

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

Énergie nucléaire : de la science à l'industrie

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

19/11/2025

1. S1 - LES ENJEUX DE LA FILIERE NUCLEAIRE	4
1.1. S1-1 - SITUATION ENERGETIQUE ACTUELLE	4
1.1.1. <i>SUPPORTS DE COURS</i>	4
1.1.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i>	5
1.1.3. <i>Explications</i>	6
1.2. S1-2 - ÉNERGIE ET ELECTRICITE	6
1.2.1. <i>Supports de cours</i>	6
1.2.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i>	7
1.2.3. <i>Explications</i>	7
1.3. S1-3 - LES POLITIQUES PUBLIQUES DE L'ÉNERGIE	8
1.3.1. <i>Supports de cours</i>	8
1.3.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i>	8
1.3.3. <i>Explications</i>	9
1.4. S1-4 - LA FILIERE NUCLEAIRE FRANÇAISE : SON HISTOIRE, SON PRESENT	9
1.4.1. <i>Supports de cours</i>	9
1.4.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i>	10
1.4.3. <i>Explications</i>	11
1.5. S1-5 - LA FILIERE NUCLEAIRE FRANÇAISE : SES PROJETS	11
1.5.1. <i>Supports de cours</i>	11
1.5.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i>	11
1.5.3. <i>Explications</i>	12
1.6. TEST HEBDOMADAIRE 1	12
1.6.1. <i>Test hebdomadaire : 10 QCM</i>	12
1.6.2. <i>Explications</i>	18
2. S2 - RADIOACTIVITE, FISSION NUCLEAIRE ET NEUTRONIQUE	18
2.1. S2-1 - MATIERE ET PARTICULES ELEMENTAIRES / LE NOYAU ATOMIQUE : LES ASPECTS ENERGETIQUES	18
2.1.1. <i>Supports de cours</i>	19
2.1.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i>	19
2.1.3. <i>Explications</i>	20
2.1.3.1. Q1 - Quelles sont les particules qui constituent le noyau atomique ?	20
2.1.3.2. Q2 - Combien de particules élémentaires sont nécessaires dans le modèle standard, pour décrire les phénomènes observables à l'échelle subatomique ?	21
2.1.3.3. Q3 - Quelle est l'interaction fondamentale qui n'agit pas dans le noyau atomique ?	22
2.1.3.4. Q4 - Quel est le noyau le plus stable selon la courbe d'Aston ?	23
2.2. S2-2 - LES EMISSIONS RADIOACTIVES DU NOYAU ATOMIQUE	24
2.2.1. <i>Supports de cours</i>	24
2.2.2. <i>Avez-vous bien compris ?</i>	24
2.2.3. <i>Explications</i>	26
2.2.3.1. Q1 - Quelle affirmation décrit correctement la loi de la radioactivité ?	26
2.2.3.2. Q2 - Qu'appelle-t-on la demi-vie d'un noyau radioactif ?	27
2.2.3.3. Q3 - Que perd un noyau lors d'une désintégration alpha ?	28

