

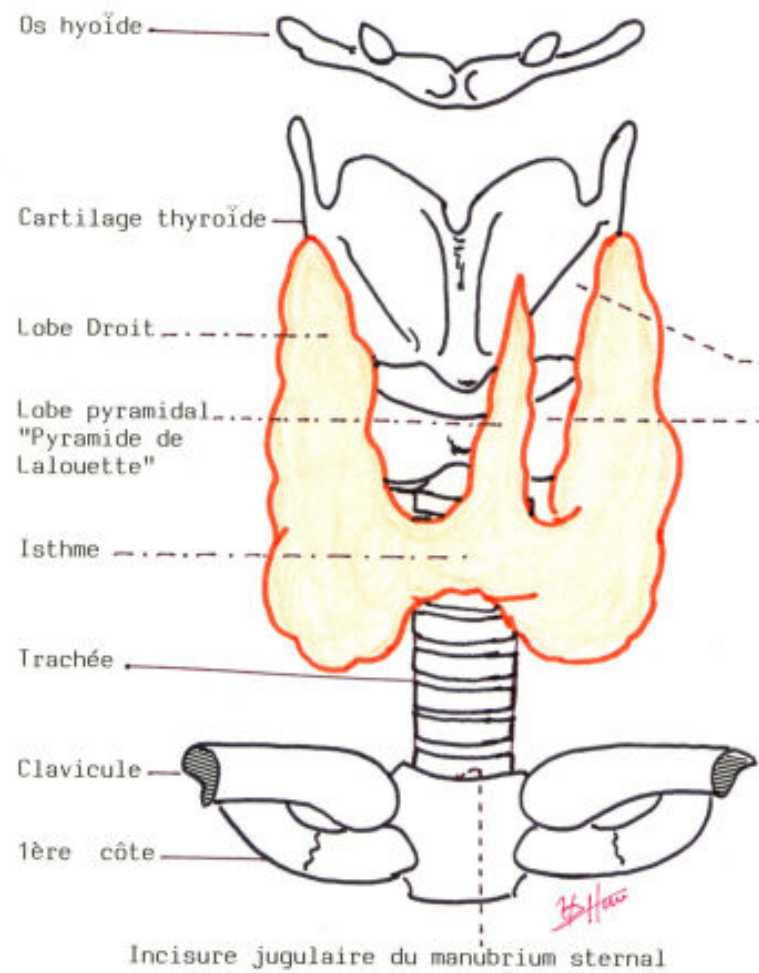
# Exploration fonctionnelle et imagerie thyroïdienne

Pr L. Sarda-Mantel, service de médecine  
nucléaire, Hôpital Lariboisière

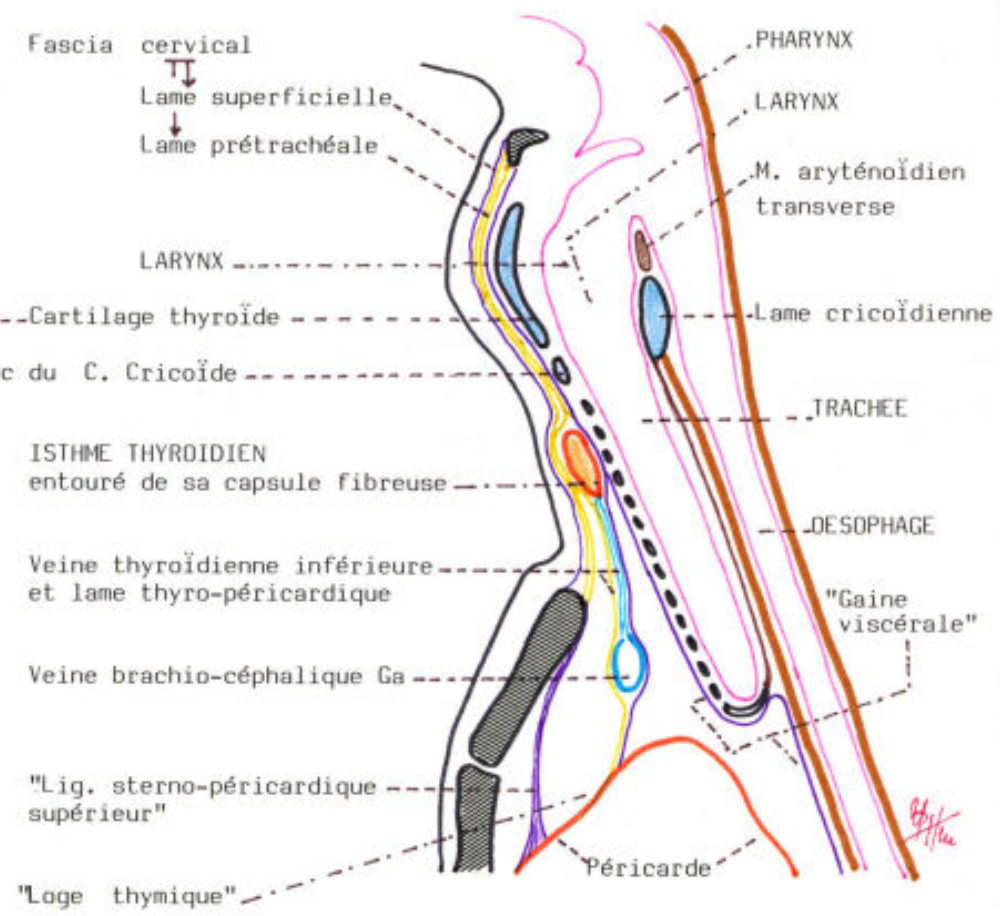
# La thyroïde

- Glande bilobée située à la face antérieure du cou en avant de la trachée; les 2 lobes de la thyroïde sont reliés par un isthme
- Thyroïde normale: 20-30g chez l'adulte, à peine palpable
- Deux types cellulaires :
  - les cellules C, à l'origine la sécrétion de la calcitonine qui est l'hormone diminuant le taux de calcium dans le sang
  - les cellules thyroïdiennes qui sont beaucoup plus nombreuses et regroupées sous forme de vésicules, synthétisent les hormones thyroïdiennes

GLANDE THYROÏDE . VUE ANTERIEURE



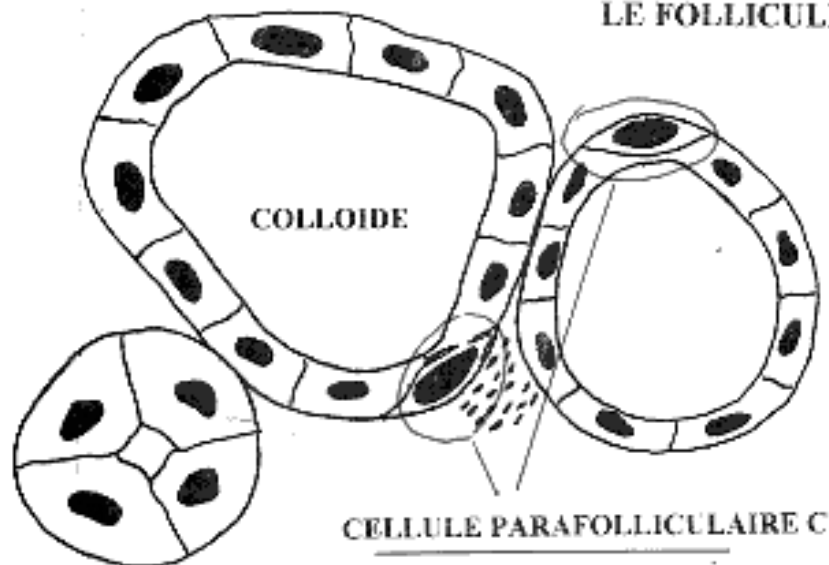
COUPE SAGITTALE PARAMEDIANE



# HISTOLOGIE

CELLULE FOLLICULAIRE OU  
VESICULAIRE OU  
THYREOCYTE

LE FOLLICULE



## 1. Fonction endocrine:

unité fonctionnelle = le follicule thyroïdien  
fonction = sécrétion des hormones T3 et T4

