

Mars 2021  
Volume 41, Numéro 1

# échos

**la revue** des technologies en imagerie médicale,  
en radio-oncologie et en électrophysiologie  
médicale du Québec



Numéro de convention en poste-publication : 40070307

## L'endocrinologie un système à explorer



# Notre offre pour les technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale devient encore plus avantageuse

Découvrez vos nouveaux avantages et privilèges à [bnc.ca/specialiste-sante](https://bnc.ca/specialiste-sante)

Fière partenaire de

Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale du Québec

Sous réserve d'approbation de crédit de la Banque Nationale. L'offre constitue un avantage conféré aux détenteurs d'une carte de crédit Mastercard<sup>MD</sup> Platine, *World Mastercard*<sup>MD</sup>, *World Elite*<sup>MD</sup> de la Banque Nationale. Certaines restrictions s'appliquent. Pour plus de détails, visitez [bnc.ca/specialiste-sante](https://bnc.ca/specialiste-sante). MD MASTERCARD, *WORLD MASTERCARD* et *WORLD ELITE* sont des marques de commerce déposées de Mastercard International inc. La Banque Nationale du Canada est un usager autorisé. MD BANQUE NATIONALE et le logo de la BANQUE NATIONALE sont des marques de commerce déposées de Banque Nationale du Canada. © 2020 Banque Nationale du Canada. Tous droits réservés. Toute reproduction totale ou partielle est strictement interdite sans l'autorisation préalable écrite de la Banque Nationale du Canada.

# Sommaire



## L'endocrinologie un système à explorer

### Mot de la présidente

Vers l'espoir d'un doux printemps

4

### Au cœur de la pratique

Réponses à vos questions

8

### Radioprotection

Remise en question du tablier plombé pour le patient

10

### Déontologie

L'Ordre fait jurisprudence

14

### En commun

16

#### Hypnose en imagerie médicale

Grâce à la première *Bourse Innovation* octroyée par l'Ordre, l'HME a mis en œuvre un projet pilote novateur.



### Électrophysiologie médicale

22

#### L'apport de l'électrophysiologie médicale au diagnostic du diabète

À long terme, le désordre métabolique créé par le diabète engendre des complications neuropathiques.

#### L'encéphalopathie métabolique : l'hypoglycémie sévère provoquant des convulsions et des arythmies cardiaques

Des mesures afin de prévenir certaines complications cardiovasculaires et neurologiques.



### Médecine nucléaire

32

#### La scintigraphie des glandes parathyroïdes : un guide indispensable !

L'imagerie nucléaire hybride comme guide préopératoire dans le traitement de l'hyperparathyroïdie.

#### Traitement des tumeurs neuroendocrines gastroentéropancréatiques en médecine nucléaire Lutétium (<sup>177</sup>Lu) Oxodotréotide

Le <sup>177</sup>Lu-Oxodotréotide contribue à augmenter l'espérance de vie des patients souffrant d'un cancer neuroendocrinien incurable.



### Radiodiagnostic

46

#### L'évaluation de la glande thyroïde en échographie

Le rôle de l'échographie dans le dépistage des pathologies de la glande thyroïdienne.

#### La goutte : quand les déchets s'accumulent à l'intérieur du corps et causent du tort

La goutte est une pathologie métabolique qui occasionne des douleurs articulaires. Quelle en est la cause ?



### Radio-oncologie

56

#### SBRT hépatique

Élaboration d'une technique de planification et de traitement pour la radiothérapie stéréotaxique du foie.

L'ÉchoX, la revue de l'Ordre des technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale, est publiée depuis 1964. Elle est maintenant tirée à 7150 exemplaires. • **COMITÉ DE LA REVUE** Renée Breton, t.r.o. ; Carole Chaumont, t.e.p.m. ; Mohamed Khelifi, t.i.m. (RD) ; Nadia Castanheira-Jones, t.i.m. (MN) • **COLLABORATEURS AU CONTENU** Alexandra Boucher, t.e.p.m. B. Sc. Psychologie ; Martine Cloutier, t.r.o. ; André Dahl, t.e.p.m. ; Karine Gariépy, t.i.m. ; Dr Khun Visith Keu, nucléiste ; Johanne L'Écuyer, t.i.m. ; Yves Morel, t.i.m. ; Marie-Soleil Paquet, t.i.m. (RD) ; Myriam Pierre, t.i.m. (MN) ; Stéphanie Poulin, t.r.o. ; Mélanie Ratelle, t.r.o. ; Francine Roy, t.i.m. ; Karine Schutt-Ainé, t.e.p.m. • **RÉVISION ET CORRECTION** Marie-Johanne Tousignant, M. Ed. • **PUBLICITÉ** Dominic Desjardins, CPS Média Inc., ddesjardins@cpsmedia.ca, 1 866 227-8414 • **ABONNEMENTS ET CHANGEMENTS D'ADRESSE** Caroline Morin, 514 351-0052, poste 229 • **DESIGN GRAPHIQUE** Bunka • **IMPRESSION** Solisco • **POLITIQUE D'ABONNEMENT** Les membres et étudiants en dernière année de formation collégiale reçoivent l'ÉchoX trois fois par année. Abonnement offert à 75 \$ par année (plus taxes). • **POLITIQUE ÉDITORIALE** Sauf indications contraires, les textes et les photos publiés n'engagent que les auteurs. Toute reproduction doit mentionner la source, après autorisation préalable de l'Ordre.

6455, rue Jean-Talon Est, bureau 401, Saint-Léonard, Montréal (Québec) H1S 3E8  
514 351-0052 ou 1 800 361-8759 • [otimroepmq.ca](mailto:otimroepmq.ca)

DÉPÔT LÉGAL Bibliothèque nationale du Québec et Bibliothèque nationale du Canada ISSN 0820-6295



Ordre des technologues  
en **imagerie médicale**,  
en **radio-oncologie** et en  
**électrophysiologie médicale**  
du Québec

# Mot de la présidente



## Vers l'espoir d'un doux printemps

D'entrée de jeu, puisque cette édition est la première de 2021, j'aimerais prendre un instant pour vous transmettre mes meilleurs vœux. Certes, de la santé, nous savons à quel point c'est précieux, mais aussi de la quiétude et de beaux moments avec vos proches.

Alors que nous avons commencé cette nouvelle année sous le signe de l'espoir, nous nous sommes rapidement rendu compte qu'il allait nous falloir puiser dans nos réserves, déjà minces, de résilience.

Et de la résilience, je sais que vous en avez. Je vous sais présents dans votre milieu, je vous sais travaillants, je vous sais toujours là pour garder le cap. Et au nom de l'Ordre, mais surtout du public, je vous en remercie sincèrement.

Au moment d'écrire ces lignes, la campagne de vaccination auprès de la population générale a débuté et vous êtes nombreux à y contribuer. Voilà un signe d'espoir auquel il faut, je crois, tous s'accrocher.

**Je vous sais présents  
dans votre milieu,  
je vous sais travaillants,  
je vous sais toujours là  
pour garder le cap.**

### DSQ et mammographie

Mais au-delà la pandémie, le conseil d'administration et les employés du siège social de l'Ordre continuent de faire avancer des dossiers majeurs pour les membres et le public. Par exemple, concernant le Dossier Santé-Québec (DSQ), l'Ordre a pris soin de faire un état de situation précis aux

instances concernées afin de démontrer l'importance du DSQ pour l'accessibilité du public aux traitements et aux examens. La période de consultation de 45 jours parue dans la Gazette officielle s'est terminée le 29 janvier dernier, et l'Ordre devrait prendre connaissance des commentaires reçus de façon imminente. Souhaitons-nous qu'en 2021, tous les technologues aient enfin accès aux renseignements contenus dans le DSQ.

De plus, une deuxième inspection professionnelle en mammographie auprès de 140 technologues se déroulera ce printemps. Les technologues sélectionnées seront ciblées selon un échantillonnage stratifié en fonction des mêmes critères de risque que l'audit réalisé en 2017. Rappelons que cette démarche vise à rehausser la qualité du positionnement en mammographie.

Évidemment, nous vous tiendrons informés des derniers développements dès que nous aurons plus d'information sur la suite des choses.

### Le système endocrinien : un défi de taille

Je dois vous avouer que j'ai abordé la lecture de cette édition avec autant de plaisir que de stupéfaction. Consacrer une publication entière au système endocrinien et le lier aux professions de technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale me

**C'est grâce à nos diverses technologies médicales radiologiques que nous pouvons en apprendre davantage sur ce vaste territoire mécanique qu'est le système endocrinien.**

semblait être un défi de taille. Surtout que ce dernier demeure un sujet pointu et niché, somme toute méconnu par rapport aux autres systèmes.

Mais c'est en parcourant les articles de nos auteurs que j'ai réalisé encore plus le rôle des glandes, leurs interactions et leurs impacts, qui agissent de façon systémique sur le corps humain. Elles ont chacune des fonctions spécifiques leur permettant de contrôler, entre autres, la croissance, la reproduction et le métabolisme. Agissant à titre de messagers chimiques entre les différentes parties du corps, les hormones sécrétées par les glandes sont responsables de plusieurs pathologies courantes, telles que le diabète, l'hyperthyroïdie, l'hypothyroïdie et plus encore.

C'est grâce à nos diverses technologies médicales radiologiques que nous pouvons en apprendre davantage sur ce vaste territoire mécanique qu'est le système endocrinien. Tant au plan du fonctionnement ou des traitements du système en soi, les technologues peuvent être fiers de collaborer activement à l'évolution de ces technologies courantes pour le bien-être de la population. Alors je prends un instant pour les remercier, ces auteurs qui, par leur rigueur et leur expertise, contribuent à faire avancer leur profession et à créer des contenus riches pour leurs pairs.

#### **Solidarité et temps doux**

En terminant, j'ai envie de vous rappeler qu'il faut savoir demander de l'aide lorsque nous en ressentons le besoin et qu'il faut demeurer soudé avec vos collègues et vous soutenir les uns les autres. Je sais qu'il existe une très grande solidarité entre vous et elle est d'autant plus nécessaire en ce moment.

Je vous remercie de votre travail sans relâche et nous souhaite collectivement un printemps plus doux, dans tous les sens du terme.

*Mélanie Ratelle*

Mélanie Ratelle, t.r.o.



# PRIX DE L'ORDRE

Chaque année, l'Ordre honore la contribution des technologues s'étant distingués dans leur profession en leur remettant des prix.

## PRIX JEAN-PAUL-ROCHELEAU 2020



Félicitations à M. Mohamed Khélifi, t.i.m. (RD), récipiendaire du prix **Jean-Paul-Rochelleau 2020** pour son article *L'échographie à distance : de la formation jusqu'à la pratique* publié dans l'*ÉchoX* de décembre 2019 – janvier 2020.



*« Le terme "à distance", résultat direct de l'évolution du domaine, est de plus en plus utilisé en médecine, notamment en télémédecine, lors des consultations à distance, de la prise de rendez-vous à distance, etc. Également appelés "télésanté", les soins de santé virtuels permettent aux patients et aux professionnels de la santé de se connecter à distance via l'utilisation de la visioconférence ou d'applications mobiles sans avoir à se déplacer. »*

Consultez l'article intégral dans la version numérique de l'*ÉchoX*, disponible dans le Centre de documentation sur le site de l'Ordre.

*« Merci, Monsieur Khélifi, pour le professionnalisme et la rigueur que vous avez démontrés dans la rédaction de cet article qui contribue certainement à l'excellence de la profession. »*

– Mélanie Ratelle, t.r.o., présidente de l'OTIMROEPMQ





**Contribuez vous aussi  
à l'excellence de la profession !**

## LA PÉRIODE DE MISES EN CANDIDATURE AUX PRIX 2021 EST OUVERTE

### TECHNOLOGUE ÉMÉRITE

Plus importante reconnaissance de l'Ordre, ce prix honore un technologue qui se distingue par sa contribution soutenue et remarquable à la profession.

### PRIX RAYONNEMENT

Remis à un technologue ou à un groupe de technologues ayant contribué par leur pratique professionnelle à l'amélioration significative des services et des soins offerts aux patients.

**VOUS OU L'UN DE VOS COLLÈGUES  
CORRESPONDEZ À CES CRITÈRES ?  
FAITES-LE-NOUS SAVOIR !**

- ▶ Les formulaires de mises en candidature sont disponibles sur le site de l'Ordre, dans la section Membres et étudiants / Communications / Prix, bourses et distinctions.
- ▶ La date limite des dépôts de mises en candidature est le **30 avril 2021**.
- ▶ Les récipiendaires seront dévoilés lors de la **Semaine des technologues en novembre 2021**.



# Réponses à vos questions

LE SERVICE D'INSPECTION DE L'ORDRE, EN COLLABORATION AVEC L'INSPECTEUR EN ÉLECTROPHYSIOLOGIE MÉDICALE, RÉPOND À QUELQUES QUESTIONS POSÉES EN LIEN AVEC LE DOMAINE DE L'ÉLECTROPHYSIOLOGIE MÉDICALE.



André Dahl  
t.e.p.m

Inspecteur  
CISSS de Chaudières-  
Appalaches,  
Hôtel-Dieu de Lévis

## QUESTION 1

**Est-ce que le technologue en électrophysiologie médicale (EPM) peut libérer le patient à la suite de la vérification ou de la programmation d'un cardiostimulateur ou d'un cardiostimulateur-défibrillateur sans que le cardiologue fasse une double vérification ?**

Tout d'abord, rappelons que le technologue en électrophysiologie médicale qui souhaite exercer l'une ou l'autre de ces activités réservées doit détenir une attestation de formation (théorique et pratique) émise par l'Ordre suivant le *Règlement sur les activités de formation en électrophysiologie médicale pour l'exercice de certaines activités* et le *Règlement sur les activités professionnelles qui peuvent être exercées par un technologue en électrophysiologie médicale*.

Par conséquent, selon une ordonnance, la vérification ou la programmation d'un cardiostimulateur ou d'un cardiostimulateur-défibrillateur peut être réalisée par le technologue en EPM, sans que le cardiologue fasse une double vérification. La vérification ou la programmation d'un cardiostimulateur ou d'un cardiostimulateur-défibrillateur peut être effectuée lors de l'implantation de l'appareil, au cours des suivis en clinique ou à distance et au cours d'un examen ou traitement qui pourrait altérer le fonctionnement de l'appareil.

Afin d'assurer la sécurité du patient, la vérification et la programmation d'un cardiostimulateur ou d'un cardiostimulateur-défibrillateur doivent être encadrées par la mise en place de procédures et de protocoles entérinés par les autorités médicales du service.

## QUESTION 2

**Quelle est la responsabilité du technologue en EPM qui accompagne un patient porteur d'un cardiostimulateur ou d'un cardiostimulateur-défibrillateur lors d'un examen en imagerie par résonance magnétique ?**

Les Normes de pratique spécifiques en électrophysiologie cardiaque stipulent qu'à la suite de la programmation d'un cardiostimulateur ou d'un cardiostimulateur-défibrillateur, le technologue a la responsabilité d'assurer la sécurité du patient en surveillant la bande de rythme cardiaque lors de l'examen. Il doit être en mesure d'identifier toute urgence, réagir rapidement de même que prendre les mesures nécessaires, et ce, selon les procédures établies dans le service.

## QUESTION 3

**Les technologues en EPM sont-ils habilités à recevoir une ordonnance verbale ?**

Le technologue en EPM est un professionnel habilité à recevoir une ordonnance verbale.

En vertu de l'article 21 du *Règlement sur les normes relatives aux ordonnances faites par un médecin (RLRQ, c. M-9, r. 25.1)*, le médecin doit s'assurer :

- Qu'il n'y ait qu'un seul professionnel ou qu'une seule personne habilitée intermédiaire (p. ex., infirmière) entre lui et le destinataire final de l'ordonnance (technologue).
- Que le professionnel ou la personne habilitée qui reçoit son ordonnance verbale la transmette par écrit au destinataire final.

Le technologue doit alors remplir et signer le document en y inscrivant notamment :

- Son nom;
- Sa signature et l'abréviation de son titre (t.e.p.m.);
- La mention o/v (ordonnance verbale);
- Le nom et le numéro du permis d'exercice du médecin requérant.

Par la suite, l'ordonnance papier doit être consignée dans le dossier patient.

À titre informatif, une communication planifiée entre deux professionnels ou entre un médecin et une personne habilitée faite au moyen d'un message texte à l'aide d'un appareil mobile constitue une ordonnance verbale.

## QUESTION 4

### Quelles sont les exigences requises pour un technologue en EPM voulant effectuer des échographies cardiaques ?

Pour effectuer une échographie cardiaque, le technologue en EPM doit être titulaire d'une attestation de formation émise par l'Ordre confirmant la réussite des formations suivantes :

- Une formation théorique sur l'échographie cardiaque offerte sur le portail de l'Ordre incluant 12 modules totalisant 210 heures;
- Ensuite, une formation pratique de 175 heures en milieu clinique consistant en la réalisation de 20 examens complets en échographie cardiaque. Ces examens doivent être effectués en présence d'un maître de stage reconnu selon l'annexe VII du *Règlement sur les activités de formation des technologues en électrophysiologie médicale pour l'exercice de certaines activités*.

Une fois ces formations complétées, le technologue doit acheminer à l'Ordre l'évaluation pratique afin qu'une attestation de formation lui soit émise.

Cette attestation de formation ne permet cependant pas de faire des examens d'échographie cardiaque de façon autonome. Le technologue, souhaitant effectuer les examens de façon autonome, a l'obligation de respecter la *Norme professionnelle en échographie médicale diagnostique* afin d'obtenir son attestation de pratique autonome délivrée par l'Ordre. Pour ce faire, le technologue devra réaliser un minimum de 1000 examens, et ce, à partir de la date d'obtention de l'attestation de formation.

## Choisir un protocole d'examen : à qui revient la responsabilité finale ?

Récemment, plusieurs questions en lien avec les protocoles d'examens ont été soumises au Service d'inspection professionnelle. Quelques technologues, particulièrement ceux qui travaillent dans les secteurs de la tomодensitométrie et de la résonance magnétique, s'interrogent sur la responsabilité du technologue à qui on demande de choisir le protocole afin d'effectuer l'examen prescrit. **Bien que les connaissances acquises et l'expérience de travail puissent renforcer la confiance entre les médecins spécialistes, par exemple les radiologistes, et les technologues, il est primordial que ces derniers connaissent et respectent leurs limites en matière de responsabilité professionnelle.**

Le technologue peut collaborer à la mise en place et à la révision de certains protocoles d'examens avec les médecins spécialistes, mais comme mentionné dans les *Normes de pratiques générales*, le technologue n'est pas autorisé à décider du protocole d'examen à appliquer, car dans certaines situations, l'analyse du dossier et des examens antérieurs du patient doit être considérée dans le choix du protocole par le médecin.

Le protocole peut être transmis par écrit, verbalement ou via un document signé par le médecin spécialiste. Dans certains établissements, des protocoles préétablis entérinés par les médecins spécialistes permettent aux technologues de réaliser l'examen selon des renseignements cliniques précis. Toutefois, lorsqu'il est impossible d'associer les renseignements cliniques inscrits sur l'ordonnance à un protocole d'examen, le technologue doit communiquer avec le médecin spécialiste pour connaître la marche à suivre afin de ne pas causer de préjudice aux patients.

### Des questions ?

Consultez la section Inspection professionnelle sur le site de l'Ordre. Communiquez avec le Service de l'inspection professionnelle :

- par courriel (sjp@otimroepmq.ca);
- par téléphone au 514 351-0052 ou 1 800 361-8759, poste 225.

## RÉFÉRENCES

1 – Normes de pratique générales

2 – Normes de pratique en électrophysiologie médicale – volet général

3 – Normes de pratique spécifiques en électrophysiologie cardiaque

4 – Normes de pratique spécifiques en échographie médicale diagnostique

5 – Règlement sur les activités de formation des technologues en électrophysiologie médicale pour l'exercice de certaines activités.

6 – Règlement sur les normes relatives aux ordonnances faites par un médecin (RLRQ, c. M-9, r. 25.1)

7 – Règlement sur les activités professionnelles qui peuvent être exercées par un technologue en électrophysiologie médicale

# Remise en question du tablier plombé pour le patient: une importante réflexion pour la protection du public

EN TANT QUE MEMBRES DE L'OTIMROEPMQ, NOUS DEVONS PROTÉGER LE PUBLIC AU MÊME TITRE QUE N'IMPORTE QUEL MEMBRE D'UN AUTRE ORDRE PROFESSIONNEL, COMME IL EST PRÉVU DANS LE CODE DES PROFESSIONS.<sup>1</sup>



Gilbert Gagnon  
t.i.m. (E)

Pour le comité  
de radioprotection  
de l'OTIMROEPM

Ce qui signifie, entre autres, de rendre des services de qualité et d'engager sa responsabilité professionnelle. Mais en ce qui nous concerne, nous avons une responsabilité additionnelle de protection du public : nous devons protéger les patients contre les rayonnements X utilisés lors d'examens en imagerie médicale, et ce, avec les précautions qui s'imposent en vertu des principes de radioprotection.

La radioprotection des patients fait partie intégrante des responsabilités des technologues en imagerie médicale (RD, MN) et en radio-oncologie. Nous sommes formés pour limiter les risques d'irradiation en optimisant les protocoles d'examens et en limitant les doses transmises aux patients. Les compétences acquises nous permettent de réaliser des examens aux patients en utilisant des rayonnements X de façon sécuritaire grâce aux mesures de protection mises en place. De plus, nous effectuons des examens de qualité diagnostique optimale tout en minimisant les risques et les effets associés aux rayonnements X.

## Pourquoi protéger les patients avec un tablier plombé ?

L'hypothèse la plus crédible est que la radioprotection améliore la protection des patients contre les rayonnements X et permet ainsi de réduire les effets déterministes et les risques héréditaires.<sup>2</sup>

La justification historique de la protection des patients avec le tablier plombé date de 1976-1977. À cette époque, la protection plombée concernait principalement les gonades et le fœtus à cause d'une préoccupation qui faisait craindre des effets héréditaires. En 1977, avec la publication 26, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR)<sup>3</sup> définissait une nouvelle grandeur pour quantifier les effets stochastiques, le détriment. Celui-ci combine, pour une exposition donnée, les différents effets stochastiques (aléatoires) possibles : risque de cancer, risque de décéder d'un cancer, perte d'espérance de vie et risque héréditaire.

Fait important à signaler : 40 ans plus tard, aucun effet héréditaire des radiations n'a été observé chez l'humain.<sup>4</sup> La quantité de rayonnements X nécessaire aujourd'hui pour une radiographie est d'environ un vingtième (1/20) de ce qu'elle était dans les années 1950. Les scientifiques qui ont étudié les données disponibles n'ont trouvé aucun dommage mesurable aux ovaires et aux testicules des patients à la suite d'une exposition aux rayonnements X provenant de l'imagerie diagnostique, et ce, après des décennies d'études de données.<sup>5</sup>

### Remise en question du tablier plombé pour la protection des patients

En janvier 2018, deux physiciens, Rebecca M. Marsh et Michael Siloski de l'*University of Colorado School of Medicine*, ont déclaré que « la protection plombée en imagerie diagnostique constitue une pratique du passé qui doit être abandonnée ! ».<sup>6</sup>

Ainsi, selon ces deux physiciens, la protection des patients avec un tablier plombé est encore une pratique courante en imagerie diagnostique malgré les preuves évidentes qu'elle apporte un bénéfice négligeable ou tout simplement nul. Elle comporte un risque important d'augmentation de dose au patient, notamment en modifiant le fonctionnement adéquat du système d'exposition automatique. De plus, la protection plombée peut compromettre la qualité diagnostique d'une image en interférant avec des structures essentielles à mettre en évidence ou en modifiant la densité des images, ce qui peut entraîner une reprise d'examen. C'est pourquoi l'*American Association of physicists in medicine* (AAPM)<sup>7</sup> recommande de cesser la protection plombée des gonades et du fœtus durant les examens utilisant des rayonnements X.

**La protection des patients avec un tablier plombé est encore une pratique courante en imagerie diagnostique malgré les preuves évidentes qu'elle apporte un bénéfice négligeable ou tout simplement nul.**

À la suite de l'annonce faite par les deux physiciens de l'Université du Colorado, l'AAPM a adopté, en avril 2019, un « Énoncé de position sur l'utilisation de la protection du fœtus et des gonades des patients ». La justification de l'AAPM pour adopter un tel énoncé provient du fait que depuis des décennies, la protection du fœtus et des gonades en imagerie par rayonnements X était considérée comme fidèle au principe ALARA<sup>8</sup> et, par conséquent, aux bonnes pratiques bien qu'aucun effet héréditaire n'ait été observé.

Étant donné les progrès technologiques et les preuves actuelles à l'égard des risques d'exposition aux rayonnements X, l'AAPM a réexaminé l'efficacité de la protection plombée pour les gonades et le fœtus. Ainsi elle considère actuellement que :

- Les doses de rayonnements utilisées en imagerie diagnostique ne sont pas associées à des effets nocifs mesurables sur les gonades et le fœtus ;
- La protection des gonades et du fœtus procure des avantages négligeables, voire nuls, pour la santé des patients ;
- La protection plombée peut masquer des structures anatomiques et entraîner des reprises d'examens ou compromettre des informations diagnostiques jugées essentielles ;
- L'utilisation d'une protection gonadique ou foetale peut affecter négativement la valeur diagnostique de l'examen en modifiant le bon fonctionnement du système d'exposition automatique (SEA) et la qualité de l'image.

#### Appuis à la position de l'AAPM

Le 30 mai 2019, après un examen approfondi des fondements scientifiques, l'*American College of Radiology* (ACR)<sup>9</sup> endosse la position de l'AAPM sur la protection gonadique et foetale des patients lors d'examens avec rayonnements X. L'ACR, dans la lettre adressée à l'AAPM par son directeur exécutif, Dr W.T. Thornwarth Jr., reconnaît qu'il s'agit d'un changement majeur dans la pratique et entend collaborer avec l'AAPM et d'autres regroupements du milieu de la santé afin de formuler des recommandations utiles pour les programmes de formation et d'éducation de même que pour les pratiques cliniques.

Le 19 août 2019, le Conseil d'administration (CA) de l'*American Society of Radiologic Technologists* (ASRT)<sup>10</sup> a étudié la position de l'AAPM. À ce moment-là, le CA a décidé

de ne pas endosser la position de l'AAPM sur l'abandon du tablier plombé pour la protection des gonades et du fœtus. Il faut savoir qu'aux États-Unis, les technologues sont soumis, depuis 1973 et probablement avant, à une réglementation de la *Food and Drugs Administration* (FDA) qui régleme la radioprotection des patients aux États-Unis et oblige les technologues à utiliser une protection plombée sur les gonades et le fœtus. Cette réglementation qui est sous l'autorité de la FDA est contenue dans la *Recommendation for the use of specific area gonad shielding on patients during medical diagnostic x-ray procedures*.<sup>11</sup>

Dans cette recommandation, la FDA demande qu'on utilise une protection plombée spécifique aux gonades sans interférer avec les objectifs de l'examen afin de protéger le tissu germinale des patients contre l'exposition aux radiations qui peuvent causer des mutations génétiques au cours de nombreuses procédures médicales. De plus, elle rappelle aux technologues que la protection plombée des gonades ne doit jamais être utilisée comme substitut à un positionnement adéquat du patient, à l'utilisation de facteurs techniques adaptés et au traitement optimal de l'image, ou à une limitation appropriée du faisceau dans la zone d'intérêt diagnostique, car cela pourrait entraîner des doses inutiles à d'autres tissus sensibles environnants et nuire à la qualité de la radiographie.

Finalement, le 12 janvier 2021, le CA de l'ASRT a publié une mise à jour<sup>12</sup> appuyant l'arrêt de l'utilisation d'une protection plombée pour les gonades et le fœtus pendant la radiographie abdominale et pelvienne. L'action de la FDA visant à annuler sa recommandation de radioprotection des gonades et les progrès significatifs dans la technologie ayant comme conséquence une dose réduite au patient pendant des procédures radiographiques a permis d'ouvrir la porte à ce changement dans la pratique clinique. L'ASRT conclut en

spécifiant qu'elle explorera des partenariats avec des intervenants clés pour élaborer et diffuser, en collaboration, du matériel éducatif afin d'informer le public sur la sécurité de leurs procédures.

À ce jour, une multitude d'organismes tant internationaux que nationaux associés directement au monde de la santé et à celui de l'imagerie médicale appuient la position de l'AAPM. Il s'agit, entre autres, de :

- Association des radiologistes du Québec (ARQ) ;
- Association québécoise des physicien(ne)s médicaux cliniques (AQPMC) ;
- Association des physiciens et ingénieurs biomédicaux du Québec (APIBQ) ;
- L'Association canadienne des radiologistes (CAR) ;
- *Canadian Organization of Medical Physicists* (COMP) ;
- *Health Physics Society* (HPS) ;
- *American College of Radiology* (ACR) ;
- *American Journal of Roentgenology* (AJR) ;
- *Australasian College of Physical Scientists & Engineers in Medicine* (ACPSEM) ;
- *Image Gently (Pediatric Radiology & Imaging/ Radiation Safety)* ;
- *Radiological Society of North America* (RSNA) ;
- *International Society of Radiographers and Radiological Technologists* (ISRRT).

Il est nécessaire de souligner que l'AAPM a mis sur pied un comité appelé CARES<sup>13</sup> responsable de communiquer les progrès en éducation radiologique concernant la protection plombée. Ce comité comprend des membres de plus de 14 organisations professionnelles à travers le monde, représentant des physiciens médicaux et des professionnels

**Dans la plupart des cas, il est primordial que le technologue explique pourquoi le tablier plombé n'est pas recommandé. Si le patient continue d'insister pour le port du tablier plombé, cela revient à la discrétion du technologue, à condition d'accorder une attention particulière à la qualité de l'image pour qu'elle ne soit pas compromise et que la dose globale ne soit pas augmentée.**

de la santé; les technologues en radiologie et les organismes qui supervisent les programmes éducatifs pour les technologues en radiologie; les radiologues et les organismes de réglementation.

### Qu'en est-il des doses transmises en imagerie médicale ?

Les effets déterministes se produisent à des seuils de doses élevées qu'il est pratiquement impossible de transmettre aux patients à moins de ne pas avoir le choix pour lui sauver la vie. Par exemple, en effectuant des temps de radioscopie prolongés rendus nécessaires en imagerie d'intervention.

Concernant les effets stochastiques ou héréditaires, ceux-ci s'expriment en dose efficace et en mSv. Il est quand même rare actuellement en imagerie médicale qu'un examen dépasse 20 mSv en dose efficace. Donc, si ICRP Publication 103<sup>14</sup> considère qu'une dose < 100 mSv est une faible dose chez l'adulte, il est peu probable qu'un patient développe un effet héréditaire ou stochastique à la suite d'un examen d'imagerie médicale. Par exemple, à 100 mSv, la possibilité de développer un cancer radio-induit mortel est estimée à 5 possibilités sur 1 000 ou 0,5 %.

### Utilité ou non du tablier plombé pour le patient

Selon Marsh et Siloski<sup>15</sup>, le tablier ou la protection plombée ne protège pas contre le plus grand effet du rayonnement X, c'est-à-dire le rayonnement diffusé interne qui se produit lorsque le rayonnement est dévié de sa trajectoire à l'intérieur du patient, y compris sous le tablier plombé, et finit par déposer son énergie dans les tissus du patient.

Dans la plupart des cas, il est primordial que le technologue explique pourquoi le tablier plombé n'est pas recommandé. Si le patient continue d'insister pour le port du tablier plombé, cela revient à la discrétion du technologue, à condition d'accorder une attention particulière à la qualité de l'image pour qu'elle ne soit pas compromise et que la dose globale ne soit pas augmentée. Force est de reconnaître qu'on est bien loin de la radioprotection contre les rayonnements X en agissant ainsi. Dans ces conditions, nous sommes plutôt du côté de la protection psychologique, puisque le tablier plombé doit être situé dans le faisceau primaire pour réduire les rayonnements X. Du point de vue de la radioprotection, si le tablier plombé ne réduit pas les rayonnements provenant du faisceau primaire, il est inutile.

