

## **Protocole pour la rédaction de protocole pour la scintigraphie thyroïdienne diagnostique**

**Rédaction :** Groupe de travail "Chirurgie endocrinienne Médecine Nucléaire Endocrinologie" (CEMEN) Société Française de Médecine Nucléaire et d'Imagerie Moléculaire (SFMN)

**Version :** 10

**Date de la dernière mise à jour :** 29 juin 2006

**Responsable de la rédaction :** J. Clerc

**Membres du comité de rédaction :** Marie Calzada-Nocaudie, I. Gardin, Stéphane Bardet, Catherine Beckers, Ch Benhabib; Bodogan Catargi, Claire Gibold, JL Kraimps, JL Wémeau, Hervé Monpeyssen .

**Membres du comité de validation :** M. Bourguignon, F. Brunotte, I. Gardin, G. Karcher, F. Moati,, R. Le Net, A. Prigent, J.M. Vinot.

**Date de la ratification par le conseil d'administration :** 21/06/2006

**Adresse Internet où le protocole peut être chargé :** [www.sfbmn.org](http://www.sfbmn.org)

**But du guide :** Aider les responsables et le personnel des services de médecine nucléaire français à rédiger les protocoles et modes opératoires de réalisation des examens en conformité avec les directives Euratom 97/43, le code de la santé publique, la jurisprudence française sur l'information des patients, les recommandations des groupes de travail français, européens et nord-américains, le résumé des caractéristiques des produits (RCP) validé par l'Union Européenne et repris dans la notice pour l'utilisateur distribuée par le fabricant avec chaque médicament radiopharmaceutique disposant d'une AMM.

**Mise en garde :** Le guide est destiné aux seuls spécialistes de médecine nucléaire. Les recommandations qu'il contient peuvent ne pas s'appliquer au cas particulier de chaque patient. La Société Française de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire décline toute responsabilité quant aux conséquences d'erreurs qui se seraient glissées dans la reproduction ou la transformation de ce document.

### **I. INFORMATIONS ET DEFINITIONS PREALABLES.**

La scintigraphie thyroïdienne est une procédure de médecine nucléaire permettant d'obtenir une ou des images de la glande thyroïde, le plus souvent statique(s), après administration d'un radiopharmaceutique à tropisme thyroïdien.

Avec l'<sup>123</sup>I, la scintigraphie thyroïdienne réalise une imagerie moléculaire et fonctionnelle. Cette image reflète non seulement le processus de captage cellulaire (transporteur de l'iode ou NIS=Human Sodium-iodide symporter) à la phase précoce (< 30 minutes) correspondant à une fixation physiologique globale de 3 – 5 %, mais surtout le processus organification et de stockage intra colloïdal qui domine dès 60 minutes pour atteindre un maximum vers 6 – 24 heures, correspondant à une fixation physiologique globale de 30 à 50 %.

On peut également utiliser le pertechnétate  $^{99m}\text{Tc}$ , mais ce radiopharmaceutique substrat du NIS a un captage cellulaire exclusif expliquant une fixation globale physiologique modérée (1 à 3,75%).

Le contraste de l'image scintigraphique reflète la concentration et l'épaisseur du tissu. Le rapport S/B est souvent supérieur à 20 :1 en  $^{123}\text{I}$  et de l'ordre de 5 :1 en  $^{99m}\text{Tc}$ . La scintigraphie thyroïdienne doit être une image bien résolue (< 8 mm), adaptée à la pathologie nodulaire dont le seuil d'exploration est fixé de façon consensuelle à 10 mm.

Autres radiopharmaceutiques.

D'autres radiopharmaceutiques peuvent être utilisés dans des indications spécialisées :

L' $^{131}\text{I}$  en seconde intention, dans l'identification de certaines masses indéterminées médiastino-thoraciques notamment lors d'une procédure d'imagerie de fusion TEMP-TDM si le résultat n'a pas été concluant en  $^{123}\text{I}$ .

Le  $^{201}\text{Tl}$ , comme test prédictif négatif de malignité, notamment lorsque la cytologie est non réalisable (anticoagulant, troubles de la crase), non contributive ou douteuse.

## II. INDICATIONS.

Les indications de la scintigraphie thyroïdienne ont été récemment redéfinies dans plusieurs textes [Annexe] dont le guide des recommandations pour les bonnes pratiques en imagerie médicale (2005) dérivé de la mise en application de la directive EURATOM 97/43, et le guide de procédures de la société américaine (1999).

### Indications reposant sur des essais contrôlés, méta analyse et revues systématiques

1. Test d'imagerie de référence pour le diagnostic étiologique de l'hyperthyroïdie.

La scintigraphie thyroïdienne assure le diagnostic étiologique et la classification des hyperthyroïdies en fonction de la fixation globale et de la nature du contraste. Elle permet de distinguer les maladies de Basedow des thyroïdites subaiguës et indolentes. En cas d'atteinte nodulaire elle permet de séparer les nodules autonomes hyper fonctionnels (autonomie focale) des nodules hypofonctionnels associés à une autonomie diffuse.

La scintigraphie est justifiée à visée diagnostique dans toutes les hyperthyroïdies avérées (TSH < 0.1 mU/L) en l'absence de diagnostic formel obtenu par une autre modalité, dans les hyperthyroïdies nodulaires, en présence d'une atteinte nodulaire ou multi-micronodulaire dès lors que la TSH est < 0.6 mU/L, en présence d'une TSH chroniquement < 0.6 mU/L sans cause identifiable après 60 ans et en présence de risque ou de co-morbidité cardio-vasculaire.

2. La scintigraphie thyroïdienne avec mesure de fixation est nécessaire pour la prescription de  $^{131}\text{I}$  dans le traitement des hyperthyroïdies.

3. La scintigraphie thyroïdienne avec mesure de fixation est le test de référence pour le diagnostic de l'autonomie de fonction.

L'autonomie (de fonction) est une hypersécrétion non auto-immune et non frénable par l'hormone thyroïdienne qui recouvre le nodule autonome, les atteintes multinodulaires (autonomie multifocale) et les atteintes diffuses avec ou sans nodule fonctionnel (autonomie diffuse). Un test de freination est parfois requis dans les cas difficiles.

4. Test étiologique et thérapeutique devant une hyperthyroïdie avec surcharge iodée.

La scintigraphie permet de séparer les hyperthyroïdies induites par amiodarone (type 2, corps thyroïde normal, contraste et fixation effondrés) ou aggravées par l'amiodarone (type 1, hyperthyroïdie sous-jacente, contraste et/ou fixation non effondrés). Elle permet d'indiquer un traitement adapté : antithyroïdiens de synthèse (type 1) ou glucocorticoïdes (type 2).

5. Optimisation de la surveillance des nodules thyroïdiens ne relevant pas d'une chirurgie d'emblée.

La scintigraphie est utile, si elle n'a pas été faite initialement, pour optimiser la surveillance. On fera une surveillance par le dosage plasmatique de la TSH en cas de nodule chaud et/ou de goitre autonomisé. On fera une surveillance par échographie et/ou cytologie en cas de nodule froid.

6. Diagnostic étiologique des hypothyroïdies congénitales.

La scintigraphie permet d'identifier les dysgénésies (athyréoses, ectopies, hypoplasies), les troubles de l'hormonogénèse (test au perchlorate), les hypothyroïdies transitoires.

7. Identification du tissu thyroïdien ectopique, accessoire, intrathoracique et ovarien (struma ovarii). Identification de la pathologie thyroïdienne (nodule et kyste thyroïdienne).

8. Goitre multinodulaire. La scintigraphie donne une image anatomique et fonctionnelle de la glande entière, indépendante de l'opérateur, améliore l'inventaire nodulaire, précise l'extension médiastinale, identifie les nodules autonomes et précise les nodules à prélever.

#### Indications reposant sur des avis d'experts et/ou validés par des instances faisant autorité

1. Exploration du nodule thyroïdien euthyroïdien (> 10 mm) à la phase initiale.

La scintigraphie thyroïdienne permet de caractériser le degré de fonction locale (iso, hypo hyperfonctionnel) d'un nodule préalablement identifié par la palpation et/ou l'échographie. Elle permet souvent d'identifier des zones pathologiques additionnelles à la palpation (+ 30%).

2. Sélection des zones nodulaires à prélever en cytologie.

Les nodules hyperfonctionnels ne relèvent pas d'une cytologie de première intention.

#### Indications reposant sur des travaux d'expérimentation ou d'observation fiables

1. Exploration des hypothyroïdies en surcharge iodée.

La scintigraphie et le test au perchlorate permettent de séparer les hypothyroïdies réversibles par trouble de l'organification, des hypothyroïdies permanentes par atteinte parenchymateuse, en l'absence de diagnostic évident (thyroïdite lymphocytaire connue).

2. La scintigraphie permet de repérer correctement des nodules non fonctionnels qui peuvent être ponctionnés sans recours à l'échographie

### **III. Contre-Indications.**

La grossesse constitue une contre-indication relative.

La réalisation de l'examen scintigraphique doit s'intégrer dans l'analyse de la balance bénéfique / risque.

En cas de maintien de l'indication, l'irradiation fœtale est très faible (environ 0.008 mSv/MBq). L'irradiation de la thyroïde fœtale est négligeable avant le 3ème mois.

En cas d'allaitement, l'indication de la scintigraphie doit être pesée car l'examen peut souvent être différé. Dans le cas contraire, on préférera le  $^{99m}\text{Tc}$  avec interruption transitoire de l'allaitement pendant 24 heures est suffisante. Le lait sera tiré et jeté durant ce laps de temps. L' $^{123}\text{I}$  n'est pas utilisable durant l'allaitement du fait des radiocontaminants qui imposeraient une interdiction d'environ 100 h.

#### **IV. REALISATION DE L'EXAMEN.**

##### **A. Informations souhaitables pour un examen de qualité.**

Identification de la demande et documents requis au moment de l'examen. En cas de comorbidité, connaissance des diagnostics principaux notamment en endocrinologie, oncologie et en pathologie cardio-vasculaire. Le médecin nucléaire doit connaître les résultats des examens antérieurs : biologie, imagerie (échographie, scintigraphie, fixation, autres examens), cytologie, et le cas échéant disposer des comptes rendus de consultation, d'hospitalisation, de chirurgie et d'anatomie pathologique.

