

De la radiumthérapie à la curiethérapie

Enseignement scientifique première

Durée 1h – 10 points – Thème « Une longue histoire de la matière »

En décembre 1898, Marie et Pierre Curie découvrent un nouvel élément chimique qu'ils appellent « radium ». Pierre Curie et Henri Becquerel publient en 1901 un article relatant les effets physiologiques du rayonnement du radium.

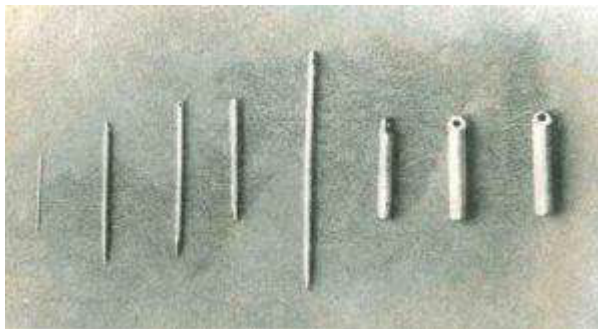
Dans les années 1910, Marie Curie, qui dirige alors l'Institut du Radium développe, avec le Dr. Regaud qui dirige l'Institut Pasteur, la « curiethérapie ». C'est une méthode qui consistait à irradier localement une tumeur cancéreuse en introduisant de fines aiguilles contenant du radium.

L'objectif de l'exercice est de comprendre le principe d'une radiothérapie, la curiethérapie.

Document 1. Les débuts de la curiethérapie

Les médecins avaient très vite compris que les rayonnements ionisants tuaient plus facilement les cellules cancéreuses que les cellules saines, bien qu'ils n'aient pas su pourquoi. Mais il y eut un long chemin à parcourir avant qu'ils ne parviennent à optimiser les doses de ces rayonnements tout en minimisant les risques pour les patients et les opérateurs. À l'âge héroïque, il n'était pas possible de calculer la dose de rayonnement émise et les médecins recouraient le plus souvent à une irradiation massive aux rayons X d'une grande partie du corps pour détruire la tumeur d'un seul coup. Cela entraînait fréquemment la nécrose des tissus sains environnants sans garantir l'absence de récurrence de la tumeur. Pour les tumeurs traitées par radioactivité, on employait des sels de radium, d'abord contenus dans des tubes en verre puis dans des aiguilles en platine, placés contre les tumeurs (ou à l'intérieur) ce qui limitait leur usage aux cancers accessibles de l'extérieur et de petite taille (cancers du sein, de la peau, du col de l'utérus).

Source : d'après www.futura-sciences.com, dossier radioactivité : les pionniers



Aiguilles contenant les sels de radium utilisées en curiethérapie dans les années 1910

Source : <http://www.jeanboudou.fr/blog/la-grande-decouverte-des-curie>

Le radium est un élément radioactif. On estime aujourd'hui sa demi-vie à 1622 ans.

1 – À partir de vos connaissances, expliquer ce qu'est un élément radioactif.

Un élément radioactif est un noyau qui est instable : il peut spontanément se désintégrer en un autre noyau.

2 – Donner la définition de la demi-vie d'un élément radioactif.

La demi-vie d'un élément radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents se soient désintégrés.

3 – À partir de l'exploitation du document 1, indiquer la bonne réponse sur votre copie :

La curiethérapie a été utilisée dès le début du XX^{ème} siècle pour soigner des cancers, car :

3a. Les rayonnements produits empêchent les récurrences de la tumeur.

3b. Les rayonnements produits détruisent les cellules des tumeurs.

3c. Les rayonnements produits pouvaient être facilement dosés et localisés avec précision sur la tumeur.

3d. Les rayonnements produits provoquent uniquement une nécrose des cellules cancéreuses.

Document 1 :

Document 1 : Les médecins avaient très vite compris que les rayonnements ionisants tuaient plus facilement les cellules cancéreuses que les cellules saines.... À l'âge héroïque, il n'était pas possible de calculer la dose de rayonnement émise ... Cela entraînait fréquemment la nécrose des tissus sains environnants sans garantir l'absence de récurrence de la tumeur.