### Conclusion

Comme technologue en imagerie médicale, je suis porté à croire que le tablier plombé que l'on dépose sur un patient ne doit pas être une illusion de radioprotection. Par contre, le port du tablier plombé pour la protection du personnel,

des intervenants et des accompagnateurs n'est pas remis en cause par la position de l'AAPM.

Le comité de radioprotection considère sérieusement ces nouvelles recommandations et propose de mettre en place une approche réflexive et explicative concernant l'abandon du tablier plombé pour la protection des patients.

### RÉFÉRENCES

- 1 – C-26-Code des professions du Québec, C-26 - Code des professions (gouv.qc.ca)
- 2 – AJR, Volume 212, N° 4, avril 2019, <https://www.ajronline.org/doi/abs/10.2214/AJR.18.20508>
- 3 – ICRP, 1977. *Recommendations of the ICRP*. ICRP Publication 26. Ann. ICRP 1 (3)
- 4 – National Research Council, *Health Risks from Exposure to Low Level of Ionizing Radiation*. BEIR VII phase 2. Washington, D.C., The National Academy Press, 2016. Google Scholar
- 5 – Jaklevic M.C., *No shield from X-rays: How science is rethinking lead aprons*. Kaiser Health News, Jan 16, 2020.
- 6 – R.M. Marsh, M.S. Silosky., *Skeletal Radiol.* 2018 Jan;47(1):37-43. *Is lead shielding of patients necessary during fluoroscopic procedures?*
- 7 – AAPM, Position statement on the use of patient gonadal and fetal shield (<https://www.aapm.org/org/policies/details.asp?id=468&type=PP&current=true>)
- 8 – *As Low As Reasonably Achievable* (aussi bas que raisonnablement possible, en français)
- 9 – American College of Radiology (ACR), *Endorses AAPM position on patient gonadal and fetal shielding* (<https://www.acr.org/Advocacy-and-Economics/Advocacy-News-Advocacy-News-Issues/In-The-June-8-2019-Issue/ACR-Endorses-AAPM-Position-on-Patient-Gonadal-and-Fetal-Shielding>)
- 10 – American Society of Radiologic Technologists - [www.asrt.org](http://www.asrt.org)
- 11 – FDA, Dept. of Health and Human Services, 21 CFR § 1000.50.
- 12 – ASRT, <https://www.asrt.org/main/news-publications/news/article/2021/01/15/asrt-update-on-gonadal-and-feta;-shielding>
- 13 – AAPM CARES
- 14 – ICRP 103, *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, 2007.
- 15 – Walker M., *Is it time to end patient shielding in radiology?*, *Radiology Business News*, Jan 24 2019.

# Les temps changent

Par Yves Morel, t.i.m., syndic de l'OTIMROEPMQ

La déontologie professionnelle vit présentement une transformation tout aussi rapide qu'importante. Le **Code des professions** a été créé en 1973 et chacun des ordres professionnels de l'époque s'est alors doté d'un cadre éthique partiellement balisé par la loi. Ont aussi été créés les *codes de déontologie*, dont le mandat est d'établir les règles de conduite professionnelle qui régissent l'exercice d'une profession ou d'une fonction en faisant état des devoirs, des obligations et des responsabilités auxquelles sont soumis les professionnels qui l'exerce.

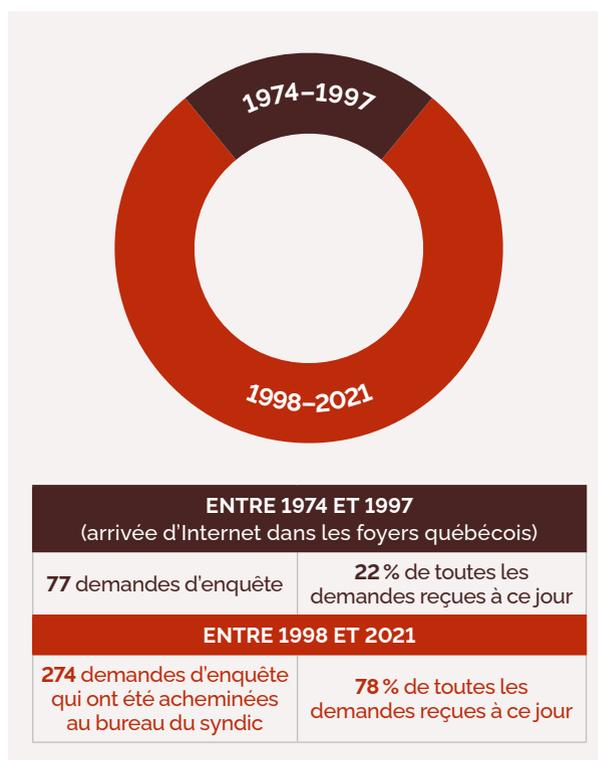
Il y a fort à parier que la plupart des conseils de discipline ont vu leur nombre de dossiers s'accroître depuis la création des codes de déontologie il y a maintenant 48 ans. Du moins, c'est ce que les statistiques tendent à démontrer à l'OTIMROEPMQ.

**Plus informés, les patients questionnent, veulent savoir et comprendre. Le processus disciplinaire est dorénavant beaucoup plus utilisé par le public et les statistiques en font foi.**

Au début, la population semblait peu faire appel à ce mécanisme de protection qu'est le processus disciplinaire issu du code de déontologie. Mais depuis l'arrivée d'Internet au milieu des années 1990, le public a accès à une multitude de renseignements. Plus informés, les patients questionnent, veulent savoir et comprendre. Le processus disciplinaire est dorénavant beaucoup plus utilisé par le public et les statistiques en font foi.

## Demandes d'enquêtes / Signalements

À titre indicatif, l'Ordre a reçu **351 demandes d'enquête depuis 1974**, réparties ainsi :



La population connaît maintenant mieux ses droits et les utilise. Le travail du Bureau du syndic consiste alors à déterminer le bien-fondé de ces demandes.

## Dépôt de plaintes

La tendance observée d'une augmentation des demandes d'enquête ne semble toutefois pas s'être directement traduite par un accroissement du nombre de plaintes déposées devant le conseil de discipline de l'OTIMROEPMQ.

En effet, le ratio des signalements qui se sont traduits par le dépôt d'une plainte devant le conseil de discipline est de 49 plaintes sur 351 signalements en 48 ans, soit 1 plainte sur 7 signalements.

**Faire valoir ses connaissances et ses compétences  
auprès du public et surtout, se faire reconnaître  
comme des « professionnels essentiels »  
est assurément une partie de la solution.**

Dans certains cas, avertissements et mises en garde ont été émis, et quelques conciliations entre les parties ont été conclues avant de procéder à la fermeture de ces dossiers.

**Les temps ont changé**

Sur les 49 plaintes déposées devant le conseil de discipline depuis sa création en 1973, près de la moitié, soit 23 plaintes, ont cependant eu lieu au cours des 10 dernières années. Pouvons-nous penser que cette augmentation statistique est due à une augmentation des erreurs, du nombre de technologues ou encore, est-ce parce que le public porte davantage plainte ?

Dans tous les cas, le public est certainement de plus en plus conscient des mécanismes de protection mis à sa disposition. Par conséquent, les professionnels sont de plus en plus susceptibles de devoir expliquer certains actes ce qui, en soit, est une occasion de se faire connaître et de démontrer sa plus-value.

Offrir des explications rassurantes, sécurisantes, claires et précises ainsi qu'une prestation de services professionnelle ne peut que favoriser la relation avec les patients. Faire valoir ses connaissances et ses compétences auprès du public et surtout, se faire reconnaître comme des « professionnels essentiels » est assurément une partie de la solution.

D'ailleurs, en sus des quelque 300 autres enquêtes fermées, le syndic a reçu, depuis 2015, plus de 250 demandes d'information de la part du public en général ou d'employeurs relativement à la conformité de la pratique ou au comportement allégué de certains membres; ceci a permis d'informer, d'expliquer et de rassurer la clientèle et de désamorcer certaines situations conflictuelles, la plupart du temps à la satisfaction des demandeurs.

Comme quoi, tant pour l'Ordre que pour les membres, bien informer le public sur le rôle des technologues demeure certainement la meilleure façon de les protéger.

**FIER ASSUREUR  
DES MEMBRES DE L'ORDRE  
DEPUIS PRÈS DE 35 ANS**

**1 800 644-0607** [lacapitale.com/otimroepmq](http://lacapitale.com/otimroepmq)

# Hypnose en imagerie médicale

GRÂCE À LA PREMIÈRE *BOURSE INNOVATION* OCTROYÉE PAR L'ORDRE, L'HÔPITAL DE MONTRÉAL POUR ENFANTS A EU L'OPPORTUNITÉ DE METTRE EN ŒUVRE UN PROJET PILOTE NOVATEUR PORTANT SUR L'UTILISATION DE L'HYPNOSE EN IMAGERIE MÉDICALE.



Johanne L'Écuyer,  
t.i.m.

Chef technologue  
Hôpital de Montréal  
pour enfants du Centre  
universitaire de santé  
McGill (2000 – 2020)

La prise en charge de la douleur et du stress des patients pédiatriques, lors de procédures en imagerie médicale, a toujours été une grande préoccupation.

## Genèse et chronologie du projet

### 2016

- Lors d'un congrès en France, le directeur général de l'Ordre assiste à une conférence sur les cystographies mictionnelles en pédiatrie faites sous hypnose.
- À son retour, il m'informe de ce qu'il a vu et demande s'il est envisageable de réaliser à court terme un projet pilote à l'HME.

### 2017

- Après discussion avec l'équipe, la décision fut prise de soumettre un projet pour aller en France par le biais de la *Bourse Innovation* pour explorer la façon dont cette technique est utilisée.
- Planification et organisation de la mission en France.

**Une attitude positive  
à l'égard de son patient  
est essentielle dès les  
premières secondes de la  
rencontre afin d'établir  
un lien de confiance.**

### 2018

- Visite de l'Hôpital Universitaire de Rouen et de l'Hôpital Femme – Mère – Enfant de Lyon, accompagnée de Maryanne Fortin, technologue spécialisée (secteur radiologie interventionnelle).
- Constat que la technique d'hypnose fonctionne très bien pour diverses procédures.
- Rapport de mission soumis au conseil d'administration (CA) de l'Ordre : plusieurs recommandations pour la mise en œuvre d'un projet pilote au sein du département.
- Approbation par le CA.

### 2019

- Planification du projet et formation des technologues.
- Mise en œuvre du projet pilote, suivis et documentation, conclusion et rapport final.
- Présentation du projet et des résultats au Congrès de l'OTIMROEPMQ (nov. 2019).
- Couverture médiatique – objectifs : un projet novateur à l'HME; rayonnement de la profession de technologue en imagerie médicale (déc. 2019).

## Quelques définitions

Il est important de préciser certaines définitions de l'hypnose, de même que de situer brièvement son contexte historique.

- « *Le terme hypnose fait référence à un état modifié de la conscience, c'est l'état particulier de la conscience entre la veille et le sommeil provoqué par la suggestion.* »  
– Larousse (2000)
- « *L'hypnose est un mode de fonctionnement mental particulier dans lequel le sujet, grâce à l'intervention d'une autre personne, parvient à faire abstraction de la réalité environnante, tout en restant en relation avec l'accompagnateur.* »  
– Jean Godin, psychiatre, psychothérapeute (1991)
- « *Il s'agit du processus d'immersion dans un état de conscience différent, où le jugement, la perception et la notion du temps peuvent être modifiés.* »  
– Dre Marie-Elizabeth Faymonville, anesthésiste au CHU de Liège

## Historique

### XVIII<sup>e</sup> siècle

1766 : Dr Franz-Anton Mesmer (1734-1815), premier « psychothérapeute ». Sa pratique est centrée sur le déclenchement de crises d'agitation dites thérapeutiques (crise magnétique, transe, fascination); naît le « mesmerisme ».

1784 : Amand Marie de Chastenot, marquis de Puységur (1751-1825) : élève de Mesmer, premier « hypnothérapeute ».

Fondation de l'École de Nancy, par l'Abbé Jose de Custodio de Faria : école de la suggestion directive et autoritaire dans le « magnétisme thérapeutique » ou sommeil lucide.

### XIX<sup>e</sup> siècle

1850 : Apparition du chloroforme qui permet un endormissement systématique du patient – éclipse l'hypnose thérapeutique (« *les médecins trouvent beaucoup plus facile d'utiliser un produit chimique pour anesthésier leurs patients que de passer du temps à les "endormir"* », Jakobowicz, 2017)

1882-1892 : âge d'or de l'hypnose en France.

1878 : Création de l'École de la Salpêtrière par Jean-Martin Charcot (1825-1893 - France), titulaire de chaire en neurologie.

Théorie neurophysiologique de l'hypnose (Pavlov) : l'état hypnotique serait un **état naturel modifié de la conscience**.

### XX<sup>e</sup> siècle :

1919 : Pierre Janet (1859-1947, France), père de la psychologie clinique. Il poursuit les travaux sur l'hypnose, malgré une baisse d'intérêt (arrivée de la pharmacologie et des anesthésiants).

1957 : K.I. Platonov (Russie) : l'importance des mots chez les sujets en état hypnotique, en état de veille.

**Milton Erickson (États-Unis)**, psychiatre et psychologue (1901-1980) : de conceptions initiales très dirigistes de l'hypnose et de la thérapie au développement de l'hypnose conversationnelle, permissive.

L'hypnose d'Erickson engendre un mouvement toujours existant, développé depuis les années 1950.

## De nos jours

Pendant longtemps, l'hypnose est demeurée dans cette zone grise des médecines alternatives que l'on utilise en dernier recours. Erickson lui donna ses lettres de noblesse, bien qu'elle resta à l'écart de la médecine officielle et des hôpitaux. Le changement constaté au cours des dernières années est issu d'une demande de la part des patients plus que d'une acceptation spontanée du corps médical. Dans plusieurs universités françaises, des cours d'hypnose sont proposés aux futurs médecins ainsi qu'au personnel médical et paramédical – utilisation de l'hypnose dans le domaine de la douleur, pratique de certains actes médicaux ou chirurgicaux sans l'intervention de narcotiques. Malgré tout, l'hypnose n'est pas encore, dans bien des cas, complètement prise au sérieux par le corps médical et la recherche. À ce jour, la pratique de l'hypnose fait toujours l'objet de nombreux questionnements sur le fonctionnement de notre cerveau.

## Quelques courants de l'hypnose moderne

### L'hypnose classique

L'hypnose classique est la plus familière. À la télévision ou dans les salles de spectacles, les hypnotiseurs mettent des volontaires en transe et leur font faire diverses actions. L'hypnotiseur, en position dominante et autoritaire, donne des ordres, et le volontaire, sélectionné suivant des critères précis, exécute ce qui lui est demandé.

### La sélection des volontaires lors d'un spectacle

L'hypnotiseur choisira sa future victime avec beaucoup de doigté, car seulement 5 à 10 % des personnes sont **facilement** hypnotisables. (Jakobowicz, 2017) L'hypnotiseur sélectionne les volontaires au moyen de tests simples utilisés plus ou moins directement afin de déterminer la sensibilité des volontaires potentiels.

### L'hypnose Ericksonienne

L'hypnose Ericksonienne tire son nom de son fondateur, Milton Erickson. Par opposition à l'hypnose classique, l'hypnose Ericksonienne est non directionnelle et beaucoup plus douce. En hypnose Ericksonienne, les changements voulus sont suggérés à l'inconscient par l'intermédiaire de métaphores, qui parfois n'ont aucun rapport avec la situation ou le problème donné. Des **mots** enclenchent le processus de changement de la conscience. Les technologues du projet pilote ont été formées à l'hypnose Ericksonienne.

## LE PROJET PILOTE

Le projet pilote s'est déroulé au département d'imagerie médicale de l'HME. En janvier 2019, une technologue en imagerie médicale et hypnothérapeute de l'Hôpital Universitaire Femme – Mère – Enfant de Lyon, séjournait à Montréal pour former des technologues de l'HME à l'hypnose. L'objectif du projet pilote : mieux gérer la douleur et le stress des patients de six ans et plus durant les cystographies mictionnelles et l'insertion de cathéter veineux central par approche périphérique (PICC Line).

### Composition d'une séance d'hypnose dans le contexte d'une procédure en imagerie médicale

Une attitude positive à l'égard de son patient est essentielle dès les premières secondes de la rencontre afin d'établir un lien de **confiance**. La technologue se doit d'être souriante, de démontrer un intérêt réel envers son patient et d'être **empathique**. Le comportement **non verbal** de la technologue est perçu rapidement par le patient qui se fait déjà une opinion sur la technologue. Dès lors, le lien de **confiance** s'établit. Ce lien est essentiel pour amener rapidement le patient dans un état de conscience modifié. Le patient doit ressentir la **bienveillance** du technologue.

### Le pouvoir des mots

En plus du non verbal perçu par le patient, la technologue doit s'adresser verbalement au patient, se présenter et lui expliquer le déroulement de la procédure. Le choix des mots et un vocabulaire positif, **un langage de confort, de réconfort et de sécurité** sont essentiels tout au long de la procédure. Ainsi, certains mots ont un effet « protecteur » alors que d'autres augmentent le niveau d'anxiété du patient. (**Tableaux 1, 2 et 3**) À noter que la négation peut être utilisée de façon judicieuse, car le cerveau **n'enregistrerait pas la négation**. Par exemple, le cerveau ne retiendrait que le mot « mal » dans la phrase « ça ne fera pas mal » et omettrait le mot « pas »; si on disait que « la table n'est pas confortable », il ne retiendrait que « confortable ».

Frais	Froid
Calme	Peur
Sécurité	Mal
Protéger	Tomber
Confiance	Piqûre
Détente	Tirer
Confortable	Bruit
Énergie	Blesser
Stable	Attacher
Doux	Dur
Tranquille	Serrer

**Tableau 1 :** Exemples de mots de protection à utiliser.

Frais	Froid
Calme	Peur
Sécurité	Mal
Protéger	Tomber
Confiance	Piqûre
Détente	Tirer
Confortable	Bruit
Énergie	Blesser
Stable	Attacher
Doux	Dur
Tranquille	Serrer

**Tableau 2 :** Exemples de mots d'inconfort à éviter.

À UTILISER	À ÉVITER
Je vais m'occuper de toi.	Je ne vais pas te faire mal.
Aie confiance.	N'aie pas peur.
Reste bien immobile.	Ne bouge pas.
On va mettre en place le matériel pour faire de belles images.	Je vais te faire une piqûre.

**Tableau 3 :** Exemples de phrases à utiliser et à éviter.

Afin d'amener le patient dans un état de conscience modifié, il importe d'amener le patient sur un sujet qui lui est cher et qui lui procure un certain confort. À ce stade-ci, et après lui avoir expliqué la procédure à venir, on lui demande s'il y a un lieu où il se sent bien ou un sujet qu'il aime particulièrement et qu'il voudrait partager avec nous (ex. : randonnée en montagne, journée à la plage, cinéma, etc.); le sujet choisi par le patient ne doit pas faire l'objet de discussion – il faut respecter son choix. Une fois le sujet établi, la technologue place le patient sur la table d'examen, en continuant à utiliser des mots positifs et de confort.

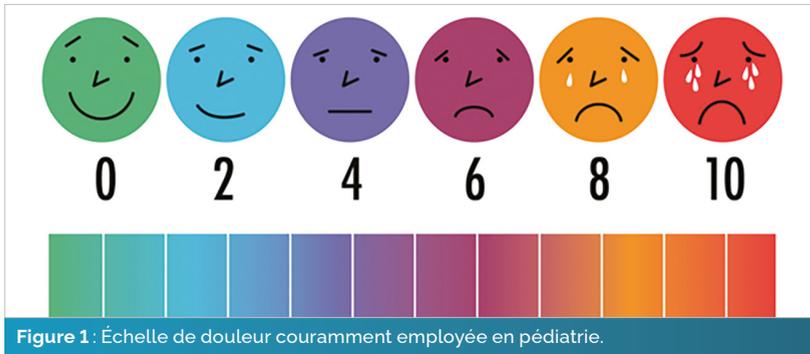
Trois phases importantes de l'hypnose :

- L'induction;
- La dissociation (la transe ou phase de la conscience imaginaire prenant le dessus sur la conscience critique);
- Le retour.

**À noter qu'il ne s'agit pas d'une prise de contrôle de l'esprit du patient, mais bien d'un accompagnement lui-même un état de bien-être.**

### L'induction

L'induction hypnotique est l'étape qui précède et permet l'entrée dans un état d'hypnose. Elle consiste à encourager le patient à se détendre, alors qu'il entre doucement dans la phase de conscience modifiée. La rencontre avec le patient, le non verbal empathique, le vocabulaire positif se retrouvent dans cette phase. Tout doucement, les mots positifs prépareront le cerveau à faire une transition de la conscience critique vers la conscience imaginaire.



## La dissociation

La dissociation est l'état de rêverie, le moment où l'imaginaire prend le dessus sur le réel, les paroles de l'hypnotiseur guidant les pensées du patient par les biais de suggestions à partir du sujet préalablement choisi par le patient. À noter qu'il ne s'agit pas d'une prise de contrôle de l'esprit du patient, mais bien d'un accompagnement lui permettant d'atteindre lui-même un état de bien-être. C'est l'état de distraction avancé du patient - la dissociation modifie la perception de la réalité et permet ainsi d'échapper aux douleurs extérieures. C'est à cette étape que la procédure a lieu - la technologue détermine le début de la procédure. Des signes physiques sont visibles, indiquant à la technologue que la conscience imaginaire du patient a pris le dessus. Tout au long de la procédure, la technologue doit être attentive aux gestes posés et à venir, afin d'ajuster le récit de l'histoire en conséquence - elle doit adapter l'histoire en cours avec l'environnement extérieur du patient. Par exemple, à l'insertion d'un cathéter veineux central par approche périphérique (PICC), un patient qui serait en randonnée se ferait dire qu'une branche a touché son bras et, sans changer le ton de sa voix, la technologue suggérera qu'il peut ressentir quelque chose, ou pas.

## Le retour

À la fin de la procédure, un retour en douceur à la conscience critique s'impose. La technologue doit alors faire marche arrière dans l'histoire construite avec le patient et revenir au point de départ. Il n'est pas rare que le patient s'étonne de la vitesse avec laquelle la procédure s'est effectuée - le temps passe très vite en état d'hypnose.

Répartition des examens selon le type (groupe expérimental)

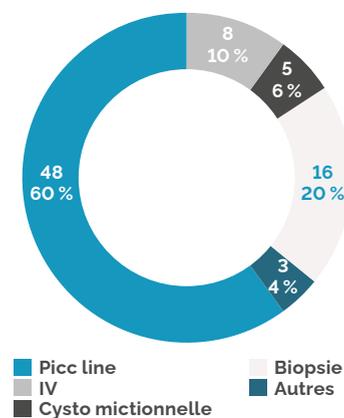


Figure 2 : Nombre et pourcentage des 80 patients sous hypnose selon le type d'examen.

## Les résultats du projet pilote

Notre groupe expérimental (avec hypnose) était composé de 80 patients âgés de 6 ans et plus, et notre groupe contrôle (sans hypnose) comptait 23 patients également âgés de 6 ans et plus. Des contraintes de temps et de ressources ont imposé un déséquilibre dans le nombre de patients entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Au départ, le projet visait les cystographies mictionnelles, les intraveineuses en médecine nucléaire et les insertions de cathéters veineux centraux par approche périphériques (PICC). Rapidement, nous avons vu l'efficacité de l'hypnose, et alors que les technologues prenaient de l'expérience et gagnaient en confiance en elles, d'autres procédures se sont ajoutées au projet : les biopsies rénales, thyroïdiennes, inguinales; les ponctions lombaires et la gastrostomie.

## L'évaluation des résultats

Afin d'évaluer l'efficacité de l'hypnose, nous demandions aux patients des deux groupes de fixer une étoile sur l'image représentant le niveau d'inconfort et de douleur ressenti pendant la procédure - échelle de 0 à 10 où 0 est le minimum, soit l'absence d'inconfort, et 10 un maximum d'inconfort. (Figure 1)

La répartition des examens de nos 80 patients dans le groupe avec hypnose est la suivante : 48 PICC Line, 8 insertions d'intraveineuse, 5 cystographies mictionnelles, 16 biopsies, 1 ponction lombaire et 1 gastrostomie. (Figure 2)

Chez les 80 patients du groupe avec hypnose, 52 % étaient des garçons et 48 % étaient des filles. (Figure 3) Pour ce qui est du groupe sans hypnose, la répartition filles - garçons était de 61 % et 39 %. (Figure 4)

Répartition des patients selon le genre (groupe expérimental)

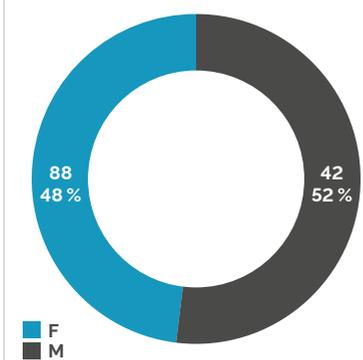


Figure 3 : Nombre et pourcentage des patients sous hypnose selon le genre.

Répartition des patients selon le genre (groupe contrôle)

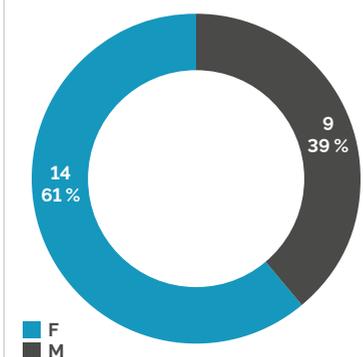


Figure 4 : Nombre et pourcentage des patients sans hypnose selon le genre.

« L'hypnose est un mode de fonctionnement mental particulier dans lequel le sujet, grâce à l'intervention d'une autre personne, parvient à faire abstraction de la réalité environnante, tout en restant en relation avec l'accompagnateur. »

– Jean Godin, psychiatre, psychothérapeute (1991)

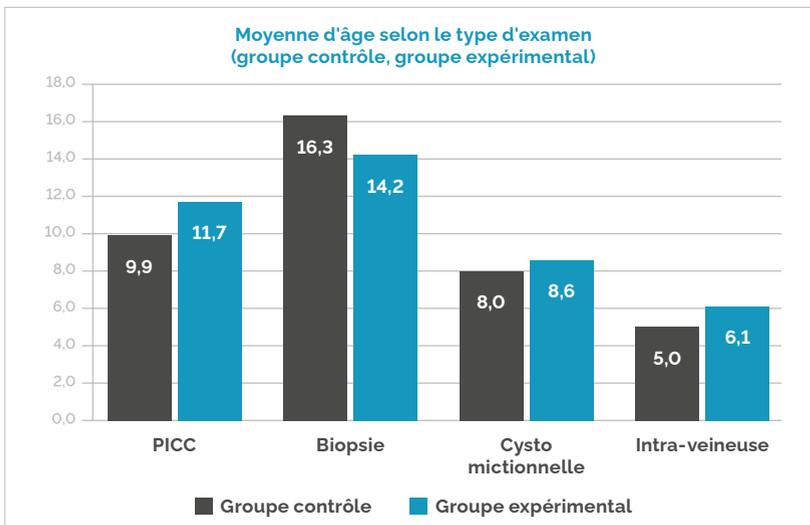


Figure 5 : Tableau représentant la moyenne d'âge selon le type d'examen avec et sans hypnose.

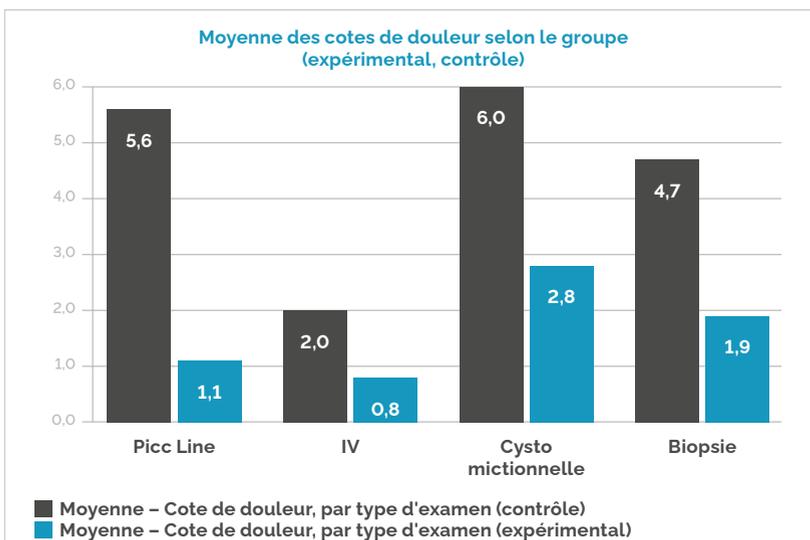


Figure 6 : Tableau représentant la moyenne de cote de douleur selon le type d'examen avec et sans hypnose.

On notera que la différence des moyennes d'âge entre le groupe avec hypnose et le groupe sans hypnose, pour tous les types d'exams, se situe aux environs de 2 ans. (Figure 5)

Nous avons constaté que pour tous les types d'exams, les résultats du groupe expérimental (avec hypnose) affichent une moyenne de cote de douleur nettement inférieure à celle du groupe contrôle (sans hypnose). (Figure 6)

Nous observons le même résultat lorsque nous comparons la moyenne des cotes de douleur selon le genre. (Figure 7) Les garçons du groupe contrôle (sans hypnose) affichent une cote moyenne de douleur supérieure à celle des filles du même groupe, avec des valeurs respectives de 6,7 et 4,6. Cependant, la cote moyenne de douleur des garçons du groupe expérimental (avec hypnose) est légèrement inférieure à celles des filles, avec des valeurs respectives de 1,2 et 1,5. (Figure 7) À la lumière de ces résultats, on peut se poser les questions suivantes :

- Les garçons seraient-ils moins tolérants à la douleur sans hypnose que les filles ?
- Les garçons réagissent-ils légèrement plus positivement à l'hypnose que les filles ?

Notre projet pilote ne permet pas de répondre à de telles questions.

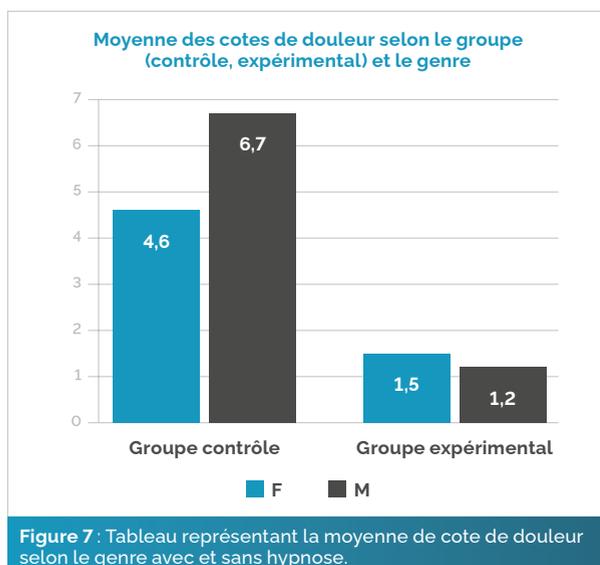
## En conclusion

Le projet pilote d'hypnose en imagerie médicale à l'HME fut un succès incontestable. Les observations et les écarts entre les patients du groupe expérimental et ceux du groupe contrôle sont révélateurs. Ainsi, la cote moyenne pour la douleur pendant les procédures sur une échelle graduée de 0 à 10 chez les enfants du groupe contrôle (sans hypnose) était de 5,4/10, toutes procédures confondues, alors que chez les enfants du groupe expérimental (avec hypnose), cette même cote était à 1,4/10, toutes procédures confondues. Une telle variation moyenne sur l'échelle de douleur chez de jeunes patients choisis de manière aléatoire (sans autres critères que l'âge du patient), en est la confirmation.