Identification des médecins impliqués dans les soins du patient

Dosage de TSH récent ( $< 3$  mois)

Prise de médicaments iodés [Annexe], de thyroxine ou d'antithyroïdiens de synthèse.

##### *Cas de la pathologie nodulaire.*

Un nodule au moins doit être palpable et localisé ou le patient doit disposer d'une échographie récente ( $< 6$  mois) montrant l'existence d'au moins un nodule localisé atteignant 10 mm.

La demande doit identifier si une cytologie thyroïdienne doit être réalisée dans les suites de la scintigraphie afin d'indiquer une procédure de repérage nodulaire.

##### *Exploration scintigraphique des nodules en surcharge iodée (TSH normale).*

Elle doit être différée car le contraste et la fixation sont diminués.

Amiodarone : de un à 6 mois ; l'image est habituellement réalisable dès lors que l'iodurie est  $< 2$  fois la normale et que la TSH  $> 1$  mU/L.

Examen radiologique avec injection d'un produit de contraste iodé : de 4 à 6 semaines.

##### *Exploration des hyperthyroïdies : on se posera les questions suivantes :*

- Un traitement par  $^{131}\text{I}$  est-il envisagé ? Si oui, le recours à l'iode  $^{123}\text{I}$  avec procédure de mesure des dimensions de l'image est recommandé
- Le patient prend-il des médicaments à visée thyroïdienne et notamment des antithyroïdiens de synthèse (ATS) ?

Lorsque la scintigraphie est demandée à visée diagnostique, il peut être utile d'interrompre transitoirement les antithyroïdiens de synthèse dans les cas suivants :

- a. prescription de posologie élevée d'ATS ( $\geq 40$  mg d'équivalent carbimazole)
- b. hyperthyroïdie en contexte de surcharge iodée
- c. hyperthyroïdie frontière ( $0.1 < \text{TSH} < 0.6$  mU/L)
- d. suspicion d'hyperthyroïdie autonome (nodulaire ou micro nodulaire à  $\text{TSH} < 0.6$  mU/L).

La durée indicative d'arrêt est de 72 h pour les hyperthyroïdies ouvertes et de 2 semaines en cas de TSH isolément abaissée.

Lorsque la scintigraphie est demandée à visée thérapeutique (traitement par  $^{131}\text{I}$ ), l'image peut toujours être réalisée mais les antithyroïdiens affectent la fixation. Il faut dans ce cas préciser l'intention thérapeutique avec le prescripteur (visée ablatrice ou antitoxique, cf. guide irathérapie).

#### *Exploration des hyperthyroïdies en surcharge iodée.*

La surcharge iodée n'empêche pas la réalisation de l'image scintigraphique, en contexte d'hyperthyroïdie. Il faut utiliser l' $^{123}\text{I}$  en augmentant l'activité ( $\geq 15 \text{ MBq}$ ) et réaliser l'image de façon plus tardive ( $> 3 \text{ h}$ ).

#### *Conduite à tenir en cas de prescription de thyroxine (ou de T3).*

Il faut préciser le but de l'examen scintigraphique et connaître le niveau de la TSH. La durée d'arrêt du traitement par hormone thyroïdienne est d'environ 15 jours si la TSH sous traitement est  $< 1 \text{ mU/L}$ , d'une semaine si  $1 \text{ mU/L} < \text{TSH} < 2 \text{ mU/L}$  et inutile si  $\text{TSH} > 2 \text{ mU/L}$ .

a. Hypothyroïdie de diagnostic incertain traitée au long cours par la T4.

Il ne s'agit pas d'une indication de première intention de la scintigraphie. En l'absence de diagnostic étayé sur l'anamnèse, la biologie et l'échographie, on pourra faire une scintigraphie de seconde intention.

b. Hypothyroïdie récente de diagnostic incertain. Il ne s'agit pas d'une indication de première intention de la scintigraphie. En cas de persistance inexplicée à 3 – 6 mois, on pourra faire la scintigraphie après 15 jours d'arrêt de la T4. Cette procédure permet de vérifier le caractère pérenne de l'hypothyroïdie et d'effectuer un test au perchlorate si requis (hypothyroïdie induite par l'iode).

c. nodules et goîtres euthyroïdiens chez les patients recevant de la T4 à visée frénatrice.

arrêt du traitement IT4 : environ 15 jours si la TSH sous traitement est  $< 1 \text{ mU/L}$  et une semaine pour une valeur  $< 2 \text{ mU/L}$ , pas d'arrêt si la  $\text{TSH} > 2 \text{ mU/L}$ .

d. TSH basse ( $< 0.1 \text{ mU/L}$ ) chez un patient recevant de la thyroxine.

Il ne s'agit pas d'une indication scintigraphique de première intention. On recommande un nouveau dosage de TSH après 4 semaines d'arrêt en l'absence de diagnostic évident. La scintigraphie peut être néanmoins indiquée si la T4 libre est franchement élevée pour le niveau de prescription de thyroxine.

#### *Exploration des goîtres plongeants.*

L'activité à prévoir peut être augmentée ( $20 \text{ MBq } ^{123}\text{I}$  ou  $110 \text{ MBq}$  de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ) si le goitre est volumineux ou plongeant. Une prise de thyroxine devra être interrompue 2 semaines avant l'examen.

Le champ image doit intéresser toute la glande et peut nécessiter un éloignement de la distance habituelle entre le patient et l'entrée du collimateur sténopé et/ou l'acquisition d'une image supplémentaire du médiastin. Il est souvent utile de faire une image complémentaire du thorax et du cou en collimation parallèle basse énergie ( $^{123}\text{I}$ ) pour préciser l'extension endothoracique. La réalisation d'une image de fusion tomographie scintigraphique et scanner (SPECT-CT) peut être requise pour apprécier les rapports anatomiques des goîtres plongeants, évaluer le calibre trachéal et préciser la volumétrie, notamment en cas d'intervention thérapeutique, chirurgie ou traitement à visée réductrice.

#### *Hypothyroïdie congénitale (HC).*

La prescription de thyroxine est une urgence médicale dès le résultat du dépistage néonatal, et ne doit pas être interrompue pour réalisation de la scintigraphie. Les valeurs de TSH sont souvent élevées au moment de l'examen pourvu que les rendez-vous soient donnés assez

rapidement (< 4 semaines). Si la TSH sous traitement est < 1 mU/L et que la thyroïde est en place, ou pourra discuter une exploration différée (> 2 ans) après sevrage court en thyroxine.

L'utilisation de l'<sup>123</sup>I est recommandée. En effet le <sup>99m</sup>Tc ne permet pas d'identifier les ectopies hautes, est moins sensible que l'<sup>123</sup>I dans le diagnostic des dysgénésies, ne permet pas d'identifier certaines causes d'HC, ne permet pas d'étudier de façon fine les troubles de l'organification (test au perchlorate).

L'historique de l'hypothyroïdie (terme, évolution de la grossesse, consanguinité, type de l'accouchement, surcharge iodée notamment désinfection par polyvinidone iodée au moment d'une césarienne ou d'une épisiotomie, le degré de la TSH au moment du dépistage, les données de l'échographie anté et post natale, la notion d'une auto-immunité maternelle doivent être recherchées.

## **B. Information et préparation du patient.**

S'enquérir du risque de grossesse et d'une éventuelle lactation.

Décrire la procédure au patient : délai image, durée de l'image, possibilité d'un repérage manuel des nodules, mesure de fixation sur sonde.

En cas de procédure SPECT-CT, évaluer si le patient peut rester allongé sans bouger pendant plusieurs minutes.

Pédiatrie : Décrire aux accompagnateurs l'ensemble de la procédure.

L'administration de l'<sup>123</sup>I se fait de préférence par voie intra-veineuse mais peut être réalisée par voie orale. On fera volontiers suivre l'administration par une tétée ou un biberon de sorte que l'enfant soit calme au moment de l'examen. L'image est faite précocement en cas de goitre (60 à 90') et pourra être complétée par un test au perchlorate (cf. infra) ou une image statique de l'abdomen (recherche de NIS défectif).

## **C. Précautions.**

Indiquer au patient de ne pas bouger durant toute l'acquisition, notamment en cas de procédure de repérage chaînée (point de repères).

Pédiatrie : le maintien de la tête par un manipulateur peut être requis. L'utilisation de matelas dédié avec repose tête peut être utile. Le changement des couches en fin de procédure permet de limiter la contamination externe.

*Effets secondaires* : néant

*Interférences médicamenteuses* :

Cf. médicaments iodés, antithyroïdiens et hormones thyroïdiennes.

Certains médicaments sont susceptibles de modifier la fixation scintigraphique de façon directe ou indirecte (cf. guide des fixations thyroïdiennes).

Autres radionucléides. L'image scintigraphique peut être disjointe de l'étude de la fixation.

L'injection de faibles activités d'<sup>123</sup>I (< 5 MBq) pour mesure de fixation peut précéder l'injection de <sup>99m</sup>Tc (> 74 MBq), mais la procédure inverse n'est pas possible.

L'administration première d'une activité test d'<sup>131</sup>I (< 5 MBq) ne gêne pas l'acquisition seconde de l'imagerie (<sup>123</sup>I ou <sup>99m</sup>Tc), mais cette procédure n'est pas à recommander.

## **D. Radiopharmaceutiques**

### *Caractéristiques physiques des radionucléides utilisés.*

$^{99m}\text{Tc}$  : transition isomérique vers le  $^{99}\text{Tc}$  avec une période de 6,02 heures et émission d'un rayonnement gamma de 140,5 keV.

$^{123}\text{I}$  : produit de cyclotron, il se désintègre par capture électronique vers le  $^{133}\text{Xe}$  avec une période de 13.6 heures et émission gamma de 159 keV.

Production : 2 réactions sont utilisées :

$^{124}\text{I} + \text{proton} \rightarrow 2 \text{ neutrons} + ^{123}\text{I}$ . Cet  $^{123}\text{I}$  (p, 2n) peut contenir jusque 4 % d'  $^{124}\text{I}$ .

