ce paragraphe, il semble nécessaire de présenter à MHI des extraits de plan ou des schémas de cette zone, lors d'une réunion.

Consoles de plancher : réponse idem ci-dessus.

Chicanes en acier inoxydable : réponse idem ci-dessus.

- 4.5.2 Exigences particulières
  Accessibilité pour contrôler les différentes soudures du supportage de l'enveloppe de faisceau et des tenons : Les contrôles sont réalisés à partir des trous de poings situés au dessus de la plaque tubulaire.

  Confirmation souhaitée : P BRANDON

Information PETIT
La nature des contrôles des différentes soudures de supportage d'EF peut être précisée afin de d'expliciter notre exigence (contrôles de type « Inspections télévisuelles » ?).
Nota : Précision à apporter éventuellement, mais hors CSCT.

- 4.5.3 Exigences particulières relatives aux contrôles US et radiographiques des joints soudés
  longueur droite d'un seul côté du joint,
  longueur droite nécessaire par rapport à l'épaisseur de la plaque
  Avis souhaité : P BRANDON

- 4.6 Contrôles des internes de GV
  Le tableau présenté est supprimé du CSCT en pré-diffusion interne EDF

- 5.1 Spécifications relatives aux approvisionnements
  Matériaux et produits d'apport de l'enceinte sous pression :
  La composition chimique est obligatoire car spécifiée dans les Règles Techniques.

  Fond primaire

Le fond primaire et ses pieds doivent se présenter sous la forme d'un mono bloc forgé. En conséquence, des pieds soudés ou le formage du fond primaire à partir d'une tôle sont à proscrire.
Confirmation souhaitée : A MARTIN

Tubes de faisceau
Des compléments seront apportés dans le CSCT en matière de bruit de fond.
Avis souhaité : P BRANDON

- 5.2.1 Impositions de fabrication et de contrôles
  Critères applicables aux défauts de soudure et défauts dans les tubes
  Contrôle des tubes en cours d'expansion pose des difficultés à MHI
  Avis souhaité : P BRANDON – A MARTIN

  Fichier informatique du faisceau tubulaire : Il sera précisé dans le CSCT quels sont les types de fichier compatibles avec les systèmes de gestion des banques de données EDF.
  Avis souhaité : P BRANDON

  Une coopération est naturellement requise entre le Constructeur et le fournisseur (Cf 2.1.9), afin d'obtenir toutes les informations listées pour les tubes.

  Autres composants
  "Soudures sur lattes prohibées" applicable uniquement aux soudures de l'enveloppe sous pression.
  Avis souhaité : P BRANDON

- 6.1 Transport
  maintien du GVR sous azote : exigence applicable à la partie supérieure du GVR CP0
  Avis souhaité : E GREINER

- 6.3 Montage sur site (p27 et28)
  Précisions sur les activités à charge d'EDF (ou du monteur) et du Titulaire du contrat GVR, dans l'hypothèse ou serait réalisé le joint final et la finition des internes par ce dernier.
  Avis souhaité : E GREINER

- Annexe 2
  Informations sur le K/A^2 du tube GV : Complément d'information apporté dans le CSCT en pré-diffusion interne EDF.

  Exigences en termes de valeur minimale de masse d'eau totale à 100% Pn et précision sur consigne
  Diagramme puissance/Température moyenne des études de sûreté Cyclades et Parité MOX
  Avis souhaité : B PIZZALA

  Nombre de cyclones : Ce point est complété dans le CSCT en pré-diffusion interne EDF, en faisant notamment apparaître la notion de carry-under égal à 0, conduisant à avoir de multiples petits cyclones.

Exigences en terme de section totale des passages des tubes en J du tore d'eau alimentaire : Le débit d'eau alimentaire est précisé, par ailleurs, la perte de charge admissible de 1.1 bar entre le nozzle ARE et les tubes en J est également indiqué.
Avis souhaité : B PIZZALA

Annexe 4 - Etudes d'ingéniérie
L'étude de dépressurisation en cas de RTV fait partie des tâches incombant au Titulaire du contrat GVR.
Confirmation souhaitée : M PETIT

Position PETIT : oui

Annexe 8 – Paramètres de montage des GV en place (p 32 à 34)
Un résumé des principales impositions de l'annexe 8 est présenté sous formes des plans guides objets de l'Annexe 1 du CSCT.
Réponse aux questions de MHI sur l'Annexe 8
Avis souhaité : E GREINER

Annexe 9 – Liste des documents et informations dus par le Titulaire au titre du licensing
DRR : Le DRR est le Dossier de Référence Réglementaire demandé par l'article 4 de l'Arrêté relatif à la surveillance de l'exploitation du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs à eau sous pression.
Il comporte 2 parties distinctes : une première visant à s'assurer qu'EDF s'est approprié techniquement les dossiers élaborés lors de la phase de construction des appareils, une seconde précisant les dispositions du ressort de l'exploitant, permettant de garantir dans le temps l'intégrité des appareils.

Annexe 13 – Liste des Options

Evolutions réglementaires/ Evolutions du RSE-M et du RCC-M/ Application des FM : Ces options ont toutes pour objectifs de tenir compte des évolutions de la réglementation ou des codes entre l'appel d'offre et la signature du contrat GVR. Nous notons que MHI ne s'engage à fournir un prix qu'après signature du contrat.

Seule la boîte à eau est supposée faire l'objet d'un polissage électrolytique.
Les exigences spécifiques en matière de surfaçage sont d'avoir un état de surface compatible :
- avec les contrôles à réaliser sur cette zone,
- avec un polissage électrolytique potentiel

- Liste des documents que MHI souhaite posséder dans les meilleurs délais
Ces documents seront joints à l'AO.