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

2.2.3.4. Q4 - Quelle particule principale est émise lors d'une désintégration bêta moins (β^-) ?	29
2.3. S2-3 - LA FISSION NUCLEAIRE	30
2.3.1. Supports de cours	30
2.3.2. Avez-vous bien compris ?	30
2.3.3. Explications	30
2.3.3.1. Q1 - Qu'est-ce que la fission nucléaire ?	30
2.3.3.2. Q2 - Quel noyau atomique est le plus couramment utilisé dans les réacteurs nucléaires pour la fission ?	31
2.4. S2-4 - LA REACTION EN CHAÎNE	31
2.4.1. Supports de cours	31
2.4.2. Avez-vous bien compris ?	32
2.4.3. Explications	32
2.5. TEST HEBDOMADAIRE 2	34
2.5.1. Test hebdomadaire 12 QCM	34
2.5.1.1. Q1 - Quelle interaction fondamentale est responsable de la cohésion des noyaux atomiques ?	34
2.5.1.2. Q2 - Quelle est la particularité du photon par rapport aux autres bosons ?	34
2.5.1.3. Q3 - Quel phénomène permet à un noyau instable de se transformer en un noyau plus stable ?	34
2.5.1.4. Q4 - Quelle est la relation entre la stabilité d'un noyau et son énergie de liaison par nucléon ?	35
2.5.1.5. Q5 - Quel type de rayonnement n'est pas émis lors de désintégrations radioactives ?	35
2.5.1.6. Q6 - Quelle est la période radioactive de l'uranium-238 ?	36
2.5.1.7. Q7 - Quel changement a lieu dans le noyau lors d'une désexcitation gamma ?	36
2.5.1.8. Q8 - Quelle émission radioactive ne modifie ni le nombre de protons ni le nombre de neutrons du noyau ?	37
2.5.1.9. Q9 - Quels noyaux et particules sont produites lors d'une fission nucléaire ?	37
2.5.1.10. Q10 - Combien d'énergie est libérée lors de la fission d'un noyau d'uranium-235 ?	37
2.5.1.11. Q11 - Une fission produit généralement deux à trois neutrons, que peuvent-ils devenir ?	38
2.5.1.12. Q12 - Lorsque la puissance du cœur diminue, la température de l'eau diminue et :	38
3. S3 - UNE TRANCHE NUCLEAIRE, COMMENT ÇA FONCTIONNE ?	38
3.1. S3-1 - LE REACTEUR NUCLEAIRE	39
3.1.1. Supports de cours	39
3.1.2. Avez-vous bien compris ?	39
3.2. S3-2 - LE CIRCUIT PRIMAIRE	39
3.2.1. Supports de cours	39
3.2.2. Avez-vous bien compris ?	39
3.3. S3-3 - RCV – RRA ET LES CIRCUITS DE SAUVEGARDE	39
3.3.1. Supports de cours	39
3.3.2. Avez-vous bien compris ?	39
3.4. S3-4 - LES ESSAIS PHYSIQUES DE REDEMARRAGE	39
3.4.1. Supports de cours	39
3.4.2. Avez-vous bien compris ?	39
3.5. S3-5 - L'USURE DU COMBUSTIBLE ET L'ARRÊT PROGRAMME D'UNE CENTRALE NUCLEAIRE	39
3.5.1. Supports de cours	39
3.5.2. Avez-vous bien compris ?	39
3.6. TEST HEBDOMADAIRE 3	39
3.6.1. Test hebdomadaire	39
4. S4 - CYCLE DU COMBUSTIBLE DE LA MINE AUX DECHETS	39
4.1. S4-1 - LE CYCLE DU COMBUSTIBLE	40

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

4.1.1. Supports de cours	40
4.1.2. Avez-vous bien compris ?	40
4.2. S4-2 - CYCLE DU COMBUSTIBLE : L'AMONT	40
4.2.1. Supports de cours	40
4.2.2. Avez-vous bien compris ?	40
4.3. S4-3 - CYCLE DU COMBUSTIBLE : LA FABRICATION D'ELEMENTS DE COMBUSTIBLE	40
4.3.1. Supports de cours	40
4.3.2. Avez-vous bien compris ?	40
4.4. S4-4 - CYCLE DU COMBUSTIBLE : L'AVAL	40
4.4.1. Supports de cours	40
4.4.2. Avez-vous bien compris ?	40
4.5. S4-5 - LA GESTION DES DECHETS RADIOACTIFS ET LE PROJET CIGEO	40
4.5.1. Supports de cours	40
4.5.2. Avez-vous bien compris ?	40
4.6. TEST HEBDOMADAIRE 4	40
4.6.1. Test hebdomadaire	40
5. S5 - INTERACTION RAYT-MATIERE, SURETE ET RADIOPROTECTION	40
5.1. S5-1 - LE DANGER DE LA RADIOACTIVITE EXPLIQUE AVEC LES INTERACTIONS RAYT-MATIERE	40
5.1.1. Supports de cours	41
5.1.2. Avez-vous bien compris ?	41
5.2. S5-2 - RADIOPROTECTION	41
5.2.1. Supports de cours	41
5.2.2. Avez-vous bien compris ?	41
5.3. S5-3 - LA SURETE NUCLEAIRE ET LE RISQUE NUCLEAIRE	41
5.3.1. Supports de cours	41
5.3.2. Avez-vous bien compris ?	41
5.4. S5-4 - LES ANALYSES DE SURETE	41
5.4.1. Supports de cours	41
5.4.2. Avez-vous bien compris ?	41
5.5. S5-5 - LA CONDUITE INCIDENTELLE ACCIDENTELLE (CIA)	41
5.5.1. Supports de cours	41
5.5.2. Avez-vous bien compris ?	41
5.6. TEST HEBDOMADAIRE 5	41
5.6.1. Test hebdomadaire	41
6. S6 - LE FUTUR ET LES AUTRES USAGES HORS ELECTRICITE	41
6.1. S6-1 - LES REACTEURS NUCLEAIRES DU FUTUR	41
6.1.1. Supports de cours	41
6.1.2. Avez-vous bien compris ?	41
6.2. S6-2 - LES SMALL MODULAR REACTORS LE SMR TYPE NUWARD SMR	42
6.2.1. Supports de cours	42
6.2.2. Avez-vous bien compris ?	42
6.3. S6-3 - REACTEURS A NEUTRONS RAPIDES (RNR)	42
6.3.1. Supports de cours	42
6.3.2. Avez-vous bien compris ?	42