$^{127}\text{I} + \text{p} \rightarrow 5 \text{ n} + ^{123}\text{I}$ . Cet  $^{123}\text{I}$  (p,5n) peut contenir jusqu'à 2 % d'  $^{125}\text{I}$ .

$^{201}\text{Tl}$  : il se désintègre par capture électronique vers le  $^{201}\text{Hg}$  avec une période de 3,04 jours. L'imagerie est faite sur deux pics à 69-80 keV (X) et 167 keV (gamma).

Production :  $^{203}\text{Tl}(p,3n)^{201}\text{Pb}$  puis capture électronique vers le  $^{201}\text{Tl}$ .

NB : Ces radionucléides émettent également des électrons de conversion et des électrons Auger.

*Molécules vectrices* : néant

*Préparation du radiopharmaceutique.*

Le technétium est disponible sous forme de générateur de technétium. L'iodure de Na ( $^{123}\text{I}$ ) fait l'objet de livraisons commerciales. L'iodure de Na ( $^{131}\text{I}$ ) est disponible sous forme de gélules ou sous forme injectable. Le  $^{201}\text{Tl}$  est disponible prêt à l'emploi. Toutes ces solutions injectables sont stériles, incolores et apyrogènes.

*Conservation.* A température ambiante 4 à 6 heures.

L'  $^{123}\text{I}$  doit être utilisé le plus tôt possible pour limiter le pourcentage des impuretés radionucléidiques ( $^{125}\text{I}$ ,  $^{124}\text{I}$ ).

*Contrôle de qualité.* Cf. recommandations de la notice du fabricant.

*Activité injectée, mode d'administration et dosimétrie.*

Activité injectée.

Elle dépend des conditions d'acquisition et de la sensibilité du système collimaté. On détermine souvent l'activité injectée de sorte que l'image soit obtenue en 5' à 10' pour la fixation moyenne observée (par exemple pour  $^{123}\text{I}$  à 2 h : 12%, à Paris).

Les valeurs usuelles sont rapportées ci dessous :

---

Radiophar.	MBq		route	Image	
	Moy.	Extr.		Délai	durée*
$^{99m}\text{Tc}$	74	40 - 110	iv (po, im)	20' (15' - 45')	10'
$^{123}\text{I}$	10	7 - 20	iv (po,im)	90' (60' - 24h)	10' - 15'
$^{201}\text{Tl}$	74	70 - 110	iv	20' (10' - 30')	10' (image précoce)

<sup>99m</sup> Tc sestamibi	370	iv	2 – 3 h 15'	10' (image tardive)
-----------------------------	-----	----	----------------	---------------------

\* La durée de l'image dépend de l'activité utilisée et de la sensibilité du système collimaté. L'acquisition ne doit pas dépasser 900 secondes. Les durées indiquées sont indicatives. L'image est souvent réalisée en mode pré-coups; l'acquisition est arrêtée pour un nombre de coups d'environ : 70 – 100 kcps (<sup>99m</sup>Tc), 70 – 100 kcps (<sup>123</sup>I), 500 kcps (précoce) ou 300 kcps (image tardive) pour le <sup>201</sup>Tl et le <sup>99m</sup>Tc-sestamibi.

#### Cas de la Pédiatrie.

Chez le bébé on injecte 1,2 à 2 MBq (<sup>123</sup>I) ou 10 à 18 MBq (<sup>99m</sup>Tc04)

Chez l'enfant on utilise la dose adulte pondérée par un facteur fonction du poids selon les recommandations de l'EANM : 0.27 pour 10 kg, 0.46 pour 20 kg, 0.63 pour 30 kg, 0.76 pour 40 kg et 0.88 pour 50 kg.

#### *Mode d'administration*

La voie IV est recommandée, ces radiopharmaceutiques peuvent également être administrés par la bouche, par voie IM, par sonde gastrique ou de gastrostomie.

NB : La mesure de fixation précoce (< 6 h), souvent réalisée en utilisant l'activité injectée pour réaliser la scintigraphie, est moins fiable en cas d'administration per os.

Chez le bébé l'injection IV peut être délicate. On peut dans ce cas administrer l'isotope per os suivie d'un biberon. Toutefois avec cette procédure les fixations précoces ne sont plus accessibles et certains faux négatifs peuvent être rencontrés (masquage d'une ectopie haute...).

#### *Dosimétrie.*

La dose reçue par le patient est donnée dans les tableaux ci-dessous selon la nature du radionucléide. Ces données sont extraites du rapport « Dosimétrie des explorations diagnostiques en Médecine Nucléaire » de la Société Française de Physique Médicale (rapport SFPM N° 19-2001).

Les doses absorbées pour l'iodure de sodium (<sup>123</sup>I et <sup>131</sup>I) sont tirées de la publication 53 de la CIPR, tenant compte d'une fixation normale de 25 % du radiopharmaceutique sur la glande thyroïde. Les doses absorbées pour le pertechnétate et le chlorure de thallium sont tirées de la publication 80 de la CIPR pour une fixation thyroïdienne normale.

<b><sup>123</sup>I</b>						
<b>IODURE DE SODIUM</b>						
<b>Injection intra-veineuse</b>						
<i>Fixation thyroïdienne normale</i>						
<b>DOSE ABSORBÉE PAR UNITE D'ACTIVITE ADMINISTREE</b>						
<b>(μGy/MBq)</b>						
<b>Organes</b>	<b>Homme adulte</b>	<b>Femme adulte</b>	<b>15 ans</b>	<b>10 ans</b>	<b>5 ans</b>	<b>1 an</b>
Thyroïde	3 200	5 000	5 000	7 500	16 000	31 000
Paroi vésicale	69	85	85	130	190	350
Paroi de l'estomac	68	85	85	120	200	380
Ovaires	---	16	16	24	38	68
Testicules	5,2	---	7,0	12	19	37
Utérus	---	18	18	30	47	83
<b>Dose efficace (μSv/MBq)</b>	<b>178</b>	<b>273</b>	<b>273</b>	<b>409</b>	<b>853</b>	<b>1 650</b>



NB: chez l'enfant, la dosimétrie est calculée selon l'hypothèse d'une glande normale. En clinique, les thyroïdes normales ne sont pas explorées par scintigraphie. La dose thyroïdienne est évidemment nulle dans les athyréoses, faibles dans les hypoplasies, les R-TSH / NIS défectifs, les troubles de l'organification bénéficiant d'un test au perchlorate.

<sup>99m</sup> Tc <b>PERTECHNETATE DE SODIUM</b> <b>Injection intra-veineuse</b> <i>Fixation thyroïdienne normale</i>						
DOSE ABSORBEE PAR UNITE D'ACTIVITE ADMINISTREE (μGy/MBq)						
Organes	Homme adulte	Femme adulte	15 ans	10 ans	5 ans	1 an
Paroi du colon	42	54	54	88	145	273
Paroi de l'estomac	26	34	34	48	78	160
Thyroïde	22	36	36	55	120	220
Ovaires	---	13	13	18	26	45
Testicules	2,8	---	3,7	5,8	8,7	16
Utérus	---	10	10	15	22	37
<b>Dose efficace (μSv/MBq)</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>23</b>	<b>38</b>	<b>71</b>

<sup>201</sup> Tl <b>CHLORURE DE THALLIUM</b> <b>Injection intra-veineuse</b> <i>Fixation thyroïdienne normale</i>						
DOSE ABSORBEE PAR UNITE D'ACTIVITE ADMINISTREE (μGy/MBq)						
Organes	Homme adulte	Femme adulte	15 ans	10 ans	5 ans	1 an
Reins	480	580	580	820	1 200	2 200
Surfaces osseuses	340	440	440	720	1 200	2 900
Paroi du colon	235	302	302	512	858	1 616
Thyroïde	220	350	350	540	1 200	2 300
Myocarde	200	260	260	390	620	1 100
Ovaires	-	620	620	2 000	3 500	8 300
Testicules	450	-	1 100	8 300	9 600	13 000
Utérus	-	63	63	100	150	270
<b>Dose efficace (μSv/MBq)</b>	<b>231</b>	<b>319</b>	<b>319</b>	<b>1 265</b>	<b>1 724</b>	<b>2 940</b>

L'<sup>131</sup>I est essentiellement utilisé pour les mesures de fixation à réaliser plus de 36 heures après administration du radioiode. Les mesures plus précoces sont habituellement réalisées en <sup>123</sup>I (cf. guides sur les fixations et le traitement des hyperthyroïdies). L'<sup>131</sup>I peut parfois être utile en imagerie, notamment pour la caractérisation de certaines masses endothoraciques, lorsque <sup>123</sup>I est peu contributif ou indisponible.

<sup>131</sup> I <b>IODURE DE SODIUM</b> <b>Injection intra-veineuse</b> <i>Fixation thyroïdienne normale</i>						
DOSE ABSORBEE PAR UNITE D'ACTIVITE ADMINISTREE						

(μGy/MBq)						
Organes	Homme adulte	Femme adulte	15 ans	10 ans	5 ans	1 an
Thyroïde	360 000	560 000	560 000	840 000	1 900 000	3 400 000
Paroi de l'estomac	460	580	580	850	1 500	3 000
Paroi vésicale	460	570	570	870	1 400	2 600
Paroi de l'intestin grêle	280	350	350	620	1 000	2 000
Ovaires	---	58	58	91	140	260
Testicules	27	---	34	56	92	180
Utérus	---	66	66	110	170	300
<b>Dose efficace (μSv/MBq)</b>	<b>18 122</b>	<b>28 158</b>	<b>28 158</b>	<b>42 238</b>	<b>95 394</b>	<b>170 744</b>

METHOXY-ISOBUTYL ISONITRILE (sestamibi)- <sup>99m</sup> Tc (Injection intraveineuse)						
DOSE ABSORBEE PAR UNITE D'ACTIVITE ADMINISTREE (μGy/MBq)						
Organes	Homme adulte	Femme adulte	15 ans	10 ans	5 ans	1 an
Vésicule biliaire	39	45	45	58	100	320
Reins	36	43	43	59	85	150
Paroi du colon	24	31	31	50	79	149
Thyroïde	5,3	7,9	7,9	12	24	45
Ovaires	-	12	12	18	25	45
Testicules	3,8	-	5,0	7,5	11	21
Utérus	-	10	10	15	22	38
<b>Dose efficace (μSv/MBq)</b>	<b>8,5</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>49</b>

### *Traçabilité.*

Elle suit la législation en vigueur. La généralisation des logiciels de gestion de la radio pharmacie favorise la traçabilité.