Un autre constat d'intérêt, en ce qui a trait à la maîtrise des techniques d'hypnose utilisées par les technologues dans le temps, est que la courbe d'apprentissage de ces techniques est relativement courte : quelques mois, incluant la formation, suffisent pour que les technologues atteignent un niveau d'efficacité constant.

À la lumière de tels résultats, nous avançons que l'hypnose engendre de nombreux bénéfices pour l'imagerie médicale, notamment :

- applicable à différentes procédures : PICC Line, accès veineux, cystographie mictionnelle, biopsies, ponctions lombaires et gastrostomie;
- pour les patients : offre une prise en charge alternative et douce de la douleur et de l'anxiété;
- pour les technologues : suscite une valorisation de leur travail; un sentiment de bien-être associé à la bienveillance;
- pour les radiologistes : procure une ambiance plus calme pour l'exécution des procédures;



- pour les parents : est source d'une plus grande satisfaction envers la qualité de la prestation de service du département d'imagerie médicale, comme cela est démontré par leurs commentaires;
- pour le système de santé, et sous l'hypothèse d'un déploiement futur dans l'ensemble du réseau (c'est un souhait !) : une meilleure prise en charge des patients et une amélioration de l'expérience des bénéficiaires du système ainsi que de possibles économies pour le réseau (élimination des médicaments – durée de séjour écourtée).

## RÉFÉRENCES

- 1 – Ma bible de l'hypnose et de l'autohypnose, Jean-Michel Jakobowicz – Leduc Editions, 2017.
- 2 – <https://hypnose-ericksonienne.com/fr/sinformer/lhypnose/>
- 3 – <http://psychiatrieinfirmiere.free.fr/infirmiere/formation/document/therapie/hypnose.htm>

## FIGURE

- 1 – <https://ressources-ergo.com/bilan-en-ergotherapie-evaluation-de-la-douleur-par-lechelle-visuelle-analogique>

## COUVERTURE MÉDIATIQUE

- 1 – <https://lactualite.com/actualites/projet-pilote-dhypnose-medicale-a-lhopital-de-montreal-pour-enfants/>
- 2 – <https://www.facebook.com/watch/?v=144661943190722>
- 3 – <https://www.ledevoir.com/societe/science/568528/l-hypnose-en-milieu-hospitalier>
- 4 – <https://ici.radio-canada.ca/premiere/emissions/penelope/segments/panel/150801/hypnose-medicale-dentiste-accouchement-enfants>
- 5 – <https://montreal.ctvnews.ca/montreal-children-s-hospital-uses-medical-hypnosis-to-reduce-anxiety-pain-1.4716814>
- 6 – <https://www.theglobeandmail.com/canada/article-montreal-childrens-hospital-employs-medical-hypnosis-to-reduce-2/>

## REMERCIEMENTS

Alain Crompt, ex-directeur général de l'OTIMROEPMQ pour une vision innovatrice

Le CA de l'OTIMROEPMQ de 2018 pour le soutien du projet

La Capitale Assurances et services financiers pour le soutien financier au moyen d'une *Bourse Innovation*

Mme Claire B. Ruby, formatrice, pour la qualité de la formation et sa disponibilité post formation

L'équipe de technologues formées pour le projet et leur participation active et enthousiaste tout au long du projet pilote : Maryanne Fortin, t.i.m., Vicky Fortin, t.i.m.

L'équipe de radiologistes qui acceptaient d'adapter les procédures réalisées sous hypnose : Dr Louis Boucher, Dr David Valenti, Dre Tatiana Cabrera, Dr Karl Muchentef, Dr Carlos Torres et Dr Ali Bessissow.

Dre Christine Saint-Martin pour son soutien tout au long du projet, sa contribution financière au retour de la formatrice pour mise à jour des technologues et formation d'autres membres du personnel de l'HME.



# L'apport de l'électrophysiologie médicale au diagnostic du diabète

À LONG TERME, LE DÉSORDRE MÉTABOLIQUE CRÉÉ PAR LE DIABÈTE ENGENDRE DES COMPLICATIONS NEUROPATHIQUES.



Alexandra Boucher,  
t.e.p.m., B. Sc.  
Psychologie

CISSS de la  
Montérégie Est,  
Hôpital Pierre-Boucher  
Responsable de l'élec-  
troencéphalographie  
quantitative (EEGq),  
analyste et formatrice,  
cliniques Neurodeznig

Dans notre société actuelle, des gens qui souffrent de diabète, on en croise à tous les coins de rue. Le diabète est devenu, en quelque sorte, la maladie insidieuse des temps modernes. D'ailleurs, lorsqu'on est technologue en électrophysiologie médicale et qu'on travaille dans le domaine neuromusculaire, il ne se passe pas une seule journée sans que l'on rencontre deux, trois, quatre ou cinq patients diabétiques dans un même quart de travail. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le diabète est une maladie qui n'entraîne pas que des complications cardiovasculaires, mais également des complications neurologiques. Mais pourquoi donc ? Pourquoi autant de gens en viennent-ils à avoir un pancréas paresseux ? Afin de mieux comprendre cette maladie et les atteintes neuropathiques qu'elle peut engendrer, commençons par rappeler le rôle du pancréas, acteur principal du diabète.

## Retour sur le pancréas, l'insuline et la glycémie

Le pancréas est un organe; il s'agit d'une glande localisée dans l'abdomen, au niveau du rétropéritoine. Il fait partie à la fois du système digestif et du système endocrinien, car il est impliqué dans le processus de digestion; il est également responsable de sécréter une hormone appelée l'insuline, qui

sert à la régulation de la glycémie en permettant au glucose d'entrer dans les cellules du corps humain. L'insuline est représentée, de façon imagée, comme étant la clé qui permet d'ouvrir la porte des cellules afin de permettre au glucose d'entrer et d'être recyclé en énergie. Un taux de glucose trop élevé dans le sang témoigne du fait que l'insuline n'est pas assez présente et/ou efficace pour bien faire son travail de portier en permettant au glucose d'entrer dans les cellules pour leur fournir l'énergie nécessaire.

Le pancréas fonctionne par stimulation humorale, c'est-à-dire qu'il libère l'insuline en réponse à la variation de la concentration en nutriments ou en ions dans le sang, en fonction des variations glycémiques dans ce cas-ci. Par conséquent, l'indice de glucose présent dans le sang stimule, chez un sujet sain, la libération d'insuline adéquate à la gestion des glucides comme source d'énergie. Chez un sujet diabétique, le pancréas est, pour plusieurs raisons, dysfonctionnel, et la sécrétion d'insuline est problématique. On retrouve deux types de diabète, selon le type de dysfonction du pancréas.

MOMENT DE LA MESURE DE LA GLYCÉMIE	OBJECTIFS POUR LA PLUPART DES PATIENTS
Au lever et avant les repas	4,0 à 7,0 mmol/L
2 heures après un repas	5,0 à 10,0 mmol/L

Figure 1 : Valeurs normales de la glycémie.

## Une glycémie considérablement élevée à long terme en vient à être toxique pour l'organisme et diminue la capacité de guérison des nerfs.

Le diabète se caractérise par une glycémie qui se situe au-dessus des valeurs normales. **(Figure 1)**

Le diabète de type 1, dit insulino-dépendant, est habituellement diagnostiqué chez les gens de moins de 20 ans et représente environ 10 % des patients diabétiques. Dans ce contexte, le pancréas ne produit pas d'insuline, car le système immunitaire, pour des raisons encore inconnues, attaque les cellules bêta productrices d'insuline. Le diabète de type 2, dit non insulino-dépendant, est habituellement diagnostiqué à l'âge adulte, chez les sujets de 40 ans et plus, et représente environ 90 % des patients diabétiques. En ce qui a trait au diabète de type 2, il est fortement corrélé avec l'embonpoint. Il s'explique par deux phénomènes distincts : d'une part, il est possible que le pancréas ne parvienne pas à produire assez d'insuline et, d'autre part, il se pourrait que le corps ne parvienne pas à utiliser adéquatement l'insuline, c'est ce qu'on appelle communément la résistance à l'insuline.

### Les complications du diabète en lien avec le système nerveux et l'électrophysiologie médicale

Mais quel est donc le lien entre le diabète et le système nerveux ? Tel que décrit plus haut, le glucose n'arrivant pas à pénétrer correctement dans les cellules, il s'accumule dans le sang, faisant ainsi augmenter la glycémie au-dessus des valeurs normales. À long terme, ce désordre métabolique créé par l'hyperglycémie engendre des microangiopathies diabétiques, des

minuscules ischémies chroniques des tissus, causées par des problèmes de microvascularisation. En conséquence, les nerfs ne disposent pas d'oxygène et de nutriments en quantité suffisante pour assurer adéquatement leur rôle de conducteur d'influx nerveux. Il en résulte donc une atteinte des nerfs que l'on qualifie de polyneuropathie diabétique. Qui plus est, une glycémie considérablement élevée à long terme en vient à être toxique pour l'organisme et diminue la capacité de guérison des nerfs. Il est toutefois à considérer que la polyneuropathie diabétique n'est pas toujours étroitement reliée au contrôle de l'indice glycémique, mais peut aussi être associée à de l'obésité, à de l'hypertension, à une dyslipidémie, à de l'inflammation ou à une résistance à l'insuline.

En électrophysiologie médicale, une technique moins bien connue du grand public et des autres professionnels de la santé, c'est sans doute l'EMG, acronyme pour électromyogramme. L'EMG est un examen qui permet d'étudier l'état des nerfs et des muscles par l'entremise de l'activité bioélectrique qu'ils produisent. De façon générale, l'examen complet dure, en moyenne, entre trente minutes et une heure. C'est un examen qui se caractérise par des stimulations électriques de l'ordre du milliampère et d'une durée variant de millisecondes à une seconde maximum, administrées à l'aide d'un stimulateur à cathode et à anode, ainsi que par l'insertion d'une aiguille dans certains muscles. En fonction de la pathologie suspectée selon l'ordonnance et l'histoire clinique du patient, les

stimulations électriques peuvent être administrées aux membres inférieurs, aux membres supérieurs et même parfois au niveau du cou ou du visage. L'aiguille, quant à elle, est insérée dans les muscles reliés aux nerfs étudiés. En clinique d'électrophysiologie, l'EMG se déroule en plusieurs étapes :

- Première étape, les vitesses de conceptions nerveuses : effectuées par le technologue en EPM, qui vient évaluer la conductivité des nerfs périphériques en cause.
- Deuxième étape, la consultation et l'examen neurologique : effectués par le neurologue, qui vient qualifier et quantifier les symptômes ressentis par le patient.
- Troisième étape, l'électromyogramme : effectué par le neurologue et assisté par le technologue en EPM, qui vient compléter et confirmer les atteintes ainsi que la sévérité des symptômes.

L'ensemble de l'examen se nomme EMG, bien que ce ne soit qu'une partie de l'examen qui comporte véritablement un électromyogramme, à proprement parler. L'EMG permet d'évaluer les complications nerveuses que peuvent avoir plusieurs pathologies, notamment le syndrome du Guillain-Barré, la sclérose latérale amyotrophique, le diabète, etc., car toutes ces maladies provoquent la dégénérescence, plus ou moins sévère et réversible, de fibres nerveuses. Dans le cas du diabète, l'EMG est surtout prescrit dans le but de confirmer les atteintes et d'évaluer la sévérité de celles-ci en permettant de constater les nerfs qui sont impliqués et à quel degré. Le diabète atteignant plusieurs nerfs en simultané avec un début distal, c'est pourquoi on parle de polyneuropathie diabétique.

Dans le cas d'une polyneuropathie diabétique, les patients peuvent ressentir des paresthésies, de l'hy-poesthésie, des sensations de brûlures ou des douleurs au niveau distal des membres inférieurs et parfois aussi des membres supérieurs. Tous ces symptômes suggèrent des atteintes à

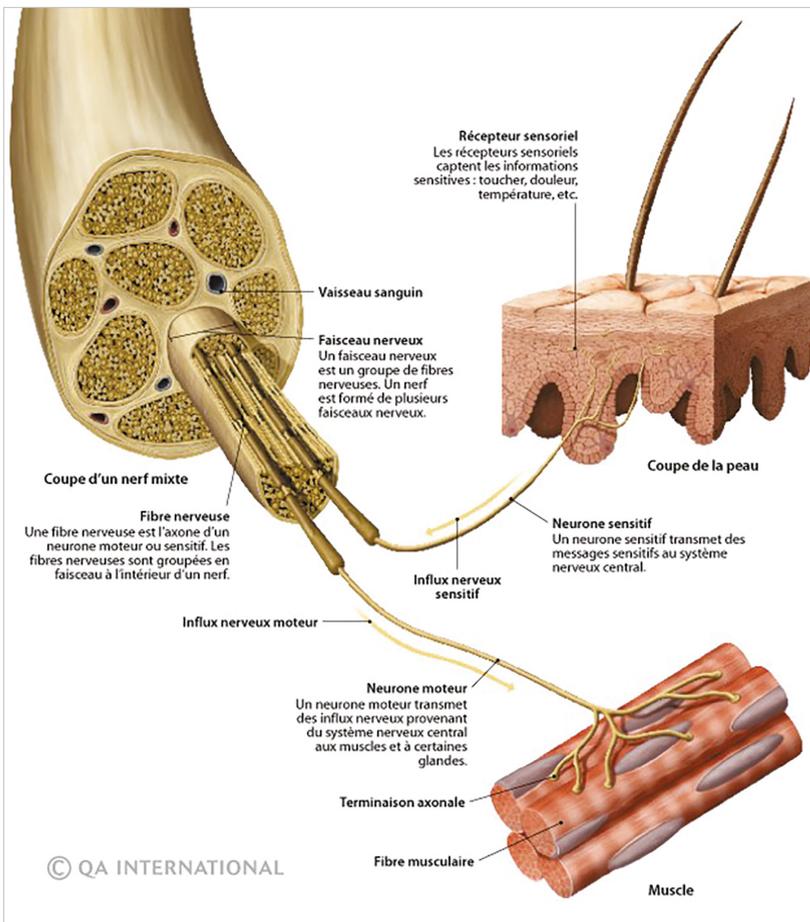


Figure 2 : Anatomie du nerf.

prédominance sensitive. Il peut aussi arriver que la neuropathie soit si sévère qu'elle atteigne les nerfs du système nerveux autonome qui commandent le fonctionnement des viscères. Les patients peuvent alors ressentir d'autres types de symptômes, tels que des symptômes gastro-intestinaux ou urinaires, par exemple.

### Les vitesses de conduction nerveuses

Les nerfs spinaux sont composés de vaisseaux sanguins et de fibres nerveuses motrices ou sensibles. Ils prennent forme dans la moelle épinière et se rendent jusqu'au bout des membres supérieurs et inférieurs. En sachant que le système nerveux fonctionne par l'intermédiaire d'influx nerveux qui se propagent tout le long des nerfs jusqu'en périphérie, afin de permettre à l'humain de ressentir les sensations et d'exécuter des mouvements, les vitesses de conduction nerveuses permettent au technologue et au médecin de qualifier et de quantifier l'activité électrique des neurones moteurs et sensitifs des nerfs. (Figure 2)

On étudie, le plus souvent, les nerfs dans leur portion distale, entre autres dans les cas de diabète, mais il est possible aussi de le faire dans leur portion proximale dans le cadre d'autres pathologies telles que les atteintes du plexus brachial. Pour ce faire, sur le trajet d'un même nerf, on positionne des électrodes sur un site de stimulation ainsi que sur un site d'enregistrement. Si on étudie un nerf moteur, on positionne l'électrode active sur un muscle, l'électrode de référence sur un os ou un tendon et on stimule sur le trajet du nerf en question, alors que si on étudie un nerf sensitif, on positionne l'électrode active ainsi que l'électrode de référence sur le trajet du nerf, puis on stimule également sur le trajet de ce même nerf. Les nerfs peuvent avoir deux types d'atteintes : une atteinte dite démyélinisante, où la dégénération est limitée à la perte de la gaine de myéline du neurone, établissant un lien avec la latence et la vitesse de conduction des fibres nerveuses; et une atteinte axonale, où la dégénération intéresse l'axone directement, établissant un lien avec le l'amplitude et le voltage

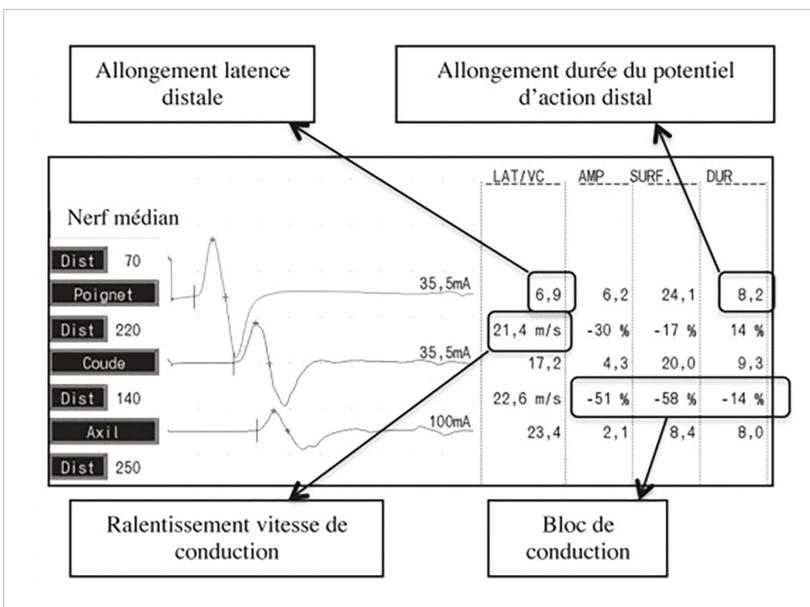


Figure 3 : Vitesses de conduction nerveuses motrices du nerf médian.

## La polyneuropathie diabétique touche le plus souvent les membres inférieurs, car les fibres les plus grosses et les plus longues sont atteintes en premier.

des fibres nerveuses. Dans le cas de la polyneuropathie diabétique, on rencontre principalement des atteintes démyélinisantes. Quoiqu'une atteinte purement axonale n'est pas impossible dans les cas très sévères, elle est tout de même plus souvent accompagnée d'une atteinte démyélinisante.

Lors de la partie des vitesses de conduction, on cherche à trouver l'onde qui représente le potentiel d'action produit par les fibres nerveuses. Le technologue regarde donc plusieurs paramètres tels que la latence de l'onde recueillie, la vitesse de l'influx nerveux et l'amplitude de l'onde. Les résultats de ces paramètres doivent se situer à l'intérieur de valeurs normales, sans quoi l'examen nous indique une pathologie déterminée par les valeurs anormales rencontrées et l'histoire clinique du patient. À noter que plus l'atteinte est sévère, plus les valeurs enregistrées s'éloigneront des normes. (Figure 3)

Les résultats aux vitesses de conduction nerveuses varient d'un patient à l'autre selon la sévérité des atteintes, mais de façon générale, chez les sujets diabétiques chez qui on suspecte une polyneuropathie, les atteintes sont toujours bilatérales, symétriques et se manifestent de façon ascendante. La polyneuropathie diabétique touche le plus souvent les membres inférieurs, car les fibres les plus grosses et les plus longues sont atteintes en premier. En conséquence, lorsqu'il y a une progression clinique, elle se fait dans cet ordre : on rencontrera des atteintes des membres inférieurs avant des atteintes des membres supérieurs, ainsi que des atteintes sensitives avant des atteintes motrices.

Lorsqu'ils recherchent une polyneuropathie diabétique, les neurologues ont des protocoles standardisés que le technologue doit appliquer. Puisque la polyneuropathie est une atteinte diffuse qui se manifeste de façon bilatérale et symétrique, qu'elle est structurée, puisqu'elle s'installe d'abord en périphérie, certains neurologues veulent avoir des vitesses de conduction sur des nerfs prédéterminés, soit sur chaque jambe ou encore sur une jambe et sur un bras. L'étude d'un membre inférieur et d'un membre supérieur peut être effectuée dans le but d'écarter une autre pathologie, telle une radiculopathie, par exemple. Autrement, l'étude des deux membres inférieurs peut être effectuée dans le but d'éliminer une cause vasculaire, par exemple. Ensuite, selon les résultats obtenus au cours de l'étude, si besoin il y a, le technologue peut, selon le protocole, ajouter l'étude d'un membre

ou des nerfs supplémentaires à son examen. Ceci permet de recueillir plus d'informations et permet au neurologue de mieux orienter le diagnostic.

### L'électromyogramme

L'électromyogramme est la partie de l'examen qui se caractérise par l'insertion d'une aiguille qui enregistre l'activité des muscles. Le neurologue sélectionne des muscles à étudier selon les résultats aux vitesses de conduction nerveuses et selon son examen neurologique fait au préalable. Cette partie de l'examen lui permet de confirmer la nature des atteintes, de préciser la localisation, d'orienter l'étiologie et de constater le degré de sévérité. Le neurologue fait un enregistrement de quelques secondes dans le muscle au repos, ainsi qu'un enregistrement dans le muscle en contraction, en demandant au patient d'activer le muscle étudié et termine en demandant au patient de contracter son muscle au maximum. À chaque moment, le neurologue observe le tracé d'EMG à l'écran et constate les anomalies présentes, à savoir d'abord s'il y a atteinte musculaire, puis le type et le niveau de l'atteinte. (Figures 4 et 5)

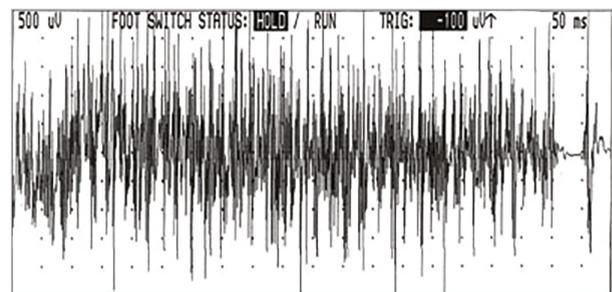


Figure 4 : Tracé d'EMG normal en contraction.

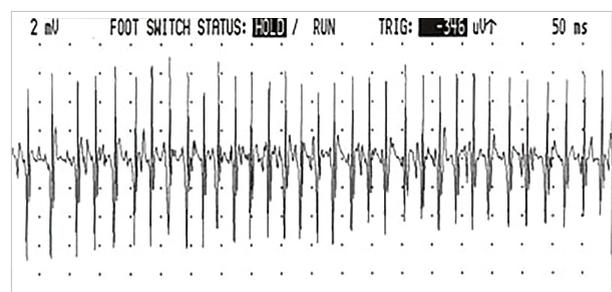


Figure 5 : Tracé d'EMG neurogène en contraction (simple accéléré).

Dans un contexte de diabète, les anomalies à l'électromyogramme, lorsque présentes, sont de nature neurogène puisque ce sont les nerfs qui sont problématiques et non pas les muscles. Dans certains cas de diabète très sévère et/ou mal contrôlé depuis longtemps, il est possible d'observer une atrophie des muscles innervés par les nerfs atteints. Le cas échéant, le tracé d'EMG sera pauvre en unités motrices, témoignant alors d'une dénévation de ces muscles. À la suite de tout ceci, le neurologue corrèle l'ensemble des données recueillies tout au long de l'examen, pose son diagnostic et oriente le traitement.

## Traitements

En ce qui a trait aux traitements de la polyneuropathie diabétique, il est possible de soulager les symptômes en lien avec les douleurs neuropathiques à l'aide d'un traitement médicamenteux. Par contre, il faut savoir que le diabète est une maladie chronique qui ne se guérit pas, mais qui se contrôle. À cet effet, la polyneuropathie diabétique est difficile, voire impossible à guérir selon la sévérité des atteintes. D'une part, les fibres nerveuses endommagées ont la possibilité de se régénérer seulement lorsque l'intégrité du nerf est conservée. Aussi, la restauration de la fonction motrice n'est envisageable que si un nombre significatif d'axones moteurs

**La polyneuropathie  
diabétique est difficile,  
voire impossible à guérir  
selon la sévérité  
des atteintes.**

réinnervent les muscles couplés au nerf atteint. La restauration de la fonction sensitive, quant à elle, est possible si le délai de réinnervation est court. D'autre part, la régénération d'un axone se fait extrêmement lentement, de l'ordre d'un à un maximum de quatre millimètres par jour. La polyneuropathie diabétique peut toutefois se contrôler et ainsi demeurer stable en maîtrisant le diabète lui-même. D'ailleurs, les traitements disponibles sont prescrits dans le but de stabiliser ou de ralentir l'aggravation des symptômes. Les douleurs neuropathiques constituent le problème le plus fréquent, car les antalgiques classiques tels que les anti-inflammatoires non stéroïdiens, par exemple, sont souvent inefficaces. Le neurologue doit alors penser à prescrire d'autres médicaments, tels que l'amitriptyline, antidépresseur tricyclique, ou encore des molécules de la classe des antiépileptiques, comme le prégabalin ou le gabapentin. Les patients diabétiques évalués en clinique pour une polyneuropathie sont avisés de faire attention lors de la marche, car le principal facteur de danger chez cette clientèle est la perte de sensibilité, qui occasionne la possibilité de se blesser aux pieds sans s'en apercevoir. Ces blessures peuvent engendrer des infections graves et des complications non souhaitables peuvent s'en suivre.

## Conclusion

L'EMG est probablement parmi les techniques complexes à pratiquer en électrophysiologie médicale, car elle nécessite que le technologue en EPM soit constamment à l'affût des valeurs obtenues et de leur signification. Il doit avoir en tête les protocoles et les valeurs normales attendues selon chacun des neurologues avec qui il travaille. Il doit également mettre en lien l'ensemble des informations cliniques et des données obtenues à chaque stimulation avec les concepts physiologiques et pathologiques afin de bien orienter son examen. Il doit aussi bien connaître son appareil et ses paramètres techniques afin de s'assurer que l'examen soit le plus fidèle et valide possible, notamment en évitant ou en corrigeant toute source d'artéfacts possibles qui pourrait mener à un diagnostic erroné ou à un mauvais traitement. En contrepartie, cette technique un peu plus ardue est également une technique très stimulante cognitivement !

## RÉFÉRENCES

- 1 - C. Desouches, O. Alluin, N. Mutaftschiev, E. Dousset, G. Magalon, J. Boucraut, F. Feron, P. Decherchi. La réparation nerveuse périphérique : 30 siècles de recherche. [En ligne] Revue neurologique (Paris), volume 161, issue 11, novembre 2005. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0035378705851720?via%3Dihub>
- 2 - Diabetes: neuropathies & neuromuscular disorders. [En ligne] Neuromuscular Disease Center - Washington University, novembre 2020. <https://neuromuscular.wustl.edu/nother/diabetes.htm>
- 3 - Dr Chanson Jean-Baptiste, Polynévrite des membres inférieurs : quelle prise en charge étiologique et thérapeutique ? [En ligne], Faculté de médecine Strasbourg, [http://udsmcd.u-strasbg.fr/dumg/IMG/pdf/3-\\_Dr\\_CHANSON\\_Polynévrite\\_m\\_inf.pdf](http://udsmcd.u-strasbg.fr/dumg/IMG/pdf/3-_Dr_CHANSON_Polynévrite_m_inf.pdf)
- 4 - Diabète et nerfs : une neuropathie insidieuse qui devient douloureuse. [En ligne] Pourquoi docteur : comprendre pour agir, novembre 2019. <https://www.pourquoidocteur.fr/MaladiesPkoidoc/1138-Neuropathie-diabetique-un-atteinte-insidieuse-qui-devient-douloureuse>
- 5 - Le diabète de type 1. [En ligne] Diabète Québec, septembre 2020. <https://www.diabete.qc.ca/fr/comprendre-le-diabete/tout-sur-le-diabete/types-de-diabete/le-diabete-de-type-1/>
- 6 - Le diabète de type 2. [En ligne] Diabète Québec, septembre 2020. <https://www.diabete.qc.ca/fr/comprendre-le-diabete/tout-sur-le-diabete/types-de-diabete/le-diabete-de-type-2/>

## FIGURES

- 1 - Familiprix. [En ligne]. <https://www.familiprix.com/fr/articles/diabete>
- 2 - Dictionnaire visuel. Le système nerveux : 150 000 km de sensations !. [En ligne]. [http://www.ikonet.com/fr/ledictionnairevisuel/static/qc/le\\_systeme\\_nerveux](http://www.ikonet.com/fr/ledictionnairevisuel/static/qc/le_systeme_nerveux)
- 3 - E. Delmont, C. Desnuelle, Investigations complémentaires devant une neuropathie périphérique. [En ligne], Pratique Neurologique - FMC, volume 4, issue 4, décembre 2013. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878776213001003>
- 4 - Collège des Enseignants de Neurologie, Syndrome neurogène périphérique. [En ligne]. <https://www.cen-neurologie.fr/premier-cycle/s%C3%A9miologie-analytique/syndrome-myogène-myopathique-5>
- 5 - Collège des Enseignants de Neurologie, Syndrome neurogène périphérique. [En ligne]. <https://www.cen-neurologie.fr/premier-cycle/s%C3%A9miologie-analytique/syndrome-myogène-myopathique-5>



# L'encéphalopathie métabolique : l'hypoglycémie sévère provoquant des convulsions et des arythmies cardiaques

LORSQUE DES HYPOGLYCÉMIES SÉVÈRES SURVIENNENT, DES MESURES PEUVENT ÊTRE PRISES AFIN DE PRÉVENIR CERTAINES COMPLICATIONS CARDIOVASCULAIRES ET NEUROLOGIQUES.



**Karine Schutt-Ainé,**  
t.e.p.m.

Superviseure de stage -  
Collège Ahuntsic  
CISSS Montérégie-  
Centre - Hôpital  
Charles-Le Moyne

L'encéphalopathie métabolique se définit par un dérèglement de l'encéphale causant une dysfonction neurologique généralisée. Cette pathologie, qui représente approximativement de 10 à 20 % des causes de coma aux soins intensifs, est aussi secondaire à un dysfonctionnement cérébral aigu ou chronique. Le diagnostic clinique se complexifie notamment chez les personnes âgées ayant des maladies concomitantes. Cette condition peut être réversible lorsque le traitement est rapidement mis en place.

Cet article a pour but de sensibiliser les technologues aux conséquences d'une encéphalopathie métabolique lors d'une hypoglycémie sévère. Il invite à être vigilant face aux changements électriques sur l'électroencéphalogramme (EEG) et aux arythmies cardiaques sur l'électrocardiogramme (ECG) durant un coma hypoglycémique.

**À noter que les enfants, ayant peu d'hormones de croissance, peuvent aussi être affectés par l'hypoglycémie.**

## Un peu d'histoire

Le mot encéphalopathie n'existerait pas sans le concours de Louis Tanquerel des Planches (chercheur du XIX<sup>e</sup> siècle). De son point de vue, l'encéphalopathie, qu'elle soit métabolique, hépatique, toxique ou autre, est responsable d'une affectation de la santé. Toute personne qui en est atteinte souffre, en référence aux racines grecques du mot : *enkephalos* (cerveau) et *pathos* (souffrance).

## L'hypoglycémie

Les tracés d'électroencéphalogrammes (EEG) et d'électrocardiogrammes (ECG) ont une relation de cause à effet entre l'encéphalopathie métabolique et l'hypoglycémie sévère. Cette dernière est une des raisons des convulsions et de certaines arythmies cardiaques, ce qui nous amène au mécanisme du glucose, une source d'énergie essentielle pour notre corps et qui est indispensable au métabolisme cérébro-cardiaque. L'hypoglycémie peut s'expliquer par une présence élevée d'insuline dans le sang. Elle est souvent reliée au traitement à l'insuline du diabète de types 1 et 2.