3b. Les rayonnements produits détruisent les cellules des tumeurs.

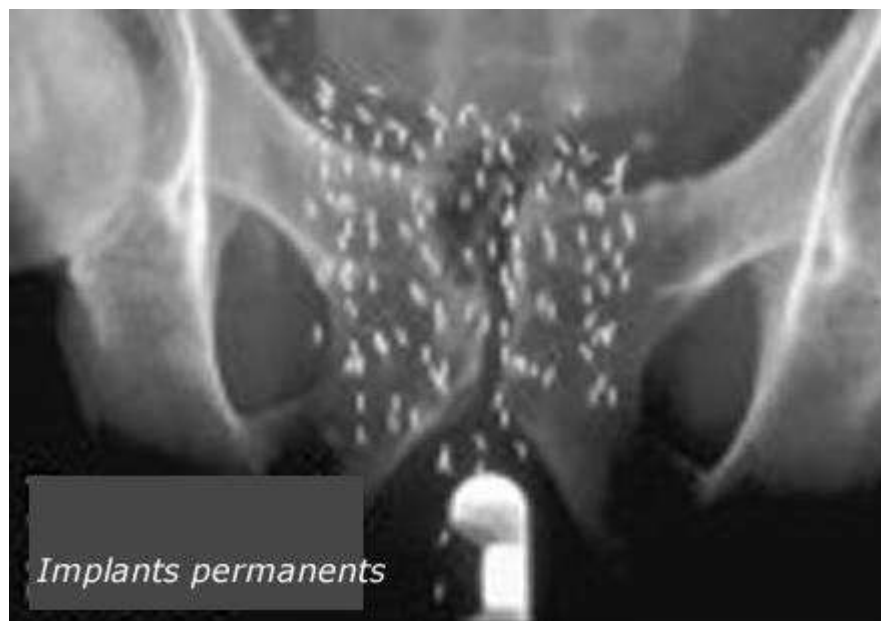
Document 2. La méthode actuelle de curiethérapie de la prostate

La curiethérapie de la prostate consiste à installer directement dans l'organe des implants radioactifs constitués d'une source radioactive enrobée dans une capsule de titane. Un radioélément utilisé est l'iode-125. De 40 à 130 implants sont installés

dans la prostate, le nombre étant déterminé par le volume de la prostate à traiter. Ces implants restent à demeure.



Implants contenant de l'iode- 125 utilisés en curiethérapie de la prostate



Radiographie du bassin d'un patient traité par curiethérapie. Les implants apparaissent sous forme de bâtonnets blancs.

Évolution de la radioactivité des implants en fonction du temps

| | | | | | | | |
|---|-----|----|----|----|----|----|---|
| Pourcentage de radioactivité restante (%) | 100 | 73 | 53 | 38 | 20 | 11 | 5 |
|---|-----|----|----|----|----|----|---|

| | | | | | | | |
|------------------|---|---|---|----|----|----|----|
| Temps (semaines) | 0 | 4 | 8 | 12 | 20 | 28 | 36 |
|------------------|---|---|---|----|----|----|----|

Source : d'après http://www.laradioactivite.com/site/pages/Projet_Curietherapie.htm

Document 3. Radioprotection après la pose des implants radioactifs lors d'une curiethérapie de la prostate

