

Evaluation par compétences

Coralie Sire, stagiaire PCEA 2017-2018

La séance que j'ai choisi de présenter est une séance de physique se situant à la fin du chapitre sur l'énergie nucléaire (séance 4). Elle s'est déroulée avec une classe de 1^{ère} STAV de 24 élèves.

I. Construction de l'évaluation

1. Sa place dans la séquence et ses objectifs

Extrait du référentiel concerné :

Objectif 2.3 - Caractériser l'énergie libérée lors des transformations nucléaires

Mots clés : défaut de masse, énergie de cohésion du noyau, fusion, fission, radioactivité

La mise en œuvre de l'énergie nucléaire est aujourd'hui sujette à de nombreuses interrogations et débats au sein de la société tant sur le plan national qu'international. Aussi, il s'agit d'éclairer les élèves d'un point de vue scientifique et d'éviter de traiter ce point par le prisme du : « pour ou contre le nucléaire ». Ce débat qui d'une manière générale ne manquera pas de s'instaurer dans de nombreuses situations, en particulier compte tenu de l'actualité récente, ne doit s'appuyer que sur des faits objectifs et scientifiques.

L'utilisation de documents et des Tic permet d'aborder les 3 types de radioactivité α , β^- , β^+ et l'émission γ . L'étude des courbes reliant le nombre de protons N d'un noyau en fonction de Z son numéro atomique permet de déterminer des zones de stabilité des noyaux des différents nucléides. L'application des lois de conservation de la charge et de la masse conduit à l'écriture des réactions associées.

L'étude du défaut de masse permet d'introduire la relation d'Einstein, équivalence masse-énergie $\Delta E = \Delta mc^2$. Une fois l'énergie de cohésion d'un noyau calculée, la courbe d'Aston qui en découle, est un moyen d'expliquer la stabilité d'un noyau et de prévoir les réactions nucléaires de fission et de fusion. On s'en tient à l'écriture des réactions associées, sans faire forcément apparaître la présence de neutrinos ou d'antineutrinos. Le bilan énergétique de ces réactions est étudié.

L'activité, la loi de décroissance et la notion de demi-vie sont abordées à l'aide de documents ou de simulations. On explique pourquoi le terme *période*, pourtant si longtemps utilisé, est incorrect (approche historique). Il est hors de propos d'établir et de traiter les lois d'évolution des populations (qu'elles soient sous forme différentielle ou intégrale).

L'intérêt de l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins civiles consiste à obtenir un transfert thermique, en général sur de l'eau dans le cas des « centrales nucléaires ». Pour l'instant, seul ce transfert obtenu par fission est utilisé industriellement, cependant on signale également le processus de fusion mis en œuvre actuellement à des fins de recherche sur Terre (projet ITER) mais prévalant majoritairement au sein du soleil et des étoiles.

La radioactivité est une conséquence de ces transformations énergétiques, se manifestant sous la forme de transferts énergétiques par rayonnement.

Pour aborder d'autres applications et conséquences de la radioactivité, on peut exploiter des informations sur la radioactivité et les réactions nucléaires dans le domaine médical, le domaine industriel, ... sous forme d'activités.

Ce sous-objectif peut tout à fait faire l'objet d'une étude intégrale en classe de première.

Plan de la trace écrite :

- I. Rappels sur l'élément chimique
 1. Composition du noyau
 2. Eléments, nucléides et isotopes
- II. Radioactivité
 1. Définition
 2. Lois de conservation
 - loi de conservation du nombre de nucléons
 - loi de conservation de la charge électrique
 3. Radioactivité α
 4. Radioactivité β^- 5. Radioactivité β^+
 6. Emission γ
- III. Activité et demi-vie
- IV. A propos de la masse
 1. Défaut de masse
 2. Equivalence masse-énergie
 3. Energie de liaison
- V. Réactions nucléaires
 1. Energie de liaison par nucléon
 2. La fission
 3. La fusion

Plan de la séquence :

En amont recherche à faire à la maison:

- Constitution de l'atome
- Charge et masse du proton, électron, neutron
- Numéro atomique
- Nombre de masse
- Isotope

Séance 1 : 55min classe entière

1H Rappels sur l'élément chimique

Objectifs :

