

Génie Atomique

## EXAMEN ÉCRIT

Neutronique

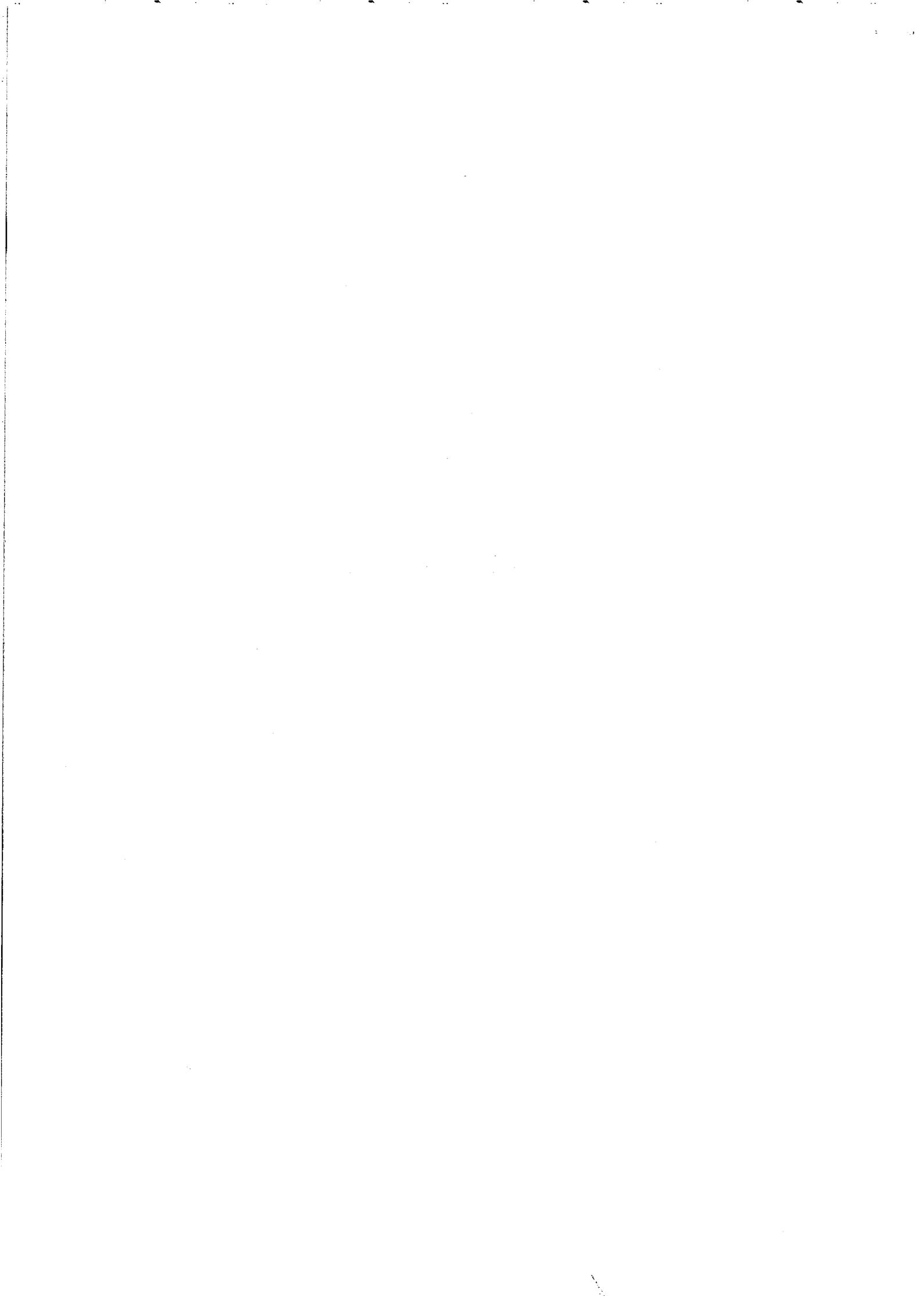
(bases de physique et méthodes de calcul)