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

6.4. S6-4 - LES HTR (REACTEURS A HAUTE TEMPERATURE) -----	42
6.4.1. Supports de cours -----	42
6.4.2. Avez-vous bien compris ? -----	42
6.5. S6-5 - RSF ET ADS - REACTEUR A SELS FONDUS ET ACCELERATOR DRIVEN SYSTEM -----	42
6.5.1. Supports de cours -----	42
6.5.2. Avez-vous bien compris ? -----	42
6.6. S6-6 - LES REACTEURS A FUSION NUCLEAIRE -----	42
6.6.1. Supports de cours -----	42
6.6.2. Avez-vous bien compris ? -----	42
6.7. TEST HEBDOMADAIRE 6 -----	42
6.7.1. Test hebdomadaire -----	42
7. A LA SUITE DE CE COURS -----	42
7.1. QUESTIONNAIRE DE FIN -----	42
8. LINKS -----	43

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)

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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 ?

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.

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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

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)

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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.

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. Explications

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709


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)

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.

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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

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)

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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.

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 utilisé.
- ☐ 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.

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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)

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.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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. Explications

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.** 🗨️

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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.

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

☒ 1,602 × 10⁻¹⁹ J ✓

☐ 1 MeV

☐ 4,186 × 10¹⁰ J

☐ 3,6 × 10⁶ 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.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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.

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 étatico-industriel qui prévoit de remplacer les énergies fossiles par des énergies bas-carbone pour lutter contre le réchauffement climatique.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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.

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 monde évidemment les deux définitions sont égales.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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).

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.

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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

☐ 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	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

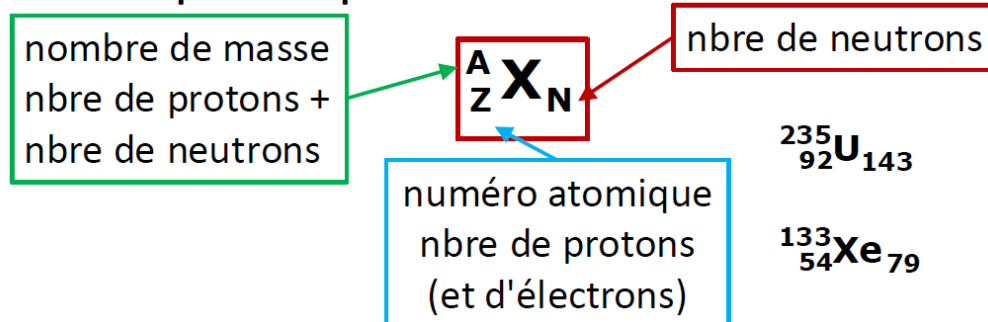
Explication : L'ensemble des recherches sur la composition du noyau atomique montrent sans équivoque que ce dernier est constitué ☒ **de protons et neutrons** eux-mêmes constitués de trois quarks.

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 :



