

(DES Radiologie 8 décembre 2015)

**Endocrinologie:
Imagerie Scintigraphique
Radiopharmaceutiques utilisés
Indications et Cas Cliniques**

Pr Elif Hindié

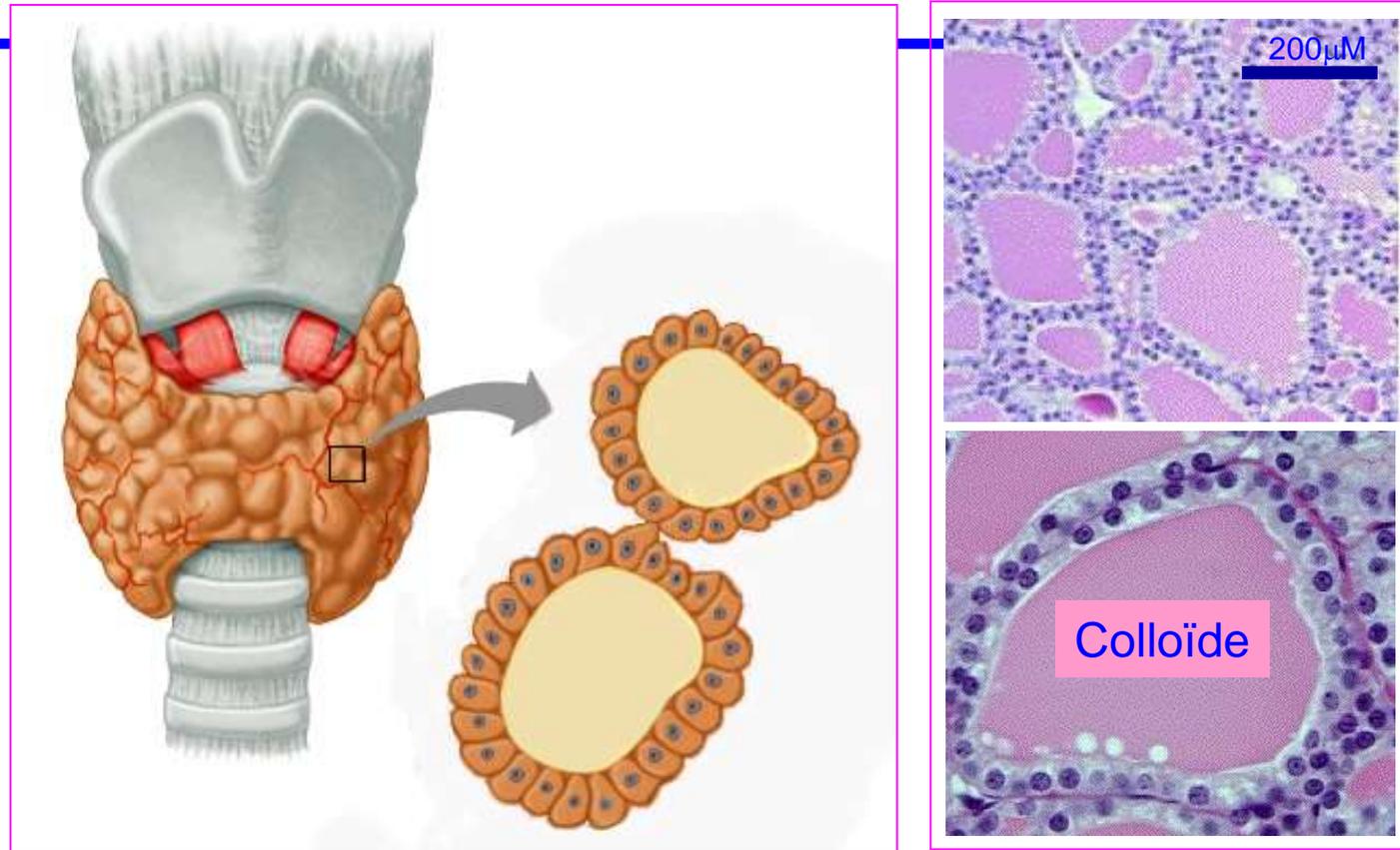
*Médecine Nucléaire ; Hôpital Haut-Lévêque ;
CHU Bordeaux ; Université de Bordeaux*

Thématiques abordées

- **Thyroïde:** iode123, ^{99m}Tc -pertechnétate
- **Parathyroïdes:** ^{99m}Tc -Sestamibi
 - Hyperparathyroïdie primitive
- **Tumeurs endocrines digestives:** Octréoscan, Traceurs TEP
- **Phéochromocytome/Paragangliome:** MIBG, Traceurs TEP

THYROÏDE

Unité Fonctionnelle:
Le Follicule



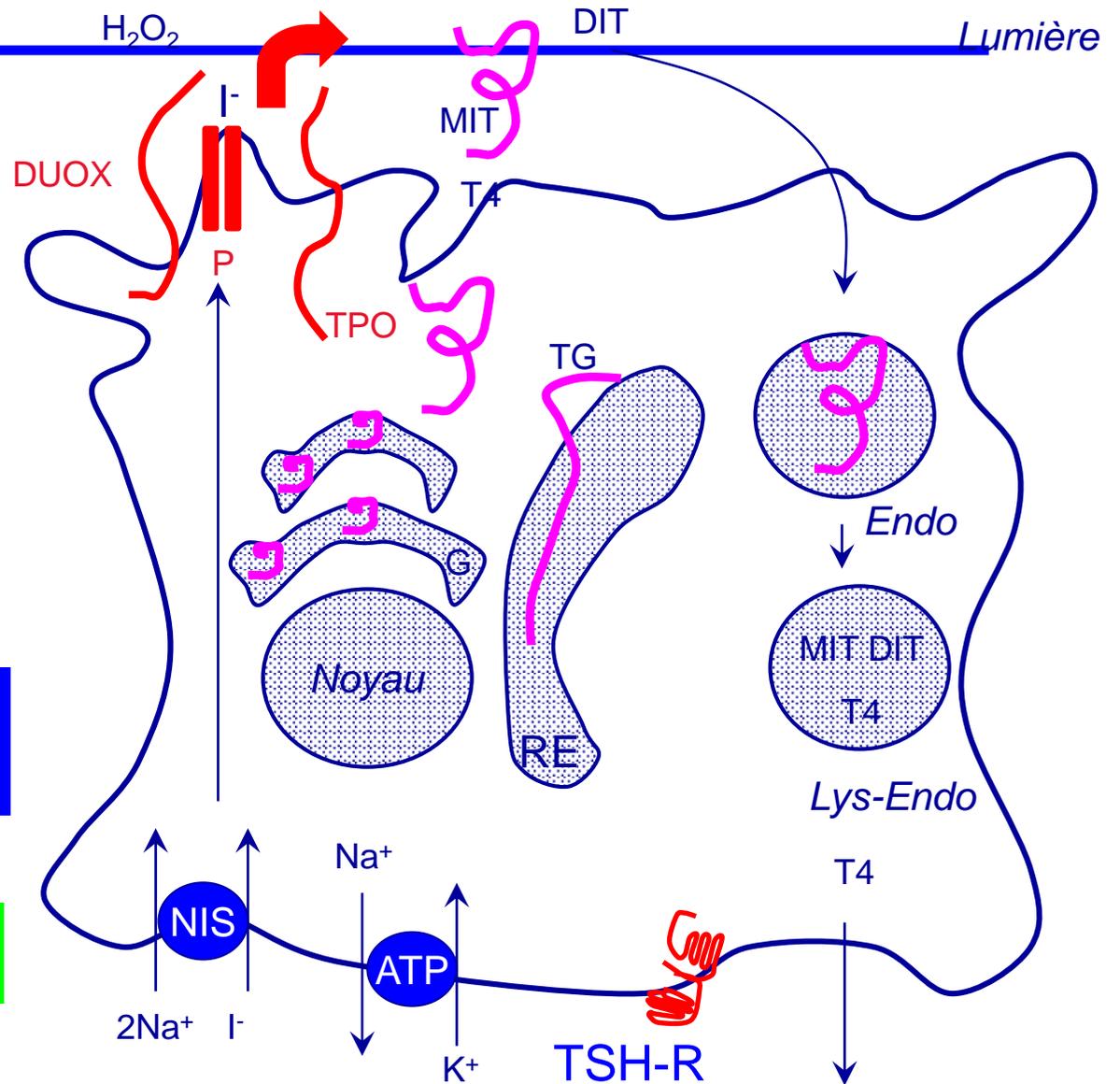
La glande thyroïde est organisée en lobules, eux-mêmes formés de follicules (~3 millions). Le rôle de la glande thyroïde est dévolu à la synthèse des hormones thyroïdiennes. Elles sont fabriquées et stockées dans la colloïde, au sein de la **thyroglobuline**.

Le thyrocyte

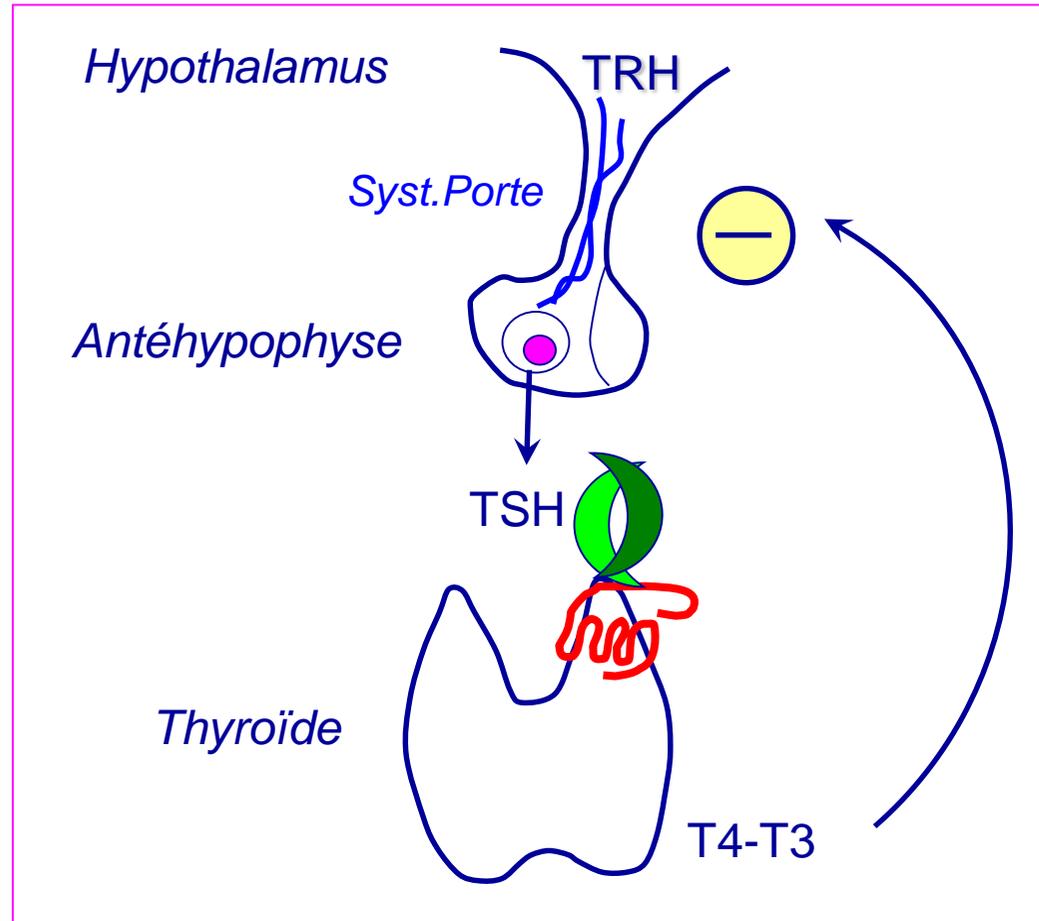
Membrane apicale
DUOX: Dual oxydases
P: Pendrin
TPO: Thyroperoxidase

Membrane basolatérale
NIS: Sodium/iodide symporter
Na/K ATPase

*Toutes les étapes sont
régulées par la TSH*



Axe thyroïdienne



EXPLORATIONS FONCTIONNELLES

Après les dosages hormonaux et l'échographie,
... parfois la scintigraphie ...

- ^{123}I ou $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -pertechnétate

^{131}I (très irradiant réservé aux traitements de l'hyperthyroïdie et du cancer de la thyroïde)

^{99m}Tc -pertechnétate

le plus utilisé

- Emetteur γ (140keV - période 6h)
- Injection de 74 à 185 MBq de $^{99m}\text{TcO}_4^-$; imagerie 20 min après
- Disponibilité optimale et peu coûteux mais...

..... simule la captation de l'iode et n'est pas organifié

↪ *qualité d'image moins contrastée qu'en iode-123*

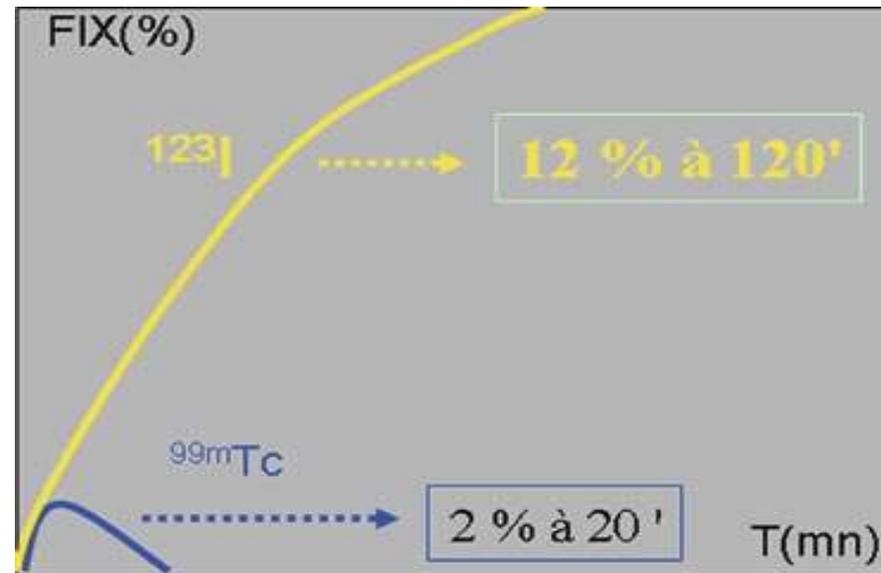
↪ *Ne permet pas de quantification précise de la fonction*

Iode 123 (NaI)

- Emetteur γ (159 KeV) ; période 13h
- Avantage : traceur physiologique de référence (organifié), permet une quantification de la captation : « *scintigraphie thyroïdienne quantifiée* »
- Inconvénient : plus cher, sur commande, imagerie à 2h de l'injection de 7 à 10MBq

Scintigraphie thyroïdienne quantifiée (^{123}I) du nodule thyroïdien: une nouvelle imagerie moléculaire.