L'hypoglycémie peut être la résultante des éléments suivants :

- Un stress;
- Une fatigue;
- Une carence alimentaire;
- Des bêtabloquants;
- Des émotions positives ou négatives;
- Une consommation excessive d'alcool;
- L'oubli ou le retard des repas;
- De l'activité physique en trop grande quantité;
- Une condition médicale critique (cirrhose, hépatite, anorexie);
- Une maladie rénale;
- Une tumeur au pancréas; l'insulinome;
- Des pathologies au niveau de la glande thyroïdienne;
- Le cycle menstruel.

À noter que les enfants, ayant peu d'hormones de croissance, peuvent aussi être affectés par l'hypoglycémie. Le taux de glycémie se situe normalement entre 4,06 et 6,06 mmol/L, considéré grave avec ou sans symptômes à 2,8 mmol/L. L'assistance d'une tierce personne serait nécessaire.

D'un point de vue physiologique, il faut être à l'affût d'un dysfonctionnement :

1. de **l'insuline**, l'une des hormones sécrétées par le pancréas et responsable de la baisse de sucre dans le sang.
2. du **glucagon**, une autre hormone sécrétée par le pancréas dont la fonction est d'augmenter le glucose dans le sang. La surcharge de glucagon est une dérive vers l'hyperglycémie.

Le cerveau a besoin d'un apport continu en glucose et d'un volume suffisant de celui-ci pour exercer ses fonctions quotidiennes; des séquelles neurologiques peuvent s'avérer importantes si toutefois celui-ci en manque. Par ricochet, il n'y a pas que les neurones du cerveau qui sont affectés par une carence en glucose, d'autres structures telles que l'hippocampe sont aussi touchées; ce dernier jouant un grand rôle dans le circuit de la mémoire. Les couches superficielles du cortex cérébral et le noyau caudé (principal moteur du bon fonctionnement de la pensée) sont également des régions affectées.

Les manifestations cliniques d'une hypoglycémie :

- des tremblements et des étourdissements;
- de la pâleur, de la nervosité;
- des troubles d'élocution, une démarche instable;
- des battements cardiaques rapides;
- de la diaphorèse;
- de la somnolence;
- une sensation de faim.

Des faiblesses peuvent amener des blessures et des risques de chute, pouvant même aller jusqu'aux accidents de la route. Dans de telles situations, le cerveau répond en stimulant les glandes surrénales pour sécréter l'adrénaline et le cortisol;

le pancréas de son côté sécrète le glucagon, et l'hypophyse, quant à elle, l'hormone de croissance. La libération de glucose, produite par le foie, empêche une chute du taux de sucre en dessous des valeurs normales. Néanmoins, il est possible que ces hormones ne réussissent pas à compenser le taux de glucose dans le sang afin de neutraliser l'hypoglycémie.

Le cerveau n'arrive pas à emmagasiner une quantité acceptable d'énergie lorsque la glycémie reste trop basse et que cela se répète fréquemment. Les complications sévères, notamment la confusion, une perte de conscience allant jusqu'aux crises convulsives tonico-cloniques sont des conséquences qui surviennent durant ces hypoglycémies. Des séquelles focalisées sont possibles comme une diplopie ou une hémiplegie traduisant une suspicion d'accident vasculaire cérébral.

Un coma hypoglycémique est chiffré à un taux de glucose allant jusqu'à 0,5 mmol/L. Ces dommages induisent l'activation des récepteurs de glutamate post-synaptique et l'afflux post-synaptique de zinc. (Suh SW, Hamby AM, Swanson RA) L'administration de glucose par voie intraveineuse (par soluté) fait hausser rapidement le taux de glycémie (hyperglycémie). Un élément alarmant, car celui-ci parviendrait à détruire certains neurones.

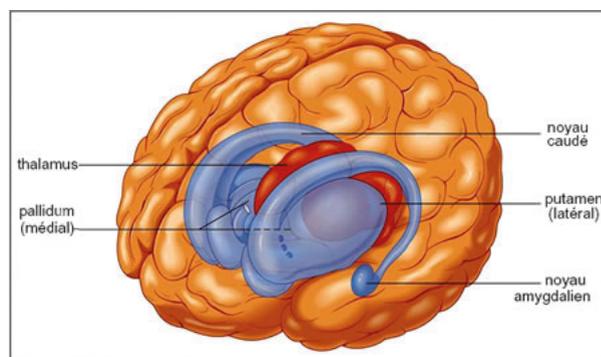


Figure 1 : Hippocampe et le noyau caudé.

### Les changements électriques à l'électroencéphalogramme (EEG)

Les changements électriques cérébraux observés ne se retrouvent pas uniquement au cours des crises convulsives, mais également lors des encéphalopathies métaboliques. En 2019, le journal *Medecine* a publié une étude expérimentale réalisée chez un homme de 45 ans, diabétique de type 1. Traité à l'insuline depuis une quinzaine d'années, il fut admis à l'urgence à la suite d'une crise convulsive tonico-clonique. L'EEG a mis en évidence des ondes lentes de fréquence thêta et delta de grandes amplitudes aux deux hémisphères du cerveau, dix heures après sa crise. Durant le sommeil, son activité électrique s'est normalisée et démontrait un rythme de fond augmenté (rythme alpha normal 8 c/s).

NB: Subséquemment à une hypoglycémie sévère, lors de la crise convulsive tonico-clonique, on recueille sur l'EEG une activité ictale composée de pointes et pointes-ondes généralisées.

Dans le journal *Diabetes of Science and Technology*, une étude a été effectuée chez des adultes diabétiques. À l'EEG,



agents cardiosélectifs. **L'impact des hypoglycémies sévères est de 30 % plus élevé chez les patients sous bêtabloquants.**

À l'ECG, la tachycardie sinusale est répertoriée dans les troubles de la conduction ou de la repolarisation; elle semble être importante dans le cas d'hypoglycémies. D'autre part, l'allongement de l'intervalle QT serait rapporté par certains auteurs lorsque les taux de glycémies deviennent bas. Ces anomalies seraient associées à une activation du système sympathique.

La mort subite est présente chez 20 à 40 % des jeunes adultes diabétiques, d'où la nécessité d'effectuer systématiquement un ECG lorsqu'une hypoglycémie sévère survient.

### Conseils à donner aux patients :

- Surveiller régulièrement sa glycémie à l'aide d'un glucomètre.
- Maîtriser la possibilité de faire des ajustements de dosages d'insuline.
- Maintenir les glycémies le plus près des valeurs de la normale.
- Garder une discipline constante et ponctuelle pour les heures de repas (collations).
- Équilibrer son alimentation par rapport à la dépense énergétique.
- Reconnaître et maîtriser les signes avant-coureurs des hypoglycémies.

- Adopter une méthode appropriée de dosage et d'administration de l'insuline selon la prise de glucides.
- Comprendre l'interaction entre l'insuline, le régime alimentaire et l'activité physique.
- Modifier les habitudes de vie.

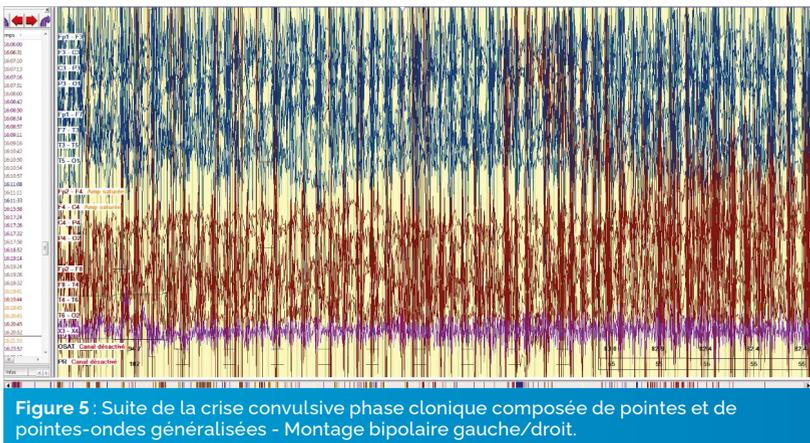


Figure 5 : Suite de la crise convulsive phase clonique composée de pointes et de pointes-ondes généralisées - Montage bipolaire gauche/droit.

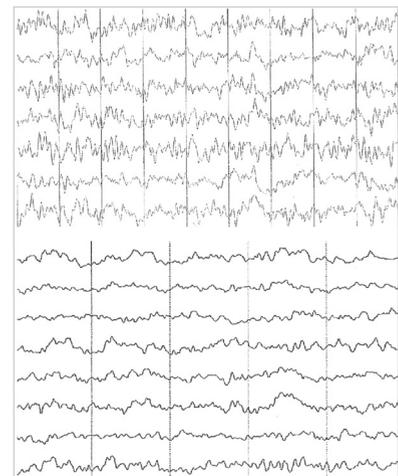


Figure 6 : Haut – fréquences thêta paroxystique. Bas – fréquences delta généralisée.

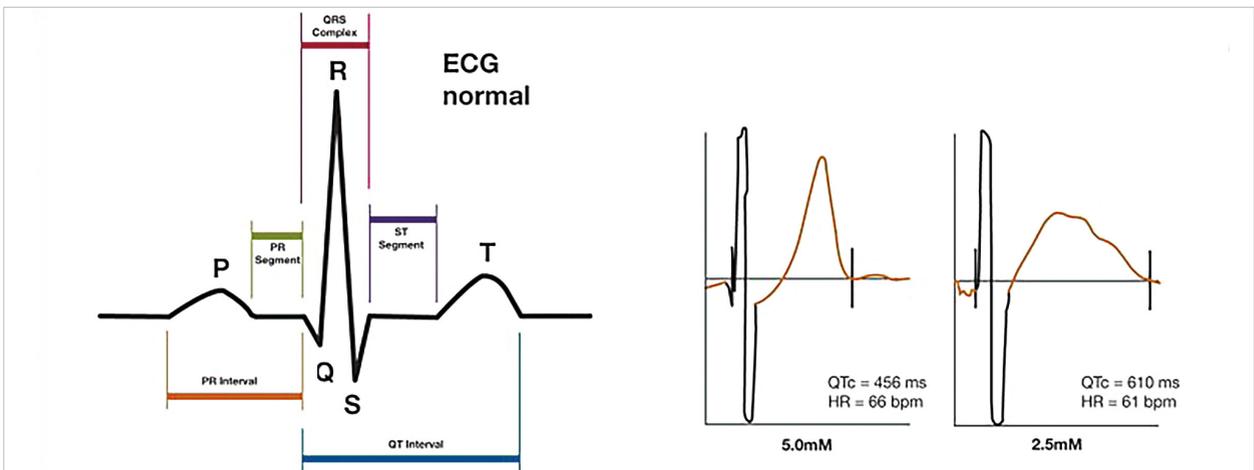


Figure 7 : Complexe PQRST, ECG normal et ECG avec allongement du QT. Valeurs normales du QT : pour un homme 0,43 seconde ; pour une femme, 0,45 seconde. L'intervalle QT représente la durée électrique de la contraction cardiaque, la systole. Ce segment est le miroitement de la compensation calcique de l'organisme.

## Étude clinique

En janvier 2021, un homme de 79 ans est admis à l'urgence du CISSS Montérégie-Centre – Hôpital Charles-Le Moyne, pour le motif suivant : une hypoglycémie sévère à 1,1 mmol/L. Celui-ci était traité à l'insuline de longue action pour son diabète type 2 ainsi qu'aux hypoglycémifiants oraux avec des antécédents médicaux d'hypertension, de fibrillation auriculaire, d'insuffisance rénale.

## Discussion

Ce patient fut rapidement pris en charge lors de son arrivée à l'hôpital. Il a obtenu une dose de glucagon afin de rectifier son taux de sucre dans le sang. Quelques heures après cette injection, sa glycémie revint tranquillement à la normale. Toutefois, son état physique a résisté à une amélioration progressive. Les séquelles de cette hypoglycémie sévère lui ont causé une hémiparésie droite qui persistait même après 24 heures suivant l'incident malgré la stabilité de sa glycémie. Un électroencéphalogramme a alors été prescrit afin de détecter s'il pourrait y avoir une atteinte de l'activité cérébrale. Une résonance magnétique a été effectuée dans le but d'éliminer toute atteinte vasculaire.

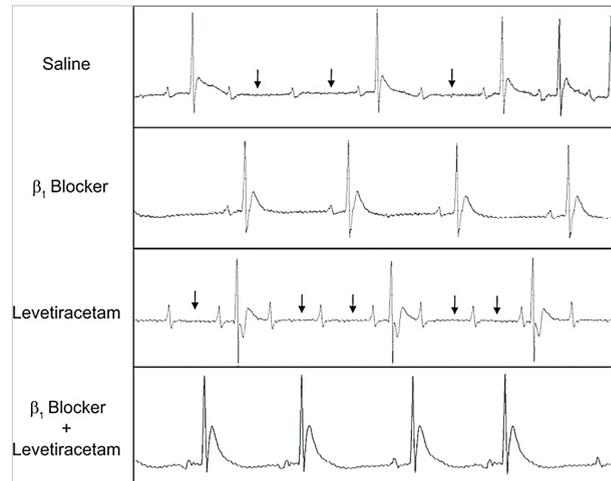
L'électroencéphalogramme (EEG) a démontré une perturbation diffuse modérée de l'activité cérébrale. L'homme de 79 ans a récupéré et a retrouvé la sensation de son hémicorps droit. Son imagerie médicale par contre a révélé des lésions cérébrales. Son électrocardiogramme (ECG) a confirmé une tachycardie sinusale à 133 battements/min sans aucune autre particularité.

## Conclusion

L'hypoglycémie sévère est une urgence médicale pouvant entraîner un bilan cardiaque et neurologie aiguë. L'électroencéphalogramme et l'électrocardiogramme utilisés en prévention s'avèrent être des examens essentiels permettant de réduire la prolongation d'une baisse de glucose dans le sang. Grâce à l'éducation thérapeutique enseignée par une équipe multidisciplinaire, les patients ayant des hypoglycémies graves ont en leur possession des outils afin de prévenir les manifestations néfastes qui pourraient survenir.

Le diagnostic d'insulinome se manifeste souvent tardivement lors d'échec thérapeutique et d'état de mal épileptique (*status epilepticus*). Une échographie endoscopique ainsi que la tomodensitométrie (TDM) permettent de détecter cette tumeur. Malgré la petite taille de la tumeur, une fois l'ablation chirurgicale effectuée, le taux de réussite s'élève à 90 %.

Il faut donc retenir que l'encéphalopathie métabolique causée par une hypoglycémie sévère engendre une défaillance des cellules neuronales et cardiaques. Dans ce contexte, un ECG et un EEG devraient être effectués pour déceler les troubles cardiaques et cérébraux.



**Figure 8 :** À la prise de : **1** – Saline : Bloc AV 2<sup>e</sup> degré, Mobitz II. **2** – Bêta-bloquant : Arythmie réduite. Présence d'une bradycardie sinusale. Patient ayant une crise convulsive précédant un arrêt respiratoire. **3** – Levetiracetam (anticonvulsivant) : Bloc AV 2<sup>e</sup> degré, Mobitz II de haut degré. **4** – Bêta-bloquant et levetiracetam : Arythmie sinusale et onde T atypique.

## RÉFÉRENCES

- 1 – Sharon L. Lewis, RN,PHD, FAAN, Shannon Ruff Dirksen, RN,PHD, FAAN, Margaret M. Heitkemper, RN,PHD, FAAN, Linda Bucher, RN, Ph. D., CEN, CNE, Soins infirmiers Médecine chirurgie, 2<sup>e</sup> édition Tome 3.
- 2 – BESSEREAU J, JACQUIN L., TOESCA R., MICHELET P., Hypoglycémie.
- 3 – LACHÉRADE, J-C. Les conséquences de l'hypoglycémie, Elsevier Masson, 7 mai 2008.
- 4 – Hypoglycémie et crises, revue neurologique, volume 171, supplément 1<sup>er</sup> avril 2015, pages A187-A188.
- 5 – C. M. Reno, A. Skinner, J. Bayles, Y. S. Chen, D. Daphna-Iken, S. J. Fisher, Severe hypoglycemia-induced sudden death mediated by both cardiac arrhythmias and seizures. American journal of physiology Endocrinology and Metabolism, Aug. 1 2018.
- 6 – Han UK Ryu MD Seolwon Lee MD, Byoung Soo Shin, MD Phd and Hyun Goo Kang, MD Phd, Different patterns electroencephalography during hypoglycemia in type 1 diabetes mellitus, Medecine (Baltimore) 2019, Jul.
- 7 – Bazil CW, Pack A. Insulinoma presenting as seizure disorder. Neurology, 2001;56(6):817-818. [PubMed] [Google Scholar]

## FIGURES

- 1 – Système limbique sommaire - [www.neosis.reseau.com](http://www.neosis.reseau.com)
- 2 à 5 – Tracés d'EEG Hôpital Charles-Le Moyne – autorisé
- 6 – American Journal of physiology Endocrinology and Metabolism
- 7 – Science direct.com
- 8 – American Physiological Society Endocrinology and Metabolism

## REMERCIEMENTS

Un grand merci au Dr François Grand-Maison, neurologue à la Clinique Neuro-Rive Sud, à mes collègues de travail en électrophysiologie médicale du CISSS-Montérégie Centre – Hôpital Charles-Le Moyne, ainsi qu'à mes proches pour leur soutien, leurs encouragements et leurs suggestions dans la rédaction de cet article. Un merci également au comité de révision en EPM.



# La scintigraphie des glandes parathyroïdes : un guide indispensable !

## L'IMAGERIE NUCLÉAIRE HYBRIDE COMME GUIDE PRÉOPÉRATOIRE DANS LE TRAITEMENT DE L'HYPERPARATHYROÏDIE.



Myriam Pierre,  
t.i.m. (MN)

CISSS de Laval, Hôpital  
de la Cité-de-la-Santé



Dr Khun Visith Keu,  
nucléiste

CISSS de Laval, Hôpital  
de la Cité-de-la-Santé

La scintigraphie permet d'évaluer le fonctionnement des organes afin de déceler des anomalies. Et si on pouvait s'en servir comme guide lors d'interventions chirurgicales ? Dans ce texte, nous traiterons de l'importance de la scintigraphie dans le traitement des usagers atteints d'hyperparathyroïdie.

### Introduction

Des dérèglements hormonaux sont de plus en plus fréquents depuis le dernier siècle. En outre, l'avancement technologique et la multiplication de dosages sanguins réguliers sont responsables de l'augmentation de la détection de troubles endocriniens parfois symptomatiques, mais souvent asymptomatiques. Parmi ce nombre se retrouvent les tumeurs bénignes des glandes parathyroïdiennes, aussi appelées adénomes, qui engendrent l'hyperparathyroïdie dont la prévalence est estimée de 1,5 à 3,0 % selon diverses études. La scintigraphie parathyroïdienne permet la détection des glandes anormales et sert de guide pour les interventions à venir. Afin de mieux comprendre l'apport de la médecine nucléaire dans la prise en charge de l'usager, nous analyserons quelques cas cliniques tout en abordant les différentes pathologies et les techniques d'examen pouvant être utilisées. Nous insisterons sur la mise en image double-phases et l'imagerie hybride, et terminerons avec un aperçu de ce que pourrait devenir l'imagerie nucléaire des glandes parathyroïdes.

### Mises en situation

Il existe une panoplie d'examen d'imagerie qui permettent la détection des glandes parathyroïdiennes anormales. L'échographie, la tomодensitométrie (TDM) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) en sont quelques exemples; elles constituent d'excellents outils pour décrire l'anatomie et la

localisation des glandes parathyroïdes. Cependant, ces examens sont peu sensibles pour la détection des glandes hyperplasiques et des adénomes, d'où l'importance de la médecine nucléaire qui évalue la physiologie des organes à l'étude. Les images échographiques ou les images obtenues par TDM ou IRM sont pertinentes pour le nucléiste quand vient le temps de faire le rapport de la scintigraphie parathyroïdienne. Il peut se servir de ces images pour apporter plus de précision sur la localisation des glandes parathyroïdes et des structures environnantes. Analysons trois situations couramment rencontrées lors de la scintigraphie parathyroïdienne.

### Cas n°1: l'adénome « classique »

La première est la recherche d'un adénome. L'adénome est une tumeur bénigne encapsulée dans la glande parathyroïde, qui grossit. Pour la mettre en évidence, on effectue des images à deux moments différents. On s'attend à voir une augmentation d'activité focale sur les deux séries d'images, dont une rétention tardive en comparaison avec le parenchyme thyroïdien adjacent qui sera faiblement visualisé.

(Figures 1 et 2)

**Cas n°2 : l'adénome « trompeur »**

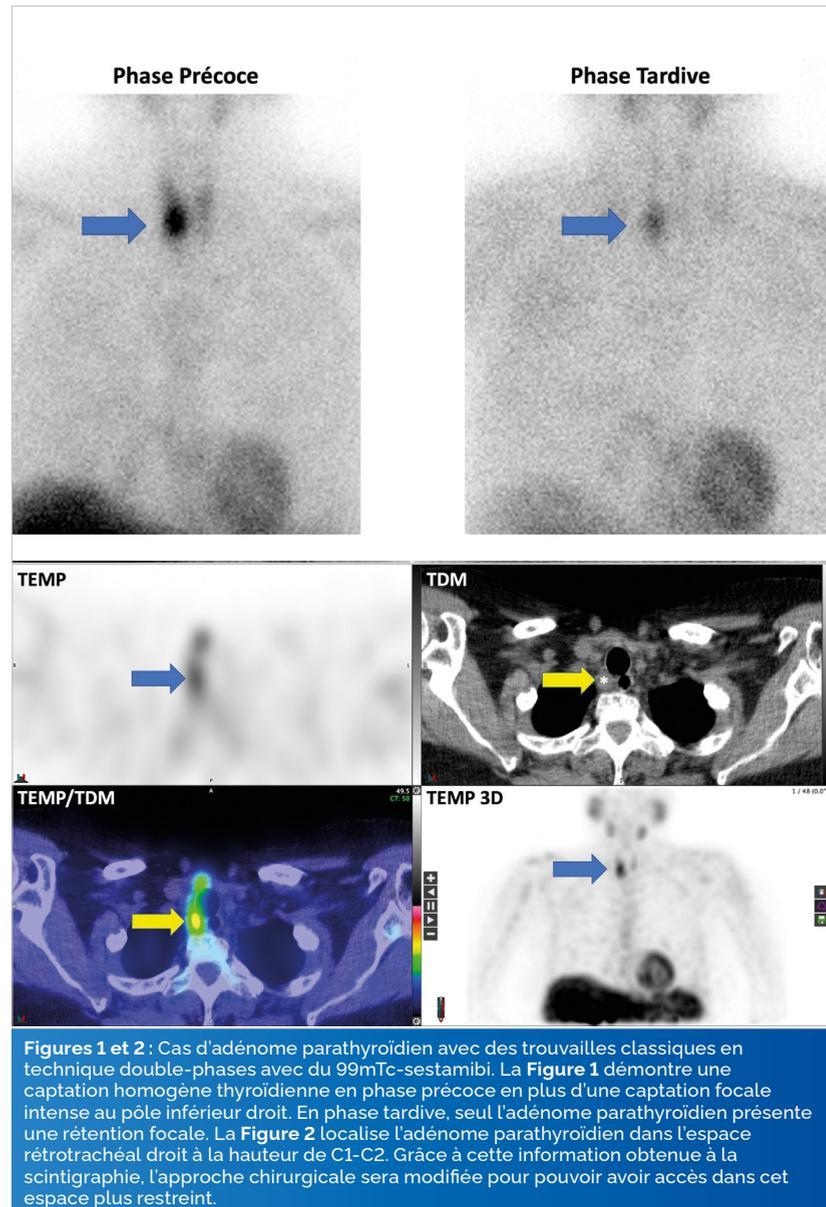
Dans le cas d'un adénome parathyroïdien avec une clairance (*wash-out*) rapide, on remarque une augmentation focale uniquement sur la première série, et sur la deuxième, tout semble normal. Il est donc nécessaire de faire une image supplémentaire à l'aide d'un autre radiotracer afin de différencier l'adénome parathyroïdien de l'adénome thyroïdien. (Figures 3 et 4)

**Cas n°3 : le « pseudo » adénome**

Le troisième cas souvent observé est l'hyperplasie parathyroïdienne. En raison de la faible augmentation de la taille de la glande atteinte, celle-ci est plus difficile à identifier sur les images planaires. (Figures 5 et 6) Tout comme dans les autres cas, on soupçonne une augmentation d'activité focale d'intensité plus faible, et qui est généralement plus facile à repérer sur les images de tomographie par émission monophotonique (TEMP) couplées à la tomodynamométrie (TDM).

**Utilité de la scintigraphie**

La scintigraphie des glandes parathyroïdiennes est un outil essentiel lors de la chirurgie. Celle-ci permet au chirurgien de résecter les glandes atteintes lors d'une première intervention. Avant que la scintigraphie soit utilisée de façon régulière, l'exploration bilatérale était la méthode la plus courante. Elle consiste à faire une incision de chaque côté du cou de l'utilisateur pour aller identifier les glandes hyperplasiques et/ou les adénomes et ensuite les

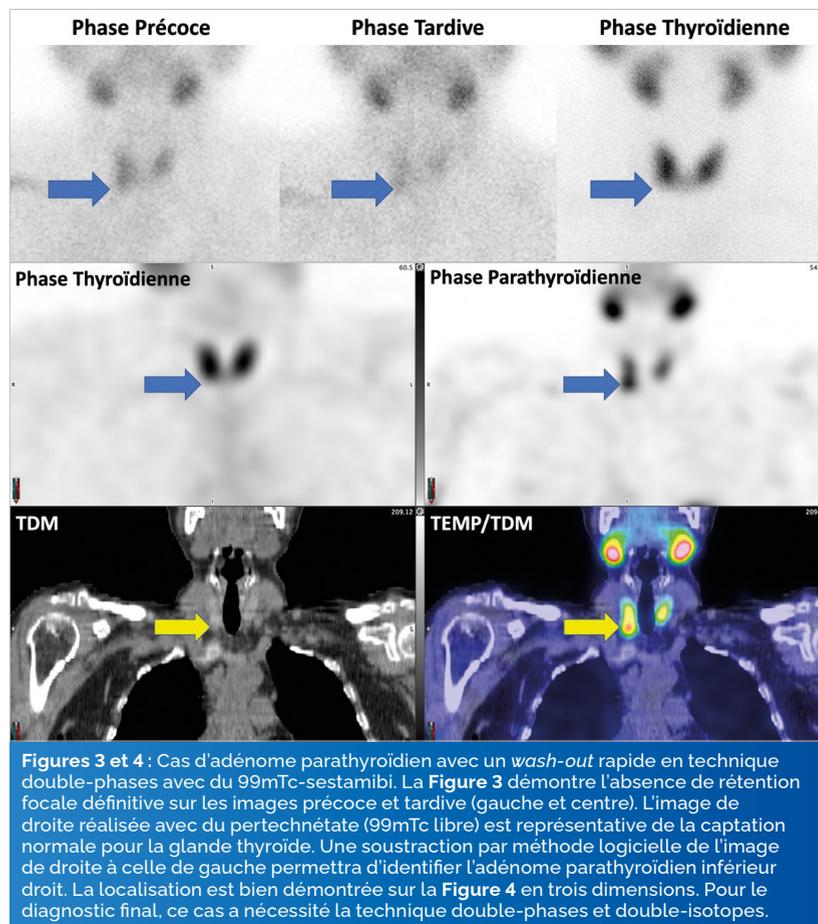


**Figures 1 et 2 :** Cas d'adénome parathyroïdien avec des trouvailles classiques en technique double-phases avec du  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi. La Figure 1 démontre une captation homogène thyroïdienne en phase précoce en plus d'une captation focale intense au pôle inférieur droit. En phase tardive, seul l'adénome parathyroïdien présente une rétention focale. La Figure 2 localise l'adénome parathyroïdien dans l'espace rétrotrachéal droit à la hauteur de C1-C2. Grâce à cette information obtenue à la scintigraphie, l'approche chirurgicale sera modifiée pour pouvoir avoir accès dans cet espace plus restreint.

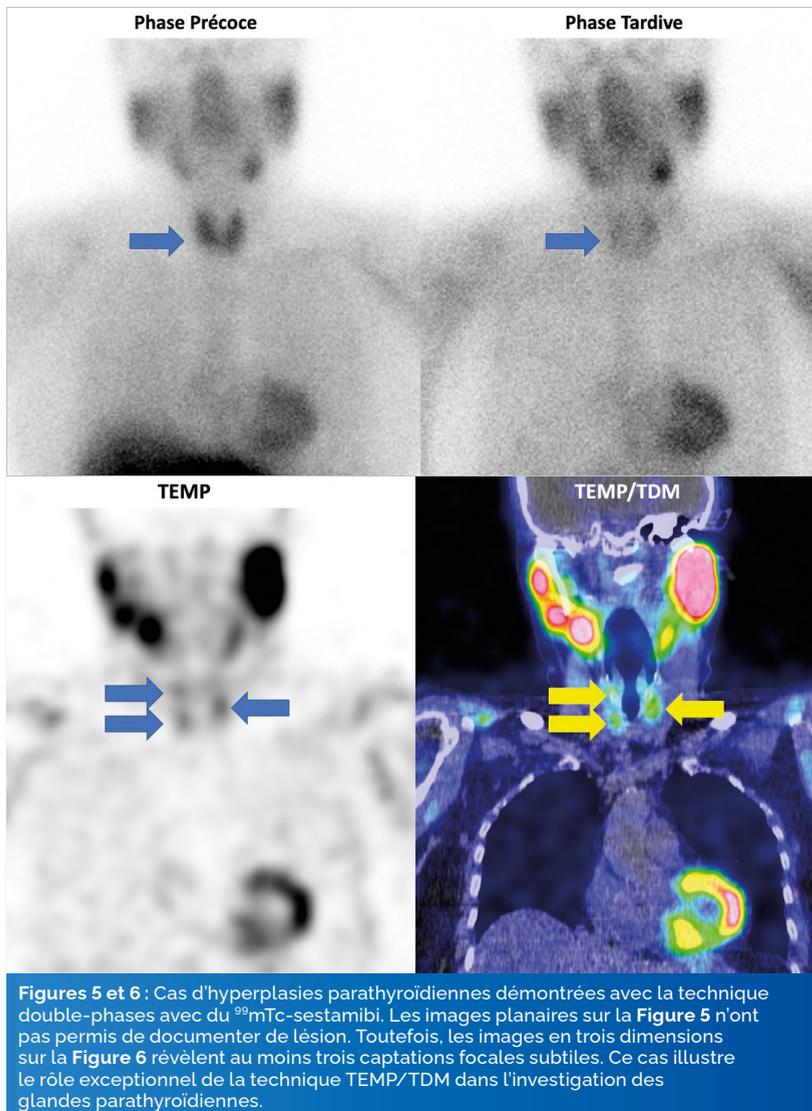
**Le nombre de glandes, leur forme et leur positionnement peuvent varier d'un individu à l'autre et à l'intérieur d'un même individu, d'où l'importance de la scintigraphie comme guide lors de l'excision des glandes parathyroïdiennes.**

exciser. Il y a plusieurs inconvénients liés à ce type de chirurgie. C'est une procédure assez longue et complexe dont le succès repose en grande partie sur le jugement du chirurgien. C'est à lui d'identifier les glandes anormales en faisant une inspection visuelle durant la chirurgie. Une analyse sanguine est faite à la suite de la résection de la glande hyperfonctionnelle afin de s'assurer que l'homéostasie soit rétablie. Si le taux de calcium demeure toujours élevé, une deuxième glande peut être excisée avant de faire les points de suture. Deux facteurs peuvent influencer la réussite de l'intervention : les glandes ectopiques et l'hyperplasie multinodulaire. Bien que la scintigraphie soit peu sensible pour la détection des glandes hyperplasiques, les images effectuées offrent une importante source d'information au chirurgien, surtout s'il y a des glandes ectopiques hyperfonctionnelles. (Figures 7 et 8) Dans certains cas, il faudra l'expertise d'un chirurgien thoracique plutôt que d'un chirurgien général ou ORL.