ANNEXE 4 (1 page)

PROPRIETARY CLASS B

TH Report

Table of Contents

1. Introduction 5
2. General 6
3. Parameters for calculation 8
4. Heat transfer description 14
5. Circulation ratio description 30
6. Primary volume and mass description 42
7. Secondary volume and mass description 47
8. Primary side pressure loss description 63
9. Secondary side pressure loss description 79
10. Primary separator and secondary separator performance 89
11. Data for various load 92
12. Other additional data 119
13. 3-dimensional thermal and hydraulic analysis of the steam generator secondary side 128
14. Reference 139

3

2

1

FOR REFERENCE

ANNEXE 5 (2 pages)

PROPRIETARY CLASS B

Stress Report - Tube bundle

TABLE OF CONTENTS (Continued)

SECTION	DESCRIPTION	PAGE
6	STRESS LIMITS	46
	6.1 Material Mechanical Properties	46
	6.2 Allowable Stresses	46
7	CALCULATED STRESSES	50
	7.1 Design Conditions	50
	7.2 Level A and B Service Conditions	50
	7.2.1 Primary Plus Secondary Stress Intensity Range Evaluation	51
	7.2.2 Fatigue Evaluation	51
	7.2.3 Thermal Stress Ratchetting Analysis	52
	7.3 Level B Service Conditions	52
	7.4 Level C Service Conditions	52
	7.5 Level D Service Conditions	53
	7.6 Test Conditions	53
	7.7 Triaxial Stresses	54
	7.8 Tube Collapse Evaluation	54
8	REFERENCES	65
APPENDIX I	OUTPUT LISTS OF CALCULATED STRESSES	67
APPENDIX II	TUBE COLLAPSE TEST	113
APPENDIX III	EVALUATION FOR TUBE-TSPL INTERACTION	141
APPENDIX IV	EVALUATION FOR DIFFERENTIAL TEMPERATURE BETWEEN HOT AND COLD LEG	152
APPENDIX V	THE MAJOR DIFFERENCE BETWEEN T-2 RSG AND D-2 RSG FOR CALCULATION PROCEDURE	160

FOR REFERENCE

TABLE OF CONTENTS

SECTION	DESCRIPTION	PAGE
	LIST OF TABLES	7
	LIST OF FIGURES	8
	TABLE OF SYMBOLS	9
1	STRESS SUMMARY AND CONCLUSIONS	11
	1.1 Stress Summary	11
	1.2 Conclusions	11
2	INTRODUCTION	15
3	EVALUATION LOCATION AND GEOMETRY	17
	3.1 Evaluation Location and Dimension for Stress Analysis	17
	3.2 Analytical Model for Thermal Analysis	18
4	LOADS	21
	4.1 Design Conditions	23
	4.2 Level A and B Service Conditions	23
	4.3 Level B Service Conditions	23
	4.4 Level C Service Conditions	24
	4.5 Level D Service Conditions	24
	4.6 Test Conditions	24
	4.7 Tube External Loads	24
5	METHOD OF ANALYSIS	29
	5.1 Analytical Model	29
	5.2 Materials	29
	5.3 Boundary Conditions	30
	5.3.1 Mechanical Boundary Conditions	30
	5.3.2 Thermal Boundary Conditions	30
	5.4 Thermal Analysis	30
	5.5 Stress Analysis	30
	5.6 Stress Classification	30
	5.7 Method of Stress Analysis	31
	5.8 Tube Collapse Analysis	35

FOR REFERENCE

ANNEXE 6 (3 pages)

REX Français - Supportages EF

1. Features of damages

S1

What are the affected areas ?

On secondary side, the bundle wrapper separates the entering cold water from the mixture of hot water and steam.

The pressure vessel takes up the weight of this big component.

S2

This sketch shows in details, one of the six connections between the bundle wrapper and the pressure vessel.

The restraint key (also called stud) is welded to the lower part of the pressure vessel.

Above this one, the support block, linked to the bundle wrapper, supports the latter. This function has to be effective permanently.

In accident conditions such as the postulated steam line break, the hold-down block prevents the liftoff of the bundle wrapper ; if there weren't these elements, the upward displacement of the bundle wrapper would be large and tubes might be degraded.

What are the damages ?

In 1994, during the 10-year inspection of Blayais unit 3, a drop of the bundle wrapper on one of steam generators prevented access, via the handholes, of tube plate lancing tools. It was revealed that the bundle wrapper had dropped by 20 mm.

There were two types of degradation on that SG.

S3

First, the lower and the two lateral welds joining the support block with the bundle wrapper were broken.

Moreover, the gap between the restraint key and the hold-down block was large which is unfavourable to the mechanical strength of this function ; indeed, in accident conditions, the larger the gap, the higher the lift force.

S4

Second, the bundle wrapper was cracked in the vicinity of a few support blocks.

Further examinations revealed limited degradations for a few more Steam Generators. Nevertheless, it was taken into account that these degradations could affect all Steam Generators.

2. Results of studies

S5

It has been found that during particular transients of the normal operating conditions, some very cold water was flowing down between bundle wrapper and pressure vessel.

In that case, the pressure vessel shrinks after the bundle wrapper and the latter is over tightened against the two top tube support plates. At that location, there's then a fixed point.

After that, the pressure vessel continues to shrink and the part between the temporary fixed point and the support system is shorter than the bundle wrapper is. It results in an upward axial thrust on support blocks.

Repetition of those thrusts led to ratcheting deformation phenomena and breaking of welds.

Cracking is due to high cycle fatigue. Movements of a few bundle wrappers were monitored. This revealed vibration of the bundle wrapper lower part that is very likely related to the vortex shedding of the secondary water, downstream the support system.

Finally, it was shown that crack propagation would stop because stresses were low at a certain distance of support blocks. The feeeback experience shows that the cracks are stable (without prapagation).