**ANNEXE 11 : Application du rayonnement aux techniques d’imagerie diagnostique et de traitement – Renseignements pour l’enseignant**

Les ultrasons (gamme de fréquence variant entre 1 mégahertz et 10 mégahertz) sont utilisés en médecine tant pour le diagnostic que pour le traitement. La technique utilisée en diagnostic est la suivante. Un transducteur émet une brève pulsation ultrasonique. Un transducteur est un dispositif effectuant la conversion d’une impulsion électrique en vibration mécanique qui produit une onde sonore. L’impulsion, partiellement réfléchie par différentes surfaces du corps, se propage à travers l’organisme. Le transducteur sert aussi à détecter l’impulsion réfléchie et transforme les impulsions sonores en pulsations électriques. Ces pulsations sont ensuite reproduites sur l’écran d’un tube cathodique comme un terminal à écran ou un écran TV. Prenons à titre d’exemple une pulsation sonore se propageant à travers l’abdomen d’un patient. Différentes surfaces de l’organisme reflètent partiellement la pulsation. Le temps écoulé entre l’émission de la pulsation et la réception de sa réflexion (écho) est proportionnel à la profondeur de la surface réfléchissante. La force de la pulsation réfléchie dépend essentiellement de la différence de densité entre les tissus situés de part et d’autre de la surface. Aux points de rencontre des tissus avec les os ou les poumons, l’impulsion sonore est presque entièrement réfléchie de sorte que les ultrasons ne peuvent servir à sonder l’organisme au‑delà de telles surfaces.

En ce qui concerne l’utilisation des ultrasons aux fins de diagnostic, on a recours à la **technique échographique**. On fait pénétrer une pulsation sonore à haute fréquence dans l’organisme pour en détecter la réflexion par les zones limites ou interfaces entre les organes et autres structures ou lésions de l’organisme. Cette technique permet de déceler les tumeurs et autres excroissances ou poches de liquide anormales. Elle permet aussi d’examiner le fonctionnement des valvules cardiaques, le développement du fœtus et l’état de différents organes du corps comme le cerveau, le cœur, le foie et les reins. Si les ultrasons ne peuvent remplacer les rayons X, ils n’en demeurent pas moins très utiles pour certains types de diagnostic. En effet, les rayons X ne permettent pas de détecter certains types de tissus ou de liquides qui toutefois reflètent les ultrasons aux zones d’interface avec d’autres tissus. La technique permet aussi de produire des images ultrasonores en « temps réel » semblables à celles d’un film sur une partie interne du corps. De plus, les études ne font état d’aucun effet indésirable lié à l’utilisation des ultrasons à de faibles niveaux d’intensité de sorte que l’on considère les ultrasons comme une méthode d’examen non invasive.

Une autre utilisation des ultrasons en diagnostic médical a trait à **l’effet Doppler**, c’est‑à‑dire au changement de fréquence observé d’une onde émise par une source donnée en raison du mouvement relatif de l’observateur et de la source. On peut par exemple utiliser les ondes ultrasoniques reflétées par les globules rouges pour déterminer la vélocité du débit sanguin. Le détecteur de débit Doppler peut servir à localiser des régions où les vaisseaux sanguins se sont rétrécis. L’effet Doppler sert aussi à déterminer le mouvement de la poitrine chez un jeune fœtus et à mesurer son rythme cardiaque.

Bloc C

**ANNEXE 11 : Application du rayonnement aux techniques d’imagerie
diagnostique et de traitement (suite)**

**Endoscopie et chirurgie arthroscopique**

**L’endoscope** est un appareil utilisé pour explorer l’intérieur des cavités naturelles du corps, et **l’endoscopie** est la technique qui repose sur l’utilisation de cet appareil. Pour comprendre le fonctionnement de l’endoscope, rappelons brièvement ce qu’est la réflexion totale interne. Lorsque la lumière passe d’un milieu à un autre dont l’indice de réfraction est moindre (de l’eau à l’air par exemple), la lumière est réfractée suivant un angle différent de la normale. L’angle de réfraction, $θ\_{r}$, est supérieur à l’angle d’incidence, $θ\_{i}$. À mesure qu’augmente l’angle d’incidence, l’angle de réfraction s’accroît lui aussi. Lorsque l’angle d’incidence atteint une certaine valeur appelée **angle critique,** $θ\_{c}$, l’angle de réfraction est de 90o. L’angle de réfraction suit alors la surface. Lorsque l’angle d’incidence excède l’angle critique, il n’y plus de lumière réfractée. Toute la lumière incidente est reflétée vers sa source, phénomène que l’on appelle **réflexion totale interne.**

