

Appendices

Biographie et explications



Retrouvez dans ces pages
les grandes étapes de la vie de
Marie Curie retracées sur la ligne
temporelle du plateau de jeu
ainsi que des explications
sur la radioactivité.





Biographie de Marie Curie

« Premier principe : ne jamais se laisser abattre par des personnes ou par des événements. »

Marie Curie



Marie Curie, portrait pour le Prix Nobel en 1903. (Fondation Nobel, domaine public)

Marie Curie, née Maria Salomea Skłodowska, est une scientifique au destin exceptionnel qui s'est battue toute sa vie pour pouvoir mener à bien ses expériences et se faire une place dans un milieu à l'époque réservé aux hommes. Sa vie est un parcours de combattante et ses travaux ont changé la face du monde. Voici son histoire.

1867 - Naissance

Maria Salomea Skłodowska naît le 7 novembre 1867 à Varsovie, dans une partie de la Pologne alors

sous domination russe, où la langue polonaise est proscrite. Elle est issue d'une famille noble, patriote et cultivée, avec un père professeur de physique et de mathématiques et une mère institutrice. Ces derniers n'hésitent pas à mettre leurs enfants dans des écoles où ils peuvent étudier le polonais clandestinement.



Maria et ses sœurs Bronia et Helena avec leur père Wladyslaw Skłodowski (Auteur inconnu, domaine public)

1883 - Médaille d'or scolaire

Suite aux décès de sa mère et de sa sœur aînée emportées par la maladie, Maria se réfugie dans les études où elle excelle. Pour son diplôme d'études secondaires, elle obtient la médaille d'or. Elle ne peut toutefois pas poursuivre ses études puisque les universités sont interdites aux femmes dans son pays. Maria et sa sœur Bronia passent alors un pacte : toutes deux iront étudier à Paris. Alors que sa sœur Bronia part la première étudier la médecine, Maria reste à Varsovie pour

travailler en tant que gouvernante afin de subvenir à leurs besoins et d'économiser pour ses futures études.



Marie Skłodowska en 1888 (Photothèque Hachette Livre)

« La vie n'est facile pour aucun de nous. Mais quoi, il faut avoir de la persévérance, et surtout de la confiance en soi. Il faut croire que l'on est doué pour quelque chose, et que, cette chose, il faut l'atteindre coûte que coûte. »

Marie Curie

1891 - Arrivée à Paris

En novembre 1891, Maria arrive enfin à Paris à 24 ans et s'inscrit à l'université de la Sorbonne pour poursuivre ses études, comme elle le souhaitait.



1893 - Licence en Sciences Physiques

Très travailleuse, Maria obtient sa licence de Sciences Physiques avec la mention Très Bien et finit première de sa promotion. À l'époque, il n'y avait qu'environ 3% de femmes au sein de la faculté des sciences de la Sorbonne.

« Dans la vie, rien n'est à craindre, tout est à comprendre. »

Marie Curie



1894 - Rencontre avec Pierre Curie

Alors qu'elle travaille sur les propriétés magnétiques de différents aciers dans des conditions un peu spartiates, Maria rencontre Pierre Curie, physicien reconnu pour ses travaux sur le magnétisme et la piézoélectricité, également professeur à l'École municipale de physique et de chimie industrielles de Paris. Ils se mettent à collaborer et cette rencontre change le cours de leur vie. Cette année-là, Maria obtient également une licence de sciences mathématiques et termine seconde de sa promotion.

« Vous ne pouvez pas imaginer un monde meilleur sans y améliorer les individus. »

Marie Curie

1895 - Mariage avec Pierre Curie

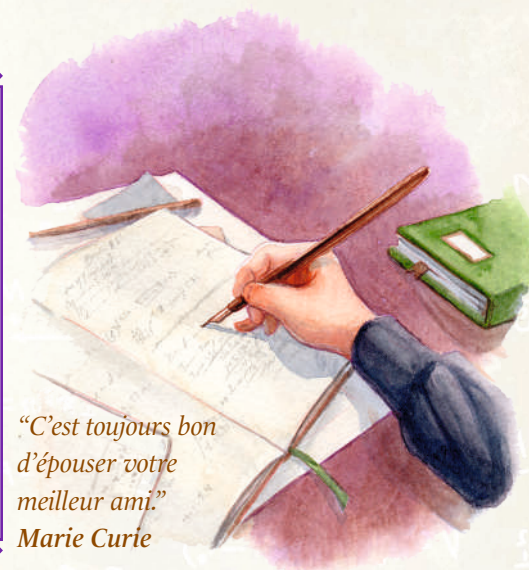


Maria décide de rentrer dans son pays natal afin de retrouver sa famille et enseigner comme elle l'a toujours souhaité. Pierre Curie, épris de la jeune femme, lui demande de revenir et de devenir sa femme. Le couple se marie à Sceaux le 26 juillet 1895. Elle devient alors Marie Curie.