### **E. Interventions – Tests dynamiques.**

#### *E. 1. Test de suppression [du captage isotopique thyroïdien] par la I131 (I124).*

Définition : Il s'agit du test de référence pour caractériser une autonomie de fonction de la thyroïde, focale ou diffuse, en effondrant pharmacologiquement la sécrétions de TSH.

Principe : Le test consiste à réaliser une scintigraphie et une fixation thyroïdienne de base et après administration courte d'hormones thyroïdiennes.

#### Indication.

recherche du caractère autonome d'un nodule hyperfonctionnel.

recherche d'une autonomie de fonction diffuse

préparation au traitement préventif par <sup>131</sup>I en cas d'autonomie à TSH > 0,1 mU/L.

Mise en oeuvre (test simplifié) :

Test de base : scintigraphie thyroïdienne à l'<sup>123</sup>I et mesure de fixation (au <sup>99m</sup>Tc : 370 MBq, image et fixation vers 30')

freination hormonale : administration per os de 25 à 37,5 µg de IT3 (Cynomel®) pendant 5 à 7 jours avant la seconde épreuve isotopique.

test en freination TSH : on réalise une scintigraphie, une fixation isotopique et un dosage de TSH dans les mêmes conditions que le test de base.

résultats chez le sujet normal.

résultat normal. La fixation thyroïdienne normale résiduelle globale ne doit pas dépasser 2 % (<sup>99m</sup>Tc à 20') à 4% (<sup>123</sup>I à 120') dès lors que la TSH est pharmacologiquement effondrée (< 0.1 mU/L). Le contraste normal est effondré de façon diffuse (scintigraphie « blanche »).

Contre-indication, précaution d'emploi : celle du Cynomel® à faible dose lors d'une prescription courte.

*E2. Test au perchlorate.*

Définition. Test de décharge [du captage isotopique thyroïdien] après administration de perchlorate (K<sup>+</sup> ou Na<sup>+</sup>, ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>). Test de référence pour mesurer la fonction d'organification de l'iode.

Principe : mesurer la fixation sur la colloïde de l'iode organifié non déplaçable par administration d'un ligand bloquant le captage de l'iode par le NIS. En cas de trouble de l'organification, l'iode reste intracellulaire et ressort de la cellule sans réentrée possible.

Indications.

recherche d'un trouble congénital de l'organification (atteinte du gène de la TPO, du GH2O2), Syndrome de Pendred (gène PDS).

recherche d'un trouble acquis de l'organification (surcharge iodée).

Mise en oeuvre.

Test de base : scintigraphie à l'<sup>123</sup>I, avec acquisition d'images précoces et respect soigneux des conditions géométriques de comptage.

Chez l'adulte on mesure la fixation thyroïdienne sur sonde avec correction d'activité circulante non spécifique. Chez l'enfant on utilise une image en pré-temps ou on mesure la fixation en correction géométrique.

Administration du perchlorate.

Le perchlorate est disponible dans les pharmacies hospitalières, en préparation magistrale (gélules à 100 ou 400 mg).

adulte : 400 mg de perchlorate (gélules à 100 mg).

nouveau-né à terme (poids > 3000 g ou surface corporelle > 0,2 m<sup>2</sup>) : 40 mg de perchlorate dilué dans de l'eau sont donnés à boire dans une tétine, une seringue plastique ou un verre.

Enfant : on normalise la posologie de perchlorate comme : 40 (mg) X [S. corporelle / 0,2]

Seconde scintigraphie et fixation utilisant l'activité du test de base (pas de ré injection), acquise avec le même pré-temps que l'image de base, dans les mêmes conditions géométriques, au moins une heure après l'ingestion du ClO<sub>4</sub>. Des mesures plus tardives sont parfois nécessaires (jusqu'à 3 heures)

Résultats normaux. Test au perchlorate normal (négatif) : l'image est inchangée et la fixation a augmenté, est restée stable ou a chuté de moins de 10% en valeur relative.

Contre indication, précaution d'emploi : allergie connue au KCLO<sub>4</sub> -, hypothyroïdie à fixation basse, athyréose.

NB : des effets secondaires hématologiques (neutropénies) et hépatiques (cytolyse) ont été rapportés au décours de prescriptions thérapeutiques au long cours > 1 mois.

## **F. Acquisition des images.**

### *Instrumentation.*

Acquisition sur gamma-caméra munie d'une collimation sténopée (pinhole) dont l'opercule d'entrée est de 4 à 6 mm (haute résolution). La caméra aura de préférence un cristal fin. Une caméra simple tête est suffisante pour ce type d'imagerie. Certaines caméras dédiées à collimation parallèle existent également sur le marché.

Réglage de la gamma-caméra. Le médecin nucléaire déterminera le meilleur compromis résolution/sensibilité et la distance d'acquisition (patient entrée du collimateur). Les fichiers image sont en 256 x 256 en statique.

### *Positionnement du patient.*

Le patient est en décubitus dorsal, cou en discrète hyper extension, sous la caméra (horizontale). Un cale-tête peut être utile. Pour les patients ne supportant pas le décubitus, on peut réaliser l'image en position assise ou ½ assise en positionnant la caméra à la verticale. Le cou du patient doit être accessible à la palpation voire au positionnement d'une sonde d'échographie.

### *Délai image*

$^{99m}\text{Tc}$  : 20' (de 15 à 45')

$^{123}\text{I}$  : 60' à 24 h (voire 36 h)

$^{201}\text{Tl}$  : 20' à 30' pour le temps précoce

certains préconisent un second temps tardif entre 2 et 3 heures après injection

$^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi : 20' à 30' pour le temps précoce

certains préconisent un second temps tardif entre 2 et 3 heures après injection

### *Durée image*

$^{99m}\text{Tc}$  : < 300 secondes (à 600 secondes) ou 100 kcps (200 kcps).

$^{123}\text{I}$  : < 600 secondes (maximum 900 secondes) ou 70 kcps (100 kcps).

$^{201}\text{Tl}$  : < 600 secondes ou 500 kcps (précoce) à 300 kcps (tardif)

$^{99m}\text{Tc}$ -sestamibi : < 600 secondes ou 500 kcps (précoce) à 300 kcps (tardif)

### *Repères anatomiques*

A la fin de l'image scintigraphique on lancera un protocole chaîné, dans les mêmes conditions géométriques, permettant l'acquisition des points de repère anatomique.

On utilise habituellement un crayon de cobalt 57 positionné sur les pôles des nodules palpés ; on repère également la fourchette sternale ou d'autres repères d'intérêt (cartilage, ganglions, cicatrices, repères échographiques, etc..).

On peut également procéder à un rétro-repérage à partir de l'image en faisant coïncider le spot du crayon de cobalt, déplacé sur la peau du patient, avec les anomalies observées sur l'image.

### *Fixation*

L'image scintigraphique peut être utilisée pour calculer la fixation thyroïdienne. Quand elle est mesurée sur sonde, on peut indiquer le résultat de la mesure avec l'heure de mesure sur le document scintigraphique. Chaque laboratoire précisera ses normes, susceptibles de varier en fonction de la méthodologie (mesure sur sonde, sur caméra, choix des fantômes) et de l'apport iodé individuel et du statut médicamenteux.

### *Calibration de la taille du pixel.*

A la fin de l'image scintigraphique on peut lancer un protocole chaîné, dans les mêmes conditions géométriques, permettant l'acquisition des points de repère de calibration. On utilise habituellement un crayon de cobalt positionné près du centre géométrique de l'image et une règle graduée (par exemple de - 30 à + 30 mm).

### Autres images

En cas de nodule mal contrasté de face, on indiquera des vues obliques complémentaires (OAG, OAD).

### Autres séquences (indications spécialisées)

On pourra réaliser une acquisition tomographique en collimation sténopée (logiciel de reconstruction dédié).

On pourra réaliser une acquisition double isotope ( $^{123}\text{I}$  ou  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  et  $^{201}\text{Tl}$ ).

On pourra réaliser une image antérieure puis postérieure en pédiatrie (méthodes des vues conjuguées pour le calcul de la fixation).

## **G. Traitement des images.**

L'image des points de repère est présentée sous formes de marques (croix, cercles...) superposées et annotées sur le document final. On pourra numéroter les nodules du repérage.

Les autres traitements ne sont pas requis en scintigraphie thyroïdienne de routine, sauf indications spécialisées et calcul de la fixation (cf. fixation thyroïdienne).

L'image peut être éditée en N& B, qui permet de montrer les variations fines du contraste, ou en couleurs (échelle à indiquer).

Parmi les données facultatives du traitement d'image on pourra préciser, à la demande :  
le volume planimétrique, si l'image a été calibrée,  
la fixation relative et absolue par lobe,  
les concentrations lobaires (%/g).

Dans le cas des autres traceurs ( $^{201}\text{Tl}$  et  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi), on réalise souvent une analyse semi quantitative de l'image en divisant l'activité surfacique du nodule par celle du tissu sain controlatéral, aux temps précoce :  $P = [\text{Tum} / \text{nonTum}]_p$  et au temps tardif :  $T = (\text{Tum} / \text{nonTum})_t$ . On peut définir un index de rétention  $\text{IR} = 100 \times (T - P / P)$ .

## **H. Interprétation des images.**

H1 Images statiques (cf. annexe image).

