

Avril 2017 n°51

# La lettre de Civaux



## Editorial

### SOMMAIRE

#### Page 2

#### • Etanchéité de l'enceinte de confinement du réacteur 1 de Civaux.

- 1 - La radioactivité produite dans un réacteur nucléaire.
- 2 - Le confinement.
- 3 - L'enceinte du bâtiment réacteur est double.
- 4 - L'étanchéité du bâtiment réacteur.
- 5 - L'évolution du béton avec le temps.
- 6 - Défaut d'étanchéité du réacteur 1 de Civaux constaté en juin 2001.
- 7 - Visite décennale de 2011.
- 8 - Les travaux prévus dans le cadre de l'opération Grand carénage.
- 9 - Lors de l'assemblée générale de la CLI le 14 mars 2017.

#### Page 5

#### • Questions-Réponses

L'étanchéité de l'enceinte de confinement du réacteur 1 de Civaux

Cette Lettre de la CLI consacre la totalité de son contenu au questionnement suscité par l'étanchéité de l'enceinte de confinement du réacteur 1 de Civaux. Le texte qui suit a pour objet d'informer les citoyens en recourant aux éléments apportés par le débat ouvert lors de l'Assemblée générale du 14 mars dernier et en y adjoignant des données issues de documents publiés par l'Autorité de Sûreté nucléaire, Autorité indépendante assurant au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ainsi que de documents publiés par l'IRSN, établissement public chargé notamment de missions d'expertise et de recherche notamment dans le domaine de la sûreté nucléaire. Le CNPE a aussi transmis les informations nécessaires à la rédaction de ce texte. Le dossier proposé ici n'a rien de définitif : il sera à améliorer, à compléter, à suivre...

La CLI a préféré prendre quelques jours de recul pour proposer cette analyse qui ne pouvait être faite dans la précipitation : l'information des citoyens nécessite la vérification des sources, la précision des termes, la compréhension du problème posé. Bien entendu l'information a ses exigences et la première d'entre elles est d'employer un langage qui soit à la portée des non spécialistes du nucléaire ou des métiers que le nucléaire rassemble et notamment les travaux publics. Mais il faut en même temps que les informations données soient aussi rigoureuses que possible. C'est un exercice qui est le lot habituel des membres de la CLI dont la plupart sont des élus et des membres de la société civile qui avec des représentants des services de l'Etat puisent auprès d'EDF, de l'ASN de l'IRSN mais aussi des experts librement choisis (comme des universitaires) les explications nécessaires aux questionnements débattus librement et concernant la sûreté et la sécurité en lien avec la Centrale nucléaire de Civaux.

Et c'est ainsi que la CLI ne saurait dire aux citoyens ce qu'il faut penser ; plus humblement et selon le mot de Paul Ricoeur, puisse-t-elle déjà "donner à penser".

**Roger GIL**

Président-délégué de la CLI de Civaux

# Étanchéité de l'enceinte de confinement du réacteur 1 de Civaux

**1 La radioactivité produite dans un réacteur nucléaire doit y rester enclose pour ne pas s'échapper dans l'environnement : c'est le confinement.**

**2 Le confinement est réalisé par trois barrières successives (figure 1) :**

- La première est réalisée par la gaine enveloppant les crayons du combustible
- La seconde est réalisée par le circuit primaire où circule l'eau qui refroidit les crayons de combustible
- La troisième est réalisée par le bâtiment en béton qui renferme les deux précédentes (voir photographie). Ces trois barrières doivent être étanches.

