





## EXERCICE 1 DE LA RADIUMTHÉRAPIE À LA CURIETHÉRAPIE

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

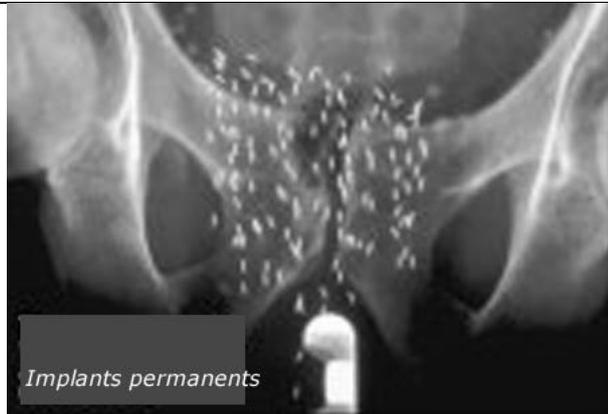
Les médecins avaient très vite compris que les rayonnements ionisants tuaient plus facilement les cellules cancéreuses que les cellules saines, bien qu'ils n'aient pas su pourquoi. Mais il y eut un long chemin à parcourir avant qu'ils ne parviennent à optimiser les doses de ces rayonnements tout en minimisant 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).

D'après [www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com) : Dossier - Radioactivité : les pionniers





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

D'après [http://www.laradioactivite.com/site/pages/Projet\\_Curietherapie.htm](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 décru 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

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

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. »

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.

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.

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

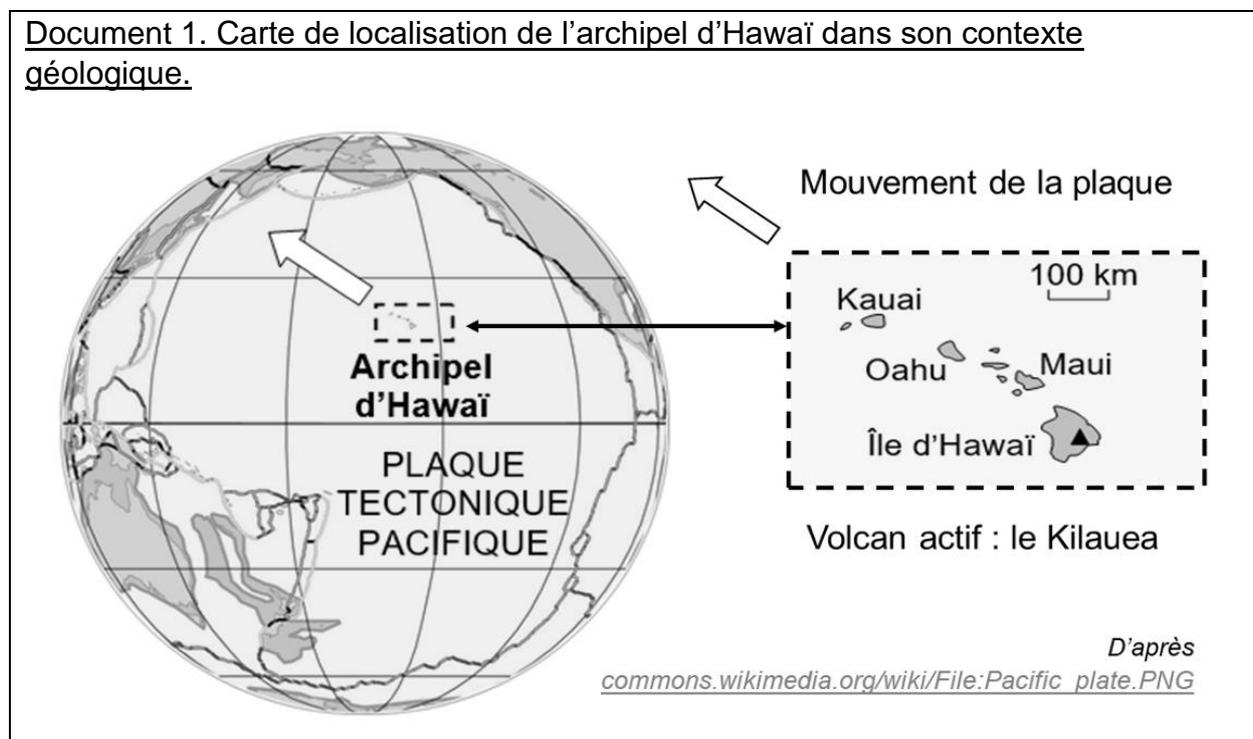
5. À l'aide de l'ensemble des documents, donner un intérêt d'utiliser l'iode-125 plutôt que le radium pour la curiethérapie. Une réponse argumentée est attendue.