On informera les points suivants

le volume est-il normal, augmenté (goitre > 16 ml) ou diminué (< 6 ml) ?

la thyroïde est-elle cervicale stricte, bas située ou plongeante (pôle inférieurs sous le repère de la fourchette) ?

la trachée est-elle décalée (perte d'alignement de l'isthme et du repère de la FS) ?

voit-on du tissu thyroïdien accessoire (pyramide, îlots péri-lobaires, tissu thyroïdien...)?

le contraste est-il : a) homogène (montée régulière de la périphérie vers le cœur du lobe réalisant le point chaud central physiologique) ou b) hétérogène (perte du point chaud central, hyper ou hypo contraste focal) ?

En cas d'hétérogénéité il peut s'agir de nodules vrais ou de troubles focaux du contraste. Les nodules seront typés en fonction de la corrélation à la palpation ou à l'échographie en nodules

hypercontrastés (hyperfixants, chauds), isocontrastés à compléter par une incidence de profil, ou hypocontrastés (hypofixants, froids).

on signalera également les zones à contraste focal anormal qui sont souvent des nodules ignorés par les autres techniques ((Faux Négatifs). En cas d'anomalie focale du contraste non nodulaire on évoquera une zone chaude reflétant souvent une hyperplasie ou une zone froide ou hétérogène évoquant une thyroïdite focale.

la fixation est-elle appropriée au taux de la TSH ?

La connaissance de la fixation thyroïdienne, notamment en  $^{123}\text{I}$ , améliore grandement l'interprétation des images. En situation normale, la fixation  $^{123}\text{I}$  est corrélée au taux de la TSH. Une fixation  $> 4\%$  en présence d'une TSH  $< 0,1$  mU/L est anormale (en  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  on retient habituellement  $2\%$ ). Les hyperplasies se manifestent par des zones hypercontrastées à fixation élevée. Les nodules autonomes ont habituellement une fixation précoce normale ou basse. Les hyperthyroïdies auto-immunes ont une fixation élevée et un contraste homogène ou hétérogène. Les thyrotoxicoses auto-immunes (thyroïdites subaiguës lymphocytaires, phase initiale de certaines thyroïdites lymphocytaires chroniques, thyroïdites induites par les cytokines etc..) ont une fixation basse appropriée à la TSH et un contraste hétérogène.

### Cas particuliers

#### 1. Nodule à contraste élevé (hypercontrasté)

En cas de nodule hypercontrasté, on documentera l'aspect du parenchyme extra-nodulaire, bien visible homogène ou hétérogène, à contraste diminué, à contraste effondré. Une mauvaise visibilité scintigraphique du parenchyme extra-nodulaire ne résulte pas toujours d'une extinction scintigraphique (effondrement du contraste secondaire à l'effondrement de la TSH).

Lorsque la TSH est  $< 0.1$  mU/L et en présence d'une extinction scintigraphique, il s'agit d'un nodule autonome toxique simple (adénome toxique) ou multiple (autonomie multifocale, goitre multinodulaire et multi-hétéronodulaire toxique). En l'absence d'extinction scintigraphique, il s'agit d'une autonomie diffuse avec nodule hyper ou hypofonctionnel. Le diagnostic différentiel avec une maladie de Basedow nodulaire peut être délicat dans ce cas. En faveur d'une autonomie diffuse, on retiendra : a) un bilan biologique négatif (TSI, ATPO), b) une fixation précoce  $< 20\%$  à  $120'$  en  $^{123}\text{I}$ .

Lorsque la TSH est  $> 0.1$  mU/L ( $> 0.5$  mU/L), le caractère extinctif est faible (absent). Le nodule hyperfonctionnel répond alors soit ( $50\%$ ) à un nodule autonome « compensé ou pré-toxique », soit ( $50\%$ ) à un nodule hyperplasique simple (ATPO  $< 0$ ) ou révélant une thyroïdite lymphocytaire chronique débutante (ATPO +).

#### 2. Scintigraphies et fixation $^{123}\text{I}$ élevée (valeur précoce $>$ à $15\%$ à $20\%$ selon les laboratoires).

En présence d'une TSH  $< 0.1$  mU/L, d'un contraste scintigraphique diffus et d'une fixation préservée, il s'agit d'une maladie de Basedow dès lors que la fixation précoce ( $60' - 120'$ ) en  $^{123}\text{I}$  est  $> 30\%$ . Le contraste est homogène dans les formes simples. La scintigraphie permet en outre de séparer certaines formes cliniques fréquentes de maladies de Basedow : a) formes mixtes Basedow-Hashimoto (fixation  $15 - 30\%$ , contraste diffus mais hétérogène, absence de nodule), b) maladies de Basedow nodulaires (fixation  $15 - 40\%$ , nodules hypofonctionnels ou hyperfonctionnels caractérisant le syndrome de Marine Lenhart). Le diagnostic peut hésiter dans les cas limites (fixation précoce  $< 30\%$ ) avec une variété autonome diffuse, une maladie de Basedow peu active ou en surcharge iodée, une autonomie multifocale ou diffuse à sécrétion élevée.

En présence d'une TSH normale ou discrètement élevée on évoquera une carence iodée (dosier l'iodurie) ou une atteinte auto-immune avec hyperplasie (dosier les ATPO).

3. Scintigraphies et fixation  $^{123}\text{I}$  basse (valeur précoce  $< 5\%$ ).

En présence d'une TSH  $< 0.3$  mU/L, d'un contraste scintigraphique hétérogène à nul et d'une fixation basse, il s'agit : a) d'une thyroïdite dont le diagnostic étiologique est à évoquer en fonction du contexte (thyroïdite de de Quervain ou subaiguë granulomateuse, thyroïdite silencieuse ou indolente ou subaiguë lymphocytaire, thyroïdite du post partum, phase thyrotoxique des maladies de Hashimoto, thyroïdite induite par les cytokines, les radiations etc...), b) d'une hyperthyroïdie avec surcharge iodée dont précisera le type : type 1 - il persiste un contraste focal (autonomie) ou diffus (basedow) ou type 2 - le contraste est quasi nul - et l'on pourra suggérer la conduite thérapeutique (cf. conclusions), c) de causes diverses : prise d'hormone thyroïdienne méconnue à l'interrogatoire ou délibérée (thyrotoxicose factice), surcharge iodée majeure, erreur de spectrométrie.

4. Goitre. En cas de goitre, on distinguera les goitres à contraste homogène ou hétérogène, les goitres nodulaires et hétéro nodulaires en précisant le siège et le type scintigraphique des principaux nodules.

On pourra évoquer une maladie de Hashimoto (goitre) ou une thyroïdite lymphocytaire (volume normal ou bas) devant : a) une scintigraphie hétérogène (perte du contraste central physiologique, asymétrie du contraste inter-lobaire, aspect globuleux ou en « 8 » du contraste lobaire, défaut non nodulaire), b) un nodule hyperfonctionnel à TSH normale, c) une fixation inappropriée à la TSH ( $> 15\%$  en phase de début ou  $< 10\%$  en phase d'état).

5. Pédiatrie – résultats de l'examen statique devant une hypothyroïdie de l'enfant.

L' $^{123}\text{I}$  est l'isotope de référence.

Dysgénésies. On parlera d'ectopie simple (double, 10%), en présence d'une image fixante unique (double), dont on précise la position en lingual, sus, pré ou infra-hyoïdien. On décrira toujours l'état de la fixation au niveau de la loge thyroïdienne normale. En cas d'absence de contraste cervical il faut faire une image abdominale pour tester la fixation gastrique. Si l'estomac est visible en  $^{123}\text{I}$  (voie IV), il s'agit d'une athyréose vraie ou d'un récepteur TSH déficient (faible contraste tardif en  $^{123}\text{I}$ , hypoplasie échographique). Si l'estomac est invisible il s'agit d'une rare anomalie du symporteur (NIS déficient).

Troubles de l'hormonogénèse. En cas de contraste préservé ou augmenté et/ou de goitre, il s'agit en général d'un trouble de l'hormonogénèse. Il faut indiquer un test au perchlorate (cf. infra). La cause la plus fréquente est un trouble de l'organification (test au perchlorate positif) d'origine génétique, par anomalie de la thyropéroxydase, ou acquis, par surcharge iodée d'origine maternelle ou fœtale (prématurité, bétadine chez la mère).

Les hypothyroïdies dues à une surcharge iodée, dont l'intensité est évaluable par dosage sur simple échantillon urinaire, sont habituellement réversibles.

6. Thallium 201 ( $^{201}\text{Tl}$ ) et  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -methoxyisobutylisonitrile (sestamibi).

Les nodules hypofixants en  $^{123}\text{I}$  ou en  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  sont rarement des cancers lorsqu'ils sont également hypofixants en  $^{201}\text{Tl}$  ou en  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi alors qu'une fixation tardive persistante est suspecte.

Certains classent visuellement en trois grades la fixation de ces radio traceurs, en se référant au parenchyme extra-nodulaire (PEN) : grade 1 fixation nodule  $<$  fixation PEN, grade 2 : fixation nodule comparable au PEN, grade 3 : fixation du nodule  $>$  PEN. Les lésions malignes ne sont pas de grade 1 et sont habituellement de grade 3, plus rarement de grade 2.

Comme les nodules malins ont la particularité de conserver une bonne fixation de l'isotope au temps tardif (réduction de la clairance nodulaire comparativement au tissu sain ou aux formations bénignes), les données semi- quantitatives peuvent être utilisées. L'index de

rétenion (IR) des traceurs semble le meilleur critère pour prédire la malignité. Avec des valeurs seuils à 1,54 (sestamibi) et 5 (Tl), la sensibilité est à 95% (sestamibi) et 90% ( $^{201}\text{Tl}$ ) et la spécificité à 89% (sestamibi) et 95% (Tl).

## H2. Interprétation des tests dynamiques

**Test de Werner positif** (synonyme: nodule frénable ou non autonome) :

Effondrement du contraste image dans le nodule et le tissu sain et de la fixation sous hormone thyroïdienne.

La fixation freinée ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ) a une valeur normale globale  $\leq 2\%$  et la chute de la fixation locale nodulaire est  $> 50\%$ . La fixation freinée ( $^{123}\text{I}$ ) a une valeur normale globale  $\leq 4\%$  et la chute de la fixation locale nodulaire  $> 50\%$ .