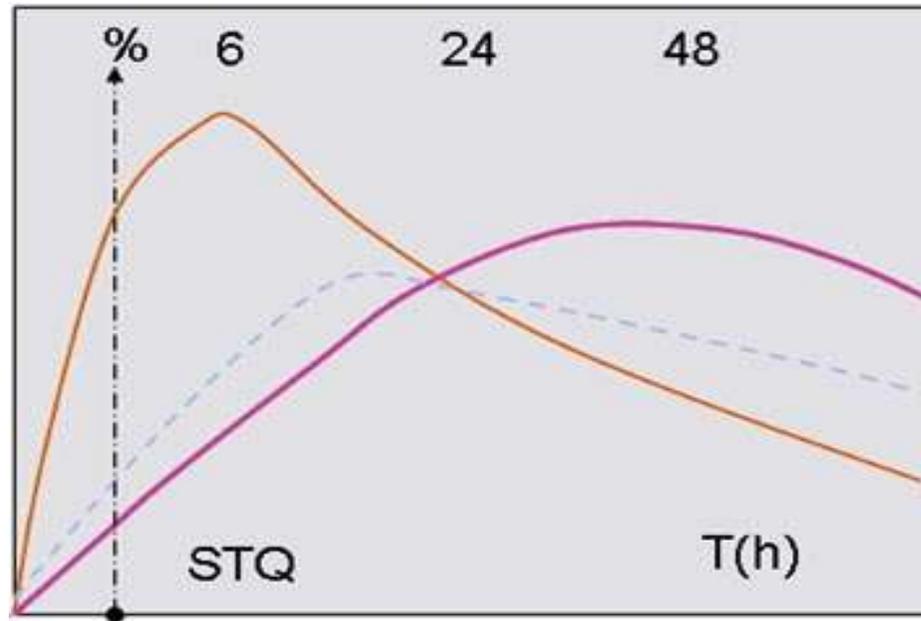
Jérôme Clerc; J Radiol. 2009 Mar; 90:371-91.



- ◆ ^{123}I et $^{99\text{m}}\text{Tc}$ sont captés par le NIS au pôle basal du thyrocyte, mais seul le radioiode pénètre le compartiment colloïdal pour y être organifié par la thyropéroxydase sur la thyroglobuline.
- ◆ La fixation de l'iode ^{123}I croît rapidement avec le temps, de façon presque linéaire, pour atteindre une valeur moyenne de 12 % à 120 mn en France et pour une valeur normale de TSH.
- ◆ Le $^{99\text{m}}\text{Tc}$ n'a qu'une fixation maximale de 2 % (0 – 4) atteinte à 20 minutes, du fait de sa localisation exclusivement thyrocytaire.

Scintigraphie thyroïdienne quantifiée (^{123}I) du nodule thyroïdien: une nouvelle imagerie moléculaire.

Jérôme Clerc; J Radiol. 2009 Mar; 90:371-91.



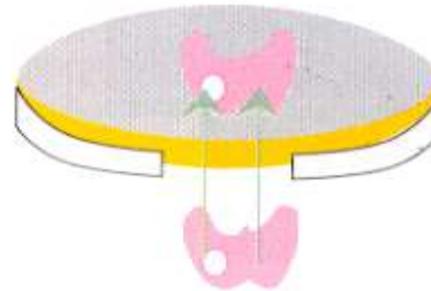
- ◆ La fixation de l' ^{123}I varie avec la pathologie imagée. En physiologie (ligne bleue pointillée), le captage maximal est atteint entre 6 heures et 24 heures.
- ◆ Dans les atteintes auto-immunes (ligne orange), le captage est rapide et intense, du fait de l'hyperplasie histologique stimulée par la TSH ou les TSI ; le pic est souvent plus précoce et la clairance plus rapide.
- ◆ Dans les hypersécrétions autonomes (ligne rose), le captage précoce est lent et atteint son maximum de façon différée (48 heures).

Aspects pratiques

- ◆ *Contre indication : grossesse, allaitement*
- ◆ *Précautions: saturation iodée (diminue fixation)*
 - * scanner injecté, UIV (délai 2 mois)
 - * médicaments iodés
- ◆ *Injection IV, non à jeun (I123, Tc99m)*

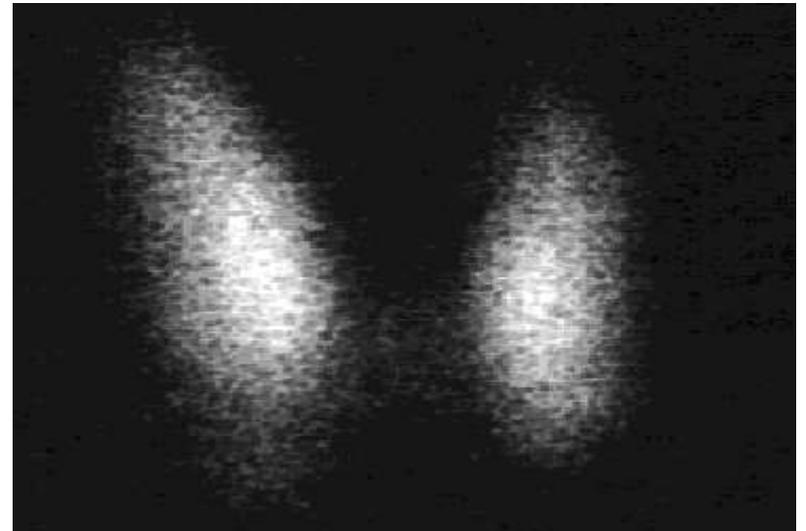
👉 Collimateur Pinhole

- avantage : agrandissement, sensibilité



-
- Glande en position cervicale
 - Aspect en papillon
 - Pyramide de L'Alouette 30 %
 - Isthme toujours hypofixant
 - Hypercontraste physiologique paracentral

Scintigraphie normale



Savoir reconnaître certains aspects :
Thyroïde plongeante (repère fourchette sternale),
Lobe unique, thyroïde sub-linguale,

Les Non-indications

- ☞ Pas de scintigraphie pour goitre simple euthyroïdien
- ☞ Pas de scintigraphie pour nodule de moins d'1cm

Quand demander une scintigraphie de la thyroïde?

Référentiel de bonnes pratiques à l'usage des médecins qui sont amenés à demander ou à réaliser des examens d'imagerie médicale

Transposition de la directive européenne 97/43 Euratom

Edité par la Société Française de Radiologie et la Société Française de Médecine Nucléaire sous l'égide de la Haute Autorité de Santé et de l'Autorité de sûreté nucléaire

Limiter l'exposition des patients aux rayonnements ionisants

Améliorer la qualité des soins

Promouvoir l'interdisciplinarité

Maîtriser les coûts



Hyperthyroïdie

- Maladie fréquente: Prévalence 0.2 à 2%
- TSH freinée et T4 et/ou T3 libres élevés
 - Fruste = TSH freinée et hormones thyroïdiennes normales
- 2 Etiologies fréquentes :
 - Maladie de Basedow
 - Autonomisation : nodulaire (uni-nodulaire; multi-nodulaire) ou diffuse (DISA)
- Multiples autres étiologies moins fréquentes à rares

Description d'examen					
Nom	Scintigraphie de la thyroïde				
Recommandation	Indiqué				
Grade	A	B	C		AE
Dose	0	I	II	III	IV
Description	<p>La scintigraphie de la thyroïde est <u>l'examen de référence</u> pour distinguer les grandes variétés cliniques d'hyperthyroïdie et leurs variantes : maladie de Basedow simple ou nodulaire, syndrome d'autonomisation (nodule autonome), goîtres nodulaires et secondairement toxiques, thyroïdites (subaiguës, auto-immunes et médicamenteuses), hyperthyroïdie avec surcharge iodée ou factice. Elle apporte des informations morphologiques et fonctionnelles sur d'éventuels nodules et permet d'indiquer un traitement par iode-131 tout en limitant les niveaux thérapeutiques d'activité.</p>				

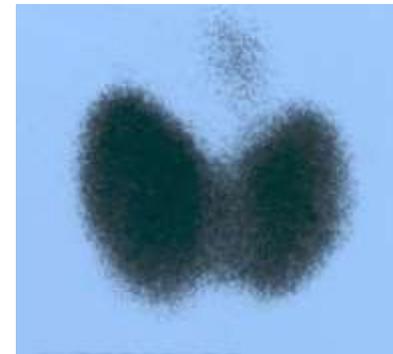
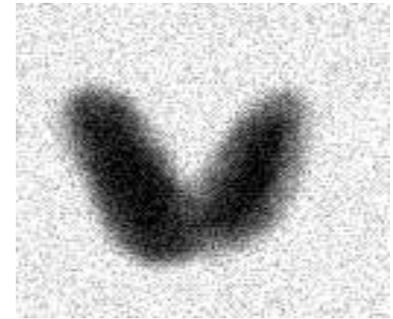
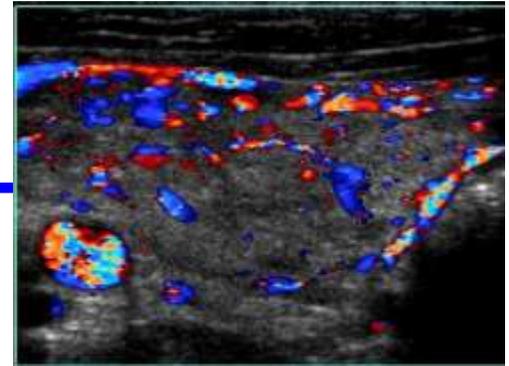
Extrait du Guide du Bon Usage des examens d'imagerie médicale

Date PDF 26/07/2013

Endocrinologie > Hyperthyroïdie et syndrome d'autonomisation

Maladie de Basedow

- Fréquence accrue chez la femme jeune
- Goitre diffus, soufflant
- Signes oculaires
- Présence d'Ac anti-récepteurs de la TSH (TRACK)
- Echographie: goitre hypervascularisé « Thyroid inferno »
- Scintigraphie non indispensable dans les cas typiques
 - Montre une captation intense et diffuse : diminution du bruit de fond; visualisation de la pyramide de Lalouette
 - Captation précoce élevée (taux de fixation à 2h+++)
- Scintigraphie très utile lorsque
 - Diagnostic hésitant
 - Variété nodulaire
 - Traitement par iode-131 envisagé



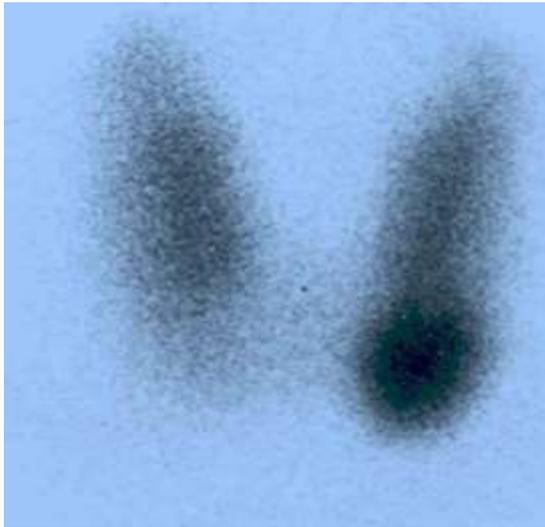
Hyperthyroïdie autonome:

Uninodulaire; multi-nodulaire; multi-hétéro-nodulaire; diffuse

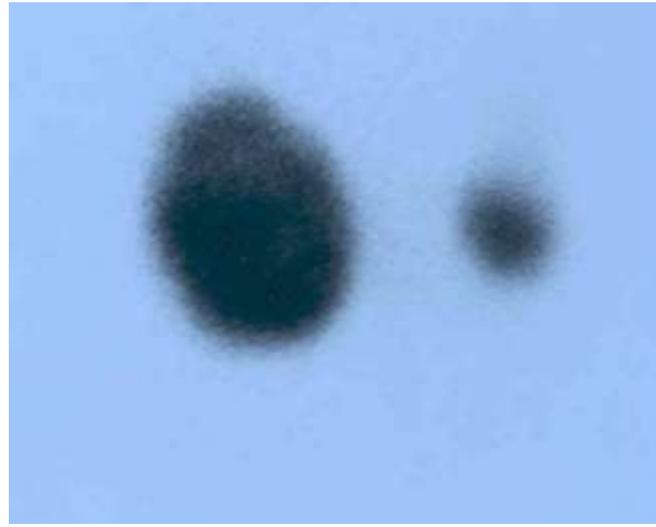
- Plus fréquente chez les patients plus âgées
 - Révélation fréquente par des complications cardiaques.
 - Pas de signe d'ophtalmopathie
 - Pas d'Ac anti-TSH-R
 - Echographie
 - Scintigraphie très utile
-
- Adénome toxique = Il s'agit souvent de Mutations activatrices du Récepteur TSH

Nodules hyperfonctionnels: « nodule chaud » / « nodule toxique »

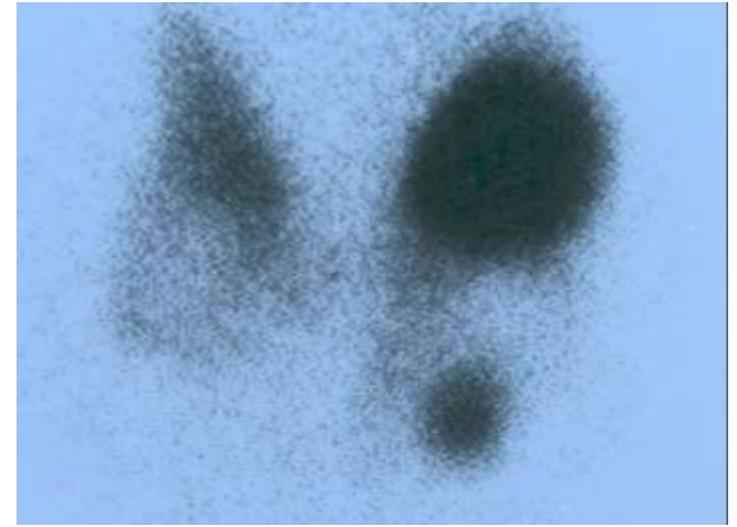
- Risque Kc << 1%
- Risque "fonctionnel" , notamment cardiovasculaire



