

Questions à réviser

Effets de température

1. Ordres de grandeur des températures dans une chaufferie

Le **caloporteur** est entre 286°C (puissance nulle) et 310°C (puissance maximale). Le **combustible** varie de 286°C à plus de 600°C voire 1000°C au cœur des pastilles. Le **gradient de température** entre le bas et le haut du cœur avoisine les 35°C au maximum selon le pompage. Au secondaire les températures sont plus faibles ainsi que la pression.

2. Comment se traduit la température sur le mouvement des atomes

La température procure de l'**énergie cinétique de vibration** aux molécules, dont aux atomes, selon des modes de vibration propres aux molécules. La distribution est approximée par le **modèle de Boltzmann** qui donne aux molécules une **énergie moyenne de vibration** autour de kT (k constante de Boltzmann, et T la température absolue du milieu).

3. Expliquer ce qu'est une contre-réaction

Une contre réaction est un **phénomène automatique** du processus neutronique qui **s'oppose aux écarts à la criticité**, et donc au phénomène qui l'en éloigne. On caractérise une contre réaction par son **amplitude** (coefficient de contre réaction) et la **rapidité** avec laquelle elle se met en place.

4. Conséquences sur les sections efficaces de l'U238

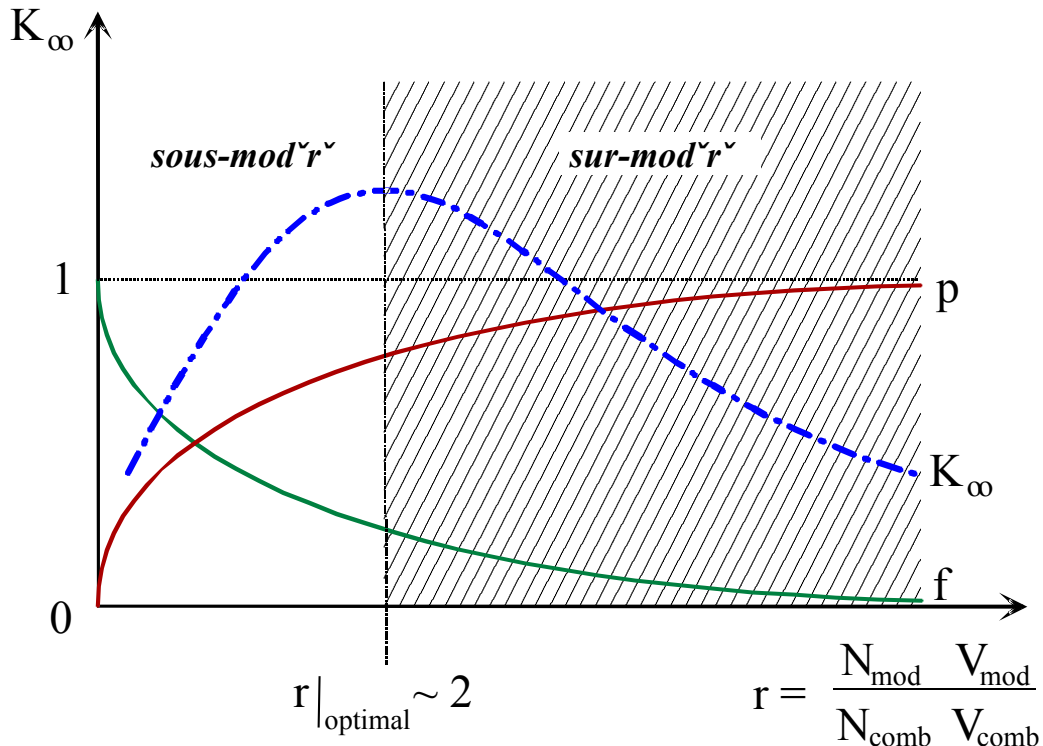
La montée en température du combustible procure aux noyaux d'U8 des vibrations qui conduisent à une **section efficace plus "large"** au niveau des **résonances**.

5. Conséquences sur le facteur antitrappe, donc le Keff, si le combustible chauffe

Les résonances, en s'élargissant, conduisent à **plus de capture** au cours du ralentissement. Le facteur antitrappe p diminue, le K_{eff} également.

