

**Titre : CR Visite centrale CIVAUX du 26 Septembre 2024**

**Thème : Présentation & informations centrale nucléaire pressurisée**

**Région : POI Poitou Charentes Haute Vienne**

**Auteur : Jean Marie SOUCHET Président AICVF POI**

---

## **Chapô :**

L'AICVF POI a organisé le 26 septembre, une visite de la centrale nucléaire de CIVAUX grâce à son partenaire EDF : deux groupes de visiteurs ont eu l'opportunité de découvrir la centrale. Le premier groupe, composé de 22 participants, a effectué la visite le matin, **(Photo 1)** suivi par un second groupe de 18 personnes l'après-midi **(Photo 2)**.

Cette visite avait pour objectif principal de présenter les spécificités techniques de la centrale, son mode de fonctionnement, ainsi que les mesures de sécurité en place pour protéger à la fois les travailleurs, les riverains et l'environnement.

**Photo 1**



**Photo 2**



## **Texte article :**

### **Présentation générale de la centrale de Civaux :**

La centrale nucléaire de Civaux est implantée sur un site de 290 hectares, situé dans une zone à faible sismicité, un facteur déterminant pour le choix de l'emplacement. Elle abrite deux réacteurs nucléaires à eau pressurisée (REP), d'une puissance de 1 450 MW chacun, de conception 100% française. La production d'électricité de cette centrale représente une part importante de l'énergie nucléaire française.

Deux impressionnants aéroréfrigérants statiques de 178,5 mètres de hauteur dominent le paysage. Ces structures, d'une capacité de débit de 48 m<sup>3</sup>/s, refroidissent l'eau circulant dans le système de la centrale. Une particularité de ces réfrigérants est la gestion de l'eau : environ 38 000 litres d'eau sont stockés en bassin pour répondre aux besoins de refroidissement. L'eau utilisée pour refroidir le système provient de la Vienne, avec un débit de 4 m<sup>3</sup>/s (2 m<sup>3</sup>/s sont évaporés dans les aéroréfrigérants et 2 m<sup>3</sup>/s sont restitués à la rivière).

**Photo 3**



Toutefois, il existe une obligation stricte de ne pas rejeter cette eau à une température supérieure de plus de 2 degrés par rapport à son entrée dans la centrale, et ce, après un traitement qui suit des protocoles stricts pour garantir la protection de l'environnement, la population locale, et la biodiversité aquatique. Voici les grandes étapes de ce traitement :

### 1. Collecte et traitement des effluents radioactifs et chimiques

Les rejets liquides issus des différentes parties de la centrale (principalement du circuit primaire du réacteur, du circuit secondaire, et des systèmes auxiliaires) sont collectés et traités pour réduire au maximum les substances radioactives et chimiques qu'ils peuvent contenir. Ces effluents sont classés en deux catégories :

- **Effluents radioactifs** : Ces eaux contiennent des traces d'isotopes radioactifs (tritium, carbone 14, iodes, etc.). Avant rejet, elles subissent un traitement pour diminuer la radioactivité à des niveaux inférieurs aux limites fixées par les autorités. Par exemple, des filtres, des résines échangeuses d'ions, ou des évaporateurs peuvent être utilisés.
- **Effluents chimiques** : Les substances chimiques (métaux, résidus de nettoyage, etc.) subissent également des traitements spécifiques pour être neutralisées ou éliminées dans des installations adaptées.

### 2. Contrôle rigoureux des effluents avant rejet

Avant d'être rejetés dans la Vienne, les effluents subissent plusieurs contrôles :

- **Mesure des niveaux de radioactivité** : Les effluents sont systématiquement contrôlés pour vérifier qu'ils respectent les seuils réglementaires de rejet.
- **Analyse chimique** : Les rejets chimiques sont analysés pour vérifier que les concentrations en produits chimiques (tels que le chlore, les métaux lourds, etc.) sont inférieures aux normes fixées par l'autorité de sûreté nucléaire (ASN) et l'Agence de l'eau.

### 3. Rejets contrôlés dans la Vienne

Une fois les effluents traités et contrôlés, ils sont rejetés dans la rivière de manière régulière et en faible quantité, selon des procédures précises. Il est important de noter que :

- **Le tritium**, un isotope de l'hydrogène faiblement radioactif, est souvent présent dans les rejets liquides. Toutefois, sa concentration dans l'eau de la Vienne après rejet est bien inférieure aux seuils autorisés.
- **Les volumes d'eau rejetés** sont dilués dans le cours d'eau pour minimiser l'impact sur l'environnement.