Nodule chaud non extinctif



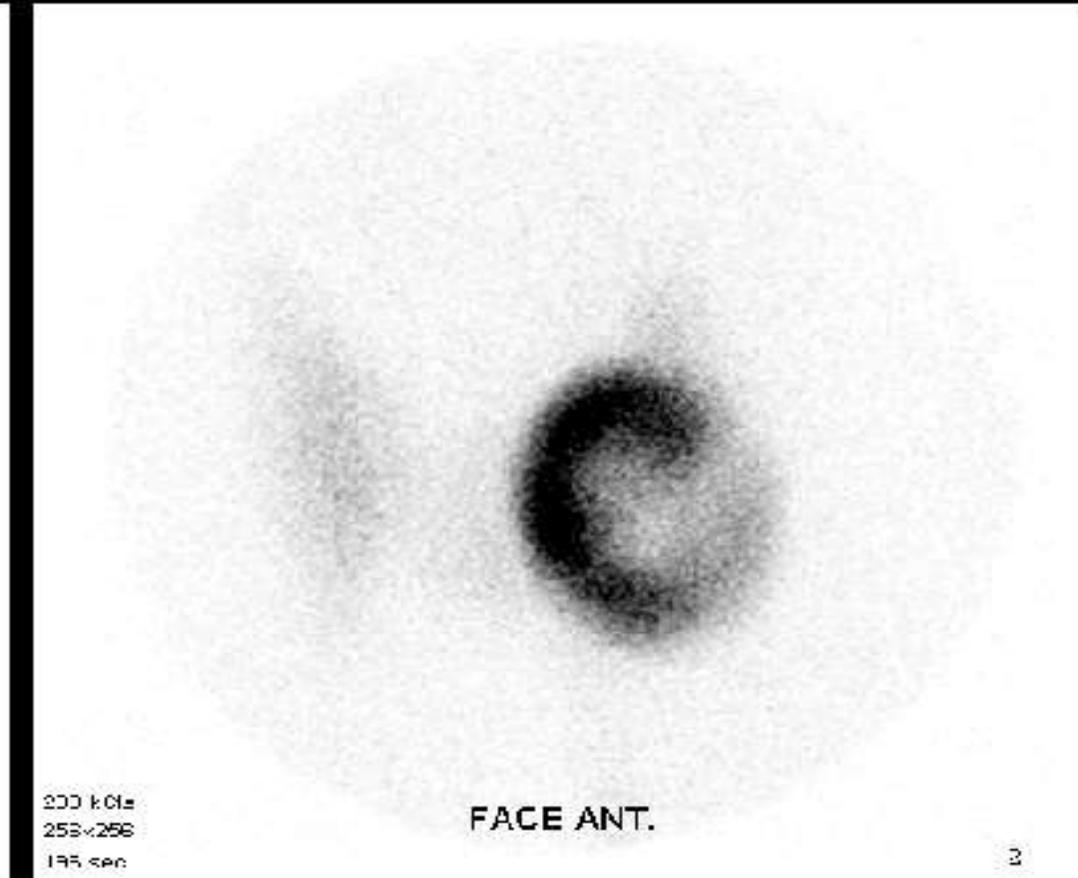
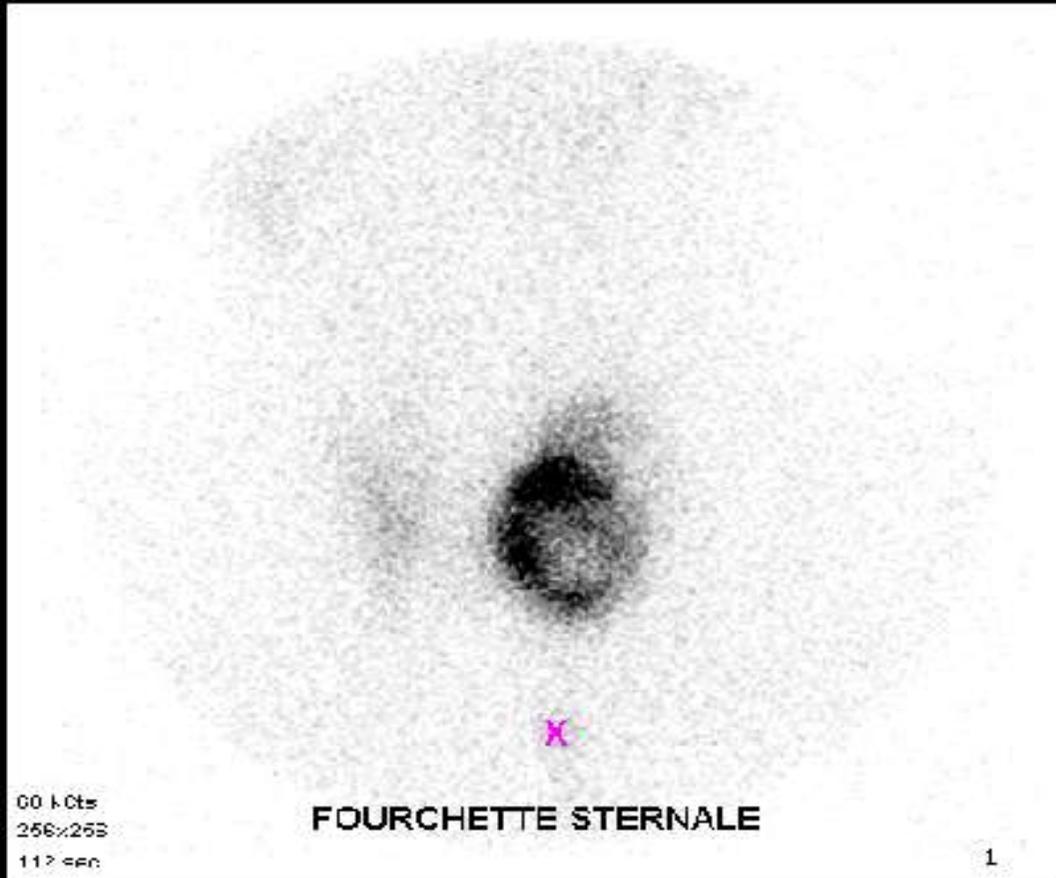
Nodules toxiques extinctifs



Goitre multi hétéro nodulaire
= association NF et NC

Exemple de **Nodule chaud à centre nécrotique**

SCINTIGRAPHIE THYROIDIENNE

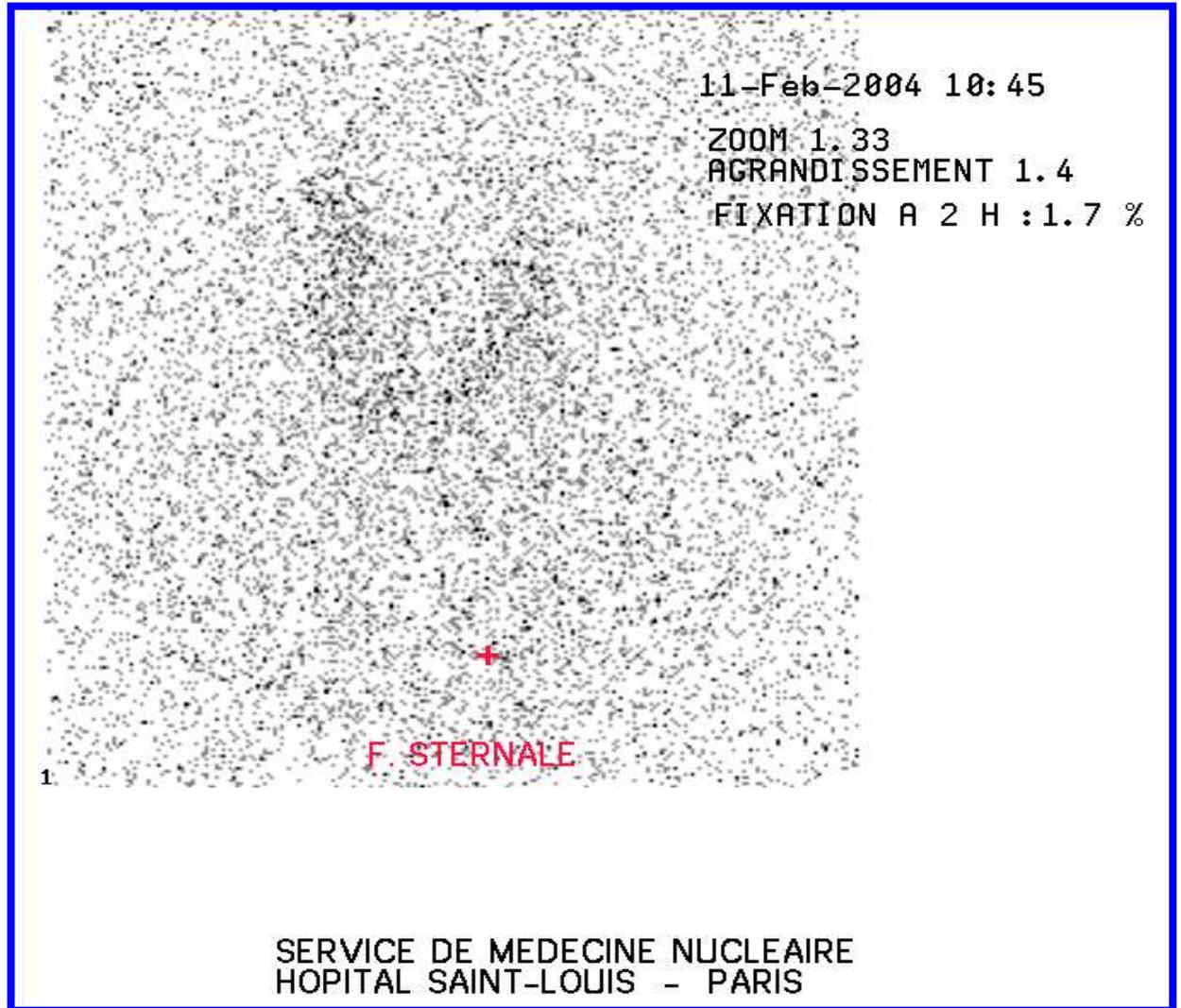


Les Hyperthyroïdies avec « hypocaptation »

Surcharge iodée

F. 65 ans
peu de s. cliniques
Hyperthyroïdie biologique
Bétadine +++

TSH = 0.04mUI/L
T4L ↑
iodurie ↑ ↑



Thyroïdite Subaiguë de « de Quervain »

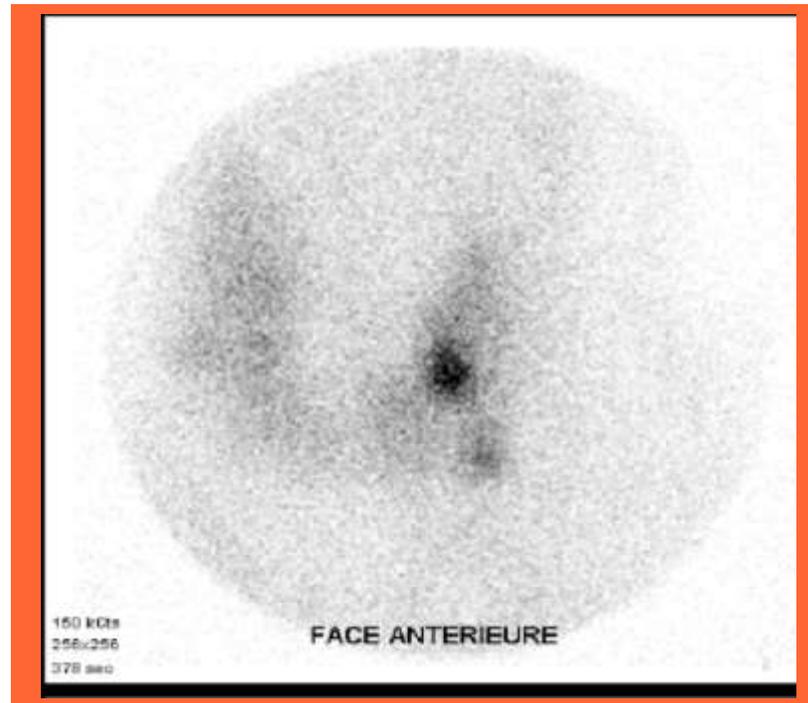
- Survient souvent dans un contexte post-épisode de syndrome grippal avec
 - Douleurs cervicales irradiant à la mâchoire et les oreilles
 - Goitre douloureux à la palpation, parfois multinodulaire
 - Evolue en trois phases « hyper-hypo-euthyroïdie »
 - Scintigraphie blanche dans la phase d'hyperthyroïdie.
-
- Variante: Thyroïdite subaiguë silencieuse (sans douleur)

Hyperthyroïdie sous Amiodarone

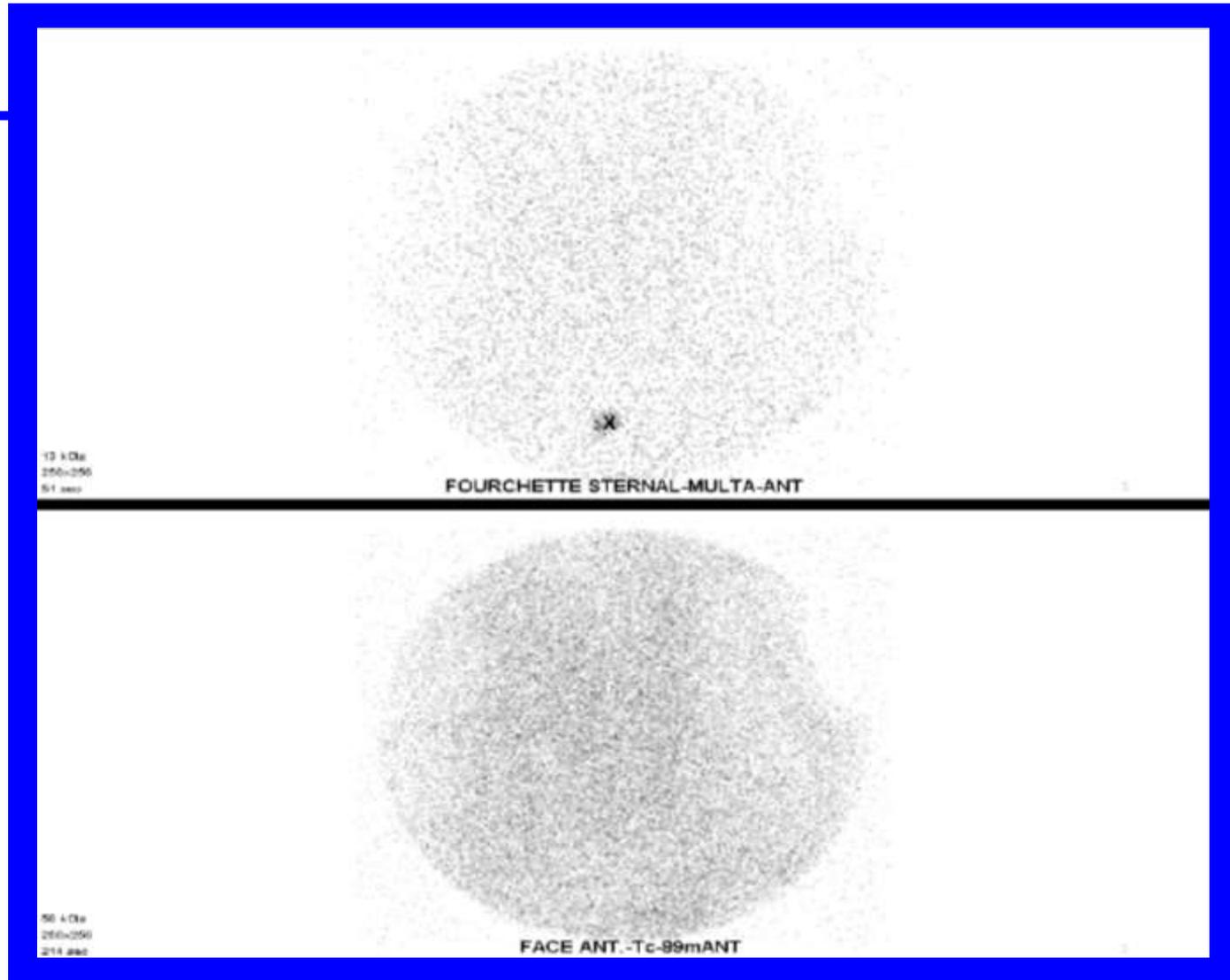
- Amiodarone 200 contient 25mg d'iode, dont ~9mg sont débodinés et se retrouvent dans la circulation (90 fois l'apport iodé habituel ~100µg).
- Stockage adipeux et élimination prolongée; plusieurs mois+++
- L'Amiodarone peut provoquer des hypothyroïdies (défaut du mécanisme d'échappement au « Wolff-Chaikoff ») et des hyperthyroïdies.
- Hyperthyroïdie : 2 mécanismes possibles:
 - **Type-1** : pathologie thyroïdienne sous-jacente, emballée par l'apport massif d'iode:
« **Scintigraphie non-blanche, Basedow ou nodules contrastés avec captation globale basse** ».
Tt: ATS
 - **Type-2** : Toxicité liée à l'iode et aussi à la molécule elle-même avec inflammation et thyroïdite
« **scintigraphie blanche** ». Utilité des corticoïdes à forte dose +ATS

