

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Énergie nucléaire : de la science à l'industrie

Cours Du 27 oct. 2025 au 07/12/2025

23/11/2025

1. S1 - LES ENJEUX DE LA FILIERE NUCLEAIRE -----	6
1.1. S1-1 - SITUATION ENERGETIQUE ACTUELLE-----	6
1.1.1. SUPPORTS DE COURS -----	6
1.1.2. Avez-vous bien compris ? -----	6
1.1.3. Explanations -----	7
1.2. S1-2 - ÉNERGIE ET ELECTRICITÉ-----	8
1.2.1. Supports de cours -----	8
1.2.2. Avez-vous bien compris ? -----	8
1.2.3. Explanations -----	9
1.3. S1-3 - LES POLITIQUES PUBLIQUES DE L'ENERGIE -----	9
1.3.1. Supports de cours -----	9
1.3.2. Avez-vous bien compris ? -----	10
1.3.3. Explanations -----	10
1.4. S1-4 - LA FILIERE NUCLEAIRE FRANÇAISE : SON HISTOIRE, SON PRESENT-----	11
1.4.1. Supports de cours -----	11
1.4.2. Avez-vous bien compris ? -----	11
1.4.3. Explanations -----	12
1.5. S1-5 - LA FILIERE NUCLEAIRE FRANÇAISE : SES PROJETS-----	12
1.5.1. Supports de cours -----	12
1.5.2. Avez-vous bien compris ? -----	13
1.5.3. Explanations -----	13
1.6. TEST HEBDOMADAIRE 1 -----	14
1.6.1. Test hebdomadaire : 10 QCM-----	14
1.6.2. Explanations -----	19
2. S2 - RADIOACTIVITE, FISSION NUCLEAIRE ET NEUTRONIQUE -----	19
2.1. S2-1 - MATIERE ET PARTICULES ELEMENTAIRES / LE NOYAU ATOMIQUE : LES ASPECTS ENERGETIQUES -----	19
2.1.1. Supports de cours -----	20
2.1.2. Avez-vous bien compris ? -----	20
2.1.3. Explanations -----	21
2.1.3.1. Q1 - Quelles sont les particules qui constituent le noyau atomique ? -----	21
2.1.3.2. Q2 - Combien de particules élémentaires sont nécessaires dans le modèle standard, pour décrire les phénomènes observables à l'échelle subatomique ?-----	22
2.1.3.3. Q3 - Quelle est l'interaction fondamentale qui n'agit pas dans le noyau atomique ? -----	23
2.1.3.4. Q4 - Quel est le noyau le plus stable selon la courbe d'Aston ? -----	24
2.2. S2-2 - LES EMISSIONS RADIOACTIVES DU NOYAU ATOMIQUE-----	25
2.2.1. Supports de cours -----	25
2.2.2. Avez-vous bien compris ? -----	25
2.2.3. Explanations -----	27
2.2.3.1. Q1 - Quelle affirmation décrit correctement la loi de la radioactivité ?-----	27
2.2.3.2. Q2 - Qu'appelle-t-on la demi-vie d'un noyau radioactif ? -----	28
2.2.3.3. Q3 - Que perd un noyau lors d'une désintégration alpha ? -----	29

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

2.2.3.4. Q4 - Quelle particule principale est émise lors d'une désintégration bêta moins (β^-) ? -----	30
2.3. S2-3 - LA FISSION NUCLEAIRE-----	31
2.3.1. <i>Supports de cours</i> -----	31
2.3.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i> -----	31
2.3.3. <i>Explications</i> -----	31
2.3.3.1. Q1 - Qu'est-ce que la fission nucléaire ? -----	31
2.3.3.2. Q2 - Quel noyau atomique est le plus couramment utilisé dans les réacteurs nucléaires pour la fission ? -----	32
2.4. S2-4 - LA REACTION EN CHAINE -----	32
2.4.1. <i>Supports de cours</i> -----	32
2.4.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i> -----	33
2.4.3. <i>Explications</i> -----	33
2.5. TEST HEBDOMADAIRE 2 -----	35
2.5.1. <i>Test hebdomadaire 12 QCM</i> -----	35
2.5.1.1. Q1 - Quelle interaction fondamentale est responsable de la cohésion des noyaux atomiques ?-----	35
2.5.1.2. Q2 - Quelle est la particularité du photon par rapport aux autres bosons ?-----	35
2.5.1.3. Q3 - Quel phénomène permet à un noyau instable de se transformer en un noyau plus stable ?-----	35
2.5.1.4. Q4 - Quelle est la relation entre la stabilité d'un noyau et son énergie de liaison par nucléon ?-----	36
2.5.1.5. Q5 - Quel type de rayonnement n'est pas émis lors de désintégrations radioactives ?-----	36
2.5.1.6. Q6 - Quelle est la période radioactive de l'uranium-238 ? -----	37
2.5.1.7. Q7 - Quel changement a lieu dans le noyau lors d'une désexcitation gamma ? -----	37
2.5.1.8. Q8 - Quelle émission radioactive ne modifie ni le nombre de protons ni le nombre de neutrons du noyau?-----	38
2.5.1.9. Q9 - Quels noyaux et particules sont produites lors d'une fission nucléaire ?-----	38
2.5.1.10. Q10 - Combien d'énergie est libérée lors de la fission d'un noyau d'uranium-235 ?-----	38
2.5.1.11. Q11 - Une fission produit généralement deux à trois neutrons, que peuvent-ils devenir ?-----	39
2.5.1.12. Q12 – Lorsque la puissance du cœur diminue, la température de l'eau diminue et :-----	39
3. S3 - UNE TRANCHE NUCLEAIRE, COMMENT ÇA FONCTIONNE ? -----	39
3.1. S3-1 - LE REACTEUR NUCLEAIRE-----	40
3.1.1. <i>Supports de cours</i> -----	40
3.1.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i> -----	40
3.1.2.1. Q1 – Les circuits fermés d'un réacteur nucléaire permettent : (plusieurs bonnes réponses)-----	40
3.1.2.2. Explanation-----	40
3.1.2.3. Q2 – Dans le circuit primaire d'un réacteur à eau pressurisée, l'eau circule successivement :-----	40
3.1.2.4. Explanation-----	40
3.2. S3-2 - LE CIRCUIT PRIMAIRE-----	41
3.2.1. <i>Supports de cours</i> -----	41
3.2.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i> -----	41
3.2.2.1. Q1 - Parmi ces composants, lesquels ne sont présents qu'une seule fois dans un circuit primaire ? (plusieurs bonnes réponses)-----	41
3.2.2.2. Explanation-----	41
3.2.2.3. Q2 - Quels sont les rôles du réacteur ? (plusieurs bonnes réponses)-----	42
3.2.2.4. Explanation-----	42
3.3. S3-3 - RCV – RRA ET LES CIRCUITS DE SAUVEGARDE-----	42
3.3.1. <i>Supports de cours</i> -----	42
3.3.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i> -----	42
3.3.2.1. Q1 - Quel est le rôle principal du circuit RCV dans une installation nucléaire ?-----	42
3.3.2.2. Q2 - Comment le RCV contrôle-t-il le volume d'eau dans le circuit primaire ?-----	43
3.4. S3-4 - LES ESSAIS PHYSIQUES DE REDEMARRAGE-----	43

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

3.4.1. Supports de cours -----	43
3.4.2. Avez-vous bien compris ? -----	43
3.4.2.1. Q1 – Quel est le but des essais physiques à puissance nulle ?-----	43
3.4.2.2. Explanation-----	43
3.4.2.3. Q2 – Qu'est-ce qu'un réacteur sous critique ? -----	43
3.4.2.4. Explanation-----	43
3.5. S3-5 - L'USURE DU COMBUSTIBLE ET L'ARRET PROGRAMME D'UNE CENTRALE NUCLEAIRE-----	44
3.5.1. Supports de cours -----	44
3.5.2. Avez-vous bien compris ? -----	44
3.5.2.1. Q1 – Quelle opération est réalisée à chaque arrêt de tranche programmée ?-----	44
3.5.2.2. Explanation-----	44
3.5.2.3. Q2 – Quelle quantité de combustible est remplacée à chaque arrêt de tranche ?-----	44
3.5.2.4. Explanation-----	44
3.6. TEST HEBDOMADAIRE 3 -----	45
3.6.1. Test hebdomadaire 10 QCM -----	45
3.6.1.1. Q1 – Sélectionner les composants principaux du circuit primaire d'un réacteur à eau pressurisée. -----	45
3.6.1.2. Explanation-----	45
3.6.1.3. Q2 – Sélectionner les composants principaux du circuit secondaire.-----	45
3.6.1.4. Explanation-----	45
3.6.1.5. Q3 - Quels sont les rôles du générateur de vapeur ? (plusieurs bonnes réponses) -----	46
3.6.1.6. Explanation-----	46
3.6.1.7. Q4 - Quels sont les rôles des pompes primaires ? (plusieurs bonnes réponses) -----	46
3.6.1.8. Explanation-----	46
3.6.1.9. Q5 - Quand le RRA intervient-il dans le refroidissement du réacteur ? -----	47
3.6.1.10. Q6 - Quelle est la différence principale entre les systèmes auxiliaires et les circuits de sauvegarde ? -----	47
3.6.1.11. Q7 – Quel est le but des essais physiques en puissance ? -----	47
3.6.1.12. Explanation -----	47
3.6.1.13. Q8 – Quand l'opérateur procède à une borication il ?-----	48
3.6.1.14. Explanation -----	48
3.6.1.15. Q9–Quelle est la durée de l'autorisation de fonctionnement d'une centrale nucléaire délivrée par l'ASN? -	48
3.6.1.16. Explanation -----	48
3.6.1.17. Q10 – Pourquoi baisser le niveau d'eau dans le circuit primaire en arrêt de tranche ? -----	48
3.6.1.18. Explanation -----	48
4. S4 - CYCLE DU COMBUSTIBLE DE LA MINE AUX DECHETS -----	49
4.1. S4-1 - LE CYCLE DU COMBUSTIBLE -----	49
4.1.1. Supports de cours -----	49
4.1.2. Avez-vous bien compris ? -----	49
4.1.2.1. Q1 - Quel est le principal isotope de l'uranium naturel ? -----	49
4.1.2.2. Explanation-----	49
4.1.2.3. Q2 - Quelle est la consommation annuelle d'uranium dans les réacteurs nucléaires du monde entier ? ---	49
4.1.2.4. Explanation-----	50
4.2. S4-2 - CYCLE DU COMBUSTIBLE : L'AMONT -----	50
4.2.1. Supports de cours -----	50
4.2.2. Avez-vous bien compris ? -----	50
4.2.2.1. Q1 – Quel le produit fini d'une mine d'uranium ?-----	50
4.2.2.2. Explanation-----	50
4.2.2.3. Q2 – Comment est obtenu le fluor nécessaire à la fabrication de l'UF6 ? -----	50
4.2.2.4. Explanation-----	51