**Test de Werner négatif** (nodule non frénable, tissu autonome).

Persistance d'un contraste image significatif focal unique (nodule autonome) ou diffus (autonomie diffuse et multifocale) et d'une fixation significative en présence d'une TSH effondrée. La diminution du contraste image intéresse essentiellement le parenchyme extra-nodulaire.

En  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ , persistance d'une fixation  $> 3\%$  ou variation relative de la fixation nodulaire  $< 30\%$ . En  $^{123}\text{I}$ , persistance d'une fixation globale freinée  $\geq 4\%$ , ou variation relative de la fixation nodulaire  $< 50\%$ .

Si le test est fait en  $^{123}\text{I}$  à 24 heures, on retiendra comme seuils anormaux : fixation globale  $\geq 10\%$  et/ou chute relative  $< 50\%$  pour la valeur locale (fixation nodulaire).

## Test au perchlorate.

**positif** (bloc de l'organification) :

L'activité thyroïdienne a diminué d'au moins 10% pour une mesure réalisée au moins 60' après perchlorate. On distingue quantitativement les blocs partiels ou incomplets (décharge de 10% à 50%) et les blocs complets (décharge  $> 50\%$ ). Certains étudient la courbe de fixation après perchlorate qui permet d'affirmer un bloc partiel minime si la pente de fixation est décroissante.

**négatif** (organification normale) :

Le contraste est identique et la fixation est comparable ou supérieure à la mesure de base.

## I. Artefacts et sources d'erreurs.

contaminations de surface, notamment chez l'enfant

activité oesophagienne para médiane gauche (disparaît avec un verre d'eau ou un autre liquide)

interpositions métalliques (médaille) et vasculaires ou osseuses, dans les thyroïdes bas situées, créant des zones moins contrastées (non nodulaires).

bougé du patient, notamment lors de la procédure de repérage. On observe alors une translation de l'ensemble des marques, notamment de la fourchette.

## J. Compte rendu de l'examen.

Doivent figurer sur le compte rendu :

- le type de scintigraphie (thyroïdienne  $\pm$  quantifiée, calibrée)
- identifiant du patient, de la date, du demandeur.
- indication de l'examen : nodule, goitre, hyperthyroïdie, indication à l' $^{131}\text{I}$ , cytologie sur repérage....
- technique de l'examen :



Isotope, activité, type d'image, délai image, type de collimation, techniques spéciales si requis.

- Résultats de la scintigraphie :

position et estimation du volume du corps thyroïde

celui ci peut être quantifié par planimétrie, en ml ou en g, si l'image est calibrée

descriptif des nodules :

nombre

type scintigraphique : hypofixant (hypocontrasté, froid), hyperfixant (hypercontrasté, chaud), isofixant (penser à faire une incidence de profil en cas de doute ; la majorité des nodules isofixants sont à considérer comme hypofixants, notamment au dessus de 20 mm).

situation du nodule

numérotation en cas de nodule multiple ou de cytologie

arguments pour une thyroïdite, une surcharge iodée etc..

typage d'une hyperthyroïdie (certain ou suspecté).

on mentionnera la fixation thyroïdienne, notamment en  $^{123}\text{I}$ , avec l'heure de mesure et les normes du laboratoire.

La conclusion doit :

répondre à la question du demandeur

désigner en termes médicaux le nom de la maladie ou sa suspicion, par exemple :

goitre simple ou multinodulaire ou autonomisé...

nodule hypofonctionnel (froid, hypocontrasté), en position x (exemple : base du lobe droit, isthmique etc..).

nodule hyperfonctionnel en position x. Dans ce cas, on décrira le parenchyme extra-nodulaire et l'on donnera des éléments d'orientation pour le diagnostic étiologique qui peut souvent être évoqué d'emblée (cf. H1 interprétation des images statiques).

typer ou suggérer une étiologie d'hyperthyroïdie : maladie de Basedow (simple, nodulaire, forme mixte...), type d'hypersécrétion autonome (nodule autonome, toxique, autonomie multifocale ou goitre multinodulaire toxique, autonomie diffuse ...), thyroïdite etc...

La conclusion peut proposer une conduite à tenir :

indiquer une cytologie sur un nodule solitaire palpable hypofixant

indiquer un traitement par iode  $^{131}\text{I}$  ou par les antithyroïdiens

proposer un dosage complémentaire (iodurie, ATPO, TSI ...) ou une imagerie complémentaire (échographie), selon le contexte

- Signature (nom et fonction).

## **V. PRECAUTIONS DE RADIOPROTECTION**

### **A. Gestion des déchets :**

L'aiguille ayant servi à injecter est éliminée dans un récupérateur dédié.

Le petit matériel contaminé est stocké en container plombé jusqu'à décroissance complète (cf. gestion des déchets).

Pédiatrie : la couche contaminée est remise au service avant le départ du bébé.

### **B. Personnel soignant, famille et entourage des patients**

Les mesures de protection du personnel suivent les recommandations de bonne pratique (sorbones, protèges-seringues, port de gants à la préparation et à l'injection...).

Allaitement : pour les bébés on arrêtera l'allaitement maternel pendant 24 heures ( $^{99m}\text{Tc}$ ). De manière plus précise les recommandations suivantes peuvent être faites : pas d'arrêt pour une activité inférieure à 50 MBq, 4 heures pour une activité de 50-75 MBq, 8 heures pour 75-110 MBq, 12 heures pour 110-190 MBq, 16 heures pour 190-300 MBq.

L'administration d' $^{123}\text{I}$  doit faire interrompre définitivement l'allaitement.

### **C. Urines, selles, prélèvements sanguins.**

On peut recommander de tirer deux fois la chasse d'eau ( $^{99m}\text{Tc}$ ) pendant 24 heures. avec lavage soigneux des mains pendant 24 heures ( $^{99m}\text{Tc}$  et  $^{123}\text{I}$ ). Les urines et les selles sont éliminées dans les toilettes normales.

Le matériel de soin contaminé (sondes urinaires, garnitures, bouchons..) doit être manipulé avec des gants. En cas d'hospitalisation, on recommande un recueil durant 3 jours des déchets solides heures et un stockage des déchets solides durant 4 jours. Un contrôle d'activité résiduelle est réalisé avant rejet dans les poubelles appropriées.

### **D. Conduite à tenir en cas d'erreur de dispensation.**

Elle dépend du radiopharmaceutique et de l'activité injectée.

L'administration erronée d' $^{131}\text{I}$  à la place d' $^{123}\text{I}$  peut être corrigée par administration la plus précoce d'iode stable per os et/ou de perchlorate.

**Iodure de Na** permettant de réduire de 90% la dose thyroïdienne (pharmacie des Armées).

Adulte (au-dessus de 12 ans) :

Dosage unique quelle que soit la région, 130 mg d'iodure de potassium en 1 prise unique, soit 1 comprimé, à dissoudre dans une boisson (eau, lait ou jus de fruits).

Enfant (de 36 mois à 12 ans) :

1 prise unique de 65 mg d'iodure de potassium, soit 1/2 comprimé, à dissoudre dans une boisson (lait ou jus de fruits).

Nourrisson (jusqu'à 36 mois) :

1 prise unique de 32,5 mg d'iodure de potassium, soit 1/4 de comprimé, à dissoudre dans une boisson (biberon de lait ou de jus de fruits par exemple).

### **E. Conduite à tenir pour la radioprotection en cas de décès du patient.**

Pas de mesures particulières de radioprotection.

### **F. Niveau de référence diagnostique**

Le niveau de référence diagnostique pour un radiopharmaceutique donné est la valeur de l'activité préconisée pour la ou les indications de l'AMM sauf justification médicale ou technique particulière ( arrêté du 10/02/2004).

### **G. Suggestions pour la réduction de la dose absorbée par le patient.**

Mictions fréquentes durant les 6 heures suivant l'injection.

## VI. PRECAUTIONS VIS-A-VIS DU RISQUE INFECTIEUX

### A. Produits sanguins.

Les aiguilles d'injection sont recueillies dans des containers dédiés évitant le risque de piqûre septique.

### B. Préventions des infections nosocomiales

Les règles de prévention s'appliquent au service de médecine nucléaire.

## VII PHARMACOVIGILANCE ET MATERIOVIGILANCE

Les effets secondaires ou incidents doivent être déclarés selon la réglementation en vigueur.  
Références.

## VIII REFERENCES

1. Touzery C., Aubert B., Caselles O., Gardin I., Guilhem M.T., Laffont S., Lisbona A. Dosimétrie des explorations diagnostiques en médecine nucléaire. Rapport SFPM N°19-2001. Médecine Nucléaire 2002; 26: 347-89.
2. CIPR Publication 53. *Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals*. Pergamon Press, Oxford 1987.
3. CIPR Publication 80. *Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. Addendum 2 to ICRP Publication 53*. Pergamon Press, Oxford 1998.
4. Summary of current radiation dose estimates to humans from  $^{123}\text{I}$ ,  $^{124}\text{I}$ ,  $^{125}\text{I}$ ,  $^{126}\text{I}$ ,  $^{130}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$  and  $^{132}\text{I}$  as sodium iodide. *J Nucl Med* 1975;16:857-860.
5. MIRD dose estimate report N°8. Summary of current reported dose estimates to normal humans from  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  as sodium pertechnetate. *J Nucl Med* 1976;17:74-77.
6. Guide de recommandation de la Society of Nuclear Medicine (1999). <http://interactive.snm.org>
8. Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale (2005) . Société Française de radiologie. Disponible avec les guides sur le site de la SFMN. <http://www.sfbmn.org/>. Suivre les répertoires suivants : Informations Professionnelles/guides en MN
9. La thyroïde. J. Leclère, J. Orgiazzi, B. Rousset, JL. Schlienger, JL Wémeau. Elsevier – 2<sup>e</sup> édition.

10. Radiopharmaceutiques. Chimie des radiotraceurs et applications biologiques. Sous la direction de M. Comet et M. Vidal. Presses Universitaires de Grenoble.

11. Schoen EJ, Clapp W, To TT, Fireman BH. The key role of newborn thyroid scintigraphy with isotopic iodide (<sup>123</sup>I) in defining and managing congenital hypothyroidism. Pediatrics. 2004 114(6) : 683.