Type I

Fixation faible; aspect dépend de la pathologie sous jacente

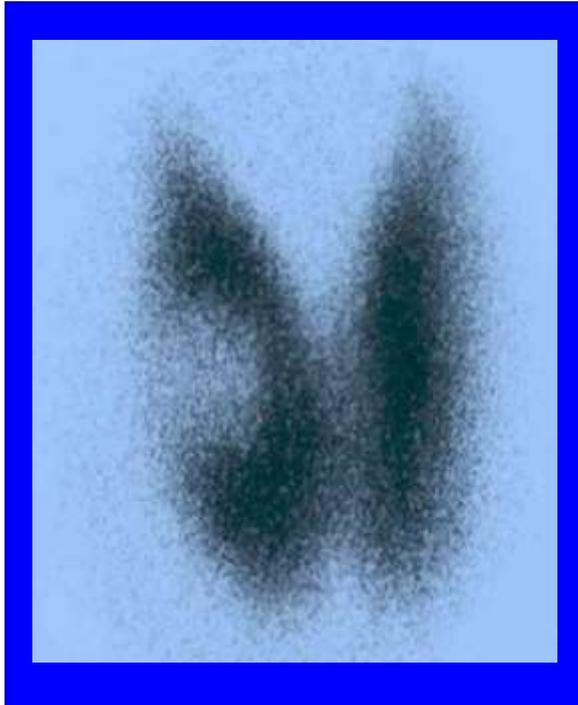


Type II : scintigraphie « blanche »



Ex. Hyper à la CORDARONE sur thyroïde saine

Nodules non fonctionnels = froids



Cancer ? 5 à 10%

👉 nodule supracentimétrique = TSH, écho ± cytoponction

Biologie

- ◆ TSH: toujours
 - ◆ T3 libre et T4 libre: si TSH basse
 - ◆ Tg: NON
 - ◆ Calcitonine
-
- ◆ Echographie +/- Cytoponction
-
- ◆ Parfois scintigraphie

Description d'examen					
Nom	Scintigraphie de la thyroïde				
Recommandation	Indiqué seulement dans des cas particuliers				
Grade	A	B	C		AE
Dose	0	I	II	III	IV
Description	En cas de TSHémie fluctuant chroniquement dans la limite inférieure des normes (< 0,60 mU/L) ou de nodule de plus de 15 mm, on pourra faire une scintigraphie de la thyroïde (de préférence à l'iode-123), pour chercher un nodule ou un goitre autonomisés afin d'optimiser la surveillance et en cas de nodules multiples de restreindre la cytologie aux nodules non fonctionnels.				

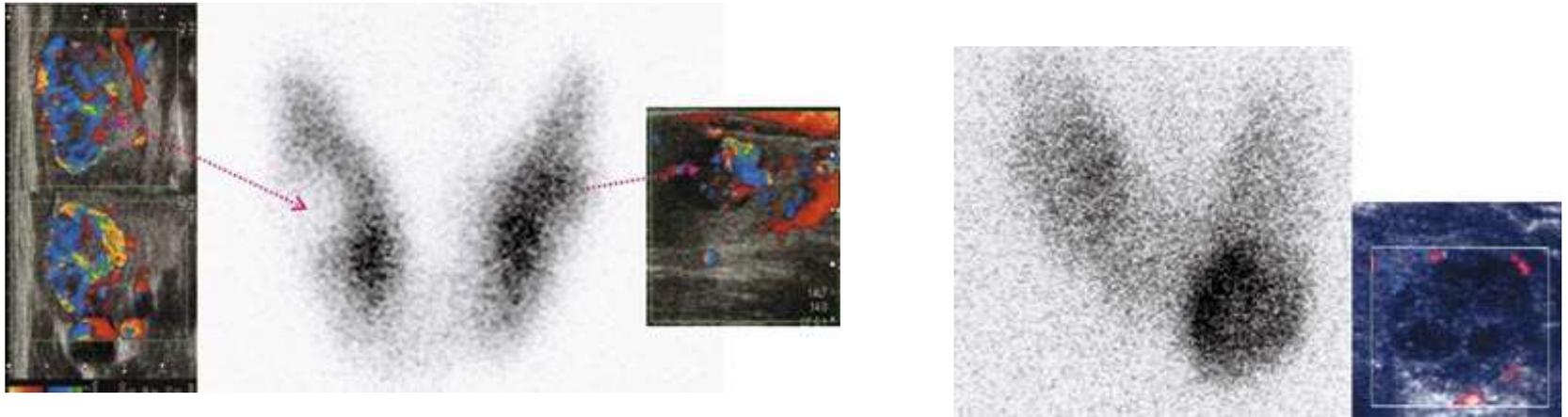
Extrait du Guide du Bon Usage des examens d'imagerie médicale

Date PDF 26/07/2013

Endocrinologie > Thyroïde - nodule thyroïdien palpable et goitre euthyroïdien (la TSHémie est normale) - phase diagnostique

Scintigraphie thyroïdienne quantifiée (^{123}I) du nodule thyroïdien: une nouvelle imagerie moléculaire.

Jérôme Clerc; J Radiol. 2009 Mar; 90:371-91.



limites de l'échographie-doppler.

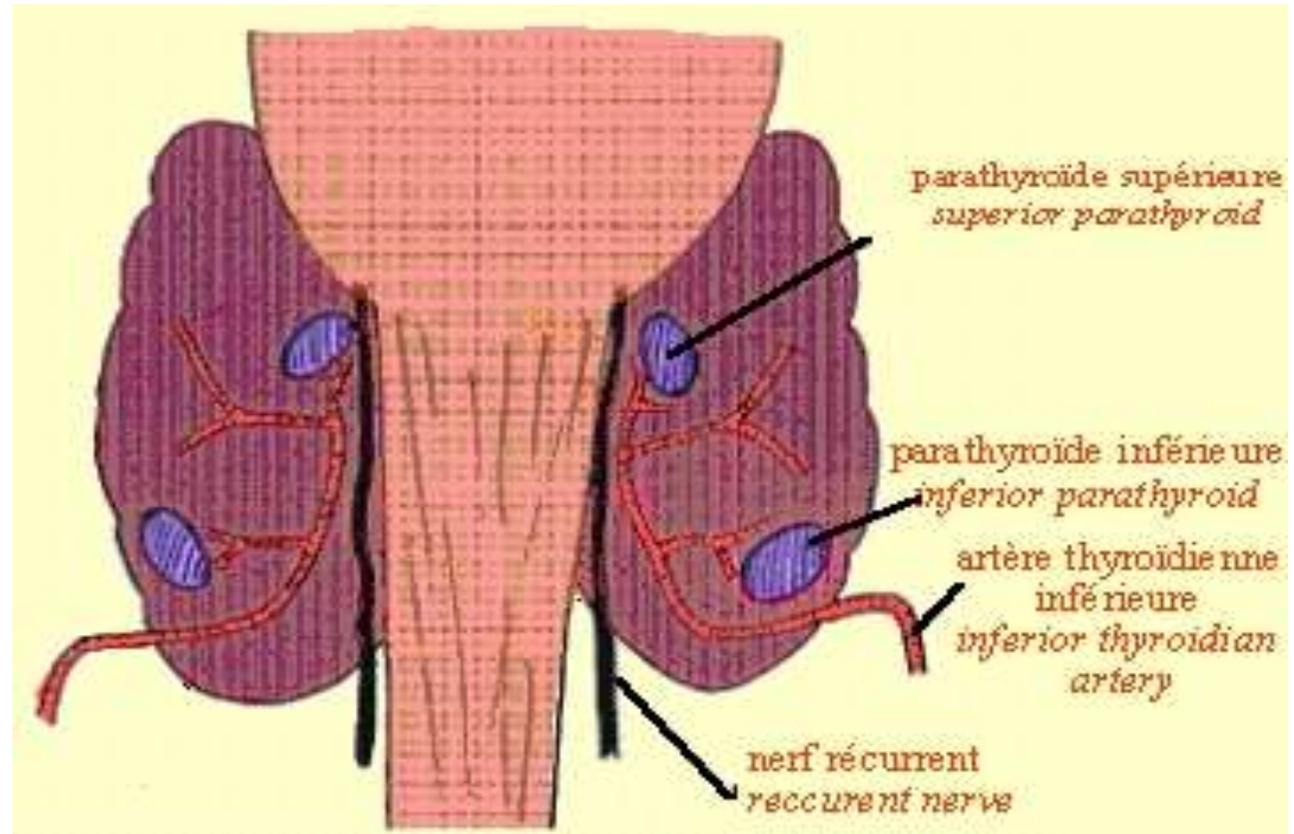
Parathyroides

Anatomie

4 glandes de 30 à 55 mg (6 x 4 x 2 mm) chacune

Pour 80 % des sujets, plaquées contre la face postérieure de la thyroïde :

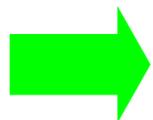
- 2 supérieures,
- 2 inférieures,



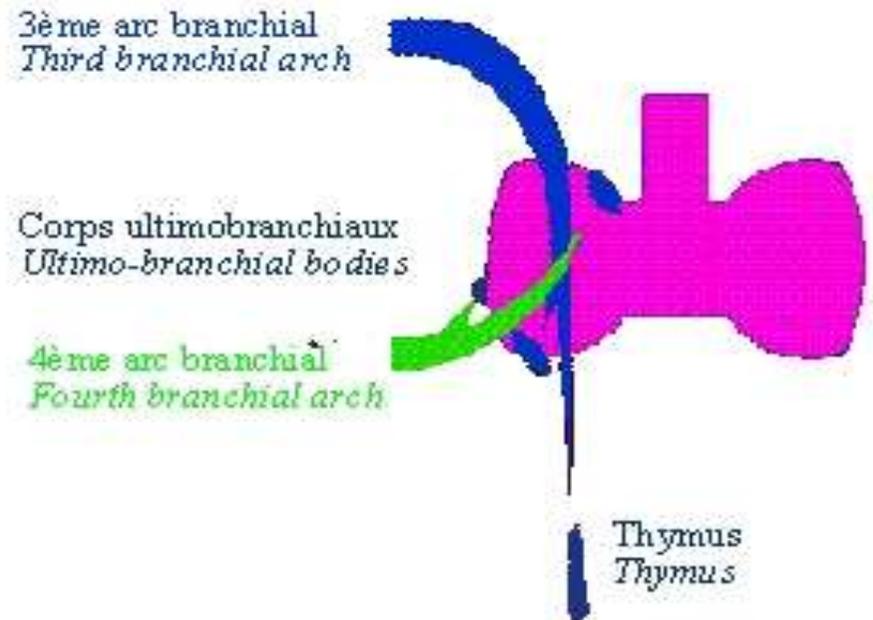
Embryologie

Les 2 supérieures sont issues du
4ème arc branchial (P4),

Les 2 inférieures du 3ème arc (P3)



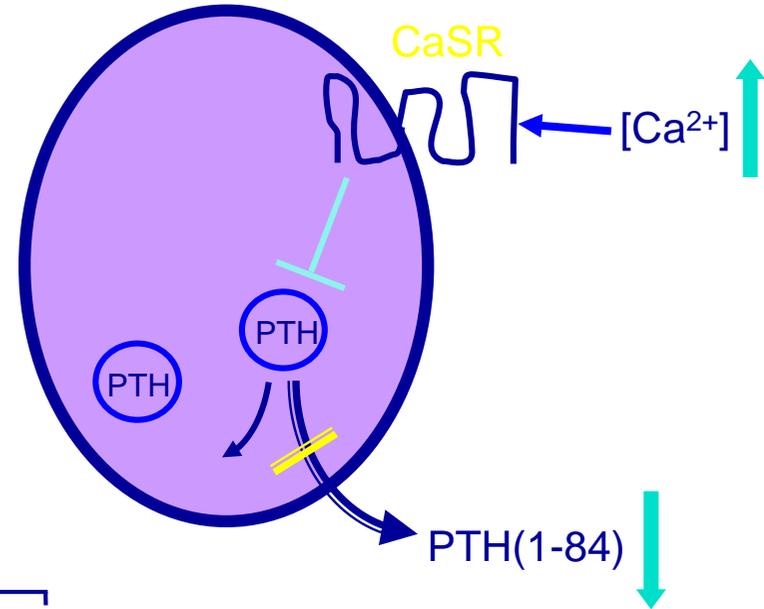
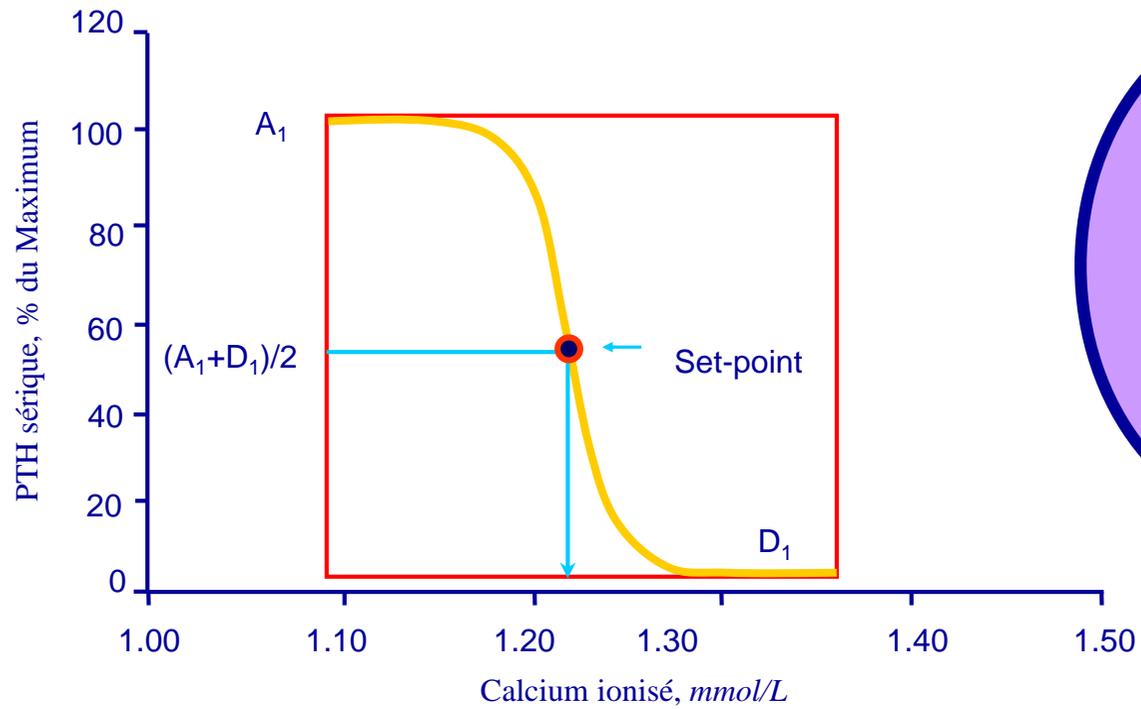
Localisations
ectopiques