- Ecrire le « I. Rappels sur l'élément chimique » dans la trace écrite
- 4 p 130 : noyau de l'atome d'aluminium (Z ; A ; notation symbolique du nucléide ; ion)
- 5 p 130 : notation nucléides ; A ; Z ; nom de l'élément chimique ; isotopes

Séance 2 : 1H50 classe entière

Activité documentaire sur la radioactivité + écriture du « II. Radioactivité »

Objectifs :

- Définir la radioactivité
- Présenter les différents types d'émission (α , β^+ , β^- et γ)
- Donner les lois de conservation
- Ecrire des équations de réactions nucléaires
- Déduire de diagrammes (N ; Z) la stabilité de certains noyaux

A la maison :

- 9 p 131 : équations de désintégration (très guidé)
- 10 p 131 : équations de désintégration (moins guidé)

Séance 3 : 55 min classe entière

Activité datation au carbone 14

Objectifs :

- Présenter l'activité
- Présenter le temps de demi-vie
- Présenter le principe de la datation au carbone 14

Cours défaut de masse, équivalence masse-énergie et énergie de liaison + exercices

Séance 4 : 1H50 classe entière

Activité sur la fusion et la fission Objectifs :

- Calculer des défauts de masse et l'énergie associée à ceux-ci
- Utiliser une courbe d'Aston pour prévoir la stabilité d'un noyau
- Présenter la fusion et ses applications
- Présenter la fission et ses applications
- Calculer l'énergie libérée lors d'une fusion ou d'une fission

2. L'activité et l'évaluation

Voici l'activité qui a servi de support à l'évaluation :

Activité documentaire : Fission et fusion

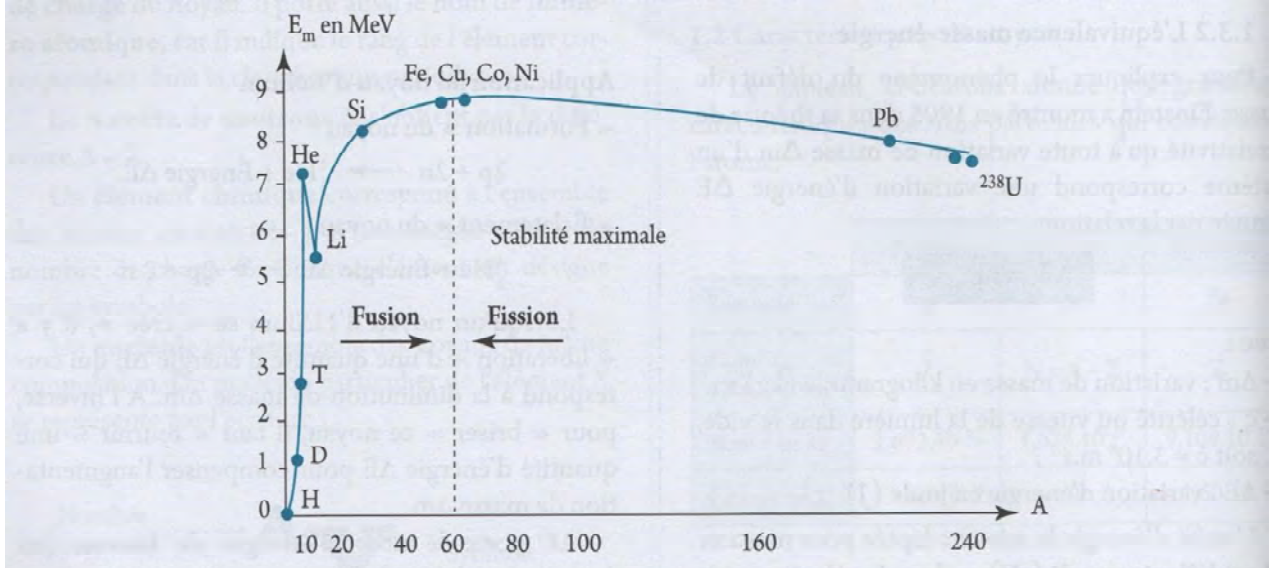
Document 1 : Courbe d'Aston

Pour comparer la stabilité des noyaux entre eux, on définit l'énergie de liaison par nucléon. Pour calculer sa valeur, on divise l'énergie de liaison du noyau par le nombre de nucléons qui le composent.