« Quand tu recevras cette lettre, ta Maria aura changé de nom. Lorsque tu recevras cette lettre, écris- moi : Madame Curie. Ecole de Physique et de Chimie, 42, rue Lhomond. C'est ainsi que je vais m'appeler désormais. »
Marie Curie à son amie Kazia



Pierre et Marie Curie à leur mariage en 1895
(Photothèque Hachette Livre)



“C'est toujours bon d'épouser votre meilleur ami.”
Marie Curie

1896 - Première à l'agrégation

Marie Curie arrive première à l'agrégation pour enseigner les mathématiques. Elle décide cependant de poursuivre ses études avec une thèse de doctorat.



1897 - Thèse de Physique

Le 12 septembre 1897, Marie Curie donne naissance à sa première fille Irène.

La même année, elle soutient sa thèse de doctorat en physique sur les « rayons uraniques » découverts par Henri Becquerel en 1896. Ce dernier, en effectuant des recherches sur la fluorescence des sels d'uranium, avait conclu que l'uranium émettait spontanément des rayonnements. Grâce à un instrument élaboré par son mari Pierre et son beau-frère Jacques Curie (le quartz piézo-électrique), elle obtient des résultats surprenants laissant penser que les minerais d'uranium contiennent un élément inconnu, hautement plus actif que l'uranium. C'est le début d'une recherche qui va changer le monde.

« Je suis de ceux qui pensent que la science est d'une grande beauté.

Un scientifique dans son laboratoire est non seulement un technicien : il est aussi un enfant placé devant des phénomènes naturels qui l'impressionnent comme des contes de fées. »
Marie Curie



1898 - Découverte du Polonium et du Radium

Pierre Curie laisse de côté ses recherches et rejoint Marie Curie dans son étude des rayonnements.

Grâce à la générosité du Baron Henri de Rothschild, ils font venir de Bohème quelques tonnes de pechblende, le principal minerai d'uranium.

En raffinant ce minerai, ils parviennent à isoler non pas un, mais deux éléments nouveaux, présents

en très faible quantité : le polonium (ainsi nommé en hommage à la Pologne) le 18 juillet ; le radium le 26 décembre 1898.

Le rayonnement spontané de ces éléments - leur radioactivité selon le terme inventé par Marie Curie - est de même nature que celui de l'uranium mais en beaucoup plus intense. Le polonium serait, par exemple, 400 fois plus « radioactif » que l'uranium.

1902 - Obtention d'un décigramme de chlorure de radium pur

Pierre et Marie Curie ne ménagent pas leurs efforts et travaillent sans relâche malgré des conditions de travail difficiles et un confort sommaire.

Après avoir traité plusieurs tonnes de minerais d'uranium, ils parviennent enfin à obtenir un décigramme de chlorure de radium, ce qui leur permet de mesurer le poids atomique du radium et d'identifier la position de cet élément dans le tableau périodique de Mendeleïev (tableau



permettant la classification des éléments chimiques).

Alors qu'ils ont à peine assez d'argent pour se fournir en minerais d'uranium, Marie et Pierre Curie refusent de déposer un brevet pour tirer profit de leurs découvertes. Au contraire, ils rendent leurs recherches accessibles au plus grand nombre - chercheurs et industriels - considérant que cela peut être une avancée majeure pour l'humanité.

« Le radium ne doit enrichir personne.

C'est un élément. Il appartient à tout le monde. »

Marie Curie

1903 - Prix Nobel de Physique

En 1903, Marie Curie soutient sa thèse de doctorat en physique sur les substances radioactives rares devant la Faculté des Sciences de



l'université de Paris et obtient la mention « très honorable ». La même année, elle obtient conjointement avec Pierre Curie et Henri Becquerel le prix Nobel de Physique pour leur découverte de la radioactivité naturelle. Elle devient la première femme à recevoir un prix Nobel.