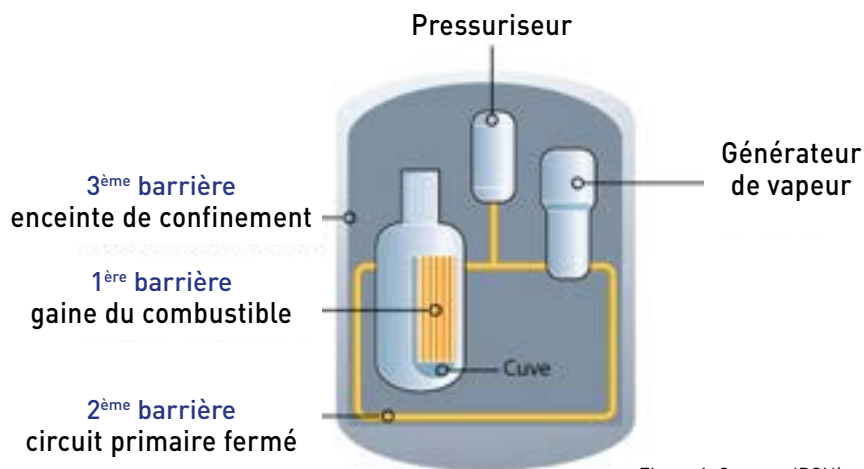


Figure 1. Source : IRSN<sup>1</sup>



**3 L'enceinte du bâtiment réacteur est double :**

Deux enceintes, l'une interne en béton précontraint d'1,20 mètre d'épaisseur, l'autre externe, en béton armé, de 0,55 mètre d'épaisseur sont séparées par un espace inter-enceintes, d'1,8 mètre d'épaisseur, maintenu en dépression avec un système de ventilation qui collecte et filtre les fuites (figure 2, page 4).

**4 L'étanchéité du bâtiment réacteur**

Sachant qu'aucun béton n'est complètement imperméable au passage de l'air (comme d'ailleurs au passage de l'eau), l'étanchéité de l'enceinte interne est évaluée par son taux de diffusion, à l'occasion d'un essai global d'étanchéité ("épreuve enceinte", tous les dix ans) au cours duquel la pression dans

l'enceinte est portée à 4,3 bars relatifs (5,3 bars absolus). Le décret d'autorisation de création (DAC) de la centrale mentionne que le taux de diffusion (donc de fuite) ne doit pas dépasser 1,5 % par jour de la masse de gaz contenue dans l'enceinte dans les conditions représentatives de l'accident de dimensionnement le plus dur, c'est-à-dire "dans les conditions de pression et de température d'un accident consistant en une rupture complète et soudaine d'une tuyauterie du circuit primaire avec séparation totale des extrémités (accident de perte de réfrigérant primaire étudié dans la cadre des accidents de dimensionnement)"<sup>2</sup>. Les règles générales d'exploitation (RGE) fixent un critère plus restrictif : 1,125 % (soit 75 % du critère DAC). Il permet de garantir le respect du critère de 1,5 % pendant les dix années suivant l'épreuve enceinte (en anticipant une évolution des propriétés du béton). Pour s'assurer du respect de ce critère, EDF vérifie le taux de fuite lors d'épreuves périodiques de mise sous pression de l'enceinte à sa pression de dimensionnement<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> [http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations\\_nucleaires/La\\_surete\\_Nucleaire/risque-nucleaire/demarche-prevention/Pages/2-barrieres-de-confinement.aspx#WNAVjaKNWUk](http://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/La_surete_Nucleaire/risque-nucleaire/demarche-prevention/Pages/2-barrieres-de-confinement.aspx#WNAVjaKNWUk)

<sup>2</sup> IRSN 2013: [http://www.irsn.fr/FR/Larecherche/publications-documentation/collection-ouvrages-IRSN/Documents/14\\_LAG\\_chap06.pdf](http://www.irsn.fr/FR/Larecherche/publications-documentation/collection-ouvrages-IRSN/Documents/14_LAG_chap06.pdf)

## 5 L'évolution du béton avec le temps

L'évolution du temps varie avec le temps en fonction de ses conditions de fabrication. La précontrainte du béton est sa compression afin qu'il résiste aux tractions qui s'exerceront sur lui<sup>3</sup>. Le fluage du béton est un processus de déformation, de rétraction du béton en partie lié à ses propriétés propres, en partie lié à la dessiccation. Il peut augmenter sa porosité et entraîner des fissures, ces dernières étant utilisées comme une qualification générale de déhiscences qui peuvent être inférieures à 100 µm et non visibles à l'œil nu. Il est apparu très rapidement que le béton du bâtiment réacteur 1 de Civaux avait un comportement différent du réacteur 2 avec un fluage plus marqué.