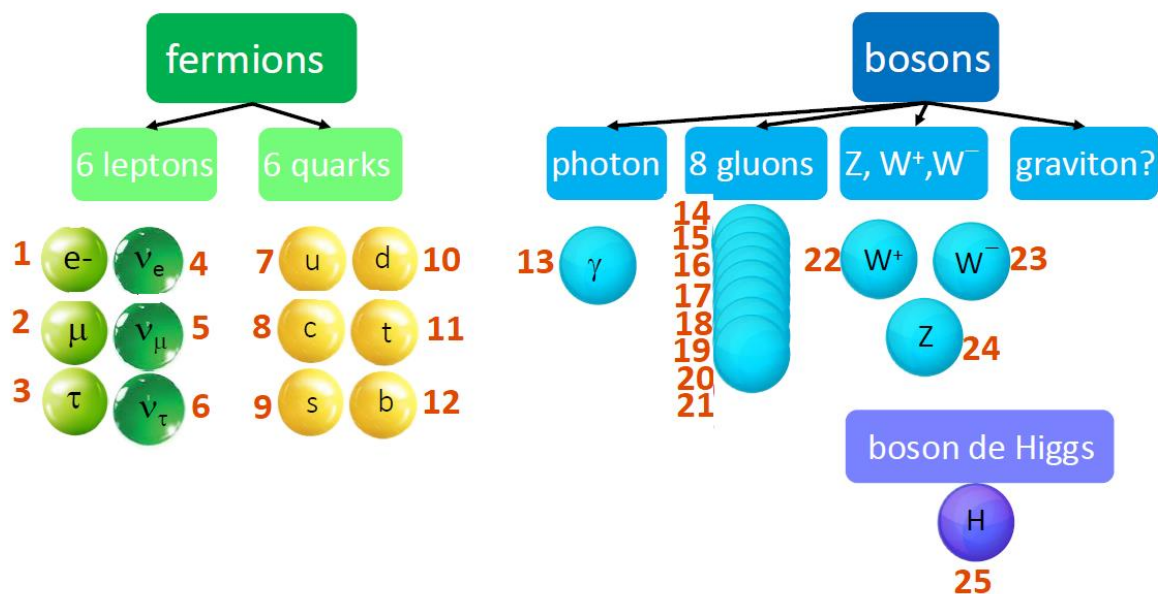
2.1.3.2. Q2 - Combien de particules élémentaires sont nécessaires dans le modèle standard, pour décrire les phénomènes observables à l'échelle subatomique ?

- ☐ 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 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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

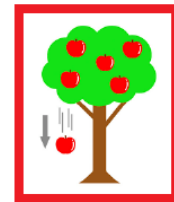
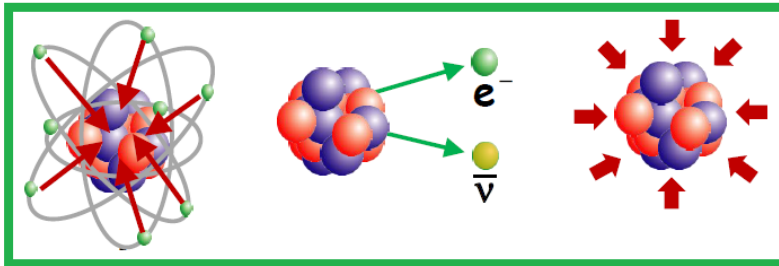
☐ 3 - L'interaction faible

☐ 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 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

❑ **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.**

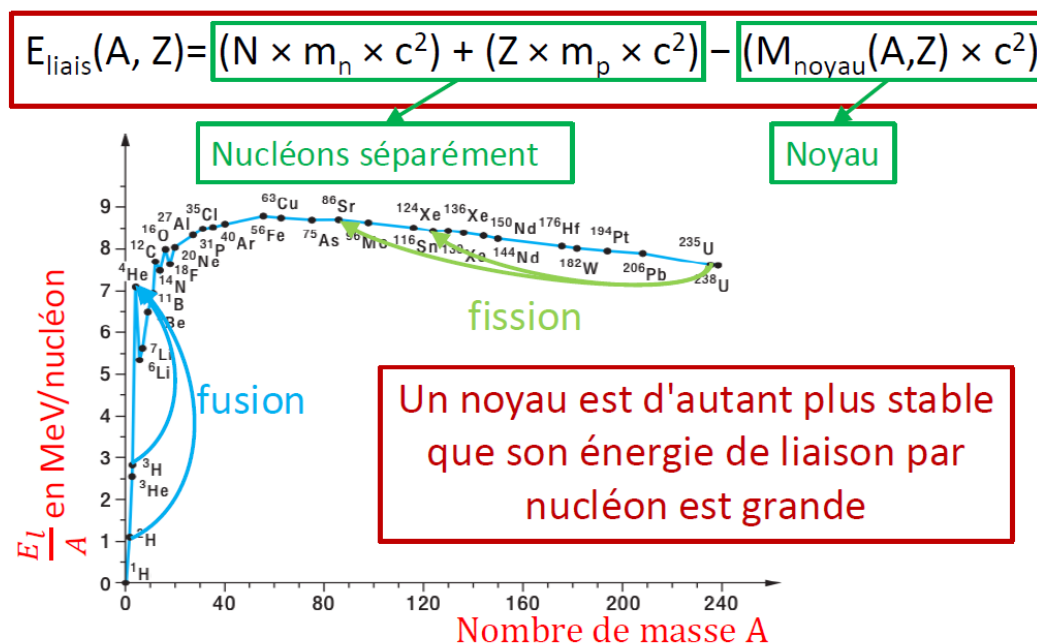
2.1.3.4. Q4 - Quel est le noyau le plus stable selon la courbe d'Aston ?

