

Les réacteurs nucléaires naturels d'Oklo

1. DÉCOUVERTE

En 1972, le physicien français Francis Perrin fit une découverte étonnante dans une mine d'uranium sur le site d'Oklo, au Gabon et qui révélera par la suite une très légère anomalie isotopique de l'uranium dans des échantillons d'oxyde d'uranium (UO₂) sur le minerai extrait de cette mine. En effet, il a été trouvé une teneur de 0,7171 % pour l'isotope ²³⁵U alors que sa teneur normale aujourd'hui est de 0,7202 %. La différence est faible mais significative.

Une seule explication possible : d'une façon ou d'une autre, une réaction de fission nucléaire autoentretenu pendant plusieurs années avait consommé une partie de cet isotope dans le minerai. En d'autres termes, Francis Perrin et son équipe avaient devant eux un réacteur nucléaire naturel éteint. Encore fallait-il parvenir à démontrer cette hypothèse.

2. CONDITIONS REQUISES À OKLO POUR OBTENIR UNE RÉACTION NUCLÉAIRE

Pour que des réacteurs à fission contrôlée aient pu se déclencher, il fallait réunir les conditions suivantes :

- un combustible suffisamment riche en ²³⁵U
- une masse critique suffisante dans une configuration adaptée
- un modérateur efficace
- un système de régulation extrêmement complexe
- un nombre suffisant de fissions spontanées permettant de produire un grand nombre de neutrons et que ces derniers réagissent avec d'autres noyaux fissiles

À Oklo, toutes ces conditions ont pu être réalisées :



- la première condition était assurée grâce au taux de ²³⁵U qui était naturellement, à cette époque, de 3,44 % (un taux quasi identique à celui des centrales électronucléaires du type REP). Sur le site d'Oklo, l'oxyde d'uranium était originellement dispersé dans une couche située entre 3500 et 5000 mètres de profondeur, la teneur en uranium pouvant dans certaines zones dépasser 10 %.
- la seconde, par la présence d'une masse d'uranium suffisante dans certaines zones du gisement avec les teneurs appropriées.
- la troisième par la présence d'un modérateur, composée soit d'eau, soit de matières organiques. Les deux ont été présentes, principalement l'eau qui a pu être abondante quand les mouvements de remontée du bassin ont ouvert les failles existantes et en ont créé de nouvelles.
- enfin pour qu'il y ait réaction entretenue, il faut qu'il y ait des mécanismes de stabilisation et de compensation à long terme qui permettent aux réactions de se poursuivre malgré les modifications irréversibles du milieu. Or, à Oklo, le minerai contenait des poisons neutroniques tels le gadolinium et surtout le bore ce qui permettait de stabiliser le flux de neutrons neutronique.

3. ENSEIGNEMENTS POUR UN STOCKAGE DE DÉCHETS NUCLÉAIRES

Les réacteurs naturels d'Oklo sont tous à l'arrêt depuis plusieurs centaines de millions d'années, mais ils intéressent les géologues car, durant leur activité, ils ont émis des radio-isotopes similaires aux produits de fission engendrés dans les centrales nucléaires actuelles, c'est-à-dire des « déchets nucléaires ». Aussi voit-on dans le site d'Oklo un modèle d'étude pour la gestion des déchets radioactifs par enfouissement.

Oklo constitue à cet égard une source d'information précieuse sur le comportement des éléments issus des réactions nucléaires en milieu naturel sur de très longues durées.