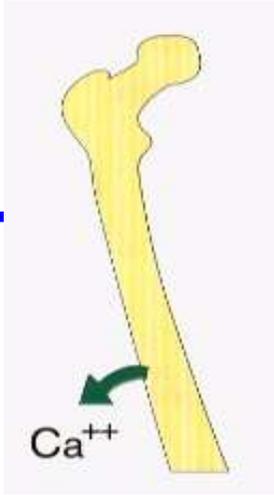
Parathormone (PTH)

- ◆ Polypeptide de 84 Acides Aminés
- ◆ Régule le calcium sérique
hypocalcémie → sécrétion de PTH,
(récepteurs membranaires au calcium)

Relation Ca ionisé/PTH

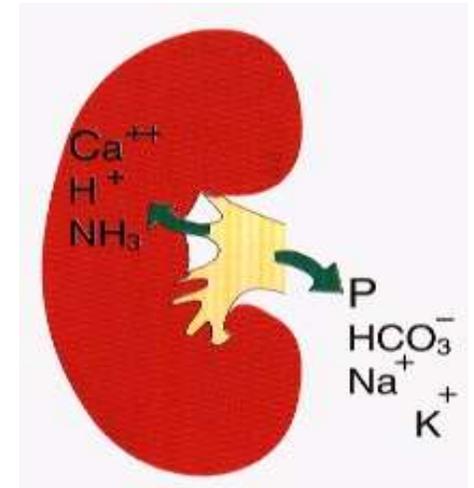


Action de la PTH



Mobilisation du calcium osseux :
augmente passage du Ca^{2+}
de l'os vers le plasma,

- ◆ Augmentation de la réabsorption rénale du Ca^{2+} et de l'excrétion du phosphore,



- ◆ Augmentation de l'absorption intestinale du Ca^{2+} ,
- ◆ Stimulation de la production de $1\alpha,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$.

Hyperparathyroïdie primitive

- ◆ 3^{ème} maladie endocrinienne en fréquence après l'hyperthyroïdie et le diabète
- ◆ ~0,3% de la population ; *prévalence chez la femme après 50 ans ~1%*

Pathologie

- ◆ adénome solitaire (80-85%)
- ◆ atteinte parathyroïdienne multiple (15-20%)
 - **double adénome (5-10%)**
 - **hyperplasie (10%)**
 - » Sporadique
 - » **Familiale (NEM et autre) ; patients souvent jeunes**
- ◆ Cancer parathyroïdien (~1%)

Clinique

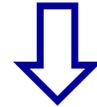
Signes généraux – asthénie générale et musculaire	}	HyperCalcémie modérée
Signes rénaux – polyuropolydipsie – lithiases rénales (récidivantes, bilatérales)		
Signes digestifs – anorexie – constipation – nausées, vomissements	}	HyperCalcémie sévère
Signes neuro-psychiques – apathie – somnolence – altération de la conscience (confusion, psychose, coma)		
Signes cardio-vasculaires – hypertension – raccourcissement de QT à l'ECG		

◆ **80% asymptomatique (bilan systématique)**

Diagnostic biologique



Calcémie corrigée avec l'albumine
(calcémie ionisé)



N ou



PTH



Hyperparathyroïdie
primaire

Calciurie N ou 

Hypercalcémie hypocalciurie
familiale

Calciurie (Tm) 

Recommandations SFE: Chirurgie en 1ère intention, si

- ◆ Age < 50 ans
- ◆ Symptômes cliniques ou atteintes liés à l'hypercalcémie (lithiase urinaire, néphrocalcinose, signes osseux, chondrocalcinose...)
- ◆ Hypercalcémie ≥ 110 mg/l ou 2,75 mmol/l
- ◆ Calciurie > 400 mg/24h ou 10 mmol/24h
- ◆ Diminution du débit de filtration glomérulaire
- ◆ Densité osseuse (DXA) avec un t-score $\leq -2,5$ à n'importe quel site

Types de Chirurgie

Exploration Bilatérale (Standard pendant 5 décennies). *Retrouve un adénome unique dans 85% des cas d'hyperparathyroïdie sporadique.*

Aujourd'hui Chirurgie minimalement invasive :

- Incision plus petite.
- Anesthésie locale possible.
- Moins de douleurs en post-opératoire



La localisation pré-opératoire de l'adénome est indispensable

Modalités d'imagerie

- ◆ Echographie cervicale,
- ◆ **Scintigraphie**
- ◆ Scanographie
- ◆ I.R.M.

Dans les cas difficiles ; récidives avec discordances des résultats d'imagerie:

- ◆ **Ponction échoguidée avec dosage de la PTH.**
- ◆ *Dosages veineux étagés de PTH,*

Traceur

◆ Tc99m-Sestamibi « MIBI » : Méthoxy-Isibutyl-Isonitrile

◆ Fixation thyroïdienne et parathyroïdienne:

D'où la nécessité de différencier les deux captations

2009 EANM parathyroid guidelines.

*Hindié E, Ugur O, Fuster D, O'Doherty M, Grassetto G, Ureña P, Kettle A, Gulec SA, Pons F, Rubello D;
Parathyroid Task Group of the EANM.*

Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2009 Jul;36(7):1201-16.

Différencier lésion parathyroïdienne et captation thyroïdienne

Deux approches différentes:

- ◆ Mise en évidence d'une élimination du MIBI de la thyroïde plus rapide qu'au niveau des lésions parathyroïdiennes

Technique double phase.

- ◆ Utilisation d'un 2^{ème} traceur propre à la thyroïde (Tc99m-pertechnétate, ou iode 123), et soustraction

Technique double traceur,

Technique double-phase planaire

◆ MIBI seul

(1 image à 15 min, 1 image à 2h)

Interprétation basée sur un wash-out du MIBI plus rapide au niveau de la thyroïde



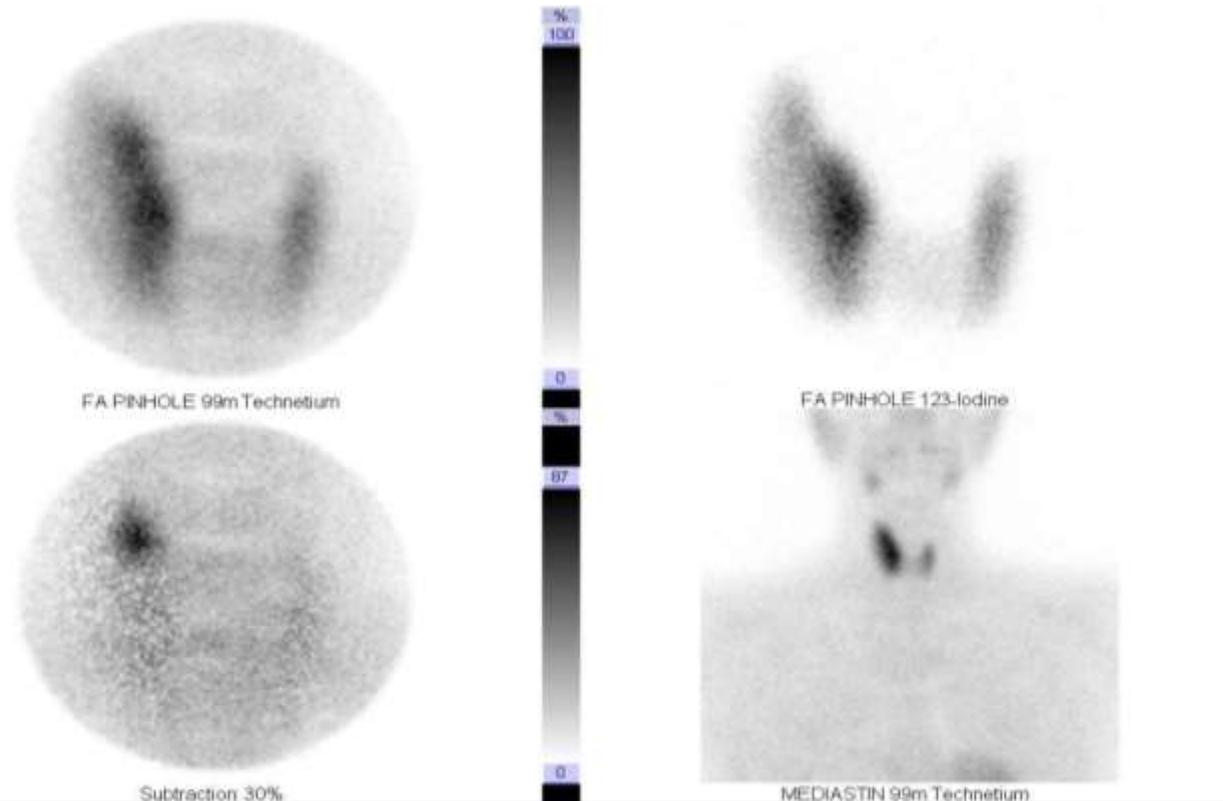
Avantages et limites du protocole simple-traceur

- ◆ MIBI seul **Simple** (1 image à 15 min, 1 image à 2h),

mais :

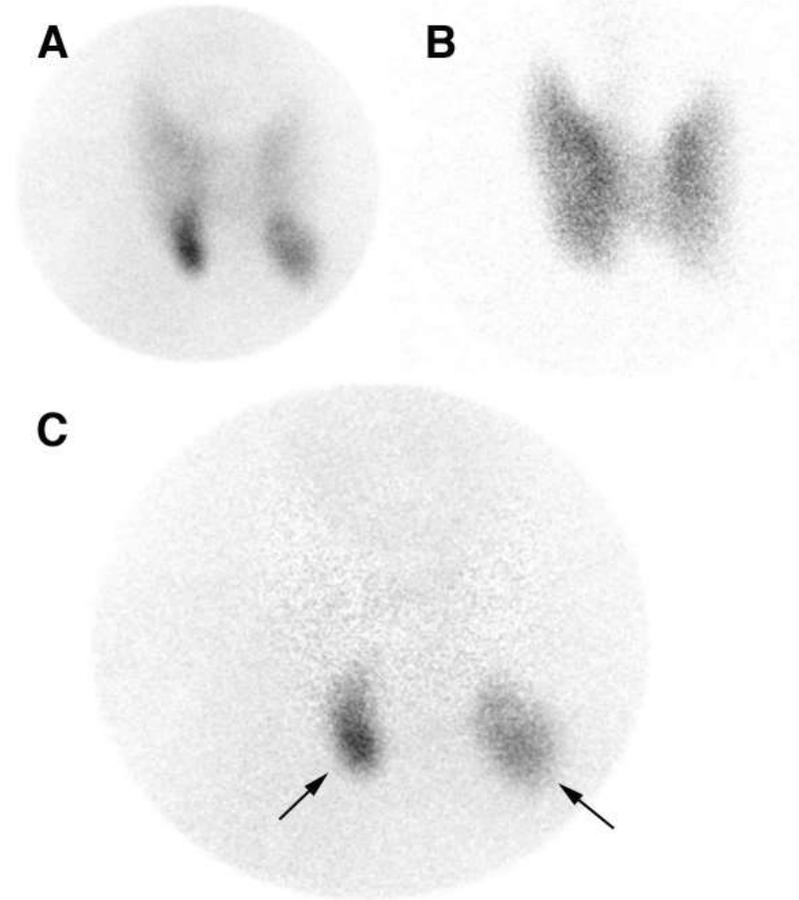
- Sensibilité limitée: certaines lésions présentent un largage rapide du traceur « rapid wash-out ».
 - » Dépistage moins bon des atteintes multiglandulaires (0/11 : Martin 1998).
- Difficulté de discerner les pathologies thyroïdiennes (source d'artefact)

