

Mai 2022 n°60

# La lettre de Civaux



Commission  
Locale d'Information  
de la Centrale de Civaux

## SOMMAIRE

### Page 2

- Un ouvrage rassemblant dix ans de travaux de la CLI de Civaux
- Début de la deuxième visite décennale de Civaux 1 : 21 août 2021
- Assemblée générale publique 2021 de la CLI à Nouaillé-Maupertuis

### Page 3

- Amibes et légionelles : l'ASN consulte la CLI

### Page 4-7

- Corrosion sous contrainte
- Inspection de la cuve du réacteur de Civaux 1
- EDF Renouvelables aux abords du CNPE

### Page 8

- Étanchéité du bâtiment réacteur

### Page 9

- CNPE : Bilan 2021
- Le CNPE de Civaux : Quel impact économique en 2021 ?

### Page 10-11

- Pourquoi une source d'eau ultime à Civaux ?

### Page 12

- Exercice "Plan communal de sauvegarde" à Valdivienne
- Bilan 2021 des programmations post-Fukushima
- Retour d'expérience de Fukushima : Centre de crise local

## Editorial

L'actualité du CNPE est intense et nécessite une attention soutenue de la CLI non seulement lors des comités de vigilance et des assemblées générales mais aussi en temps réel : le volume de cette Lettre et la diversité des sujets traités en témoignent. L'information des citoyens n'est pas la recherche de sensationnel ni la culture des peurs. Elle est dans le sens de la mesure du dialogue et dans des débats où la parole est libre, contradictoire mais toujours respectueuse de la parole d'autrui. En lien avec Alain Pichon, Président du Conseil Départemental, je remercie les membres de la CLI qui par leur présence, par leurs questions posées au CNPE, à l'ASN, aux services de l'Etat, permettent d'éclairer les citoyens et assurent ainsi les missions d'information, de transparence et de vigilance dévolues à la Commission Locale d'Information de Civaux.

Parmi les nombreux sujets abordés dans cette Lettre, celui qui suscite actuellement le plus d'attention est la découverte inattendue du phénomène de corrosion sous contrainte découvert grâce aux techniques d'imagerie (radiographies, ultrasons) déployées lors de la visite décennale du réacteur 1. Ce sujet qui ne doit pas occulter les autres, doit être suivi régulièrement car il est encore en cours d'expertise non seulement à Civaux mais aussi sur d'autres réacteurs du parc nucléaire français.

Par ailleurs, la CLI vient d'éditer sous les auspices du Département de la Vienne, un ouvrage qui rassemble ses principaux travaux tels qu'ils ont été rapportés régulièrement de 2012 à 2021 (voir p.2). Au moment où la guerre d'Ukraine fait rage, au moment où l'on a appris qu'une centrale nucléaire ukrainienne a été visée (heureusement sans dommage à la partie nucléaire) par l'armée russe, on a vu surgir la crainte d'un "nuage radioactif" qui en cas d'attaque irresponsable d'une centrale pourrait libérer un "nuage radioactif" qui pourrait parcourir l'Europe. C'est alors que l'on a vu souffler chez certains une panique illusoire et stérile les conduisant à se précipiter dans les pharmacies pour tenter de se procurer des comprimés d'iode. Or actuellement en France seuls les habitants vivant dans le périmètre du PPI d'une centrale nucléaire peuvent retirer des comprimés d'iode dans les pharmacies. Mais l'iode n'est pas un produit magique, son absorption ne peut être faite que sur ordre du préfet car pris de manière inopportune, il ne confère aucune protection et enfin l'iode ne protège que la glande thyroïde. Les services de l'Etat et la CLI ont fait beaucoup d'efforts pour que les habitants des communes du PPI répondent aux campagnes de distribution d'iode. Mais les CLI de France (et la nôtre) peuvent déjà comme l'ASN offrir sur leurs sites web et dans leurs publications des informations fondées sur la raison, bref sur un exercice responsable et vigilant de la citoyenneté.

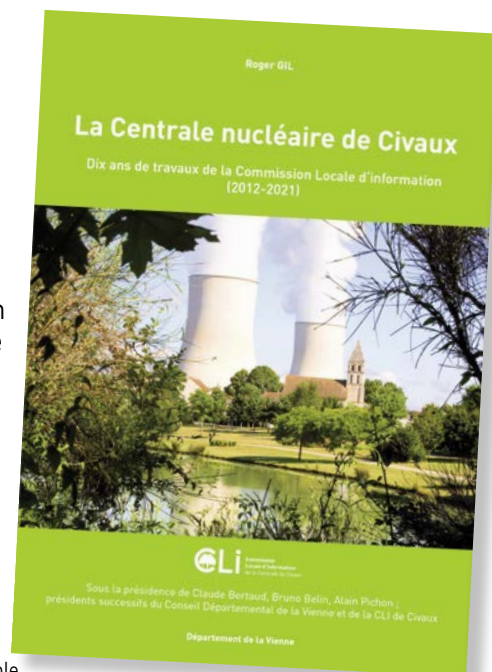
**Roger GIL**

Président-délégué de la CLI de Civaux

## Un ouvrage rassemblant dix ans de travaux de la CLI de Civaux

La CLI avec l'appui du département de la Vienne et de son service de communication vient d'éditer un ouvrage rassemblant ses dix dernières années de travaux. Débuté par le retour d'expérience du drame de Fukushima et la première visite décennale de la Centrale, il s'achève dans la perspective de la deuxième visite décennale. Cet ouvrage peut être un guide pour mieux comprendre les informations relatives à la sûreté et à la sécurité nucléaires, son index permettant de retrouver facilement les sujets traités. Il est destiné aux membres de la CLI, aux élus, aux habitants vivant dans le périmètre du Plan Particulier d'Intervention et à toutes les personnes soucieuses de s'informer et de promouvoir ainsi une citoyenneté responsable. Cet ouvrage peut être consulté et téléchargé librement sur le site web de la CLI.

