

EBR-I

Le lieu de naissance de l'énergie nucléaire



Le 20 décembre 1951, EBR-I devint le premier réacteur nucléaire à produire de l'électricité en faisant éclater des atomes. EBR-I fut le premier réacteur construit à la National Reactor Testing Station (précurseur de l'actuel Idaho National Laboratory). En 1953, des essais à EBR-I confirmèrent qu'un réacteur pouvait produire davantage de combustible nucléaire qu'il n'en consomme. Ce réacteur pionnier fonctionna pendant 12 ans avant d'être arrêté pour la dernière fois en décembre 1963. En 1966, le président Lyndon Johnson décréta EBR-I monument national historique.

Nucléaire Aérien

Au début des années 1950, les États-Unis étaient persuadés que l'Union Soviétique avait développé des avions à propulsion nucléaire. À cette époque, les États-Unis n'avaient pas la capacité de ravitailler en toute sécurité les bombardiers à longue portée et n'avaient pas non plus développé de missiles balistiques intercontinentaux. Au début de la guerre froide, un bombardier capable de rester plus d'une semaine dans les airs était considéré comme le moyen le plus important de dissuasion. Le site le plus logique pour construire et tester ces prototypes de réacteurs était la National Reactor Testing Station.

Des employés de General Electric se réunissent pour une photo avec un des deux prototypes de réacteurs de propulsion développés pour des essais effectués dans les ateliers chauds (c'est-à-dire équipés pour gérer des matières très radioactives) situés au nord du site de la National Reactor Testing Station.

EBR-I fut conçu avec deux objectifs : produire de l'électricité et, plus important encore, démontrer le concept de surgénération. La surgénération signifie qu'un réacteur produit davantage de combustible qu'il n'en consomme pendant le fonctionnement.

La visite commence dans la salle de conférence située à l'étage.

1 L'énergie nucléaire est utilisée essentiellement de la même manière que les autres sources d'énergie ; de la chaleur est générée qui est ensuite utilisée pour produire de l'électricité. Mais au lieu de brûler de la matière--charbon, pétrole, bois, biomasses--ce sont les atomes eux-mêmes qui sont fissionnés, ce qui libère de l'énergie sous forme de chaleur. Les centrales nucléaires utilisent une réaction en chaîne de fission auto-entretenu pour générer de la chaleur et transformer de l'eau en vapeur. La vapeur est ensuite dirigée vers une turbine et un générateur afin de produire de l'électricité. Un type d'atome qui fissionne facilement est l'uranium 235. Quand un atome d'U-235 est heurté par un neutron, il fissionne, libérant de l'énergie sous forme de chaleur. Deux ou trois neutrons provenant du noyau de l'atome d'U-235 fissionné sont également libérés, et vont ensuite fissionner d'autres atomes d'U-235. C'est la réaction en chaîne de fission qui a lieu dans le coeur d'un réacteur et qui génère la chaleur nécessaire au fonctionnement d'une centrale nucléaire. Lorsque EBR-1 fut conçu, l'objectif était de construire un réacteur surgénérateur, c'est-à-dire qui produit plus de combustible nucléaire qu'il n'en consomme. Les physiciens en charge de la conception durent donc concevoir une configuration très particulière pour générer les réactions de fissions. Cette configuration augmente la probabilité d'absorption des neutrons par l'uranium-238, qui compte pour plus de 99% de l'uranium naturel. Lorsqu'il est heurté par un neutron, l'U-238 est moins susceptible de fissionner et a plutôt tendance à absorber le neutron ou à lui faire simplement changer de direction. Lorsque l'U-238 absorbe un neutron, il se transforme en uranium-239 ; celui-ci subit rapidement une désintégration radioactive et se transforme en plutonium-239. Le Pu-239 se comporte comme le combustible le plus courant dans les réacteurs, c'est-à-dire l'U-235 (moins de 1% d'uranium naturel), fournissant de la chaleur et contribuant à soutenir la réaction en chaîne de fission. Parce que ce réacteur produit un excès de Pu-239, c'est donc, par définition, un surgénérateur. En 1953, EBR-1 démontra qu'il produisait du Pu-239, et en 1963, que 1,27 atomes de Pu-239 était produit pour chaque atome consommé dans le combustible.