La scintigraphie est également utile pour les usagers qui subissent une deuxième intervention. À la suite de la première chirurgie, la position



**Il est important de retenir que les images TEMP-TDM sont faites autant en phase précoce qu'en phase tardive. En phase précoce, ces images servent à identifier les cas d'adénomes à wash-out rapide qui sont présents jusque dans 25 % des cas d'hyperparathyroïdie primaire et qui seront faussement négatifs sur la phase tardive.**



**Figures 5 et 6 :** Cas d'hyperplasies parathyroïdiennes démontrées avec la technique double-phases avec du  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi. Les images planaires sur la **Figure 5** n'ont pas permis de documenter de lésion. Toutefois, les images en trois dimensions sur la **Figure 6** révèlent au moins trois captations focales subtiles. Ce cas illustre le rôle exceptionnel de la technique TEMP/TDM dans l'investigation des glandes parathyroïdiennes.

des glandes restantes peut avoir légèrement changé. Il est impératif pour le chirurgien d'avoir le plus d'informations possible sur la localisation des glandes restantes pour réduire les risques de complication. En somme, la scintigraphie parathyroïdienne joue un double rôle : diagnostiquer les adénomes et prévoir l'approche chirurgicale. Le chirurgien pourrait donc ainsi faire seulement une petite incision et réduire le temps opératoire.

Voyons plus en détail l'anatomie et la physiologie des glandes parathyroïdes.

### Anatomie et physiologie

Les glandes parathyroïdes sont de très petites structures ayant la forme d'un pois mesurant environ 6 mm de longueur, 4 mm de largeur et pesant en moyenne de 20 à 45 mg. Dans certains cas, une glande peut atteindre un poids maximal de 65 mg. Généralement au nombre de quatre, les glandes

parathyroïdes sont situées sur la face postérieure de la glande thyroïde : deux glandes sur la partie supérieure et deux autres sur la partie inférieure de part et d'autre des lobes thyroïdiens. Il n'est pas inhabituel qu'une personne n'en possède que trois et qu'une autre possède jusqu'à huit glandes parathyroïdes. Les glandes ectopiques peuvent se retrouver entre la base de la langue et le médiastin.

Le nombre de glandes, leur forme et leur positionnement peuvent varier d'un individu à l'autre et à l'intérieur d'un même individu, d'où l'importance de la scintigraphie comme guide lors de l'excision des glandes parathyroïdiennes.

À l'échelle microscopique, les parathyroïdes sont composées de deux types de cellules : les cellules principales qui sont responsables de la production de la parathormone (PTH) et les cellules oxyphiles, riches en mitochondries et dont la fonction est encore inconnue. Du point de vue physiologique, les glandes parathyroïdes font partie du système endocrinien. Elles produisent et sécrètent la PTH qui est une hormone essentielle pour maintenir l'homéostasie entre le calcium, le phosphate et la vitamine D. Dans les cellules parathyroïdiennes, on retrouve des récepteurs qui indiquent la concentration de calcium dans le sang. De manière à maintenir l'homéostasie, différents mécanismes d'action peuvent s'enclencher : la réabsorption du calcium dans les tubules rénaux distaux, l'augmentation de l'absorption du calcium dans le système digestif et le remaniement osseux, par les ostéoblastes et les stéoclastes pour libérer le calcium et le phosphate contenu dans l'os.

### Pathologies

Lorsque survient un dérèglement des glandes parathyroïdes, deux cas sont possibles : l'hypoparathyroïdie ou l'hyperparathyroïdie. L'hypoparathyroïdie est caractérisée par une hypocalcémie et une hyperphosphatémie. Très souvent, elle entraîne des spasmes musculaires récurrents, rarement une

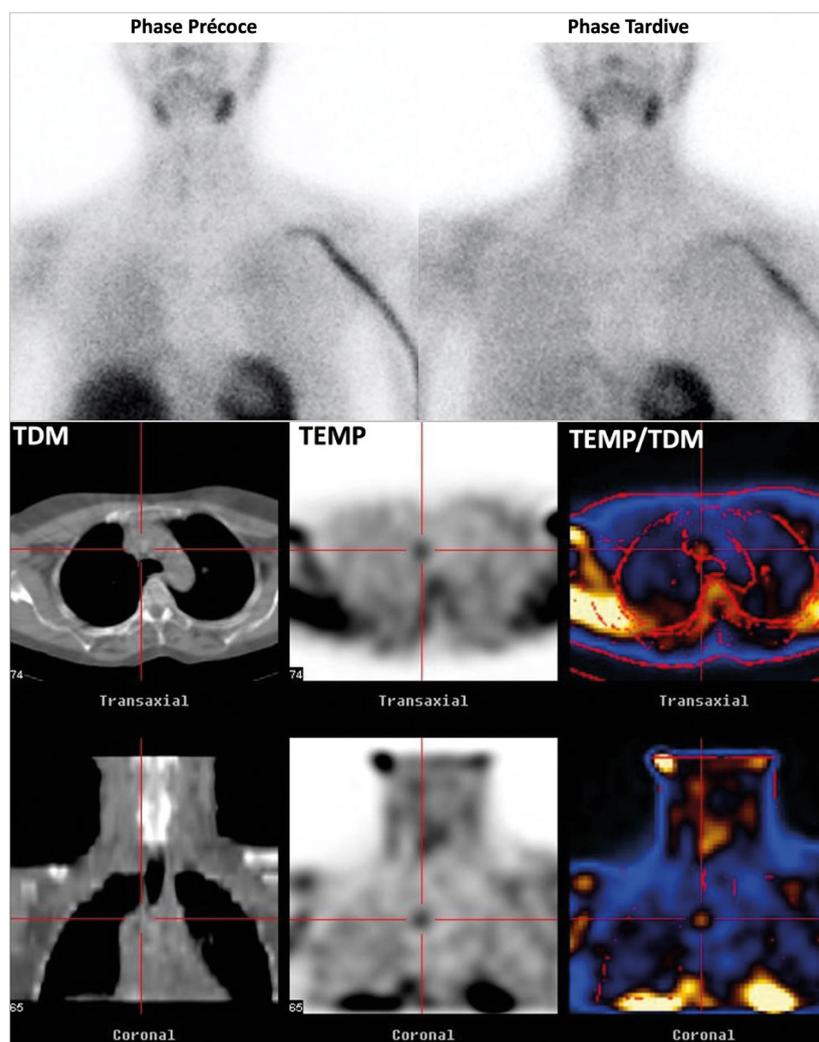
tétanie, et un déficit en parathormone. Elle peut être causée par une maladie auto-immune, par l'ablation accidentelle des glandes lors d'une thyroïdectomie ou par des lésions de plusieurs glandes. À l'opposé, l'hyperparathyroïdie se décrit comme étant une surproduction et une sécrétion excessive de PTH. L'hyperparathyroïdie se divise en trois catégories : l'hyperparathyroïdie

primaire, secondaire et tertiaire. L'hyperparathyroïdie primaire survient dans 80 % à 90 % des cas d'hyperparathyroïdie. Elle se caractérise par un adénome hyperfonctionnel qui grossit. Lors d'une analyse sanguine, on observe chez les usagers atteints une augmentation du taux de calcium dans le sang et l'urine. Ceci peut causer la néphrocalcinose, des calculs rénaux, des maladies

osseuses, des troubles digestifs (nausée, constipation, dyspepsie, etc.) et, à l'extrême, des troubles neuropsychiques comme la dépression ou le coma. Ce sont ces cas que l'on rencontre fréquemment en médecine nucléaire. L'hyperparathyroïdie secondaire, dans 10 % à 15 % des cas, se définit principalement par l'hyperplasie des glandes engendrée par une maladie rénale chronique avancée lorsque la formation de vitamine D active dans les reins et d'autres facteurs induisent une hypocalcémie et une stimulation chronique de la sécrétion de PTH. L'hyperparathyroïdie tertiaire, quant à elle, représente moins de 5 % des cas observés et présente une hypersécrétion autonome de la PTH indépendante de la calcémie. Ce type est généralement observé en cas d'hyperparathyroïdie secondaire de longue date ou au stade terminal : il s'agit d'un processus irréversible.

### Techniques d'examen

Voyons les différentes techniques d'examen utilisées pour la mise en image. La méthode double-phases est souvent le protocole effectué en première ligne. Cette technique consiste à injecter une dose d'environ 925 MBq (25 mCi) de  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi. Les images sont produites en deux temps : phase précoce et phase tardive. Quinze minutes post injection intraveineuse (phase précoce), une image planaire de 5 à 10 minutes est faite suivie d'une image hybride en trois dimensions TEMP-TDM. La phase précoce sert surtout à identifier les adénomes à *wash-out* rapide. En phase tardive, les mêmes plans sont repris environ deux à trois heures post injection. La phase tardive permet d'identifier les glandes pour lesquelles l'accumulation du radiopharmaceutique est plus lente, ce qui est classique d'un adénome parathyroïdien. Également, elle permet une vidange du radiotracer des cellules thyroïdiennes qui captent précocement. Par conséquent, les images tardives permettent un meilleur contraste pour localiser un adénome



**Figures 7 et 8 :** Cas d'adénome parathyroïdien ectopique médiastinal. Les images planaires de la technique double-phases avec du  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi sur la **Figure 7** ne démontrent aucune anomalie. Toutefois, les images en trois dimensions sur la **Figure 8** démontrent une captation focale en paratrachéal inférieur droit. Ce cas illustre le rôle exceptionnel de la technique TEMP/TDM dans l'investigation des glandes parathyroïdiennes.

\*\*\* Cet usager était sous levothyroxine, ce qui peut diminuer la captation attendue au parenchyme thyroïdien en phase précoce. L'examen demeure néanmoins diagnostique.

**Aucune préparation n'est nécessaire pour l'usager lors de la scintigraphie des glandes parathyroïdiennes. Aucune allergie n'est associée à cette technique et aucun produit de contraste néphrotoxique n'est injecté.**

parathyroïdien. (Figures 1 et 2) Il est important de retenir que les images TEMP-TDM sont faites autant en phase précoce qu'en phase tardive. En phase précoce, ces images servent à identifier les cas d'adénomes à *wash-out* rapide qui sont présents jusque dans 25 % des cas d'hyperparathyroïdie primaire et qui seront faussement négatifs sur la phase tardive. On obtient également une meilleure sensibilité pour la détection des glandes anormales et plus de précision quant à leur localisation en utilisant cette acquisition hybride TEMP-TDM.

À la suite de ces images, s'il y a un doute quant à la nature de l'adénome, soit parathyroïdien ou thyroïdien, une image supplémentaire est acquise : c'est la technique double-isotopes. Pour cette technique, une dose entre 185 MBq et 370 MBq (5 à 10 mCi) de pertechnétate ( $^{99m}\text{Tc}$  libre) est injectée par voie intraveineuse. L'acquisition d'une image planaire est faite 10 à 20 minutes post injection. L'image faite au pertechnétate est soustraite de l'image au  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi. C'est ainsi que l'adénome parathyroïdien est différencié de l'adénome thyroïdien. (Figures 3 et 4)

D'autres radiopharmaceutiques sont disponibles pour la mise en image : par exemple, le thallium-201( $^{201}\text{Tl}$ ) ou la  $^{99m}\text{Tc}$ -tetrofosmin. Le  $^{201}\text{Tl}$  était le premier radiopharmaceutique utilisé pour la scintigraphie des parathyroïdes. L'accumulation de ce radiopharmaceutique se faisait autant dans les glandes parathyroïdes que dans la glande thyroïde. Il fallait alors faire une image supplémentaire au pertechnétate, puis la soustraire de celle au  $^{201}\text{Tl}$  afin de mettre en évidence les glandes parathyroïdes. Le  $^{201}\text{Tl}$  a ensuite été remplacé par le  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi qui offre une meilleure qualité d'image, plus de sensibilité pour la détection des adénomes et une dosimétrie plus favorable. Le  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi reste le radiopharmaceutique de choix pour la technique double-phases comparé à la  $^{99m}\text{Tc}$ -tetrofosmin qui a une clairance plus rapide et qui ne présentera pas de rétention focale en phase tardive dans les adénomes. Cependant, la  $^{99m}\text{Tc}$ -tetrofosmin peut être utilisée avec l'iode-123 pour la technique double-isotopes imagée en même temps. Très peu de centres hospitaliers au Québec utilisent cette méthode puisque l'iode-123 est beaucoup plus



**S'INVESTIR POUR  
UNE MEILLEURE SOCIÉTÉ.**

## Découvrez la beauté de l'épargne automatique.

En savoir +  
[fondsftq.com/automatique](https://fondsftq.com/automatique)



coûteux et moins disponible que le pertechnétate ( $^{99m}\text{Tc}$  libre). De plus, les caméras à scintillation sont plus sensibles aux rayonnements ayant une énergie semblable à celle du technétium-99m, offrant alors une meilleure qualité d'image et une meilleure résolution spatiale.

Aucune préparation n'est nécessaire pour l'usager lors de la scintigraphie des glandes parathyroïdiennes. Aucune allergie n'est associée à cette technique et aucun produit de contraste néphrotoxique n'est injecté.

### Et la TEP, est-elle utile ?

Dans un avenir proche, la scintigraphie parathyroïdienne au  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi pourrait être remplacée par la tomographie par émission de positrons (TEP) au  $^{18}\text{F}$ -fluorocholine. Cette technique, encore à l'étape de recherche, est déjà très prometteuse. On rapporte une meilleure sensibilité pour la détection des glandes parathyroïdiennes hyperplasiques de moins d'un centimètre chez des usagers ayant eu une scintigraphie parathyroïdienne au  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi négative ou non concluante. Le calcul de captation (*SUV - standardized uptake value*) permet de différencier les ganglions environnants des glandes parathyroïdiennes voisines en investigation. Le SUV des ganglions sert de référence. Les glandes hyperplasiques sont identifiées non seulement par leur captation du radiopharmaceutique, mais aussi en comparant leur SUV à celui du ganglion. On s'attend à ce que le SUV de la glande hyperplasique soit plus élevé que celui du ganglion cervical bénin. En ce qui a trait au radiotracer commun  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose (FDG), aucun rôle n'est documenté pour les glandes parathyroïdiennes anormales.

Malgré les promesses des radiotraceurs potentiels en TEP pour les glandes parathyroïdiennes anormales, toutes les caméras TEP présentes au Québec demeurent saturées par la forte demande d'examen oncologiques qui ne cesse de croître. Il faudrait d'autres caméras TEP pour pallier la demande, réduire les délais entre la réception de la requête et le rendez-vous de l'usager, et offrir plus d'examen pour des indications non oncologiques.

### Conclusion

Ce qu'il est important de retenir, c'est que la scintigraphie parathyroïdienne apporte des informations cruciales pour la planification et l'exécution de la chirurgie. Elle est utile lors d'une première chirurgie afin de déterminer avec précision les glandes anormales et d'augmenter le taux de réussite de l'intervention. La scintigraphie est plus utile lors d'une deuxième intervention puisqu'elle permet de réduire les risques de complications causées par les changements anatomiques subis après la première chirurgie. C'est un examen peu coûteux, simple à exécuter et pour lequel les radiopharmaceutiques sont facilement accessibles et disponibles en grande quantité. Un autre point important, c'est l'apport des images

TEMP-TDM faites en phases précoce et tardive. Elles sont une importante source d'informations pour la localisation des glandes ectopiques, hyperplasiques et des adénomes. Il ne faut pas négliger l'utilisation du TEMP-TDM en phase précoce sans quoi plusieurs glandes hyperfonctionnelles à *wash-out* rapide ne seraient pas détectées. L'utilisation additionnelle de la technique en double-isotopes est recommandée dans cette situation.

En attendant le jour où tous les départements de médecine nucléaire du Québec posséderont au moins une caméra TEP, la scintigraphie parathyroïdienne au  $^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi restera l'examen de choix pour la planification du traitement des usagers atteints d'hyperparathyroïdie.

### RÉFÉRENCES

- 1 - Bilezikian, J. P. et al. Primary hyperparathyroidism. *Nat Rev Dis Primers* 2, 16033 (2016).
- 2 - Chen, Y.-H. et al. Preoperative F-18 fluorocholine PET/CT for the detection of hyperfunctioning parathyroid glands in patients with secondary or tertiary hyperparathyroidism: comparison with Tc-99m sestamibi scan and neck ultrasound. *Ann Nucl Med* 34, 527-537 (2020).
- 3 - Eslamy, H. K. & Ziessman, H. A. Parathyroid Scintigraphy in Patients with Primary Hyperparathyroidism: 99mTc Sestamibi SPECT and SPECT/CT. *Radiographics* 28, 1461-1476 (2008).
- 4 - Greenspan, B. S. et al. SNM Practice Guideline for Parathyroid Scintigraphy 4.0. *J Nucl Medicine Technology* 40, 111-118 (2012).
- 5 - Hindié, E. et al. 2009 EANM parathyroid guidelines. *Eur J Nucl Med Mol I* 36, 1201-1216 (2009).
- 6 - Keidar, Z. et al. Preoperative [99mTc] MIBI SPECT/CT Interpretation Criteria for Localization of Parathyroid Adenomas—Correlation with Surgical Findings. *Mol Imaging Biol* 19, 265-270 (2016).
- 7 - Koberstein, W., Fung, C., Romaniuk, K. & Abele, J. T. Accuracy of Dual Phase Single-Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography in Primary Hyperparathyroidism: Correlation with Serum Parathyroid Hormone Levels. *Can Assoc Radiologists J* 67, 115-121 (2016).
- 8 - Liddy, S., Worsley, D., Torreggiani, W. & Feeney, J. Preoperative Imaging in Primary Hyperparathyroidism: Literature Review and Recommendations. *Can Assoc Radiologists J* 68, 47-55 (2017).
- 9 - López-Mora, D. A. et al. Superior performance of 18F-fluorocholine digital PET/CT in the detection of parathyroid adenomas. *Eur J Nucl Med Mol I* 47, 572-578 (2020).
- 10 - Malinzak, M. D., Sosa, J. A. & Hoang, J. 4D-CT for Detection of Parathyroid Adenomas and Hyperplasia: State of the Art Imaging. *Curr Radiology Reports* 5, 171 (2017).
- 11 - Wong, K. K., Fig. L. M., Gross, M. D. & Dwamena, B. A. Parathyroid adenoma localization with 99mTc-sestamibi SPECT/CT. *Nucl Med Commun* 36, 363-375 (2015).

### FIGURES

- 1 à 6 - Hôpital de la Cité-de-la-Santé, CISSS de Laval
- 7 et 8 - Hôpital de Fleurimont, CIUSSS de l'Estrie - CHUS



# Traitement des tumeurs neuroendocrines gastroentéropancréatiques en médecine nucléaire

## Lutétium ( $^{177}\text{Lu}$ ) Oxodotrétotide

LE  $^{177}\text{LU}$ -OXODOTRÉOTIDE CONTRIBUE À AUGMENTER L'ESPÉRANCE DE VIE DES PATIENTS SOUFFRANT D'UN CANCER NEUROENDOCRINIEN INCURABLE.



Cindy Gagnon,  
i.m. (MN)

Hôpital général juif,  
CIUSSS du Centre-  
Ouest-de-l'île-de-  
Montréal

Les tumeurs neuroendocrines affectent les cellules du système neuroendocrinien qui jouent un rôle important au niveau des poumons et du tractus gastro-intestinal. Le traitement au Lutétium ( $^{177}\text{Lu}$ ) Oxodotrétotide, plus communément appelé Lutétium ( $^{177}\text{Lu}$ ) Dotatate, a récemment été approuvé pour traiter spécifiquement les tumeurs neuroendocrines de type gastroentéropancréatique (TNE-GEP). Ces types de tumeurs sont rares et à prolifération lente, mais leur incidence augmente avec l'amélioration des méthodes diagnostiques. Les cellules tumorales des TNE-GEP sont caractérisées par une surexpression des récepteurs à une hormone appelée la somatostatine. La somatostatine a surtout un effet d'inhibition. En effet, lorsqu'elle se lie aux récepteurs à la surface des cellules, elle empêche ces dernières de relâcher, de façon excessive, d'autres hormones dans le sang. Tout comme les traitements traditionnels aux analogues à la somatostatine,

le diagnostic et le traitement des TNE-GEP en médecine nucléaire sont basés sur ce principe de surexpression des récepteurs.

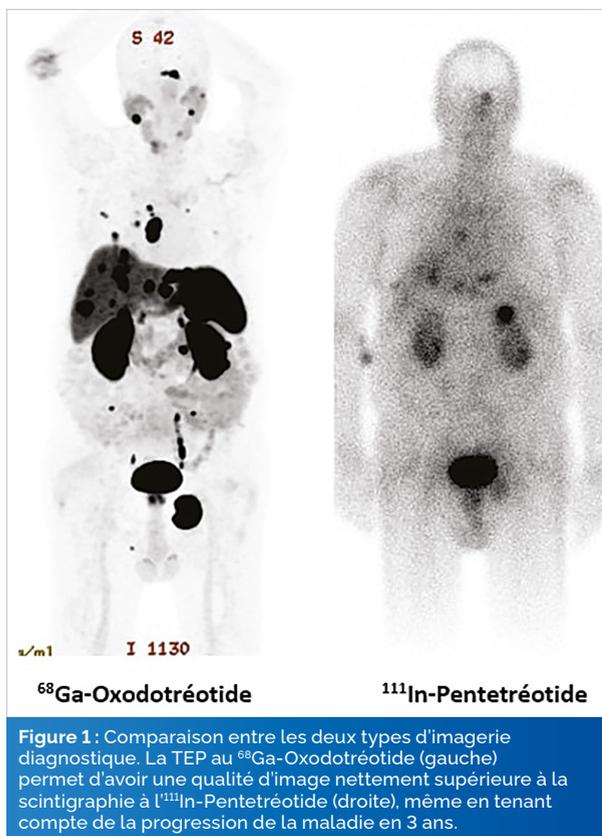
Le but du traitement au  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide est de limiter la progression des TNE-GEP inopérables qui ne répondent plus aux traitements traditionnels utilisés pour ce type de cancer. L'expérience clinique actuelle ne démontre pas de guérison complète de la tumeur, mais plutôt une diminution des symptômes, des masses tumorales et une stabilisation de la maladie. Ainsi, le traitement permet de prolonger l'espérance de vie des patients.



Marisa  
Castanheira-Jones,  
i.m. (MN)

Hôpital général juif,  
CIUSSS du Centre-  
Ouest-de-l'île-de-  
Montréal

**Le but du traitement au  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide est de limiter la progression des TNE-GEP inopérables qui ne répondent plus aux traitements traditionnels utilisés pour ce type de cancer.**



**Figure 1 :** Comparaison entre les deux types d'imagerie diagnostique. La TEP au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotréotide (gauche) permet d'avoir une qualité d'image nettement supérieure à la scintigraphie à l' $^{111}\text{In}$ -Pentétréotide (droite), même en tenant compte de la progression de la maladie en 3 ans.

Au fil de cet article, nous suivons le diagnostic et le traitement d'un patient venu en médecine nucléaire à l'Hôpital général juif. Ce patient est un homme de 74 ans qui présente une TNE-GEP métastatique, symptomatique et inopérable.

### Diagnostic des TNE-GEP

En médecine nucléaire, le diagnostic peut se faire grâce à l'utilisation de deux radiopharmaceutiques: le  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotréotide et l' $^{111}\text{In}$ -Pentétréotide. Les deux possèdent un analogue à la somatostatine, c'est-à-dire respectivement l'Oxodotréotide et le Pentétréotide. Ces analogues permettent de faire la mise en image des TNE-GEP lorsqu'ils se lient aux récepteurs à somatostatine surexprimés à la surface des cellules tumorales.

### $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotréotide versus $^{111}\text{In}$ -Pentétréotide

Le  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotréotide est plus avantageux que l' $^{111}\text{In}$ -Pentétréotide, car il a une plus grande sensibilité aux récepteurs à somatostatine et offre une meilleure qualité d'image grâce à l'utilisation de la tomographie par émission de positrons (TEP). En ce qui a trait à la radioprotection et au confort du patient, il est également supérieur, car le  $^{68}\text{Ga}$  est beaucoup moins irradiant que l' $^{111}\text{In}$  et le protocole de mise en image se fait sur une seule journée au lieu de deux. Par contre, puisque la TEP n'est pas disponible dans tous les centres hospitaliers, la méthode d'imagerie au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotréotide est moins accessible.

Le patient de 74 ans est venu au département de médecine nucléaire en 2017 pour le diagnostic d'une tumeur neuroendocrine pancréatique, à l'aide d'une scintigraphie à l' $^{111}\text{In}$ -Pentétréotide. Il revient ensuite en 2020 pour faire une TEP au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotréotide, afin de déterminer s'il est admissible pour le traitement au  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotréotide. (Figure 1)

### Critères d'admissibilité pour le traitement au $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotréotide

L'admissibilité pour le traitement au  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotréotide est déterminée en partie par les médecins du département d'oncologie médicale et par ceux du département de médecine nucléaire. Plusieurs critères doivent être respectés en oncologie et en médecine nucléaire, avant la poursuite du traitement.

**Un résultat positif au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotréotide jumelé à un résultat négatif au  $^{18}\text{F}$ -FDG est le scénario idéal, car cela démontre que la lésion est plus avide d'Oxodotréotide que de FDG, ce qui permettra ainsi un traitement plus efficace avec un meilleur pronostic pour le patient.**

### Oncologie médicale

Voici certains critères oncologiques évalués :

- TNE-GEP inopérable et/ou métastatique et/ou symptomatique, mais qui doit être progressive;
- Thérapie inefficace aux analogues à la somatostatine à action prolongée;
- Taux suffisant d'hémoglobine, de neutrophiles, de plaquettes, de bilirubine, d'albumine, de GFR, etc.;
- L'index de Ki67, de préférence  $\leq 20\%$ .

L'index de Ki67 est un critère oncologique important, car il représente le niveau de différenciation des TNE-GEP et donc la réponse potentielle à un traitement au  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide. Plus le pourcentage du Ki67 est bas, plus la tumeur est différenciée et meilleure sera la réponse au traitement.

### Médecine nucléaire

Les critères d'imagerie nucléaire pour le traitement sont les suivants :

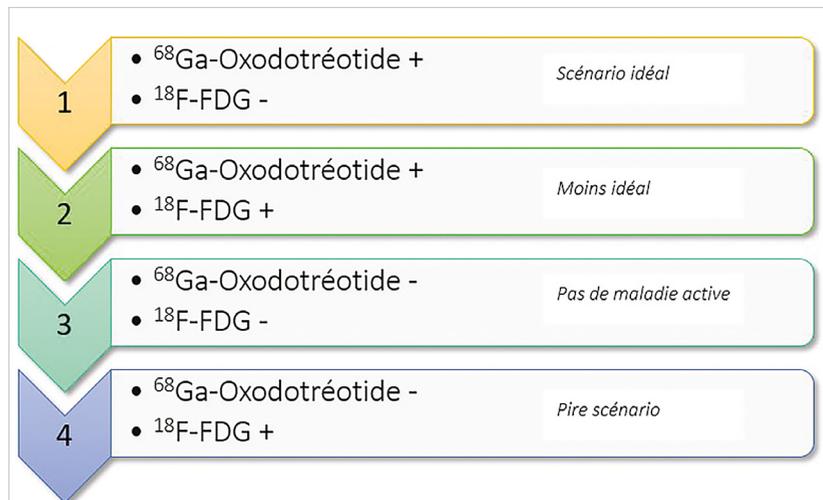
- Présence de récepteurs à somatostatine sur les lésions (augmentation d'activité au niveau des lésions sur la TEP au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotrétotide ou la scintigraphie à l' $^{111}\text{In}$ -Pentétrétotide, dans les cas où la TEP n'est pas disponible);
- TEP positive au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotrétotide combinée à une TEP négative au  $^{18}\text{F}$ -FDG (scénario idéal).

Un résultat positif au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotrétotide jumelé à un résultat négatif au  $^{18}\text{F}$ -FDG est le scénario idéal, car cela démontre que la lésion est plus avide d'Oxodotrétotide que de FDG, ce qui permettra ainsi un traitement plus efficace avec un meilleur pronostic pour le patient. S'il y a une bonne captation par la tumeur au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotrétotide lors de la TEP, il en sera de même pour la captation du  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide lors du traitement, les deux étant liés au même analogue de somatostatine.

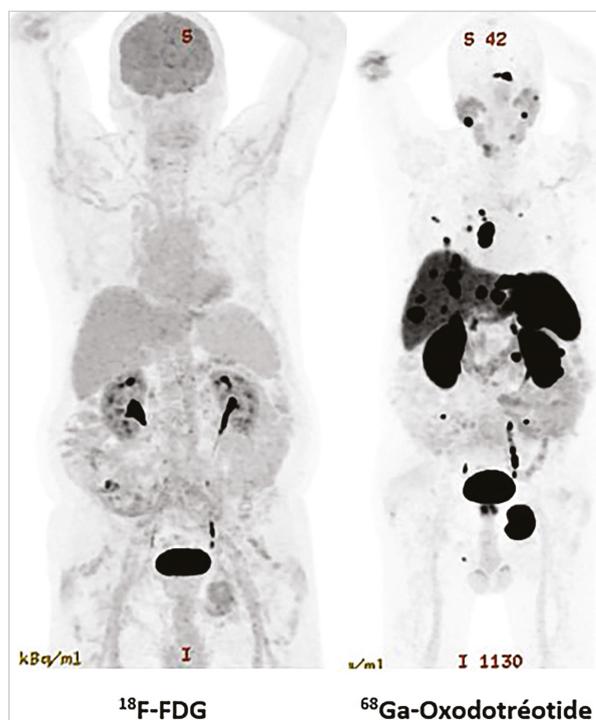
Cependant, à la suite des images de la TEP, quatre scénarios peuvent se produire. (Figure 2)

À noter que la comparaison entre les images TEP au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotrétotide et au  $^{18}\text{F}$ -FDG n'est pas toujours nécessaire pour déterminer si le patient peut recevoir le traitement. Les médecins vont procéder différemment pour chaque cas, selon l'indice de Ki67 du patient et les images diagnostiques (médecine nucléaire, radiologie et résonance magnétique).

Le patient de 74 ans avait un indice de Ki67 de 15 % et il a fait une TEP au  $^{18}\text{F}$ -FDG suivie d'une autre au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotrétotide, afin de déterminer son admissibilité au traitement. Les deux examens ont été faits à quelques jours d'intervalle. (Figure 3)

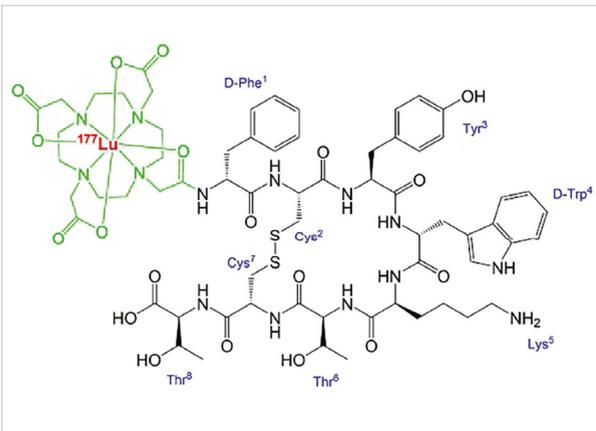


**Figure 2** : Scénarios possibles : le scénario 1 est celui qui répond le mieux au traitement. Le 2 est moins bon, car les lésions captent un peu de FDG en plus de l'Oxodotrétotide. Le traitement est tout de même possible, mais le pronostic est moins bon. Pour les scénarios 3 et 4, les lésions ne captent pas d'Oxodotrétotide, donc elles ne captent pas non plus le traitement. Le patient ne satisfait pas le critère d'admissibilité.