## 6 Défaut d'étanchéité du réacteur 1 de Civaux constaté en juin 2001

Le 8 juin 2001, l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) a été informée par le CNPE de Civaux que l'épreuve d'étanchéité de l'enceinte du réacteur 1 conduisait à des taux de fuite ne respectant pas les critères réglementaires. En effet, alors qu'en 1993, le taux de fuite était très modique (0,38%), l'épreuve réalisée début juin 2001, dans le cadre de la première visite complète pour maintenance après démarrage du réacteur 1 mettait en évidence un taux de fuite global de la paroi interne de 2,7%/jour à la pression de dimensionnement de l'enceinte, soit près de 7 fois plus que le taux mesuré lors de l'épreuve initiale en 1993. Comme il s'agit d'un dépassement notable du critère réglementaire, l'ASN classe cet incident au niveau 1 de l'échelle internationale INES.

EDF entreprend alors des actions correctives, parmi lesquelles l'injection de résine dans les reprises de bétonnage et la pose d'un revêtement d'étanchéité stratifié sur une partie de la paroi interne de l'enceinte<sup>4</sup>. A l'issue de ces travaux, le taux de diffusion était de l'ordre de 0,5 % lors de l'épreuve enceinte réalisée début novembre 2001. Les résultats des deux tests ont été communiqués au public (communiqués de presse suivis de la parution d'articles dans la presse locale). Le dossier avait également été présenté lors d'une Assemblée générale de la Commission Locale d'Information (CLI) le 27 septembre 2001.

Lors d'une visite du site réalisée en décembre 2001, l'ASN constatant le résultat du deuxième test d'étanchéité confirmait l'efficacité de la réparation. Le 14 décembre 2001, au terme de près de 9 mois d'arrêt, l'ASN autorisa le redémarrage du réacteur 1, ce qui fit l'objet d'un communiqué de presse le 3 janvier 2002. Le problème d'étanchéité n'affecte pas le réacteur 2 qui a fait l'objet quelques mois plus tard d'une visite complète et qui obtient son autorisation de redémarrage en mars 2002. Il faut noter aussi que les deux réacteurs de Chooz, centrale "jumelle" de Civaux, sont aussi de 1450 mégawatts, et n'ont pas montré d'anomalies d'étanchéité. Seul le béton du réacteur 2 de Civaux est donc en cause, des problèmes d'étanchéité ayant aussi été constatés sur d'autres réacteurs du parc nucléaire français de 1300 mégawatts.

## 7 Visite décennale de 2011

La visite décennale de 2011 permet d'abord d'effectuer les travaux nécessaires pour augmenter de 760 m<sup>2</sup> la surface du revêtement composite sur la paroi interne de l'enceinte de confinement à l'intérieur du bâtiment réacteur 1. Elle permet aussi de contrôler l'étanchéité de l'enceinte de confinement : le taux de fuite était de l'ordre de 0,9%, respectant donc les critères d'étanchéité prévus par le décret d'autorisation de création de la Centrale. Le 26/12/2011, l'ASN nota sur son site que les travaux et le contrôle d'étanchéité avaient été réalisés<sup>5</sup>. Le réacteur 1, arrêté le 13 août, fut autorisé à redémarrer le 4 décembre 2011.

