Comment dépister et soigner une affection thyroïdienne

Ayant constaté l'apparition d'un nodule sur la thyroïde de sa patiente madame Anna Tommy, un médecin lui prescrit un examen scintigraphique thyroïdien à l'hôpital. Le jour de l'examen à l'hôpital, madame Tommy ingère une masse m = 1,0 µg d'iode 123 : $^{123}_{53}\text{I}$.

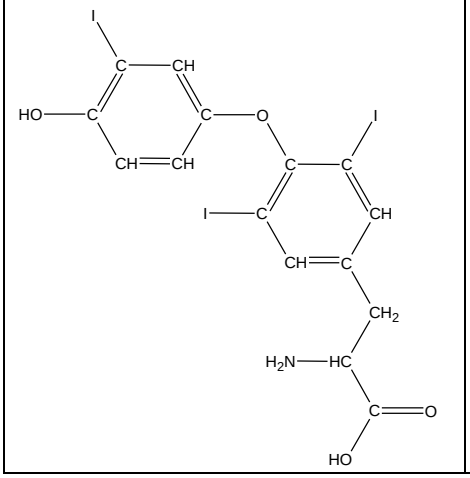
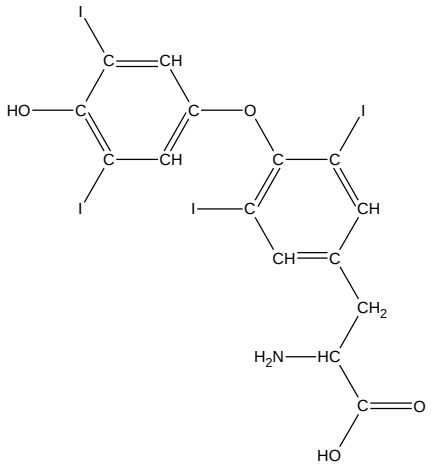
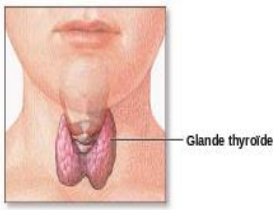
Dispositif pour un examen scintigraphique

http://www.medicalexpo.fr/prod/mediso/gamma-cameras

Document 1. **L'iode et la thyroïde**.

La thyroïde est une glande, située dans la région cervicale antérieure. Cette glande produit, à partir de l'iode 127 stable issu de l'alimentation, des hormones dites thyroïdiennes essentielles à différentes fonctions de l'organisme. Parmi ces hormones thyroïdiennes, on trouve la triiodothyronine (T3) et la thyroxine (T4).

D'après http://fr.wikipedia.org/

La triiodothyronine (T3)	La thyroxine (T4)	La thyroïde
		 http://fr.wikipedia.org/wiki/Glande_thyro%C3%AFde#mediavi

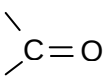
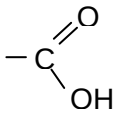
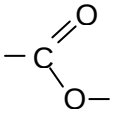
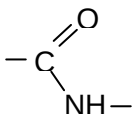
Document 2. Utilisation de traceurs radioactifs dans l'imagerie scintigraphique.

Dans son principe, la médecine nucléaire consiste à administrer une molécule marquée avec un traceur radioactif[(1)], afin de suivre, par détection externe, le fonctionnement normal ou pathologique[(2)] d'un organe. Les traceurs radioactifs présentent les mêmes propriétés physico-chimiques que leurs homologues non radioactifs si ce n'est qu'ils possèdent la particularité d'émettre un rayonnement et de voir leur nombre diminuer au cours du temps. Dans le cas d'une scintigraphie thyroïdienne, le rayonnement gamma émis par le traceur radioactif : iode 123, dont la longueur d'onde est comprise entre 10^{-14} m et 10^{-11} m, est très pénétrant et traverse la matière pour être détecté par des gamma-caméras (ou caméras à scintillation) placées autour du patient afin d'obtenir une image fonctionnelle de la thyroïde. On peut ainsi visualiser la présence de nodules.

(1) noyau atomique instable (2) qui est dû à une maladie. *D'après http://fr.wikipedia.org/*

Données :

● Exemples de groupes caractéristiques :

Nom	Hydroxyle	Carbonyle	Amine	Carboxyle	Ester	Amide
Structure						

- Masse molaire atomique de l'iode 123 : M = 123 g.mol^{-1}
- Constante d'Avogadro : N_A = 6,02 × 10^{23} mol^{-1}
- On caractérise souvent un rayonnement électromagnétique par sa longueur d'onde dans le vide ou dans l'air. Les longueurs d'onde qui correspondent aux rayonnements visibles sont comprises entre 400 nm et 800 nm

RESTITUER SES CONNAISSANCES 2 points

Q1. Quelle est la composition en particules élémentaires du noyau atomique de l'iode stable ?

Q2. L'iode 127 et l'iode 123 sont deux isotopes. Qu'est-ce qui différencie les isotopes d'un même élément chimique ?

S'APPROPRIER 2,5 points

Q3. Les hormones thyroïdiennes T3 et T4 sont-elles isomères ? Justifier la réponse.

Q4. Répondre par **Vrai** ou **Faux** aux affirmations suivantes :

1. les molécules des hormones thyroïdiennes T3 et T4 contiennent toutes les deux le groupe caractéristique carbonyle ;
2. les molécules des hormones thyroïdiennes T3 et T4 contiennent toutes les deux le groupe caractéristique amine et le groupe caractéristique carboxyle ;
3. On observe la présence d'un seul groupe caractéristique hydroxyle dans chacune des molécules T3 et T4.