**Figure 3** : Images TEP 2020 du patient de 74 ans atteint de TNE-GEP métastatique : les lésions sont positives au  $^{68}\text{Ga}$ -Oxodotrétotide (droite) et négatives au  $^{18}\text{F}$ -FDG (gauche). Ce résultat permet de déterminer, en plus des critères oncologiques, que le patient est un candidat idéal pour le traitement.

## Traitement au $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide



**Figure 4 :** Molécule de Lutétium ( $^{177}\text{Lu}$ ) Oxodotrétotide. L'isotope radioactif  $^{177}\text{Lu}$  décroît par émission de bêta moins ( $\beta^-$ ) avec une énergie moyenne de 0,498 MeV. À la suite de cette émission, il se retrouve dans un état métastable et par transition isomérique, émet un rayonnement gamma ( $\gamma$ ) de 208 KeV afin de se stabiliser. L'émission du bêta moins ( $\beta^-$ ) permet de tuer les cellules tumorales, tandis que l'émission du gamma ( $\gamma$ ) permet la mise en image, à la suite du traitement.

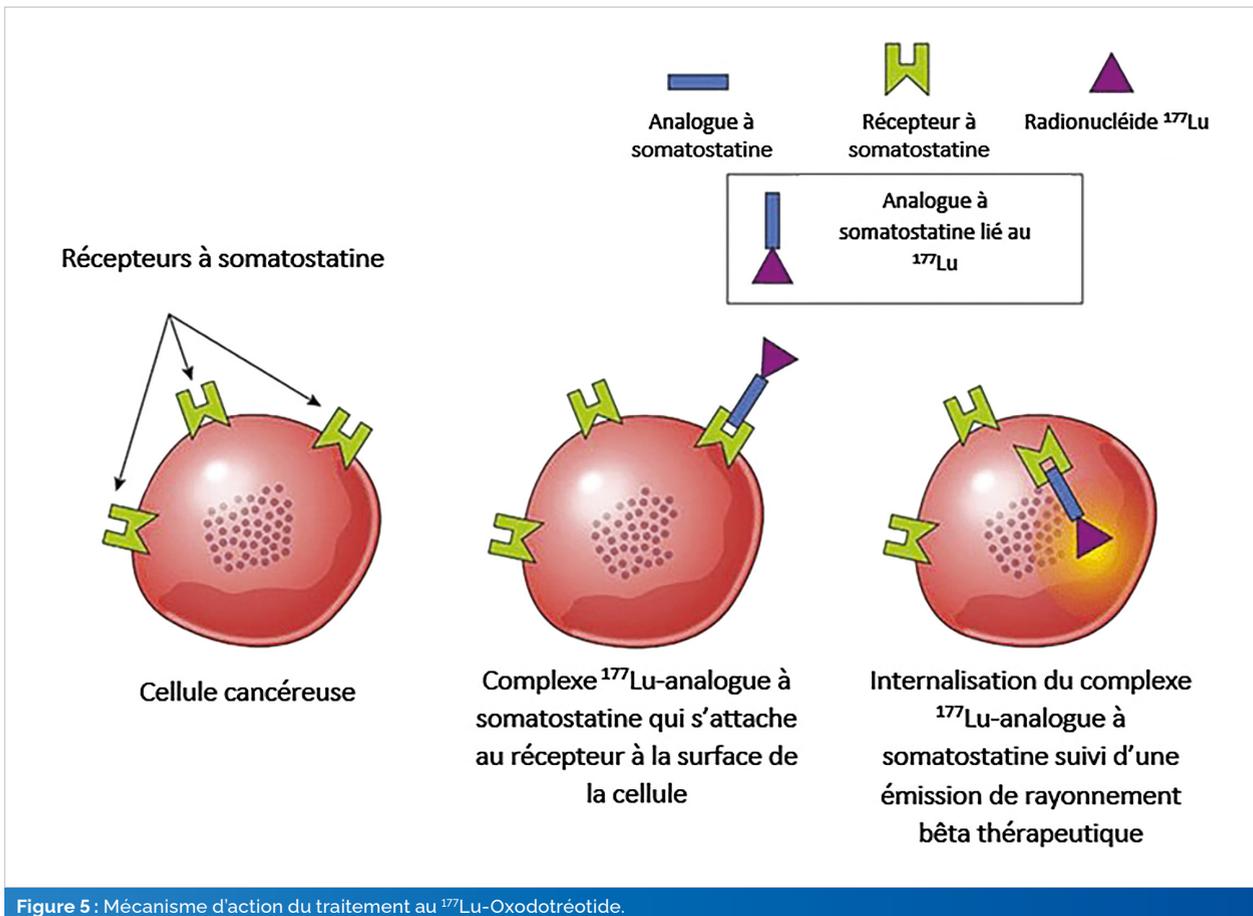
## Mécanisme d'action et biodistribution

L'isotope radioactif  $^{177}\text{Lu}$  (Figure 4) est attaché à une molécule d'oxodotrétotide. L'oxodotrétotide, étant un analogue de la somatostatine, ira se lier aux récepteurs à somatostatine typiquement surexprimés à la surface des cellules de TNE-GEP. La radiation ionisante de bêta moins ( $\beta^-$ ) ensuite émise par le  $^{177}\text{Lu}$  permettra de tuer les cellules tumorales. (Figure 5) Puisque la radiation est de courte portée, la radioexposition des organes environnants est moindre.

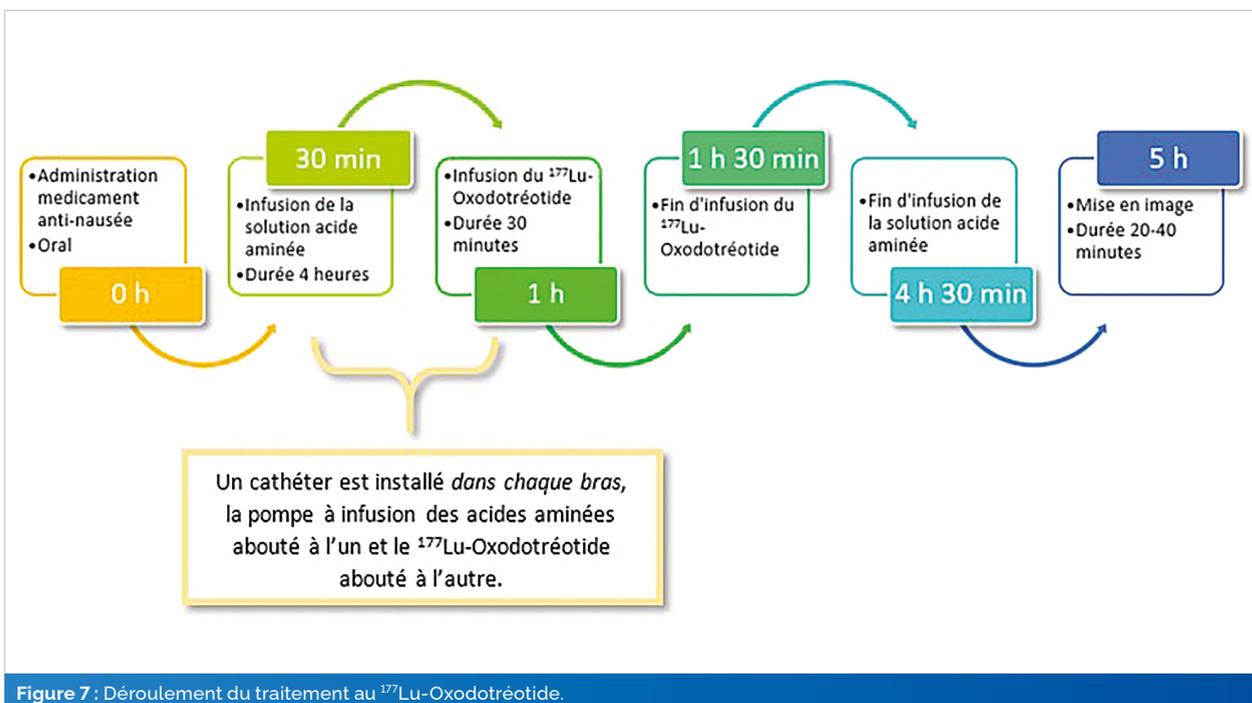
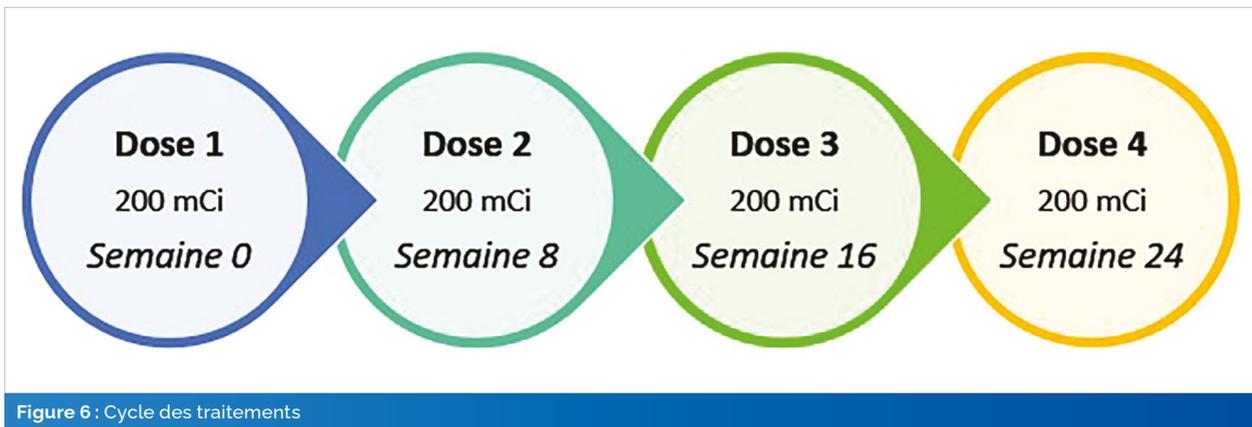
Dans les quatre heures suivant l'injection, le  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide ira se distribuer non seulement au niveau des lésions tumorales, mais également au niveau des reins, du foie, de la rate, de la glande pituitaire et, chez certains patients, au niveau de la glande thyroïde. Par conséquent, les reins, la vessie, la rate et le foie sont les organes les plus irradiés.

## Doses et cycle des traitements

La dose typique de  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide est de 200 mCi (7,4 GBq) par infusion intraveineuse, dans un cathéter différent de la solution d'acides aminés. Le traitement est composé de quatre doses au total, administrées à des intervalles de huit semaines. (Figure 6)



**Figure 5 :** Mécanisme d'action du traitement au  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide.



### Méthode de prélèvement du $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide

Dans la monographie, il est recommandé d'utiliser la méthode d'infusion par gravité afin d'éviter de transférer le contenu du vial à un autre. À l'Hôpital général juif, nous utilisons une méthode différente, mais qui a fait ses preuves cliniques; le produit déjà prêt à l'utilisation est prélevé de la fiole, dans une seringue, et ensuite placé dans un pousse-seringue blindé pour l'infusion au patient.

### Déroulement

Le déroulement est expliqué en détails à la Figure 7.

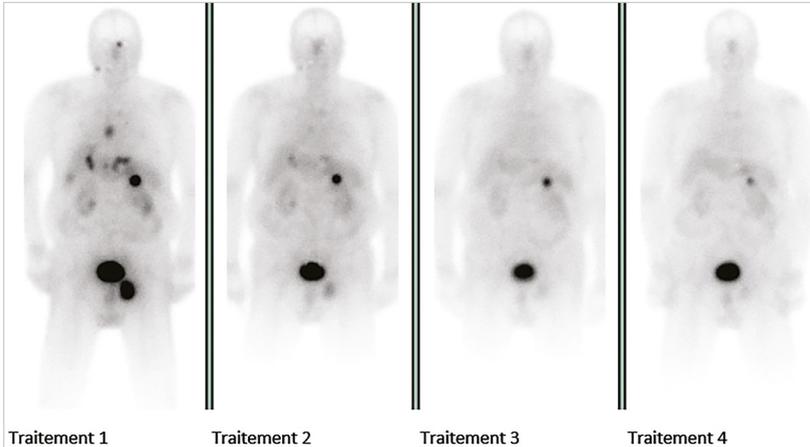
### Médication anti-nausée

L'administration de l'oxodotrétotide (aussi appelé dotatate) peut provoquer de la nausée ou des vomissements chez les patients. Afin d'éviter ces désagréments, il suffit d'administrer des médicaments anti-nausées 30 minutes avant le début de l'infusion de la solution d'acides aminés.

### Importance des acides aminés

Puisque le  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide est principalement éliminé par les reins (71% en 24 h), il est important d'administrer une solution d'acides aminés

aux patients avant, pendant et après l'administration du traitement radioactif, pour une durée totale de quatre heures. Les acides aminés, par compétition, vont saturer les sites de réabsorption tubulaire, réduisant ainsi la réabsorption du produit radioactif dans les tubules rénaux. Cela permettra d'éviter la stagnation dans les reins et l'irradiation importante qui en résulterait. On encourage donc le patient à uriner fréquemment pendant la durée du traitement afin d'éliminer le produit ne s'étant pas fixé au niveau de la tumeur.



**Figure 8 :** Mise en image du patient de 74 ans atteint d'une TNE-GEP. Sur la scintigraphie du premier traitement, le rapport du nucléiste rapporte une captation intense au niveau du nœud para trachéal droit, plusieurs lésions au niveau du foie, une lésion au niveau de la queue pancréatique, plusieurs petites lésions au niveau rétropéritonéal qui incluent les reins et, finalement, une lésion au niveau de l'ischion gauche. Il y a également une lésion intense au niveau du cerveau, plus précisément sur le pont gauche. Sur la scintigraphie du dernier traitement, nous constatons une nette amélioration de la maladie. En effet, la captation au niveau de la queue pancréatique a légèrement diminué, la lésion au niveau de l'ischion gauche n'a pas beaucoup changé à la suite du troisième traitement, mais s'est grandement améliorée depuis le premier traitement et les lésions au niveau du foie ne sont plus aussi captantes. Il faut aussi souligner l'absence de captation au niveau du pont gauche et au site de plusieurs autres petites lésions depuis le premier traitement.

Il est important d'avoir une solution d'acides aminés optimale pour le traitement, composée de 25 g d'arginine et de 25 g de lysine dans un litre de NaCl 0,225 %. Autrement, un mélange commercial contenant d'autres types d'acides aminés pourrait donner des nausées et des vomissements. À l'Hôpital général juif, nous utilisons un mélange fait sur mesure, spécialement préparé par la pharmacie de l'hôpital.

#### Mise en image

La mise en image du  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide est réalisée au minimum 30 minutes après avoir terminé l'infusion des acides aminés. Elle est rendue possible grâce à l'émission d'un rayonnement gamma ( $\gamma$ ) de 208 KeV du  $^{177}\text{Lu}$  métastable, qui se stabilise par transition isomérique. Le collimateur de moyenne énergie est utilisé pour faire la mise en image. Celle-ci inclut une image pancorporelle de la tête jusqu'à la mi-cuisse qui est parfois suivie d'une tomoscintigraphie par émission monophotonique combinée à la tomodynamométrie (TEMP-TDM), selon le cas.

La mise en image du patient de 74 ans atteint d'une TNE-GEP a été réalisée après chaque traitement, à des intervalles de huit semaines. Elle démontre une excellente réponse au traitement, en très peu de temps. (Figure 8)

#### Les médicaments analogues à la somatostatine

Les médicaments analogues à la somatostatine constituent les traitements habituels pour les TNE-GEP. En se liant aux sites des récepteurs à somatostatine, ils permettent de stabiliser les tumeurs et de ralentir leur croissance.

Dans la monographie, il est recommandé de cesser les traitements aux analogues à action prolongée pendant une période de quatre semaines et ceux à action courte pendant 24 heures avant le traitement afin d'éviter la compétition avec le  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide pour les récepteurs à somatostatine. La monographie indique également que le patient doit absolument recevoir une dose dans les 4 à 24 heures suivant la fin du traitement, afin d'éviter ou du moins de minimiser une crise hormonale.

Bien que la monographie indique de synchroniser l'arrêt et la reprise des médicaments analogues à la somatostatine avec les cycles de traitement, cette synchronisation n'est pas nécessairement respectée dans la pratique clinique courante. En effet, à l'Hôpital général juif, les patients peuvent continuer la prise de médicament analogue à la somatostatine normalement pendant le traitement au  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide. Toutefois, cela n'en diminue pas l'efficacité pour autant.

**Heureusement, le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec a récemment approuvé le traitement au  $^{177}\text{Lu}$ -Oxodotrétotide, permettant une meilleure accessibilité aux patients. De plus, cette approbation permet d'encourager d'autres départements de médecine nucléaire à offrir ce traitement prometteur.**

## Radioprotection

La radioprotection du patient durant et après le traitement repose sur une bonne hydratation. L'augmentation de la fréquence urinaire le jour de l'examen ainsi que le lendemain permet de diminuer la dosimétrie aux organes critiques tels que les reins et la vessie. La longue demi-vie du Lu117-Oxodotrétotide (6,647 jours) fait en sorte que le patient est exposé à long terme aux rayonnements. Cette exposition est également augmentée si la charge tumorale est plus importante. Malgré cette longue exposition, plus de 99 % du produit est éliminé du corps dans une période moyenne de 14 jours suivant la fin du traitement. Pour la radioprotection de son entourage, le patient doit s'isoler, autant que possible, pour une période de sept jours et éviter le contact avec les femmes enceintes et les enfants. À noter que les 24 premières heures sont les plus critiques et qu'il faut faire attention à la contamination liée à l'utilisation des toilettes.

La radioprotection du personnel est basée sur le principe du temps, de la distance et du blindage. Ainsi le temps de contact avec le patient est réduit, la distanciation est favorisée et le matériel de blindage est porté lors de la manipulation et de l'administration du traitement.

## Effets secondaires

La gravité des effets secondaires varie selon la condition médicale initiale du patient. Les effets secondaires les plus récurrents chez les patients en cours de traitement sont la nausée, le vomissement, la fatigue et la perte d'appétit. Ces effets secondaires sont souvent transitoires.

Selon la monographie, la myélosuppression, la leucémie, la toxicité rénale, l'hépatotoxicité et la crise hormonale sont quelques-uns des effets secondaires graves qui peuvent se manifester.

Advenant l'apparition d'effets secondaires importants à la suite des traitements, il est possible que le médecin d'oncologie médicale et le nucléiste décident de diminuer la dose du traitement suivant ou même de la reporter à plus de huit semaines d'intervalle. Une évaluation de base est effectuée par le médecin avant de commencer les traitements, mais elle est également effectuée avant chaque nouvelle dose à administrer (analyse des effets secondaires, prises de sang et autres tests réalisés en oncologie médicale).

## Conclusion

La médecine nucléaire est couramment utilisée dans le cadre du diagnostic, mais offre de plus en plus de possibilités pour le traitement de certaines maladies. Le traitement au <sup>177</sup>Lu-Oxodotrétotide en est un excellent exemple. Il donne une nouvelle option aux patients atteints de TNE-GEP incurable, un type de cancer déjà très limité en termes de traitements. Heureusement, le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec a récemment approuvé le traitement au <sup>177</sup>Lu-Oxodotrétotide, permettant une meilleure accessibilité aux patients. De plus, cette approbation permet d'encourager d'autres départements de médecine nucléaire à offrir ce traitement prometteur.

## RÉFÉRENCES

- 1 – Advanced Accelerator Applications, Lutathera Product Monograph. 2019. [https://pdf.hres.ca/dpd\\_pm/00049099.PDF](https://pdf.hres.ca/dpd_pm/00049099.PDF)
- 2 – Advanced Accelerator Applications, NetSpot Product Monograph. 2019. [https://pdf.hres.ca/dpd\\_pm/00055124.PDF](https://pdf.hres.ca/dpd_pm/00055124.PDF)
- 3 – Advanced Accelerator Applications, Radiopharmaceutical Lutathera now reimbursed in Quebec for cancer patients with advanced GEP-NETS. 2020. <https://www.newswire.ca/news-releases/radiopharmaceutical-lutathera-r-now-reimbursed-in-quebec-for-cancer-patients-with-advanced-gastroenteropancreatic-neuroendocrine-tumours-gep-nets--843327349.html>
- 4 – Ayati, N., et al., Long-Acting Somatostatin Analog Therapy Differentially Alters <sup>68</sup>Ga-Dotatate uptake in Normal Tissues Compared with Primary Tumors and Metastatic Lesions. *The Journal of Nuclear Medicine*. 2018; 59: 223-227. doi: <https://doi.org/10.2967/jnumed.117.192203>
- 5 – Cherk, M., et al., Changes in biodistribution on <sup>68</sup>Ga-DOTA-Octreotate PET/CT after long acting somatostatin analogue therapy in neuroendocrine tumour patients in pseudoprogression. *Cancer Imaging*. 2018; 18: 3. doi: <https://doi.org/10.1186/s40644-018-0136-x>
- 6 – Dash, A., et al., Production of <sup>177</sup>Lu for Targeted Radionuclide Therapy: Available Options. *Nuclear Medicine Molecular Imaging*. 2015;49(2): 85-107. doi: [10.1007/s13139-014-0315-z](https://doi.org/10.1007/s13139-014-0315-z)
- 7 – Deroose, C., et al., Molecular Imaging of Gastroenteropancreatic Neuroendocrine Tumors: Current Status and Future Directions. *JNM*. 2016; 57:1949. <https://doi.org/10.2967/jnumed.116.179234>
- 8 – NCI staff. FDA Approves New Treatment for Certain Neuroendocrine Tumors. National Cancer Institute. 2018. <https://www.cancer.gov/news-events/cancer-currents-blog/2018/lutathera-fda-gastrointestinal-nets>
- 9 – Mallinckrodt Pharmaceuticals. Octreoscan (<sup>111</sup>In-Pentetreotide), Somatostatin receptor imaging for GEP neuroendocrine tumours. 2011. <http://mealis.karimmuhtar.com/brochures/Cold%20Kits%20-%20Octreoscan%20Monograph.pdf>
- 10 – Muhammad, H., et al., Neuroendocrine Tumor Therapy with Lutetium-177: A Literature Review. *Cureus*. 2019; 11(1). doi: [10.7759/cureus.3986](https://doi.org/10.7759/cureus.3986)
- 11 – Philippe R., Tumeurs neuroendocrines pancréatiques, Association Française de Formation Médicale Continue en Hepato-Gastro-Enterologie. 2019. <https://www.fmcgastro.org/texte-postu/postu-2019-paris/prise-en-charge-des-tumeurs-neuro-endocrines-pancreatiques/>
- 12 – Sanli, Y., et al., Neuroendocrine Tumor Diagnosis and Management: <sup>68</sup>Ga-Dotatate PET/CT. Department of Radiology Southwestern Medical Center. 2018. doi: [10.2214/AJR.18.19881](https://doi.org/10.2214/AJR.18.19881)
- 13 – Société Canadienne du Cancer. Qu'est-ce qu'une tumeur neuroendocrine (TNE). <https://www.cancer.ca/fr-ca/cancer-information/cancer-type/neuroendocrine/neuroendocrine-tumours/?region-mb#:~:text=Ce%20type%20de%20cancer%20s,%27%20C5%93sophage%20et%20l%27appendice.>
- 14 – Strosberg, J., et al., Phase 3 Trial of <sup>177</sup>Lu-Dotatate for Midgut Neuroendocrine Tumors. *The New England Journal of Medicine*. 2017;376: 125-135. doi: [10.1056/NEJMoa1607427](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1607427)

## FIGURES

- 1, 3 et 8 – Hôpital général juif, CIUSSS du Centre-Ouest-de-l'île-de-Montréal
- 2, 6 et 7 – Banque personnelle des auteures
- 4 – Nomenclature of Inorganic Chemistry, IUPAC Recommendations 2005, IR-9 Coordination Compounds. [https://iupac.org/wp-content/uploads/2016/07/Red\\_Book\\_2005.pdf](https://iupac.org/wp-content/uploads/2016/07/Red_Book_2005.pdf)
- 5 – Steven D., O-Mayo Clinic Media; adaptation from Kasi PM et al.: A Care Process Model to Deliver <sup>177</sup>Lu-Dotatate Peptide Receptor Radionuclide Therapy for Patients with Neuroendocrine Tumors. *Front. Oncol.* doi: [10.3389/fonc.2018.00663](https://doi.org/10.3389/fonc.2018.00663)



# L'évaluation de la glande thyroïde en échographie

LA GLANDE THYROÏDE EST UNE GLANDE ENDOCRINIENNE ESSENTIELLE AU BON FONCTIONNEMENT DE PLUSIEURS SYSTÈMES DU CORPS HUMAIN. IL SERA DONC QUESTION DANS CE TEXTE DU RÔLE DE L'ÉCHOGRAPHIE DANS LE DÉPISTAGE DES PATHOLOGIES DE LA GLANDE THYROÏDIENNE.



Marie-Soleil Paquet,  
t.i.m. (RD)

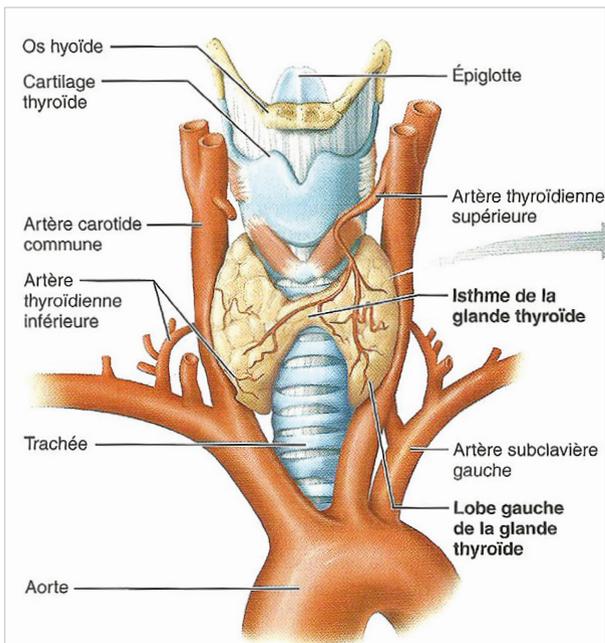
CISSS de la  
Montérégie-Centre

Le système endocrinien est le noyau de nombreux processus physiologiques du corps humain comme la reproduction, la croissance et le développement, l'équilibre des électrolytes, des liquides et des nutriments, la régulation du métabolisme cellulaire et de l'équilibre énergétique, et la mobilisation des moyens de défense de l'organisme. Les glandes endocrines, richement vascularisées, libèrent des hormones directement dans le sang ou dans la lymphe. Les glandes considérées comme strictement endocrines sont l'hypophyse, la glande thyroïde, les glandes parathyroïdes, les glandes surrénales et la glande pinéale. D'autres organes contiennent du tissu endocrinien comme le pancréas, les gonades et le placenta. Dans cet article, nous ferons un survol des fonctions de la glande thyroïde, nous aborderons le rôle qu'occupe l'échographie dans le dépistage de pathologies thyroïdiennes et nous étudierons quelques-unes de ces pathologies.

## Les fonctions de la glande thyroïde

La glande thyroïde se situe dans la partie antérieure du cou, devant la trachée, juste au-dessus du larynx. Elle s'étend de C5 à T1 et elle est composée de deux lobes latéraux, chacun constitué d'un pôle supérieur et d'un pôle inférieur, reliés par une masse de tissu nommée l'isthme. (Figure 1) Chaque lobe mesure environ 4 cm et pèse en moyenne 25 grammes. Son poids est légèrement plus élevé chez la femme, et il peut varier durant les menstruations ou la grossesse. La thyroïde est la glande endocrinienne la plus proéminente et son irrigation, fournie par les artères thyroïdiennes supérieure et inférieure, est très abondante.

L'échographie étant un examen accessible, rapide, non invasif et qui ne requiert pas l'utilisation de radiation, il n'a donc pas d'effet néfaste sur la santé du patient.

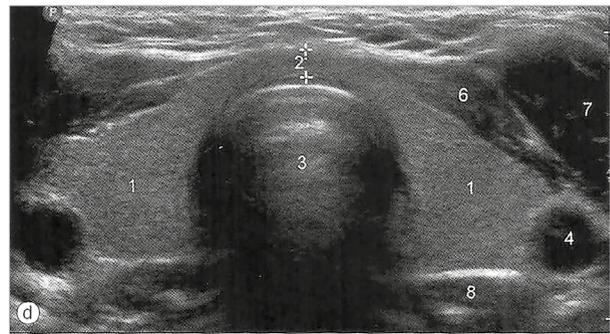


**Figure 1 :** Anatomie de la glande thyroïde.

Les hormones sécrétées par la thyroïde, soit la thyroxine et la triiodothyronine, agissent sur pratiquement tous les systèmes du corps humain. En effet, elles aident au bon fonctionnement du métabolisme basal, du métabolisme des glucides, des lipides et des protéines, et elles favorisent également le fonctionnement des systèmes nerveux, cardiovasculaire, musculaire, squelettique, digestif, génital et tégumentaire. En pénétrant dans les cellules, elles se fixent aux récepteurs situés dans le noyau et elles jouent un rôle dans la synthèse des protéines. La glande thyroïde est la seule glande à avoir la capacité d'emmagasiner en grande quantité ses hormones à l'extérieur de ses cellules.

### Le rôle de la radiologie dans le dépistage des pathologies thyroïdiennes

Les examens radiologiques sont primordiaux pour le dépistage de nombreuses pathologies. Dans le cas de la glande thyroïde, l'échographie est un examen de choix pour son évaluation, notamment pour déceler les nodules palpés lors de l'évaluation clinique ou découverts lors d'une autre investigation en imagerie médicale. En effet, cette modalité permet d'identifier les lésions suspectes qui pourraient nécessiter une biopsie pour une analyse microscopique. L'échographie étant un examen accessible, rapide, non invasif et qui ne requiert pas l'utilisation de radiation, il n'a donc pas d'effet néfaste sur la santé du patient. Les raisons pour lesquelles les médecins demandent un examen échographique sont les suivantes : hypothyroïdie, hyperthyroïdie, masse palpée à l'examen clinique, région en hypercaptation visualisée en médecine nucléaire, goitre, augmentation du taux de calcium dans le sang, etc.