## 8 Les travaux prévus dans le cadre de l'opération Grand carénage.

L'opération Grand carénage, précise EDF vise à "maintenir les performances (du parc nucléaire) en termes de sûreté et de compétitivité, et à préparer une demande de prolongation de la durée de vie des réacteurs à l'ASN. Si la prolongation à 40 ans semble bien engagée, une prolongation au-delà, soit 50 ou 60 ans, n'est pas acquise et ne pourra l'être qu'après prise en compte du retour d'expérience post Fukushima et de demandes complémentaires éventuelles de l'ASN prenant en compte le vieillissement des installations et les jouvences entreprises ainsi que la prise en compte d'une réglementation en évolution continue"<sup>6</sup>.

<sup>3</sup> Association Eugène Freyssinet. Comprendre la précontrainte : le béton précontraint : <http://efreyssinet-association.com/un-peu-de-technique-pour-comprendre-la-precontrainte/le-beton-precontraint/>

<sup>4</sup> Et plus précisément au niveau du TAM (la traversée spécialement conçue pour introduire ou sortir les gros matériels, appelée tampon d'accès des matériels) et du gousset (partie basse de l'enceinte).

<sup>5</sup> <https://www.asn.fr/Controler/Actualites-du-controler/Arret-de-reacteurs-de-centrales-nucleaires/Arret-pour-visite-decennale-du-reacteur-n-13#reglementation>

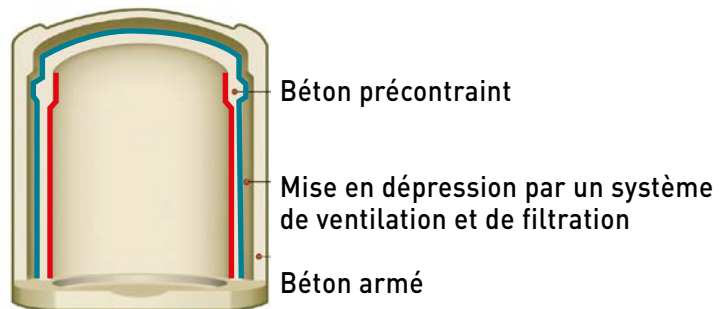
<sup>6</sup> [http://www.sfen.org/sites/default/files/public/atoms/files/le\\_grand\\_carenage\\_du\\_parc\\_nucleaire\\_d27edf.pdf](http://www.sfen.org/sites/default/files/public/atoms/files/le_grand_carenage_du_parc_nucleaire_d27edf.pdf)

C'est dans le cadre de cette opération qu'EDF a décidé d'engager des actions lors des visites périodiques de 2017 et 2020 et pendant la 2<sup>ème</sup> visite décennale de 2021 de façon à renforcer durablement le confinement de l'enceinte interne du bâtiment réacteur 1. Ces travaux ont été soumis à l'aval de l'ASN. Il s'agira donc de compléter le revêtement de la paroi interne de l'enceinte interne (appelée intrados) et d'apposer un revêtement du même type sur la paroi externe de l'enceinte interne (appelée extrados), (figure 2).

**En rouge :** revêtement intrados

**En bleu :** revêtement extrados

Figure 2



- Le revêtement de l'intrados couvrira 2700 m<sup>2</sup>, ce qui doublera et complètera le revêtement existant. Le chantier se déroulera en trois phases, dont la première lors de la prochaine visite périodique de mai 2017 (1000 m<sup>2</sup>), le reste sera échelonné en 2020.
- Le revêtement de l'extrados sera en résine epoxy armée, comme l'intrados mais il s'agit d'une réalisation nouvelle qui a été testée à grande échelle ces dernières années sur un bâtiment réacteur en réduction (maquette "Maeva" située dans la réserve foncière de la centrale). L'accroche sera plus importante que sur l'intrados pour résister à une contre-pression, testée jusqu'à 6,5 bars absolus sur la maquette Maeva). La surface revêtue dépassera 10 000 m<sup>2</sup> dont 1 300 m<sup>2</sup> en 2017, 3 000 m<sup>2</sup> en 2020 (dont dôme), 6 000 m<sup>2</sup> en 2021.
- Les travaux dans l'espace entre-enceintes vont nécessiter la création de trémies sur l'enceinte externe : trémies techniques pour le passage de gaines de ventilation et de câbles électriques (à partir d'avril 2017), une trémie d'accès pour les travaux de 2020 (entrées et sorties de matériels et déchets de chantiers) avec l'adjonction d'un bâtiment spécifique (15x10 m et 5 m de hauteur) pour accueillir les différentes zones de transit, matériels de contrôles et obligations sécuritaires. L'étanchéité des ouvertures (radioactivité, incendie...) sera assurée pendant les périodes de production pour assurer une dépression (inférieure à -13 mbar) de l'espace entre-enceintes.