## 2. Fonction neuro-endocrine:

unité fonctionnelle = la cellule parafolliculaire C  
fonction = sécrétion de la thyrocalcitonine TCT

# La thyroïde

- Synthétise les hormones thyroïdiennes:
  - la triiodothyronine ou T3
  - et la tétraiodothyronine (thyroxine) ou T4
  - à partir de l'iode alimentaire (sel de mer)
  - Et des iodures (I-) endogène par recyclage

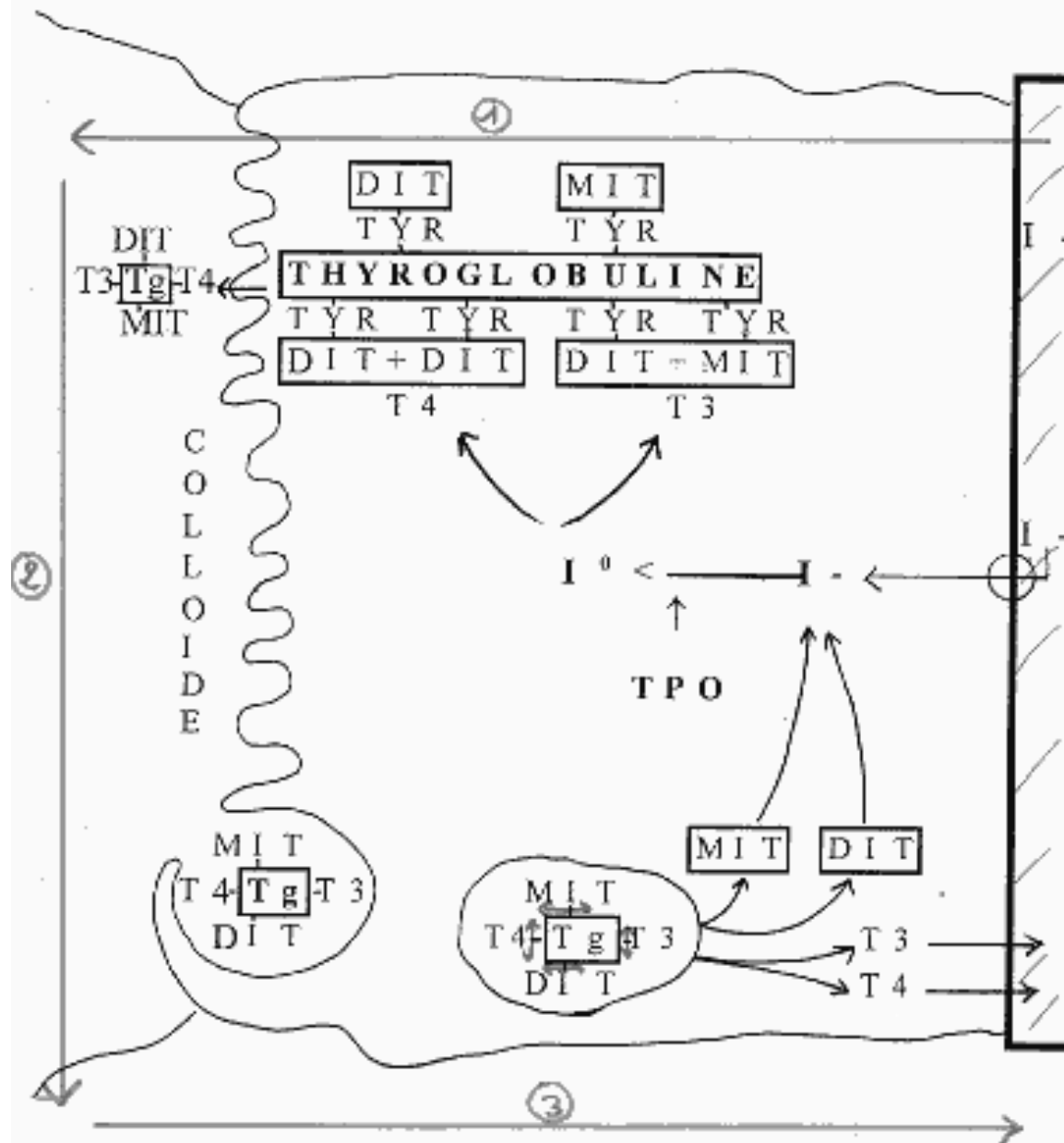
# Hormonosynthèse (1)

- **Captation active des ions I<sup>-</sup>** par des pompes à iodures, qui captent également le Tc-99m, le perchlorate..., également présentes dans l'estomac, les glandes salivaires
- **Synthèse intracellulaire:**
  - Oxydation des iodures en iode organique Io par les TPO (thyropéroxydases),
  - Synthèse de la thyroglobuline: Tg,
  - Fixation de l'Io sur la Tg (Mono-Iodo-Thyrosines et Di-Iodo-Thyrosines)
  - Couplage oxydatif des Io entre eux (3 iodes = T3) (4 iodes = T4)

# Hormonosynthèse (2)

- Stockage de la Tg iodée dans la colloïde
- Sécrétion de T3 et T4
  - Passage dans la cellule de la Tg iodée
  - Hydrolyse de la Tg en T3, T4, MIT, DIT
  - Sécrétion de T3 et T4 dans le sang (T4>>T3)
  - Désiodation des MIT et DIT  $\xrightarrow{\quad}$  I<sup>-</sup> (récupération)

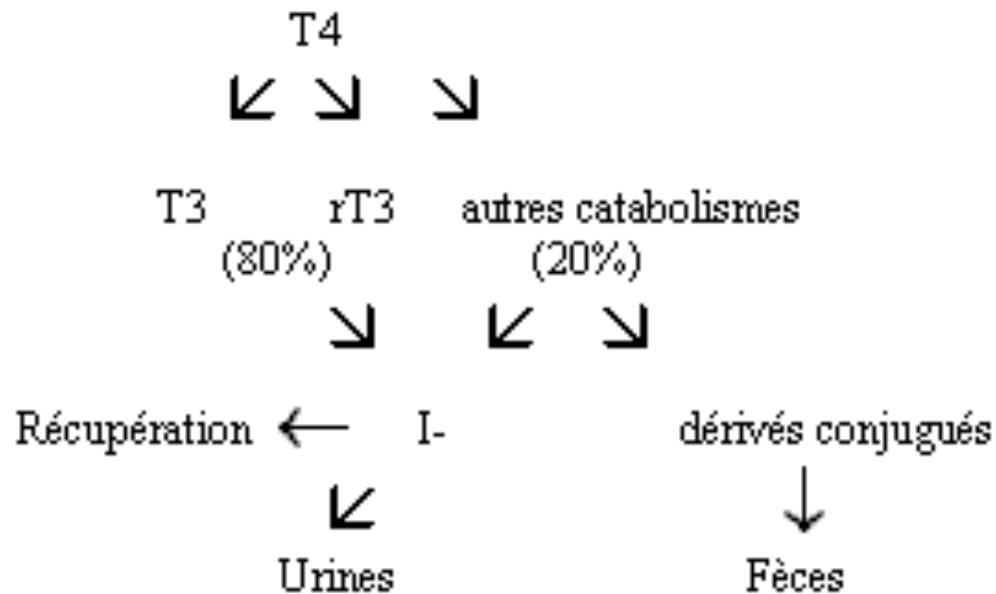
# HORMONOSYNTHESE





# Conversion périphérique et catabolisme

Foie, rein, thyroïde, SNC, tissu adipeux, hypophyse.