- ☐ 1 - Le carbone-12.
- ☒ 2 - Le fer (région autour de $A \approx 55-60$). ✓
- ☐ 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	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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 ?

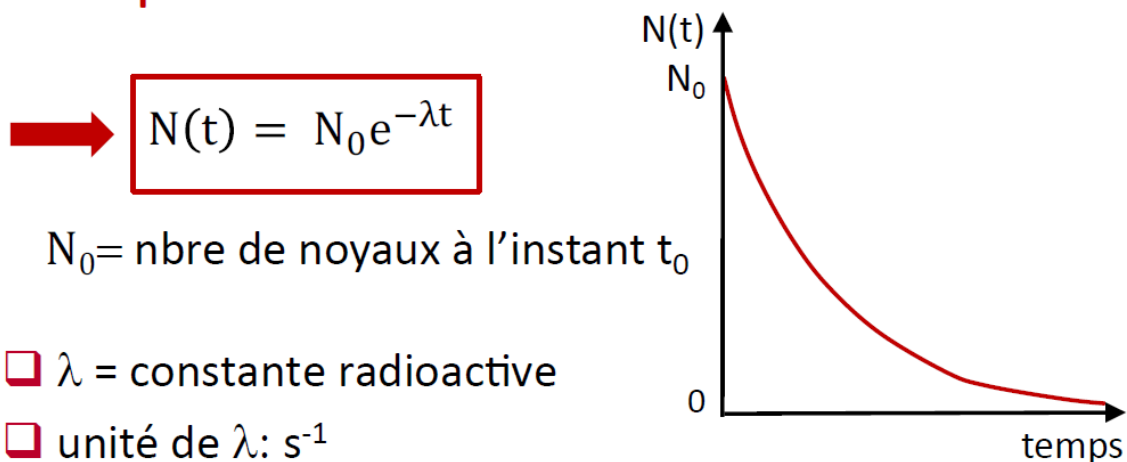
- ☐ 1 - La radioactivité augmente avec le temps.
- ☒ 2 - La quantité de noyaux radioactifs décroît de manière exponentielle avec le temps. ✓
- ☐ 3 - Tous les noyaux radioactifs se désintègrent en même temps.
- ☐ 4 - La radioactivité reste constante indépendamment du temps.

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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 :



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	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

LA PÉRIODE RADIOACTIVE

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



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

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

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

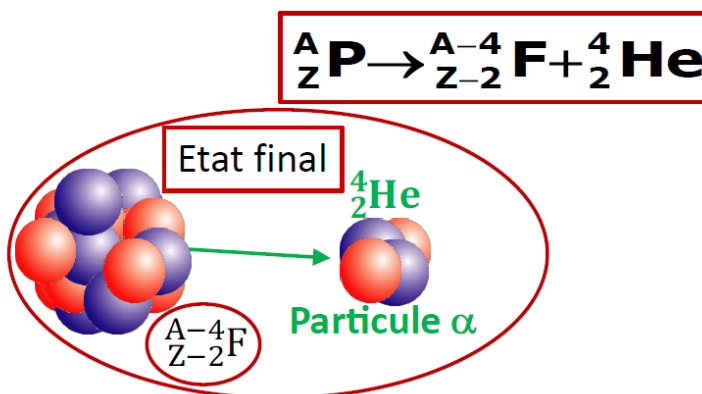


image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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