6. Savoir expliquer l'effet de dilatation du modérateur sur le K_{eff}

Il faut comparer les effets sur les facteurs f et p selon la montée en température du modérateur. Le graphique ci-dessous, bien expliqué, permet de bien expliquer la contre réaction... si le réacteur est construit sous-modéré en toutes circonstances.



7. Condition indispensable pour garantir une contre réaction de température

Par construction, les réacteurs sont donc **toujours sous-modérés**, donc une baisse du rapport de modération r entraîne une baisse du K_{eff} .

- Lorsqu'on **chauffe le modérateur**, c'est à dire l'eau, N_{comb} et V_{comb} (également noté N_u et V_u) ne varient pas puisqu'on ne touche pas au combustible. Par contre, N_{mod} diminue car il y a dilatation de l'eau (il y a moins de molécules d'eau par unité de volume).
- De plus, V_{mod} **ne varie pas non plus**. En effet l'eau est un modérateur de neutrons tant qu'elle se trouve dans le coeur, si elle n'y est plus c'est tout simplement un fluide caloporteur. Donc lorsqu'on chauffe l'eau du coeur son volume augmente bien (pressuriseur) mais par contre V_{mod} ne varie pas.

8. Importance des coefficients modérateur et combustible (Doppler)

Valeurs (à froid et à chaud)

Délai de réaction sur le Keff des deux coefficients

Pourquoi observe-t-on des variations de température dans un cœur critique

- l'effet de température combustible est un **autostabilisant naturel** ; une augmentation de la puissance entraîne un échauffement du combustible, qui, de ce fait chute la réactivité, donc la puissance. Ce phénomène sera considéré comme une "**contre réaction**" (il s'oppose à la tendance souhaitée).
- l'ordre de grandeur de ce coefficient pour un oxyde d'uranium enrichi à environ 4% , est $\alpha_u \approx -2,5 \text{ pcm/}^\circ\text{C}$.
- l'effet du coefficient de température combustible est **quasi immédiat**.
- l'effet de température modérateur est un **effet autostabilisant** si le réacteur est construit sous-moderé ; une augmentation de la puissance entraîne un échauffement du modérateur, qui fait alors chuter la réactivité, donc la puissance. Ce phénomène sera considéré comme une "**contre réaction**" (*il s'oppose à la tendance souhaitée*).
- l'ordre de grandeur de ce coefficient (pour un rapport de modération d'environ 2 à 3) est $\alpha_m \approx -15 \text{ à } -40 \text{ pcm/}^\circ\text{C}$.
- l'effet du coefficient de température modérateur est **moins immédiat** que l'effet du coefficient de température combustible.

Un cœur critique voit sa température évoluer... du fait de **l'usure** ! puisque la réactivité change par modifications des paramètres neutroniques, à long terme **les températures s'ajustent pour compenser les variations de réactivité** : c'est l'autostabilité.

9. Comment les variations de puissance modifient-ils la réactivité du cœur ?

Toutes modification de puissance extraite perturbe les **régimes thermiques** donc les températures. Il s'ensuit un réajustement des températures modérateur et combustible.

Attention à ne pas oublier que **la différence $T_u - T_m$ reste assujétie à la puissance extraite...**

10. Expliquer l'autostabilité du cœur en dynamique libre

Supposons une diminution de la puissance extraite... la T_m augmente (moins de refroidissement). Les températures du combustible et du modérateur montent, la réactivité du cœur chute. Ce phénomène se poursuit jusqu'à ce qu'on ait :

- une **réactivité nulle**,
- **égalité entre puissance neutronique et puissance extraite** par le générateur de vapeur.

11. Expliquer pourquoi l'opérateur doit ramener la T_m de consigne et comment il fait

L'opérateur doit garantir un **fonctionnement optimal de la chaufferie** et des échangeurs, donc dans un domaine T et P bien défini. Pour remonter la T_m il remonte les grappes de régulation ; pour faire baisser la T_m , il descend les grappes de régulation :

L'opérateur force le système à compenser la variation de réactivité qu'il impose par les absorbants mobiles (ou le bore).