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

4.3. S4-3 - CYCLE DU COMBUSTIBLE : LA FABRICATION D'ELEMENTS DE COMBUSTIBLE -----	51
4.3.1. <i>Supports de cours</i> -----	51
4.3.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i> -----	51
4.3.2.1. Q1 – En quoi consiste la Conversion ?-----	51
4.3.2.2. Explanation-----	51
4.3.2.3. Q2 – Quelles sont les étapes de fabrication des pastilles ?-----	51
4.3.2.4. Explanation-----	52
4.4. S4-4 - CYCLE DU COMBUSTIBLE : L'aval -----	52
4.4.1. <i>Supports de cours</i> -----	52
4.4.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i> -----	52
4.4.2.1. Q1 – Quelle est la proportion de matière valorisable dans le combustible usé ?-----	52
4.4.2.2. Explanation-----	52
4.4.2.3. Q2 – Le procédé de conditionnement des déchets ultimes, après recyclage, permet de réduire le volume de ces déchets :-----	52
4.4.2.4. Explanation-----	53
4.5. S4-5 - LA GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS ET LE PROJET CIGEO -----	53
4.5.1. <i>REMARQUE VIDÉO</i> -----	53
4.5.2. <i>Supports de cours</i> -----	53
4.5.3. <i>Avez-vous bien compris ?</i> -----	53
4.5.3.1. Q1 – Le niveau d'activité des déchets radioactifs : -----	53
4.5.3.2. Explanation-----	53
4.5.3.3. Q2 – Les déchets radioactifs issus du secteur électronucléaire :-----	54
4.5.3.4. Explanation-----	54
4.6. TEST HEBDOMADAIRE 4 -----	54
4.6.1. <i>Test hebdomadaire 10 QCM</i> -----	54
4.6.1.1. Q1 - Quel procédé est principalement utilisé pour enrichir l'uranium en uranium-235 ? -----	54
4.6.1.2. Explanation-----	54
4.6.1.3. Q2 - Quels sont les déchets ultimes issus du combustible usé dans un réacteur nucléaire ? -----	55
4.6.1.4. Explanation-----	55
4.6.1.5. Q3 – Quelle est l'étape suivante après les 3 étapes de l'amont du cycle qui vous ont été présentées ? -----	55
4.6.1.6. Explanation-----	55
4.6.1.7. Q4 – Lors de l'étape de conversion, pourquoi l'uranium est transformé en UF6 ?-----	56
4.6.1.8. Explanation-----	56
4.6.1.9. Q5 - Pourquoi est il nécessaire d'obtenir une céramique ? -----	56
4.6.1.10. Explanation -----	56
4.6.1.11. Q6 – Pourquoi les gaines sont-elles fabriquées en Zircaloy ? -----	56
4.6.1.12. Explanation -----	57
4.6.1.13. Q7 – Le potentiel énergétique d'1g de plutonium est le même que :-----	57
4.6.1.14. Explanation -----	57
4.6.1.15. Q8 – Avant les opérations de recyclage, combien de temps en moyenne le combustible usé séjourne t'il en piscine ? -----	57
4.6.1.16. Explanation -----	57
4.6.1.17. Q9 – Pour définir les solutions de gestion appropriées, les déchets radioactifs sont classés par : -----	58
4.6.1.18. Explanation -----	58
4.6.1.19. Q10 – La seule solution sûre sur le long terme pour la gestion des déchets radioactifs les plus dangereux sans en reporter la charge sur les générations futures est : -----	59
4.6.1.20. Explanation -----	59
5. S5 - INTERACTIONS RAYONNEMENT-MATIERE, SURETE ET RADIOPROTECTION-----	59

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

5.1. S5-1 - LE DANGER DE LA RADIOACTIVITE EXPLIQUE AVEC LES INTERACTIONS RAYT-MATIERE	59
<i>5.1.1. Supports de cours</i>	59
<i>5.1.2. Avez-vous bien compris ?</i>	59
5.2. S5-2 – RADIOPROTECTION	59
<i>5.2.1. Supports de cours</i>	60
<i>5.2.2. Avez-vous bien compris ?</i>	60
5.3. S5-3 - LA SURETE NUCLEAIRE ET LE RISQUE NUCLEAIRE	60
<i>5.3.1. Supports de cours</i>	60
<i>5.3.2. Avez-vous bien compris ?</i>	60
5.4. S5-4 - LES ANALYSES DE SURETE	60
<i>5.4.1. Supports de cours</i>	60
<i>5.4.2. Avez-vous bien compris ?</i>	60
5.5. S5-5 - LA CONDUITE INCIDENTELLE ACCIDENTELLE (CIA)	60
<i>5.5.1. Supports de cours</i>	60
<i>5.5.2. Avez-vous bien compris ?</i>	60
5.6. TEST HEBDOMADAIRE 5	60
<i>5.6.1. Test hebdomadaire</i>	60
6. S6 - LE FUTUR ET LES AUTRES USAGES HORS ELECTRICITE	60
6.1. S6-1 - LES REACTEURS NUCLEAIRES DU FUTUR	61
<i>6.1.1. Supports de cours</i>	61
<i>6.1.2. Avez-vous bien compris ?</i>	61
6.2. S6-2 - LES SMALL MODULAR REACTORS LE SMR TYPE NUWARD SMR	61
<i>6.2.1. Supports de cours</i>	61
<i>6.2.2. Avez-vous bien compris ?</i>	61
6.3. S6-3 - REACTEURS A NEUTRONS RAPIDES (RNR)	61
<i>6.3.1. Supports de cours</i>	61
<i>6.3.2. Avez-vous bien compris ?</i>	61
6.4. S6-4 - LES HTR (REACTEURS A HAUTE TEMPERATURE)	61
<i>6.4.1. Supports de cours</i>	61
<i>6.4.2. Avez-vous bien compris ?</i>	61
6.5. S6-5 - RSF ET ADS - REACTEUR A SELS FONDUS ET ACCELERATOR DRIVEN SYSTEM	61
<i>6.5.1. Supports de cours</i>	61
<i>6.5.2. Avez-vous bien compris ?</i>	61
6.6. S6-6 - LES REACTEURS A FUSION NUCLEAIRE	62
<i>6.6.1. Supports de cours</i>	62
<i>6.6.2. Avez-vous bien compris ?</i>	62
6.7. TEST HEBDOMADAIRE 6	62
<i>6.7.1. Test hebdomadaire</i>	62
7. A LA SUITE DE CE COURS	62
7.1. QUESTIONNAIRE DE FIN	62
8. LINKS	62
9. MES REMARQUES	62

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

9.1. DIVERGER →EPR -----	62
9.2. ISOTOPES-----	62
9.3. CENTRIFUGEUSES -----	62

1. S1 - Les enjeux de la filière nucléaire



1.1. S1-1 - Situation énergétique actuelle

1.1.1. SUPPORTS DE COURS

Diaporama au format PDF (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

Transcription au format texte (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

SUPPORTS DE COURS

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

1.1.2. Avez-vous bien compris ?

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Q1 - Quelle est la différence principale entre la puissance et l'énergie ?

- 1 - La puissance correspond à une énergie transformée en chaleur.
- 2 - L'énergie est mesurée en watts, la puissance en joules.
- 3 - La puissance est la quantité d'énergie fournie par unité de temps. ✓
- 4 - L'énergie ne peut pas être transformée.

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : Il ne faut pas confondre puissance et énergie. La puissance décrit la manière dont un système libère son énergie, ou encore elle peut être vue comme un débit d'énergie, cad à quelle vitesse le système libère cette énergie.

Q2 - Quelle est une caractéristique d'une énergie secondaire ?

- 1 - Elle est toujours renouvelable.
- 2 - Elle provient directement de la nature sans transformation.
- 3 - Elle résulte d'une transformation d'une énergie primaire. ✓
- 4 - Elle ne subit aucune perte pendant sa production.

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : En effet, les énergies primaires qui proviennent de la nature ne peuvent être utilisées telles quelles. Il faut un convertisseur pour transformer l'énergie primaire en énergie secondaire.

1.1.3. Explications

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

1.2. S1-2 - Énergie et électricité

1.2.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

1.2.2. Avez-vous bien compris ?

Q1 - Quelle est la principale source d'énergie utilisée dans le monde aujourd'hui ?

- 1 - L'électricité
- 2 - Les énergies renouvelables
- 3 - Les énergies fossiles ✓
- 4 - L'énergie nucléaire

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : Et oui encore aujourd'hui les énergies fossiles (pétrole, charbon et gaz) sont utilisées largement partout dans le monde.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Q2 - Quel est le principal contributeur à la production d'électricité dans le monde ?

1 - Le gaz naturel

2 - Le charbon ✓

3 - L'énergie nucléaire

4 - L'énergie solaire

EXPLANATION

Réponse : 2

Explication : Plus du tiers de l'électricité dans le monde est produite à base de charbon, car il est abondant et a un prix abordable, qui permet aux pays l'utilisant de proposer une électricité peu chère. La Chine est l'exemple le plus parlant.

1.2.3. Explanations

1.3. S1-3 - Les politiques publiques de l'énergie

1.3.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

1.3.2. Avez-vous bien compris ?

Q1 - 1. Quel est l'objectif principal des politiques climatiques internationales ?

- 1 - Réduire la consommation d'eau
- 2 - Éliminer complètement le charbon dans le monde
- 3 - Limiter le réchauffement climatique à +2°C maximum ✓
- 4 - Développer uniquement l'énergie solaire

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : Les études du GIEC ont montré qu'un réchauffement de +2 °C est jugé acceptable car une telle température a existé il y a plus de 100 000 ans sans provoquer de catastrophe.

Q2 - En France, quels sont les trois piliers des politiques publiques de transition énergétique ?

- 1 - Recyclage, production locale, taxation
- 2 - Nucléaire, biomasse, stockage
- 3 - Efficacité énergétique, sobriété, électrification des usages ✓
- 4 - Industrie verte, numérique, agriculture durable

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : Ce sont les trois actions qui permettent de diminuer au maximum nos émissions de gaz à effet de serre.

1.3.3. Explications

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

1.4. S1-4 - La filière nucléaire française : son histoire, son présent

1.4.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

1.4.2. Avez-vous bien compris ?

Ce questionnaire n'est pas noté. Vérifiez vos réponses. Si elles sont fausses, vous pouvez réinitialiser et recommencer. Vous pouvez aussi afficher les bonnes réponses et les explications.

Q1 - Quelle découverte a marqué le début de l'histoire de l'industrie nucléaire ?

- 1 - La relativité restreinte d'Einstein en 1905.
- 2 - La radioactivité artificielle par Irène et Frédéric Joliot-Curie en 1934.
- 3 - La découverte de la radioactivité par Henri Becquerel en 1896. ✓
- 4 - La fission nucléaire par Otto Hahn et Strassmann en 1938.

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : Henri Becquerel découvre au Muséum d'histoire naturelle l'émission spontanée, par l'élément uranium, d'un nouveau type de rayonnement : les rayons uraniques. Ses études de ce rayonnement montrent que ce rayonnement est ionisant, c'est à dire qu'il produit des charges électriques en traversant l'air. (Source Musée Curie).

Cette découverte marque le début de l'épopée de la radioactivité. C'est la 1ère fois que l'on détecte un rayonnement ionisant. Ces études sont menées dans le cadre de la recherche sur la composition de la matière.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Q2 - Quel est le rôle principal de l'État dans le modèle français de développement de l'industrie nucléaire ?

- 1 - Construire les réacteurs nucléaires.
- 2 - Faciliter l'investissement, organiser la recherche et la formation, et contrôler les installations. ✓
- 3 - Gérer le combustible usé.
- 4 - Développer les petits réacteurs modulaires (SMR).

EXPLANATION

Réponse : 2

Explication : C'est le rôle d'un état souverain de soutenir une industrie centrale pour le bien-être de sa population.

1.4.3. Explications

1.5. S1-5 - La filière nucléaire française : ses projets

1.5.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

1.5.2. Avez-vous bien compris ?

Q1 - Quel est l'un des principaux avantages de l'énergie nucléaire par rapport aux autres sources d'énergie ?

- 1 - Son coût d'investissement faible.
- 2 - Sa densité énergétique très élevée. ✓
- 3 - Son absence totale de déchets.
- 4 - Sa capacité à fonctionner sans interruption.

EXPLANATION

Réponse : 2

Explication : Cette densité énergétique très élevée provient du fait que la cohésion des noyaux atomiques est assurée par l'interaction nucléaire forte la plus intense des 4 interactions. Par conséquent lorsque l'on réussit à l'extraire du noyau, il suffit de peu de matière pour produire beaucoup d'énergie.

Q2 - Quel est l'un des inconvénients majeurs de l'énergie nucléaire ?