12. Meller J, Becker W. The continuing importance of thyroid scintigraphy in the era of high-resolution ultrasound. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2002 Aug;29 Suppl 2:S425-38. Epub 2002 May 15.

13. Clerc, J., Monpeyssen H. Hyperthyroïdie. Rev Prat. 2005 Jun 30;55(12):1369-82.

14. Clerc J. Nodule de la thyroïde Rev Prat 2005; 55(2): 137-148.

## IX ANNEXES

### A. Données administratives concernant l'examen et sa cotation.

#### Classification commune des actes médicaux (CCAM)

Scintigraphie de la glande thyroïde avec mesure de fixation	KCQL001
Scintigraphie de la glande thyroïde sans mesure de fixation	KCQL002
Mesure de la fixation thyroïdienne	KCQL003

Code modificateur G pour les enfants de moins de 3 ans

### B. Antithyroïdiens et scintigraphie avec mesure de fixation

On peut recommander les pratiques suivantes :

#### 1. Maladie de Basedow.

##### Intention anti toxique non ablativ.

Il est préférable dans ce cas de ne pas interrompre les antithyroïdiens de synthèse.

La posologie ne doit pas toutefois dépasser 20 mg d'équivalent carbimazole /j au moment de la scintigraphie et de l'étude dosimétriques. Lorsque le patient prend plus de 20 mg/j, il faut différer, en moyenne de 3 mois l'étude isotopique jusqu'à réduction de la posologie. Il en est de même lorsque le patient est euthyroïdien avec une co-prescription carbimazole + thyroxine. Dans ce cas on peut interrompre les deux médicaments si la posologie requise de carbimazole est  $\leq$  20 mg ou prescrire 20 mg de carbimazole et interrompre la thyroxine si le patient prend plus de 20 mg.

##### Intention ablativ ou de réduction volumique.

On peut réaliser la scintigraphie et faire l'étude dosimétrique au cours d'une fenêtre thérapeutique des ATS (méthodes hors équilibre – cf IRAtérapie), quelque soit la posologie prescrite, dans les cas suivants :

- intention thérapeutique ablativ ou de réduction volumique
- hyperthyroïdies mal tolérées,
- traitement est jugé urgent notamment en cas de contre indication absolue aux traitements par les ATS

d). prescription d'amiodarone envisagée à court terme.

## 2. Hyperthyroïdie autonome

**Visée antitoxique** : il est préférable d'interrompre les antithyroïdiens (3 à 8 jours) et de vérifier que la TSH soit bien  $< 0.1$  mU/L au moment du traitement (éviter l'irradiation du parenchyme sain).

**Visée réductrice** : il est préférable d'interrompre les antithyroïdiens pour maximiser la dose (3 à 8 jours) mais la TSH peut être normale.

## C. Médicaments iodés et produits de contraste

### I. médicaments iodés.

Abboticine granulés	Codéthyline Houdé	<b>Dioparine</b>
Akineton	Colchicine Houdé	<b>Dynothel</b>
<b>Alcool iodé</b>	<b>Cordarone</b>	Émoform arôme
Alfatil poudre	Corditrine	menthe
Azedavit	Coumadine 2 mg	<b>Euthyral</b>
<b>Bétadine</b>	Covatine	Hiconcil gélules
Betnésol comp.	Cyclospamol	Hydrea
Bévitine	<b>Cynomel</b>	<b>Lévothyrox</b>
Bronpax pâtes	Dalacine gélules	<b>Lipiodol</b>
à la thyrothricine	Dantrium	Lofenalac
Brufen	Dellova	<b>Lugol</b>
Cardiocalme	<b>Dénoral</b>	Lutéran compr. à 5 mg
Cataridol	Digitaline Nativelle	Lysofon
Célestamine	compr.	Migwell
Célocurine	Dimegan gélules	Mucitux
Natisédine	Praxilène gélules 100 mg	Thiomucase compr.
Noctran	Rexorubia	<b>Thyroxine</b>
Optalidon	Rifadine	Tiadilon
Oracéfal gélules	Rinurel	Tranxène
Parkinane retard	Rupton	<b>Triacana</b>
Pervincamine	Séglor gélules	<b>Urarthone</b>
<b>Phospholine iodide</b>	Silomat comp.	Valerbé gélule bleue
<b>collyre</b>	Sinéquan	<b>Vésadol</b>
<b>Plasmarine</b>	Spasfon compr.	Vivamyne
Plurifactor	Tardyferon	Vulcase
<b>Pneumogéine</b>	Théralène compr.	Zarontin capsules

La Pathologie thyroïdienne. Dr FA Leger – Flammarion

### II. Produits de contraste

a. tri-iodé hydrosolubles de haute osmolalité

angiographine (306 mg/ml), contrix 28 (280 mg/ml), radiosélectan 140 à 370 mg/ml selon le type), télébrix (120 à 300 mg/ml selon le type), vasobrix (320 mg/ml), urovison (324 mg/ml)

b. tri-iodés hydrosolubles non ioniques de basse osmolalité

amipaque (170 à 300 mg), iopamiron (200 à 370 mg/ml), omnipaque (180 à 350 mg/ml), ivepaque (150, 200, 300, 350 mg/ml), optiray (240, 300, 350 à 24%, 30%, 35% m/v), ultravist (300, 370 à 300 et 370 mg/ml), xenetix (250, 300, 350 mg/ml)

c. hexaiodés de basse osmolalité: hexabrix (160 à 350 mg/ml)

d. agents de contraste à élimination biliaire:

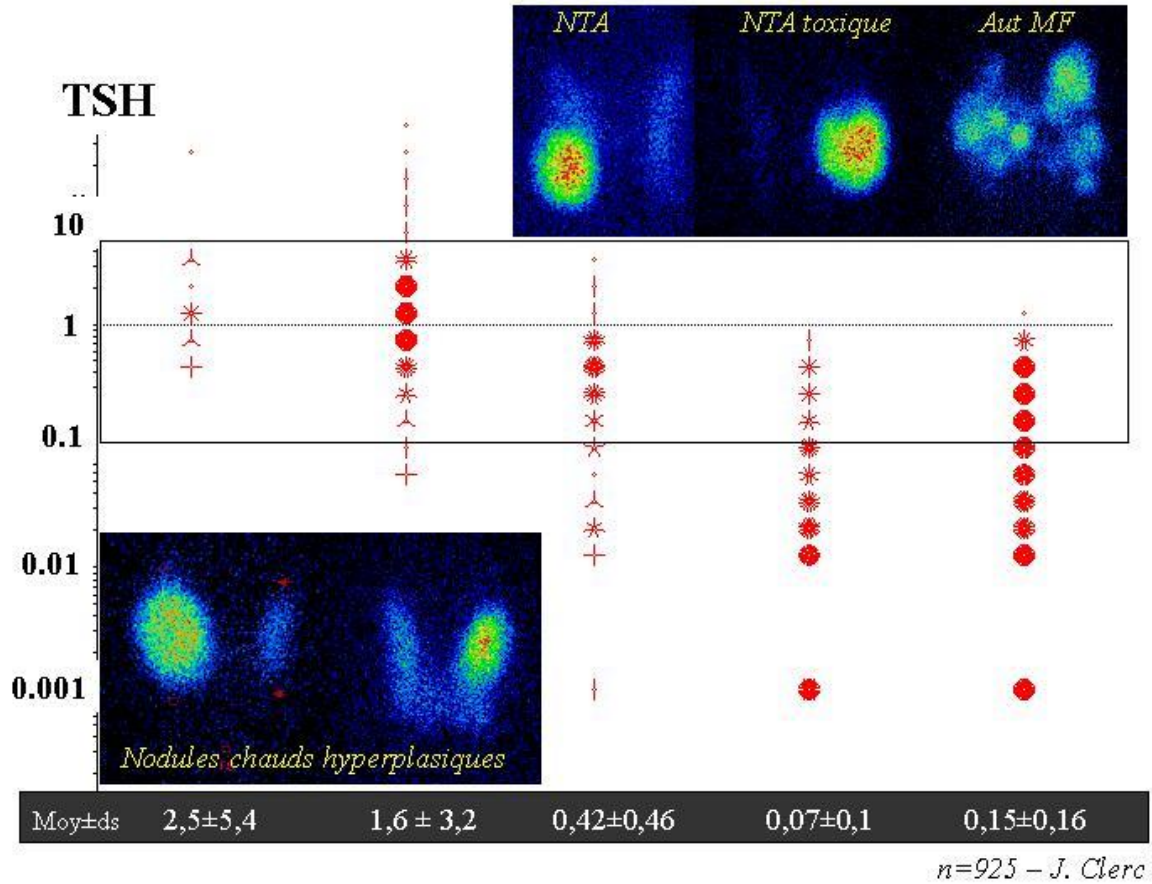
solubiloptine (3600 mg/dose), transbilix (30 mg/ml)

biliscopine (5 g/ml)

@ divers: lipiodol UF( 480 mg/ml), télébrix gastro (300 mg/ml), télébrix hystéro (250 mg/ml), hytrast 500 (mg/ml)

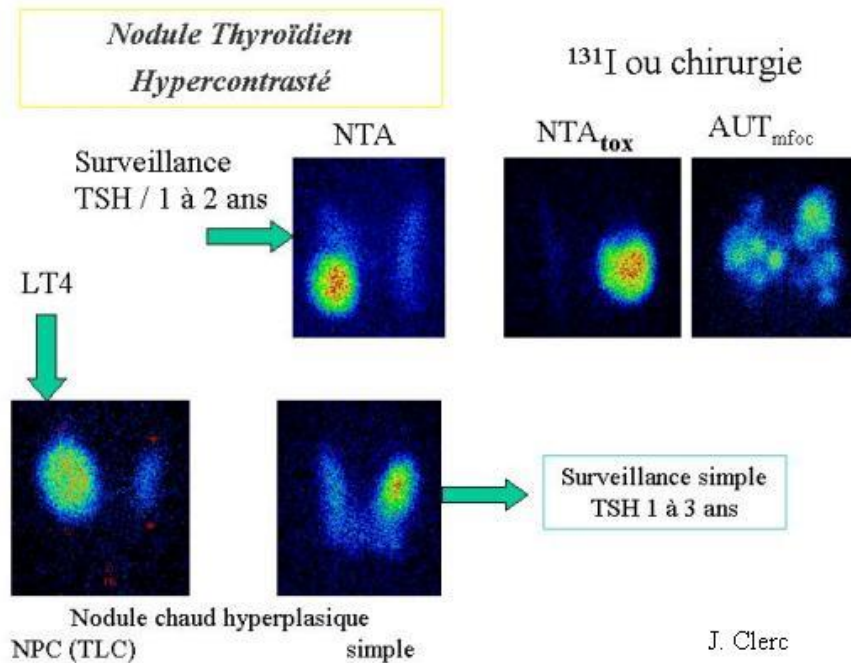
### C. Iconographie :