ANALYSER 1,5 points

Q5. Parmi les trois conditions ci-dessous, indiquer la condition que les noyaux d'iode 123, utilisés pour une scintigraphie thyroïdienne, doivent remplir. Préciser **Vrai** ou **Faux** pour chaque condition et justifier.

❶ Les noyaux doivent émettre de la lumière visible.

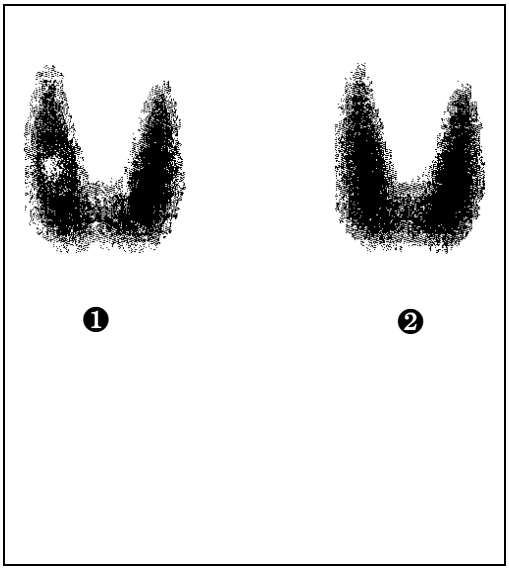
❷ Les noyaux doivent être stables.

❸ Les noyaux doivent pouvoir se fixer sur l'organe à scintigraphier.

ANALYSER - RÉALISER - COMMUNIQUER 4 points

Q6. Démontrer que le nombre de noyaux d'iode radioactifs ingérés par Madame Anna Tommy **le jour de son examen** est environ égal à 5×10^{15} atomes.

Q7. La scintigraphie permet d'obtenir les images ci-contre (les zones sombres correspondent à l'émission de rayonnements gamma). On y trouve la thyroïde de Madame Anna Tommy comportant un nodule (❶), puis cette thyroïde après traitement (❷).Ces nodules peuvent principalement être de deux sortes : hypofixant ou hyperfixant. Ils sont dits hypofixants s'ils fixent peu d'iode par rapport au reste de la thyroïde. Inversement, ils sont dits hyperfixants s'ils fixent plus d'iode que le reste de la thyroïde. S'agissait-il d'un nodule hyperfixant ou hypofixant ? Le traitement de Madame Anna Tommy a-t-il été efficace ? Justifier les réponses.



ÉVALUATION : Comment dépister et soigner une affection thyroïdienne

Question	Tâche	Compétence évaluée	Réponse attendue	Evaluation-Notation			
Q1	Simple	Restituer ses connaissances	Iode stable : iode 127 donc noyau formé de 127 nucléons (A = 127) se répartissant en 53 protons (Z = 53) et 74 neutrons (127 – 53).	1			
Q2	Simple	Restituer ses connaissances	Des atomes isotopes ont le même nombre de protons et donc le même numéro atomique Z mais des nombres de nucléons différents ici 127 et 123 (ou nombres de neutrons différents)	1			
Q3	Simple	Analyser	T3 et T4 ne sont pas des isomères car elles n'ont pas la même formule brute, notamment pas le même nombre d'atomes d'iode I.	1			
Q4	Simple	S'approprier	**A. FAUX ; B. VRAI ; C. VRAI.**	1,5			
Q5	Simple	Analyser	**1. FAUX**. En effet, 4×10^{-7} m $< \lambda$ (visible dans le vide ou l'air) $< 8\times10^{-7}$ m, or il est dit dans le doc 2 que le rayonnement gamma, émis par l'isotope 123 de l'iode, a une longueur d'onde comprise entre 10^{-14} m et 10^{-11} m. **2. FAUX** car il est dit dans doc.2 «'ils possèdent la particularité d'émettre un rayonnement et de voir leur nombre diminuer au cours du temps ». **3. VRAI.** Les noyaux en se fixant sur l'organe permettent ainsi avec les gamma caméras de visualiser l'organe étudié.	1,5			
			Évaluation des compétences *A : Les critères choisis apparaissent dans leur totalité.* *B : Les critères choisis apparaissent partiellement.* *C : Les critères choisis apparaissent de manière insuffisante.* *D : Les critères choisis ne sont pas présents.*	Niveaux de maitrise			
				A	B	C	D
Q6	Complexe	Réaliser	Formule littérale établie				
			Application numérique				
Q7	Complexe	Analyser Communiquer	Le nodule est hypofixant (avec la justification)				
			Le traitement a été efficace (avec la justification)				
			La rédaction fait apparaître une maîtrise satisfaisante des compétences langagières de base et du vocabulaire scientifique.				
			Le regard porté sur la grille de compétences de manière globale aboutit, en fonction de la position des croix, à la note évaluant la production de l'élève. - *Majorité de A → 3 ou 4* - *Majorité de B → 2 ou 3* - *Majorité de C → 1 ou 2* - *Majorité de D → 0 ou 1*	4			

Exemple de réponse à la tâche complexe

Le nombre N de noyaux d'iode radioactifs ingérés par Madame Anna Tommy est bien égal à environ 5×10^{15} noyaux.

En effet $N = N_A \times n = N_A \times (m/M)$ soit $N = 6{,}02\times10^{23} \times (1\times10^{-6}/ 123) = 4{,}89 \times 10^{15}$ (environ 5×10^{15} noyaux).

La scintigraphie, avant traitement, montre une thyroïde noire avec une petite tache blanche correspondant au nodule. Or si la tache est blanche c'est qu'il y a eu peu de rayonnements émis au niveau de cette zone, donc peu d'iode radioactif fixé dans cette zone. Le nodule était donc hypofixant.

Après traitement la thyroïde est entièrement noire, le nodule a disparu. Le traitement a donc été efficace.