### 4. Surveillance en continu et suivi environnemental

Le suivi des rejets dans la Vienne est permanent :

- Des **capteurs** et des **stations de mesure** sont installés en aval de la centrale pour surveiller la qualité de l'eau en temps réel.
- Des **analyses périodiques** de l'eau et des sédiments de la Vienne sont effectuées pour contrôler les niveaux de radioactivité, la composition chimique, et l'impact sur la faune et la flore aquatique.

- L'ASN et d'autres organismes indépendants réalisent des inspections et des audits réguliers pour vérifier la conformité des rejets et des traitements mis en œuvre.

## 5. Contexte réglementaire et transparence

Les limites de rejets radioactifs et chimiques dans l'environnement sont fixées par les autorités françaises, en particulier par l'ASN, en tenant compte des impacts environnementaux et sanitaires. La centrale de Civaux, comme toutes les centrales nucléaires françaises, publie régulièrement des rapports sur les rejets dans l'environnement. Ces informations sont disponibles pour le public dans une optique de **transparence**.

### Impact sur la Vienne

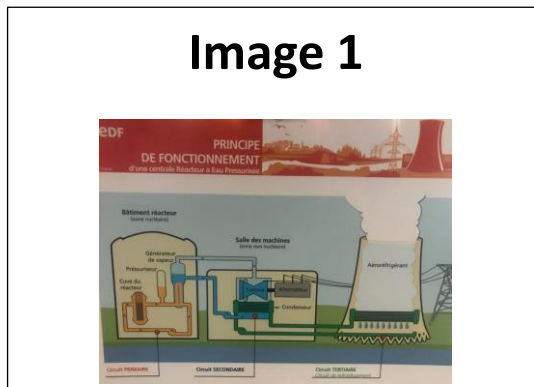
Grâce aux traitements et aux contrôles en place, les rejets de la centrale de Civaux sont strictement limités. Les études d'impact environnemental montrent que les niveaux de substances radioactives et chimiques dans la Vienne restent bien inférieurs aux seuils dangereux pour la santé humaine et pour l'environnement.

### Secours Refroidissement

En cas de besoin, la centrale peut également être refroidie par deux tours aéroréfrigérantes supplémentaires, équipées de ventilateurs pour garantir un refroidissement en toute circonstance. Ces systèmes sont doublés par des groupes électrogènes de secours, eux-mêmes protégés par une enceinte en béton. Cette configuration assure une protection maximale en cas de coupure de courant ou d'incident technique.

### Principe de fonctionnement de la centrale :

Le principe fondamental de la centrale repose sur la fission nucléaire. Dans le réacteur, les noyaux d'atomes d'uranium se cassent sous l'effet des neutrons, ce qui déclenche une réaction en chaîne qui libère une énorme quantité de chaleur. Cette chaleur est utilisée pour chauffer de l'eau, transformant ainsi l'eau en vapeur.



### Voici les trois principaux circuits de la centrale nucléaire de Civaux :

#### 1. Circuit primaire (pressurisé)

- **Fonction** : Transporte la chaleur générée par la fission nucléaire dans le réacteur.
- **Composition** : Ce circuit contient de l'eau sous pression (environ 155 bars) pour éviter son ébullition malgré des températures élevées (~320°C).
- **Fonctionnement** : L'eau passe à travers le cœur du réacteur, où elle est chauffée par les réactions nucléaires. Cette eau chaude est ensuite envoyée vers les **générateurs de vapeur** où elle transmet sa chaleur au circuit secondaire, sans se mélanger à celui-ci.

#### 2. Circuit secondaire (circuit vapeur)

- **Fonction** : Produit la vapeur pour actionner la turbine.

- **Composition** : Ce circuit utilise l'eau transformée en vapeur par la chaleur transmise depuis le circuit primaire via les générateurs de vapeur.
- **Fonctionnement** : La vapeur produite dans le générateur de vapeur fait tourner une **turbine** reliée à un **alternateur** pour produire de l'électricité. Après avoir traversé la turbine, la vapeur est condensée en eau dans le condenseur et renvoyée vers le générateur de vapeur pour recommencer le cycle.

