

-A- CINÉTIQUE DES REACTEURS NUCLEAIRES (15 points)
TP : EAO1, EAO2, ULYSSE 1, ULYSSE 2

Exercice 1 – Equation de Nordheim – Evolution de la puissance du réacteur (5 points)

On s'intéresse à l'équation de Nordheim dans l'approximation à deux groupes de neutrons retardés.

- 1) Le cœur d'un réacteur est un milieu dans lequel se déroule une réaction en chaîne. Considérons que le cœur du réacteur se trouve dans un état où le facteur de multiplication est k . A partir d'une génération de neutrons de densité " n ", écrivez le nombre de neutrons prompts à la génération suivante ainsi que le nombre de précurseurs créés. Puis, écrire les équations de la cinétique à deux groupes de neutrons retardés pour la population de neutrons et les populations de précurseurs.
- 2) A partir des équations de la cinétique à deux groupes de neutrons retardés, l'équation de NORDHEIM s'écrit :

$$\rho = \omega \left(\theta_c + \frac{\beta_1}{\omega + \lambda_1} + \frac{\beta_2}{\omega + \lambda_2} \right)$$

Calculer la réactivité qui doit être introduite pour obtenir un temps de doublement de la puissance du réacteur de 15 secondes.

- 3) A partir des équations obtenues en 1), calculer la hauteur théorique du saut prompt due à l'insertion de la réactivité calculée en 2). Expliquez physiquement le phénomène du "saut prompt". Quelles sont les conséquences pour le combustible ?
- 4) Un réacteur est à une puissance neutronique initiale de 1000 W. A $T=0$, on insère brutalement la réactivité calculée en 2). Tracer approximativement l'évolution de la puissance du réacteur atteinte en 30 secondes.

Données :

$$\beta_1 = 287 \text{ pcm}$$

$$\beta_2 = 354 \text{ pcm}$$

$$\theta_c = 6.10^{-4} \text{ s}$$

$$T_1 = 17,8 \text{ s}$$

$$T_2 = 1,78 \text{ s}$$

Exercice 2 – Empoisonnement par le XENON 135 d'un réacteur de recherche (4 points)

- 1) Ecrire le schéma de formation disparition du Xénon 135.
- 2) Compléter sur le graphique donné en annexe 1, la forme de l'évolution de la concentration en iode et en xénon en fonction de l'évolution de la puissance du réacteur au cours du temps. Les ordres de grandeur des courbes tracées doivent être corrects et expliqués. A noter que la longueur totale en abscisse est de 200 heures.
- 3) Expliquer l'évolution de la position de la barre de pilotage au cours du temps après le doublement du flux ($t = 90$ h) et jusqu'à l'arrêt totale du réacteur par chute des barres de sécurité ($t=150$ h). On prendra : $Z1$ = cote de la barre de pilotage avant le doublement du flux.
- 4) Après la chute des barres de sécurité à $t = 150$ h. Faut-il redémarrer le réacteur immédiatement dans l'heure qui suit ou bien, doit-on attendre 9 h ? Expliquer votre réponse.

données :

$$\gamma_{Te} = \gamma_I = 0,064$$

$$\gamma_X = 0,001$$

$$T_{Te} = 19,2 \text{ s}$$

$$T_I = 6,58 \text{ h}$$

$$T_X = 9,17 \text{ h}$$

Exercice 3 – Approche sous critique (6 points)

Sur un réacteur à neutrons thermiques on effectue la fin d'une approche sous-critique en recherchant la cote critique sur une des barres de contrôle.

Le tableau n°1 présente les comptages mesurés à l'aide de deux voies de mesures neutroniques A et B en fonction de la cote de la barre de contrôle (la cote 0 correspond à la barre en butée basse).

- 1) Dans quels cas effectue-t-on une approche sous-critique.
- 2) Expliquer le rôle de la source dans l'approche sous-critique.
- 3) Quelle est la relation entre la densité de neutrons et la réactivité du cœur une fois la densité de neutrons stabilisée pour une valeur donnée de la cote de barre.
- 4) A partir des taux de comptage mesurés déterminer par extrapolation la cote critique.
- 5) Expliquer pour quelle raison la stabilisation de la densité de neutrons est d'autant plus longue à obtenir qu'on approche la criticité.
- 6) On veut diverger avec un temps de doublement de 30 secondes. A l'aide de la courbe de Nordheim (Annexe 2) et de la courbe d'étalonnage de la barre de contrôle (Annexe 3) déterminer à quelle cote on doit placer la barre pour cette divergence.

Cote de la barre (mm)	Comptage voie A	Comptage voie B
0	940	1369
	931	1399
	927	1325
100	1442	2030
	1401	2005
	1415	2030
160	2881	3936
	2886	4019
	2937	4008
170	3616	4835
	3629	4893
	3695	4820
180	4718	6279
	4615	6145
	4675	6158

Tableau 1 : Comptages mesurés à l'aide des voies de mesures neutroniques A et B en fonction de la cote de la barre de contrôle.

Annexe 1