Ouvrage rassemblant les travaux des dix dernières années de la CLI de Civaux, consultable et téléchargeable sur le site web de la CLI <https://www.cli-civaux.fr>



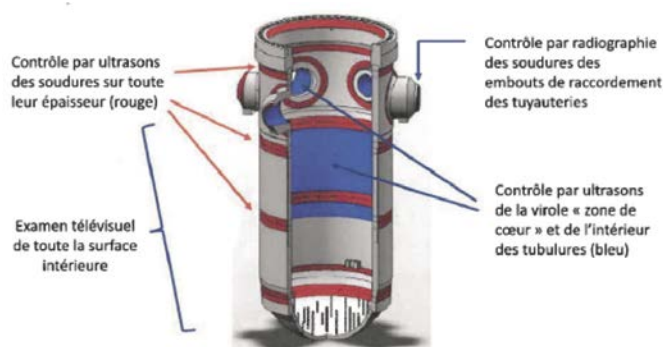
## Début de la deuxième visite décennale de Civaux 1 : 21 août 2021

C'est donc le 21 août 2021 que le CNPE de Civaux a mis à l'arrêt l'unité de production n°1 pour débiter la deuxième visite décennale. Comme toute visite décennale, elle doit montrer que l'installation est conforme aux exigences de sûreté compatibles avec la poursuite de la production d'énergie électrique pour les dix ans à venir. Le budget nécessaire est évalué à 55 millions d'euros avec une mobilisation de 150 entreprises partenaires et une présence sur le site en période de pointe de 2400 salariés.

La visite décennale, précise EDF, intègre une réévaluation et un examen de sûreté afin de prendre en compte les progrès technologiques et le retour d'expérience de l'ensemble des installations nucléaires dans le monde. Elle permet de vérifier la solidité de certains composants et de réaliser des travaux de modification et de rénovation aussi bien dans la partie nucléaire que dans la partie conventionnelle de l'installation. Un contrôle renforcé visera trois éléments essentiels à la robustesse de l'installation :

- la cuve du réacteur (voir article),
- l'épreuve hydraulique du circuit primaire (voir article)
- L'épreuve enceinte du bâtiment réacteur, afin de contrôler sa résistance et sa capacité à retenir les particules radioactives en cas d'accident grave. Cette épreuve consiste donc à augmenter, par des compresseurs la pression à l'intérieur du bâtiment réacteur au-delà de la pression normale (pression atmosphérique). Des capteurs sont installés dans

le bâtiment réacteur, dans l'espace entre-enceintes et sur la paroi interne du bâtiment réacteur. Ils permettent de vérifier l'étanchéité du béton permettant le confinement de l'enceinte (figure 1). Ce contrôle est d'autant plus nécessaire que le renforcement de l'étanchéité de l'enceinte interne du bâtiment réacteur est actuellement en cours d'achèvement et fait l'objet d'un article spécifique dans cette même lettre. C'est cette visite décennale qui a permis grâce aux contrôles préventifs d'imagerie de dépister le phénomène inattendu de corrosion sous contrainte qui est traité en détail dans cette même lettre.



**Figure 1**  
Principales zones de la cuve inspectées par le MIS (machine automatisée d'inspection en service) (source : EDF)

## Assemblée générale publique 2021 de la CLI à Nouaillé-Maupertuis

La commune de Nouaillé-Maupertuis a accueilli l'Assemblée Générale publique de la CLI le 4 octobre 2021. Nous remercions chaleureusement le maire M. Bugnet et son adjoint M. Pichon pour la qualité de leur accueil. Un certain nombre de sujets présents dans cette Lettre ont été traités lors de cette réunion. On peut regretter la faible participation du public aux assemblées générales

dont l'organisation nécessite des efforts dont on ne peut pas dire que les résultats correspondent à ce que l'on est en droit d'espérer. Il n'en demeure pas moins que la CLI continuera, conformément à la loi, d'offrir au grand public l'opportunité d'être informé "en direct", d'avoir une parole libre en présence d'EDF, de l'ASN et des services de l'État qui doivent être remerciés pour leur présence.

## Amibes et légionelles : l'ASN consulte la CLI

La température de l'eau circulant dans les tours aéroréfrigérantes et dans les circuits de refroidissement qui leur sont associés peut favoriser la prolifération de deux types de micro-organismes : des amibes qui sont des parasites et des légionelles qui sont des bactéries.

Concernant les amibes, le choix avait été fait au CNPE de Civaux de contrôler leur population en utilisant non des traitements chimiques biocides (en l'occurrence la monochloramine) mais des rayons ultra-violetts grâce à deux stations de traitement de l'eau situées à la sortie des tours aéroréfrigérantes avant que ces eaux ne rejoignent la rivière. Grâce à ce traitement, le CNPE n'est pas concerné par des dépassements de seuils en amibes.

Concernant les légionelles, deux seuils ont été définis par l'ASN : un seuil d'alerte à 10 000 UFC/L (Unités formant colonne) et un seuil d'action à 100 000 UFC/L. Au CNPE, les dépassements sont rares : ainsi ne sont notés que quelques dépassements du seuil de 10 000 UFC/L par an et un seul dépassement en dix ans du seuil de 100 000 UFC/L. Les trois cas de légionelloses constatés en août 2010 dans les environs de la Centrale avaient fait l'objet d'une enquête de l'ARS (voir Lettre de Civaux n°38, ou l'ouvrage sur les dix ans de travaux de la CLI de Civaux, page 8) : ce minicluster n'a pu être relié ni par l'anamnèse, ni par les sérotypes aux colonies de bactéries présentes dans la Centrale. EDF réalise un suivi bimensuel de la concentration en légionelles et veille à la propreté du circuit de refroidissement (en particulier grilles, systèmes de filtration). En cas de dépassement d'un seuil fixé à  $5.10^6$  UFC/L une chloration-choc massive était programmée mais aucune n'a été mise en œuvre ces dix dernières années. La chloration massive peut être mise en œuvre sans installation particulière.

Or par décision du 6 décembre 2016 applicable à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2022, l'ASN avait prescrit au CNPE de Civaux (ainsi qu'à ceux de Belleville-sur-Loire et Dampierre-en-Burly (réacteurs 2 et 4)) de recourir à la monochloramine en cas de dépassement de seuils ce qui nécessitait de créer des installations spécifiques dédiées à la production de ce traitement biocide.

Or en raison d'aléas industriels, de la nécessité de refaire une évaluation environnementale et de reconsidérer les décisions de l'ASN relatives aux rejets, EDF n'est pas en mesure de respecter les délais édictés dans cette décision et sollicite donc une dérogation permettant de disposer d'un délai supplémentaire jusqu'au 31 décembre 2024. A l'appui de sa demande, EDF propose des actions compensatoires applicables dès le 1<sup>er</sup> janvier 2022 :

- Passer d'une fréquence du suivi de la population de légionelles bimensuelle à hebdomadaire
- Améliorer la fiabilité et la surveillance terrain des systèmes participant à la propreté du circuit de refroidissement

- Emettre une "fiche interrogation" dès l'atteinte d'un seuil de 10 000 UFC/L ou de 100 000 UFC/L : la fiche permettra d'identifier les actions correctives : propreté des installations, appoint de boules de nettoyage au seuil de 10 000 UFC/L et remplacement complet des boules du système de nettoyage du condenseur au seuil de 100 000 UFC/L.
- Mettre en œuvre une chloration massive pour un seuil de  $2.10^6$  (2 000 000) UFC/L

L'ASN souhaite recueillir l'avis de la CLI sur cette demande de dérogation. L'ASN a organisé parallèlement une consultation du public du 27 décembre 2021 au 23 janvier 2022.