# Transport plasmatique des HT

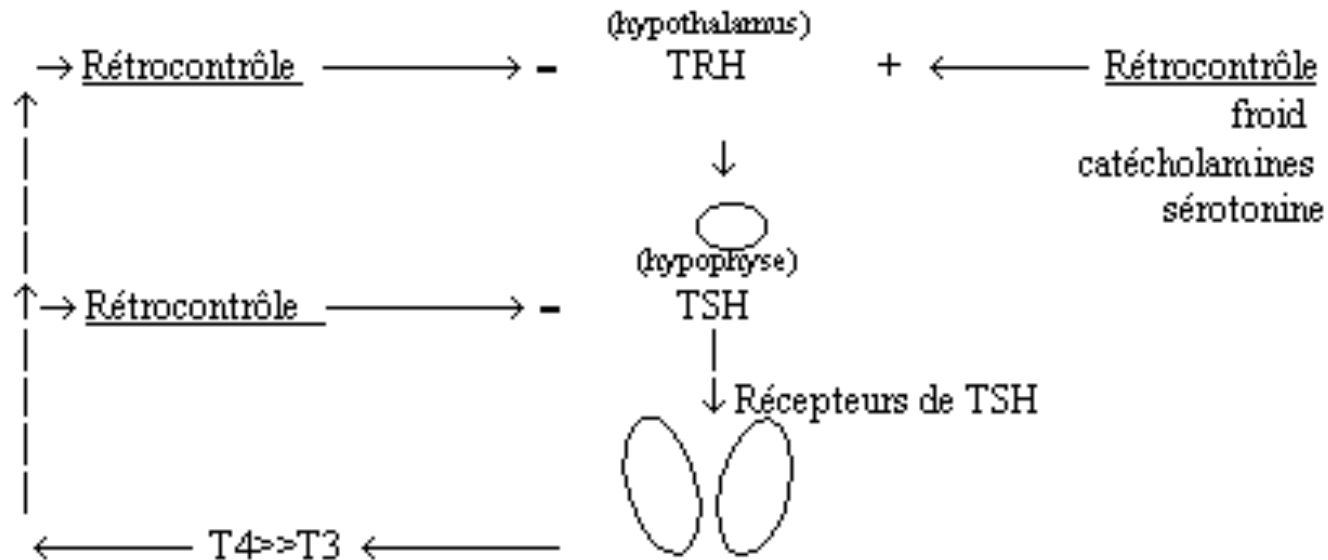
- Forme libre et active = LT3 et LT4
- Forme liée :
  - TBG = Thyroxine binding globulin
  - TBPA = Thyroxine binding prealbumine
  - Albumine et autres lipoprotéines

## Mécanismes d'action des HT

- Récepteurs cellulaires de T3.
- Action cellulaire (muscle, os, SNC)
- Action sur le métabolisme: lipides, hydrates de carbone, protéines

# Régulation de l'hormonosynthèse

- Axe hypothalamo-hypophysaire



TRH : Thyrotropin Releasing Hormon

TSH : Thyroid Stimulating Hormon ou thyrotropine ou thyrostimuline  
Hormon, Stimule toutes les étapes de l'hormonosynthèse : de la captation à la sécrétion, Action hyperplasique tissulaire, hypertrophique cellulaire.

# Régulation de l'hormonosynthèse

Autres mécanismes:

- Les iodures à forte concentration (effet Wolff Chaikoff)
  - Bloquent la captation et la synthèse.
  - Bloquent la conversion T4 en T3
  - Il existe des dysrégulations hyper ou hypothyroïdie à l'iode.

# Pathologies thyroïdiennes

- Dysfonctionnements thyroïdiens:
  - Maladies inflammatoires de la thyroïde (hypo/hyperthyroïdies)
  - Induits par l'iode (hyperT) ou certains médicaments (cordarone, lithium..)
  - Prise d'hormones thyroïdiennes
- Goîtres: augmentation de volume de la glande
  - Sans nodule: endémique, héréditaire
  - Avec nodules
- Pathologie nodulaire
  - Adénomes (bénins)
  - Cancers thyroïdiens

## LES CANCERS THYROÏDIENS

■ Il représente 6 à 8 % des nodules froids.

■ Anatomie pathologique :

**Les cancers développés à partir des cellules thyroïdiennes:**

- Bien différenciés :
  - cancers papillaires.
  - cancers vésiculaires.
- Moyennement différenciés :
  - cancers trabéculo-vésiculaires.
- Indifférenciés :
  - cancers anaplasiques.

**Les cancers développés à partir des cellules C :**

- Médullaires . Il existe des formes familiales.

# Explorations thyroïdiennes

- Bilan fonctionnel:
  - Clinique (signes d'hyperT ou hypoT)
  - Biologie
  - Scintigraphie
- Etude morphologique et tissulaire:
  - Clinique (palpation)
  - Echographie + doppler
- Etude cytologique:
  - Cytoponction de nodules, directe (nodule palpable) ou sous échographie

# Signes fonctionnels

- Hyperthyroïdie
  - Perte de poids
  - Palpitations
  - Nervosité
  - Tremblements
  - Insomnies
  - Diarrhée
- Rechercher des signes oculaires (maladie de Basedow)
- Hypothyroïdie
  - Prise de poids
  - Asthénie
  - dépression
  - Perte de cheveux
  - Infiltration cutanéomuqueuse
  - Faiblesse musculaire



# Le bilan hormonal

Dosages sanguins (valeurs variables selon les techniques de dosages) :

- TSH
- LT4
- LT3
- (Test au TRH):
  - Dosage basal de la TSH
  - IV de TRH
  - Dosage à +30mn de la TSH

# Le bilan hormonal

- **Hyperthyroïdie**

- Périphérique: TSH ↓ LT4 LT3 normales ou ↗
- Centrale: Très rare. TSH, LT4 et LT3 ↗
- Test au TRH (hyperthyroïdie périphérique limite): Non réponse

- **Hypothyroïdie**

- Périphérique: TSH ↗, LT4 LT3 normales ou ↓
- Centrale: Rare. TSH, LT4 LT3 ↓
- Test au TRH (hypothyroïdie périphérique frustré): Réponse explosive

# Bilan biologique

## Autres dosages

- Maladies thyroïdiennes auto-immunes (Basedow et thyroïdite lymphocytaire chronique)
  - Anticorps anti-TPO (Ac anti-TPO)
  - Anticorps anti-Tg
  - Anticorps anti-Récepteur de la TSH
- Thyroïdite aigue: Vs
- Saturation iodée: Iode totale (PBI) ou Iodurie/24H
- Cancers thyroïdiens: Tg (marqueur) + Ac-anti-Tg

# Scintigraphie thyroïdienne

- Contre-indication: Grossesse
- Avant l'examen, rechercher une cause de saturation iodée (environ 200 médicaments contenant de l'iode)
  - Produits de contraste iodés (scanner) : 4 à 6 semaines
  - L'Amiodarone : saturation plusieurs mois
  - La Bétadine (solution iodée absorbée par la peau)
  - L'Erythrosine (excipient iodé contenu dans certains médicaments)
- Hormonothérapie T3 et T4: il est préférable d'arrêter le traitement :
  - LT4 (Lévothyrox) : arrêter 3 semaines
  - LT3 (Cynomel) : arrêter 1 semaine

# Radiopharmaceutiques

- $I^{131}$ : Iodure de sodium
  - $T_{1/2} = 8j$
  - Emetteur gamma de 364 keV, Emetteur béta - de 250 keV
  - Non utilisé pour la scintigraphie (trop irradiant)
  - Traceur de choix pour la radiothérapie interne
- $I^{123}$ : Iodure de sodium
  - $T_{1/2} = 13,2h$
  - Emetteur gamma de 159 keV (bonne qualité des images)
  - Très peu irradiant
  - Traceur de choix pour la scintigraphie