- 1 - La faible empreinte au sol des centrales.
- 2 - Le coût élevé d'investissement. ✓
- 3 - L'absence de besoin en matières premières.
- 4 - La production d'énergie uniquement renouvelable.

EXPLANATION

Réponse : 2

Explication : En effet, construire une centrale nucléaire, objet industriel complexe par définition, il faut beaucoup de capitaux.

1.5.3. Explanations

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

1.6. Test hebdomadaire 1

1.6.1. Test hebdomadaire : 10 QCM

QCM avec exclusivement des boutons radio :

Test hebdomadaire (10 points possibles)

 Ce test est un entraînement. **Le badge gratuit ou l'attestation de suivi gratuite ne sont pas disponibles sur ce MOOC.** 

Q1 - Parmi les propositions suivantes, laquelle est une énergie non renouvelable et décarbonée ?

1 - Charbon

2 - Uranium 

3 - Vent

4 - Biomasse

EXPLANATION

Réponse : B

Explication : L'uranium provient de la croûte terrestre et il est radioactif. Cela signifie qu'il se disparaît au cours du temps. Il est donc non renouvelable ou encore c'est une source d'énergie de stock. Par contre c'est une source d'énergie décarbonée car pendant sa transformation (la fission de l'uranium dans le réacteur pour en extraire l'énergie nucléaire) il n'y a pas d'émission de CO2 et même de gaz à effet de serre.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Q2 - Quelle est la valeur d'un électronvolt (eV) en joules ?

$1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ ✓

1 MeV

$4,186 \times 10^{10} \text{ J}$

$3,6 \times 10^6 \text{ J}$

EXPLANATION

Réponse : 1

Explication : 1 électron volt est égal à l'énergie cinétique acquise par un électron qui passe par une différence de potentiel de 1 volt dans le vide.

Q3 - En France, pourquoi la part des énergies fossiles dans le mix énergétique est-elle plus faible qu'ailleurs ?

1 - À cause d'un fort ensoleillement

2 - Grâce à l'énergie nucléaire ✓

3 - À cause d'un faible développement industriel

4 - Grâce à une forte consommation de charbon

EXPLANATION

Réponse : 2

Explication : La France a fait le choix de développer un parc nucléaire important dans les années 60 (Plan Messmer). Cela a permis de remplacer les énergies fossiles.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Q4 - Quel est l'objectif principal de la transition énergétique ?

- 1 - Remplacer l'électricité par le gaz naturel
- 2 - Augmenter la consommation d'énergie fossile
- 3 - Passer à des sources d'énergies bas carbone ✓
- 4 - Réduire l'utilisation de l'énergie nucléaire

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : La transition énergétique est un projet étatique-industriel qui prévoit de remplacer les énergies fossiles par des énergies bas-carbone pour lutter contre le réchauffement climatique.

Q5 - Qu'appelle-t-on un "puits de carbone" ?

- 1 - Une usine de traitement de gaz
- 2 - Un site d'enfouissement de déchets
- 3 - Un réservoir naturel ou artificiel absorbant du CO₂ ✓
- 4 - Un forage pétrolier abandonné

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : Un puit de carbone est système naturel (forêt, océan, ...) ou artificiel qui absorbe une partie du CO₂ émis par une activité humaine.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Q6 - Quelle est la différence entre l'inventaire national des GES et l'empreinte carbone ?

- 1 - L'inventaire ne prend en compte que les émissions agricoles
- 2 - L'empreinte carbone inclut les importations, l'inventaire non ✓
- 3 - Ils sont strictement équivalents
- 4 - L'inventaire mesure l'énergie finale, l'empreinte mesure l'énergie primaire

EXPLANATION

Réponse : 2

Explication : Cette différence est importante si l'on veut établir des politiques énergétiques nationales. Au niveau mondial évidemment les deux définitions sont égales.

Q7 - Combien de réacteurs nucléaires sont en exploitation en France en 2023 ?

- 56 réacteurs. ✓
- 61 réacteurs.
- 58 réacteurs.
- 412 réacteurs.

EXPLANATION

Réponse : 1

Explication : En effet en 2023, le parc nucléaire compte 56 réacteurs car les deux réacteurs de Fessenheim ont été fermés (2020) et l'EPR de Flamanville n'a pas encore démarré (8 mai 2024).

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Q8 - Quelle est la part de l'énergie nucléaire dans la production électrique mondiale en 2022 ?

Environ 5%.

Environ 10%. ✓

Environ 20%.

Environ 30%.

EXPLANATION

Réponse : 2

Explication : Dans le monde ce sont encore les hydrocarbures qui sont majoritairement utilisés pour produire de l'électricité (environ 60%). L'énergie nucléaire est la 2ème source d'énergie bas-carbone après l'énergie hydraulique pour produire de l'électricité.

Q9 - Que prédit l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) concernant la capacité installée de l'énergie nucléaire dans le scénario NZE (Net Zero Emission) ?

1 - Multiplier par un facteur 10 d'ici 2050.

2 - Atteindre 400 GW d'ici 2050.

3 - Multiplier par un facteur 2 d'ici 2050. ✓

4 - Réduire la capacité à 100 GW d'ici 2050.

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : Dans le contexte de lutte contre le dérèglement climatique, l'électrification des usages est une priorité, car l'électricité est facilement produite par des systèmes non émetteurs de gaz à effet de serre.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Q10 - Quel projet français vise à prolonger la durée de vie des réacteurs nucléaires existants ?

1 - La construction de 6 EPR2.

2 - Le grand carénage. ✓

3 - Le projet Nuward.

4 - Le projet Cigéo.

EXPLANATION

Réponse : 2

Explication : (Source EDF) Engagé depuis 2014 par EDF, le Grand Carénage est un programme industriel de rénovation et de modernisation des centrales nucléaires existantes.

Ce programme comporte un ensemble de projets, regroupés selon trois catégories d'activités :

- Rénover ou remplacer les gros composants arrivant en fin de vie technique
- Réaliser les modifications nécessaires à l'amélioration de la sûreté
- Assurer la pérennité de la qualification des matériels après 40 ans

Les travaux sont réalisés principalement lors des arrêts pour maintenance, mais aussi pour certains durant les périodes de fonctionnement des installations.

Le Programme Grand Carénage repose sur la coopération. Ce programme rassemble tous les acteurs concernés par cette aventure industrielle : l'équipe programme, l'ingénierie, l'exploitant, les fonctions support et les entreprises partenaires.

1.6.2. Explications

2. S2 - Radioactivité, fission nucléaire et neutronique

2.1. S2-1 - Matière et particules élémentaires / Le noyau atomique : les aspects énergétiques

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

2.1.1. Supports de cours

- [Diaporama vidéo A au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Diaporama vidéo B au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription vidéo A au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription vidéo B au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

2.1.2. Avez-vous bien compris ?

Q1 - Quelles sont les particules qui constituent le noyau atomique ?

1 - Les électrons et les neutrons.

2 - Les protons et les électrons.

3 - Les protons et les neutrons. ✓

4 - Les quarks et les photons.

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : L'ensemble des recherches sur la composition du noyau atomique montrent sans équivoque que ce dernier est constitué de protons et neutrons eux-mêmes constitués de trois quarks.

Q2 - Combien de particules élémentaires sont nécessaires dans le modèle standard, pour décrire les phénomènes observables à l'échelle subatomique ?

12 particules.

24 particules.

25 particules. ✓

30 particules.

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : Le modèle standard, aujourd'hui considéré comme étant celui qui décrit au mieux la matière a besoin de 24 particules élémentaires et 1 particule qui est le Boson de Higgs, qui est la particule à l'origine de la masse des fermions (en particulier des quarks et des électrons).

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Q3 - Quelle est l'interaction fondamentale qui n'agit pas dans le noyau atomique ?

1 - L'interaction gravitationnelle ✓

2 - L'interaction nucléaire forte

3 - L'interaction faible

4 - L'interaction électromagnétique

EXPLANATION

Réponse : 1

Explication : L'interaction gravitationnelle agit à longue portée et est très peu intense. Elle est responsable de l'attraction des corps massifs et n'agit pas au niveau microscopique.

Q4 - Quel est le noyau le plus stable selon la courbe d'Aston ?

1 - Le carbone-12.

2 - Le fer (région autour de $A \approx 55-60$). ✓

3 - L'uranium-235.

4 - Le plomb-208.

EXPLANATION

Réponse : 2

Explication : La courbe d'Aston permet de montrer la stabilité des noyaux atomiques en décrivant la variation de l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse A des noyaux atomiques. Le fer possède l'énergie de liaison par nucléon maximale il est donc le noyau le plus stable.

2.1.3. Explications

2.1.3.1. Q1 - Quelles sont les particules qui constituent le noyau atomique ?

1 - Les électrons et les neutrons.

2 - Les protons et les électrons.

3 - Les protons et les neutrons. ✓

4 - Les quarks et les photons.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

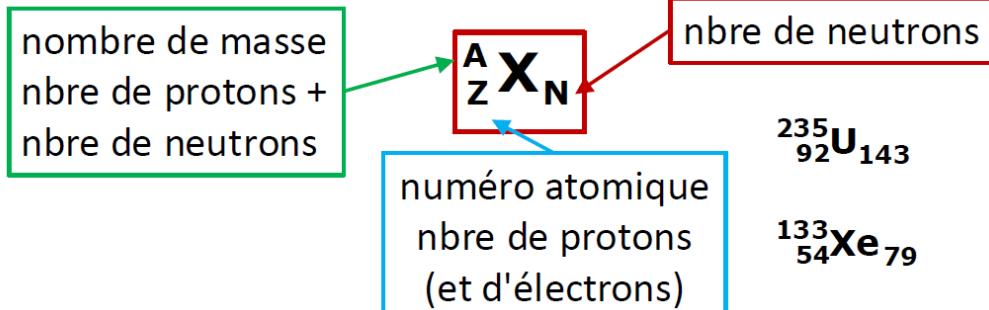
Explication : L'ensemble des recherches sur la composition du noyau atomique montrent sans équivoque que ce dernier est constitué **✓ de protons et neutrons** eux-mêmes constitués de trois quarks.

LE NOYAU ATOMIQUE

□ Un noyau est constitué de nucléons :

	Masse (m en kg et u)	Charge (q en C)
proton	$1,6724 \times 10^{-27}$ kg ; 1,00727 u	$1,6 \times 10^{-19}$
neutron	$1,6747 \times 10^{-27}$ kg ; 1,00866 u	0

□ Description simplifiée :



2.1.3.2. Q2 - Combien de particules élémentaires sont nécessaires dans le modèle standard, pour décrire les phénomènes observables à l'échelle subatomique ?

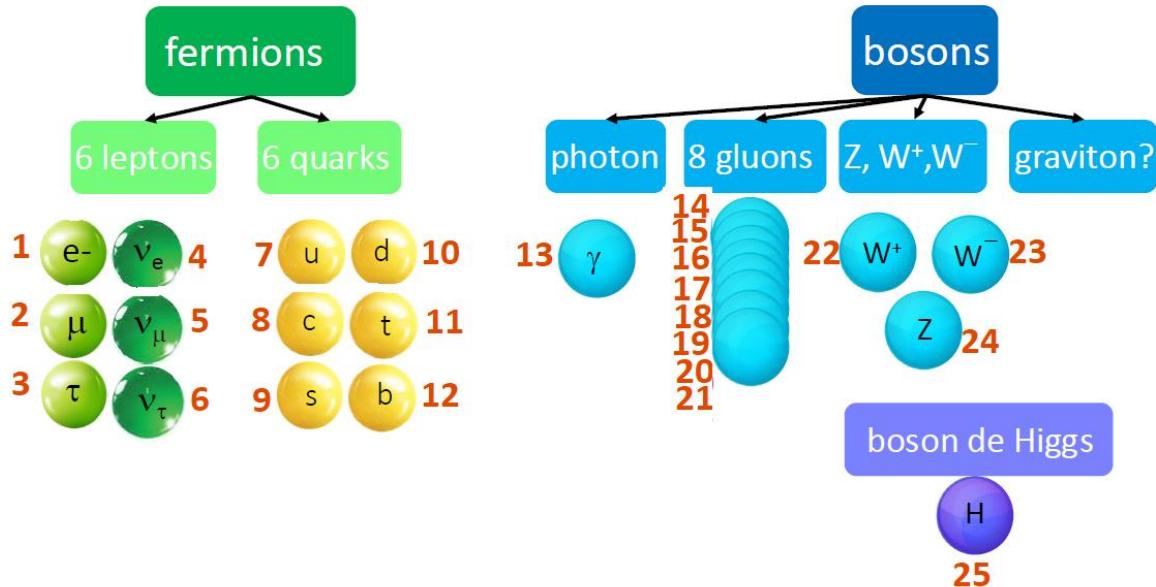
- 12 particules.
- 24 particules.
- 25 particules. ✓
- 30 particules.