La courbe ci-dessous représente les variations de l'énergie moyenne de liaison par nucléon E_m en fonction du nombre de masse A . Cette courbe porte le nom de courbe d'Aston.



Francis William Aston (1877-1945).
Prix Nobel en 1922.



Document 2 : Fusion

« Il arrive que deux ou plusieurs noyaux atomiques légers s'unissent pour former un noyau plus lourd. On parle alors de fusion nucléaire.[...]

Pour déclencher une réaction de fusion nucléaire, il est nécessaire d'apporter une grande quantité d'énergie. Jusqu'à quelque 200 millions de degrés ! Car un tel rapprochement de noyaux ne peut avoir lieu que si les intenses forces de répulsions qui existent entre ces entités chargées peuvent être vaincues.

Le phénomène de fusion nucléaire intervient tout à fait naturellement au cœur des étoiles. Ainsi notre Soleil transforme-t-il à chaque instant et suivant des étapes, des quantités colossales d'hydrogène en hélium, par exemple. Le tout en dégageant, comme l'ordonne la célèbre formule d'Einstein, une importante quantité d'énergie. L'énergie des étoiles provient donc de cycles de réactions de fusion nucléaire. C'est celle-ci qui fait briller le Soleil.[...]

La fusion nucléaire est plus difficile à réaliser que la fission car ici, il faut rapprocher des atomes si près l'un de l'autre qu'ils vont se coller. Pour cela, il est nécessaire de porter la matière à une très haute température (environ 100 millions de degrés), sous une très forte pression. L'énergie libérée par ce phénomène est 10 fois supérieure à celle libérée lors de la fission.

Ce qui rend le phénomène de fusion nucléaire intéressant lorsqu'il s'agit de produire de l'énergie, c'est d'abord qu'il n'émet pas de gaz à effet de serre. Ensuite, qu'il permet intrinsèquement de produire de grandes quantités d'énergie à partir de petites quantités de matière première. Et que tout cela se fait potentiellement sans production de déchets radioactifs à longue durée de vie.

Encore faut-il parvenir à contrôler le processus. La principale difficulté vient du fait qu'il est nécessaire pour cela, de chauffer des noyaux à des températures dépassant l'entendement tout en les maintenant confinés. Deux techniques - le confinement inertiel et le confinement magnétique - sont actuellement explorées, entre autres par le Laser Mégajoule et par Iter. » d'après le site futura-sciences.com

Document 3 : Fission

« Les atomes fissiles possèdent un noyau capable de se casser en deux noyaux plus petits sous l'impact d'un neutron. Ce phénomène est appelé fission nucléaire. Le neutron n'ayant pas de charge électrique, il peut facilement s'approcher du noyau et pénétrer à l'intérieur sans être repoussé. La fission s'accompagne d'un grand dégagement d'énergie et en même temps, de la libération de deux ou trois neutrons. Les neutrons libérés peuvent à leur tour casser d'autres noyaux, dégager de l'énergie et libérer d'autres neutrons, et ainsi de suite. C'est ce que l'on appelle une réaction en chaîne.

Dans les réacteurs des centrales, des barres de contrôles constituées de matériaux pouvant absorber les neutrons permettent d'agir sur la réaction en chaîne. Il est donc possible de faire varier la puissance du réacteur, le maintenir en marche ou l'arrêter. » d'après le site edf.fr

Questions

1. Expliquer pourquoi certains noyaux peuvent subir une fission et produire des noyaux plus stables.
2. Expliquer pourquoi le noyau produit lors d'une fusion est plus stable que les deux noyaux initiaux.
3. Dans les centrales nucléaires, c'est le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron qui permet la réaction nucléaire. Identifier à l'aide des documents de quel type de réaction il s'agit (fusion ou fission).
4. Le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron conduit à différentes réactions. Parmi ces réactions, on peut citer :
$${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_{57}^{148}\text{La} + {}_{Z}^A\text{Br} + 3 {}_0^1\text{n}$$
$${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_{Z'}^{144}\text{La} + {}_{35}^{A'}\text{X} + 4 {}_0^1\text{n}$$

Expliquer pourquoi ces réactions sont des réactions de fission.
5. Déterminer Z, A, Z', A' et X.
6. Nommer l'élément de symbole La.