Aux observations soulevées quant au rejet de monochloramine dans la rivière, la Vienne où les bas débits sont fréquents, le chef de la division de Bordeaux de l'ASN répond que la dérogation demandée par le CNPE de Civaux sursoit précisément à ces rejets qui devront faire l'objet d'une évaluation ultérieure.

Concernant la dérogation, l'avis de l'ARS pourrait aussi être sollicité par l'ASN. Mais il faut toutefois souligner que la demande de dérogation présentée par le CNPE est en cohérence avec le contrôle du risque de légionelles par les mesures compensatoires qui vont au-delà des mesures antérieures. Or, depuis dix ans, aucune chloration-choc n'a été nécessaire et aucun cas de légionellose n'a pu être imputé à la Centrale depuis sa mise en service. Enfin ces délais supplémentaires permettront de réévaluer précisément la balance bénéfices/risques du recours à la monochloramine.

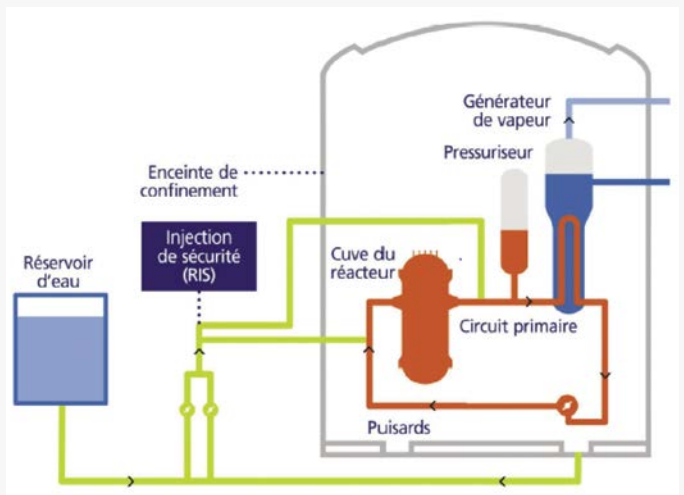


# Corrosion sous contrainte

## Pour comprendre

### ACTE 1 - Pourquoi l'arrêt de la production d'énergie des deux réacteurs

1. Les réacteurs nucléaires font l'objet de contrôles étendus tous les dix ans : on nomme ces contrôles des visites décennales.
2. Le réacteur 1 du CNPE de Civaux était donc à l'arrêt depuis le 21 août 2021 pour sa deuxième visite décennale.
3. Dans le cadre des opérations de contrôles, sont effectués des examens d'imagerie des tuyauteries situées dans la cuve du réacteur.
4. Ces examens utilisent des rayons X (radiographies) et des ultrasons (échographies). Ils ne sont pas invasifs, ce qui veut dire qu'ils ne requièrent aucune effraction du contenant (la paroi de la cuve).
5. Dans le bâtiment réacteur se trouvent notamment les tuyauteries du circuit primaire (en rouge sur le schéma) et les tuyauteries du circuit d'injection de sécurité (RIS) (figure 2).
  - Le circuit primaire est un circuit fermé contenant de l'eau sous pression qui s'échauffe au contact des éléments combustibles : elle cède la chaleur acquise à l'eau du circuit secondaire, ce qui produira la vapeur nécessaire à la production d'électricité par le groupe turboalternateur
  - Le circuit d'injection de sécurité (RIS) permet, en cas de brèche au niveau du circuit primaire du réacteur, d'introduire de l'eau borée sous pression dans celui-ci. Le but visé est d'assurer le refroidissement du cœur du réacteur et d'éteindre la réaction nucléaire.
6. Les examens (et notamment aux ultrasons) ont mis alors en évidence au niveau de certains tronçons et plus précisément des coudes du RIS, des images suspectes appelées par les experts des "indications". Ces images, de très petite taille, pouvaient correspondre soit à des "artefacts" (ce qui veut dire des images "construites" ne correspondant pas à des anomalies des parois des tuyaux), soit des défauts réels. Aucun défaut n'avait été identifié lors des contrôles réalisés lors de la première visite décennale en 2011.
7. L'imagerie ayant atteint ses limites de résolution, aucun doute n'étant acceptable sur la réalité ou non d'altérations des parois des tuyauteries du RIS, soumises à des contraintes thermiques et mécaniques, la décision fut prise de découper et d'analyser les tronçons des tuyauteries suspectes.
8. Parallèlement la décision fut prise le 19 novembre de ne pas attendre les résultats de ces investigations sur l'unité 1 pour statuer sur la conduite à tenir à l'égard de l'unité 2 qui était en régime de production électrique. L'unité 2 a donc été mise à l'arrêt pour effectuer d'abord les mêmes contrôles d'imagerie que ceux réalisés sur l'unité 1. Cette décision entraînait donc l'arrêt de toute production électrique.
9. L'imagerie montra alors les mêmes anomalies au niveau des mêmes tronçons de tuyauteries que celles observées au niveau de l'unité 1. EDF signalait que ces anomalies excluaient tout risque de rupture et ne mettaient pas en cause les capacités de production d'énergie. L'arrêt de l'unité relevait donc de mesures préventives soucieuses de ne tolérer nulle imperfection mettant en cause même à long terme, la sûreté des installations.
10. Le CNPE a averti le Président-délégué de la CLI dès le 17 novembre 2021, ce qui a permis de transmettre ces informations au Président du Conseil Départemental et aux membres de la CLI.



**Figure 2**  
Le circuit primaire (rouge) et le système d'injection de sécurité (RIS, en vert) à l'intérieur de la cuve du réacteur (source : EDF).