Explication : Le modèle standard, aujourd'hui considéré comme étant celui qui décrit au mieux la matière a besoin de **✓ 24 particules élémentaires et 1 particule qui est le Boson de Higgs**, qui est la particule à l'origine de la masse des fermions (en particulier des quarks et des électrons).

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

LES 25 PARTICULES ÉLÉMENTAIRES



2.1.3.3. Q3 - Quelle est l'interaction fondamentale qui n'agit pas dans le noyau atomique ?

1 - L'interaction gravitationnelle ✓

2 - L'interaction nucléaire forte

3 - L'interaction faible

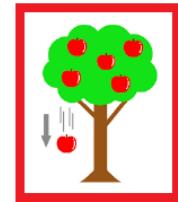
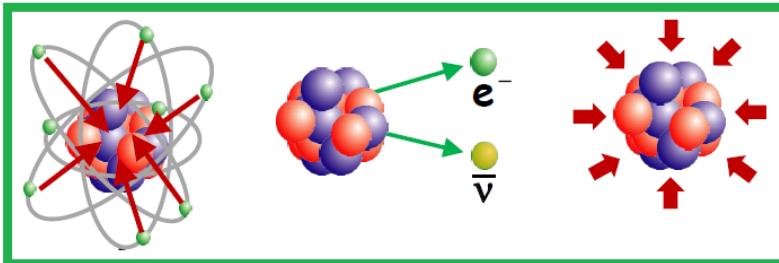
4 - L'interaction électromagnétique

Explication : **L'interaction gravitationnelle** agit à longue portée et est très peu intense. Elle est responsable de l'attraction des corps massifs et n'agit pas au niveau microscopique.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

□ Quatre interactions fondamentales : électromagnétique, faible, nucléaire forte, et la gravité.



L'interaction gravitationnelle agit à longue portée et est très peu intense. Elle est responsable de l'attraction des corps massifs et n'agit pas au niveau microscopique.

2.1.3.4. Q4 - Quel est le noyau le plus stable selon la courbe d'Aston ?

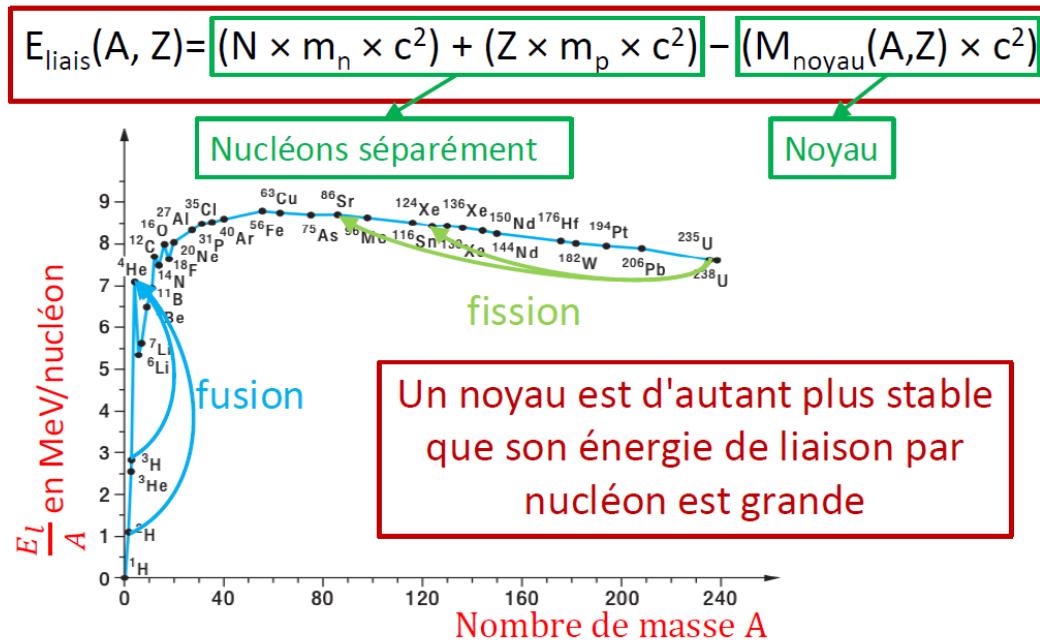
- 1 - Le carbone-12.
- 2 - Le fer (région autour de A ≈ 55-60). ✓
- 3 - L'uranium-235.
- 4 - Le plomb-208.

Explication : La courbe d'Aston permet de montrer la stabilité des noyaux atomiques en décrivant la variation de l'énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse A des noyaux atomiques. ✓ Le fer possède l'énergie de liaison par nucléon maximale il est donc le noyau le plus stable.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

ENERGIE DE LIAISON (COURBE D'ASTON)



2.2. S2-2 - Les émissions radioactives du noyau atomique

2.2.1. Supports de cours

- [Diaporama vidéo A au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Diaporama vidéo B au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription vidéo A au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription vidéo B au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

2.2.2. Avez-vous bien compris ?

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Q1 - Quelle affirmation décrit correctement la loi de la radioactivité ?

- 1 - La radioactivité augmente avec le temps.
- 2 - La quantité de noyaux radioactifs décroît de manière exponentielle avec le temps. ✓
- 3 - Tous les noyaux radioactifs se désintègrent en même temps.
- 4 - La radioactivité reste constante indépendamment du temps.

EXPLANATION

Réponse : 2

Explication : la radioactivité est un phénomène naturel, aléatoire, spontané et qui obéit aux lois de la statistique. La loi de la désintégration radioactive est même une loi fondamentale, en ce sens, qu'elle est essentielle à la compréhension des émissions radioactives des noyaux atomiques.

Le nombre de noyaux radioactifs d'un échantillon de matière diminue avec le temps, du fait de la désintégration radioactive progressive de ses noyaux et cela suivant une loi exponentielle.

Q2 - Qu'appelle-t-on la demi-vie d'un noyau radioactif ?

- 1 - Le temps nécessaire pour que tous les noyaux se désintègrent
- 2 - Le temps nécessaire pour que la radioactivité double
- 3 - Le temps au bout duquel la moitié des noyaux radioactifs se sont désintégrés ✓
- 4 - La durée pendant laquelle un noyau reste stable

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : La demi-vie ou période radioactive d'un noyau atomique est une grandeur essentielle à l'identification des noyaux radioactifs. Elle est une grandeur intrinsèque à chacun et varie très fortement d'un radionucléide à un autre. Elle mesure en quelques sortes la rapidité de la décroissance radioactive. Elle peut varier de quelques nanoseconde à des milliards d'années.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Q3 - Que perd un noyau lors d'une désintégration alpha ?

- 1 - Un neutron
- 2 - Un électron
- 3 - Un photon
- 4 - Un noyau d'hélium (2 protons + 2 neutrons) ✓

EXPLANATION

Réponse : 4

Explication : La désintégration alpha est une désintégration dite par partition. Le noyau père perd une partie de sa masse en émettant une particule alpha, qui est un noyau d'hélium-4.

Q4 - Quelle particule principale est émise lors d'une désintégration bêta moins (β^-) ?

- 1 - Un proton
- 2 - Un neutron
- 3 - Un électron ✓
- 4 - Un positon

EXPLANATION

Réponse : 3

Explication : La désintégration bêta- est un processus dû à l'interaction faible. Elle permet à un noyau atomique trop riche en neutrons d'en transformer un en proton. Il y a alors émission d'un électron et d'un antineutrino.

2.2.3. Explications

2.2.3.1. Q1 - Quelle affirmation décrit correctement la loi de la radioactivité ?

- 1 - La radioactivité augmente avec le temps.
- 2 - La quantité de noyaux radioactifs décroît de manière exponentielle avec le temps. ✓
- 3 - Tous les noyaux radioactifs se désintègrent en même temps.
- 4 - La radioactivité reste constante indépendamment du temps.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

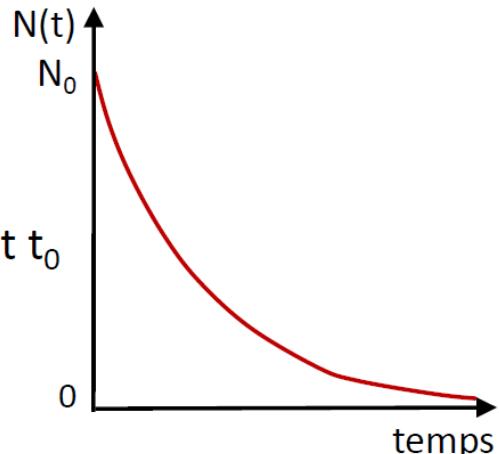
Explication : la radioactivité est un phénomène naturel, aléatoire, spontané et qui obéit aux lois de la statistique. La loi de la désintégration radioactive est même une loi fondamentale, en ce sens, qu'elle est essentielle à la compréhension des émissions radioactives des noyaux atomiques.

Le nombre de noyaux radioactifs d'un échantillon de matière diminue avec le temps, du fait de la désintégration radioactive progressive de ses noyaux et cela suivant une loi exponentielle.

Le nombre de noyaux qui se désintègrent au cours du temps dans une source radioactive diminue :

→
$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

N_0 = nbre de noyaux à l'instant t_0



- λ = constante radioactive
 unité de λ : s^{-1}

2.2.3.2. Q2 - Qu'appelle-t-on la demi-vie d'un noyau radioactif ?

- 1 - Le temps nécessaire pour que tous les noyaux se désintègrent
- 2 - Le temps nécessaire pour que la radioactivité double
- 3 - Le temps au bout duquel la moitié des noyaux radioactifs se sont désintégrés ✓
- 4 - La durée pendant laquelle un noyau reste stable

Explication : La demi-vie ou période radioactive d'un noyau atomique est une grandeur essentielle à l'identification des noyaux radioactifs. Elle est une grandeur intrinsèque à chacun et varie très fortement d'un radionucléide à un autre. Elle mesure en quelques sortes la rapidité de la décroissance radioactive. Elle peut varier de quelques nanoseconde à des milliards d'années.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

LA PÉRIODE RADIOACTIVE

- ❑ Temps au bout duquel la moitié des noyaux radioactifs d'une source radioactive se sont désintégrés.

➡
$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \cong \frac{0,693}{\lambda}$$
 (unité de T : s)

❑ $T_{1/2}({}_{53}^{131}\text{I}) = 8,04 \text{ jours} ; T_{1/2}({}_{92}^{238}\text{U}) = 4,5 \times 10^9 \text{ ans}$

2.2.3.3. Q3 - Que perd un noyau lors d'une désintégration alpha ?

- 1 - Un neutron
- 2 - Un électron
- 3 - Un photon
- 4 - Un noyau d'hélium (2 protons + 2 neutrons) ✓

Explication : La désintégration alpha est une désintégration dite par partition. Le noyau père perd une partie de sa masse en émettant une particule alpha, qui est un noyau d'hélium-4.

