

La radioactivité

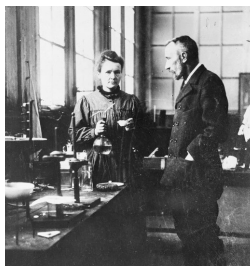
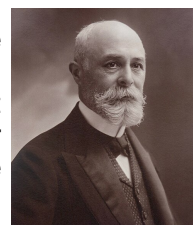
Une découverte, une théorie, des applications.

CAPACITÉS ATTENDUES (PROGRAMME OFFICIEL)

- Situer, sur une frise chronologique, les grandes étapes de la découverte de la radioactivité.
- Décrire le phénomène de radioactivité et distinguer les rayonnements alpha, bêta et gamma.
- Écrire l'équation d'une désintégration nucléaire et vérifier les lois de conservation (A, Z).
- Identifier des applications de la radioactivité en médecine, dans l'industrie et dans la recherche.
- Argumenter, à partir de faits scientifiques, sur les bénéfices et les risques liés à son usage.

Une découverte historique

En 1896, le physicien français Henri Becquerel range un échantillon de minéral d'uranium dans un tiroir, à proximité de plaques photographiques enveloppées de papier noir. En développant ces plaques restées pourtant à l'abri de la lumière, il découvre des silhouettes noires qui reproduisent la forme du minéral. Il en conclut que l'uranium émet spontanément un rayonnement invisible, capable de traverser le papier noir : il parle alors de « rayons uraniques ». Cette observation, faite presque par hasard, marque le point de départ de l'étude de la radioactivité.



Dès 1897, Marie et Pierre Curie s'intéressent à ces rayonnements encore mal compris. Ils entreprennent le traitement chimique de plusieurs tonnes de pechblende, un minéral riche en uranium, afin d'en extraire les substances responsables du phénomène. Ce travail, long et physiquement éprouvant, aboutit en 1898 à l'isolement de deux éléments chimiques radioactifs jusque-là inconnus : le polonium, nommé en hommage à la Pologne natale de Marie Curie, et le radium, du latin radius (« rayon »). C'est Marie Curie qui, la première, décrit ce phénomène comme une propriété intrinsèque de l'atome et

lui donne le nom de radioactivité.

En 1903, le prix Nobel de physique récompense conjointement Marie Curie, Pierre Curie et Henri Becquerel pour la découverte de la radioactivité. Marie Curie reçoit, seule cette fois, le prix Nobel de chimie en 1911 pour la détermination de la masse atomique du radium. Elle demeure à ce jour la seule personne à avoir obtenu un prix Nobel dans deux disciplines scientifiques différentes.

1. À quelle occasion Henri Becquerel a-t-il fait sa découverte en 1896 ? Que pensait-il avoir découvert ?
2. Quel minéral Marie et Pierre Curie ont-ils traité pour isoler de nouveaux éléments ? Pourquoi ce travail peut-il être qualifié de « considérable » ?
3. D'où viennent les noms « polonium » et « radium » ? Que révèle ce choix sur la démarche des Curie ?
4. Relevez les deux prix Nobel obtenus par Marie Curie. Pour quelles raisons lui ont-ils été attribués ?

Comprendre la radioactivité

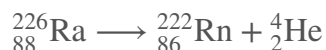
La radioactivité est la capacité de certains noyaux atomiques instables à se désintégrer spontanément et irréversiblement en d'autres noyaux, en une ou plusieurs étapes, en émettant un rayonnement. Cette transformation se poursuit jusqu'à l'obtention d'un noyau stable.

Trois types de rayonnements sont associés à la radioactivité : les rayonnements alpha (α), bêta (β) et gamma (γ). La radioactivité alpha correspond à l'émission d'un noyau d'hélium, la radioactivité bêta à l'émission d'un électron, et la radioactivité gamma à l'émission d'un photon très énergétique.