7. La fission d'un noyau d'uranium 235 se fait avec une perte de masse moyenne $\Delta m = 0.2 \text{ u}$. Calculer en J l'énergie libérée par cette fission.
Aide : pour exprimer des masses à l'échelle atomique, on utilise l'unité de masse atomique de symbole u.
8. Nous allons maintenant étudier la réaction suivante : ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$
Identifier de quel type de réaction il s'agit (fusion ou fission), justifier la réponse.
9. Calculer la perte de masse Δm en kg associée à cette réaction. On prendra comme convention $\Delta m = m_{\text{avant}} - m_{\text{après}}$
10. Calculer alors l'énergie libérée par cette réaction en J.
11. Comparer les valeurs des énergies libérées lors d'une fusion et lors d'une fission.
12. A l'aide des documents, expliquer pourquoi on n'utilise pas la réaction de fusion pour les centrales nucléaires.

Données :

$$1\text{u} = 1.6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m({}_2^4\text{He}) = 4.00150 \text{ u}$$

$$m({}_1^2\text{H}) = 2.01355 \text{ u}$$

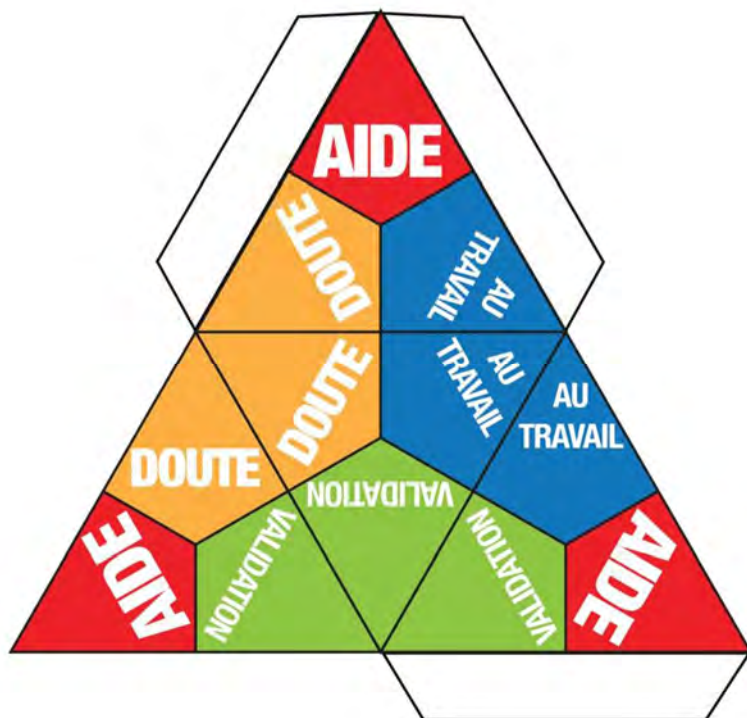
$$m({}_1^3\text{H}) = 3.01548 \text{ u}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$m_n = 1.00866 \text{ u}$$

Les capacités que je souhaitais évaluer par le biais de cette activité étaient les suivantes : ANALYSER, S'APPROPRIER, REALISER et COMMUNIQUER. Afin de répondre aux questions de l'activité, les élèves étaient répartis en groupe de 4 élèves. Chaque groupe avait à sa disposition le « tétra-aide » suivant. L'idée était de les pousser à communiquer entre eux afin de déterminer quelle pointe du tétra-aide ils mettaient sur le dessus. En effet les consignes étaient qu'ils devaient se consulter entre eux avant de positionner le tétra-aide sur le bord de la table pour demander de l'aide.

Tétra-aide :



Voici la grille d'évaluation correspondant à l'activité :

