

SECONDE · PHYSIQUE-CHIMIE · CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE ·
CHAPITRE 10

R. RINGUET · 2026 – 2027

Devoir bilan Transformations nucléaires

Noyaux et éléments, quantité de matière, changements d'état, transformations chimiques et nucléaires

Durée : 1 h 30 · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque calcul ; les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre de chiffres adapté. Toute démarche, même partielle, sera valorisée.

Formulaire : conservation de A et de Z dans une réaction nucléaire ; nombre d'entités $N = m_{\text{échantillon}}/m_{\text{entité}}$; quantité de matière $n = N/N_A$; changement d'état $Q = m \times L$.

Exercice 1 Questions de cours

4 pts ●○○

- 1.1 Donner la composition des noyaux ${}^{235}_{92}\text{U}$ et ${}^{238}_{92}\text{U}$. Comment nomme-t-on deux noyaux qui ne diffèrent que par leur nombre de neutrons ?
- 1.2 Nommer les changements d'état « liquide $\rightarrow$ gaz » et « gaz $\rightarrow$ solide ». Lequel des deux est endothermique ?
- 1.3 Ajuster l'équation de la combustion complète du propane : $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
- 1.4 Déterminer le nombre x de neutrons émis dans la fission ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \longrightarrow {}^{137}_{53}\text{I} + {}^{96}_{39}\text{Y} + x {}^1_0\text{n}$.
- 1.5 Citer une transformation physique, une transformation chimique et une transformation nucléaire, en précisant à chaque fois ce qui est modifié : les noyaux, les molécules, ou seulement la disposition des entités.

Exercice 2 De l'atome au combustible nucléaire

6 pts ●●○

L'uranium naturel contient, en masse, 0,72 % d'uranium 235 ; c'est le seul isotope naturel de l'uranium qui soit fissile.

■ **DONNÉES** Masse d'un nucléon : $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ • $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ • fission d'un noyau d'uranium 235 : $3,2 \times 10^{-11} \text{ J}$

- 2.1 Donner la composition du noyau ${}^{235}_{92}\text{U}$ et celle de l'atome correspondant. Calculer la masse approchée de cet atome, sachant que $m_{\text{atome}} \approx A \times m_{\text{nucléon}}$.
- 2.2 On dispose d'un échantillon de 10,0 g d'uranium 235 pur. Calculer le nombre d'atomes qu'il contient, puis la quantité de matière correspondante.
- 2.3 Calculer l'énergie qui serait libérée si tous les noyaux de cet échantillon subissaient la fission.
- 2.4 Quelle masse d'uranium naturel faut-il traiter pour disposer de ces 10,0 g d'uranium 235 ? (On suppose que tout l'uranium 235 de l'uranium naturel traité est récupéré.)
- 2.5 Les isotopes 235 et 238 de l'uranium ont le même cortège électronique. Expliquer pourquoi on ne peut pas les séparer par une réaction chimique, et pourquoi, en revanche, une fission ne concerne que l'un des deux.