Dans les archives du comité Nobel, on découvre que la proposition transmise par l'Académie des sciences française ne contenait que les noms d'Henri Becquerel et de Pierre Curie. Un académicien suédois l'aurait su et aurait prévenu Pierre Curie qui

serait intervenu afin que le nom de Marie soit ajouté.

En plus du prix Nobel, Marie Curie partage avec son mari la Médaille Davy, distinction scientifique décernée par la Royal Society of London (équivalent britannique de l'Académie des sciences), pour leurs travaux sur le radium. Elle est à nouveau la première femme à l'obtenir.

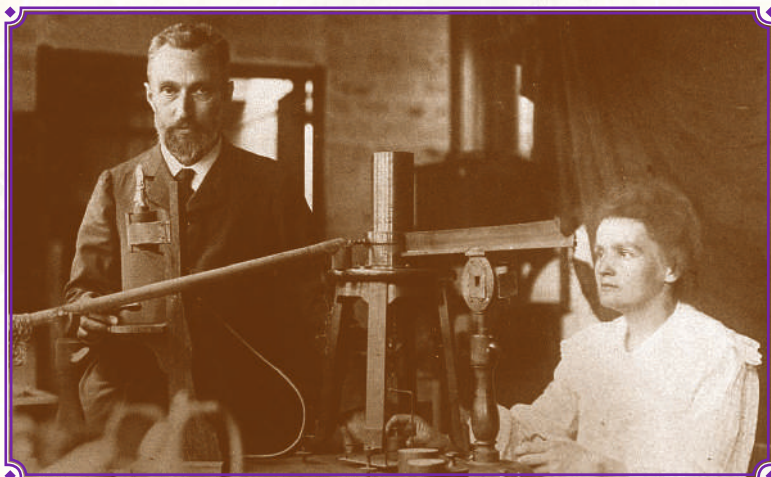
Lorsqu'un journaliste lui demanda un jour : « Quel effet cela fait-il d'être mariée à un grand savant ? ».

Elle répondit : « Vous n'avez qu'à demander à mon mari. »



1904 - *Le Radium à la mode*

En octobre 1904, Pierre Curie est nommé professeur titulaire d'une nouvelle chaire de physique à la Sorbonne. Ce poste s'accompagne d'un petit laboratoire dans une annexe de l'université, dont Marie Curie est nommée chef de travaux.



Pierre et Marie Curie dans leur laboratoire vers 1904. (Auteur inconnu, domaine public)

Le 6 décembre 1904, Marie donne naissance à la seconde fille du couple, Eve.

Alors que le radium avait été utilisé dans le cadre d'essais cliniques pour des traitements des maladies graves, comme des cancers, la croyance selon laquelle une exposition à faible dose pourrait être bénéfique pour la santé se répand. Le radium devient alors une mode dans le monde entier, considéré comme une nouvelle potion magique pouvant guérir tous les maux. Cela se traduit par le développement d'une industrie associée, pour son extraction mais aussi pour son utilisation dans différents secteurs. À cette époque, on peut acheter des allumettes au radium, des crèmes rajeunissantes, des cigarettes, des dentifrices, du talc pour nourrissons ou encore des fontaines à radium pour y boire de l'eau radioactive...

En France, la société Tho-Radia vendait en pharmacie une crème de beauté à base de radium, prescrite par un certain docteur Alfred Curie n'ayant jamais existé. Contenant des petites quantités de radium, elle était censée effacer les rides du visage. Son slogan : « La science a créé Tho-Radia pour embellir les femmes. À elles d'en profiter. Reste laide qui veut ! ».

Fort heureusement, un gramme de radium coûtait une fortune à l'époque. La plupart des produits vantant ses vertus n'en contenaient que des toutes petites quantités, probablement inoffensives.



Toutefois, dans les années 1920, la mise sur le marché de prétendus remèdes contenant du radium fit de nombreuses victimes, notamment aux États-Unis. Le cas le plus notoire est celui d'Eben Byers, magnat de l'acier mort irradié en 1932 après avoir perdu sa mâchoire. Il avait bu, entre 1927 et 1930, près de 1400 fioles de Radithor, eau contenant des sels de radium, présenté comme remède miracle aux propriétés énergisantes.