Acquisition simultanée $^{99m}\text{TcMIBI}$ - ^{123}I



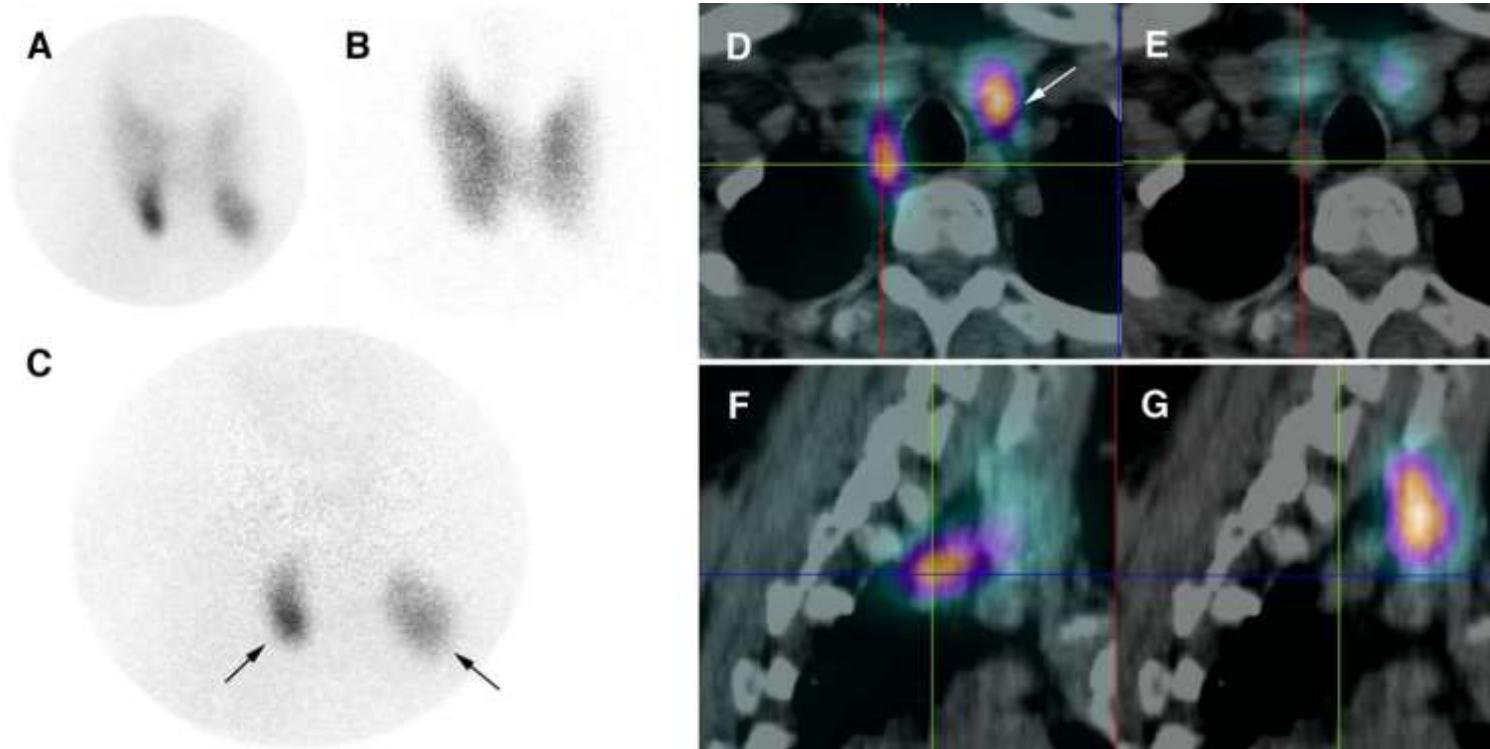
- ◆ Injection iode-123
- ◆ 2 heures après, injection du $^{99m}\text{Tc-MIBI}$
- ◆ Enregistrement simultané puis soustraction
- ◆ Images pinhole du cou
- ◆ Image cervico-médiastinale

Exemple de double-adénome



Apport du SPECT/CT

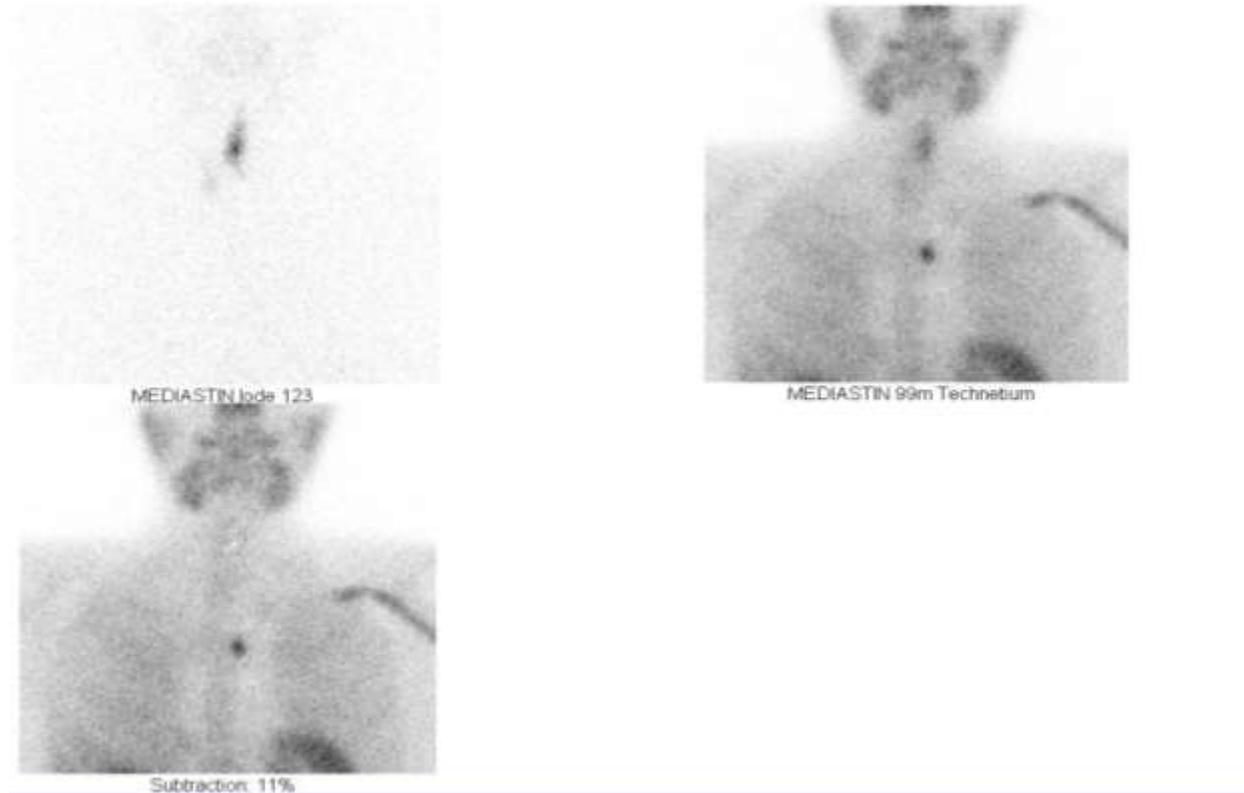
(Exemple de double-adénome)



The role of radionuclide imaging in the surgical management of primary hyperparathyroidism.
Hindie E, Zanotti-Fregonara P, Tabarin A, Rubello D, Morelec I, Wagner T, Henry JF, Taieb D.
J Nucl Med. 2015 Apr 9.

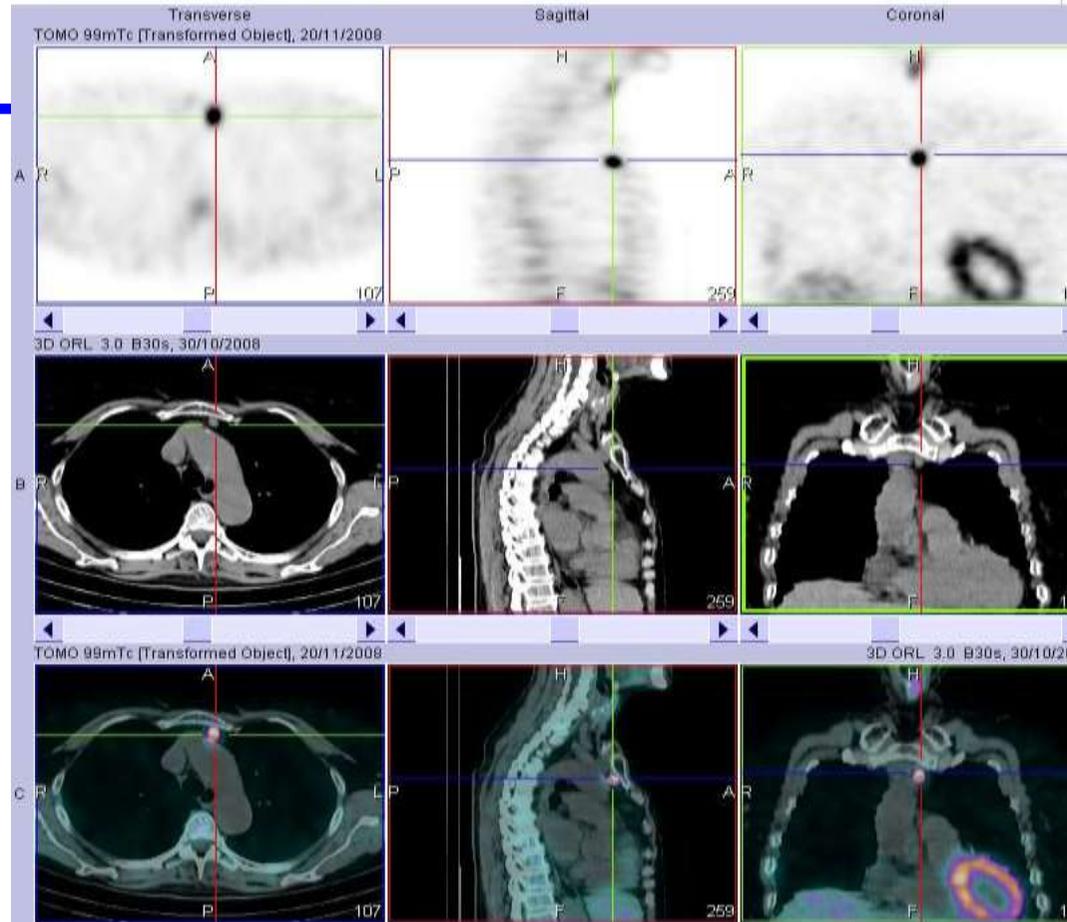
Apport du SPECT/CT

(parathyroïde ectopique médiastinale)



- ◆ Hyperparathyroïdie (Ca = 106; PTH = 146) chez une patiente ayant bénéficié d'une thyroïdectomie partielle 3 ans auparavant (pour maladie de Basedow).

Même patiente : images sestamibi, CT, et fusion



- ◆ Le foyer correspond à une formation de 9*9*15 mm en arrière du manubrium , en avant de la crosse de l'aorte.
- ◆ Adénome parathyroïdien de 537 mg intrathymique.

HYPERPARATHYROÏDIE PRIMAIRE

écho + MIBI

Concordantes
lésion cervicale
unique

Concordantes
lésions cervicales
multiples

Concordantes
lésion ectopique
médiastinale

Discordantes

Chirurgie
minimalement
invasive

Exploration
cervicale
bilatérale
classique

TDM ou IRM

Thoracoscopie

TDM ou IRM

Chirurgie
adaptée

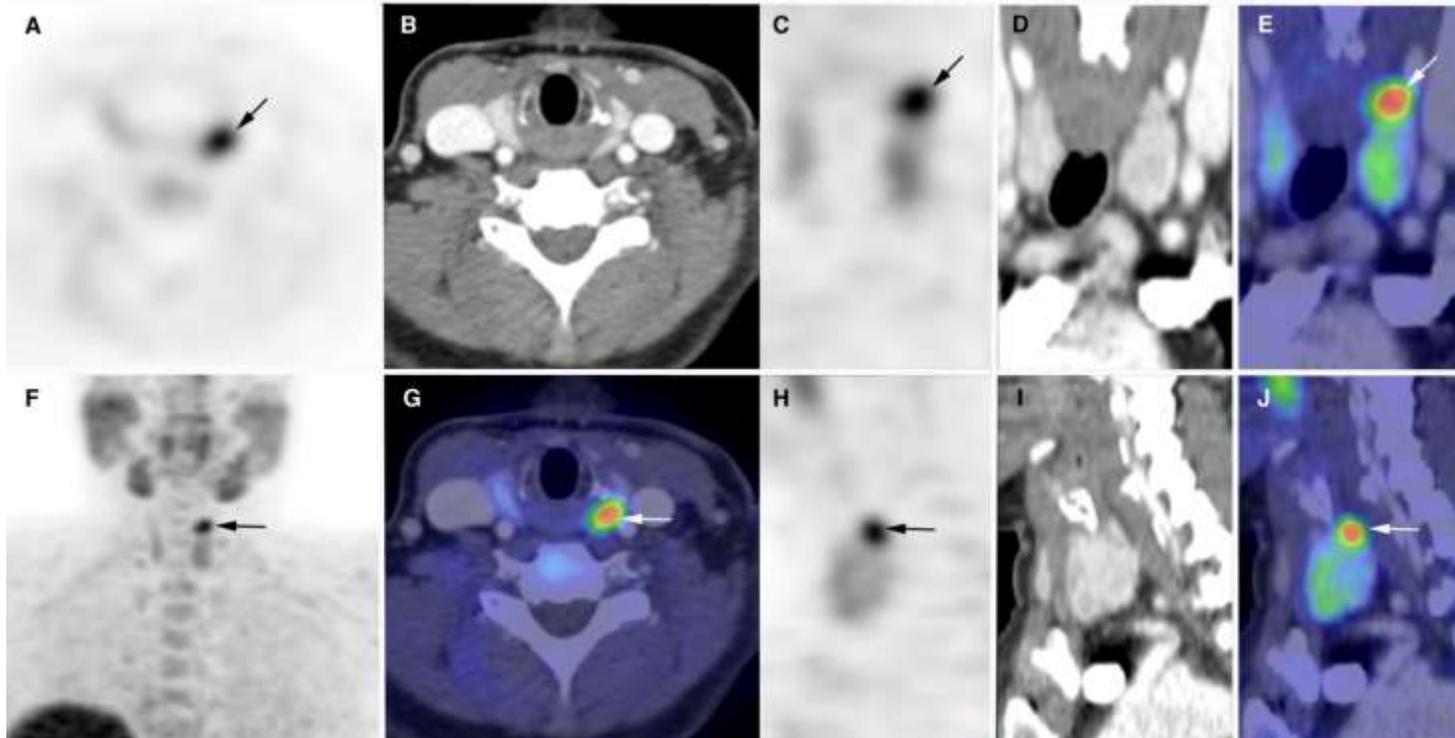
Imagerie parathyroïdienne et Traceurs TEP
« *A envisager si récurrence et autres explorations
négatives* »

¹¹C-Méthionine (peu disponible)

OU

18F-fluorocholine

Imagerie parathyroïdienne en TEP 18F-fluorocholine



The role of radionuclide imaging in the surgical management of primary hyperparathyroidism.
Hindie E, Zanotti-Fregonara P, Tabarin A, Rubello D, Morelec I, Wagner T, Henry JF, Taieb D.
J Nucl Med. 2015 Apr 9.