# Radiopharmaceutiques

- Tc99m: Pertechnétate (ion  $\text{TcO}_4^-$ )
  - $T_{1/2} = 6\text{h}$
  - Emetteur gamma de 140 keV (bonne qualité des images)
  - Peu irradiant
  - Très peu cher
  - Captation par cellule thyroïdienne mais sans organification (pompes à iode)

# Biodistribution I-123 et I-131

- Le comportement de l'Iode radioactif = Iode froid
- Après injection IV
  - Captation thyroïdienne, glandes salivaires, estomac
  - l'iode passe dans le lait (possibilité de fixation mammaire)
  - Organification intra-thyroïdienne (suit le métabolisme hormonal)
  - Elimination urinaire et digestive
  - Fixation thyroïdienne normale à 2h : 10 à 20%
  - Fixation normale et maximale à 24h : 30 à 45%

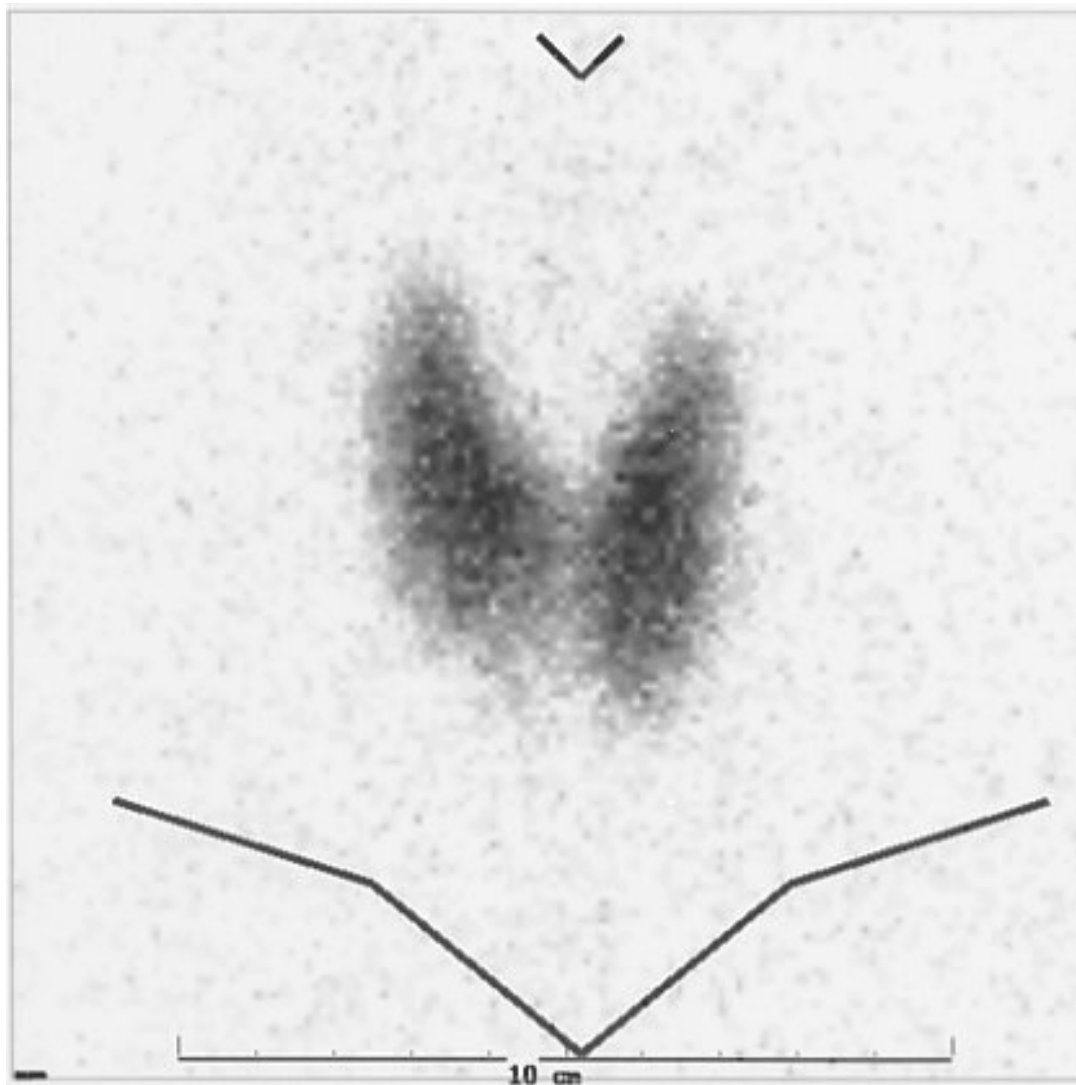
# Biodistribution Tc-99m

- Après injection IV :
  - Captations au niveau de la thyroïde, glandes salivaires, estomac
  - Pas d'organification intra-thyroïdienne
  - Elimination urinaire et digestive
  - Fixation maximale obtenue à 20 mn = 2 à 6%



# Scintigraphie à l'iode-123

- Activité injectée : 7,4MBq (200 micro Ci) IV
- Imagerie à + 2h : Gamma-caméra équipée d'un collimateur sténopé
- Mesure de la fixation thyroïdienne de l'iode en % de l'activité injectée:
  - $T\% (x)t = ((A(t) \times Fd) - BF)/A0$
  - $A(t)$  = Activité thyroïdienne au temps t (2 h)
  - Fd = Facteur de décroissance radioactive pendant le temps x
  - BF = Bruit de fond
  - A0 = Activité injectée



SCINTIGRAPHIE THYROIDIENNE (I123)

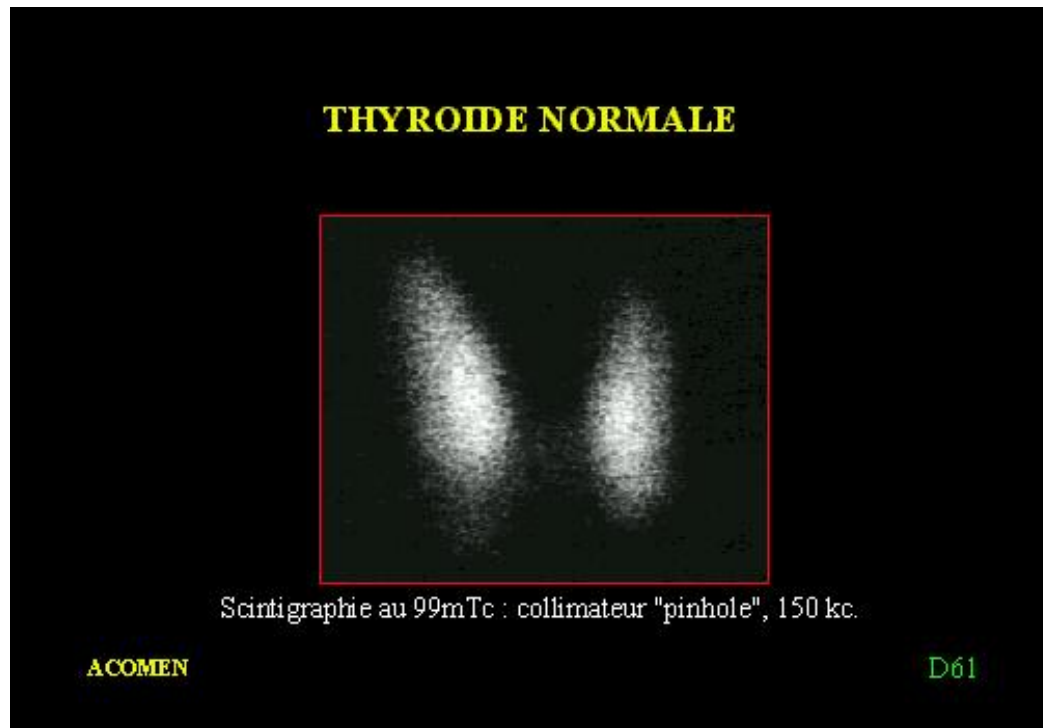
FIXATION 2H = 15%

Masse = 21g

Medecine Nucleaire CHU St-Etienne

# Scintigraphie au Tc-99m

- Activité injectée : 74MBq (2mCi) en IV
- Réalisation de l'examen 20mn après IV
- Scintigraphie sans mesure de fixation