## EXERCICE 2 L'ARCHIPEL D'HAWAÏ ET LES MONTS DE L'EMPEREUR

Sur l'île d'Hawaï, située dans l'océan Pacifique, on trouve un volcan actif, le Kilauea, qui produit des laves fluides à l'origine de roches appelées basaltes. L'île d'Hawaï fait partie d'un archipel dont les îles volcaniques sont alignées.

Document 1. Carte de localisation de l'archipel d'Hawaï dans son contexte géologique.



### Partie A. Les basaltes d'Hawaï.

Dans cette partie, on s'intéresse aux roches d'Hawaï et à leur mode de formation. On a prélevé deux roches sur l'île d'Hawaï à des profondeurs différentes de la coulée de lave : le basalte 1 se trouvait en surface de la coulée, et le basalte 2 plus en profondeur.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

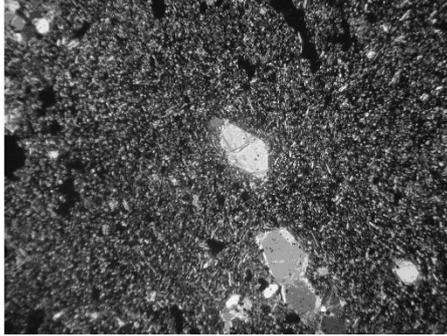
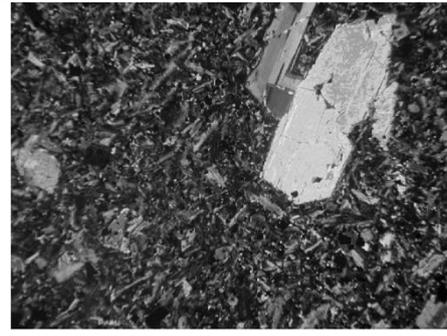
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /

 Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Document 2. Comparaison des deux basaltes d'Hawaï observés à la même échelle

Roche	Basalte 1	Basalte 2
Photos de lames de deux roches observées au microscope en lumière polarisée analysée (LPA), au grossissement 40		
Taille des minéraux	Petite	Moyenne
Proportion de verre	Forte	Faible
Minéraux	Cristaux de feldspaths plagioclases, pyroxènes et olivines dans du verre (en noir sur la photographie).	

1- Mettre en relation la proportion de verre et la taille des cristaux avec les conditions de refroidissement de ces deux échantillons de roches.

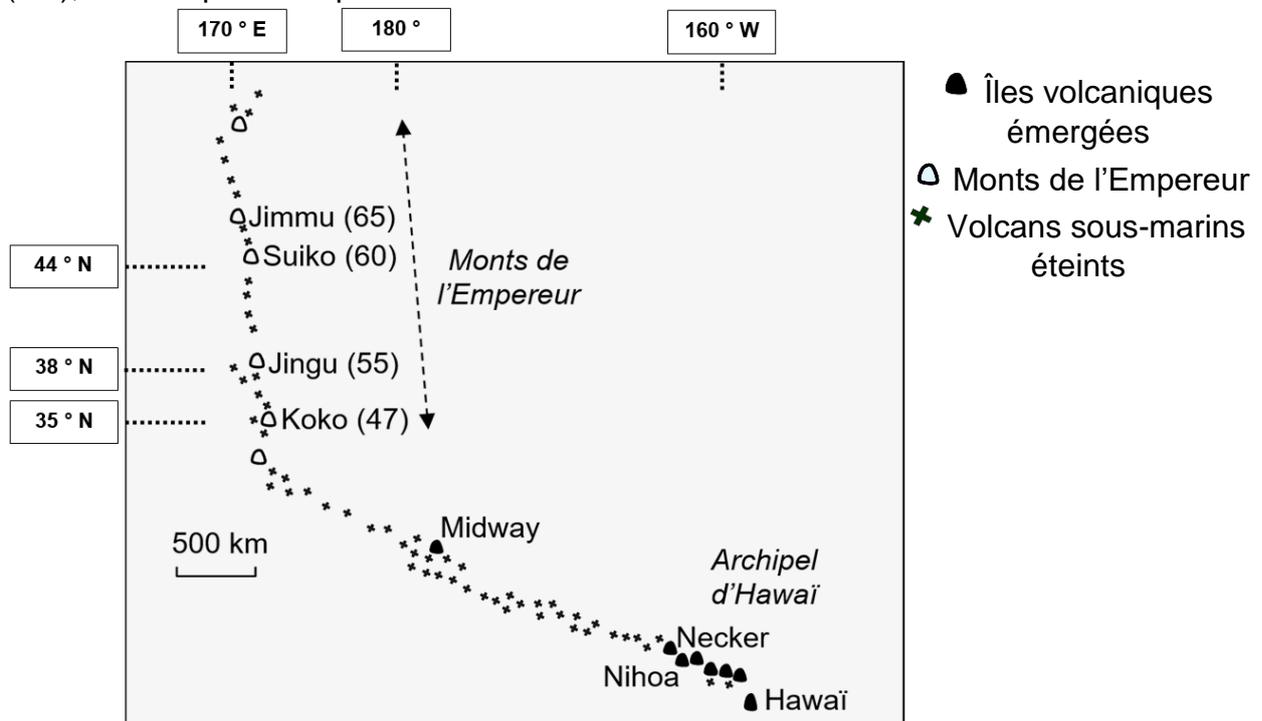
Partie B. Les monts sous-marins de la chaîne de l'Empereur.