Tumeurs Endocrines Digestives

Scintigraphie classique « Octreoscan »

et

Traceurs TEP

OCTREOSCAN

« ¹¹¹In-pentétréotide »

- Analogue de la somatostatine marqué à l'Indium 111
- Octréotide se fixe aux récepteurs de la somatostatine
 - sstr2 ++++
 - sstr3 +
 - sstr5 +

INDICATIONS

- ◆ Bilan d'extension pré-thérapeutique des patients porteurs de tumeurs endocrines connues (tumeurs endocrines duodéno-pancréatiques ; carcinoïdes du grêle ; carcinoïdes bronchiques, etc.)
- ◆ Détection et localisation de la tumeur primitive devant un syndrome biologique de tumeur endocrine fonctionnelle
- ◆ Suivi des patients après traitement et/ou détection et bilan des récives
- ◆ Sélection des patients pour traitement par analogues marqués

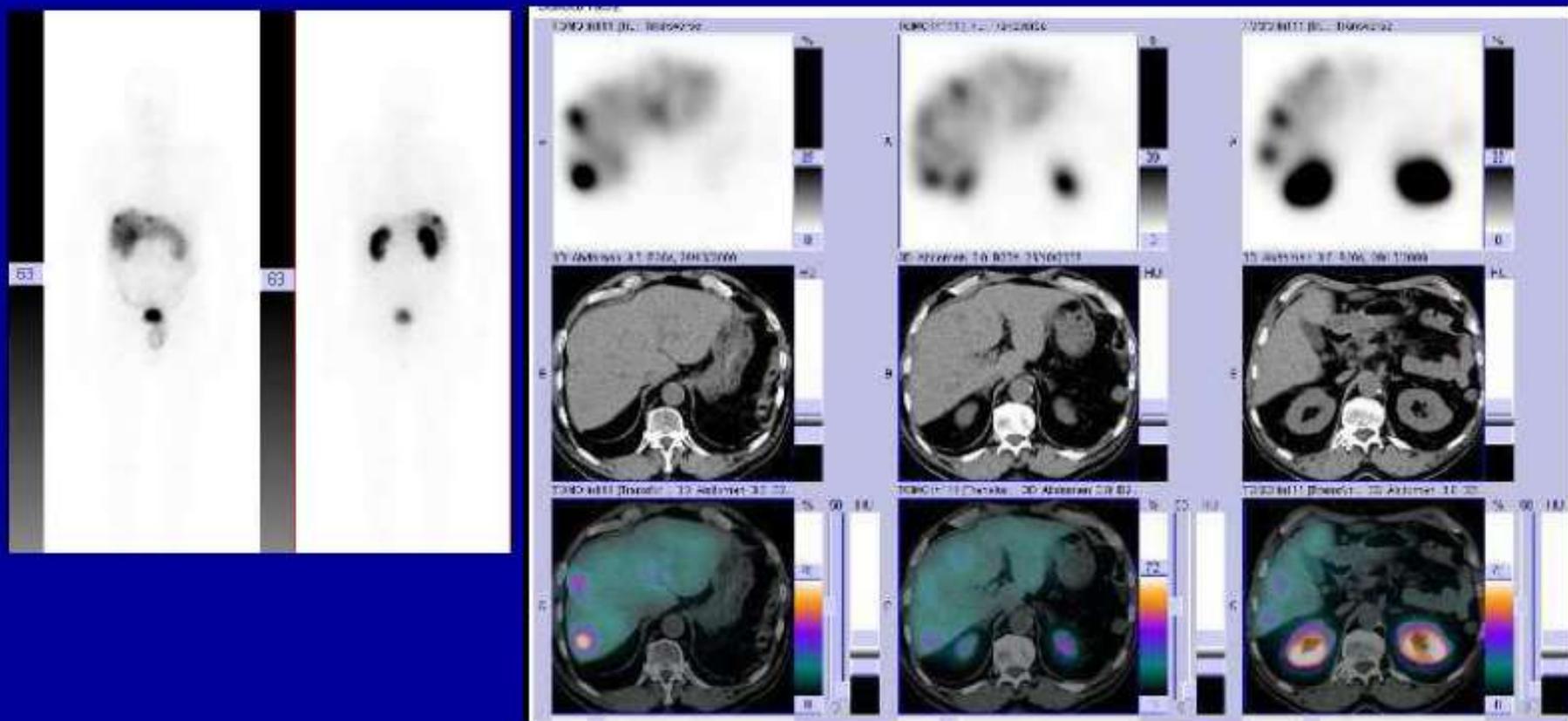
INTERPRETATION

- ◆ Images planaires enregistrées à 4h et à 24h post-injection
- ◆ Tomo-scintigraphique couplée au scanner « SPECT/CT » à 24h.
- ◆ Aspect normal : fixation physiologique :
 - Hypophyse, thyroïde, seins,
 - Foie, rate et reins, accumulation digestive



^{111}In -pentetreotide : TEMP-TDM

Métastases hépatiques



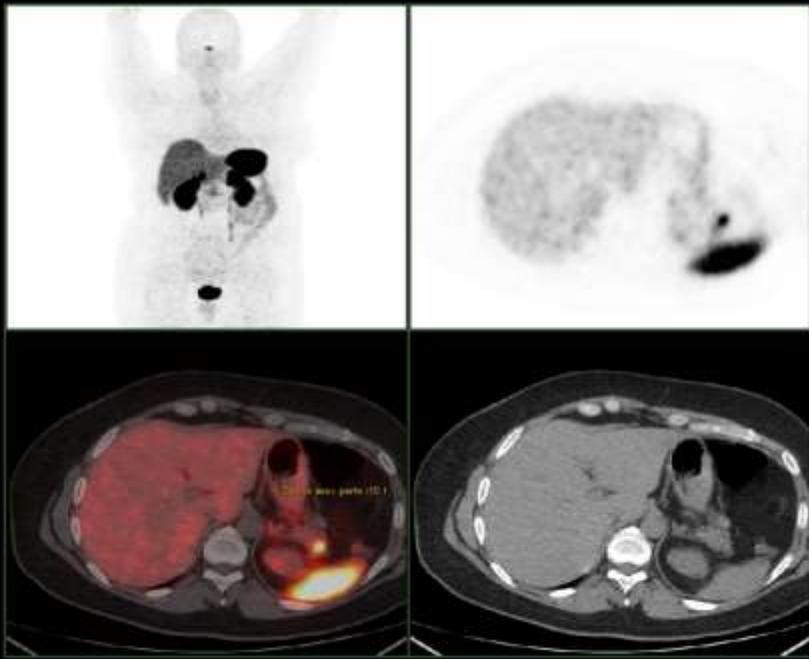
Traceurs TEP

- ◆ Analogues de la somatostatine marqués au ^{68}Ga
- ◆ ^{18}F DOPA (sensibilité élevée pour les carcinoïdes du grêle)
- ◆ ^{18}F FDG (pour les tumeurs peu différenciées)

Analogues marqués au 68-gallium pour imagerie TEP-TDM

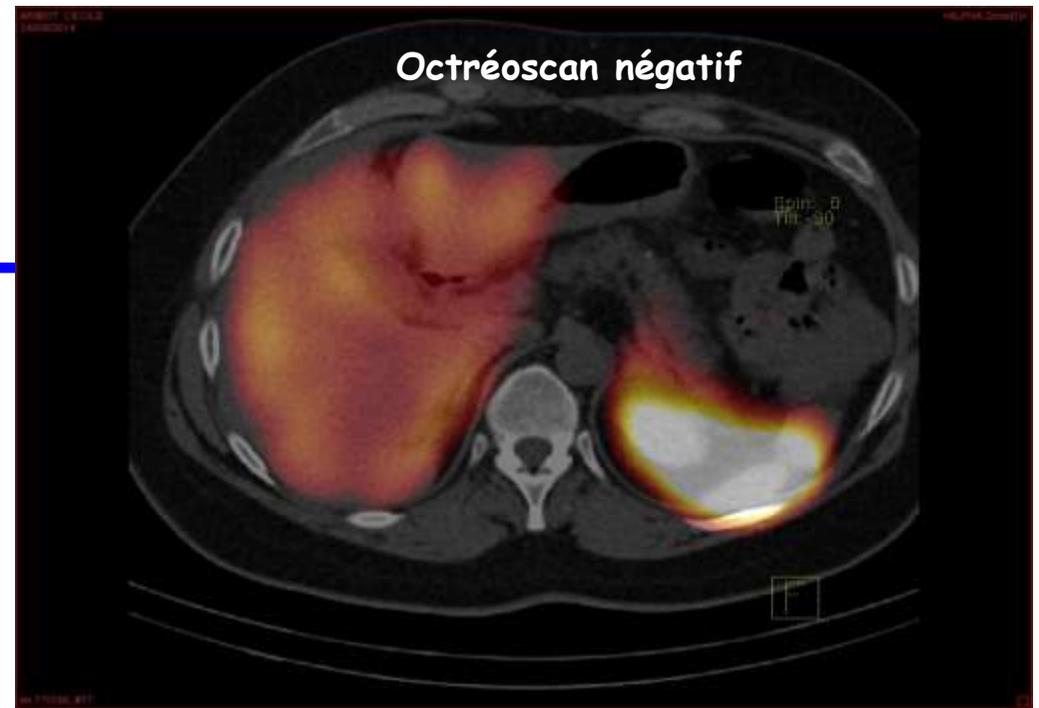
- ☞ Meilleure sensibilité
- ☞ Meilleure résolution
- ☞ Quantification de la captation (SUV)
- ☞ Imagerie en un seul temps à 1h de l'injection.

- ☐ Pas d'AMM pour l'instant
- ☐ Générateur de Ga68 et marquage des analogues sur site.

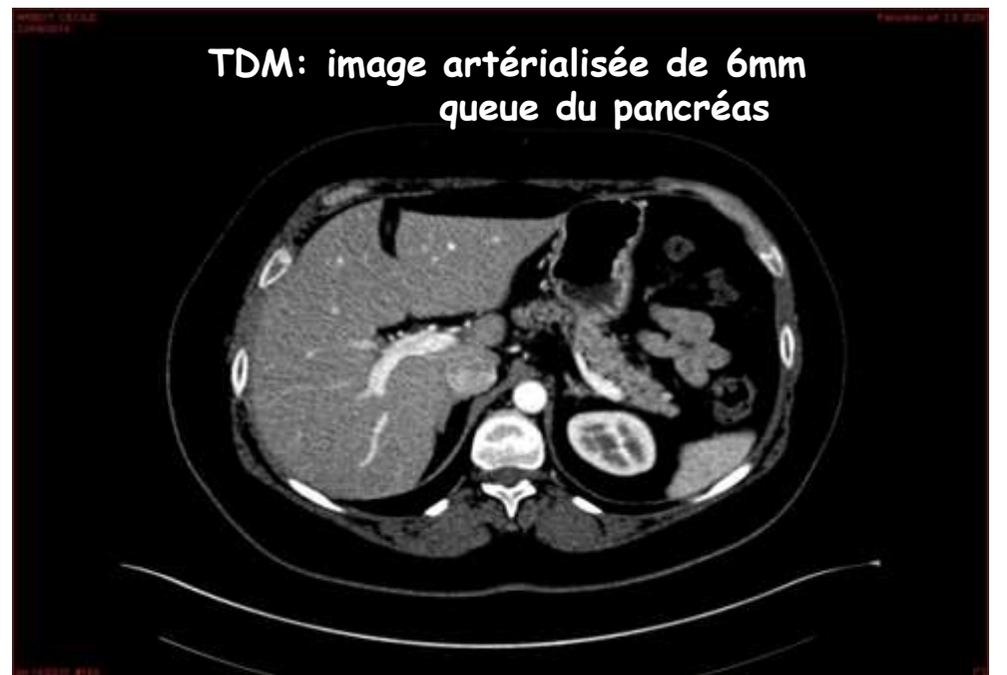


**68Ga-Dotatoc: hyperfixation
extrémité caudale pancréas**

**Patiente de 45 ans NEM1
ATCD triple énucléation insulinomes
Surveillance lésion punctiforme
queue pancréas**



**TDM: image artérialisée de 6mm
queue du pancréas**



Imagerie des Phéochromocytomes et Paragangliomes

Scintigraphie à la MIBG-I¹²³ (¹³¹)

+/- Scintigraphie des récepteurs de la somatostatine (Octreoscan)

et

Nouveaux Traceurs TEP

Paragangliomes

Dérivent du neuroectoderme

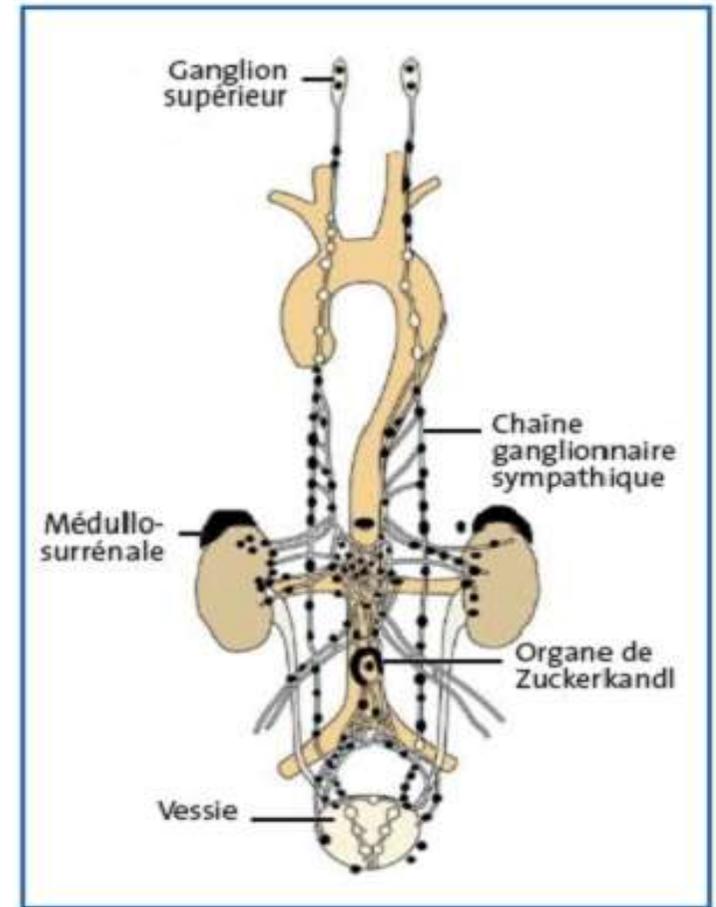
Si sécrétion de catécholamines

PGL dit « fonctionnel »

Phéochromocytome = Pgl fonctionnel dans la médullosurrénale

Paragangliomes, au dépend du tissu

- ◆ Sympathiques : rétropéritonéale « surrénalien ou extra-surrénalien » ou thoracique, ou pelvien)
- ◆ Para sympathiques : glomus carotidien,.....; sont rarement fonctionnels



Clinique

Pgl cervicaux classiquement : non sécrétant, palpation d' une tumeur, acouphènes, etc

Autres Pgl souvent fonctionnels

HTA (90%)

- Permanente (50%)
- Paroxystique (35%)
- (hypotension)

Malaises

- Céphalées (60-90%)
- Sueurs (55-75%)
- Palpitations (50-70%)



Triade : Sp 90%

Dosges:

Métanéphrines fractionnées urinaires
MN plasmatiques

Syndrome de prédisposition

Mutation gène VHL

- 25% phéochromocytome bilatéral, angiome rétinien, tumeur rénale, kyste pancréatique ++