Une prise de conscience sur les dangers du radium commence à s'opérer mais il faudra attendre 1937 pour qu'il soit interdit pour des utilisations non-médicales. Il reste utilisé jusqu'à la fin des années 1950 pour ses propriétés de photoluminescence avant d'être finalement abandonné et remplacé par d'autres éléments en radiothérapie.



Marie Curie dans son laboratoire de l'École de Physique et de Chimie vers 1905. (Photothèque Hachette Livre)



1906 - Professeure à la Sorbonne

Le 19 avril 1906, Pierre Curie meurt accidentellement, renversé par un attelage de chevaux. Très affectée par ce décès, Marie Curie, désormais veuve avec deux enfants à charge, continue, malgré tout, ses travaux grâce au soutien de ses proches.



Elle remplace son mari à la chaire de physique. Le 5 novembre 1906, sa première leçon est suivie par de nombreux journalistes, artistes, personnalités politiques et femmes du monde.

« Le Journal » écrit dans ses pages :

« C'est [...] une grande victoire féministe que nous célébrons en ce jour. Car, si la femme est admise à donner l'enseignement supérieur aux étudiants des deux sexes, où sera désormais la prétendue supériorité de l'homme mâle ? En vérité, je vous le dis : le temps est proche où les femmes deviendront des êtres humains. »

Marie Curie est nommée professeure titulaire de la chaire, désormais intitulée « physique générale et radioactivité », le 16 novembre 1908. Elle devient ainsi la première femme professeure à la Sorbonne et dans toutes les universités de France.



1910 - Extraction d'un gramme de Radium pur



Marie Curie parvient à isoler un gramme de radium sous forme de métal pur et publie le *Traité de radioactivité*, ouvrage fondateur de cette nouvelle science. Il lui faut en moyenne 3 tonnes de pechblende pour obtenir un gramme de radium.

1911 - Prix Nobel de Chimie

Marie Curie reçoit le prix Nobel de Chimie attribué par l'Académie des sciences de Stockholm pour ses travaux sur le radium et le polonium. Elle donne un discours dans lequel

elle rappelle toute l'importance de Pierre Curie dans ses résultats, tout comme il l'avait fait pour elle, lors de son discours du premier prix Nobel.

« Le travail chimique qui avait pour but d'isoler le radium à l'état de sel pur et de le caractériser comme un élément nouveau a été effectué spécialement par moi, mais se trouve intimement lié à l'œuvre commune. »

Marie Curie

Marie Curie est non seulement la première femme à avoir obtenu le prix Nobel, la seule femme à en avoir reçu deux mais aussi la seule personne à avoir été récompensée dans deux domaines scientifiques distincts (Physique et Chimie).



Marie Curie s'implique ensuite dans la création de l'Institut du radium, centre de recherche en physique et chimie au numéro 1 de la nouvelle rue Pierre Curie (rebaptisée en 1967 rue Pierre et Marie Curie), dans le 5^e arrondissement de Paris. Au sein de l'Institut du radium cohabitent deux laboratoires : le laboratoire de physique et de chimie de Marie Curie et le laboratoire de biologie du docteur Claudius Regaud, axé sur la radiothérapie et les recherches de thérapie contre le cancer. La construction de l'institut s'achève en 1914 à la veille de la guerre.



1914 - Sur le front de guerre

Le début de la Première Guerre mondiale implique la fermeture temporaire de l'Institut du radium inauguré en juillet. Marie Curie se mobilise et décide de mettre ses connaissances au service des blessés. Elle donne une partie de ses économies, dont l'argent de son second Prix Nobel pour soutenir l'effort de guerre. Elle va même jusqu'à donner à fondre ses médailles d'or de prix Nobel à la banque de France, ce que le

fonctionnaire refusera de faire.

Avec l'aide de la Croix Rouge, elle participe à la conception de dix-huit unités chirurgicales mobiles. Ces véhicules de radiologie (surnommées plus tard les « P'tites Curies »), pouvaient se rendre très près des champs de bataille et permettaient de localiser précisément les éclats d'obus ou les balles afin de faciliter les opérations chirurgicales.

On estime que ces équipements ont sauvé la vie d'un million de soldats. Marie Curie contribue également à la formation de jeunes femmes à la radiologie pour aider les chirurgiens du front. Elle part régulièrement sur le terrain réaliser des radiographies, tout comme sa fille Irène qui, à 17 ans, devient infirmière de la Croix-Rouge.