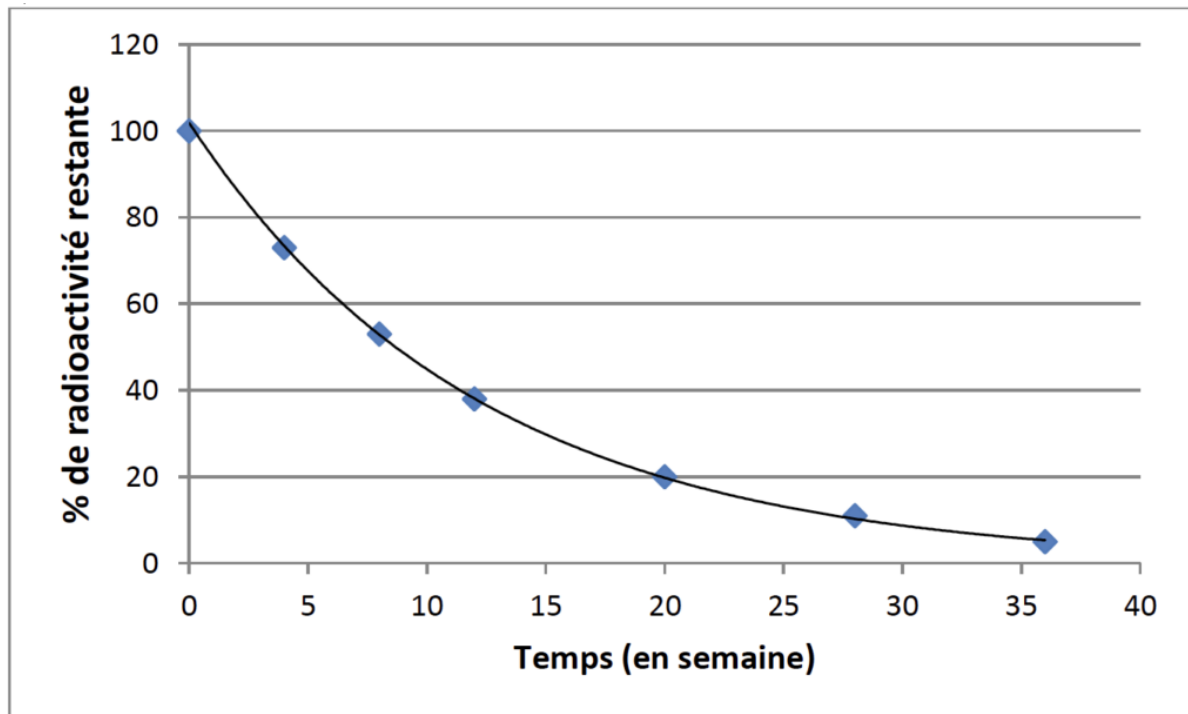
La plupart des rayonnements émis par l'iode-125 ont beau être essentiellement absorbés dans l'organe à traiter, une fraction touche néanmoins des structures proches, comme le rectum ou la vessie par exemple. À cette inquiétude légitime pour le patient, s'ajoute un risque pour l'entourage tant que la radioactivité n'a pas décliné suffisamment : le patient est lui-même radioactif. Quelques précautions permettent de réduire le risque. Voici les conseils donnés par l'Institut National du Cancer :

« En cas de curiethérapie par implants permanents (iode-125), la radioactivité des sources implantées diminue progressivement dans le temps. Les risques pour l'entourage sont jugés inexistantes, les rayonnements émis étant très peu pénétrants et donc arrêtés presque totalement par le corps lui-même. Les contacts avec les autres personnes sont autorisés. Quelques précautions sont cependant nécessaires pendant les 6 mois qui suivent l'implantation. En pratique, vous devez notamment éviter les contacts directs et prolongés avec les jeunes enfants (par exemple, les prendre sur vos genoux) et les femmes enceintes. »

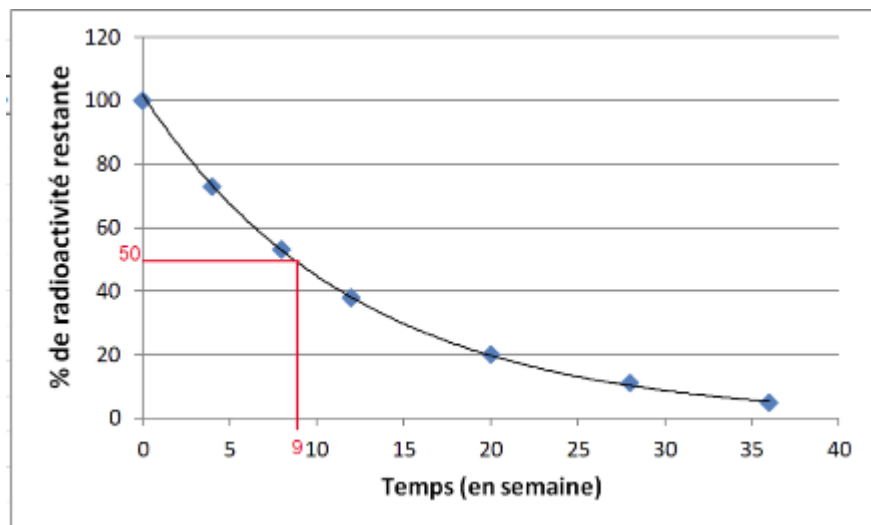
Source : d'après <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Cancer-de-la-prostate/Curietherapie/Quel-deroulement>