#### Nodules hypercontrastés et niveau de TSH



Le niveau de la TSH ne permet pas de prédire le caractère hypercontrasté (chaud) d'un nodule thyroïdien. La plupart (> 85%) des nodules chauds ont une TSH normale. Par contre, l'étiologie du nodule chaud varie avec la valeur de la TSH. Les nodules chauds hyperplasiques sont frénables par l'hormone thyroïdienne et correspondent à des nodules révélant des thyroïdites lymphocytaires chroniques (parfois dénommés nodule « pseudo-chauds », en opposition au nodule autonome), ou à des hyperplasies simples (ATPO <0). Le nodule thyroïdien autonome (NTA) reste longtemps euthyroïdien puis devient toxique avec une fréquence actuarielle de 4% / an. Enfin, plus d'une fois sur deux, le caractère autonome de la sécrétion thyroïdienne provient de la zone extra-nodulaire (autonomie diffuse ou autonomie focale et diffuse). L'association de plusieurs autonomes définit le groupe des autonomies multifocales (goitres multinodulaires et hétéro nodulaires).

## Options de surveillance et de traitement dans les nodules hypercontrastés



**Expliciter les acronymes dans la figure.**

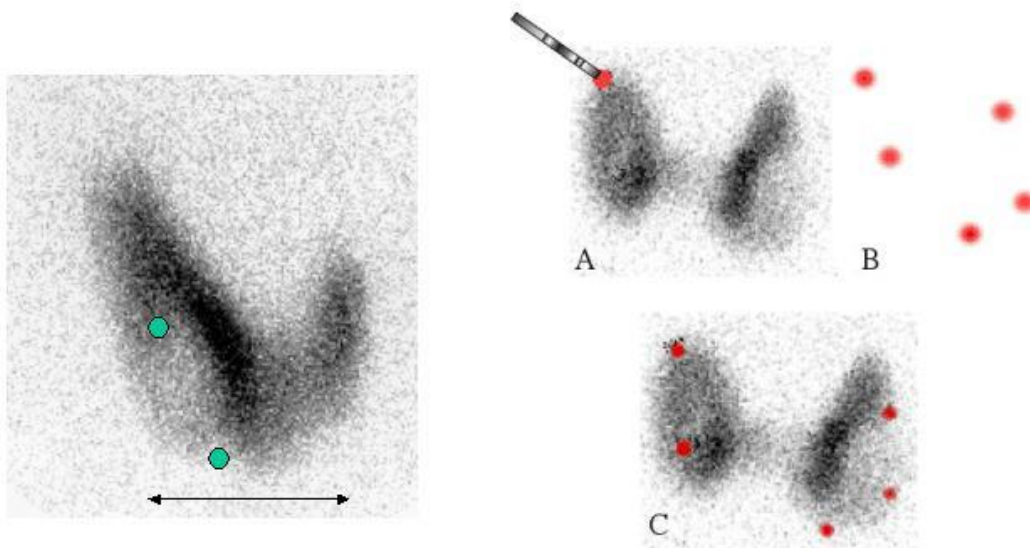
En fonction de l'aspect scintigraphique, la surveillance et/ou le traitement sont modifiés. En cas de nodule hyperplasique (frénable) on aura tendance à prescrire de la thyroxine si le nodule accompagne une thyroïdite lymphocytaire ou grossit. On fera une surveillance espacée de la TSH en cas de nodule chaud hyperplasique simple. En cas de nodule autonome euthyroïdien on fera une simple surveillance de la TSH tous les 1 à 2 ans. Lorsque la TSH est  $< 0.6$  mU/L on discutera un traitement par  $^{131}\text{I}$  notamment en cas de co morbidité cardiovasculaire ou après 60 ans. En cas de TSH  $< 0.3$  mU/L on discutera un traitement par  $^{131}\text{I}$  chez les autres patients. Au stade toxique, tardif, on pourra proposer un traitement par  $^{131}\text{I}$  ou une chirurgie étendue à l'ensemble du tissu autonome.



## Nodule thyroïdien hypocontrasté cytologie thyroïdienne d'après repérage

A gauche : Nodule thyroïdien hypocontrasté inféro-lobaire droit, palpable d'environ 25 mm (double flèche 35 mm) ; indication à une cytologie.

A droite : goitre avec deux nodules hypofixants : n1 2/3 supérieurs du lobe droit, n2 : 2/3 inférieurs du lobe gauche (IMG A). Repérage des pôles nodulaires d'après la palpation au crayon de Cobalt (IMG B). Scintigraphie avec repérage des deux nodules froids sur l'image de superposition (IMG C), autorisant un prélèvement direct cytologique sur les deux formations froides.

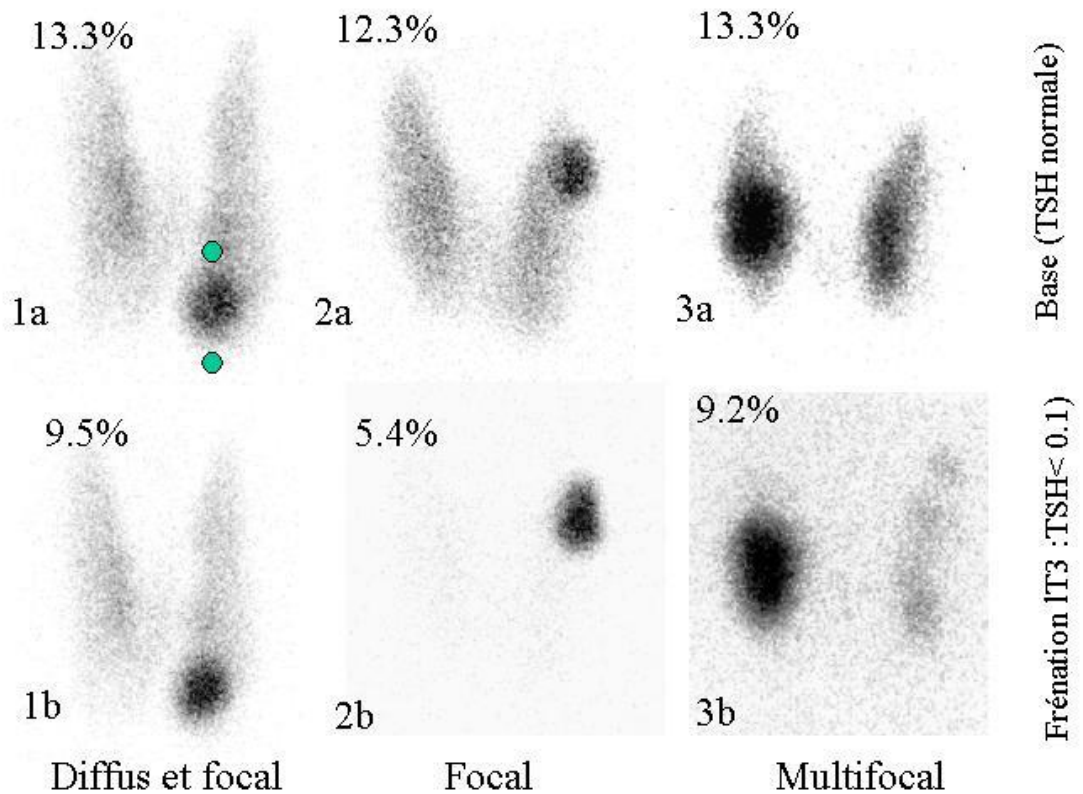


## Variétés scintigraphiques d'autonomie [de sécrétion] thyroïdienne

IMG 1 : test de base (1a - TSH : 0.98 mU/L) : nodule hypercontrasté polaire inférieur gauche d'environ 15 mm.  
 Test freiné (1b - même patient - TSH : 0.03 mU/L) : autonomie diffuse et focale lobaire gauche

IMG 2 : test de base (2a - TSH : 1.56 mU/L) : nodule hypercontrasté polaire supérieur gauche d'environ 12 mm.  
 Test freiné (2b - même patient - TSH : 0.04 mU/L) : nodule autonome lobaire gauche

IMG 3 : test de base (3a - TSH : 1.38 mU/L) : nodule hypercontrasté médio lobaire droit d'environ 25 mm.  
 Test freiné (3b - même patient - TSH : 0.04 mU/L) : autonomie multifocale avec nodule autonome dominant droit et formations autonomes gauches (3 au moins visibles sur l'image).



J. Clerc

Annexe image : hyperthyroïdie (TSH < 0.1 mU/L – fixation <sup>123</sup>I)

IMG a : maladie de Basedow simple : contraste diffus et homogène – hyperfixation majeure

IMG b : forme mixte Basedow-Hashimoto : contraste diffus et hétérogène non nodulaire – hyperfixation modérée

IMG c : maladie de Basedow nodulaire : contraste diffus et hétérogène nodulaire (n1 droit hypofixant environ 30 mm, n2 gauche médio-lobaire hypofixant, centimétrique, fléché).

IMG d : autonomie multifocale – les fixations précoces sont en règle modérées.

IMG e : classique mais rare nodule thyroïdien autonome toxique

IMG f : autonomie diffuse avec nodule hypofonctionnel médio lobaire gauche d'environ 20 mm – notez l'hyperfixation à 12.4% inappropriée à la TSH effondrée, mais modérée.