Le phénomène de la réflexion totale interne trouve une application importante dans l’utilisation de la fibre optique, où des fils de verre ou de plastique de l’épaisseur d’un cheveu appelés fibres optiques servent à « faire passer » la lumière d’un endroit à un autre. Une fibre optique est constituée d’un *cœur* optique cylindrique qui transporte la lumière et d’une *gaine* concentrique. Le cœur est fait de verre ou de plastique transparent possédant un indice de réfraction relativement élevé. La gaine est aussi faite de verre, mais d’un type de verre possédant un indice de réfraction relativement faible. La lumière pénètre par une extrémité du cœur, est réfléchie par l’interface entre le cœur et la gaine selon un angle d’incidence supérieur à l’angle critique et est par conséquent reflétée vers le cœur. La lumière peut ainsi traverser la fibre optique selon une trajectoire en zigzag.

**Résumé des techniques d’imagerie**

Les ultrasons sont des ondes sonores à haute fréquence produites par un transducteur qui transforme une impulsion électrique en vibration mécanique pour ensuite détecter la même onde réfléchie par les interfaces entre les organes et autres structures du corps. La **technique échographique** permet plusieurs formes de diagnostic dont la détection de tumeurs, d’excroissance anormales et de poches de liquide. Elle permet d’examiner le fonctionnement des valvules cardiaques, de suivre le développement du fœtus et d’examiner l’état de différents organes du corps. Les ultrasons permettent de détecter certains types de tissus et de liquides non détectables par rayons X. Ils constituent une forme non invasive d’examen qui ne comporte aucun effet indésirable. **L’effet Doppler** permet de localiser des régions où les vaisseaux sanguins se sont rétrécis et de suivre le développement du fœtus. Les ultrasons à haute intensité servent à détruire les tumeurs et les calculs rénaux.

**L’endoscopie** est la technique qui repose sur l’utilisation de **l’endoscope**, un appareil servant à examiner les cavités naturelles du corps. L’endoscope est constitué de fils très minces de verre ou de plastique appelés **fibres optiques**. Ces fibres permettent de faire passer la lumière d’un endroit à un autre grâce au phénomène de **réflexion totale interne**, c’est‑à‑dire de la réflexion totale de la lumière incidente vers sa source lorsque l’angle d’incidence est supérieur à **l’angle critique.** Les endoscopes comme le bronchoscope ou colonoscope sont insérés dans les cavités naturelles du corps pour procéder à un diagnostic. On utilise aussi les fibres optiques en chirurgie arthroscopique, où l’on ne pratique qu’une très petite incision ne causant que des dommages minimes aux tissus environnants.

Bloc C

**ANNEXE 11 : Application du rayonnement aux techniques d’imagerie
diagnostique et de traitement (suite)**

**La lumière laser est le produit de l’excitation d’atomes qui émettent des photons qui, à leur tour, excitent d’autres atomes. Pour chaque photon absorbé par un** atome, deux autres photons sont émis. Les photons émis se déplacent dans la même direction que le photon incident. Les ondes lumineuses ainsi produites sont en phase les unes avec les autres, et leur faisceau est monochromatique. On utilise notamment la lumière laser dans le cadre d’une intervention chirurgicale appelée **photokératectomie réfractive** (PKR) au cours de laquelle on prélève des tissus de la cornée pour corriger la myopie ou l’hypermétropie. On utilise un **laser à colorant pulsé** pour le traitement des malformations capillaires congénitales. Dans la **thérapie photodynamique**, on utilise les lasers pour activer des médicaments servant à tuer les cellules cancéreuses.

Les **rayons X** sont une forme de rayonnement électromagnétique généré par une grande différence de potentiel permettant l’accélération d’électrons projetés vers une cible métallique avec laquelle ils entrent en collision. Lorsqu’un patient est exposé à ce type de rayons, les tissus les plus denses comme les os absorbent davantage de rayonnement et produisent une image plus claire sur le film photographique ou sur l’écran fluorescent. La **tomographie axiale transverse avec ordinateur**, aussi appelée **tomodensitométrie (TDM)**, utilise les rayons X collimatés, des détecteurs et l’analyse informatique pour produire des images de structures et de lésions corporelles d’une définition supérieure à celle des rayons X. Elle permet de produire des coupes transversales bidimensionnelles ou des images tridimensionnelles.

**L’imagerie par résonance magnétique** (IRM) repose sur l’utilisation d’un champ magnétique puissant servant à aligner les noyaux d’atomes d’hydrogène à l’intérieur de l’organisme. Des bobines de radiofréquence produisent des ondes radioélectriques qui excitent les noyaux d’hydrogène. Lorsque les noyaux reviennent à leur état fondamental, les bobines détectent leur énergie, et un ordinateur analyse les signaux pour produire des images remarquablement détaillées du corps humain pouvant servir à l’établissement d’un diagnostic médical.