2 Pour transférer en toute sécurité la chaleur générée par la réaction en chaîne de fission et permettre à la surgénération de s'effectuer, un métal liquide était utilisé comme liquide de refroidissement. Ce métal liquide était une combinaison de sodium (Na) et de potassium (K) appelée communément "NaK." Ce liquide de refroidissement primaire NaK circulait dans une boucle à travers le réacteur, et transférait cette chaleur à une seconde boucle de liquide de refroidissement NaK séparée, qui ensuite chauffait l'eau pour produire de la vapeur. Le NaK est idéal pour le transfert de chaleur, mais il s'enflamme et brûle lorsqu'il est exposé à l'air. En contact avec l'eau, il peut également exploser. Un grand soin a été pris pour isoler ce NaK, et EBR-1 n'a jamais eu de problèmes.

3 Ceci était la salle de commande où les opérateurs démarraient, contrôlaient et arrêtaient le réacteur. N'hésitez pas à pousser ou à tourner les boutons. Face à la pièce, le côté gauche contient les panneaux de contrôle qui permettaient de surveiller le débit et la température du liquide de refroidissement. Les panneaux à droite ressemblent à ceux présents dans n'importe quelle centrale électrique standard, et à l'avant se trouvent les commandes du réacteur. Le bouton le plus intéressant est le bouton SCRAM à l'avant. Un SCRAM est un arrêt rapide et imprévu du réacteur. L'origine du terme SCRAM est imprimée au-dessus du bouton. Également dans la salle de commande, se trouve le cahier du Dr. Walter Zinn, le concepteur et directeur de EBR-1. Le cahier est ouvert aux pages correspondant aux deux premiers jours durant lesquels l'électricité fut produite par EBR-1.

4 Ceci est le haut du réacteur. À travers le couvercle en plexiglas, la "tête" de la cuve du réacteur est visible. En-dessous se trouvaient les barres de combustible contenant l'U-235. Les barres de combustible mesuraient environ 30 cm de long dont les 22 cm inférieurs contenaient de l'U-235. Les barres de combustible étaient maintenues à l'intérieur de "boîtiers" hexagonaux appelés assemblages. Autour de la cuve du réacteur se trouvent des murs de béton de 4.5 mètres d'épaisseur pour protéger les travailleurs contre les radiations lorsque le réacteur fonctionnait. Des répliques de barres de combustible et d'assemblages, y compris la région combustible, sont présentées. La couverture externe enveloppant le coeur du réacteur est également visible sur une photo. Elle était faite de 84 blocs d'U-238, chacun recouvert d'une gaine en acier inoxydable, et disposées en forme de tasse. Cette couverture pouvait s'élever autour de la cuve du réacteur de façon à maintenir les neutrons dans la région du combustible et permettre au réacteur de fonctionner. Lorsque la couverture était abaissée au sous-sol, les neutrons s'échappaient dans les protections et le réacteur s'arrêtait.

5 La première fois qu'EBR-1 produisit de l'électricité, celle-ci fut juste suffisante pour éclairer quatre ampoules de 200 watts comme celles-ci. Le lendemain, le 21 décembre 1951, le réacteur produisit suffisamment d'électricité pour ce bâtiment ainsi que pour le parking. En ce jour historique, les membres masculins du personnel "projet", inscrivent leur nom à la craie sur le mur. En 1995, les noms des femmes "de soutien" ont été ajoutés sur une plaque à droite des signatures. Prenez une minute pour écouter les voix de gens qui ont travaillé ici. La vitrine située derrière la rangée d'ampoules montre l'une des quatre ampoules originales datant de 1951. La plus petite ampoule du boîtier fut allumée en 1963 lorsque EBR-1 devint le premier réacteur à produire de l'électricité à partir d'un coeur entièrement en plutonium.

6 Dans cette pièce, la chaleur du deuxième système de métal liquide convertissait l'eau en vapeur, qui était ensuite acheminée à l'étage vers le groupe turbo-alternateur, où elle était utilisée pour produire de l'électricité. Bien qu'il n'y ait plus de NaK dans le système, cette pièce est verrouillée en raison de l'isolation en amiante présente sur les tuyaux.