1921 - Voyage aux États-Unis

Après la guerre, les recherches à l'Institut du radium peinent à reprendre par manque de moyens dans un pays ruiné, en pleine reconstruction. Marie Curie reçoit l'aide d'une bienfaitrice et journaliste américaine, Mrs Meloney. Cette dernière, fascinée par Marie Curie, organise une levée de fonds auprès des femmes américaines pour lui permettre d'acheter un gramme de radium à l'usine de Pittsburgh, où sont appliqués de manière industrielle les procédés qu'elle a elle-même développés. Marie Curie fait le voyage aux États-Unis, accompagnée de ses deux filles, pour y recevoir un gramme de radium des mains du Président américain Warren Harding à la Maison Blanche, mais aussi de nombreux instruments et d'importantes sommes d'argent. Ce voyage a un retentissement considérable.



La Fondation Curie, créée par les deux dirigeants de l'Institut du radium (Marie Curie et Claudius Regaud) un an plus tôt en 1920, se développe afin de financer les travaux de recherches et permettre l'application des découvertes sur la radioactivité dans le traitement contre les cancers.

« J'ai appris que la voie du progrès n'était ni rapide ni facile. »

Marie Curie

1925 - Retrouvailles avec Albert Einstein

C'est à Genève que Marie Curie retrouve Albert Einstein avec qui elle s'est engagée dans la Commission internationale de coopération intellectuelle créée par la Société des Nations (ancêtre



de l'ONU), pour la science et pour la paix. Ils s'étaient rencontrés pour la première fois en 1911 lors du congrès Solvay à Bruxelles, réunissant les plus grands scientifiques du monde dans le domaine de la physique. Parmi les 24 invités, Marie Curie était la seule femme. En 1927, lors du 5^e congrès Solvay, le plus connu, Marie Curie est toujours la seule femme parmi les vingt-neuf personnalités. Par ailleurs, dix-sept de ces scientifiques avaient obtenu ou allaient obtenir un prix Nobel.

1934 - Décès de Marie Curie



Le 4 juillet 1934 à Passy, Marie Curie décède à 66 ans des suites d'une anémie aplasique, sorte de leucémie provoquée par une exposition prolongée aux radiations au cours de toutes ces années de recherches. En outre, Marie Curie conservait également sur sa table de nuit un échantillon de radium en guise de veilleuse.

1995 - Transfert au Panthéon

Le 20 avril 1995, ses cendres, ainsi que celles de son mari, sont transférées dans des cercueils recouverts de plomb (pour bloquer les émissions radioactives) au Panthéon à Paris, sur décision du Président François Mitterrand, à quelques mètres de son ancien atelier, devenu le Musée Marie Curie.

Elle est la première femme à rentrer au Panthéon pour son propre mérite.

Ses enfants, son héritage

Irène Curie est née le 12 septembre 1897. Chimiste et physicienne comme sa mère, Irène Joliot-Curie, a reçu en 1935, le Prix Nobel de Chimie, conjointement avec son mari Frédéric Joliot-Curie, pour leurs découvertes de la radioactivité artificielle en synthétisant artificiellement de nouveaux éléments radioactifs. Tous deux décèdent de maladies imputées à une surexposition aux radiations.

Eve Curie est née le 6 décembre 1904. Elle écrira une biographie reconnue de sa mère intitulée « Madame Curie », publiée en 1938. Elle épousera Henry Labouisse qui recevra en 1965 le prix Nobel de la paix en sa qualité de directeur de l'UNICEF (Association des Nations Unies de défense des droits de l'enfance).



Marie Curie et ses filles, Irène et Eve, lors de leur voyage aux Etats-Unis en 1921.
(Auteur inconnu, domaine public)

Son laboratoire devenu Musée

Situé au 1 rue Pierre et Marie Curie dans le 5^e arrondissement de Paris, dans les locaux historiques de l'Institut du Radium, le Musée Curie retrace les grandes étapes de la découverte de la radioactivité grâce à une riche collection d'objets, documents et archives de l'époque. Vous pouvez visiter le laboratoire et le bureau de Marie Curie (reconstitué et décontaminé depuis), qui fut également celui d'Irène et Frédéric Joliot-Curie. Il vous sera néanmoins impossible de consulter les carnets de laboratoire de Marie Curie, qui sont toujours radioactifs à ce jour et conservés à la Bibliothèque nationale de France avec toutes les précautions d'usage.