4. À partir de l'exploitation des documents 2 et 3 et de vos connaissances :

4a. Réaliser sur le document en annexe la courbe de décroissance radioactive de l'iode-125 représentant le pourcentage de l'activité restante en fonction du temps.



4b. Déterminer le temps de demi-vie de l'iode-125.

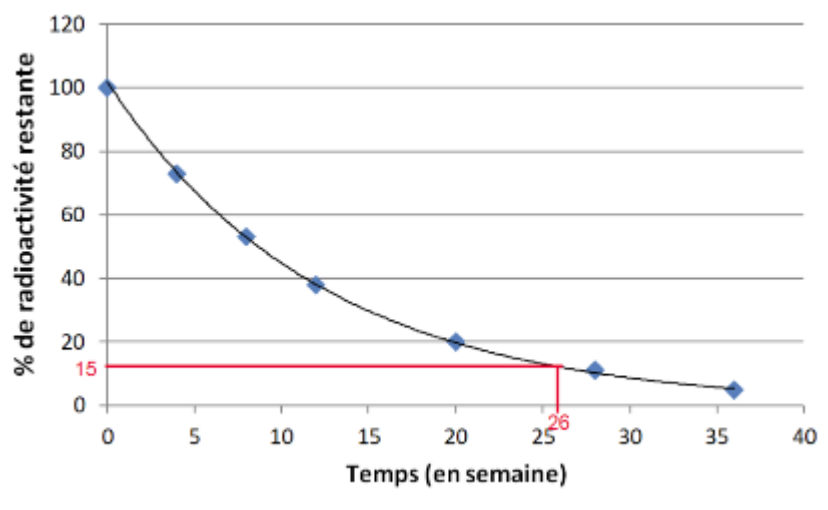


Graphiquement : le temps de demi-vie de l'iode-125 est de 9 jours.

4c. L'activité des implants utilisés en curiethérapie est considérée comme faible lorsque l'activité restante est inférieure à 15 % de l'activité initiale. Déterminer au bout de combien de temps les implants auront une activité faible.

Graphiquement il reste 15 % de l'activité initiale au bout de 26 jours.

Ainsi, au bout de 26 jours les implants auront une activité faible.



4d. Justifier la durée des précautions à prendre par le patient concernant son entourage.

Après 26 jours les implants auront une activité faible. Cependant l'activité n'est pas nulle.

On considère que celle-ci est nulle au bout de 7 demi-vies :

$$7 \times 26 = 182 \text{ jours}$$

$$182 / 30 = 6 \text{ mois}$$

Des précautions sont donc à prendre par le patient concernant son entourage pendant 6 mois comme indiqué.

5. À l'aide de l'ensemble des documents, donner un intérêt d'utiliser l'iode-125 plutôt que le radium pour la curiethérapie. Une réponse argumentée est attendue.

Le radium est un élément radioactif. On estime aujourd'hui sa demi-vie à 1622 ans.

Le temps de demi-vie de l'iode-125 est de 9 jours.

L'iode radioactif disparaît de l'organisme au bout de 7 demi-vies soit 6 mois.

Le radium radioactif disparaît de l'organisme au bout de 7 demi-vies soit $1622 \times 7 = 11354$ ans..

Ainsi le radium ne disparaît pas de l'organisme contrairement à l'iode-125.

De plus pour l'iode-125 les risques pour l'entourage sont jugés inexistantes, les rayonnements émis étant très peu pénétrants et donc arrêtés presque totalement par le corps lui-même.

D'où l'intérêt d'utiliser l'iode-125 plutôt que le radium pour la curiethérapie.

Document réponse à rendre avec la copie