Critères	Niveau de maîtrise				Observations	Indicateurs	Niveau de maîtrise			
	M.I 30%	M.F 50%	M.S 80%	M.E100%			M.I 30%	M.F 50%	M.S 80%	M.E100%
37,5% Analyser: Exploiter des informations extraites des données Q1 Q2 Q11 Q12						Expliquer à partir du document 1 pourquoi certains noyaux subissent une fission et d'autres une fusion				
						Comparer 2 résultats et analyser le résultat de cette comparaison				
						Expliquer à partir du document 2 pourquoi le phénomène de fusion n'est pas utilisé dans les centrales nucléaires (hautes températures et confinement)				
15% S'approprier: Se mobiliser en cohérence avec les consignes données, Extraire les informations utiles d'un texte ou d'un graphique Q6 Q3 Q4 Q8						Donner à l'aide de la classification périodique des éléments le nom d'un élément en connaissant son symbole				
						Repérer à l'aide de la courbe d'Aston (document 1) si un noyau aura tendance à subir une fusion ou une fission				
						Donner et exploiter à partir du document 3 les caractéristiques d'une fission (souvent amorcée par le bombardement d'un noyau par un neutron; un noyau lourd et peu stable donne deux noyaux plus légers et plus stables)				
						Donner et exploiter à partir du document 2 les caractéristiques d'une fusion (deux noyaux légers fusionnent pour donner un plus lourd et plus stable)				

37,5% Réaliser: Appliquer correctement une consigne donnée (calcul, loi à appliquer) Q5 Q7 Q9 Q10					Citer les lois ou les formules littérales utilisées				
					Application numérique correcte				
					Résultat avec son unité				
					Conversion en unités du système international				
10% Communiquer: Rendre compte de façon orale (résumer sa démarche, transmettre l'information)					Appel de l'enseignant alors qu'un élève du groupe a la réponse à la question				
					Une même réponse pour tout le groupe				

Pour avoir le niveau de maîtrise de la capacité évaluée, j'ai fait la moyenne des niveaux de maîtrise des indicateurs liés à la capacité. Afin d'obtenir une note globale j'ai effectué une moyenne pondérée des % correspondant aux niveaux de maîtrise des capacités que j'ai ensuite ramenée sur 20. (voir Annexe pour exemple)

3. Réponses attendues des élèves et erreurs prévisibles

Voici les réponses attendues des élèves :

Questions

1. Expliquer pourquoi certains noyaux peuvent subir une fission et produire des noyaux plus stables.

Les noyaux qui peuvent subir une fission sont des noyaux lourds qui ont une énergie de liaison par nucléons inférieure à l'énergie de liaison par nucléon correspondant à la stabilité maximale (cf doc 1). Les noyaux lourds (qui ont un nombre de masse $A > 60$) vont donc subir une fission et se séparer en deux noyaux plus légers dont l'énergie de liaison par nucléon est plus grande. Les deux noyaux ainsi formés sont donc plus stables que le noyau précédent.

2. Expliquer pourquoi le noyau produit lors d'une fusion est plus stable que les deux noyaux initiaux.

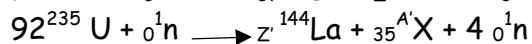
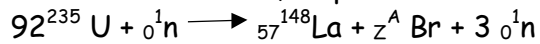
Les noyaux qui peuvent subir une fusion sont des noyaux légers ($A < 60$) dont l'énergie de liaison par nucléon est trop faible. Ils vont donc fusionner entre eux pour produire des noyaux plus lourds dont l'énergie de liaison par nucléon est plus grande. Les noyaux ainsi produits sont donc plus stables que les noyaux ayant fusionnés.

3. Dans les centrales nucléaires, c'est le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron qui permet la réaction nucléaire. Identifier à l'aide des documents de quel type de réaction il s'agit (fusion ou fission).

Il s'agit d'une réaction de fission puisqu'elle est amorcée par le bombardement d'un noyau par un neutron. De plus l'uranium 235 est un noyau lourd $A > 60$ il va donc d'après la courbe d'Aston subir une fission.

4. Le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron conduit à différentes réactions.

Parmi ces réactions, on peut citer :



Expliquer pourquoi ces réactions sont des réactions de fission.

Dans ces deux réactions, un noyau lourd donne deux noyaux plus légers, il s'agit donc d'une fission.

5. Déterminer Z, A, Z', A' et X.

D'après les lois de conservation :

$$Z = 92 - 57 = 35 ; A = 235 - 148 - 3 \cdot 1 = 84 ; Z' = 92 - 35 = 57 ; A' = 235 - 144 - 4 \cdot 1 = 87 ; X = \text{Br}.$$

6. Nommer l'élément de symbole La.

Il s'agit du Lanthane.

7. La fission d'un noyau d'uranium 235 se fait avec une perte de masse moyenne $\Delta m = 0.2 \text{ u}$. Calculer en J l'énergie libérée par cette fission.