# Echographie thyroïdienne

- L'échographie permet une analyse descriptive de la morphologie et de la structure de la thyroïde:
  - dimensions de chaque lobe (hauteur, épaisseur et largeur)
    - Nodules (nombre, taille, échostructure, échogénicité) ;
    - aires ganglionnaires: taille, aspect et situation d'éventuelles adénopathies
    - éventuelles compressions et déformations des organes de voisinage
    - vascularisation thyroïdienne
    - guider la cytoponction d'un nodule thyroïdien non ou mal palpable

# Echographie thyroïdienne

- Sonde de haute fréquence (7,5 MHz ou plus) indispensable pour obtenir une haute résolution spatiale
- Sonde linéaire de grande taille, ou une sonde sectorielle permettant l'étude des goitres plongeants et la mesure de la hauteur des lobes d'un goitre
- L'appareil permet d'obtenir:
  - une imagerie vasculaire en doppler couleur
  - la mesure des vitesses vasculaires en doppler pulsé
- La qualité de l'échographie est dépendante de l'opérateur  
L'échographe doit disposer d'une bonne expérience de l'appareillage et de la pathologie étudiée

# Nodule thyroïdien

- L'existence, la position et la taille d'un nodule peuvent être définies par la seule **palpation**.
- Dosages **T4I et TSH**: dysthyroïdie?
- **Echographie** permet la description d'un nodule suspecté à la palpation : situation au sein de la glande, mesures, caractère solide, liquide ou mixte, échogénicité, caractère isolé ou associé à d'autres nodules.
- La **scintigraphie** permet de caractériser les **nodules de plus d'1 cm**: hyperfixant (toujours bénin, surveillance biologique), ou hypofixant (surveillance écho +/- cytoponction). Il est inutile de la répéter lorsqu'elle a montré un nodule hypofixant.
- La cytoponction est l'examen qui a la meilleure valeur diagnostique en faveur du cancer à condition que les critères de qualité soient respectés.

# NODULE FROID



ACOMEN

D74

## NODULE FROID



ACOMEN

D73



## NODULE FROID

### CLINIQUE :

Femme de 56 ans présentant une formation nodulaire du lobe droit avec nette augmentation de volume au cours des 3 dernières semaines. Pas de signes de dysthyroïdie.

### BIOLOGIE :

TSH = 1,8 mU/l, T4 L = 16 pmol/l.

### SCINTIGRAPHIE :

Thyroïde asymétrique au profit du lobe droit avec volumineux nodule froid

### ECHOGRAPHIE :

Volumineuse formation kystique au sein du lobe droit.

**CONCLUSION :** Volumineux kyste du lobe droit.



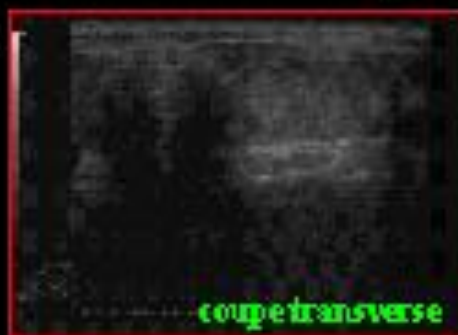
## NODULE FROID

**CLINIQUE** : femme de 47 ans  
présentant une formation nodulaire  
palpable au niveau du pôle supérieur  
du lobe gauche découverte à la  
médecine du travail.

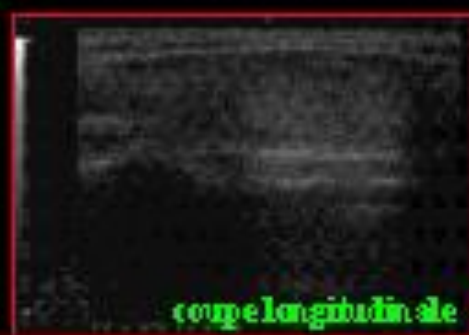
**BIOLOGIE** : normale.