## ACTE 2

### Examen métallographique des coudes de tuyauterie : résultats et conséquences pour Civaux

1. L'ASN a réalisé deux inspections sur la centrale de Civaux portant sur les conditions de mise en œuvre des contrôles complémentaires, l'exposition radiologique des intervenants et les conditions de conduite des chantiers de découpe des coudes à expertiser.
2. Les résultats de l'examen métallographique et microscopique effectué par EDF ont pu montrer la nature et la profondeur des anomalies détectées. Ils ont été exposés à la CLI en Comité de vigilance dès le 6 décembre 2021.
3. Il s'agit de fissures du métal jouxtant les soudures qui pouvaient être liées à une fatigue thermique ou à une corrosion sous contrainte (figure 3).

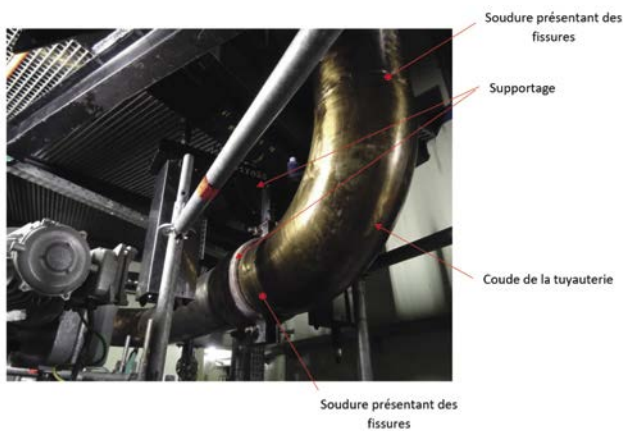


Figure 3:

Vue de soudures présentant des fissures (source ASN).  
<https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/phenomene-de-corrosion-sous-contrainte-detec-te-sur-certain-s-reacteurs>

4. La corrosion procède de trois conditions : l'écroissage de l'acier inoxydable qui durcit au-delà de ses limites d'élasticité, des particularités chimiques du circuit primaire (ph, oxygène, polluants, température de l'eau) et les contraintes mécaniques (figure 4). Ces conditions conjuguées corrodent le métal engendrant des microfissures à partir de l'intérieur de la tuyauterie, à la hauteur de la première passe de soudage.

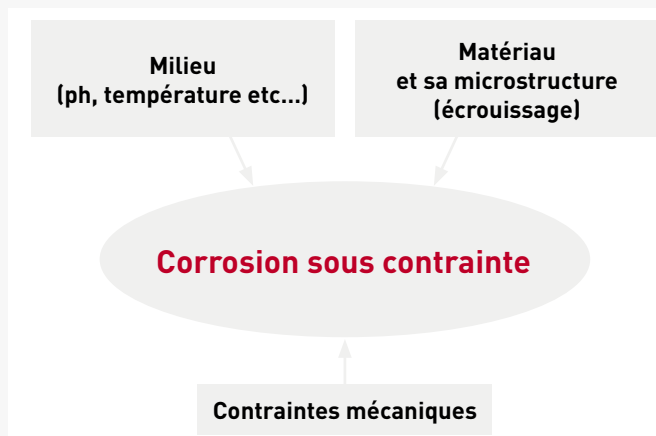


Figure 4

Les trois conditions nécessaires à la corrosion sous contrainte

Figure 5

Vue schématique de soudures présentant des fissures au niveau du circuit d'injection de sécurité (RIS). (source : ASN, modifiée).



5. Ces fissures sont localisées sur les quatre coudes du circuit RIS à sa jonction (quadruple pour quatre boucles distinctes) avec le circuit primaire (figure 5).
6. Ces fissures se propagent à travers le métal, de l'intérieur vers l'extérieur de la paroi et de manière perpendiculaire aux contraintes mécaniques exercées sur la tuyauterie, donc de manière circulaire. Ces phénomènes n'étaient pas attendus dans ces zones.
7. Ces fissures suivent les joints des grains constitutifs du matériau (1 à 10 grains par mm) et sont dites intergranulaires (figure 6).



Figure 6

Fissures intergranulaires qui sont prédominantes dans la corrosion sous contrainte (d'après Staehle 1995, cité par Pauline Huguenin. Amorçage des fissures de corrosion sous contrainte dans les aciers inoxydables austénitiques pré-déformés et exposés au milieu primaire des réacteurs à eau sous pression. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2012)

8. La profondeur des fissures varie de 0,75 mm à 5,6 mm (sachant que l'épaisseur de la paroi des tuyauteries est de 28,5mm). L'une de ces fissures suit toute la circonférence de la tuyauterie.
9. La décision a été prise par ailleurs d'étendre le périmètre de contrôle sur les deux réacteurs vers l'amont et vers l'aval des anomalies constatées pour délimiter le périmètre de ces anomalies, pour mieux en comprendre l'origine, et pour secondairement en maîtriser les mécanismes d'apparition et de propagation.
10. EDF poursuit ses expertises pour préciser les causes de cette corrosion sous contrainte et arrêter, en lien avec l'ASN, les modalités optimales de réparation et notamment de remplacement des pièces concernées par les défauts.
11. En conséquence la visite décennale de l'unité 1 a été prolongée de deux mois soit jusqu'au 30 avril 2022 et l'arrêt programmé de l'unité 2 a été prolongé de trois mois jusqu'au 31 mars 2022.