La plaque tectonique Pacifique, sur laquelle se trouve l'archipel d'Hawaï, se déplace avec le temps au-dessus d'un point chaud considéré comme fixe. Ce point chaud est à l'origine de l'émission de laves en surface de la Terre, à l'origine des îles volcaniques. La plaque tectonique Pacifique se déplace de plusieurs centimètres par an. Avant l'utilisation du GPS, les géologues mesuraient le déplacement de différentes façons.



### Document 3. Localisation et âge des Monts de l'Empereur et archipel d'Hawaï.

Avec le temps, les anciennes îles volcaniques formées par le point chaud d'Hawaï se sont érodées : elles s'élèvent toujours depuis le fond de la mer mais sans atteindre la surface de l'océan Pacifique. Ces monts sous-marins forment les monts de l'Empereur. L'âge de chaque mont de l'Empereur, exprimé en million d'années (Ma), est indiqué entre parenthèses.



D'après <http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt>, schéma de Alain Gallien, document modifié

**2- a-** Indiquer la latitude du mont Jingu.

**2- b-** Indiquer la longitude de l'île d'Hawaï.

Pour calculer la vitesse de déplacement de la plaque Pacifique, on peut utiliser la position et l'âge de deux monts de l'Empereur (en millions d'années).

**3-** Calculer la vitesse moyenne de déplacement de la plaque Pacifique entre la formation des monts Suiko et Koko. Pour cela, utiliser l'échelle fournie sur le document 3 et mesurer sur la carte les distances à l'aide d'une règle graduée.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

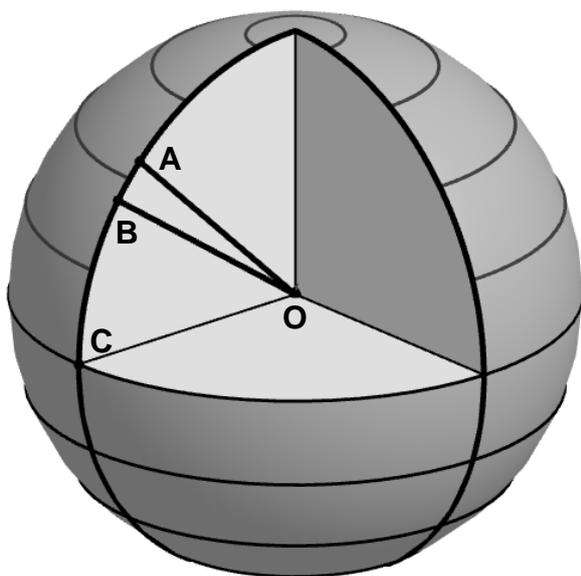
Le déplacement de la plaque correspond à un déplacement sur une surface sphérique et non pas plane. Les monts Koko et Suiko étant situés sur le même méridien, on peut déterminer la vitesse de déplacement de la plaque en utilisant non pas un segment de droite mais un arc de méridien.

On a représenté sur le document 5 ci-dessous une vue de coupe de la Terre le long du méridien sur lequel se trouvent les deux monts. Le point A représente le mont Suiko et le point B représente le mont Koko. C est le point d'intersection entre le méridien commun et l'équateur, et O représente le centre de la Terre. On rappelle que :

- le rayon terrestre est :  $R_T = 6371$  km ;

- la longueur d'un arc de cercle est proportionnelle à l'angle qui l'intercepte.

Document 4. Localisation des deux monts étudiés sur une vue de coupe de la Terre.



Latitude de Suiko :  $44^\circ\text{N}$   
(arrondie au degré près).

Latitude de Koko :  $35^\circ\text{N}$   
(arrondie au degré près).

Document réalisé sur GeoGebra. Latitudes d'après <https://latitude.to>

4- Calculer la mesure en degrés de l'angle  $\widehat{AOB}$  puis déterminer la longueur  $\ell$  de l'arc de méridien reliant les points A et B.

5- Calculer la distance entre deux points situés sur un même méridien et dont les latitudes diffèrent de 1 degré. De même, calculer la distance correspondant à une mesure d'un millimètre sur la carte du document 3. Exploiter ces résultats pour comparer la précision de la mesure de distance selon les deux méthodes réalisées en question 3 et 4.