DÉSINTÉGRATION ALPHA

- ❑ Excès de masse du noyau.
- ❑ Emission d'un noyau d'hélium-4 stable = particule α

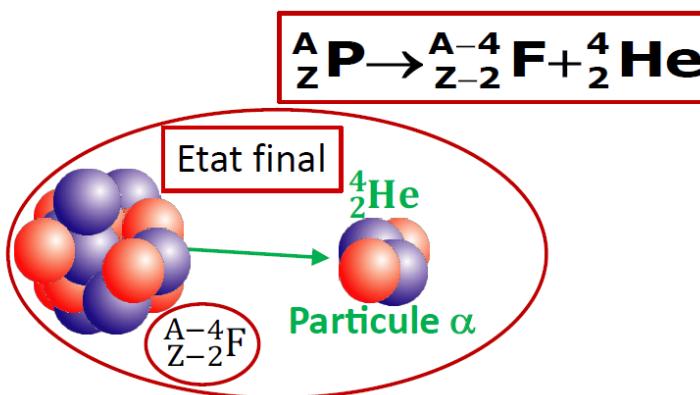


image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

2.2.3.4. Q4 - Quelle particule principale est émise lors d'une désintégration bêta moins (β^-) ?

- 1 - Un proton
- 2 - Un neutron
- 3 - Un électron ✓
- 4 - Un positon

Explication : La désintégration bêta- est un processus dû à l'interaction faible. Elle permet à un noyau atomique trop riche en neutrons d'en transformer un en proton. Il y a alors émission d'un électron et d'un antineutrino.

DÉSINTÉGRATION BÉTA

❑ Emetteur β^- : excès de neutrons du noyau.



LA CARTE DES NOYAUX ATOMIQUES

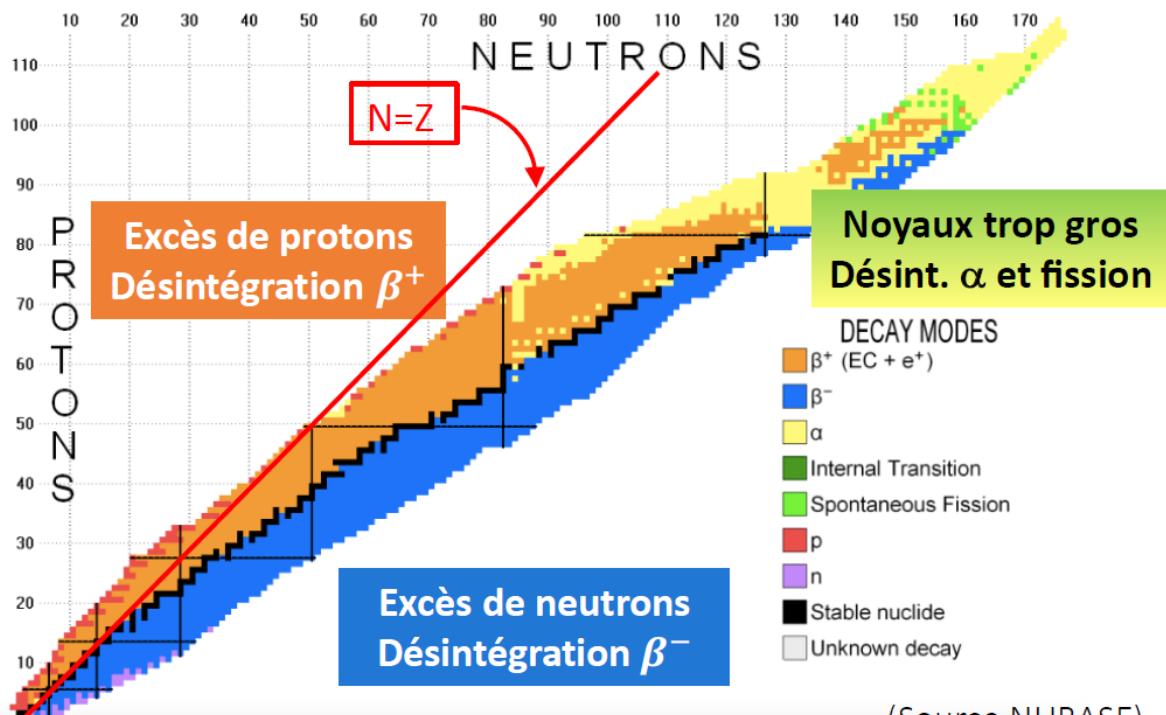


image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

2.3. S2-3 - La fission nucléaire

2.3.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

2.3.2. Avez-vous bien compris ?

Q1 - Qu'est-ce que la fission nucléaire ?

- 1 - L'union de deux noyaux légers pour former un noyau plus lourd
- 2 - La décomposition spontanée d'un électron
- 3 - La division d'un noyau lourd en deux noyaux plus légers ✓
- 4 - La transformation d'un neutron en proton

Q2 - Quel noyau atomique est le plus couramment utilisé dans les réacteurs nucléaires pour la fission ?

- 1 - uranium-238
- 2 - uranium-235 ✓
- 3 - plomb-207
- 4 - hydrogène

2.3.3. Explications

2.3.3.1. Q1 - Qu'est-ce que la fission nucléaire ?

- 1 - L'union de deux noyaux légers pour former un noyau plus lourd
- 2 - La décomposition spontanée d'un électron
- 3 - La division d'un noyau lourd en deux noyaux plus légers ✓
- 4 - La transformation d'un neutron en proton

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Explication : La fission est un phénomène physique que l'on retrouve dans d'autres disciplines que la physique nucléaire. Il s'agit en effet de la cassure en deux parties d'un noyau atomique. Cette fission est la plupart du temps asymétrique (le noyau se casse en un noyau dont la masse est autour de A=90 et un autre noyau dont la masse est autour de A=140).

2.3.3.2. *Q2 - Quel noyau atomique est le plus couramment utilisé dans les réacteurs nucléaires pour la fission ?*

1 - uranium-238

2 - uranium-235 ✓

3 - plomb-207

4 - hydrogène

Explication : **Aujourd'hui à travers le monde c'est ✓ l'uranium-235 qui est le plus souvent utilisé.**
Mais de nouveaux concepts proposent d'utiliser d'autres combustibles comme le l'uranium-238, plutonium-239 ou le thorium-232.

2.4. S2-4 - La réaction en chaîne

2.4.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

2.4.2. Avez-vous bien compris ?

Q1 – Pour contrôler la criticité ($k_{eff}=1$) dans un réacteur à eau pressurisée il faut : (plusieurs bonnes réponses)

1 – Maîtriser l'enrichissement en uranium-235 ✓

2 – Faire circuler les neutrons à travers le cœur avec de l'eau

3 – Maîtriser la température de l'eau ✓

✓

EXPLANATION

Réponse : 1 et 3

Le choix de l'enrichissement en uranium-235 du cœur doit être déterminé à la conception pour optimiser son fonctionnement (notamment l'autonomie du cœur). Avec un enrichissement suffisant, il est alors possible d'assurer la criticité tout au long du fonctionnement par ajustement des absorbants neutroniques en maintenant une température de l'eau de refroidissement constante. En effet, l'eau assure un rôle important dans la réaction en chaîne en ralentissant les neutrons, ce qui augmente la probabilité qu'ils induisent des fissions. Ainsi tout au long du cycle de fonctionnement, les variations de température de l'eau doivent être maîtrisées au degré près pour assurer un contrôle de la réactivité.

Q2 – L'eau du réacteur à eau pressurisée sert de : (plusieurs bonnes réponses)

1 – Retardateur pour retarder les neutrons

2 – Modérateur pour ralentir les neutrons ✓

3 – Caloporteur pour évacuer la chaleur ✓

✓

EXPLANATION

Réponse : 2 et 3

La production d'énergie de fission dans la pastille doit être évacuée sous forme de chaleur par un fluide caloporteur : dans un réacteur à eau pressurisée, c'est bien l'eau qui sert de caloporteur. Mais cette eau sert aussi à ralentir les neutrons afin qu'ils atteignent des niveaux d'énergie permettant de nettement favoriser les fissions sur l'uranium-235 : on dit que l'eau sert de modérateur pour les neutrons.

2.4.3. Explications

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Q1 – Pour contrôler la criticité ($k_{eff}=1$) dans un réacteur à eau pressurisée il faut : (plusieurs bonnes réponses)

- 1 – Maîtriser l'enrichissement en uranium-235 ✓
- 2 – Faire circuler les neutrons à travers le cœur avec de l'eau
- 3 – Maîtriser la température de l'eau ✓

Explanation

Réponse : 1 et 3

Le choix de l'enrichissement en uranium-235 du cœur doit être déterminé à la conception pour optimiser son fonctionnement (notamment l'autonomie du cœur). Avec un enrichissement suffisant, il est alors possible d'assurer la criticité tout au long du fonctionnement par ajustement des absorbants neutroniques en maintenant une température de l'eau de refroidissement constante. En effet, l'eau assure un rôle important dans la réaction en chaîne en ralentissant les neutrons, ce qui augmente la probabilité qu'ils induisent des fissions. Ainsi tout au long du cycle de fonctionnement, les variations de température de l'eau doivent être maîtrisées au degré près pour assurer un contrôle de la réactivité.

Q2 – L'eau du réacteur à eau pressurisée sert de : (plusieurs bonnes réponses)

- 1 – Retardateur pour retarder les neutrons
- 2 – Modérateur pour ralentir les neutrons ✓
- 3 – Caloporeur pour évacuer la chaleur ✓

Explanation

Réponse : 2 et 3

La production d'énergie de fission dans la pastille doit être évacuée sous forme de chaleur par un fluide caloporeur : dans un réacteur à eau pressurisée, c'est bien l'eau qui sert de caloporeur. Mais cette eau sert aussi à ralentir les neutrons afin qu'ils atteignent des niveaux d'énergie permettant de nettement favoriser les fissions sur l'uranium-235 : on dit que l'eau sert de modérateur pour les neutrons.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

2.5. Test hebdomadaire 2

2.5.1. Test hebdomadaire 12 QCM

2.5.1.1. *Q1 - Quelle interaction fondamentale est responsable de la cohésion des noyaux atomiques ?*

- 1 - L'interaction électromagnétique.
- 2 - L'interaction faible.
- 3 - L'interaction nucléaire forte. ✓
- 4 - L'interaction gravitationnelle.

Explanation

Réponse : 3

Explication : A l'intérieur du noyau trois des 4 interactions sont en compétition. L'interaction nucléaire forte agit à courte portée et maintient ensemble les quarks au sein des protons et des neutrons.

2.5.1.2. *Q2 - Quelle est la particularité du photon par rapport aux autres bosons ?*

- 1 - Il possède une masse.
- 2 - Il se déplace à une vitesse inférieure à celle de la lumière.
- 3 - Il est le vecteur de l'interaction gravitationnelle.
- 4 - Il ne possède pas de masse et se déplace à la vitesse de la lumière. ✓

Explanation

Réponse : 4

Explication : Le photon est le boson de l'interaction électromagnétique et par conséquent ne possède pas de masse. Il se déplace donc à la vitesse maximale qui est la vitesse de la lumière.

2.5.1.3. *Q3 - Quel phénomène permet à un noyau instable de se transformer en un noyau plus stable ?*

- 1 - La fusion nucléaire.
- 2 - La radioactivité. ✓
- 3 - La répulsion électromagnétique.
- 4 - L'interaction gravitationnelle.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Explanation

Réponse : 2

Explication : La radioactivité est le phénomène physique par lequel des noyaux atomiques instables (dits radionucléides) se désintègrent spontanément en d'autres noyaux en émettant simultanément des particules de matière et de l'énergie. (Source Wikipédia). Les noyaux résultants sont donc plus stables.

2.5.1.4. Q4 - Quelle est la relation entre la stabilité d'un noyau et son énergie de liaison par nucléon ?

- 1 - Un noyau est d'autant plus stable que son énergie de liaison par nucléon est faible.
- 2 - Un noyau est d'autant plus stable que son énergie de liaison par nucléon est grande. ✓
- 3 - La stabilité d'un noyau est indépendante de son énergie de liaison par nucléon.
- 4 - Un noyau est instable si son énergie de liaison par nucléon est nulle.