**SCINTIGRAPHIE** : nodule froid  
supéro-lobaire gauche.

**ECHOGRAPHIE** : nodule  
tissulaire hyperéchogène  
bien délimité

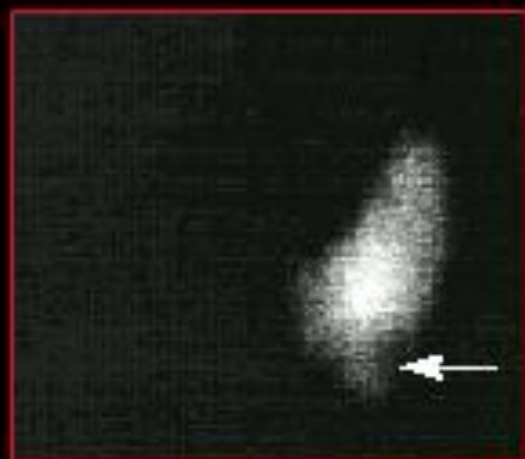


coupe transverse

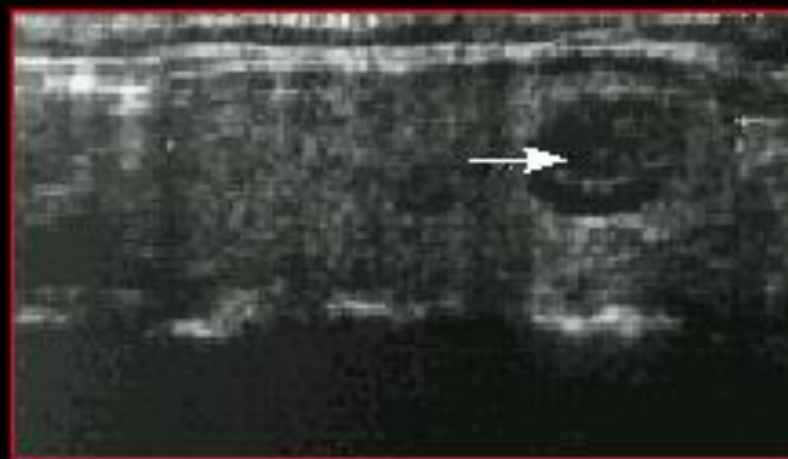


coupe longitudinale

## MOIGNON THYROÏDIEN POST-CHIRURGICAL



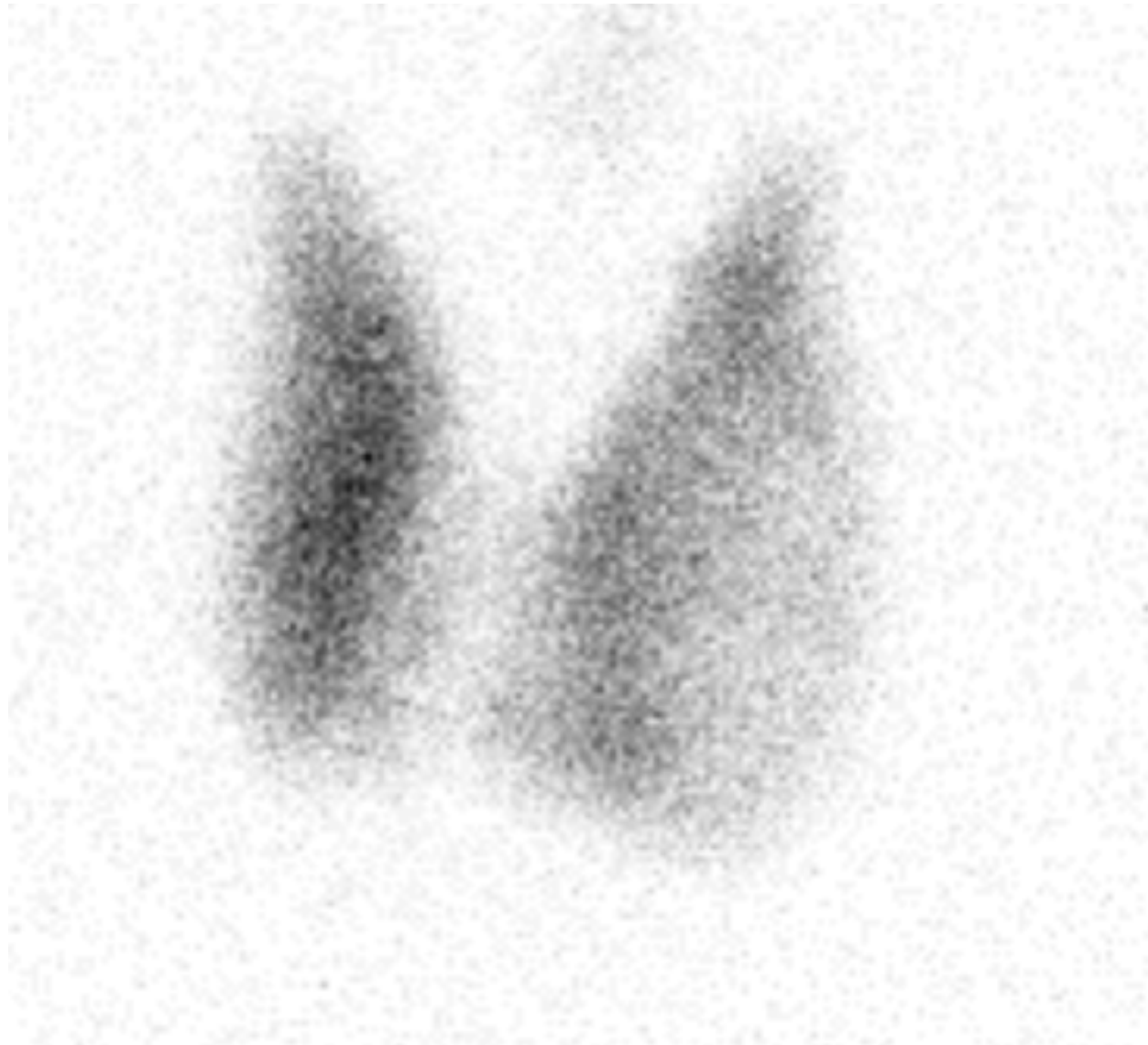
Scintigraphie



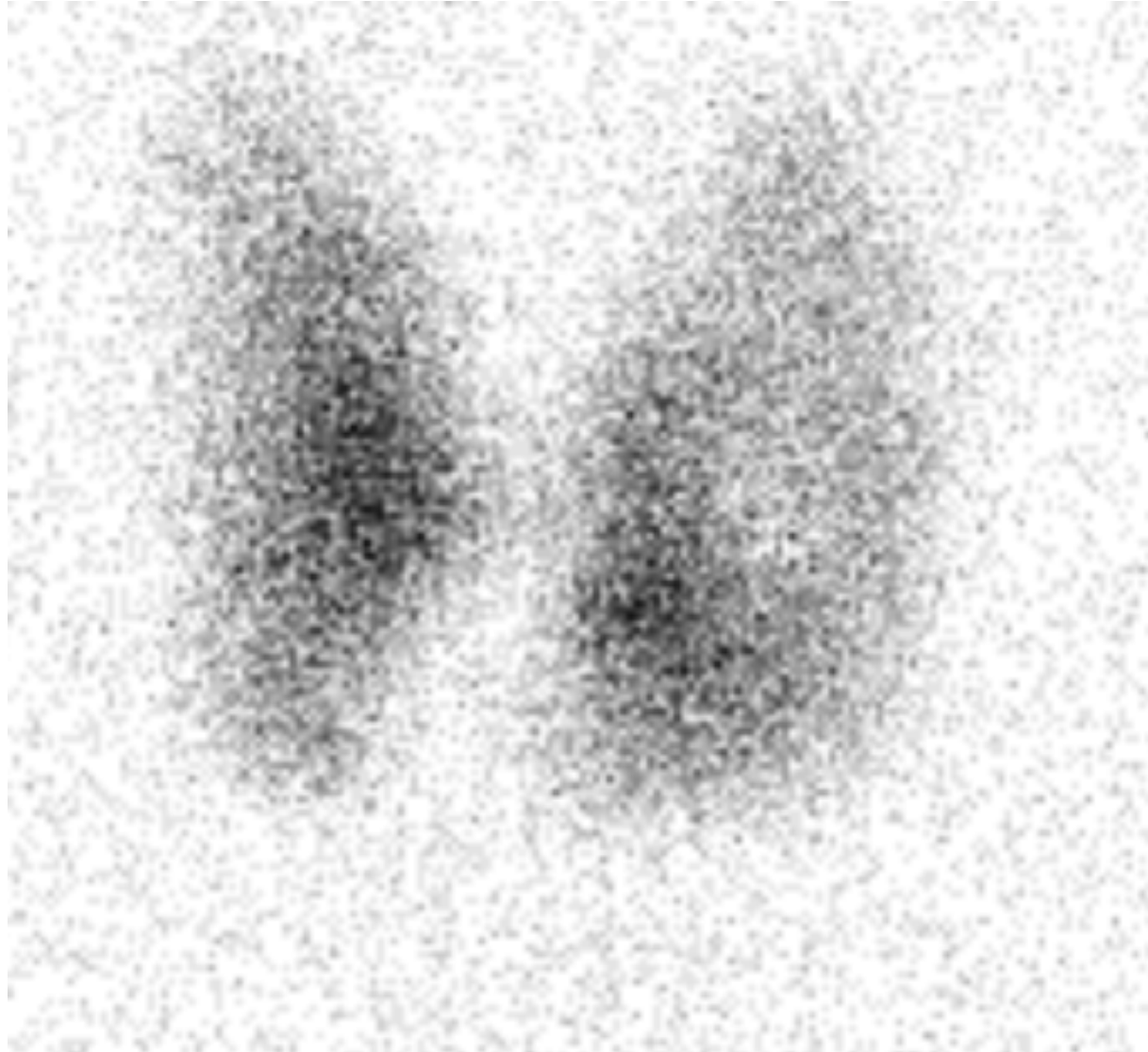
Echographie 7,5 MHz  
coupe longitudinale du lobe gauche.