### 3. Circuit de refroidissement (circuit tertiaire)

- **Fonction** : Refroidit la vapeur du circuit secondaire après son passage dans la turbine.
- **Composition** : Ce circuit utilise l'eau prélevée dans la rivière **Vienne** (ou dans une tour aéroréfrigérante) pour refroidir l'eau du condenseur.
- **Fonctionnement** : L'eau de la Vienne ou de la tour absorbe la chaleur de l'eau du circuit secondaire dans le condenseur. Cette eau refroidie est ensuite renvoyée vers la Vienne ou circule en boucle dans le cas des tours de refroidissement.

Chacun de ces circuits est indépendant pour garantir la sécurité et l'efficacité du système.

#### Le Réacteur :

La cuve du réacteur, d'un poids impressionnant de 500 tonnes, est l'endroit où se produit la fission nucléaire. La chaleur dégagée est transférée à une machine à vapeur qui génère de l'énergie en faisant tourner un alternateur. Cette machine, comme dans toutes les centrales nucléaires, porte un nom propre, et à Civaux, l'alternateur est appelé **ARABELLE**. Installé sur une dalle en béton équipée d'amortisseurs pour limiter les vibrations, l'alternateur transforme la vapeur en électricité.



## Structure du réacteur

### 1. Les crayons de combustible :

- Chaque crayon de combustible est un **tube long et fin** d'environ **4 mètres** de longueur, contenant de l'uranium enrichi sous forme de pastilles (environ 1 cm de diamètre chacune).
- L'uranium utilisé est enrichi en **isotope 235**, qui est fissile, c'est-à-dire capable de subir la fission nucléaire.
- Ces pastilles d'uranium sont empilées à l'intérieur de tubes métalliques en **zirconium**, un matériau qui présente l'avantage de résister à de très hautes températures et de ne pas réagir facilement avec les neutrons générés lors de la fission.
- À Civaux, il y a **247 crayons** dans chaque assemblage de combustible.

### 2. Les assemblages de combustibles :

- Les crayons de combustible sont regroupés pour former des **assemblages de combustible**. Chaque assemblage contient les 247 crayons mentionnés, disposés en une grille régulière.
- Le réacteur de Civaux compte **157 assemblages** dans le cœur du réacteur.
- Chaque assemblage pèse environ **72 tonnes** au total.
- Ces assemblages sont immergés dans de l'eau sous pression, qui sert à la fois de modérateur (pour ralentir les neutrons) et de refroidisseur.

### 3. Le cycle de renouvellement du combustible :

- Le combustible nucléaire s'épuise progressivement au fil des réactions de fission. À Civaux, **un tiers des assemblages de combustibles est renouvelé tous les 18 mois** environ.
- Chaque assemblage est utilisé pendant **environ 7 ans** avant d'être totalement remplacé.

## Fonctionnement des crayons et des assemblages

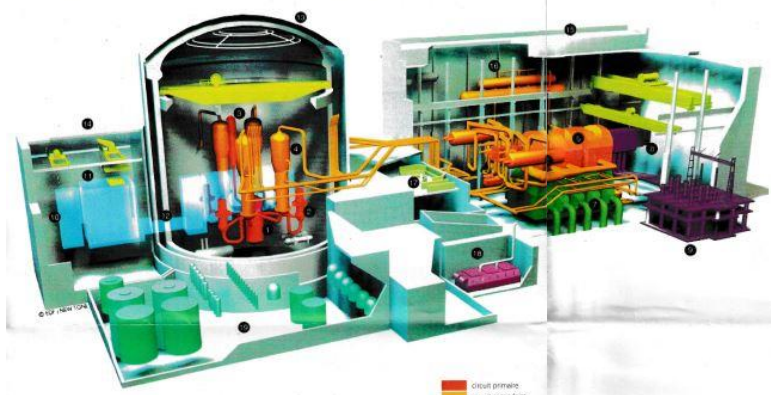
Lorsqu'un neutron frappe un noyau d'uranium 235 dans un des crayons, il peut provoquer la fission de ce noyau, qui se divise alors en deux fragments plus petits et libère une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur ainsi que d'autres neutrons. Ces nouveaux neutrons peuvent à leur tour provoquer la fission d'autres noyaux, déclenchant une **réaction en chaîne**.

L'eau sous pression qui circule autour des crayons et des assemblages permet de capturer la chaleur produite par la fission. Cette eau chaude est ensuite envoyée vers un générateur de vapeur, où elle transfère sa chaleur à un circuit secondaire, produisant de la vapeur qui fait tourner la turbine (comme mentionné avec **ARABELLE**), générant ainsi l'électricité.