Explanation

Réponse : 2

Explication : La valeur de l'énergie de liaison d'un noyau décrit l'intensité de l'interaction nucléaire, qui mesure la cohésion d'un noyau. Plus sa valeur est grande plus le noyau est stable.

2.5.1.5. Q5 - Quel type de rayonnement n'est pas émis lors de désintégrations radioactives ?

- 1 - Rayonnement micro-ondes ✓
- 2 - Rayonnement ultraviolet
- 3 - Rayonnement X
- 4 - Rayonnement gamma

Explanation

Réponse : A. Rayonnement micro-ondes

- Les désintégrations radioactives concernent des transformations nucléaires : un noyau excité peut libérer un photon gamma (γ) pour revenir à son état fondamental.
- Les photons gamma sont donc des rayonnements d'origine nucléaire, très énergétiques (100 keV à plusieurs MeV).
- Le rayonnement X, quant à lui, provient de transitions électroniques profondes dans les atomes (par exemple, réarrangement des électrons après la désintégration).

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

- Il peut donc être émis indirectement, à la suite d'une désintégration radioactive, mais pas par le noyau lui-même.
- Le rayonnement ultraviolet peut aussi apparaître dans certains réarrangements électroniques de plus faible énergie, toujours au niveau atomique, jamais nucléaire.
- En revanche, le rayonnement micro-ondes, d'énergie de l'ordre du microélectronvolt (μeV), est associé à des transitions de rotation moléculaire ou thermiques.
- Ces processus n'ont aucun lien avec la radioactivité et ne peuvent pas être produits lors d'une désintégration nucléaire.

2.5.1.6. Q6 - Quelle est la période radioactive de l'uranium-238 ?

- 8,04 jours.
- 4,5 milliards d'années. ✓
- 88,7 ans.
- 1,7 milliard d'années.

Explanation

Réponse : 2

Explication : l'uranium-238 est l'isotope majoritaire de l'uranium naturel (99,3%). Sa période radioactive est de 4,5 milliards d'années, soit à peu près l'âge de la Terre. Cette longue période explique qu'il soit encore présent dans la croûte terrestre.

2.5.1.7. Q7 - Quel changement a lieu dans le noyau lors d'une désexcitation gamma ?

- 1 - Le noyau change de nature chimique
- 2 - Le noyau gagne un proton
- 3 - Le noyau passe d'un état excité à un état plus stable ✓
- 4 - Le noyau émet un électron

Explanation

Réponse : 3

Explication : Lors d'une désexcitation gamma, le noyau initial et le noyau résultant sont les mêmes. Il s'agit du passage d'un état excité à un état final moins excité. Le passage d'un état à un autre se matérialise par l'émission d'un photon gamma qui emporte la différence d'énergie entre les deux états.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

2.5.1.8. Q8-Quelle émission radioactive ne modifie ni le nombre de protons ni le nombre de neutrons du noyau?

- 1 - Alpha
- 2 - Bêta moins
- 3 - Bêta plus
- 4 - Gamma ✓

Explanation

Réponse : 4

Explication : Lors d'une émission gamma, les noyaux initiaux et finaux sont identiques. Seuls leurs états énergétiques sont différents.

2.5.1.9. Q9 - Quels noyaux et particules sont produites lors d'une fission nucléaire ?

- 1 - Un seul noyau stable
- 2 - Deux noyaux plus légers + neutrons + énergie ✓
- 3 - Un noyau alpha uniquement
- 4 - Un électron et un positon

Explanation

Réponse : 2

Explication : Lors d'une fission les deux noyaux plus légers produits sont appelés produit de fission. En moyenne 2,4 neutrons sont également émis lors de la fission de l'uranium-235. Et une certaine quantité d'énergie est récupérée lorsque la fission est entretenue dans un réacteur nucléaire.

2.5.1.10. Q10 - Combien d'énergie est libérée lors de la fission d'un noyau d'uranium-235 ?

- 1 - Environ 20 MeV.
- 2 - Environ 200 MeV. ✓
- 3 - Environ 2 000 MeV.
- 4 - Environ 20 000 MeV.

Explanation

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Réponse : 2

Explication : Lors d'une fission de l'uranium-235 est libérée 200 MeV d'énergie, ce qui correspond à $3,2 \times 10^{-11}$ J. C'est une quantité colossale d'énergie. C'est pourquoi 100g d'uranium est équivalent à 600 kg de GNL ou 1 t de pétrole ou 1,5 t de charbon ou 2,5 t de bois.

2.5.1.11. Q11 - Une fission produit généralement deux à trois neutrons, que peuvent-ils devenir ?

- 1 – Ils peuvent être absorbés dans le combustible et induire une nouvelle fission ✓
- 2 – Ils peuvent être réfléchis par les grappes de commande
- 3 – Ils peuvent être enrichis par l'uranium-235

Explanation

Réponse : 1

🧠 Bien qu'on souhaite évidemment à tous les neutrons le meilleur des sorts 😊, et notamment qu'ils provoquent une nouvelle fission 🤝 dans le milieu combustible, une majorité d'entre eux finissent leur vie différemment 😢 : parfois absorbés par l'hydrogène de l'eau, plus souvent par l'uranium-238. 🤪

2.5.1.12. Q12 – Lorsque la puissance du cœur diminue, la température de l'eau diminue et :

- 1 – la densité de l'eau augmente. Cela augmente la réactivité : la puissance se stabilise ✓
- 2 – la densité de l'eau augmente. Cela diminue la réactivité : la puissance se stabilise
- 3 – la densité de l'eau diminue. Cela augmente la réactivité : la puissance se stabilise

Explanation

Réponse : 1

L'eau jouant un rôle de modérateur des neutrons, une augmentation de sa densité améliore le rapport fission sur capture, ce qui augmente la réactivité. Ainsi, une baisse de température tend à être compensée par une augmentation de la puissance.

3. S3 - Une tranche nucléaire, comment ça fonctionne ?

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

3.1. S3-1 - Le réacteur nucléaire

3.1.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

3.1.2. Avez-vous bien compris ?

3.1.2.1. *Q1 – Les circuits fermés d'un réacteur nucléaire permettent : (plusieurs bonnes réponses)*

- 1 – De maîtriser le confinement des neutrons
- 2 – De véhiculer la chaleur produite par la réaction nucléaire jusqu'à la turbine ✓
- 3 – De maîtriser le confinement des substances radioactives ✓

3.1.2.2. Explanation

Réponse : 2 et 3

Les circuits fermés d'un réacteur nucléaire servent à transporter la chaleur produite par la fission nucléaire vers la turbine, où elle est convertie en électricité par un alternateur. Ils fonctionnent avec un fluide caloporteur, souvent de l'eau, qui吸吸收 la chaleur dans le cœur du réacteur et la transfère efficacement. Ces circuits sont conçus pour être étanches, formant ainsi une barrière de confinement pour les substances radioactives. Ils empêchent la libération des produits de fission dans l'environnement, assurant la sûreté de la centrale et la protection du personnel.

3.1.2.3. *Q2 – Dans le circuit primaire d'un réacteur à eau pressurisée, l'eau circule successivement :*

- 1 – En remontant le long du cœur avant d'être envoyée vers le générateur de vapeur, puis la pompe primaire ✓
- 2 – En remontant le long du cœur avant d'être envoyée vers la pompe primaire, puis le générateur de vapeur
- 3 – En descendant le long du cœur avant d'être envoyée vers la pompe primaire, puis le générateur de vapeur

3.1.2.4. Explanation

Réponse : 1

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Dans le circuit primaire d'un réacteur à eau pressurisée, l'eau rentre dans le cœur à une température d'environ 285°C et ressort à environ 320°C.

Afin de limiter les conditions sévères de fonctionnement des pompes primaires, il a été choisi de les placer en aval des générateurs de vapeur.

C'est aussi pour limiter la température de la cuve, et améliorer sa durée de vie, que la circulation de l'eau venant des branches froides descend dans l'espace annulaire entre la paroi de la cuve et l'enveloppe de cœur, puis traverse le cœur du bas vers le haut. Cette disposition, avec des générateurs de vapeur plus hauts que le cœur, permet d'assurer un débit de circulation naturelle en cas d'arrêt des pompes primaire ; ce débit suffit pour évacuer la puissance résiduelle du cœur le temps de mettre en oeuvre les dispositions d'arrêt (fonctionnement en thermosiphon).

Pour en savoir plus : Coppolani, P., et al. (2004). La chaudière des réacteurs à eau sous pression. EDP Sciences. ISBN 978-2-86883-741-7.

3.2. S3-2 - Le circuit primaire

3.2.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

3.2.2. Avez-vous bien compris ?

3.2.2.1. *Q1 - Parmi ces composants, lesquels ne sont présents qu'une seule fois dans un circuit primaire ? (plusieurs bonnes réponses)*

<input type="checkbox"/> 1 - Pompe primaire
<input checked="" type="checkbox"/> 2 - Réacteur ✓
<input checked="" type="checkbox"/> 3 - Pressuriseur ✓
<input type="checkbox"/> 4 - Générateur de vapeur

3.2.2.2. *Explanation*

Réponse : 2 et 3

Explication : Il n'y a qu'un seul réacteur auquel sont rattaché plusieurs boucles primaires. Sur chaque boucle, on trouve une pompe primaire et un générateur de vapeur. Un seul pressuriseur est suffisant pour régler la pression primaire étant donné que les boucles sont toutes reliées au réacteur.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

3.2.2.3. Q2 - Quels sont les rôles du réacteur ? (plusieurs bonnes réponses)

- 1 - Régler une pression primaire permettant à l'eau de rester à l'état liquide
- 2 - Homogénéiser la concentration en bore dans le circuit primaire
- 3 - Chauffer le fluide primaire grâce à la fission ✓
- 4 - Contrôler la réactivité et la température primaire grâce aux grappes de commande ✓

3.2.2.4. Explanation

Réponse : 3 et 4

Explication : Dans le réacteur, les neutrons engendrent des **fissions d'atomes d'uranium 235**. Cela génère une augmentation de la température de l'eau du circuit primaire. Afin de maîtriser la réactivité et donc la température, des grappes de commandes, s'insèrent si besoin dans le cœur du réacteur, cela réduira le nombre de neutrons et donc le nombre de fissions.

3.3. S3-3 - RCV – RRA et les circuits de sauvegarde

RCV : Circuit de contrôle volumétrique et chimique

RRA : refroidissement du réacteur à l'arrêt

3.3.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

3.3.2. Avez-vous bien compris ?

3.3.2.1. Q1 - Quel est le rôle principal du circuit RCV dans une installation nucléaire ?

- 1 - Gérer la température de l'eau de refroidissement
- 2 - Produire de l'électricité pour l'installation
- 3 - Contrôler le volume d'eau dans le circuit primaire ✓

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

3.3.2.2. *Q2 - Comment le RCV contrôle-t-il le volume d'eau dans le circuit primaire ?*

- 1 - En modifiant la concentration de borée
- 2 - Par le déséquilibre entre la ligne de charge et la ligne de décharge ✓
- 3 - En ajustant la température de l'eau

3.4. S3-4 - Les essais physiques de redémarrage

3.4.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

3.4.2. Avez-vous bien compris ?

3.4.2.1. *Q1 – Quel est le but des essais physiques à puissance nulle ?*

- 1 – Comparer les études théoriques et le comportement réel du réacteur après le rechargement ✓
- 2 – S'assurer que le réacteur est assez puissant
- 3 – Réaliser des essais afin de connecter le réacteur au réseau électrique

3.4.2.2. *Explanation*

Réponse : n° 1

Valider les études théoriques effectuer sur la nouvelle recharge de combustible.