## 9 Lors de l'assemblée générale de la CLI le 14 mars 2017

- Quelques intervenants expriment un certain scepticisme sur ces mesures. A la question posée du défaut d'étanchéité évoqué dans un ouvrage anonyme dont la presse s'est fait l'écho<sup>7</sup>, la direction du CNPE souligne que le problème est connu depuis 2001, qu'il ne s'agit pas de "fissures" visibles à l'œil nu mais de microfissures invisibles à l'œil nu. En outre les tests d'étanchéité confirment l'efficacité des mesures prises.
- La direction du CNPE confirme que la tranche 2 n'est pas concernée par les travaux, compte tenu qu'elle n'a présenté aucun défaut d'étanchéité.
- Une autre intervention remet en question le dimensionnement de l'installation face à l'accident en remarquant que les tests de fuite sont faits à 5 bars alors que la pression accidentelle pourrait atteindre 11 bars. Après consultation du CNPE, de l'ASN et de l'IRSN, il faut rappeler que "la pression de dimensionnement est la pression prise en compte pour concevoir la paroi interne en béton précontraint. Elle est supérieure à la pression maximale de l'accident de référence qui correspond à une rupture d'une tuyauterie du circuit primaire"<sup>8</sup>. Tels sont les paramètres conformes au décret d'autorisation de création de chaque réacteur de 1300 MWe et 1450 MWe du parc nucléaire français prévoyant une pression de dimensionnement de 5 fois la pression atmosphérique, cette pression devant répondre à la situation accidentelle jugée la plus grave de manière probabiliste par les experts puis confirmée par les textes réglementaires. En matière de dimensionnement des ouvrages, comme par exemple en matière de risques sismiques, la procédure de prévention est toujours de définir les caractéristiques de l'accident de référence le plus probable et le plus grave en y ajoutant une marge de sécurité. Ceci ne veut pas dire que toute situation encore plus grave puisse être rigoureusement exclue : ceci relèverait d'un accident dit "hors dimensionnement". Au titre de la démarche de défense en profondeur, de tels accidents sont également envisagés et des parades sont développées. Dans le cas d'un accident conduisant à une pression à l'intérieur de l'enceinte supérieure à la pression de dimensionnement, des dispositifs de décompression de l'enceinte par rejets filtrés radioactifs permettraient de maîtriser l'augmentation de la pression dans le bâtiment réacteur dans le but d'éviter la destruction de l'enceinte. La CLI sollicitera de l'ASN et de l'IRSN d'autres informations et continuera d'assumer sa mission d'information auprès des élus et des citoyens en sollicitant toutes les sources d'information mises à sa disposition par la République.

<sup>7</sup> Nozomi Shihiro ; La farce cachée du nucléaire ; Editions Yasnost et Sortir du nucléaire, Lyon 2017.

<sup>8</sup> Source : IRSN ; Le point de vue de l'IRSN sur la sûreté et la radioprotection du parc électronucléaire français en 2013, document cité plus haut.