**Hémi-thyroïdectomie droite, présence d'un petit nodule froid bien individualisable à l'échographie.**

# Nodule froid – Iode 123



# Nodule froid – Iode123



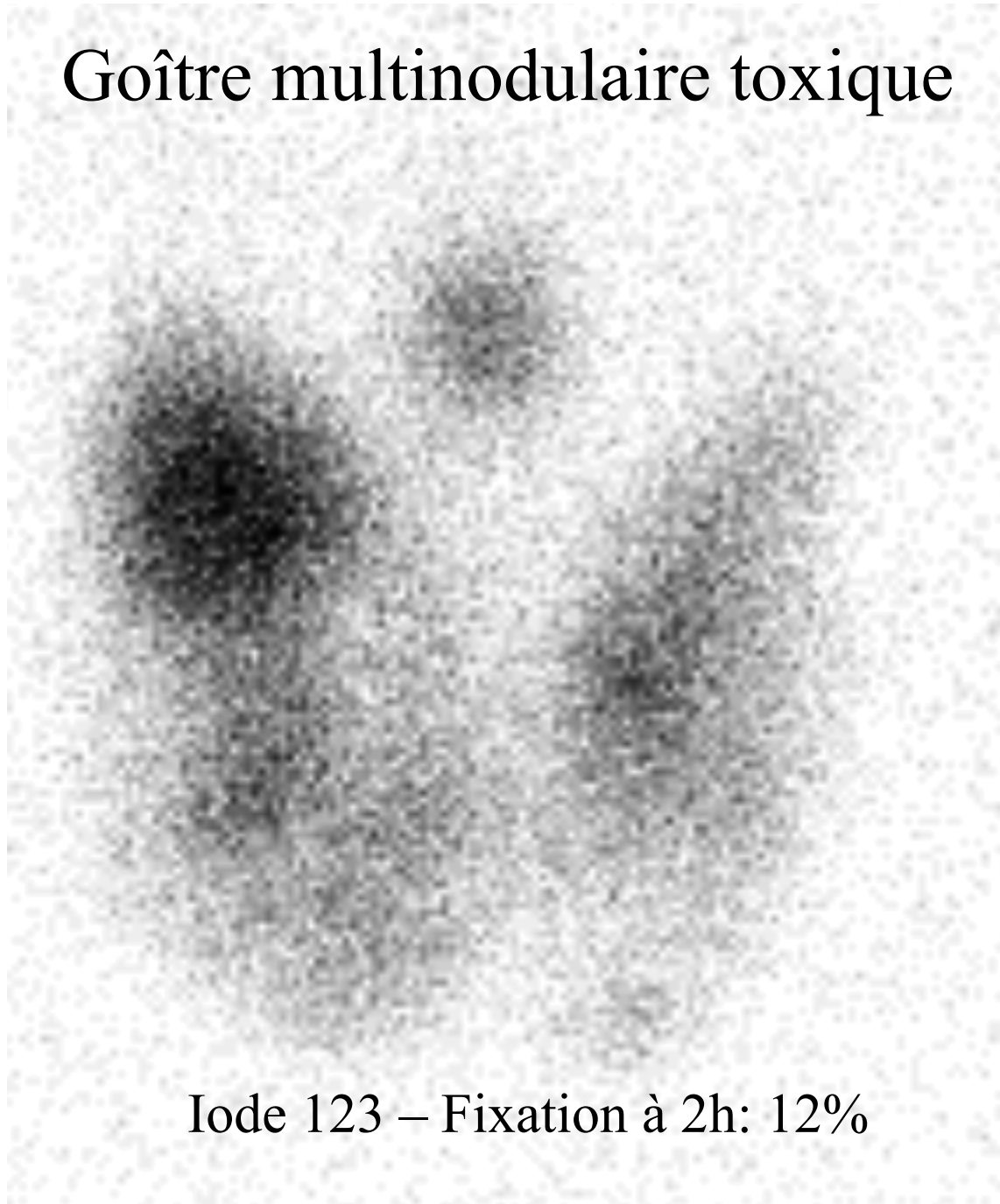
# Goitre multi-nodulaire – Multiples nodules froids



Iode 123



# Goître multinodulaire toxique



Iode 123 – Fixation à 2h: 12%

## NODULE CHAUD NON EXTINCTIF



Scintigraphie à 123 I: collimateur "pinhole", 75 kc.



# NODULE CHAUD EXTINCTIF

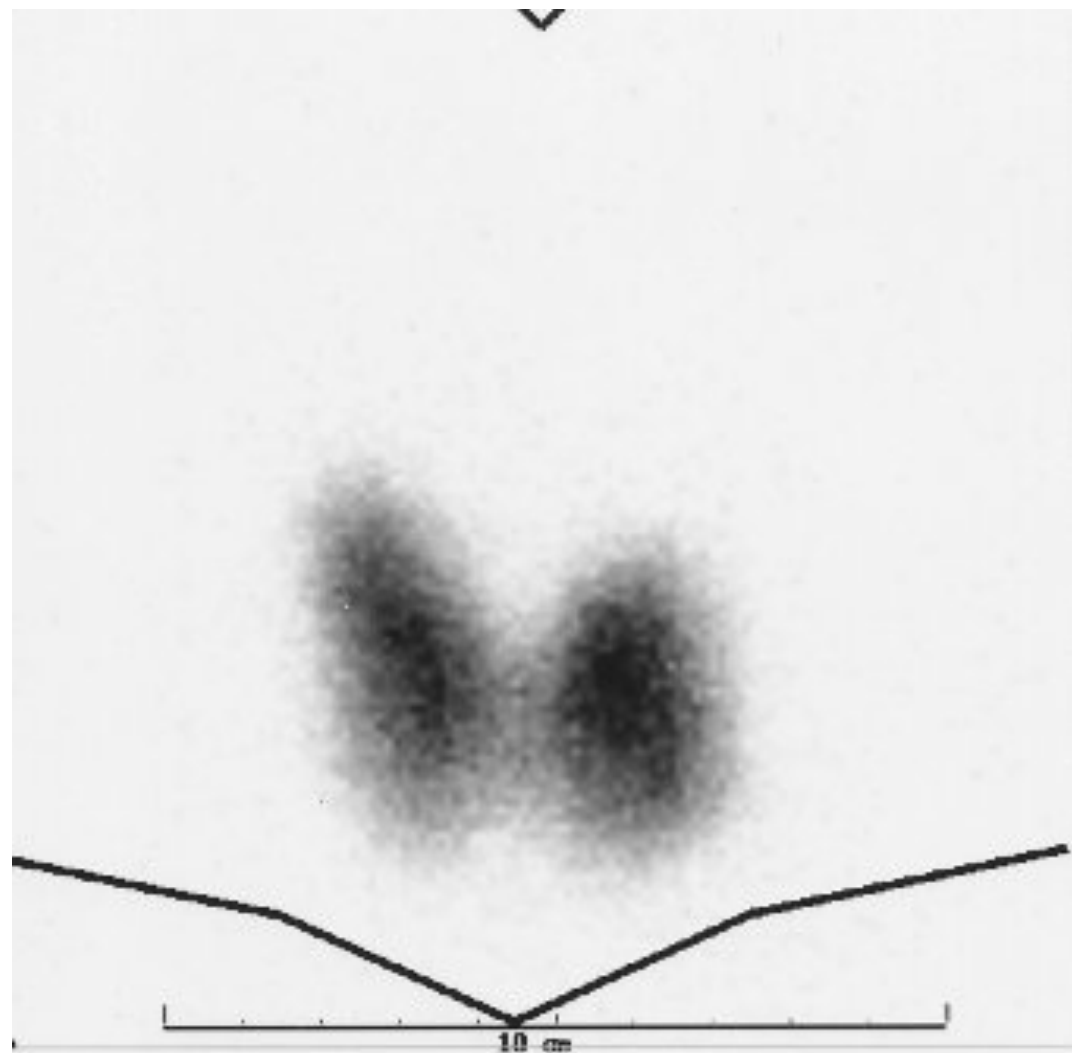


ACOMEN

D70

# Hyperthyroïdie

- Dosages **T3I, T4I, TSH**
- Le dosage des **Ac anti-thyroïdiens** à la recherche d'une atteinte inflammatoire auto-immune (Ac augmentés)
- La **scintigraphie** permet de connaître la cause de l'hyperthyroïdie et donc de guider le traitement:
  - Maladie de basedow: fixation homogène, augmentée
  - Nodule toxique: hyperfixation d'un ou plusieurs nodules
  - Surcharge iodée: pas de fixation
  - Thyroïdite subaiguë de De Quervain: pas de fixation
- L'échographie montre un aspect typique dans la maladie de Basedow, permet de faire le bilan des nodules



SCINTIGRAPHIE THYROIDIENNE I123

Fixation 2h = 58%

Masse = 28g

Medecine Nucleaire CHU St-Etienne

## **HYPERTHYROIDIE : MALADIE DE BASEDOW**

### **CLINIQUE :**

Femme de 40 ans, amaigrissement de 8 kg en trois mois, pouls à 130, exophtalmie modérée, signe du tabouret, goître important vasculaire.