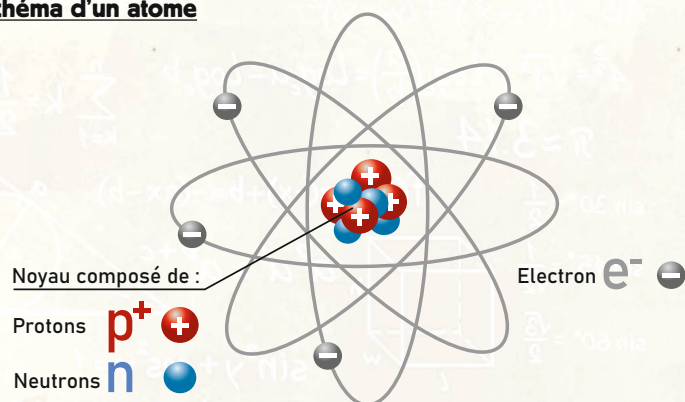


Comprendre la radioactivité

En quoi consiste la radioactivité naturelle ?

Toute matière qui nous entoure est constituée d'atomes. Ces atomes sont eux-mêmes constitués d'un noyau autour duquel gravitent des électrons.

Schéma d'un atome



Certains de ces atomes sont dits « instables » car ils contiennent trop d'énergie dans leurs noyaux. Pour revenir vers un état stable, les noyaux se transforment naturellement en d'autres noyaux. Cette transformation aléatoire, spontanée et irréversible (appelée désintégration) libère de l'énergie sous forme de rayonnements : c'est ce qu'on appelle la radioactivité.

Ces atomes radioactifs naturels sont présents sur notre Terre depuis la nuit des temps : dans l'atmosphère (carbone 14, radon 222), la croûte terrestre (uranium 238, uranium 235, radium 226) et notre alimentation (potassium 40). Nous sommes donc entourés par la radioactivité.

Des exemples de teneurs radioactives naturelles (Source CEA)

(Le Becquerel : nombre de désintégrations de noyaux radioactifs par seconde)

- Le granite : 1 000 becquerels par kg.
- Le corps humain : un individu de 70 kg a une activité de l'ordre de 8 000 becquerels dont environ 5 000 dus au potassium 40 (présent dans les muscles).
- L'eau de mer : 10 becquerels par litre.

La radioactivité expliquée à nos enfants

La radioactivité, c'est un peu comme une énergie invisible qui vient des petites parties qui composent tout ce qui nous entoure, comme les roches, l'air et même notre corps. Ces petites parties s'appellent des atomes. Parfois, certains atomes sont un peu trop pleins d'énergie et veulent se calmer. Quand ils le font, ils se changent en quelque chose d'autre et libèrent une sorte de lumière invisible qu'on ne peut pas voir ou sentir, mais qui est très puissante. Cette lumière invisible peut traverser presque tout !

Il y a très très longtemps, des scientifiques très curieux comme Marie et Pierre Curie, ainsi que Henri Becquerel, ont découvert ce phénomène invisible. Ils ont même trouvé de nouveaux types d'atomes qui faisaient beaucoup de cette lumière invisible. Pour leurs découvertes, ils ont reçu un prix très important appelé le Prix Nobel.

Il existe deux types de radioactivité. Le premier type vient de la nature, de certains atomes trouvés dans les roches et partout sur Terre. Le deuxième type est créé par les humains, dans des laboratoires, pour aider dans plein de choses, comme la médecine pour soigner les gens, ou dans l'industrie pour fabriquer des choses plus solides ou plus sûres.

En effet, les gens ont trouvé beaucoup d'utilisations pour cette force invisible. Par exemple, elle peut aider à fabriquer de l'électricité, rendre nos aliments plus sûrs à manger en tuant les germes, et même aider les docteurs à voir à l'intérieur de notre corps pour trouver et soigner des maladies. Les scientifiques peuvent aussi l'utiliser pour comprendre l'âge très ancien des roches ou des fossiles.

Mais, comme toute chose puissante, il faut être très prudent. La radioactivité peut être dangereuse si on ne la gère pas bien. C'est pourquoi les gens qui travaillent avec elle portent des protections spéciales et suivent des règles très strictes pour s'assurer que tout le monde reste en sécurité.