- 1 Lobe de la glande thyroïde
- 2 Isthme de la glande thyroïde
- 3 Trachée
- 4 Artère carotide commune
- 5 Veine jugulaire interne
- 6 Muscles infrahyoïdiens
- 7 Muscle sternocléidomastoïdien
- 8 Muscle prévertébral

**Figure 2 :** Image échographique d'une glande thyroïde saine en transverse.

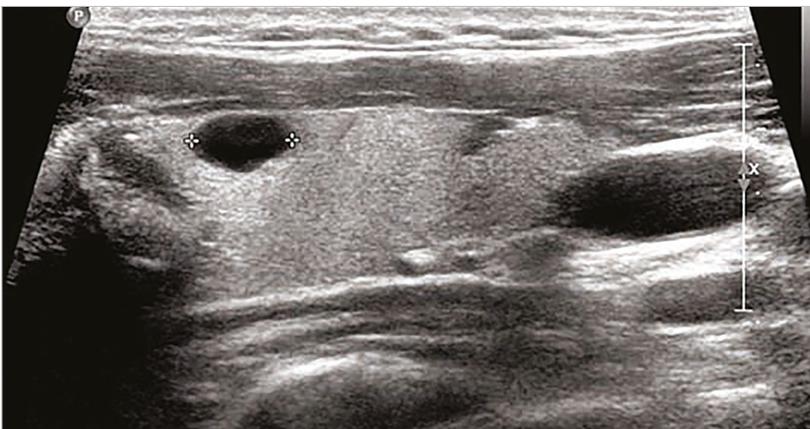
### Déroulement de l'examen

L'échographie de la glande thyroïde se déroule en général au département de radiologie et l'examen est effectué soit par une technologue en imagerie médicale, soit par un radiologiste. Aucune préparation n'est requise avant l'examen. Le patient est couché sur le dos, sur la table d'examen, le cou en extension. Une sonde linéaire permettant l'étude des organes en surface est utilisée, et un balayage en sagittal et en transversal est effectué afin de vérifier l'homogénéité de la structure ainsi que la symétrie des deux lobes. Une mesure de chaque lobe est prise dans les trois axes (hauteur, épaisseur et largeur) ainsi qu'une mesure de l'isthme en antéro-postérieur. Il arrive que le lobe droit soit légèrement plus volumineux que le lobe gauche. L'utilisation du Doppler couleur est également importante afin de vérifier la perfusion de la glande thyroïde surtout dans le cas de biopsie, afin d'éviter de ponctionner une zone hypervascularisée. En effet, en échographie, le Doppler couleur permet de déterminer la vitesse du flot sanguin ainsi que la direction de ce dernier. Une exploration du cou est également effectuée afin d'évaluer la présence de ganglions. **(Figure 2)**

### Les pathologies de la glande thyroïde

Comme il a été mentionné, la glande thyroïde produit des hormones essentielles à plusieurs systèmes dans le corps humain. Or, les maladies reliées à la thyroïde peuvent entraîner un dysfonctionnement au niveau de la production des hormones, c'est pourquoi un examen approfondi en échographie est parfois recommandé afin d'établir un diagnostic. Une glande thyroïde saine a un aspect homogène, et chaque lobe mesure environ 4 à 7 cm de long et 2 cm de large. L'isthme,

**Le cancer de la thyroïde est un des plus fréquents chez la femme canadienne. C'est d'ailleurs celui qui est le plus diagnostiqué chez les femmes âgées de 15 à 30 ans.**



**Figure 3 :** Image échographique en longitudinal de la glande thyroïde avec une lésion kystique.



**Figure 4 :** Image échographique en longitudinale d'une lésion aux contours mal définis ayant de multiples microcalcifications correspondant à des signes de lésions malignes.

quant à lui, mesure environ 0,5 cm de profondeur. Le volume de la glande (excluant l'isthme) est d'environ 10 à 15 ml pour les femmes et de 12 à 18 ml pour les hommes. Voici donc quelques pathologies pouvant être étudiées en échographie.

#### Nodules thyroïdiens

Le cancer de la thyroïde est un des plus fréquents chez la femme canadienne. C'est d'ailleurs celui qui est le plus diagnostiqué chez les femmes âgées de 15 à 30 ans. Il est environ 4 fois plus fréquent chez la femme que chez l'homme. Les nodules thyroïdiens sont très communs et la majorité d'entre eux sont bénins, mais il est primordial d'effectuer une étude précoce approfondie afin d'éliminer le diagnostic de tumeur maligne d'autant plus que ces tumeurs sont habituellement guérissables et ne laissent pratiquement pas de séquelles à long terme. Ainsi, la caractérisation des nodules doit être faite de façon rigoureuse à l'échographie afin de permettre la classification de ces lésions.

Afin de bien caractériser la lésion, le spécialiste évalue s'il y a présence de contenu liquidien au niveau du nodule, ce qui permet de différencier un kyste d'un nodule solide. (Figure 3) En effet, le kyste est composé de liquide et, dans la plupart des cas, est bénin (kyste simple). La texture échographique des nodules est primordiale afin de caractériser le nodule. Une lésion qui reflète les ondes échographiques autant ou plus que le tissu thyroïdien (donc lésion apparaissant plus blanche par rapport à la glande) a plus de chance d'être bénigne, alors que celle qui reflète moins les ondes et qui apparaît hypoéchogène (soit plus foncée par rapport à la glande) a plus de probabilité d'être maligne. Les contours des nodules doivent également être observés, car ils ont un impact non négligeable sur la caractérisation de la lésion. En effet, les nodules ayant des contours plus lisses et bien définis ont plus de chance d'être bénins, alors que ceux présentant des contours irréguliers et mal définis sont souvent un signe précurseur de présence de tumeur maligne. De plus, des calcifications peuvent être observées lors de l'examen : les

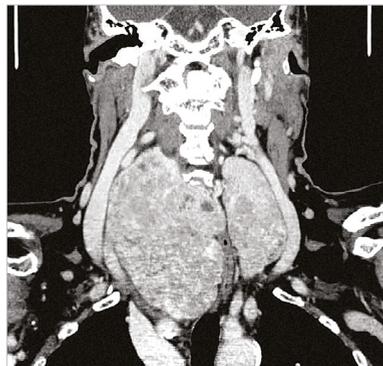
microcalcifications sont des signes de tumeur maligne, alors que les calcifications de plus grosse taille sont souvent bénignes, bien qu'elles peuvent néanmoins être associées à un carcinome papillaire ou médullaire de la thyroïde. Aussi, les nodules avec un flot sanguin important ont davantage de chance d'être malins que ceux avec un flot sanguin moindre. En ce qui a trait à leur taille, les tumeurs malignes sont, en général, plus longues que larges bien que ce critère peut varier. Il est également important de vérifier s'il y a présence de ganglions anormaux, soit de taille augmentée ou de nature kystique. Si c'est le cas, ceci peut être un signe qu'une tumeur maligne s'est propagée au niveau des ganglions du cou. Les ganglions contenant des microcalcifications ou possédant un flux Doppler accru sont également considérés comme étant suspects.

Autrement dit, les caractéristiques suivantes permettent de privilégier un diagnostic de lésion bénigne : lésion contenant un gros composant kystique, lésion solide hyperéchogène, lésion ayant un artéfact de queue de comète (succession de lignes hyperéchogènes) ou lésion spongiforme. En général, un suivi clinique ou un suivi en imagerie médicale est effectué afin de suivre l'évolution de la lésion. Dans le cas des lésions malignes, les caractéristiques suivantes seront plutôt observées : lésion solide hypoéchogène, présence

de microcalcifications, invasion locale des structures environnantes, lésion plus haute que large, lésion de grande taille, ganglions lymphatiques suspects au niveau du cou et flux sanguin intranodulaire abondant. L'échographie ne permet pas d'établir un diagnostic formel de tumeur maligne, bien que les caractéristiques énumérées soient de bons indices, surtout lorsqu'elles sont regroupées chez un même patient; une biopsie sera alors nécessaire afin de confirmer la malignité de la lésion. **(Figure 4)**

#### Le goitre

Le goitre est une prolifération de nodules au niveau de la glande thyroïde entraînant une augmentation du volume de cette dernière. Cette



**Figure 5 :** Coupe coronale d'un goitre thyroïdien visualisé en tomodensitométrie.

pathologie est bénigne et est plus fréquemment observée chez les femmes âgées de 35 à 50 ans. La plupart des nodules sont hyperplasiques ou adénomateux avec parfois des dégénérescences kystiques.

À l'échographie, les nodules bénins observés possèdent les caractéristiques suivantes : isoéchogène ou hyperéchogène par rapport à la thyroïde, halo hypoéchogène environnant, motifs spongiformes et calcifications en périphérie. Au Doppler, il est possible qu'il y ait une vascularisation intranodulaire, et des composants kystiques peuvent également être observés. Si les nodules sont bénins, ils seront plutôt de nature solide hypoéchogène avec un flux sanguin intranodulaire important; ils auront une grande taille et la présence de microcalcifications pourra être observée. **(Figure 5)**

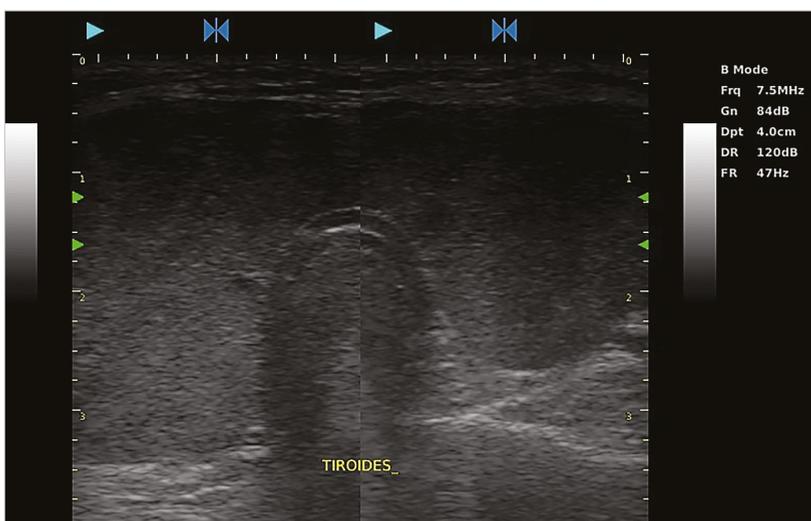
#### Maladie de Graves

La maladie de Graves, aussi appelée maladie de Basedow, est une maladie thyroïdienne auto-immune causée par la présence anormale d'une protéine thyrostimulante qui stimule la thyroïde à produire de façon incontrôlée des hormones thyroïdiennes. Cette maladie peut provoquer une hypertrophie de la thyroïde et également mener à un goitre. Les manifestations de la maladie peuvent être cutanées, squelettiques, ophtalmiques ou encéphalopathique; elle est la cause la plus fréquente d'hyperthyroïdie au Canada et touche environ 1 personne sur 100.

À l'échographie, la glande apparaît souvent hypertrophiée et peut être hyperéchogène. Son échostructure est hétérogène et l'absence de nodules est remarquée dans les cas non compliqués. Une hypervascularisation peut être vue au Doppler couleur. **(Figure 6)**

#### La thyroïdite d'Hashimoto

La thyroïdite d'Hashimoto (aussi appelée thyroïdite lymphocytaire ou thyroïdite auto-immune chronique) est une maladie de type auto-immune qui se présente sous forme d'hypothyroïdie parfois accompagnée d'un goitre. Elle affecte davantage les femmes âgées de 30 à 50 ans. Au cours de la phase initiale, une hypertrophie progressive



**Figure 6 :** Image échographique en transverse démontrant une glande thyroïde hypertrophiée liée à la maladie de Graves.

et indolore de la glande est souvent observée, puis s'en suit une atrophie ainsi qu'une fibrose.

Le dépistage de cette pathologie à l'échographie n'est pas évident, car les caractéristiques échographiques peuvent varier selon la gravité de la maladie et son stade. Une hypertrophie de la thyroïde peut être remarquée, accompagnée d'une échostructure hétérogène. La présence de micronodules hypoéchogènes (1 à 6 mm) avec des cloisonnements échogènes environnants est également un indice pouvant confirmer le diagnostic. Au Doppler, le débit est normal ou diminué, mais il peut également démontrer une hypervascularisation. La présence de ganglions cervicaux proéminents peut être observée, mais ceux-ci ont généralement des caractéristiques morphologiques normales. L'étude échographique demeure importante, car ces patients sont plus à risque de développer un carcinome papillaire. L'évaluation de la présence de nodules doit donc être faite de façon rigoureuse. (Figure 7)

### La biopsie de la glande thyroïde

La biopsie de la glande thyroïde se fait également avec un appareil échographique. Cette procédure consiste à prélever des échantillons de tissu au niveau du nodule préalablement détecté lors d'un examen échographique. Ces cellules seront ensuite envoyées au laboratoire afin qu'un pathologiste confirme ou infirme la présence de cellules cancéreuses dans l'échantillon. Lors de cette procédure, le radiologiste, grâce à l'appareil d'échographie, repère la lésion suspecte. Une anesthésie locale sera alors effectuée et le médecin pourra ensuite prélever le tissu une fois l'aiguille placée au bon endroit. Les complications sont rares : une légère douleur localisée irradiant l'oreille ou un hématome localisé peuvent parfois se faire ressentir, mais l'emplacement superficiel de la glande permet un accès facile et une compression facile en cas de saignements.



Figure 7 : Image échographique en transverse de la glande thyroïde - thyroïdite d'Hashimoto.

### Conclusion

En conclusion, la glande thyroïde est une glande endocrinienne essentielle au bon fonctionnement de plusieurs systèmes du corps humain. Cet article a permis de mieux comprendre le rôle que joue l'échographie dans le dépistage de diverses pathologies de

la glande thyroïde. Le système endocrinien occupe une place importante dans la régularisation de l'organisme et l'activité cellulaire, et il regroupe d'autres glandes qui peuvent également être étudiées grâce à la technologie disponible en imagerie médicale.

### RÉFÉRENCES

- 1 – EL-FEKY, Mostafa et WEERAKKODY, Yuranga. Graves disease. [En ligne] <https://radiopaedia.org/articles/graves-disease?lang=us>
- 2 – HACKING Craig et GAILLARD Frank. Thyroid gland. [En ligne]. <https://radiopaedia.org/articles/thyroid-gland?lang=us>
- 3 – HACKING, Craig et Yuranga WEERAKKODY. Hashimoto thyroiditis. [En ligne] <https://radiopaedia.org/articles/hashimoto-thyroiditis?lang=us>
- 4 – KNIPE Henry et MORGAN Matt A. Assessment of thyroid lesions ultrasound. [En ligne] <https://radiopaedia.org/articles/assessment-of-thyroid-lesions-ultrasound?lang=us>
- 5 – MARIEB, Elaine N. et HOEHN, Katja. *Anatomie et physiologie humaines*, traduit par Linda Moussakova et René Lachaine. 2010. Canada : Éditions du nouveau pédagogique Inc. 1293 pages.
- 6 – MORGAN, Matt A. et GOEL Ayush. Multinodular goitre. [En ligne]. <https://radiopaedia.org/articles/multinodular-goitre?lang=us>
- 7 – ROSENBLOOM, Lorne et PELSSER Vincent. Échographie de la thyroïde. [En ligne]. 2020. <https://lepatient.ca/articles/20150309152632/echographie-de-la-thyroïde.html>

### FIGURES

- 1 – MARIEB, Elaine N. et HOEHN, Katja. *Anatomie et physiologie humaines*. « Régulation et intégration des processus physiologiques ». 2010. Canada : Éditions du nouveau pédagogique Inc. p. 700.
- 2 – WEIR, Jamie, ABRAHAMS, Peter H. SPRATT, Jonathan D. et SALKOWSKI Lonie R. *Anatomie du corps humain*. « Larynx et hypopharynx ». 2010. Paris : Édition Elsevier Masson. p. 29.
- 3 et 4 – ROSENBLOOM, Lorne et PELSSER Vincent. Échographie de la thyroïde. [En ligne]. 2020. <https://lepatient.ca/articles/20150309152632/echographie-de-la-thyroïde.html>
- 5 – MORGAN, Matt A. et GOEL Ayush. Multinodular goitre. [En ligne]. <https://radiopaedia.org/articles/multinodular-goitre?lang=us>
- 6 – EL-FEKY, Mostafa et WEERAKKODY, Yuranga. Graves disease. [En ligne] <https://radiopaedia.org/articles/graves-disease?lang=us>
- 7 – HACKING, Craig et Yuranga WEERAKKODY. Hashimoto thyroiditis. [En ligne] <https://radiopaedia.org/articles/hashimoto-thyroiditis?lang=us>

## Sept conseils pour une bonne hygiène numérique

Appliquez ces conseils simples pour vous prémunir de la fraude en améliorant votre sécurité en ligne. Chaque année, le nombre de fraudes numériques augmente. « Et elles se sont accentuées en 2020 avec la pandémie », confirme Tony Fachaux, expert en sensibilisation à la cybersécurité à la Banque Nationale. Une cyberattaque peut mener à un vol d'identité, un vol de données ou encore à un vol financier, qui pourrait ternir votre dossier de crédit et vous amener jusqu'au tribunal.

### 1. Protégez vos appareils connectés

Optez pour un logiciel antivirus qui examine les sites, téléchargements, pièces jointes et disques durs externes, en plus d'offrir un pare-feu. « Un virus qui s'installe et vole de l'information va chercher à communiquer avec le pirate pour la lui envoyer, poursuit Tony Fachaux. Le pare-feu pourrait bloquer ce type de flux. » Vérifiez régulièrement que cette protection est activée.

### 2. Optez pour un réseau Wi-Fi sécurisé et des mots de passe robustes

Évitez de vous connecter aux réseaux Wi-Fi non sécurisés à partir de vos appareils. Si vous êtes connecté à un réseau Wi-Fi public, un fraudeur pourrait mettre la main sur vos informations confidentielles. On recommande de ne rien faire de confidentiel sur un réseau public, comme se connecter à son compte bancaire ou à son courriel. Pour sécuriser votre Wi-Fi à la maison, vous devez changer le mot de passe par défaut de votre réseau et celui du routeur de votre fournisseur Internet. Un mot de passe robuste sécurise les accès à vos appareils personnels et professionnels. Il doit être le plus long possible, avoir du sens que pour vous et avoir une utilisation unique. Ne notez et ne partagez jamais ce mot de passe. Activez aussi lorsque possible l'authentification à double facteur (la vérification en deux étapes).

### 3. Effectuez vos mises à jour régulièrement

Téléchargez les versions les plus récentes des logiciels de sécurité, systèmes d'exploitation, navigateurs Web

et applications de tierces parties. Elles permettent de corriger les nouvelles failles de sécurité connues. Vous pourriez activer l'option de mises à jour automatiques sur vos appareils.

### 4. Disposez de bonnes sauvegardes

La copie hors ligne de vos dossiers (sur une application infonuagique par exemple) vous permet de retrouver vos fichiers en cas de perte ou de vol de vos appareils, et de récupérer vos données si vous êtes victime d'une attaque par rançongiciel. Si vos mises à jour sont effectuées sur un disque dur externe connecté à un appareil infecté, elles pourraient être compromises.

### 5. Méfiez-vous avant de cliquer

Restez vigilant face aux communications non sollicitées (courriel, clavardage sur les médias sociaux, message texte). Ne cliquez jamais sur un lien ou une pièce jointe à moins de vous être assuré de sa conformité.

### 6. Évitez de partager des renseignements personnels sur les réseaux sociaux

Certaines informations que vous publiez en ligne pourraient permettre à un fraudeur d'usurper votre compte à des fins frauduleuses ou de créer un faux compte suffisamment crédible pour commettre de l'hameçonnage.

### 7. Vous travaillez de la maison ?

Les bonnes pratiques en sécurité mises en place par l'employeur doivent être appliquées, même à distance.

L'offre de la Banque Nationale pour les technologues en imagerie médicale, en radio-oncologie et en électrophysiologie médicale devient encore plus avantageuse.

Découvrez vos nouveaux privilèges à [bnc.ca/sante](https://bnc.ca/sante).

Fière partenaire de

l'Ordre des technologues en **imagerie médicale**, en **radio-oncologie** et en **électrophysiologie médicale** du Québec



# La goutte : quand les déchets s'accumulent à l'intérieur du corps et causent du tort

LA GOUTTE EST UNE PATHOLOGIE MÉTABOLIQUE QUI OCCASIONNE DES DOULEURS ARTICULAIRES. QUELLE EN EST LA CAUSE ?



Karine Gariépy,  
t.i.m. (RD)

Clarke Centre  
d'Imagerie  
Médicale inc.

Les traits tirés, Roger, 61 ans, se présente à l'aurore, mercredi, à sa clinique familiale pour rencontrer le médecin disponible pour les urgences ce jour-là. Il n'a pas dormi de la nuit : une douleur atroce au gros orteil du pied gauche l'en a empêché. Son orteil est rouge violacé et enflé. Enfiler un bas avant de monter dans sa voiture fut un terrible supplice. De plus, il ressent un fort et inconfortable mal de ventre; une conséquence du souper pantagruélique qu'il a ingurgité la veille.

**Le tout premier symptôme est l'apparition d'une vive douleur soudaine et pulsatile localisée à l'extrémité du premier métatarse, généralement accompagnée d'œdème et d'une rougeur.**

## Une pathologie métabolique méconnue

Roger souffre de la goutte. Cette pathologie métabolique est caractérisée par des crises d'arthrite ne touchant qu'une articulation à la fois commençant généralement par un orteil. Le tout premier symptôme est l'apparition d'une vive douleur soudaine et pulsatile localisée à l'extrémité du premier métatarse, généralement accompagnée d'œdème et d'une rougeur. Cette intense douleur se manifeste souvent durant la nuit, atteignant son pic en quelques heures pour se résoudre spontanément après une à deux semaines.

Roger est le patient typique de la goutte. Il mange de grosses portions de nourriture qu'il accompagne régulièrement d'alcool. Il fait de l'embonpoint et est sédentaire. De plus, son père souffrait de cette pathologie, qui touche surtout les hommes de plus de 40 ans.

Les Grecs utilisaient jadis le terme *podagra* pour désigner une personne atteinte de la goutte, terme qui signifie « pris par le pied », évoquant un pied coincé dans un piège à loups. C'est de là que provient le mot français « podagre » de moins en moins utilisé de nos jours. Mais de quoi s'agit-il exactement ?

### Le responsable de la goutte : l'acide urique

Les manifestations de douleur aiguë sont dues à la précipitation de l'acide urique dans les articulations, la conséquence d'une uricémie trop élevée. L'acide urique provient naturellement de la dégradation des cellules du corps, plus particulièrement des acides nucléiques qui les composent. Il est véhiculé par le sang et éliminé par les urines. Plus on avance en âge, plus ce taux devient élevé. Dans le sang, il ne doit cependant pas dépasser 77 mg par litre chez l'homme, et 60 mg par litre chez la femme. De plus, il ne doit en aucun cas être supérieur à 500 mg par litre dans les urines. **(Figure 1)**

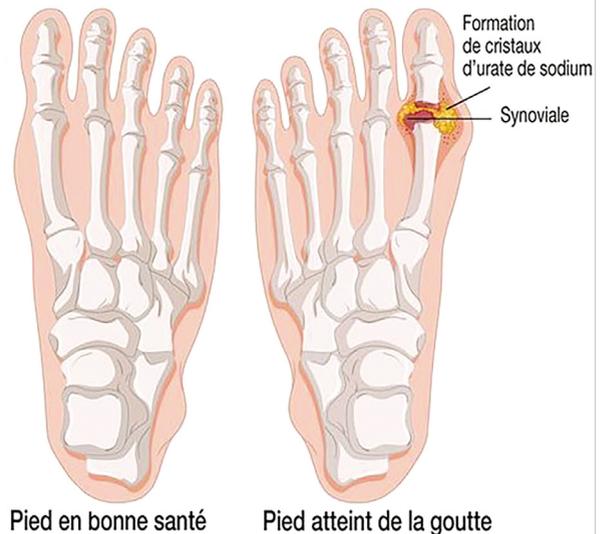
Une production excessive d'acide urique issue de la dégradation des protéines ou un dysfonctionnement dans l'élimination rénale peuvent expliquer l'hyperuricémie. On peut aussi observer une association des deux causes chez les patients souffrant de la goutte.

**Les membres inférieurs  
sont plus susceptibles  
d'entraîner la précipitation  
de l'acide urique liquide  
en cristaux solides  
d'urate de sodium vu leur  
température plus froide.**

On catégorise deux types de gouttes. D'abord, la goutte primaire : elle est associée à un déséquilibre de certaines enzymes agissant dans le métabolisme des protéides. On parle aussi de la goutte secondaire qui découle d'autres pathologies.

Bien que les hommes d'un certain âge soient les principales personnes touchées par la goutte, il y a aussi bon nombre de femmes ménopausées qui en souffrent. La veille des crises de goutte, les patients se plaignent parfois de symptômes précurseurs tels que des céphalées, d'un état pseudo-grippal ou de lassitude. On identifie aussi parfois des événements qui auraient pu déclencher les crises comme une fatigue inhabituelle, un microtraumatisme, une intervention chirurgicale ou la consommation d'un très copieux repas bien arrosé.

### Maladie de la goutte (arthrite)



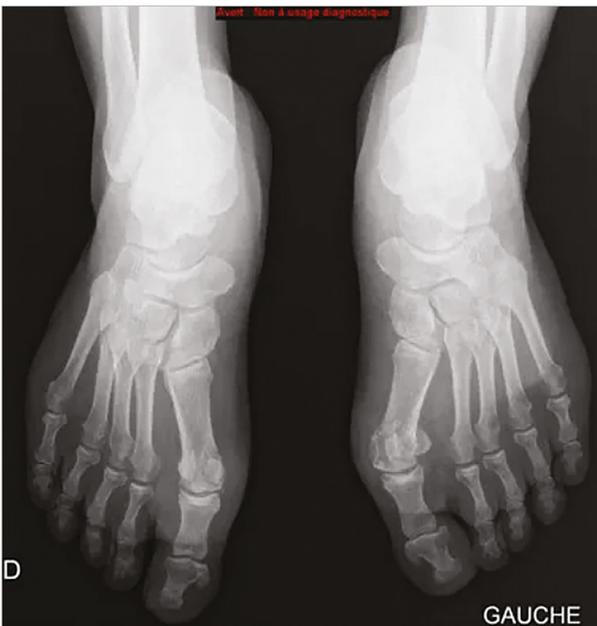
**Figure 1 :** L'acide urique en trop grande quantité dans le corps peut précipiter en cristaux d'urate de sodium et, ainsi, devenir nuisible pour les articulations. La première manifestation de la goutte a souvent lieu dans le gros orteil.



**Figure 2 :** Les cristaux d'urate de sodium s'accumulent parfois en si grande quantité que l'aspect de la peau peut devenir bosselée et rouge.



**Figure 3 :** Les tophi qui s'incrudent sous la peau deviennent parfois visibles sur les pieds.



**Figure 4 :** Sur le cliché radiographique, on remarque des cavités osseuses ainsi que des appositions périostées, signes radiologiques propres à la goutte.

### L'évolution chronologique de la goutte

Dans environ trois quarts des cas, les premières crises arthritiques touchent les membres inférieurs, plus exactement une des deux articulations métatarso-phalangiennes. Les membres inférieurs sont plus susceptibles d'entraîner la précipitation de l'acide urique liquide en cristaux solides d'urate de sodium vu leur température plus froide. Plus tardivement dans l'évolution de la goutte, les cristaux s'agglomèrent aux chevilles, aux talons et aux genoux. Dans un stade ultérieur de la maladie, ils atteignent les doigts, les coudes et les poignets. **(Figure 2)**

Au début, les crises sont distancées dans le temps et deviennent de plus en plus rapprochées au fil de l'évolution de la maladie, si elle n'est pas traitée. Des tophi commencent à s'incruster un peu partout dans le corps. Des tophi (un tophus au singulier) sont des dépôts d'urate de soude de couleur blanchâtre. Ils peuvent soudainement devenir le siège d'une inflammation aiguë ou encore gêner les mouvements articulaires quand leur taille est suffisamment considérable. Ils se logent dans les articulations, dans les bourses séreuses et dans les tendons, en particulier dans le talon d'Achille. Ces espèces de nodules pierreux peuvent se former sur les os, dans les gaines synoviales ou directement sous la peau. Dans ce dernier cas, ils peuvent même devenir visibles sur les mains, dans l'hélix de l'oreille ou sur les pieds. **(Figure 3)**

Les crises de goutte se caractérisent donc par des douleurs articulaires accompagnées de malaises, parfois même de frissons et de fièvre. Dans un stade avancé de la goutte, ces tophi indésirables se déposent dans les reins, ce qui peut causer la formation de calculs urinaires et provoquer des crises de coliques néphrétiques.

### L'imagerie médicale de la pathologie

Les radiographies standards sont tout indiquées pour évaluer l'érosion osseuse des articulations d'un patient atteint de la goutte. Des examens en tomodensitométrie et en résonance magnétique sont aussi parfois réalisés. **(Figure 4)**

Les signes radiologiques varient selon le stade de la pathologie. On remarque seulement, en premier lieu, une tuméfaction des tissus mous autour de l'articulation. Ensuite, des cavités osseuses font leur apparition pouvant être accompagnées d'une ostéophytose marginale ainsi que d'appositions périostées. Plus denses que les parties molles adjacentes, des dépôts tophacés se laissent ensuite apercevoir sur les clichés. **(Figure 5)**

### Les traitements de la goutte

Plusieurs traitements sont utilisés afin de soulager les symptômes de la goutte et pour la guérir. Dans les premières heures de la crise, l'administration de colchicine, ou d'un autre anti-inflammatoire, soulage généralement le patient de façon fulgurante. Le repos de l'articulation est nécessaire et l'application de glace sur l'articulation est aussi indiquée.

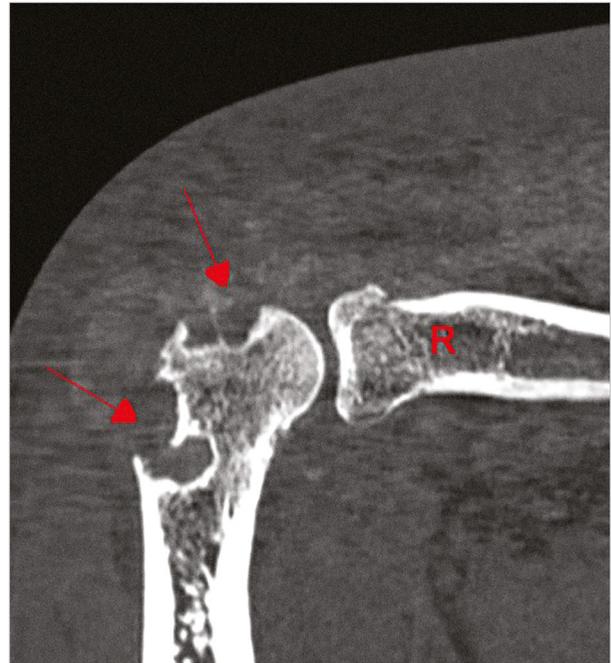
Dans le cas où la crise d'arthrite est jumelée à une crise de colique néphrétique, on prescrira un antalgique et un antispasmodique. Un bilan rénal s'imposera.

Afin de diminuer rapidement la douleur dans l'articulation, une ponction du liquide intra-articulaire peut être effectuée. La ponction permet de retirer les cellules inflammatoires, ce qui soulage le patient. À l'aide du microscope, l'identification des cristaux d'urate de sodium présents dans ce même liquide permet de poser le diagnostic de la goutte. On en profite aussi parfois pour faire une infiltration de cortisone.

À long terme, un traitement médicamenteux qu'on appelle hypo-uricémiant est prescrit et complété par des mesures diététiques personnalisées. **(Figure 6)**



**Figure 5 :** Des dépôts tophacés se laissent ensuite apercevoir dans les parties molles adjacentes à l'articulation touchée.



**Figure 6 :** En tomodensitométrie : l'image d'un coude atteint par la goutte tophacée créée à partir d'une reconstruction sagittale.