7 Cette plaque fut installée par le président Lyndon B. Johnson et le Dr. Glenn T. Seaborg, Président de la Commission à l'Énergie Atomique des États-Unis lors de la cérémonie d'inauguration qui eut lieu en 1966 et durant laquelle EBR-1 fut décrété monument national historique.

8 Les barres de combustible neuves étaient entreposées dans cette pièce avant d'entrer dans le réacteur. Avant d'être utilisées, les barres de combustible pouvaient être manipulées en toute sécurité sans protection. Après le processus de fission dans le combustible, les barres devenaient hautement radioactives. Derrière vous se trouve un fût de 5 tonnes qui était utilisé pour transférer en toute sécurité les barres de combustible usées dans un atelier de lavage situé au sous-sol. A titre de mesure de sécurité supplémentaire, le fût était rempli de gaz argon pour empêcher les barres de combustible, encore recouvertes d'un film résiduel de NaK, d'entrer en contact avec l'oxygène.

9 Lorsque les barres de combustible étaient retirées du réacteur, il restait toujours un peu de NaK résiduel radioactifs sur la gaine. Les barres étaient donc transférées au sous-sol par des ouvertures aménagées dans le sol, lui-même recouvert par des plaques de métal. Le NaK était rincé avec de l'acétone et de l'alcool. Lorsqu'elles étaient propres et sèches, les barres étaient ensuite entreposées dans la "ferme à combustible"—un site d'entreposage avec des emplacements numérotés individuellement et espacés uniformément dans du béton. Le tableau était utilisé à des fins d'inventaire.

10 Ceci est la cellule chaude ; elle était utilisée pour inspecter visuellement les barres de combustible usées. Chaque fenêtre comporte 34 couches de verre plombé, totalisant presque 1 mètre d'épaisseur, avec de l'huile minérale remplissant l'espace entre chaque couche de verre afin d'assurer la transparence. Braquez une lumière sur la fenêtre pour voir le reflet de chacune des couches de verre. Les murs font également 1 mètre d'épaisseur pour la radioprotection. Les bras manipulateurs sont parmi les premiers jamais conçus pour la manipulation à distance de matières radioactives. Les "doigts" mécaniques à l'intérieur de la cellule chaude dupliquaient les mouvements de l'opérateur.

Ceci est la fin de la visite auto-guidée. Mais il y a plus à découvrir... Veuillez signer le livre d'or et nous faire part de votre expérience. Des guides sont disponibles pour répondre à vos questions et vous diriger vers d'autres expositions.

Vous pouvez également profiter du "containment vessel theater" pour en savoir plus sur Idaho National Laboratory et les sujets nucléaires. Le sous-sol est ouvert pour être exploré. Les fenêtres plombées permettent de regarder dans l'atelier de lavage et de décontamination ainsi que dans l'espace directement sous la cuve du réacteur et la base de l'ascenseur qui transportait la couverture. Un atelier de réparation dédié à la couverture a été nettoyé pour permettre l'accès à une cellule de protection. Dans le couloir de l'annexe se trouve une exposition qui raconte l'histoire de l'EBR-II, la continuation de ce qui a été appris ici. EBR-II a fonctionné de 1964-1994. Les cinq premières années d'exploitation comprirent le recyclage et la réutilisation de son propre combustible usé, prouvant ainsi le concept d'un cycle du combustible "fermé". Dans le parking de l'EBR-I se trouvent deux réacteurs construits dans les années 1950 lors du projet de propulsion nucléaire pour l'armée de l'air.

Merci d'avoir visité EBR-I, la première centrale nucléaire. Vous pouvez nous suivre en ligne sur : Twitter, Facebook, Instagram, Youtube. Pour plus d'informations sur les visites disponibles à INL, appelez le 208-526-0050 ou contactez-nous par courriel à tours.inl.gov. Idaho National Laboratory est le laboratoire national pour la recherche, le développement, la démonstration et le déploiement de l'énergie nucléaire. Notre mission comprend le développement et les essais associés de technologies nucléaires et d'autres énergies propres. Nous protégeons également l'infrastructure, soutenons la sécurité nationale et renforçons la cybersécurité.