Février 2006

Remarques :

- Durée de l'examen : 3 heures.
- Les documents de cours sont autorisés.
- Barème de notation (sur un total de 20 points) :

Question	1	2	3	4	5	6	7	8
Points	2	3	2	4	2	2	3	2



## Comparaison des situations homogène et hétérogène

On se propose de comparer à un réseau de type "réacteur à eau sous pression" la situation homogène constituée des mêmes matériaux en mêmes masses moyennes par unité de volume.

Pour le cas de référence hétérogène, on supposera la cellule constituée d'un combustible cylindrique en oxyde d'uranium au centre d'un volume d'eau ; on négligera la gaine, ainsi que l'oxygène de l'oxyde d'uranium.

Pour cette cellule, on donne, dans la formulation usuelle à quatre facteurs :

$$\epsilon = 1,07 \quad ; \quad p = 0,75 \quad ; \quad f = 0,92$$

et on fournit les données suivantes relatives aux neutrons thermiques (notations usuelles) :

$$\text{Uranium 238 (96,7 \%)} : \sigma_{c8} = 2,7 \text{ b} ;$$

$$\text{Uranium 235 (3,3 \%)} : \nu_5 = 2,4 \quad ; \quad \sigma_{f5} = 580 \text{ b} \quad ; \quad \sigma_{c5} = 100 \text{ b}.$$

1/ Calculer le facteur  $\eta$  de la cellule et en déduire  $k_{\infty}$ .

2/ Si la cellule est remplacée par le matériau homogénéisé, indiquer, *qualitativement* et en justifiant les réponses, comment sont modifiés chacun des quatre facteurs et le facteur de multiplication infini.

3/ Pour la cellule hétérogène, le facteur de désavantage pour le groupe des neutrons thermiques est estimé à 1,05. En utilisant cette information et en utilisant la valeur de  $f$  donnée pour la cellule hétérogène, calculer la valeur de  $f$  pour le matériau homogénéisé, et comparer les deux valeurs.

4/ Pour le calcul du facteur  $p$ , on néglige non seulement l'oxygène de l'oxyde, mais aussi l'uranium 235. Pour la cellule hétérogène, on rappelle que  $p = 0,75$  et on donne les informations suivantes :

— facteur de Bell :  $b = 1,1$  ;

— facteur de Dancoff :  $C = 0,3$  ;

— diamètre du crayon combustible :  $d = 0,8 \text{ cm}$  ;

— concentration de l'uranium dans le combustible :  $N_8 = 0,022 \cdot 10^{24} \text{ cm}^{-3}$  ;

— rapport de modération :  $V_m/V_c = 2$  ;

— section efficace macroscopique de diffusion de l'eau :  $\Sigma_{s,m} = 1,5 \text{ cm}^{-1}$ .

En utilisant ces informations, ainsi que l'expression approximative de l'intégrale effective :

$$I_{\text{eff}} \simeq 2,4\sqrt{\sigma_d} + 3,1$$

( $I_{\text{eff}}$  et  $\sigma_d$  en barns), calculer la valeur du facteur  $p$  pour la situation homogénéisée et comparer les deux valeurs de  $p$ .

5/ Comparer les valeurs de  $k_{\infty}$  des situations hétérogène et homogène. Commenter.

6/ Calculer la teneur en uranium 235 qu'il faudrait adopter pour le combustible si l'on voulait amener la valeur de  $k_{\infty}$  du cas homogène à celle du cas hétérogène.

7/ Pour étayer les ordres de grandeur obtenus ci-dessus, on envisage de faire un calcul par le code APOLLO : quel découpage de la cellule préconisez-vous pour le calcul des flux dans la cellule hétérogène ?

8/ Même question pour un calcul d'évolution de la cellule.

---