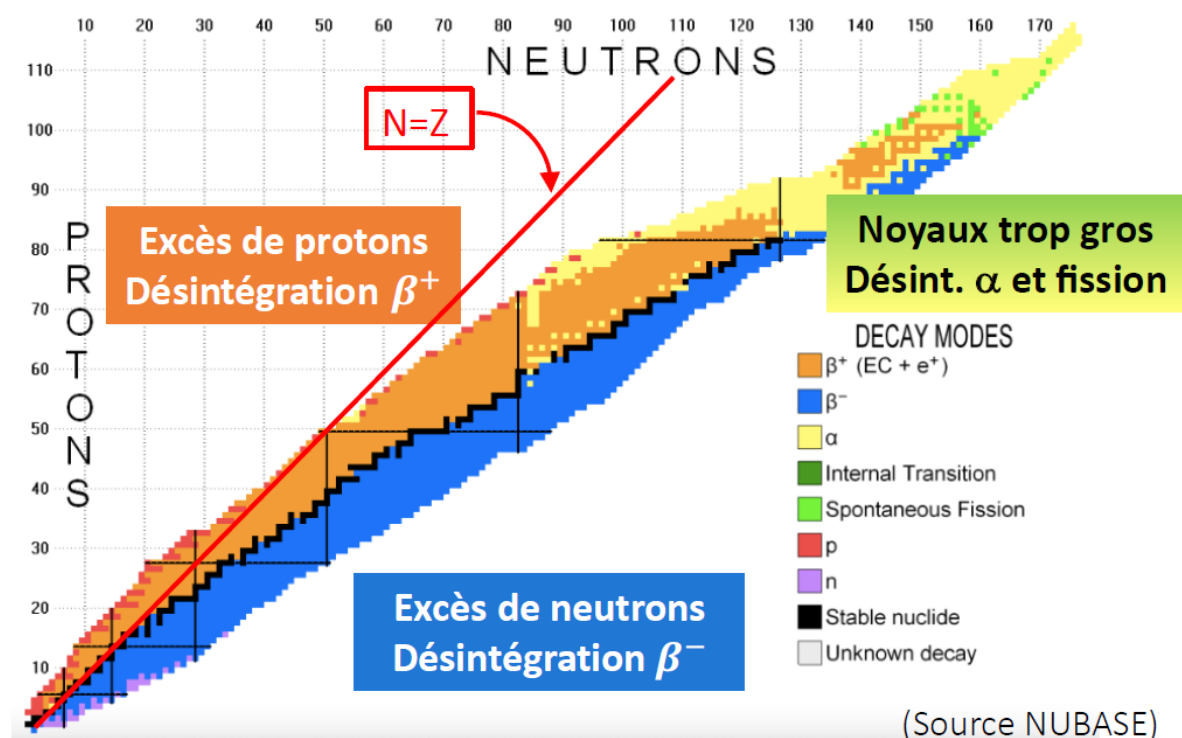


image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

Q1 – Pour contrôler la criticité ($keff=1$) 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 ✓

Explication

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 ✓

Explication

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.

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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.

Explication

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. ✓

Explication

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 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

Explication

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.

Explication

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

Explication

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	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

- 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.

Explication

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

Explication

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 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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 ✓

Explication

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

Explication

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.

Explication

image	<h1>Energie nucléaire de la science à l'industrie</h1>	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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

Explication

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

Explication

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	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

3.1. S3-1 - Le réacteur nucléaire

3.1.1. Supports de cours

3.1.2. Avez-vous bien compris ?

3.2. S3-2 - Le circuit primaire

3.2.1. Supports de cours

3.2.2. Avez-vous bien compris ?

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

3.3.1. Supports de cours

3.3.2. Avez-vous bien compris ?

3.4. S3-4 - Les essais physiques de redémarrage

3.4.1. Supports de cours

3.4.2. Avez-vous bien compris ?

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

3.5.1. Supports de cours

3.5.2. Avez-vous bien compris ?

3.6. Test hebdomadaire 3

3.6.1. Test hebdomadaire

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

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

4.1. S4-1 - Le cycle du combustible

4.1.1. Supports de cours

4.1.2. Avez-vous bien compris ?

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

4.2.1. Supports de cours

4.2.2. Avez-vous bien compris ?

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

4.3.1. Supports de cours

4.3.2. Avez-vous bien compris ?

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

4.4.1. Supports de cours

4.4.2. Avez-vous bien compris ?

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

4.5.1. Supports de cours

4.5.2. Avez-vous bien compris ?

4.6. Test hebdomadaire 4

4.6.1. Test hebdomadaire

5. S5 - Interaction rayt-matière, sureté et radioprotection

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

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

5.1.1. Supports de cours

5.1.2. Avez-vous bien compris ?

5.2. S5-2 – Radioprotection

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

6.1. S6-1 - Les réacteurs nucléaires du futur

6.1.1. Supports de cours

6.1.2. Avez-vous bien compris ?

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

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 ?

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

image	Energie nucléaire de la science à l'industrie	Réalisé le 19-11-2025
Domaine		Modifié le 19-11-2025 17:03
Sous domaine		Nombre de pages 43
		Nombre de mots 3709

8. Links

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