3.4.2.3. *Q2 – Qu'est-ce qu'un réacteur sous critique ?*

- 1 – Cela veut dire que la puissance du réacteur est stable
- 2 – Cela veut dire que la puissance du réacteur augmente
- 3 – Cela veut dire que la puissance du réacteur baisse ✓

3.4.2.4. *Explanation*

Réponse : n° 3

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Un réacteur sous critique veut dire que le nombre de fissions établi à un temps T1 diminue à un temps T2. Le nombre de fission est directement la représentation de la puissance du réacteur. Si le nombre de fission diminue la puissance diminue on dit alors que le réacteur est sous critique.

3.5. S3-5 - L'usure du combustible et l'arrêt programmé d'une centrale nucléaire

3.5.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

3.5.2. Avez-vous bien compris ?

3.5.2.1. Q1 – Quelle opération est réalisée à chaque arrêt de tranche programmée ?

1 – Le renouvellement du combustible ✓

2 - L'inspection de la cuve

3 - L'épreuve de l'enceinte de confinement

3.5.2.2. Explanation

Réponse : 1

L'inspection de la cuve et l'épreuve de l'enceinte de confinement sont uniquement réalisées en VD

3.5.2.3. Q2 – Quelle quantité de combustible est remplacée à chaque arrêt de tranche ?

1 – La totalité

2 – La moitié

3 – Un tiers ✓

3.5.2.4. Explanation

Réponse : 3

Seulement 1/3 du combustible est remplacé, un assemblage est prévu pour durer 3 cycles.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

3.6. Test hebdomadaire 3

3.6.1. Test hebdomadaire 10 QCM

3.6.1.1. *Q1 – Sélectionner les composants principaux du circuit primaire d'un réacteur à eau pressurisée.*

- 1 – La pastille, la gaine et l'eau
- 2 – L'enceinte, la salle des machines et la station de pompage
- 3 – La cuve, les générateurs de vapeur, les pompes primaires et le pressuriseur ✓

3.6.1.2. *Explanation*

Réponse : 3

Le circuit primaire d'un réacteur à eau pressurisée est un circuit fermé transportant la chaleur produite par la fission nucléaire jusqu'à des échangeurs pour céder cette chaleur au circuit secondaire. Il est composé de plusieurs éléments :

La cuve du réacteur contenant le cœur du réacteur où se produit la réaction nucléaire générant de la chaleur;

Les pompes primaires faisant circuler l'eau à travers le circuit primaire;

Les générateurs de vapeur qui sont des échangeurs de chaleur, transférant l'énergie du circuit primaire vers le circuit secondaire en vaporisant l'eau qui y circule;

Le pressuriseur maintenant une pression dans le circuit primaire telle qu'elle empêche l'eau de bouillir malgré les hautes températures.

3.6.1.3. *Q2 – Sélectionner les composants principaux du circuit secondaire.*

- 1 – Les générateurs de vapeur, la turbine, le condenseur et plusieurs pompes de circulation du circuit secondaire ✓
- 2 – La turbine, les tours aéroréfrigérantes, et les pompes de circulations de la source froide
- 3 – Le groupe turboalternateur, le condenseur, le pressuriseur et les pompes de circulation du circuit secondaire

3.6.1.4. *Explanation*

Réponse : 1

Le circuit secondaire est aussi un circuit fermé dans lequel la chaleur est transformée en énergie mécanique, pour être convertie en électricité. Il contient plusieurs composants :

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Les générateurs de vapeur (voir question précédente);

La turbine actionnée par la vapeur produite dans les générateurs de vapeur, convertissant l'énergie thermique en énergie mécanique;

Le condenseur qui refroidit la vapeur émise par la turbine pour la transformer à nouveau en eau, qui peut ensuite être réchauffée dans les générateurs de vapeur;

Les pompes de circulation du circuit secondaire qui font circuler l'eau pour assurer une alimentation continue des générateurs de vapeur., assurant un flux constant pour une production d'énergie efficace.

3.6.1.5. Q3 - Quels sont les rôles du générateur de vapeur ? (plusieurs bonnes réponses)

- 1 – Produire de la vapeur d'excellente qualité à envoyer sur la turbine ✓
- 2 – Être la source froide du circuit primaire ✓
- 3 – Constituer une barrière entre les circuits primaire et secondaire ✓
- 4 – Réglér la pression primaire grâce aux cannes chauffantes

3.6.1.6. Explanation

Réponse : 1, 2 et 3

Explication : Le générateur de vapeur est un échangeur thermique : le fluide primaire chauffe le fluide secondaire afin qu'il se vaporise et engendre une rotation de la turbine. Le fluide secondaire permet de refroidir le circuit primaire. Les 2 fluides n'entrent jamais en contact.

3.6.1.7. Q4 - Quels sont les rôles des pompes primaires ? (plusieurs bonnes réponses)

- 1 – Permettre l'augmentation de la température de l'eau du circuit primaire jusqu'à environ 300°C ✓
- 2 – Homogénéiser la concentration en bore dans le circuit primaire ✓
- 3 – Protéger le circuit primaire des surpressions
- 4 – Assurer une circulation du fluide primaire ✓

3.6.1.8. Explanation

Réponse : 1 - 2 et 4

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Explication : Les pompes primaires, lorsqu'elles sont en marche, assure une circulation forcée de l'eau dans le circuit primaire, cela permet d'homogénéiser la concentration en bore. Le brassage de l'eau permet une augmentation significative de la température du fluide primaire.

3.6.1.9. Q5 - Quand le RRA intervient-il dans le refroidissement du réacteur ?

- 1 - Lors d'un accident nécessitant un refroidissement rapide en toute sûreté
- 2 - Lors de l'arrêt du réacteur ✓
- 3 - Lorsque le réacteur est trop chaud

3.6.1.10. Q6 - Quelle est la différence principale entre les systèmes auxiliaires et les circuits de sauvegarde ?

- 1 - Les systèmes de sauvegarde sont nécessaires pour contrôler une situation accidentelle ✓
- 2 - Les systèmes auxiliaires peuvent remplacer les systèmes de sauvegarde en cas de défaillance
- 3 - Les circuits de sauvegarde contrôlent la température, pas la pression

3.6.1.11. Q7 – Quel est le but des essais physiques en puissance ?

- 1 – Valider le comportement du cœur en puissance pour l'exploitation du réacteur et la connexion au réseau
- 2 – Recalier les détecteurs externes sur les mesures internes pour préparer la connexion au réseau électrique et la montée en puissance
- 3 – Pour faire des cartes de flux

3.6.1.12. Explanation

Réponse : n°2.

Réaliser divers paliers pour la réalisation de carte de flux afin de valider les comportements du réacteur en puissance pour recalibrer les chaines de mesures ex-core

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

3.6.1.13. Q8 – Quand l'opérateur procède à une borication il ?

- 1 – Augmente la puissance du réacteur
- 2 – Augmente le nombre de molécule d'eau
- 3 – Diminue la puissance du réacteur ✓

3.6.1.14. Explanation

Réponse : n°3

La borication a pour effet de diminuer le nombre de molécules d'eau qui servent à ralentir les neutrons qui cause la fission des atomes d'uranium. Le nombre de neutrons alors moins élevé, cela a pour impact la diminution du nombre de fission donc de la puissance du réacteur.

3.6.1.15. Q9 – Quelle est la durée de l'autorisation de fonctionnement d'une centrale nucléaire délivrée par l'ASN?

- 1 – 10 ans ✓
- 2 – A chaque arrêt de tranche
- 3 – A chaque VP

3.6.1.16. Explanation

Réponse : 1

L'ASN donne une autorisation de fonctionnement d'une durée de 10 ans à la suite de chaque VD, conditionnée notamment par la réussite de l'épreuve hydraulique du circuit primaire et de l'épreuve enceinte

3.6.1.17. Q10 – Pourquoi baisser le niveau d'eau dans le circuit primaire en arrêt de tranche ?

- 1 – Pour réaliser le renouvellement du combustible
- 2 – Pour réaliser les travaux de maintenance ✓
- 3 – Pour réaliser des essais

3.6.1.18. Explanation

Réponse : 2

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

Pour intervenir en toute sécurité sur certaines parties du circuit primaire, il est nécessaire de baisser le niveau d'eau. Par exemple, il est impossible de faire de la maintenance sur un générateur de vapeur si celui-ci est plein d'eau.

4. S4 - Cycle du combustible de la mine aux déchets

4.1. S4-1 - Le cycle du combustible

4.1.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

4.1.2. Avez-vous bien compris ?

4.1.2.1. Q1 - Quel est le principal isotope de l'uranium naturel ?

Uranium-234.

Uranium-235.

Uranium-238. ✓

Uranium-242.

4.1.2.2. Explanation

Réponse : 3

Explication : L'uranium naturel est composé à 99,3% d'uranium-238 et à 0,7% d'uranium-235.

4.1.2.3. Q2 - Quelle est la consommation annuelle d'uranium dans les réacteurs nucléaires du monde entier ?

1 - Environ 6 000 tonnes.

2 - Environ 60 000 tonnes. ✓

3 - Environ 600 000 tonnes.

4 - Environ 6 millions de tonnes.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

4.1.2.4. Explanation

Réponse : 2

Explication : Dans le monde ce sont bien 60 000 tonnes d'uranium naturel qui sont consommés.

En France le parc nucléaire consomme en moyenne **7500 tonnes d'uranium naturel qui permet de produire environ 1000 tonnes d'uranium enrichi** qui seront chargés dans les cœurs des réacteurs nucléaires.

4.2. S4-2 - Cycle du Combustible : L'AMONT

4.2.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

4.2.2. Avez-vous bien compris ?

4.2.2.1. Q1 – Quel le produit fini d'une mine d'uranium ?

- 1 – Un minerai
- 2 – L'UF4
- 3 – Des fûts de « yellow cake » ✓

4.2.2.2. Explanation

Réponse : 3

L'objectif des mines est de passer du minerai au concentré minier dénommé « Yellow Cake »

4.2.2.3. Q2 – Comment est obtenu le fluor nécessaire à la fabrication de l'UF6 ?

- 1 – Par électrolyse ✓
- 2 – Par distillation
- 3 – Par livraison de bouteille de gaz

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

4.2.2.4. *Explanation*

Réponse : 1

Le Fluor nécessaire à l'étape de conversion est produit par électrolyse de l'HF.

4.3. S4-3 - Cycle du Combustible : La fabrication d'éléments de combustible

4.3.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

4.3.2. Avez-vous bien compris ?

4.3.2.1. *Q1 – En quoi consiste la Conversion ?*

Q1 – En quoi consiste la Conversion ?

- 1 – La transformation chimique de l'UF6 en UO2 ✓
- 2 – La mise en forme de l'UO2 sous la forme de pastilles
- 3 – La transformation de la poudre d'UO2 en céramique

4.3.2.2. *Explanation*

Réponse : n° 1

La conversion consiste à transformer chimiquement l'uranium sous la forme UF6 nécessaire à l'enrichissement en UO2 la forme indispensable pour la transformation en des pastilles en céramique.

4.3.2.3. *Q2 – Quelles sont les étapes de fabrication des pastilles ?*

- 1 – Mélange, pressage, traitement thermique
- 2 – Granulation, mélange, pressage traitement thermique.
- 3 – Mélange, granulation, pressage, traitement thermique ✓

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

4.3.2.4. Explanation

Réponse : 3

Il est nécessaire de réaliser un mélange afin de s'assurer de l'homogénéité de la poudre et des additifs. La densité du mélange est trop faible pour atteindre la densité finale après pressage, c'est pourquoi une étape de granulation est nécessaire avant le pressage et le traitement thermique.