Donc, même si nous ne pouvons pas voir ou sentir la radioactivité, elle a beaucoup d'effets sur notre monde, en aidant les gens de plusieurs manières, mais en nécessitant aussi beaucoup de prudence pour être utilisée correctement.

Pour l'anecdote, la banane, aliment riche en potassium (dont le potassium 40 radioactif) émet naturellement de la radioactivité (130 becquerels par kg). Cette radioactivité est suffisante pour être détectée par les portiques de sécurité aux États-Unis. Nul besoin d'arrêter d'en consommer, sa radioactivité naturelle n'est pas dangereuse pour la santé.

Et la radioactivité artificielle ?

La radioactivité artificielle consiste à créer des atomes radioactifs au moyen d'un accélérateur de particules ou d'un réacteur nucléaire. Les utilisations de certains de ces atomes créés artificiellement sont nombreuses (voir ci-dessous). D'autres, créés lors du fonctionnement de réacteurs nucléaires sont des déchets nucléaires dont l'homme ne fait rien. Ils doivent être stockés précautionneusement et isolés de tout contact avec l'homme.

Quelles sont les applications de la radioactivité de nos jours ?

Les applications des découvertes sur la radioactivité naturelle et artificielle dans nos vies de tous les jours sont nombreuses. En voici une liste non exhaustive.

 **L'énergie**, avec la production d'électricité grâce à une centrale nucléaire. La fission des atomes d'uranium produit de la chaleur qui transforme alors de l'eau en vapeur et met en mouvement une turbine reliée à un alternateur qui produit de l'électricité.



 **L'industrie**, avec la production de matériaux plus résistants et plus légers en modifiant leur structure grâce aux rayonnements. Par

exemple, en imprégnant le bois d'une résine irradiée, on obtient un nouveau matériau, le bois densifié. Cette méthode, rendant le bois plus dur et plus résistant aux insectes et autres moisissures est, par exemple, utilisée pour le parquet de la Grande Galerie du Muséum national d'Histoire naturelle à Paris.

 **Le bâtiment**, où la mesure de l'absorption des rayonnements permet de mesurer l'épaisseur et la densité d'une structure et par exemple de trouver des défauts.

 **En agriculture et dans l'industrie alimentaire**, avec l'irradiation des aliments pour les assainir en réduisant le nombre de micro-organismes et d'insectes mais aussi améliorer la durée de conservation. Environ 20 000 tonnes de produits destinés à l'alimentation sont stérilisées chaque année en France par irradiation, touchant uniquement les atomes et molécules, sans risque pour la santé.

 **En médecine**, la radioactivité a permis de nombreuses applications, comme l'imagerie, le scanner, la curiethérapie et la radiothérapie (lutte contre le cancer) ou encore la stérilisation des matériels médicaux.



Photo : tomographie du cerveau

La radioactivité a en effet contribué à améliorer les diagnostics et dépistages des maladies comme le cancer en introduisant des isotopes radioactifs afin de produire une image médicale grâce à la détection des rayonnements.

Parmi les traitements utilisant la radioactivité, la technique de la curiethérapie consiste à introduire une source radioactive forte au contact ou à l'intérieur même de la tumeur cancéreuse pour l'irradier et la détruire, sans trop abîmer les zones saines périphériques. Lorsque cela n'est pas possible, les médecins ont recours à la radiothérapie externe. La source de rayonnements irradie la tumeur depuis l'extérieur de l'organisme.

 **En science**, avec notamment le système de datation par le carbone 14 (atome présent dans toute matière organique)

permettant d'estimer l'âge d'échantillons à base de carbone (fossile, charbon, bois, pigments, matière organique, tissu,...) datant de 500 à 70 000 ans environ et s'appliquant à de nombreux domaines comme l'archéologie, la géologie, par exemple.

Comment déterminer l'âge d'un fossile ?



Le carbone est un élément très répandu dans notre environnement, notamment présent dans la molécule de CO_2 dans l'atmosphère. Ce carbone est constitué principalement de carbone 12 (élément stable) mais aussi d'une petite proportion assez constante de carbone 14 radioactif. Ce CO_2 est assimilé par les organismes vivants tout au long de leur vie grâce aux échanges (respiration, alimentation, photosynthèse).