# Pour comprendre (suite)

## ACTE 3 - De Civaux à d'autres centrales nucléaires : investigations en cours

1. La constatation de ces fissures inattendues sur le RIS des deux réacteurs de Civaux conduit d'abord à poser la question d'une anomalie générique aux générateurs de 1450 MW. Aussi EDF a décidé l'arrêt pour examens des deux réacteurs de la centrale jumelle de Chooz, le 16 décembre pour le réacteur B2 et le 18 décembre pour le réacteur B1. L'arrêt de la production électrique de ces deux centrales (Civaux et Chooz) équivaut déjà sur la fin de l'année 2021 à une perte de production de 1 TWh.
2. Les premiers résultats connus de la centrale de Chooz indiquent la présence au niveau du réacteur B2 d'indications similaires à celles observées sur Civaux.
3. Toutefois EDF annonçait le 13 janvier que l'arrêt pour visite décennale de la tranche 1 de la Centrale de Penly était prolongé après la découverte d'un défaut de l'ordre du millimètre lié à un phénomène de corrosion sous contrainte comparable aux observations faites à Civaux. Or les réacteurs de Penly ne sont pas de 1450 MW comme Civaux et Chooz mais de 1300 MW.
4. Ces arrêts s'ajoutant aux visites décennales et aux arrêts de maintenance en cours portent au 17 décembre à 17 le nombre de réacteurs arrêtés sur les 56 que compte la France : il s'agit du niveau le plus bas du nombre de réacteurs en service en France en période hivernale.
5. Les investigations se poursuivent à Penly et EDF a aussi décidé d'étendre ses contrôles dans son parc nucléaire. D'ores et déjà des contrôles du même type sont prévus lors des prochaines visites décennales des réacteurs 1 et 2 de Goldfech, 2 de Penly, 4 de Cattenom. Par ailleurs EDF examine à nouveau les résultats des précédents contrôles effectués lors des visites décennales antérieures des centrales nucléaires.
6. Néanmoins en 2021, la France est demeurée, selon RTE (Gestionnaire du réseau de transport d'électricité : <https://www.rte-france.com/actualites/bilan-electricite-2021>) le premier exportateur européen d'électricité avec des échanges en hausse (87 TWh d'exports et 44 TWh d'imports) et variant fortement selon les périodes de l'année et les pays. RTE précise qu'après une année 2020 atypique du fait de la crise sanitaire, la reprise économique s'est traduite par un rebond de la consommation (+ 1,7 %) et de la production d'électricité (+ 4,5 %) en 2021, s'approchant de leur niveau de 2019. En parallèle, la transition du système électrique s'est poursuivie avec un fort développement du parc solaire. Le recours à la production thermique fossile est resté très limité.
7. Au total la production électrique française a atteint en 2021 522,9 TWh dont 361 TWh (69 %) reviennent à l'énergie nucléaire, repartie à la hausse en 2021 (+8% par rapport à 2020 mais 5% en deçà des niveaux de 2019) malgré une faible disponibilité du parc de réacteurs, en fin d'année 2021.
8. Les prix de l'électricité échangée sur les marchés en Europe, entraînés par ceux des hydrocarbures, ont atteint des niveaux très élevés au second semestre 2021. Les prix français ont été particulièrement affectés pendant les deux derniers mois de l'année, du fait de la limitation de la production du parc nucléaire et de périodes de faible production éolienne. Restent à évaluer les conséquences sur l'énergie de la guerre en Ukraine.

## ACTE 4 - Rupture du RIS : un danger majeur

1. La découverte en imagerie de ces anomalies illustre l'importance majeure des contrôles préventifs : Ils permettent d'agir avant l'accident.
2. Les contrôles préventifs nécessitent toutefois des prérequis : détermination et même redéfinition des zones vulnérables, performance des moyens techniques pour détecter des anomalies encloses sans accès direct, compétences des imageurs dans l'interprétation des images observées.
3. Les fissures par corrosion sous contrainte observées au niveau des coudes du RIS ne faisaient courir, sous ligne EDF, aucun danger immédiat en ce sens que leurs dimensions sont trop restreintes pour entraîner une rupture. Cependant la production énergétique nucléaire ne peut souffrir aucune concession dès lors qu'une menace même modeste concerne le risque radioactif en général et toute baisse de la capacité de refroidissement du cœur du réacteur d'autre part. En outre même si l'histoire naturelle de l'évolution d'une fissure peut s'inscrire sur le temps long, des déstabilisations soudaines peuvent survenir dans des conditions de catastrophe comme un séisme.
4. Ainsi des ruptures du RIS empêcheraient d'injecter de l'eau dans le circuit primaire, le refroidissement du cœur du réacteur avec son combustible nucléaire serait compromis entraînant sa fusion avec dégagement de chaleur intense et libération de produits radioactifs.

## ACTE 5 - Mise au point de l'ASN au 24 février 2022

Par courrier adressé à EDF le 24 février et à la suite de l'état des lieux présenté à l'ASN par EDF le 11 février, l'ASN demande à EDF "d'approfondir les analyses". En effet :

1. La compréhension des facteurs d'apparition et de développement de la corrosion sous contrainte n'est pas achevée, notamment vis-à-vis des procédés de soudage utilisés.
2. L'identification des zones pouvant être affectées par la corrosion se poursuit et doit intéresser d'autres structures situées en dehors du RIS.
3. Outre une relecture des contrôles précédemment effectués dans le parc nucléaire, des contrôles approfondis seront menés par EDF jusqu'au 1er septembre 2022 sur des réacteurs représentatifs des différents modèles (Fessenheim 2, Chinon 3, Penly 1, Civaux 1) pour mieux comprendre les facteurs impliqués dans la corrosion sous contrainte. L'ASN demande à EDF de justifier la représentativité de ces réacteurs.
4. A compter du 1<sup>er</sup> septembre 2022, un nouveau programme de maintenance et de nouveaux procédés de contrôle permettront de contrôler les zones identifiées comme sensibles à la corrosion sous contrainte sur tous les réacteurs. L'ASN demande à EDF de justifier le choix des zones qui feront l'objet de contrôles.
5. L'ASN demande à EDF de poursuivre la lecture des rapports de fabrication des réacteurs afin de se positionner sur le lien éventuel entre les conditions de fabrication et la corrosion sous contrainte.
6. L'ASN demande à EDF d'indiquer les dispositions prises pour maintenir la compétence des équipes chargées de l'exploitation des réacteurs arrêtés de manière prolongée.
7. Bien entendu toutes les modalités de réparation et de remplacement devront faire l'objet d'un examen et d'un accord de l'ASN.

## Inspection de la cuve du réacteur de Civaux 1

La visite décennale comporte règlementairement l'inspection de la cuve du réacteur, ce qui a été réalisé du 3 au 11 septembre 2021. Les modalités en ont été présentées par EDF lors de l'Assemblée Générale du 4 octobre 2021.

La cuve a une hauteur de 10,5 mètres pour un diamètre de 4,95 m, une épaisseur de 230 mm et une masse de 349 tonnes. Les contrôles sont effectués dans l'eau grâce à une machine automatisée appelée Machine d'inspection en service (MIS). Ce robot de 12 mètres et

de 12 tonnes, piloté à distance par des fibres optiques, permet d'examiner par ultrasons les soudures de la cuve, de radiographier les soudures des embouts de raccordement des tuyauteries, de faire un examen télévisuel de toute la surface intérieure, d'examiner par ultrasons la virole (zone de cœur) et l'intérieur des tubulures (figure 1).

EDF a déclaré que les zones inspectées étaient "conformes".

## EDF Renouvelables aux abords du CNPE

EDF Renouvelables construit aux abords du CNPE une centrale photovoltaïque de 12500 panneaux solaires sur une surface de 7 hectares pour une puissance installée de 5 MWc. La mise en service est prévue pour l'hiver 2022-2023.