4.4. S4-4 - Cycle du Combustible : L'AVAL

4.4.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

4.4.2. Avez-vous bien compris ?

4.4.2.1. Q1 – Quelle est la proportion de matière valorisable dans le combustible usé ?

1%

50%

96% ✓

4.4.2.2. Explanation

Réponse : n° 3

Le combustible usé est constitué de 95% d'uranium, de 1% de plutonium, soit 96% de matières valorisables par recyclage. Les 4% restants, constitués des produits de fission et des éléments de structure, sont les déchets ultimes issus du combustible usé.

4.4.2.3. Q2 – Le procédé de conditionnement des déchets ultimes, après recyclage, permet de réduire le volume de ces déchets :

Par 5 ✓

Par 2

Par 10

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

4.4.2.4. *Explanation*

Réponse : n° 1

La vitrification des produits de fission, et le compactage des coques et embouts permet de réduire le volume des déchets par 5.

4.5. S4-5 - La gestion des déchets radioactifs et le projet Cigéo

4.5.1. REMARQUE VIDÉO

⚠️ À 10:20 - La réception des premiers colis de déchets 🚨 est aujourd'hui envisagée pour 2050 et non plus 2040.

4.5.2. Supports de cours

- **Supports de cours**
- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

4.5.3. Avez-vous bien compris ?

4.5.3.1. *Q1 – Le niveau d'activité des déchets radioactifs :*

- 1 - diminue avec le temps ✓
- 2 - augmente avec le temps
- 3 - s'autoentretient et demeure stable avec le temps

4.5.3.2. *Explanation*

Réponse : La bonne réponse est la 1.

Les déchets radioactifs contiennent un ensemble de radionucléides (noyaux d'atomes instables par excès d'énergie), qui tendront spontanément à se transformer en noyaux stables. Au bout de 10 fois sa période radioactive, le niveau de radioactivité devient négligeable.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

4.5.3.3. *Q2 – Les déchets radioactifs issus du secteur électronucléaire :*

- 1 - ne sont pas encore produits, il n'existe que des matières radioactives
- 2 - sont générés régulièrement et entreposés chez les producteurs dans l'attente de solutions de gestion
- 3 - sont générés régulièrement et dont une partie significative en volume sont stockés dans des centres de stockage en surface ✓

4.5.3.4. *Explanation*

Réponse : La bonne réponse est la 3.

Les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquels aucune utilisation n'est prévue ou envisagée. L'Andra exploite des centres de stockage de surface qui stockent ou vont stockés prochainement jusqu'à 90 % des déchets radioactifs produits.

4.6. Test hebdomadaire 4

4.6.1. Test hebdomadaire 10 QCM

4.6.1.1. *Q1 - Quel procédé est principalement utilisé pour enrichir l'uranium en uranium-235 ?*

- 1 - La diffusion gazeuse.
- 2 - La séparation électromagnétique.
- 3 - L'ultra-centrifugation. ✓
- 4 - La précipitation chimique.

4.6.1.2. *Explanation*

Réponse : 3

Explication : **L'ultracentrifugation est une méthode utilisée pour enrichir l'uranium en isotope fissile uranium-235, indispensable à la fabrication du combustible nucléaire. Cette technique, employée notamment dans l'usine Georges Besse II (Orano), est bien plus économique en énergie que l'ancienne méthode de diffusion gazeuse**, utilisée en France jusqu'en 2012 à l'usine Eurodif (en démantèlement actuellement). Le principe repose sur la très légère différence de masse entre les isotopes : en tournant à grande vitesse, la centrifugeuse sépare progressivement l'uranium-235 de l'uranium-238. Ce procédé, 50 fois moins énergivore, est désormais la méthode dominante dans le monde. Une autre technologie, la séparation isotopique par laser, est encore en développement.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

4.6.1.3. Q2 - Quels sont les déchets ultimes issus du combustible usé dans un réacteur nucléaire ?

- 1 - Uranium-235 et plutonium-239.
- 2 - Produits de fission (comme le césum-137 et le strontium-90) et actinides mineurs. ✓
- 3 - Neutrons et photons gamma.
- 4 - Hélium-4 et carbone-12.

4.6.1.4. Explanation

Réponse : 2

Explication : On appelle déchets ultimes les déchets radioactifs qui n'ont aucune utilisation possible ultérieurement,  dans l'état de nos connaissances  et des procédés industriels actuellement. Il est probable que dans l'avenir le degré de recyclage puisse changer et que certains déchets considérés comme ultimes aujourd'hui ne le soient plus. Par exemple les actinides mineurs peuvent être fissionnés dans les réacteurs à sels fondus et à neutrons rapides. D'autres noyaux pourront peut-être dans le futur être recyclés pour d'autres usages.

4.6.1.5. Q3 – Quelle est l'étape suivante après les 3 étapes de l'amont du cycle qui vous ont été présentées ?

- 1 – l'introduction en centrale nucléaire
- 2 – le recyclage
- 3 – la fabrication des assemblages de combustibles ✓

4.6.1.6. Explanation

Réponse : 3

L'uranium enrichi est ensuite transporté jusqu'à l'usine de fabrication de combustible (usine FRAMATOME près de romans sur isère pour la France)

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

4.6.1.7. Q4 – Lors de l'étape de conversion, pourquoi l'uranium est transformé en UF6 ?

- 1 – parce que ce n'est pas couteux
- 2 – parce que l'UF6 peut être gazeux à basse température ✓
- 3 – parce qu'il est très pur

4.6.1.8. Explanation

Réponse : 2

Le but de la conversion est de mettre en forme l'uranium pour être compatible avec le procédé d'enrichissement, l'UF6 répond à cela car il est gazeux à basse température et donc facilement enrichissable.

4.6.1.9. Q5 - Pourquoi est il nécessaire d'obtenir une céramique ?

- 1 – Pour une raison de conduction thermique
- 2 – Pour des raisons de solidité et de résistance à la température ✓
- 3 – Pour une raison de réactivité vis-à-vis des neutrons

4.6.1.10. Explanation

Réponse : 2

Les pastilles, lors du fonctionnement du réacteur, sont soumises à de fortes températures (aux alentours de **800°C**¹ et plus en cas de pics de puissance). Il est donc nécessaire d'avoir l'uranium sous une forme solide et résistante à la température.

4.6.1.11. Q6 – Pourquoi les gaines sont-elles fabriquées en Zircaloy ?

- 1 – A cause de la résistance du Zircalloy à la corrosion.
- 2 – A cause de la transparence du Zircalloy aux neutrons.
- 3 – A cause de sa résistance chimique, sa résistance mécanique et sa transparence aux neutrons. ✓

¹ 1 073,15 K (K = °C + 273.15)

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

4.6.1.12. Explanation

Réponse : 3

Les gaines sont la première barrière de confinement du combustible. Il est donc indispensable qu'elles soient fabriquées dans un matériaux résistant chimiquement à la corrosion, ayant de bonnes propriétés mécaniques en plus d'avoir la transparence aux neutrons indispensable afin que ceux-ci interagissent avec le combustible.

4.6.1.13. Q7 – Le potentiel énergétique d'1g de plutonium est le même que :

1 tonne de pétrole ✓

100 kg de pétrole

10 g de pétrole

4.6.1.14. Explanation

Réponse : n° 1

1g de plutonium a le même potentiel énergétique que 1 tonne de pétrole, ou que 1,5 tonne de charbon, ou que  100g d'uranium .

4.6.1.15. Q8 – Avant les opérations de recyclage, combien de temps en moyenne le combustible usé séjourne t'il en piscine ?

1 an

30 ans

15 ans ✓

4.6.1.16. Explanation

Réponse : n° 3

En moyenne, le combustible usé est entreposé 5 ans dans les piscines des réacteurs nucléaires, puis 10 ans dans les piscines de La Hague, soit **15 ans en tout**.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

4.6.1.17. Q9 – Pour définir les solutions de gestion appropriées, les déchets radioactifs sont classés par :

- 1 - leur nature physico-chimique et leur provenance géographique
- 2 - leur niveau d'activité et de leur période radioactive ✓
- 3 - leur quantité annuelle et leur secteur économique de production

4.6.1.18. Explanation

Réponse : La bonne réponse est la 2.

La classification des déchets repose sur leur **niveau d'activité** et leur **période radioactive** durée de vie. Cela signifie que les moyens déployés sont appropriés à la dangerosité des déchets et leur évolution dans le temps/durée de vie.

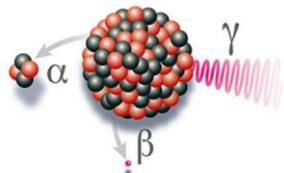


image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63

4.6.1.19. Q10 – La seule solution sûre sur le long terme pour la gestion des déchets radioactifs les plus dangereux sans en reporter la charge sur les générations futures est :

1 - le stockage profond ✓

2 - la transmutation

3 - l'entreposage de longue durée

4.6.1.20. Explanation

Réponse : La bonne réponse est la 1.

Le principe du stockage profond a été retenu par la loi de 2006, après 15 ans de recherche et un débat public, comme étant la seule solution sûre pour gérer ces déchets sur le long terme sans en reporter la charge sur les générations futures.

5. S5 - Interactions rayonnement-matière, sûreté et radioprotection

5.1. S5-1 - Le danger de la radioactivité expliqué avec les interactions rayon-matière

5.1.1. Supports de cours

- [Diaporama au format PDF](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)
- [Transcription au format texte](#) (ouverture dans une nouvelle fenêtre)

5.1.2. Avez-vous bien compris ?

5.2. S5-2 – Radioprotection

<i>image</i>	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 23-11-2025
<i>Domaine</i>		Modifié le 23-11-2025 18:49
<i>Sous domaine</i>		Nombre de pages 63

Nombre de mots
7142

5.2.1. Supports de cours

5.2.2. Avez-vous bien compris ?

5.3. S5-3 - La sûreté nucléaire et le risque nucléaire

5.3.1. Supports de cours

5.3.2. Avez-vous bien compris ?

5.4. S5-4 - Les analyses de sûreté

5.4.1. Supports de cours

5.4.2. Avez-vous bien compris ?

5.5. S5-5 - La Conduite Incidentelle Accidentelle (CIA)

5.5.1. Supports de cours

5.5.2. Avez-vous bien compris ?

5.6. Test hebdomadaire 5

5.6.1. Test hebdomadaire

6. S6 - Le futur et les autres usages hors électricité

<i>image</i>	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
<i>Domaine</i>		Modifié le 23-11-2025 18:49
<i>Sous domaine</i>		Nombre de pages 63

6.1. S6-1 - Les réacteurs nucléaires du futur

6.1.1. Supports de cours

6.1.2. Avez-vous bien compris ?

6.2. S6-2 - Les Small Modular Reactors Le SMR type NUWARD SMR

6.2.1. Supports de cours

6.2.2. Avez-vous bien compris ?

6.3. S6-3 - Réacteurs à neutrons rapides (RNR)

6.3.1. Supports de cours

6.3.2. Avez-vous bien compris ?

6.4. S6-4 - Les HTR (réacteurs à haute température)

6.4.1. Supports de cours

6.4.2. Avez-vous bien compris ?

6.5. S6-5 - RSF et ADS - Réacteur à Sels Fondus et Accelerator Driven System

6.5.1. Supports de cours

6.5.2. Avez-vous bien compris ?

<i>image</i>	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
<i>Domaine</i>		Modifié le 23-11-2025 18:49
<i>Sous domaine</i>		Nombre de pages 63

6.6. S6-6 - Les réacteurs à fusion nucléaire

6.6.1. Supports de cours

6.6.2. Avez-vous bien compris ?

6.7. Test hebdomadaire 6

6.7.1. Test hebdomadaire

7. A la suite de ce cours

7.1. Questionnaire de fin

8. Links

<https://lms.fun-mooc.fr/courses/course-v1:CNAM+01067+session01/>

9. Mes remarques

9.1. Diverger →EPR

9.2. Isotopes

9.3. Centrifugeuses

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 23-11-2025
Domaine		Modifié le 23-11-2025 18:49
Sous domaine		Nombre de pages 63
		Nombre de mots 7142