En résumé, le réacteur de la centrale de Civaux est constitué de milliers de crayons de combustible, regroupés en assemblages, dans lesquels l'uranium enrichi subit la fission nucléaire pour produire de la chaleur. Cette structure permet un contrôle précis de la réaction nucléaire et assure une efficacité maximale dans la production d'énergie.

# Image 3

## LA CENTRALE NUCLÉAIRE 1450 MW



- ❶ **Piscine du bâtiment combustible**  
512 zérois  
température de l'eau en situation normale : 50°C  
santibactériels de l'eau en situation de refroidissement : 62°C  
débit d'eau de refroidissement : 380 m³/s  
longueur : 12,50 m  
largeur : 7,50 m  
profondeur : 14,30 m  
**Assemblage combustible :**  
section : 214 x 214 mm  
hauteur : 4,793 m  
poids : 780 kg  
284 crayons  
diamètre crayon : 8,17 mm
- ❷ **Tube transfert élément combustible**  
longueur : 7 m  
diamètre extérieur : 0,50 m
- ❸ **Bâtiment réacteur**  
Enceinte externe :  
diamètre : 10,50 m  
hauteur : 63,18 m  
Apuiseur : 1,70 m  
Enceinte interne :  
diamètre : 0,80 m  
hauteur : 0,80 m  
Apuiseur : 1,20 m
- ❹ **Bâtiment combustible**  
hauteur : 26,25 m  
largeur : 26,40 m  
longueur : 28 m
- ❺ **Salles des machines**  
hauteur : 9,0 m  
longueur : 120 m  
largeur : 65 m
- ❻ **Bâche alimentaire/Dégazeur**  
**Bâche alimentaire :**  
longueur : 45,00 m  
diamètre : 4,20 m  
masse : 235 tonnes  
solène : 650 m³  
température : 207°C  
**Dégazeur :**  
pression : 18 bars  
longueur : 32,80 m  
diamètre : 3 m  
masse : 113 tonnes
- ❼ **Salle de commande**  
hauteur : 8,20 m  
longueur : 15 m  
largeur : 11,40 m
- ❽ **Bâtiment groupe électrogène**  
longueur : 9,50 m  
masse moteur diesel : 170 tonnes  
masse alternateur : 33 tonnes  
puissance électrique : 17000 kW  
tension : 6,6 kV
- ❾ **Bâtiment de traitement**  
effluents primaires et gazaux  
stockage acide borique  
aérobie, aéro-anaérobie et chimique

- ❶ **Cuve du réacteur**  
hauteur avec couvercle : 13,66 m  
diamètre : 4,65 m  
hauteur : 23 cm  
masse cuve : 342,4 tonnes  
masse couvercle : 84,8 tonnes  
température eau entrée : 230°C  
température eau sortie : 229°C  
pression : 135,1 bars
- ❷ **Pompe primaire (x 4)**  
hauteur : 8,50 m  
masse : 116 tonnes  
vitesse : 1485 tr/min  
débit : 24500 m³/s  
température : 232°C  
facteur de refroidissement : 106 HCC  
puissance moteur électrique : 9590 kW - 6,6 kV
- ❸ **Pressuriseur**  
diamètre extérieur : 2,80 m
- ❹ **Générateur vapeur (x 4)**  
hauteur : 21,90 m  
diamètre supérieur : 4,74 m  
diamètre inférieur : 3,70 m  
masse : 427 tonnes
- ❺ **Turbine «Arabes»**  
longueur : 11,210 m  
largeur PMS (au) : 12,80 m  
masse : 2810 tonnes
- ❻ **Sècheur surchauffeur (x 2)**  
longueur : 24,50 m  
diamètre : 4,20 m  
masse : 370 tonnes  
température : 130°C  
pression : 10 bars
- ❼ **Condenseur**  
longueur : 35,10 m  
largeur : 21,50 m
- ❽ **Alternateur**  
longueur : 17,57 m  
diamètre rotor : 4,19 m  
diamètre stator : 1,95 m  
masse du rotor : 270 tonnes  
masse du stator : 520 tonnes  
puissance de l'alternateur : 1710 MVA  
entente : 4000 A  
température : 20000 V  
vitesse de rotation : 1500 tr/min
- ❾ **Transformateur principal**  
masse : 840 tonnes  
puissance : 1710 MVA  
longueur : 11 m  
hauteur : 8,40 m
- ❿ **Fosse de chargement**