En outre le Font d'Orveau passe du statut de réserve foncière à un espace consacré à la préservation de la biodiversité.

# Étanchéité du bâtiment réacteur

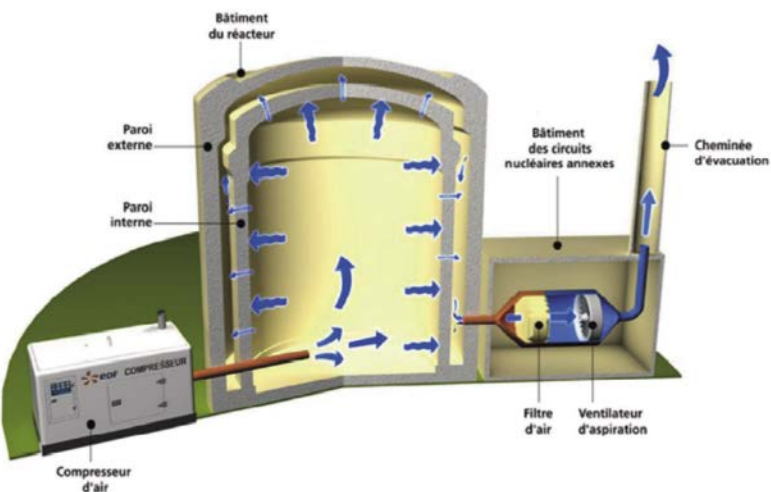
## Qu'est-ce que l'épreuve hydraulique primaire ?

La réglementation en matière d'équipements sous pression exige que, tous les 10 ans, la chaudière nucléaire fasse l'objet d'une visite complète et d'une requalification, dite décennale. Elle doit inclure une épreuve hydraulique. Cette épreuve consiste à un test global de résistance permettant de vérifier l'étanchéité du circuit primaire qui est soumis à une pression supérieure de 20 % à sa pression de calcul. Cette épreuve réglementaire est indispensable à la poursuite de l'activité du réacteur (figure 7).

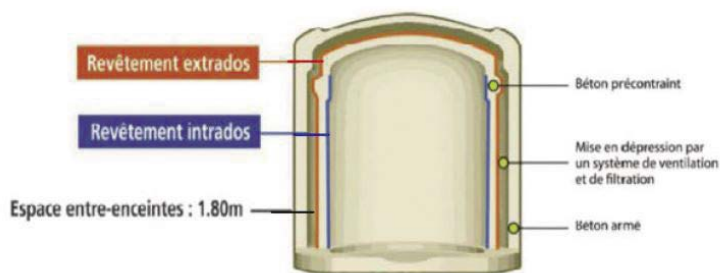
## Travaux de renforcement de l'étanchéité du bâtiment réacteur : où en est-on ?

Lors de l'assemblée générale publique du 4 octobre 2021, le CNPE de Civaux a informé la CLI de la finalisation des travaux de renforcement de l'étanchéité de l'enceinte interne du bâtiment réacteur de l'unité 1. La Lettre n°51 de la CLI (avril 2017) avait d'ailleurs été entièrement consacrée aux soucis d'étanchéité liés au fluage (dessiccation, rétraction) du béton précontraint constituant l'enceinte interne du bâtiment. Dans le cadre de l'opération dite "Grand carénage", EDF avait entrepris de renforcer durablement le confinement de l'enceinte interne du bâtiment réacteur en programmant des travaux importants qui ont bien entendu reçu l'aval de l'ASN.

Le chantier s'est déroulé en trois phases : 2017, 2020, 2021. Il s'agissait d'abord de compléter le revêtement de la paroi interne de l'enceinte interne, appelée intrados (figure 8) : aux 1700 mètres carrés déjà posés s'ajouteront 1100 mètres carrés pendant la visite décennale en cours avec 150 intervenants en travaux postés. Concernant la programmation du revêtement de la paroi externe de l'enceinte interne (appelée extrados), aux 4100 mètres carrés déjà réalisés s'ajouteront 5100 mètres carrés pendant la visite décennale en cours avec 500 intervenants en travaux postés. Il faut noter aussi que ce travail de revêtement de l'extrados doit être réalisé dans l'espace de 1,80 m qui sépare les deux enceintes (figure 8), ce qui nécessite une organisation de l'espace très minutieuse.



**Figure 7**  
Schéma montrant l'épreuve enceinte du bâtiment réacteur : vérification de l'étanchéité (source EDF). L'espace entre-enceintes est situé entre la paroi interne et la paroi externe du bâtiment réacteur.



**Figure 8**  
Schéma montrant la disposition des revêtements en bleu sur la paroi interne de l'enceinte interne, dite intrados, du bâtiment réacteur, en rouge sur la paroi externe de l'enceinte interne, dite extrados, du bâtiment réacteur. L'enceinte interne est en béton précontraint et l'enceinte externe est en béton armé.



# CNPE : Bilan 2021

Lors de l'Assemblée générale du 22 février 2022, M. Gevrey, directeur du CNPE et son équipe ont présenté le bilan 2021 du fonctionnement de la Centrale.

En 2021 le CNPE a dû continuer de s'adapter au contexte sanitaire tant en ce qui concerne la santé des personnels qu'en garantissant un approvisionnement en électricité. Le programme de maintenance de l'unité 2, repoussé en 2020 en raison des besoins énergétiques du pays, a été réalisé en 2021. Il s'est agi d'une visite partielle de l'unité 2 qui, en raison des contraintes liées à la crise sanitaire, s'est étirée sur 194 jours, du 30 janvier au 12 août, pour un coût évalué à 38,5 millions d'euros. Elle a permis de réaliser 10 000 opérations de maintenance dont le remplacement d'un tiers du combustible.

Puis le 21 août a débuté la deuxième visite décennale de l'unité de production 2 qui fait l'objet de plusieurs articles de cette Lettre avec notamment la découverte du phénomène de corrosion sous contrainte. Cette découverte a nécessité la prolongation de la visite décennale de l'unité 1 jusqu'à fin août 2022 et l'arrêt de l'unité 2 jusque fin décembre 2022 (voir la série d'articles traitant dans cette Lettre de la corrosion sous contrainte).

Cet important programme de maintenance a réduit la production d'énergie électrique à 12,37 TWh alors que la production habituelle moyenne de la Centrale est de 19 TWh.

EDF a déclaré en 2021 24 événements significatifs pour la sûreté (ESS) dont 20 de niveau 0 et 4 de niveau 1 (voir figure 9).