#### RÉFÉRENCES

- 1 – DOCTEURCLIC. *Goutte*, 2020. <https://www.docteurclic.com/maladie/goutte.aspx> (Consulté en ligne le 9 août 2020)
- 2 – DOCTISSIMO SANTÉ. *La goutte*, 2017. [https://www.doctissimo.fr/html/sante/encyclopedie/sa\\_4741\\_goutte.htm#](https://www.doctissimo.fr/html/sante/encyclopedie/sa_4741_goutte.htm#) (Consulté en ligne le 9 août 2020)
- 3 – PASSEPORT SANTÉ. *La goutte : reconnaître une crise de goutte*, 2020. [https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc-goutte\\_pm](https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc-goutte_pm) (Consulté en ligne le 9 août 2020)
- 4 – WIKIPEDIA L'ENCYCLOPÉDIE LIBRE. *Goutte (maladie)*, 2020. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Goutte\\_\(maladie\)#Épidémiologie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Goutte_(maladie)#Épidémiologie) (Consulté en ligne le 9 août 2020)
- 5 – IMAIOS. *Goutte*, 2020. <https://www.imaios.com/fr/e-Cases/Chaines-publiques/Osteo-articulaire/Goutte> (Consulté en ligne le 9 août 2020)

#### FIGURES

- 1 – DOCTISSIMO SANTÉ. *La goutte*, 2017. [https://www.doctissimo.fr/html/sante/encyclopedie/sa\\_4741\\_goutte.htm#](https://www.doctissimo.fr/html/sante/encyclopedie/sa_4741_goutte.htm#) (Consulté en ligne le 9 août 2020)
- 2, 3 et 5 – WIKIPEDIA L'ENCYCLOPÉDIE LIBRE. *Goutte (maladie)*, 2020. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Goutte\\_\(maladie\)#Épidémiologie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Goutte_(maladie)#Épidémiologie) (Consulté en ligne le 9 août 2020)
- 4 – IMAIOS. *Goutte*, 2020. <https://www.imaios.com/fr/e-Cases/Chaines-publiques/Osteo-articulaire/Goutte> (Consulté en ligne le 9 août 2020)
- 6 – INFORADIOLOGIE.CH. *Tophus goutteux/goutte/coude*, 2020. <https://www.info-radiologie.ch/goutte-coude.php> (Consulté en ligne le 30 janvier 2021)

**PERSPECTIVE  
NUNAVIK**



**VIVEZ L'EXPÉRIENCE NORDIQUE**

[sante-services-sociaux.ca](https://sante-services-sociaux.ca)



# SBRT hépatique

## ÉLABORATION D'UNE TECHNIQUE DE PLANIFICATION ET DE TRAITEMENT POUR LA RADIOTHÉRAPIE STÉRÉOTAXIQUE DU FOIE.



**Martine Cloutier,**  
t.r.o., coordonnatrice  
technique au secteur  
Traitement

CHU de Québec-  
Université Laval  
(Hôtel-Dieu de Québec)



**Stéphanie Poulin,**  
t.r.o., coordonnatrice  
technique au secteur  
Planification-Imagerie  
p.i.

CHU de Québec-  
Université Laval  
(Hôtel-Dieu de Québec)

### Élaboration d'une technique de planification et de traitement pour la radiothérapie stéréotaxique du foie

La radiothérapie stéréotaxique est une technique encore en émergence en radio-oncologie. Cette modalité, consistant en l'administration de doses de radiation très élevées par fraction avec une très grande précision, peut être utilisée autant pour des traitements à visée curative que palliative. Dans certains cas, elle est même la dernière option thérapeutique pouvant être offerte à un patient. Les hépatocarcinomes non admissibles aux traitements standards tels que l'hépatectomie, la transplantation et la thermoablation ainsi que les oligométastases<sup>\*</sup> hépatiques chez des patients non-candidats à la chirurgie ou à la radiofréquence en sont deux bons exemples. L'équipe de radio-oncologie de l'Hôtel-Dieu de Québec avait donc le désir d'offrir un traitement adapté à ces patients. C'est à l'automne 2018 que le travail d'élaboration de la technique de SBRT (*stereotactic body radiotherapy*) hépatique a débuté.

### La planification

Plusieurs facteurs ont été pris en considération lors de l'élaboration de la technique, dont la précision du positionnement, les mouvements internes du patient, le rehaussement optimal de la lésion, les besoins en imagerie pour la planification et le traitement ainsi que les capacités de nos appareils d'imagerie et de traitement.

Le développement de la technique s'est fait en collaboration avec plusieurs intervenants : autant les différents professionnels de l'équipe de la radio-oncologie que ceux d'autres secteurs d'activités, tels que la radiologie et l'IRM.

**Dans certains cas, la radiothérapie  
stéréotaxique est même la dernière option  
thérapeutique pouvant être offerte à un patient.**

<sup>\*</sup>Oligométastase : Désigne un nombre restreint de sites métastatiques, et un état intermédiaire entre un cancer localisé et un cancer métastatique disséminé. Il implique que le cancer est encore potentiellement curable grâce à un traitement localisé et agressif de ces quelques sites métastatiques.

## Le développement de la technique s'est fait en collaboration avec plusieurs intervenants : autant les différents professionnels de l'équipe de la radio-oncologie que ceux d'autres secteurs d'activités, tels que la radiologie et l'IRM.

Pour permettre d'administrer localement une forte dose de radiation, de façon sécuritaire, nous avons établi un positionnement adéquat. Nous avons opté pour une contention de type Vaclok qui moule l'ensemble du corps et assure une stabilité lors du positionnement.

Ce type de positionnement étant déjà largement utilisé dans notre département pour la planification des cas de SBRT aux niveaux spinal, thoracique, abdominal et pelvien, nous avons la certitude qu'elle procurerait la stabilité, la reproductibilité ainsi qu'un confort acceptable pour le patient. Prévoyant une planification TDM et un traitement exigeant plus de temps que nos standards habituels au début de la mise en application de cette technique, nous avons préféré optimiser le confort du patient en le positionnant les bras allongés le long du corps et les jambes légèrement surélevées. Étant donné que tous les patients ont une IRM de pré-planification faite en radiologie (à moins de contre-indication), nous avons déterminé et validé un positionnement pour cet examen complémentaire afin qu'il ressemble à notre position de planification. Cela permet une plus grande précision lors de la fusion de ces deux examens.

### Technique d'imagerie TDM développée pour ce type de planification

Le mouvement du foie étant directement influencé par l'amplitude respiratoire du patient, il est nécessaire d'acquérir un examen en mode 4D (acquisition des images en suivant le cycle respiratoire du patient) afin d'évaluer le mouvement de l'organe. Ce mouvement est pris en compte dans la planification

dosimétrique et influencera la technique pour délivrer le traitement. Nous effectuons d'abord un grand examen en mode 4D sans injection de contraste qui servira pour la dosimétrie. Sur un examen TDM, selon la pathologie (tumeur primaire ou métastase), le rehaussement de la lésion à la suite d'une injection de contraste IV est optimal en phase artérielle et/ou en phase veineuse.

Étant donné que nous travaillons habituellement avec des protocoles d'injection en phase d'équilibre, nous avons intégré la technique d'injection avec l'option de *bolus tracking*. Celle-ci permet de détecter l'arrivée de l'agent de contraste dans l'aorte et d'ainsi optimiser la détection des phases artérielle et veineuse en ajustant la durée et les délais d'acquisition appropriés pour les examens.

Peu importe le type de pathologie, nous effectuons deux courts examens centrés sur la lésion (en phases artérielle et veineuse), en demandant au patient de bloquer sa respiration. Cela permet de limiter le mouvement et d'améliorer la définition de la lésion sur les images. Les acquisitions se font en phase d'expiration bloquée. Cette phase respiratoire est priorisée puisqu'elle correspond à la position visée de la lésion si le traitement est délivré en asservissement respiratoire. Cette séquence d'imagerie est déclenchée automatiquement lors de l'injection de l'iode, selon des délais programmés, et avec une commande vocale préenregistrée pour guider la respiration du patient.

Nous complétons l'imagerie de planification avec un autre examen en mode 4D, post-injection et incluant le foie en entier, qui permet de visualiser la lésion encore contrastée en tenant compte du mouvement respiratoire.

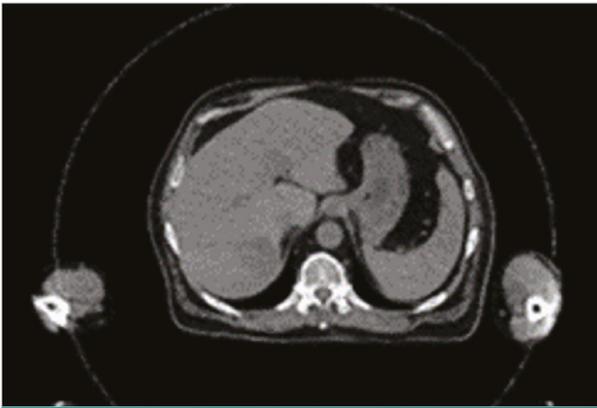


Figure 1 : Image TDM 4D, sans injection.

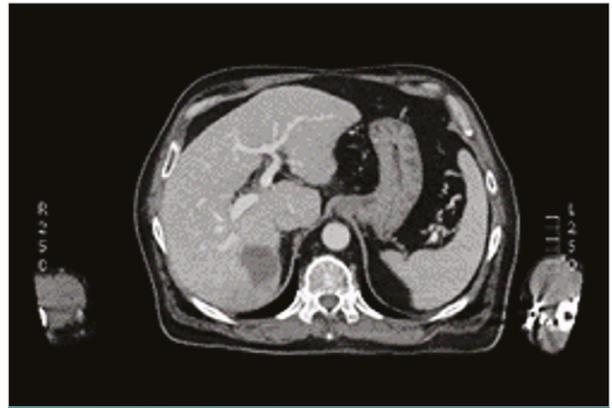


Figure 3 : Image TDM 3D, injection phase veineuse.

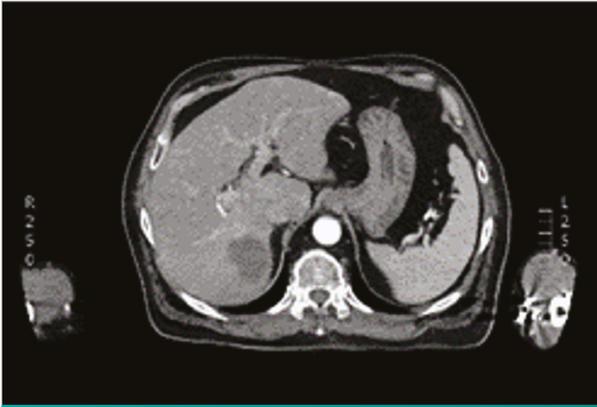


Figure 2 : Image TDM 3D, injection phase artérielle.

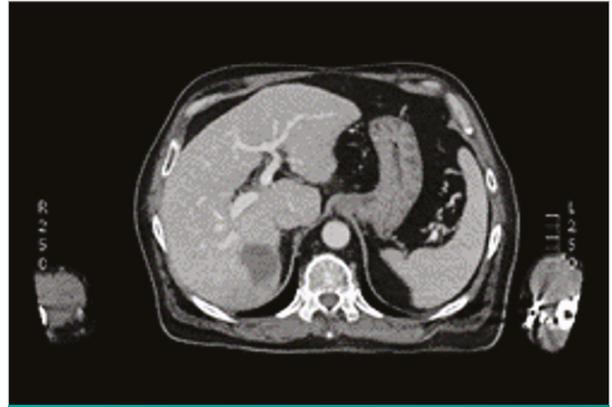


Figure 4 : Image TDM 4D, post-injection en fin de phase veineuse/début de phase d'équilibre.

**Dans l'optique d'une amélioration continue de la technique de planification, l'élaboration d'une procédure d'injection sur un examen en mode 4D, avec l'acquisition des images pendant une phase d'injection ciblée, a été développée.**

En complément d'imagerie, un examen IRM est recommandé. Des séquences d'acquisition ont été préétablies selon nos besoins, en incluant la respiration bloquée en phase d'expiration. Nous avons donc élaboré un protocole d'imagerie TDM de planification qui permet de bien visualiser les lésions avec des examens acquis en fonction de la respiration et selon des phases d'injection ciblées afin d'obtenir toutes les informations nécessaires pour une planification adéquate de radiothérapie stéréotaxique.

### Technique d'injection 3D, séquence d'acquisition

Examen 4D long sans injection. **(Figure 1)**

- Sert pour la planification dosimétrique. Recalage avec examen IRM.

Deux examens 3D courts injectés : un en phase artérielle et un en phase veineuse, en expiration bloquée. **(Figures 2 et 3)**

- Permet une visualisation et une définition optimale de la lésion.

Examen 4D court post-injection : en fin de phase veineuse/début de phase d'équilibre. **(Figure 4)**

- Sert pour les contours du médecin (GTV-IGTV avec mouvement respiratoire).

Les résultats sont très satisfaisants et correspondent aux critères émis lors de l'élaboration de la technique. Nous avons un protocole d'imagerie TDM de planification adapté à nos besoins et bien toléré par le patient.

Cependant, afin de corriger une problématique observée lors des traitements que nous détaillerons plus loin, nous avons introduit, au printemps 2019, l'utilisation de la ceinture de compression abdominale pour la planification. Celle-ci est utilisée pour tous les patients pouvant la tolérer dans le but de réduire l'amplitude du mouvement respiratoire. Par conséquent, il n'est plus nécessaire d'acquérir en expiration bloquée les deux examens 3D injectés (en phases artérielle et veineuse), la compression abdominale limitant suffisamment le mouvement pour permettre une belle qualité d'image. Cela a simplifié la procédure de planification, autant pour le patient que pour l'équipe TDM. Il était parfois difficile pour le patient de maintenir l'expiration ou d'être parfaitement synchronisé avec les consignes lors de l'acquisition automatique de ces deux examens.

La ceinture de compression abdominale a toutefois comme effet de déformer légèrement le foie, ce qui complique le recalage avec les examens IRM. Toutefois, le gain engendré par la diminution de l'amplitude du mouvement

respiratoire est bénéfique pour le patient, pour la planification dosimétrique et pour la qualité des images de contrôle prises lors des traitements.

Dans l'optique d'une amélioration continue de la technique de planification, l'élaboration d'une procédure d'injection sur un examen en mode 4D, avec l'acquisition des images pendant une phase d'injection ciblée, a été développée. L'idée proposée est de remplacer les deux examens 3D injectés (en phases artérielle et veineuse) par un seul examen court en mode 4D (centré uniquement sur la lésion), en optimisant une phase d'injection rehaussant la majorité des lésions. Cela permettrait l'acquisition d'un examen avec une qualité optimale de contraste amenant une meilleure définition de la lésion et de son mouvement sur l'examen servant pour la délimitation des contours des volumes par le médecin.

La particularité était de tenir compte des paramètres de détection du système RPM (*Real-time Position Management* – logiciel utilisé pour un examen 4D) et des facteurs qui influencent le temps d'acquisition d'un examen en mode 4D afin d'optimiser un délai pour imager la lésion au bon moment. La fréquence respiratoire, la longueur de l'examen, les paramètres d'acquisition à la console TDM/RPM ont été considérés et ajustés. La collaboration avec les physiciens du département a été essentielle pour l'analyse et l'ajustement des paramètres. Ce protocole d'imagerie implique cependant un ajustement personnalisé du délai d'acquisition de l'examen en mode 4D, lors de l'injection, en fonction de la fréquence respiratoire du patient.

Nous complétons l'imagerie de planification avec un examen 3D post-injection incluant le foie en entier qui permet de visualiser la lésion encore contrastée. Il pourrait servir pour la délimitation des contours des volumes par le médecin si l'irrégularité de la respiration lors de l'acquisition de l'examen précédent affectait la qualité des images.

Avec l'expérience, la maîtrise de la technique de planification TDM et de traitement augmentant, nous avons décidé de modifier le positionnement du patient tout en assurant un confort et une stabilité. En remontant les bras au-dessus de la tête, cela a permis une meilleure qualité d'image autant au TDM qu'au traitement. Un suivi avec l'équipe d'IRM, afin de valider la possibilité pour elle de reproduire la position lors de son examen, a été fait avant d'appliquer le changement. Ne pouvant pas utiliser la ceinture de compression abdominale à l'IRM pour l'instant, la méthode d'acquisition pour certaines séquences n'a pas changé (expiration bloquée).

Dans un développement futur, nous prévoyons faire l'acquisition des images IRM avec les mêmes contentions que celles de la planification TDM.

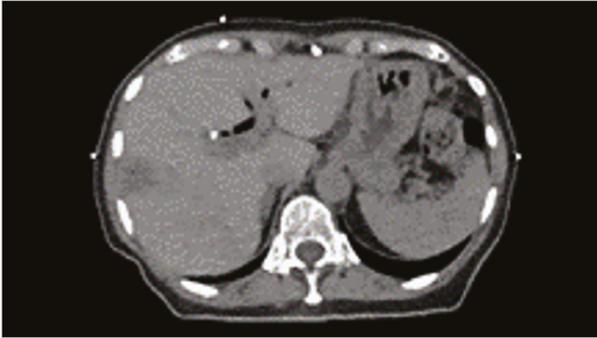


Figure 5 : Image TDM 4D, sans injection.



Figure 6 : Image TDM 4D, injection phase veineuse.

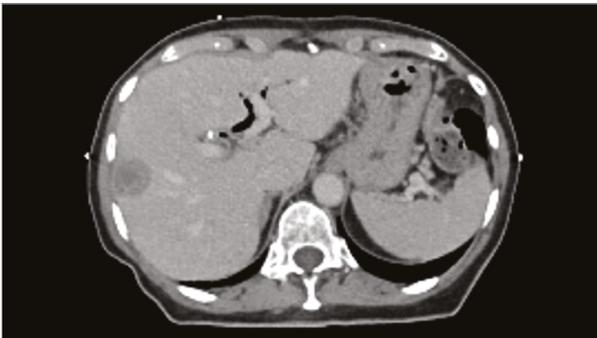


Figure 7 : Image TDM 3D, post-injection, en phase veineuse tardive.

#### Technique d'injection 4D avec ceinture de compression, séquence d'acquisition

Examen 4D long sans injection (Figure 5)

- Sert pour la planification dosimétrique. Recalage avec examen IRM.

Examen 4D court injecté, en phase veineuse (Figure 6)

- Permet une visualisation optimale de la lésion avec mouvement.
- Sert pour les contours du médecin (GTV-IGTV avec mouvement respiratoire).

Examen 3D court post-injection, en phase veineuse tardive (Figure 7)

- Peut servir pour les contours du médecin si irrégularité de la respiration lors de l'acquisition de l'examen précédent pouvant affecter la qualité des images.

Ce protocole d'imagerie TDM de planification est celui qui est généralement utilisé depuis son élaboration. Nous confirmons toutefois avant chaque planification de patient celle de nos deux techniques d'injection qui est la plus appropriée selon la pathologie et les conditions du patient.

Avec l'utilisation de la ceinture de compression abdominale, nous effectuons, en plus des séquences prévues dans le protocole d'imagerie, un examen 4D court sans compression abdominale pour analyse et étude rétrospective. Ces informations ont permis de mettre en évidence son utilité et de confirmer les avantages d'utiliser cette contention pour une planification et un traitement adéquat. (Figure 8)

#### Le traitement

Le premier cas de SBRT de foie à l'Hôtel-Dieu de Québec a eu lieu le 10 décembre 2018. La technique de traitement, qui n'a pas changé depuis, est somme toute très simple. Un contrôle de la position générale du patient est fait à l'aide d'acquisition d'images kV suivi d'un premier CBCT (*Cone Beam Computed Tomography*) sur lequel le recalage est finalisé au niveau de la zone à traiter. Ensuite, la première partie du traitement est délivrée. Il s'agit généralement d'un demi-arc à 10 FFF (RX 10 MV sans filtre égalisateur au débit de 2 500 UM/minute). Un deuxième CBCT est acquis à la mi-traitement afin de corriger les mouvements intrafractions, puis la deuxième et dernière



Figure 8 : Positionnement pour la planification d'un traitement du foie par radiothérapie stéréotaxique.

partie du traitement est administrée (un autre demi-arc). Enfin, un troisième CBCT est acquis à la fin des traitements. Ce dernier nous permet d'évaluer si le patient a bougé et si notre contention est efficace. N'ayant pas eu à ce moment de ceinture de compression, les traitements des patients dont l'amplitude de mouvement du foie (dans la région traitée) dépassait 1,5 cm étaient d'emblée planifiés en asservissement respiratoire (*gating*). La radiation se délivrait durant la phase d'expiration seulement (phase 30-60). Pour une amplitude entre 1 et 1,5 cm, la décision revenait au médecin, mais dans la majorité des cas, celui-ci choisissait l'asservissement.

Pour le recalage sur le CBCT, nous tentons de visualiser tout le foie. Pour les cas où c'est impossible (foie trop long), nous privilégions la région où se trouve la zone à traiter tout en incluant un repère anatomique en longitudinal (le dôme [segments supérieurs] du foie ou les segments inférieurs. **(Figure 9)**

Nous utilisons, pour le recalage, un contour correspondant au foie en expiration (Foie\_50) ainsi qu'un contour du foie dans la phase d'inspiration (Foie\_0). Le foie devrait se situer entre les contours Foie\_0 et Foie\_50, plus près du Foie\_50 et le flou dû à la respiration libre au cours de l'acquisition du CBCT devrait se situer entre ces deux contours. **(Figure 10)**

### Les embûches

Dès le départ, il était évident pour toute l'équipe que le plus grand défi se situerait au niveau du recalage. Les médecins ne voulant pas de marqueurs radio-opaques dans le foie et les tumeurs du foie n'étant pas visibles sur les CBCT, nous avons opté, comme mentionné précédemment, pour le recalage sur le foie en entier. Ce dernier étant appuyé sur le diaphragme, nous étions conscients que le flou dû à l'amplitude respiratoire nuirait à la qualité des images acquises et augmenterait d'autant le niveau de difficulté. Les CBCT ne pouvant être asservis à la respiration (notre version actuelle de TrueBeam ne le permet pas), une grande amplitude respiratoire rendait le recalage d'autant plus difficile.

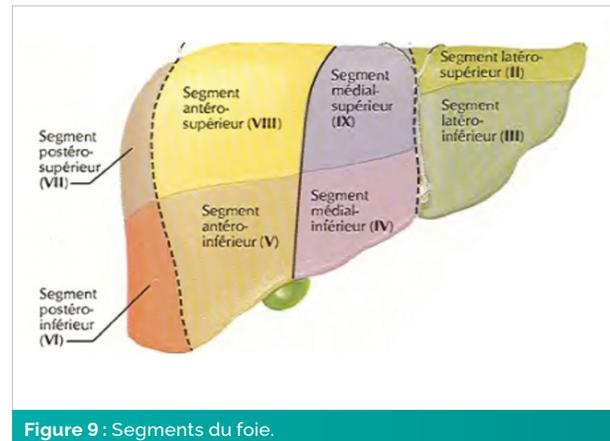
Par ailleurs, un autre facteur auquel nous n'avions pas pensé est venu compliquer, lui aussi, notre travail. La présence de gaz dans les intestins ! En effet, dès le premier patient, nous avons pu constater à quel point les gaz intestinaux pouvaient créer des artéfacts **(Figure 11)**, et nuire à la qualité d'image des CBCT, rendant le recalage encore plus compliqué.

### Les solutions

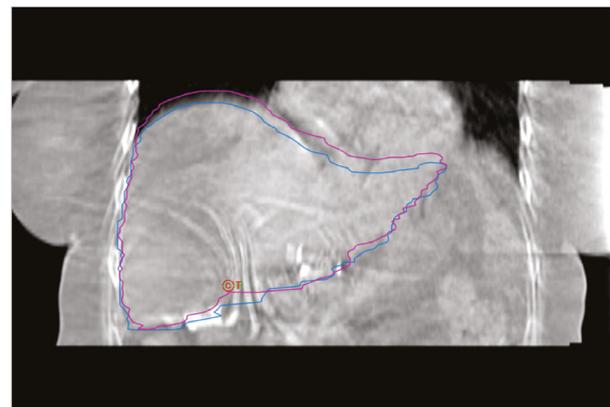
L'utilisation de la ceinture de compression abdominale, qui diminue l'amplitude respiratoire des patients, a entraîné une amélioration significative de la qualité de nos images et, par conséquent, facilité le recalage. En effet, le contour du foie est beaucoup mieux défini, ce qui permet un recalage plus précis. **(Figure 12)**

Nous utilisons donc maintenant la ceinture de compression abdominale pour la planification et le traitement de tous les patients qui sont capables de la supporter (celle-ci n'est pas toujours très confortable et le patient doit être capable de la tolérer pendant au moins 45 minutes). Les patients qui en sont incapables et dont l'amplitude respiratoire dépasse 1 cm sont traités en asservissement respiratoire.

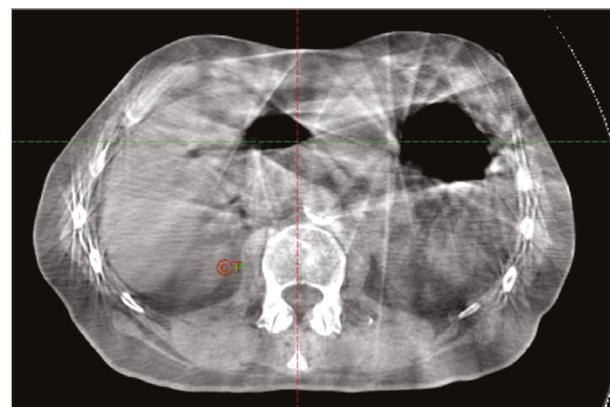
En ce qui concerne les gaz intestinaux, nous avons rapidement décidé d'utiliser une diète, que nous recommandons régulièrement à nos patients traités au niveau du bassin. Celle-ci a fait ses preuves dans la gestion de ce genre de problématiques. Le patient doit éviter les aliments gazogènes et fermentescibles (ex. : chou, légumineuses, oignon) deux jours avant son TDM de planification et durant ses traitements. De plus,



**Figure 9 :** Segments du foie.



**Figure 10 :** Contour Foie\_50 en bleu et contour Foie\_0 en rose. Le flou dû à la respiration se retrouve entre les deux.



**Figure 11 :** Artéfacts causés par les gaz intestinaux nuisant à la qualité de l'image.

les patients doivent éviter l'ingestion de nourriture dans les deux heures précédant le rendez-vous de planification et les traitements.

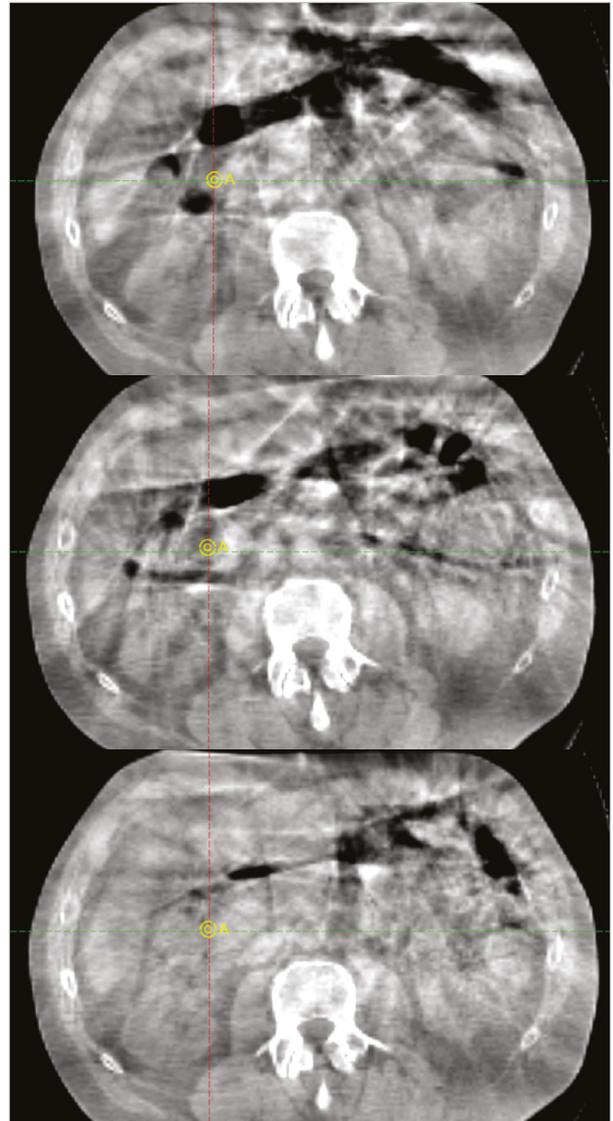
Bien sûr, nous n'avons pas réussi à éliminer complètement les gaz, certains patients ayant plus de difficultés que d'autres à suivre ces consignes. Mais nous savons que la diète peut faire une différence significative, comme le démontre l'exemple suivant. (Figure 13) Ce patient avait omis de suivre la diète avant le début de sa radiothérapie et l'a commencée après notre rappel au premier traitement. Les images acquises nous démontrent l'efficacité de la diète lorsque celle-ci est bien suivie.

Le développement de la technique SBRT hépatique fut somme toute un défi pour les membres de l'équipe du CHU de Québec. Plusieurs contraintes se sont présentées, mais tous avaient la volonté de les surmonter. En assurant un suivi et en partageant nos problématiques entre les secteurs d'activité, nous avons pu intervenir lors des différentes étapes pour améliorer l'ensemble du processus.

Avec le transfert prochain vers un centre de radiothérapie équipé de la toute dernière technologie en matière d'appareillage de traitement et avec l'acquisition de notre propre appareil d'IRM, la technique de SBRT hépatique est appelée à évoluer. L'équipe du CHU de Québec est prête à se dépasser afin de toujours améliorer les traitements qu'elle offre à ses patients.



**Figure 12 :** Image acquise sans la ceinture de compression abdominale (A) et celle avec la ceinture (B). Le contour du foie est beaucoup mieux défini et le flou dû à la respiration (particulièrement au niveau du dôme) est pratiquement disparu.



**Figure 13 :** Jour 1 : 1<sup>er</sup> traitement. Jour 2 : 2<sup>e</sup> traitement. Jour 3 : 3<sup>e</sup> traitement.

## RÉFÉRENCES

- 1 - Thibault, I., Guide de pratique SBRT de foie, Québec, 2020, 20 pages.
- 2 - Hellman S, Weichselbaum RR. Oligometastases, J Clin Oncol 1995;13:8-10.

## FIGURES

- 1 - La FAQ (Questions/Réponses) | La Fed' : Fédération Des Tutorats Santé ( PACES ) De L'Université Montpellier 1. [En ligne], 2016. (Consulté en février 2020) <http://afppe.poitou.online.fr/Site%20A.F.R.H.A/anatfoie.htm>

- 2 à 13 - Graciuseté de l'Hôtel-Dieu de Québec, CHU de Québec-Université Laval.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions Marie-Ève Bérubé, t.r.o., et Éric Poulin, physicien médical, pour la relecture et Marie-Christine Lapointe t.r.o. pour ses connaissances en informatique.

# L'infolettre à lire pour tout connaître de votre profession !

SURVEILLEZ-LA TOUS LES MOIS DANS VOTRE BOITE COURRIELS.

Consultez-la en tout temps sur  
[otimroepmq.ca/itech](http://otimroepmq.ca/itech)

## 3 RAISONS DE LIRE L'ITECH :

- ▶ Pour être au fait de toutes les **dernières nouvelles de votre profession** : lignes directrices en matière de pratique professionnelle, nominations à des comités, etc.
- ▶ **Pour ne manquer aucune date clé** : renouvellement au Tableau de l'Ordre, mise à jour de votre portfolio, élections, appel de candidatures, etc.
- ▶ Parce que l'Itech est le **principal outil de communication** entre l'Ordre et vous.

3 VERSIONS INCLUANT  
DES CONTENUS SPÉCIFIQUEMENT  
dédiés aux membres, aux gestionnaires  
et aux étudiants de 3<sup>e</sup> année.

**itech**  
l'infolettre des technologues en imagerie médicale,  
en radio-oncologie et en électrophysiologie  
médicale du Québec



## Profitez de nos rabais exclusifs aux membres

### Régime d'assurance collective à la carte pour vous et votre famille :

-  Assurance médicaments
-  Assurance invalidité
-  Assurance maladie grave
-  Assurance vie
-  Assurance hypothécaire

### Assurance des particuliers :

-  Assurance automobile
-  Assurance habitation
-  Assurance véhicules récréatifs
-  Assurance bateau

Appelez-nous sans plus tarder!