## L'étanchéité de l'enceinte de confinement du réacteur 1 de Civaux

# QUESTIONS - RÉPONSES

### **1** Comment se contrôle l'étanchéité de l'enceinte de confinement des réacteurs nucléaires de Civaux ?

Les réacteurs sont enfermés dans une immense cloche de béton avec une double paroi. Le taux de diffusion des gaz au-delà de la paroi interne ne doit pas dépasser 1,5% par jour de la masse de gaz contenue dans l'enceinte.

### **2** La diffusion des gaz à travers la paroi augmente-t-elle avec la pression ?

Effectivement et un accident dans le réacteur augmenterait la pression. Voilà pourquoi le taux de fuite des gaz est évalué à une pression qui est de cinq fois la pression atmosphérique. C'est cette pression à laquelle le béton de la paroi doit résister en cas d'accident : on dit qu'il s'agit d'une pression de dimensionnement.

### **3** Pourquoi avoir choisi cette pression ?

Parce que les experts avant la construction de la Centrale ont considéré que cette pression pouvait correspondre à celle de l'accident le plus grave susceptible de se produire dans le réacteur et ils ont ensuite appliqué une marge de sécurité. C'est avec une méthode semblable que la Centrale a été dimensionnée pour résister aux tremblements de terre : Fukushima a conduit à réviser la résistance aux séismes mais dans ce cas l'Histoire permet de se référer aux plus importants tremblements de terre répertoriés dans la région. Dans le domaine d'un accident du réacteur, il n'y a pas et heureusement de donnée historique. Les experts ont pris comme hypothèse ce qu'on appelle la rupture d'une tuyauterie d'eau ou de vapeur du circuit primaire au sein du réacteur et ce sont les paramètres générés par cette hypothèse qui ont été retenus dans le décret d'autorisation de création de la Centrale. Ainsi les installations nucléaires sont conçues pour résister à un ensemble d'accidents jugés représentatifs, même s'ils sont peu probables et ce sont eux qu'on appelle les "accidents de dimensionnement".

### **4** Un accident plus grave est-il impossible à imaginer ?

Non ! Un accident plus grave est tout à fait improbable mais ne peut pas être totalement exclu. Il s'agit d'ailleurs d'une règle générale dans l'accidentologie, c'est-à-dire l'étude scientifique des accidents. De tels accidents sont appelés «hors dimensionnement». Par exemple, le cas d'un accident conduisant à une pression à l'intérieur de l'enceinte supérieure à la pression de dimensionnement a été envisagé et des parades sont développées.

### **5** Et dans ce cas, quelles sont les parades ?

Dans une telle situation, un dispositif de décompression de l'enceinte par des rejets filtrés permettrait de maîtriser l'augmentation de la pression dans le bâtiment réacteur et éviter la destruction de l'enceinte. Ce point d'ailleurs sera aussi envisagé lors de réunions ultérieures de la CLI.

### **6** Y-a-t-il eu à Civaux, un défaut d'étanchéité des réacteurs ?

Oui, du réacteur 1.

### **7** Ce défaut a-t-il été caché ou a-t-il été porté à la connaissance du public et de la CLI ?

Ce défaut n'a pas été caché. Selon la procédure habituelle, il a fait l'objet d'une déclaration d'un "événement concernant la sûreté" auprès de l'ASN avec information conjointe du préfet et de la CLI. Il est survenu en juin 2001 lors d'un contrôle effectué au moment d'un arrêt du réacteur pour maintenance. Le taux de fuite des gaz était de 2,7% par jour alors qu'il ne devait pas dépasser selon le décret d'autorisation de la Centrale, 1,5%.

## **8 Des mesures ont-elles été prises ?**

Oui, EDF a entrepris des actions correctives visant à corriger cette fuite car, dans le cas contraire, l'ASN n'aurait pas autorisé le redémarrage du réacteur. EDF a donc apposé un revêtement sur une partie de la paroi interne de l'enceinte : au mois de novembre 2001, le contrôle montrait que la fuite était maîtrisée avec un taux de 0,5%, ce qui a conduit l'ASN à autoriser fin 2001 le redémarrage du réacteur.