L'ASN a effectué 37 inspections.

Les entraînements aux situations d'urgence ont comporté 8 exercices de simulation du Plan d'urgence interne (PUI), 33 exercices incendie et quelque 6630 heures de formation sur simulateur.

Trois événements significatifs pour l'environnement ont été déclarés mais tous les rejets liquides (carbone, tritium, iodes) et gazeux (tritium, gaz rares, iodes) ont été inférieurs aux limites réglementaires allant de 1,6% (gaz rares) à 39,6% (tritium liquide).

Environ 1300 salariés ont travaillé sur le site dont près de mille relèvent d'EDF dont 18,6% de femmes. Le CNPE comptait par ailleurs 37 personnes en situation

de handicap, 57 jeunes en alternance dont 32 nouveaux à la rentrée 2021 et 19 embauches dont 13 issues de l'alternance ou des stages. Le CNPE compte ainsi 363 embauches depuis 2010.

NIVEAU	CARACTÉRISTIQUES
7	Accident majeur avec rejets majeurs
6	Accident grave avec rejets importants à majeurs
5	Accident avec rejets limités avec possibilité de risques à l'extérieur du site
4	Accident avec rejets mineurs Endommagement important du réacteur ou des barrières radiologiques, ou exposition létale d'un travailleur.
3	Incident grave avec rejets très faibles Contamination importante, conséquences sur la santé d'un travailleur
2	Incident sans conséquences sur les populations et l'environnement mais comportant une défaillance significative des dispositions de sûreté
1 (4 en 2021)	Anomalie sans conséquences sur les populations et l'environnement
0 (20 en 2021)	Écart

Figure 9

Schéma rappelant l'échelle INES (International Nuclear Event Scale ou Echelle Internationale des Événements Nucléaires) qui permet d'évaluer la gravité des événements survenant dans le fonctionnement des installations nucléaires. Elle comporte 7 niveaux dénommés "écart" (niveau 0) ; anomalie (niveau 1), incident (niveaux 2 et 3) ; accident (niveaux 4 à 7).

## Le CNPE de Civaux : Quel impact économique en 2021 ?

En 2021, les taxes, impôts et redevances versés par le CNPE ont été de 56 millions d'euros, dont environ la moitié revient aux collectivités locales et territoriales du département.

Les achats et investissements ont été de 113,3 millions d'euros dont 27% au bénéfice de l'économie régionale et 3% auprès d'entreprises de la Vienne.

# Pourquoi une source d'eau ultime à Civaux ?

Chantier de forage de la source d'eau ultime



La Lettre n°59 de la CLI de Civaux retraçait les principales étapes du drame de Fukushima ainsi que le plan général d'action visant à accroître la sûreté des Centrales nucléaires suite au retour d'expérience issu de cette catastrophe. La phase 3 de ce plan d'action prévoyait des dispositifs ultimes permettant de refroidir le réacteur en cas d'agression extrême. C'est dans ce cadre que par courrier adressé au Président de la CLI le 9 juillet, l'ASN sollicitait les observations de la CLI sur le projet de création d'une source d'eau ultime au CNPE de Civaux, comprenant trois puits de pompage en nappe. Il s'agit là d'une solution d'ultime secours permettant, en cas d'accident nucléaire grave, d'évacuer la puissance résiduelle des réacteurs et des piscines d'entreposage des combustibles en situation de perte totale de la source froide sur le site. Les trois puits ainsi créés seront raccordés à un poste de vannage qui desservira les deux réacteurs et le réseau d'eau potable. Les pompes seront raccordées électriquement aux Diesels d'Ultime Secours (DUS).

Chaque puits, d'une profondeur d'environ 50 mètres (pompe située à 47 mètres environ), comportera une tête de puits partiellement enterrée, un puits de captage enterré et crépiné en partie basse, un dispositif de pompage immergé et jusqu'à 3 piézomètres par puits.

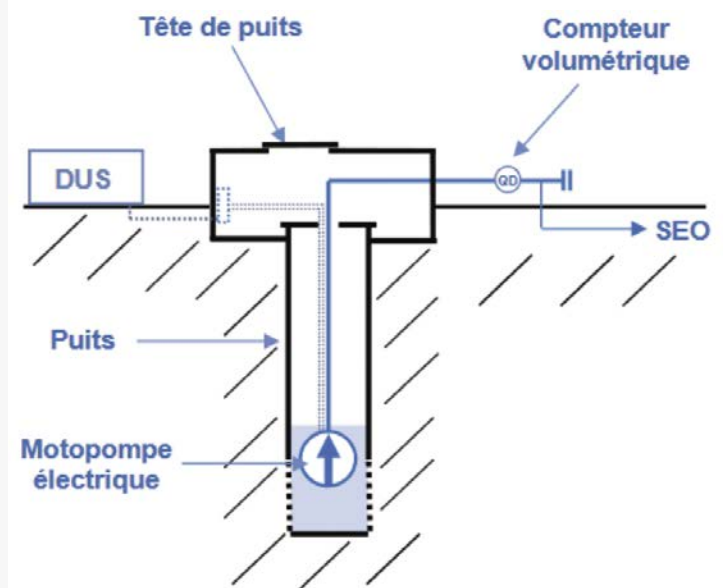
Les travaux sont réalisés en plusieurs étapes. Après avoir déterminé l'implantation des puits, un forage sera effectué. Si le procédé mécanique n'est pas satisfaisant, il sera nécessaire, pour fendre les roches calcaires, d'utiliser une méthode d'acidification consistant à injecter sous pression de l'acide chlorhydrique à 30 % qui réagit au contact du calcaire avant d'être pompé. L'acide résiduel sera neutralisé avec du bicarbonate de soude. Le rejet dans le réseau d'eau pluviale interviendra après contrôle (figure 10).