Mutation SDHB(D),

NEM2A: mutation gène Ret

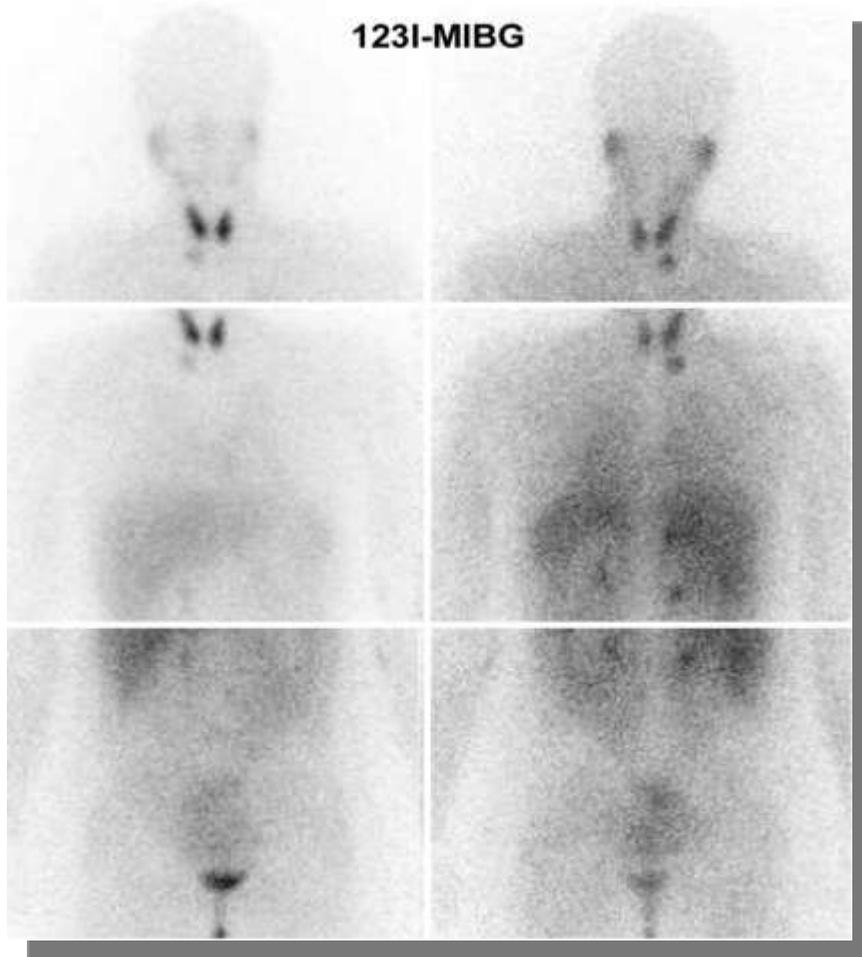
- CMT (90%), 50% phéo (1/3 bilatéral),
- Hyperpara 20%

NF1

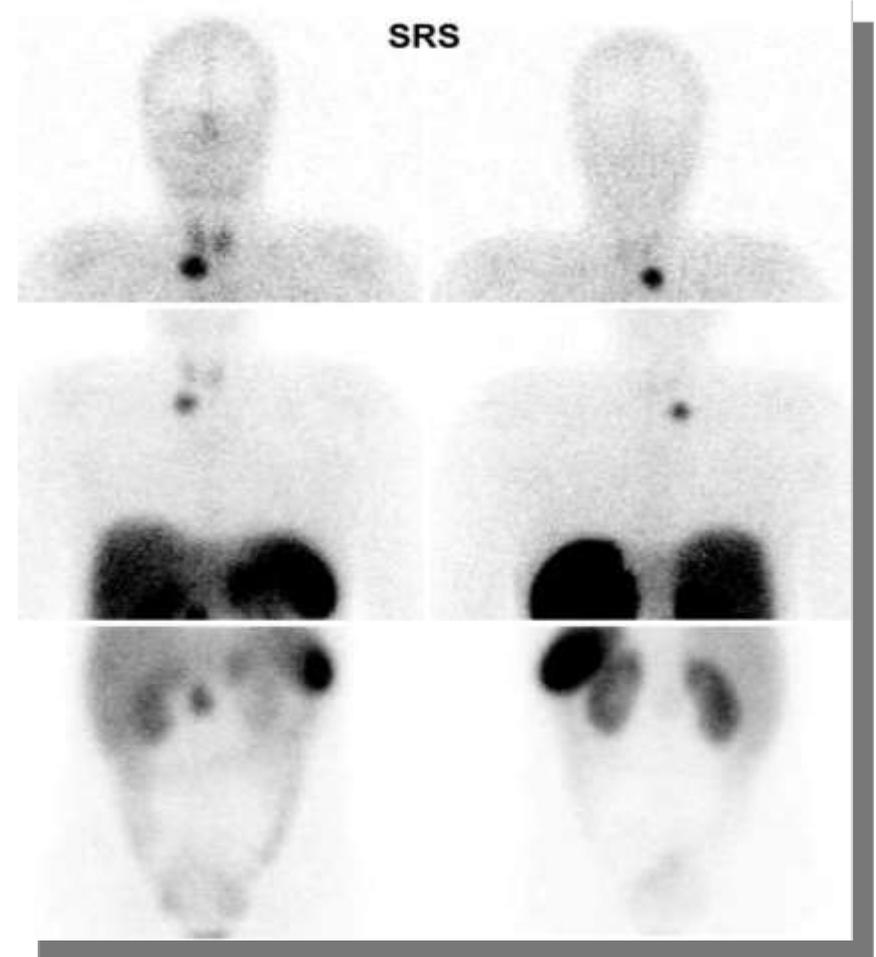
- 0,1 à 5% phéo , peau, neurofibromes ++

Scintigraphie conventionnelle

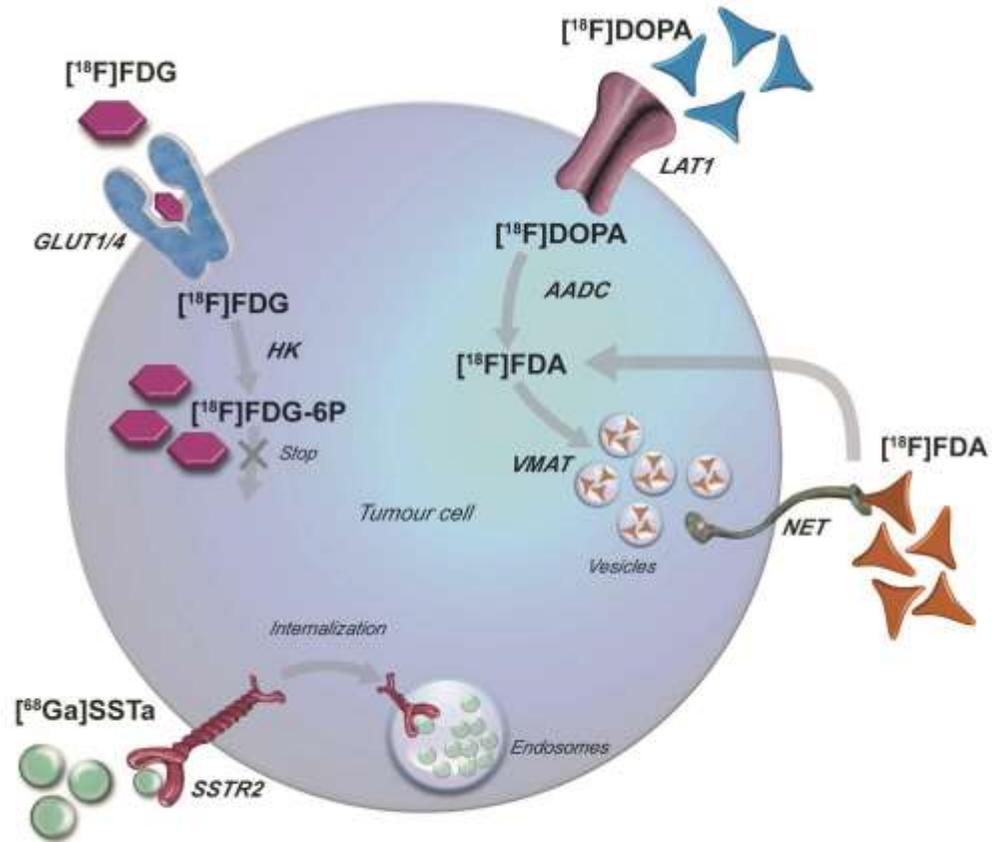
Scintigraphie MIBG



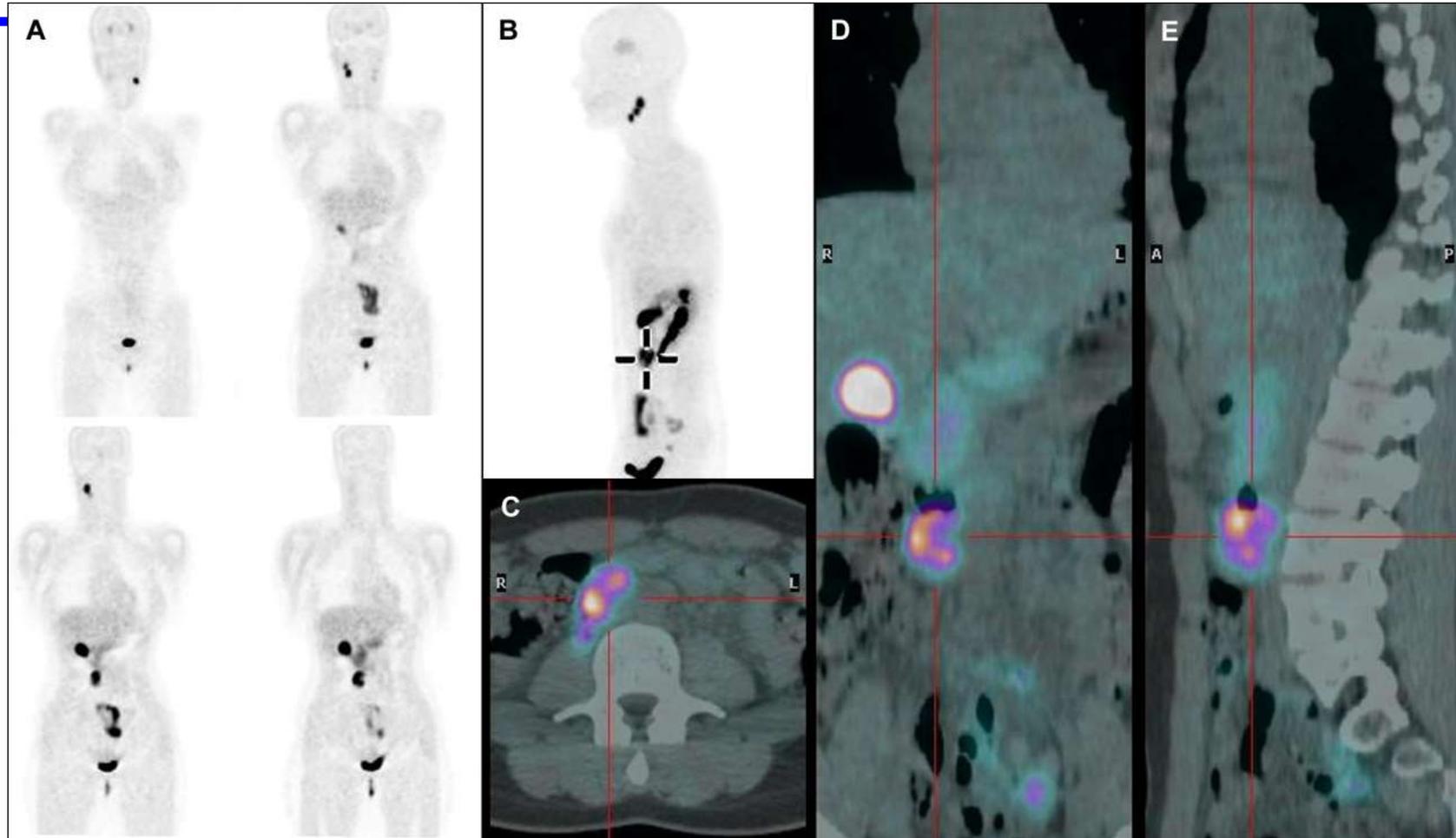
Scintigraphie Octréoscan



Traceurs TEP pour Paragangliomes : Mécanismes de captage et rétention

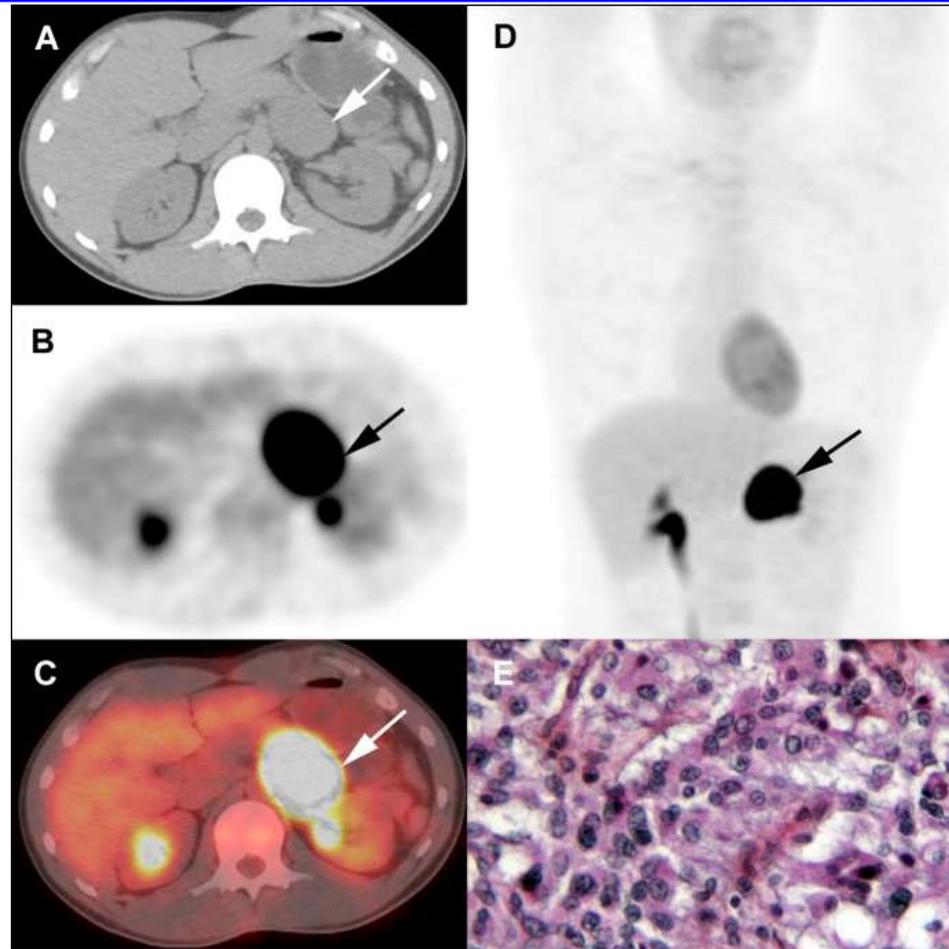


18F-FDOPA TEP/TDM chez un patient avec mutation SDHD et paragangliomes multiples du cou et de l'abdomen



- ◆ David Taïeb, Domenico Rubello, Adil Al-Nahas, Marie Calzada, Elif Hindié. EJSO 2011

18FDG-PET/TDM : Phéochromocytome de 3,3 cm de la surrenale gauche, non malin (PASS score = 0, Ki-67<1%, mitose=0). Mutation SDHB



Merci !