D'après la relation d'Einstein, on a

$$E_{\text{fission}} = \Delta m \times c^2 = 0.2 \times 1.6605 \cdot 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 \quad E_{\text{fission}} = 3 \cdot 10^{-11} \text{ J}.$$

Aide : pour exprimer des masses à l'échelle atomique, on utilise l'unité de masse atomique de symbole u.

8. Nous allons maintenant étudier la réaction suivante : ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \longrightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$

Identifier de quel type de réaction il s'agit (fusion ou fission), justifier la réponse.

Il s'agit d'une fusion, car deux noyaux légers ${}_1^2\text{H}$ et ${}_1^3\text{H}$ fusionnent pour en donner un plus lourd et plus stable ${}_2^4\text{He}$.

9. Calculer la perte de masse Δm en kg associée à cette réaction. On prendra comme convention $\Delta m = m_{\text{avant}} - m_{\text{après}}$

$$\Delta m = (m({}_1^2\text{H}) + m({}_1^3\text{H})) - (m({}_2^4\text{He}) + m_{\text{n}})$$

$$\Delta m = (2.01355 + 3.01548) - (4.00150 + 1.00866)$$

$$\Delta m = 0.01887 \text{ u} = 3.1334 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

10. Calculer alors l'énergie libérée par cette réaction en J.

D'après la relation d'Einstein, on a : $E_{\text{fusion}} = \Delta m \times c^2$

$$E_{\text{fusion}} = 3.1334 \cdot 10^{-29} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 2.82 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

11. Comparer les valeurs des énergies libérées lors d'une fusion et lors d'une fission.

On a $E_{\text{fission}} / E_{\text{fusion}} = 3 \cdot 10^{-11} / 2.82 \cdot 10^{-12} = 10.6$. L'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235 est donc environ 10 fois supérieure à l'énergie libérée par la fusion d'un noyau de deutérium et de tritium.

12. A l'aide des documents, expliquer pourquoi on n'utilise pas la réaction de fusion pour les centrales nucléaires.

Les conditions nécessaires pour produire et maîtriser une fusion (température très élevée et confinement) sont très difficiles à maintenir avec le matériel dont nous disposons.

Les erreurs prévisibles de la part des élèves étaient : de ne pas faire attention aux unités lors des calculs d'énergie, de répondre aux questions sans tenir compte du document 1, de se tromper lors de l'usage de la calculatrice (oubli d'un ² par exemple).

II. Déroulement, difficultés et remédiations

Certains élèves ont eu du mal à se lancer dans l'activité, ils ont trouvé qu'il y avait beaucoup de texte avant les questions ; de ce fait certains groupes qui avaient perdu du temps à discuter au lieu de se lancer directement dans l'activité n'ont pas eu le temps de terminer. Les 2 groupes concernés se sont tous deux arrêtés à la question 9. Afin que l'intégralité des groupes ait le temps de terminer l'activité, il pourrait être judicieux de donner la valeur de l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium 235 et de supprimer la question 7. Il est apparu sur de nombreuses copies qu'au sein d'un même groupe le résultat était faux certainement à cause d'une erreur lors de la saisie à la calculatrice. Afin d'éviter qu'un seul élève ne tape le calcul par groupe, il aurait pu être intéressant de rappeler que lors d'un travail en groupe tous doivent taper le calcul à la calculatrice afin d'éviter au maximum les erreurs.

Annexe : copie d'élève

Physique

- 1) Certains noyaux peuvent subir une fission lorsqu'il sont trop gros et deviennent donc deux noyaux stables.
- 2) Certains noyaux peuvent subir une fission car ils sont trop lourds et n'ont pas une énergie de liaison ^{par nucléon} suffisante.
suffisante pour quoi? \leftarrow
- 3) Après une fission le noyau est plus stable que les deux noyaux initiaux car son énergie de liaison ^{se rapproche de la stabilité maximale} se rapproche de la stabilité maximale.
- 4) La réaction dans une centrale nucléaire est la fission.
Pourquoi?
- 5) Ces deux réactions sont des fissions car l'uranium 235 est cassé en deux noyaux.
 $Z = 35$ / $Z = 57$ / $X = \text{Br}$
 $A = 84$ / $A = 87$
- 6) Comment as-tu trouvé ces valeurs? Quelles lois sont utilisées?
- 7) la - lanthane
- 8) Lors de la fission Pour calculer l'énergie libérée lors de la fission il faut utiliser la formule $E = m \times c^2$
 $E = 0,2 \times (1,6605 \times 10^{-27}) \times (3 \times 10^8)^2$
 $E = 2,9889 \cdot 10^{-11} \text{ J}$

Les autres ont-ils trouvé cette valeur?