Environ soixante éléments naturels possèdent des noyaux radioactifs, présents sur Terre depuis sa formation il y a environ 4,5 milliards d'années. Certains se sont entièrement désintégrés depuis ; d'autres continuent de le faire aujourd'hui, comme l'uranium 238 (croûte terrestre), le potassium 40 (lait, poisson) ou le carbone 14 (atmosphère). Les doses émises par cette radioactivité naturelle restent, dans l'immense majorité des cas, extrêmement faibles et sans danger.

Entre 1871 et 1937, le physicien néo-zélandais Ernest Rutherford bombarde une fine feuille d'or avec un faisceau de particules alpha (des noyaux d'hélium). La grande majorité des particules traverse la feuille sans dévier, mais quelques-unes rebondissent fortement. Rutherford en déduit que l'atome est constitué d'un noyau central très petit et chargé positivement, entouré d'un vaste espace presque vide. Cette expérience, rendue possible par l'usage d'un rayonnement radioactif, bouleverse la représentation de l'atome au début du XX^e siècle.

Prenons l'exemple du radium : sa désintégration nucléaire peut être représentée par l'équation ci-dessous, où le noyau de radium se désintègre en un noyau de radon en émettant un noyau d'hélium (particule α).



1. Donnez, avec vos propres mots, une définition de la radioactivité.
2. Complétez le tableau des rayonnements ci-dessous, à partir du texte.
3. Citez trois éléments radioactifs naturels mentionnés dans le texte et indiquez où on les trouve.
4. Dans l'équation de désintégration du radium ci-dessus, vérifiez que le nombre de masse (A) et le numéro atomique (Z) sont conservés. Détaillez votre calcul.
5. Quelle expérience Rutherford a-t-il menée, et qu'a-t-elle permis de découvrir sur la structure de l'atome ?
6. Compléter le tableau.

Type de rayonnement	Particule émise	Exemple / remarque
Alpha (α)		
Bêta (β)		
Gamma (γ)		

Applications et effets de la radioactivité

Au-delà de la physique, la radioactivité a ouvert des voies nouvelles en chimie, en biologie et en médecine. Dès 1901, les rayonnements du radium sont utilisés pour traiter certains cancers : c'est la naissance de la radiothérapie, toujours pratiquée aujourd'hui. Dans les années 1930 se développe la radiobiologie, qui étudie l'effet des rayonnements sur le fonctionnement cellulaire. À la fin des années 1950 apparaît l'imagerie médicale moderne, qui permet d'observer les organes internes avec une précision inédite, par exemple lors d'une tomographie cérébrale, où l'injection d'une faible quantité de substance radioactive permet de visualiser l'activité du cerveau.

La radioactivité trouve aussi des usages industriels, comme la stérilisation des aliments, la production d'électricité, et, de façon plus controversée, l'armement, ainsi qu'environnementaux, où des traceurs radioactifs permettent de suivre des mouvements d'air ou d'eau. En recherche, elle est enfin un outil de datation précieux en archéologie et en géologie.

Une exposition trop importante à la radioactivité peut provoquer des effets immédiats (brûlures, lésions) ou des effets retardés, décelés seulement après plusieurs années (stérilité, mutations génétiques, cancers). Marie Curie et sa fille Irène Joliot-Curie, qui manipulèrent le radium à fortes doses sans protection adaptée, moururent toutes deux d'une leucémie liée à cette exposition prolongée.

1. Citez trois domaines d'application de la radioactivité évoqués dans le texte (hors médecine).
2. Distinguez un effet néfaste immédiat et un effet néfaste retardé de la radioactivité.
3. En quoi le destin de Marie Curie et d'Irène Joliot-Curie illustre-t-il le double visage — bénéfique et dangereux — de la radioactivité ?
4. Expliquez, en une ou deux phrases, le principe d'un examen tel que la tomographie cérébrale.

Synthèse

1. Frise chronologique

À partir des trois textes, construisez une frise chronologique des grandes dates de l'histoire de la radioactivité (1896, 1897-1898, 1901, 1903, 1911, années 1930, fin des années 1950), en indiquant pour chaque date l'événement et son auteur

2. Schéma de synthèse

Réalisez une carte mentale organisant les trois types de rayonnements, leurs origines (naturelles et artificielles) ainsi que leurs principales applications et risques.