## **9 La fuite anormale avait donc été liée à un défaut du béton ?**

Oui. Le béton du réacteur 1 subissait avec le temps une déformation, une rétraction, appelées "fluage" augmentant sa porosité. Cela était lié aux caractéristiques de sa fabrication et concernait spécifiquement le béton du réacteur 1 alors que celui du réacteur 2 ne posait pas de problème tout comme les deux enceintes de la Centrale de Chooz qui est la sœur jumelle de Civaux avec deux réacteurs de 1 450 Mégawatts.

## **10 Mais des problèmes d'étanchéité ont-ils concerné les enceintes d'autres réacteurs du parc nucléaire ?**

Oui, mais des enceintes de réacteurs de plus faible puissance.

## **11 On a dit qu'il y avait des fissures dans l'enceinte en béton du réacteur 1 de Civaux ?**

Oui, mais il faut s'entendre sur le sens des mots. EDF a précisé qu'il ne s'agissait pas de fissures, au sens de microfissures visibles à l'œil nu mais de microfissures invisibles à l'œil nu.

## **12 L'action corrective faite en 2001 a-t-elle été efficace ?**

Lors de la première visite décennale de 2011, donc dix ans plus tard, le taux de fuite était de l'ordre de 0,9%. EDF a par ailleurs lors de cette visite décennale, augmenté la surface du revêtement de la paroi interne de l'enceinte de confinement du réacteur.

## **13 On peut donc conclure que l'enceinte du réacteur 1 ne fuit pas. Mais, est-ce suffisant ?**

Certes, l'enceinte ne fuit pas dans les conditions normales de fonctionnement. Mais, cela ne suffit pas. D'ailleurs les tests de contrôle sont effectués, comme on l'a dit, à une pression dite de "dimensionnement" dans l'hypothèse d'un accident du réacteur. Or le "fluage" c'est-à-dire la déformation du béton doit être corrigée pour prévenir ou compenser une augmentation de sa porosité qui ne peut pas s'améliorer avec le vieillissement. Voilà pourquoi EDF a décidé de revêtir d'ici 2021 les deux faces de la paroi interne de l'enceinte d'un revêtement qui recouvrira totalement le béton.

## **14 Est-ce que cette mesure qui nécessite des travaux de longue haleine sera efficace ?**

Lors de l'assemblée générale de la CLI, certains membres ont exprimé leur scepticisme. Mais EDF a fait observer que cette méthode de revêtement avait été expérimentalement étudiée sur une maquette du réacteur. De plus l'ASN, garante de la sûreté nucléaire a donné son accord à la réalisation des travaux de pose du nouveau revêtement. A notre connaissance, l'IRSN n'a pas fait de remarque particulière. Mais bien entendu, tout ceci fera l'objet d'un suivi régulier dans le cadre de l'opération dite Grand Carénage qui est un immense chantier visant tout le parc nucléaire afin de maintenir sa sûreté et sa compétitivité, conditions nécessaires pour maintenir les centrales en activité au-delà de 40 ans. Mais nul ne sait les décisions que prendra l'Etat à l'égard des sources d'énergie : cette question ne concerne pas la CLI de Civaux, ni les CLI en général. Par contre, la mission des CLI restera la vigilance, l'information et la transparence. Cette mission continuera de s'effectuer dans le dialogue avec EDF, l'ASN, l'IRSN et les services de l'Etat.

**Les intervenants :** ASN, CNPE, CLI

**Pour toutes recherches d'information ou demandes de renseignements, s'adresser à :** M. le Président  
Commission Locale d'Information  
de la Centrale de Civaux  
Place Aristide Briand  
CS 80319 - 86008 Poitiers cedex

**Directeur de la publication :**  
Roger Gil

**Conception graphique :**  
Direction de la Communication du Département

**Crédit photos :**  
CNPE Civaux - Département de la Vienne

ISSN : 1265-9584