### **BIOLOGIE :**

TSH < 0,1 mU/l, T4 L = 54 pmol/l,  
Ac-antirécepteurs de TSH = 46 U/l (N < 10 U/l).

### **SCINTIGRAPHIE :**

Thyroïde nettement augmentée de volume et de fixation homogène.

### **ECHOGRAPHIE :**

Thyroïde nettement augmentée de volume et hypoéchogène dans son ensemble.

### **CONCLUSION :**

Maladie de Basedow. Traitée initialement par ATS puis par chirurgie de réduction.

**ACOMEN**



D89

## **HYPERTHYROIDIE : MALADIE DE BASEDOW**

### **CLINIQUE :**

Femme de 58 ans, amaigrissement de 3 kg en un mois, rétraction palpébrale, pas d'exophtalmie, pouls à 105 avec arythmie, goître modéré.

### **BIOLOGIE :**

TSH < 0,1 mU/L, T4 L = 40 pmol/L.

### **SCINTIGRAPHIE :**

Goître modéré, diffus et de fixation homogène et importante.

### **FIXATION THYROIDIENNE :**

**123 I** : 49 % à la 6<sup>e</sup> heure.

### **CONCLUSION :**

Maladie de Basedow. Traitement par ATS puis par <sup>131</sup>I, 222 MB q (6 mCi)  
Euthyroïdie 3 ans après traitement.



## **HYPERTHYROIDIE : MALADIE DE BASEDOW**

**CLINIQUE :** Femme de 35 ans, exophtalmie.

Amaigrissement de 5 kg en deux mois, arythmie et pouls à 120. Goitre discret à la palpation.

**BIOLOGIE :** TSH < 0,01 mU/l  
T4 L = 28 pg/ml  
T3 L = 13,7 pg/ml

**SCINTIGRAPHIE :**

Aspect de goitre diffus homogène globalement hyperfixant.

**CONCLUSION:**

Résultats d'hyperthyroïdie basedowienne. Traitement par ATS





# Maladie de Basedow + nodule froid lobaire gauche



Fixation à 2h: 35%

## GOÏTRE MULTIHÉTÉRONODULAIRE TOXIQUE

### CLINIQUE :

Femme de 81 ans, pouls à 100 avec arythmie. Pas de signe oculaire, pas d'amaigrissement. Léger tremblement. Goître multinodulaire important.

### BIOLOGIE :

TSH < 0,1 mU/L, T4 L = 43 pmol/L.

### SCINTIGRAPHIE :

Association de plusieurs nodules froids et de deux nodules hyperfixants.

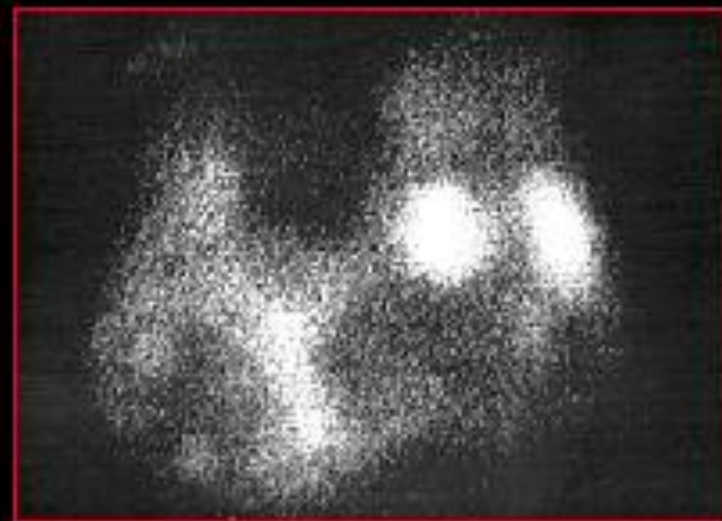
### CONCLUSION :

Goître multihétéronodulaire toxique.

Traitement par  $^{131}\text{I}$ , 444 MBq

(12 mCi) après préparation par ATS.

Euthyroïdie après un an de recul.





## **HYPERTHYROIDIE A L' IODE**

### **CLINIQUE :**

Homme 51 ans; coronarien, traité par amiodarone depuis 2 ans.  
Amaigrissement 16 kg en 6 mois. Apparition d'un goitre régulier, très ferme.

### **BIOLOGIE :**

TSH  $< 0,1$  mU/l, T4L  $> 57$  pmol/l,  
iode total = 8000 nmol/l

### **SCINTIGRAPHIE :**

Quasi "blanche". Fixation 6 h = 2 %.  
(surcharge iodée)

### **TRAITEMENT :**

PTU + corticoïdes. 3 mois après, euthyroïdie biologique.



# Hypothyroïdie

- T3I, T4I, TSH
- Dosage des **Ac anti-thyroïdiens** à la recherche d'une atteinte inflammatoire auto-immune
- Et **échographie** à la recherche de signes inflammatoires parenchymateux
- Afin d'étayer le dg de thyroïdite chronique de Hashimoto
- Pas d'intérêt de la scintigraphie

## ECTOPIE THYROIDIENNE

**CLINIQUE** : Jeune fille de 18 ans. Nodule médian prétrachéal asymptomatique.

**BIOLOGIE** : TSH = 3,2 mUA ; T4l = 11,8 pmol/l ; T3l = 5,7 pmol/l .

### SCINTIGRAPHIE AU Tc 99m :

- pas de thyroïde en place.
- tissu thyroïdien fonctionnel avec nodule froid au niveau hyoïdien.

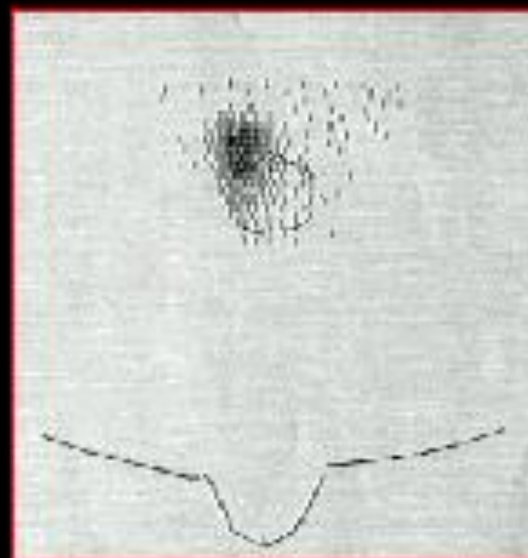
### ECHOGRAPHIE :

- loges thyroïdiennes vides.
- au niveau hyoïdien, tissu thyroïdien normal avec une partie nécrosée.

### CONCLUSION :

Ectopie thyroïdienne hyoïdienne avec nodule kystique, en euthyroïdie.

ACOMEN



D101

# Conclusion

- Le dg des maladies de la thyroïde s'effectue sur l'association d'éléments cliniques, biologiques (bilan hormonal) +/- d'imagerie (scintigraphie ou échographie ou les 2 en fonction des cas).
- Les examens d'imagerie ne peuvent être interprétés qu'en fonction du contexte clinique et biologique.