En mourant, ils arrêtent d'en assimiler. La quantité de carbone 14 diminue alors au fil du temps de façon spontanée, naturelle et régulière en se désintégrant. La quantité de carbone 12, elle, reste constante. Moins il reste de carbone 14 dans le fossile, plus la mort est ancienne. La période radioactive du carbone 14 (temps nécessaire pour que la moitié des atomes se désintègrent naturellement) est connue et est d'environ 5 730 ans. Ainsi, la mesure du rapport carbone 14 / carbone 12 permet de dater la mort.

Dans le domaine des arts, on peut faire des radios d'objets denses et comprendre notamment la structure des statues pour situer les inserts métalliques et cavités. Cette information est indispensable avant de les déplacer pour éviter tout dommage.

La radioactivité est également utilisée dans la conservation et la restauration des œuvres, notamment des objets en matériaux organiques (bois, cuir, fibres) : en 1977, la momie de Ramsès II a été

sauvée de ses larves et champignons par irradiation.

Les sources radioactives servent aussi à l'analyse des peintures de tableaux afin de remonter à la composition des pigments utilisés par l'artiste, expertiser des œuvres, et détecter des copies de faussaires.

Photo : Momie de Ramsès II conservée au musée égyptien du Caire



Au niveau militaire, avec l'invention de la bombe nucléaire (aussi appelée bombe atomique), utilisant le principe de la fission nucléaire de l'uranium 235 et du plutonium 239 induisant des réactions en chaîne libérant une immense quantité d'énergies et pouvant entraîner d'énormes explosions.

Le discours de Pierre Curie alors qu'il reçoit le Prix Nobel en 1903 fait un écho incroyable à l'utilisation de la radioactivité quelques années plus tard, notamment dans la conception de ces armes atomiques : « On peut concevoir, dit-il, que dans des mains criminelles le radium puisse devenir très dangereux et l'on peut se demander si l'humanité a davantage à connaître les secrets de la nature. »



Effets de la ligne temporelle



Chaque joueur pioche une tuile Expérience Bécher ou Ballon et la place sur son plateau personnel.



Chaque joueur prend 1 Pechblende dans la réserve et la place dans son erlenmeyer.



Les joueurs qui le souhaitent peuvent dépenser 1 Pechblende pour piocher une tuile Expérience Bécher ou Ballon (une seule fois par joueur). Le cube dépensé est remis dans la réserve.



Les joueurs qui le souhaitent peuvent dépenser 1 Radium pour gagner **1 PV** (une seule fois par joueur). Le cube est remis dans la réserve.



Les joueurs qui possèdent une seule thèse prennent 1 Uranium dans la réserve et le placent dans leur erlenmeyer. Les joueurs qui possèdent deux thèses ou plus prennent 1 Radium.



Remettez en dessous de la pioche les 4 cartes Activité disponibles sur le plateau principal et remplacez-les par les 4 prochaines cartes du haut de la pioche.



Chaque joueur prend 1 Radium dans la réserve et le place dans son erlenmeyer.



Les joueurs qui le souhaitent peuvent dépenser 1 Uranium et 1 Radium pour gagner **1 PV** (une seule fois par joueur). Les cubes dépensés sont remis dans la réserve.



Remettez tous les cubes encore en bas de la tour dans la réserve.



Les joueurs qui le souhaitent peuvent dépenser 1 Pechblende pour prendre une tuile Expérience Bécher ou Ballon de la pioche (une seule fois par joueur). Le cube dépensé est remis dans la réserve.



Les joueurs qui le souhaitent peuvent dépenser 1 Uranium pour prendre 1 Radium de la réserve (une seule fois par joueur). Le cube dépensé est remis dans la réserve.



Les joueurs qui le souhaitent peuvent dépenser 2 Radium pour gagner **1 PV** (une seule fois par joueur). Les cubes dépensés sont remis dans la réserve.



Remettez en dessous de la pioche les 4 cartes Activité disponibles sur le plateau principal et remplacez-les par les 4 prochaines cartes du haut de la pioche.



Les joueurs qui possèdent 1 seule thèse prennent 1 Uranium dans la réserve et le placent dans leur erlenmeyer. Les joueurs qui possèdent exactement 2 thèses prennent 1 Radium. Les joueurs qui possèdent 3 Thèses ou plus gagnent **1 PV**.



La fin de partie est déclenchée. Les joueurs terminent le tour en cours jusqu'au dernier joueur dans l'ordre du tour, de telle sorte que chaque joueur ait pu jouer le même nombre de tours.