Exercice 3 Le circuit d'eau d'une centrale

5 pts ●●●○

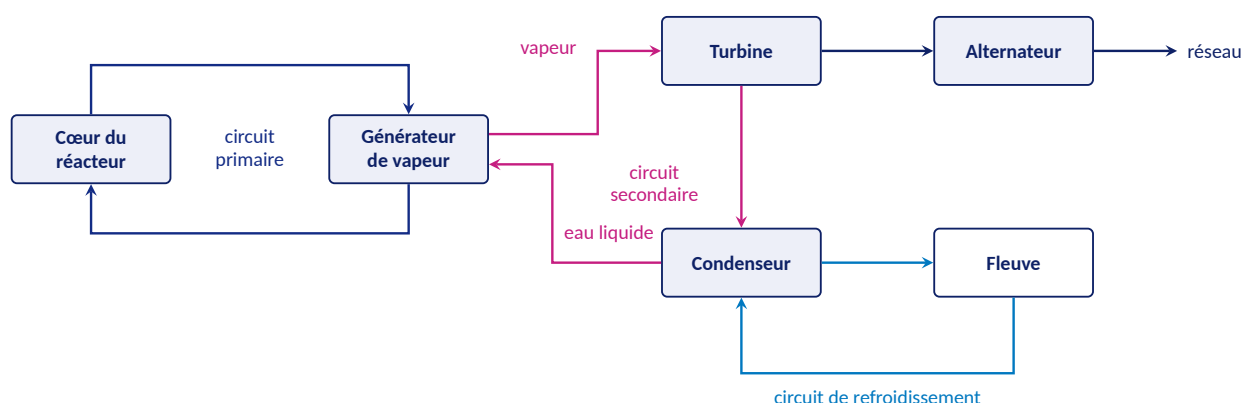


Figure 1 — Les trois circuits d'eau d'une centrale nucléaire

Dans le générateur de vapeur, l'eau liquide du circuit secondaire, déjà portée à sa température d'ébullition, se vaporise. Le cœur libère une puissance thermique $P = 2\,700\text{ MW}$; on admet (modèle simplifié) que toute cette énergie sert à vaporiser l'eau du circuit secondaire.

■ **DONNÉES** Vaporisation de l'eau : $L_{\text{vap}} = 2,26 \times 10^6\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ • $\rho_{\text{eau}} = 1,00\text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$

- 3.1 Nommer le changement d'état subi par l'eau dans le générateur de vapeur, écrire son équation symbolique et préciser s'il est endothermique ou exothermique.
- 3.2 Calculer l'énergie thermique transférée à l'eau du circuit secondaire en une seconde, puis la masse d'eau vaporisée chaque seconde. En déduire le volume d'eau liquide correspondant.
- 3.3 Dans le condenseur, la vapeur sortie de la turbine redevient liquide. Nommer ce changement d'état, préciser s'il est endothermique ou exothermique, et expliquer le rôle du circuit d'eau du fleuve.
- 3.4 Le circuit secondaire est fermé. Expliquer pourquoi l'eau qu'il contient n'est ni consommée ni transformée chimiquement, alors qu'elle subit sans arrêt des changements d'état.
- 3.5 Sur les $2\,700\text{ MW}$ libérés dans le cœur, 900 MW sont finalement fournis au réseau sous forme d'énergie électrique. Calculer la puissance thermique transférée au fleuve. Pourquoi voit-on parfois un panache blanc au-dessus des tours de refroidissement d'une centrale ?

Exercice 4 Et si c'était une centrale au charbon ?

5 pts ●●●○

Dans une centrale thermique, on brûle du charbon, assimilé ici à du carbone pur C, dans le dioxygène de l'air. On introduit dans le foyer $1,0\text{ t}$ de carbone et $2,4\text{ t}$ de dioxygène ($1\text{ t} = 1\,000\text{ kg}$).

■ **DONNÉES** $m_{\text{C}} = 1,99 \times 10^{-26}\text{ kg}$ • $m_{\text{O}} = 2,66 \times 10^{-26}\text{ kg}$ • combustion de 1 kg de carbone : $3,0 \times 10^7\text{ J}$

- 4.1 Écrire l'équation ajustée de la combustion complète du carbone.
- 4.2 Calculer la masse d'une molécule de dioxygène, puis le nombre d'atomes de carbone et le nombre de molécules de dioxygène introduits dans le foyer.
- 4.3 Déterminer le réactif limitant en comparant les rapports du nombre d'entités au nombre stœchiométrique correspondant.
- 4.4 En déduire le nombre de molécules de dioxyde de carbone formées, puis la masse de dioxyde de carbone rejetée dans l'atmosphère.
- 4.5 Calculer la masse de carbone qui reste dans le foyer sans avoir brûlé.
- 4.6 Calculer l'énergie libérée par la combustion du carbone effectivement brûlé, puis l'énergie libérée par la fission de $1,0\text{ g}$ d'uranium 235 (utiliser les résultats de l'exercice 2). Comparer les deux valeurs, puis conclure en une ou deux phrases sur les avantages et les limites respectifs des deux filières.