De nombreuses questions ont été posées par les membres de la CLI réunis pour traiter ce projet lors de son Comité de Vigilance du 30 août. Elles concernaient notamment l'avis de la DDTV (Direction départementale des territoires de la Vienne), le type de nappe qui ferait l'objet de prélèvement, l'utilisation d'acide chlorhydrique et son risque pour la rivière, le fait de savoir s'il y aura des pompages réguliers ou exceptionnels, cette source d'eau ne devant être opérationnelle qu'en cas d'accident majeur. Les précisions suivantes ont été apportées :

- La DDTV a transmis ses remarques à l'ASN sur les caractéristiques du forage, sur la manière dont il sera effectué ainsi que sur la gestion du forage. Elle avait transmis à l'ASN un avis favorable le 12 mars 2021.
- L'ARS Nouvelle-Aquitaine avait aussi transmis un avis favorable le 29 mars 2021.
- Selon le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), jusqu'à une profondeur de 50 mètres, c'est la nappe supratocarienne (libre : nappe des alluvions et des calcaires) qui sera concernée.
- Le risque "tassement des ouvrages" lié au rabattement de la nappe pendant l'essai de pompage peut être considéré comme négligeable.
- Au cas où elle serait nécessaire, chaque injection d'acide chlorhydrique serait suivie des étapes suivantes : un nettoyage du puits, une neutralisation avec du bicarbonate de sodium jusqu'à obtenir une eau à pH compris entre 6,5 et 8,5, puis des essais de pompage. L'eau serait ensuite traitée (filtration ou décantation). Lors des phases de nettoyage et de neutralisation après acidification, l'acide chlorhydrique serait rejeté uniquement sous forme de chlorures compte tenu de sa réaction chimique soit avec le calcaire présent dans le sous-sol, soit avec le bicarbonate de sodium utilisé pour la neutralisation. La quantité d'acide maximale à injecter par jour a été définie en prenant en compte les rejets permanents en chlorures du CNPE. Les limites autorisées pour les flux de chlorures seront donc respectées. file:///C:/Users/Master/AppData/Local/Temp/CAR-BDXIDM-29137-2021.pdf

- Il y aura bien des pompages réguliers car un puits sans maintenance finirait par se colmater. Le rythme prévu est de 30 minutes tous les mois, 2 heures tous les trois mois, 4 paliers de 2 heures tous les ans ainsi qu'une maintenance quinquennale (sortie de la pompe, inspection du puits...). En outre des essais périodiques seront réalisés, ceci afin de s'assurer qu'en cas de besoin, les volumes d'eau seraient bien présents. Les volumes d'eau pompés seront mentionnés dans le registre environnement dont la CLI est destinataire.

Par décision n° 2021-DC-0717 du 26 octobre 2021, l'ASN, considère que l'évaluation préalable réalisée par EDF montre que les risques et inconvénients liés à la création de trois forages et des travaux associés ne sont pas significatifs, en particulier vis-à-vis de la ressource en eau souterraine et de la Vienne. Aussi a-t-elle donné son accord à ces forages de manière encadrée. file:///C:/Users/Master/AppData/Local/Temp/2021-DC-0717.pdf).



**Figure 10**  
Schéma de l'ouvrage pour chacun des trois puits [source EDF et ASN file:///C:/Users/Master/AppData/Local/Temp/CAR-BDX-IDM-29137-2021.pdf]  
SEO= réseau d'eaux pluviales. DUS : Diesel d'ultime secours]

## Exercice

### "Plan communal de sauvegarde" à Valdivienne

Comme le précise l'article L731-3 du Code de la sécurité intérieure, les communes comprises dans le champ d'application d'un PPI et donc notamment celles situées dans celui du PPI de Civaux, doivent disposer d'un PCS (Plan communal de sauvegarde). En effet le PCS prépare la réponse aux situations de crise et regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection de la population. Il détermine, en fonction des risques connus, les mesures immédiates de sauvegarde et de protection des personnes, fixe l'organisation nécessaire à la diffusion de l'alerte et des consignes de sécurité, recense les moyens disponibles et définit la mise en œuvre des mesures d'accompagnement et de soutien de la population.

C'est pourquoi la Préfecture de la Vienne a organisé le vendredi 11 mars un exercice destiné à tester le PCS de la commune de Valdivienne, tel qu'il pourrait être activé à la suite d'un accident nucléaire survenant au CNPE de Civaux. Outre la commune de Valdivienne cet exercice a mobilisé la Préfecture de la Vienne et notamment les services concourant à la sécurité civile qui ont préparé cet exercice avec beaucoup d'attention, des représentants du CNPE de Civaux, de l'ASN et de la CLI qui appuiera le porte-parole des pouvoirs publics.

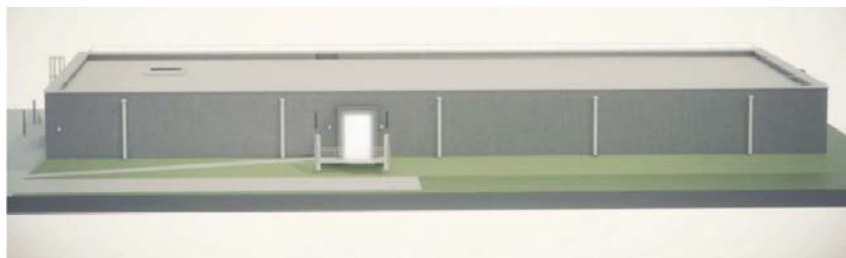
### Bilan 2021 des programmations post-Fukushima

1. La mise en service des Diesels d'ultime secours (DUS) a été opérationnelle en 2020 (Voir Lettre n° 55).
2. Le Centre de crise est en cours de construction (voir l'article dans cette Lettre)
3. La Source d'eau ultime : l'ASN a donné les autorisations nécessaires aux forages (Voir Lettre de Civaux n° 59 : Plan d'action, phase 3°).

### Retour d'expérience de Fukushima : Centre de crise local

Lors de l'assemblée générale du 4 octobre 2021, M<sup>me</sup> Bardy, directrice sûreté au CNPE, a présenté l'état d'avancement du bâtiment destiné à devenir le "Centre de crise local" qui doit permettre à l'exploitant de gérer durablement une crise importante et d'être capable de résister aux séismes, inondations, tornades, rayonnements. Cette construction (figure 11) s'élèvera sur le parking

nord du CNPE. Après le terrassement (septembre 2021), le génie civil œuvrera jusqu'au premier semestre 2022. Puis viendra l'électromécanique pour une réception des travaux prévue au 2<sup>e</sup> semestre 2023. Le bâtiment s'étendra en rez-de chaussée (47m x 22 m.) ; en béton armé, il aura des ouvertures réduites pour accroître sa résistance aux agressions.



**Figure 11**  
Maquette du futur "Centre de crise local", en rez-de chaussée, parallépipédique, aux ouvertures limitées, résistant aux agressions.

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

**Pour toutes recherches d'informations 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 de la Vienne

**Crédit photos :**  
CNPE Civaux – ANCCLI  
Département de la Vienne

ISSN : 1265-9584

imprimé  
sur du papier  
recyclé