8) La réaction ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ est une fusion car les deux noyaux se transforment en 1.

9) Pour calculer la masse Δm il faut utiliser la formule $\Delta m = m_{\text{avant}} - m_{\text{après}}$

$$\Delta m = (2 \cdot 0,01355 + 3 \cdot 0,01568) - (4 \cdot 0,0150 + 1 \cdot 0,00866)$$

$$\Delta m = 5,02903 - 5,01016$$

$$\Delta m = 0,01887 \text{ u} \cdot 1,6605 \cdot 10^{-27} = 3,133635 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

10) $E = m \cdot c^2$
 $E = (3,133635 \cdot 10^{-29}) \cdot (3 \cdot 10^8)^2$ ← Afin de trouver l'énergie libérée lors de la fusion il faut utiliser $E = m \cdot c^2$
 $E = 2,82 \cdot 10^{-12} \text{ J}$

problème de calculatrice?

les autres membres de ton groupe ont trouvé la même valeur?

11) On peut voir que l'énergie libérée lors d'une fusion est supérieure à celle d'une fission.

Supérieure de combien?

12) La réaction de fusion n'est pas utilisable dans les centrales car elle nécessite une température de 200 millions de $^\circ\text{C}$, ce qui n'est pas réalisable.

NOM :

Grille d'évaluation de l'activité documentaire fission et fusion

Critères	Niveau de maîtrise				Observations	Indicateurs	Niveau de maîtrise			
	M.I 30%	M.F 50%	M.S 80%	M.E100%			M.I 30%	M.F 50%	M.S 80%	M.E100%
37,5% Analyser: Exploiter des informations extraites des données Q1 Q2 Q11 Q12		X			L'analyse manque globalement de précision	Expliquer à partir du document 1 pourquoi certains noyaux subissent une fission et d'autres une fusion		X		
						Comparer 2 résultats et analyser le résultat de cette comparaison		X		
						Expliquer à partir du document 2 pourquoi le phénomène de fusion n'est pas utilisé dans les centrales nucléaires (hautes températures et confinement)		X		
15% S'approprier: Se mobiliser en cohérence avec les consignes données, Extraire les informations utiles d'un texte ou d'un graphique Q6 Q3 Q4 Q8					Quelques imprécisions; la courbe d'Aston est un outil dont il ne faut pas hésiter à se servir pour répondre aux questions	Donner à l'aide de la classification périodique des éléments le nom d'un élément en connaissant son symbole				X
						Repérer à l'aide de la courbe d'Aston (document 1) si un noyau aura tendance à subir une fusion ou une fission	X			
						Donner et exploiter à partir du document 3 les caractéristiques d'une fission (souvent amorcée par le bombardement d'un noyau par un neutron; un noyau lourd et peu stable donne deux noyaux plus légers et plus stables)			X	
						Donner et exploiter à partir du document 2 les caractéristiques d'une fusion (deux noyaux légers fusionnent pour donner un plus lourd et plus stable)			X	

NOM :

Grille d'évaluation de l'activité documentaire fission et fusion

37,5% Réaliser: Appliquer correctement une consigne donnée (calcul, loi à appliquer) Q5 Q7 Q9 Q10			X	Attention à l'utilisation de la calculatrice, tout le monde doit faire l'effort de taper le calcul.	Citer les lois ou les formules littérales utilisées			X	
					Application numérique correcte	X			
					Résultat avec son unité				X
					Conversion en unités du système international				X
10% Communiquer: Rendre compte de façon orale (résumer sa démarche, transmettre l'information)			X		Appel de l'enseignant alors qu'un élève du groupe a la réponse à la question				X
					Une même réponse pour tout le groupe				X

$$(0,5 \times 37,5 + 0,8 \times 15 + 0,8 \times 37,5 + 10 \times 10) \times \frac{20}{100} = 14$$

14/20 De bonnes choses, les réponses manquent de précision par endroits et il faut faire attention aux applications numériques.