### LE RÉFRIGÉRANT ATMOSPHÉRIQUE

- ❶ **Réfrigérant atmosphérique**  
diamètre base cuve : 134,45 m  
diamètre base : 82,80 m  
hauteur ombre d'air : 14,19 m  
hauteur totale : 17,2 m  
Apuiseur de la cuve de 1,71 m (haut) à 0,27 m (bas)
- ❷ **Entrée-sortie d'eau de refroidissement**
- ❸ **Zone d'échange eau/air**  
débit d'eau à refroidir : 17 000 m³/s  
148,35 m³/s

## Sécurisation des installations :

La sécurité est un des aspects les plus importants mis en avant lors de la visite de la centrale. Les visiteurs ont pu observer les différentes mesures mises en place pour surveiller en permanence le bon fonctionnement des réacteurs et des systèmes de refroidissement.

Les opérateurs de la centrale contrôlent tous les processus depuis une salle de commande centrale hautement sécurisée, où chaque paramètre est monitoré en temps réel. En cas de détection d'anomalie, des systèmes de secours s'activent automatiquement pour garantir le refroidissement des réacteurs et prévenir tout incident majeur.

## Image 4

### SALLE DE COMMANDE

- ❶ Espace d'attente
- ❷ Espace de régulation
- ❸ Espace de régulation
- ❹ Espace de régulation
- ❺ Espace de régulation
- ❻ Espace de régulation
- ❼ Espace de régulation
- ❽ Espace de régulation
- ❾ Espace de régulation
- ❿ Espace de régulation

## Image 5

**Le nouveau concept de la salle de commande**  
L'objectif est de garantir la sécurité de la centrale et de l'efficacité de la conduite en toutes circonstances.

- Une réduction de la charge des opérateurs en matière de commandes et d'informations, actions de conduite et de monitoring.
- Un traitement efficace des données.
- Une production fiable et permanente des informations.
- Une interface adaptée.

**MOYENS**  
Pour assurer un objectif, l'équipe de la salle de commande utilise un système intégré de conduite et d'information.

**Une conduite assistée**  
Les informations sont traitées et analysées en temps réel pour permettre une prise de décision rapide.

**La cohérence entre conduite et information**  
L'objectif est de garantir la sécurité de la centrale et de l'efficacité de la conduite en toutes circonstances.

**Un haut niveau de fiabilité**  
Le système de conduite est conçu pour garantir un haut niveau de fiabilité et de disponibilité.

**Une planification avancée**  
L'objectif est de garantir la sécurité de la centrale et de l'efficacité de la conduite en toutes circonstances.

**ARCHITECTURE DU SYSTÈME**  
L'objectif est de garantir la sécurité de la centrale et de l'efficacité de la conduite en toutes circonstances.

**DES MOYENS DE CONDUITE DIVERSIFIÉS**  
Le système de conduite est conçu pour garantir un haut niveau de fiabilité et de disponibilité.

**SEQUENCES D'UNE COMMANDE**  
L'objectif est de garantir la sécurité de la centrale et de l'efficacité de la conduite en toutes circonstances.

## Le nucléaire décarboné en France :

La visite de la centrale a également été l'occasion de rappeler le rôle majeur du nucléaire dans la production d'électricité décarbonée en France. En hiver, environ 75 % de l'électricité produite dans le pays provient de l'énergie nucléaire, une proportion qui tombe à 62 % en été, notamment en raison de la variation des besoins énergétiques et de la production renouvelable, comme l'énergie solaire et éolienne.

### Image 6



### Image 7



Grâce à cette source d'énergie, la France maintient une production d'électricité à faible émission de CO<sub>2</sub>, ce qui contribue à la lutte contre le réchauffement climatique.

## Conclusion :

La visite de la centrale de Civaux a permis aux participants de mieux comprendre le fonctionnement d'une Centrale nucléaire moderne, les défis liés à la sécurité et à la protection de l'environnement, ainsi que L'importance du nucléaire dans la production d'une électricité décarbonée. Ces installations de pointe, Surveillées et entretenues en continu, avec une périodicité de 10 ans pour les installations nucléaires, Ont des acteurs clés de la transition énergétique en France.

Entre les 2 visites les échanges Professionnel se sont prolongées dans un moment convivial en commun Lors d'un déjeuner à Lussac les Châteaux.

### Photo 4



Pour le Bureau AICVF POI  
JM SOUCHET