

# Scintigraphie pulmonaire pour le diagnostic de l'embolie pulmonaire

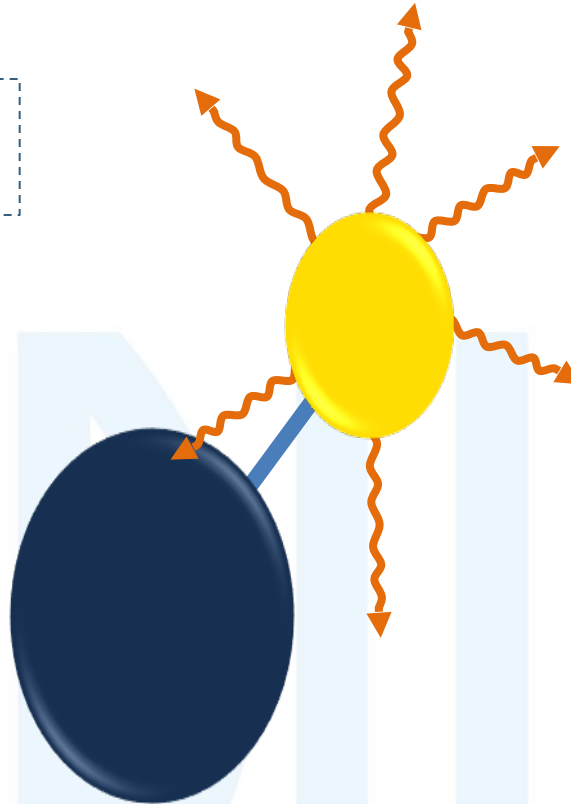
Frédérique Blanc-Béguin  
Pierre-Yves Le Roux

*Médecine Nucléaire, Brest*

# Radiotraceur = Radionucléide +/- vecteur

## Vecteur

- Affinité du vecteur marqué vis à vis d'un organe, d'une tumeur ou d'une fonction
- Biodistribution du traceur dans l'organisme



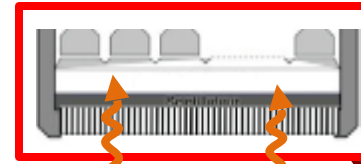
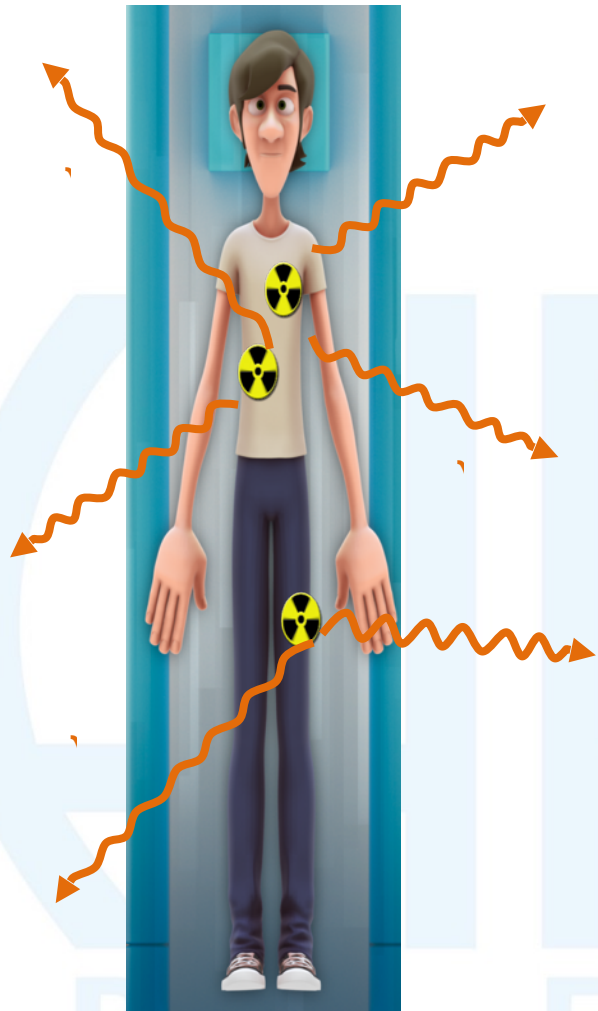
- Repérage spatial du radionucléide par une caméra
- $\gamma$  : Scintigraphie  
 $\beta^+$  : TEP  
( $\beta^-$  et  $\alpha$  : Thérapie)

## Radionucléide

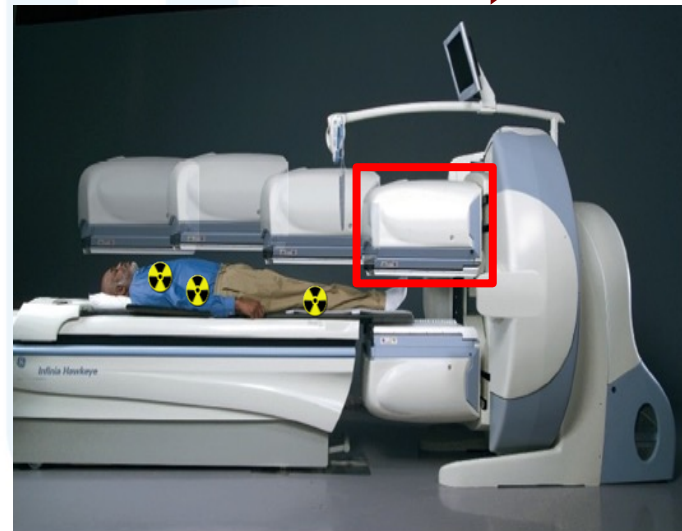
Imagerie  
fonctionnelle

Le radiopharmaceutique

# Scintigraphie

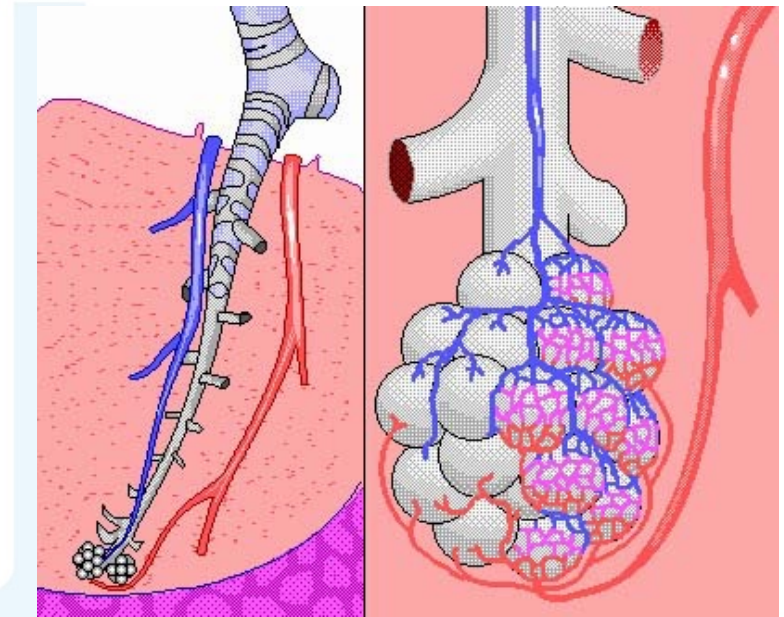
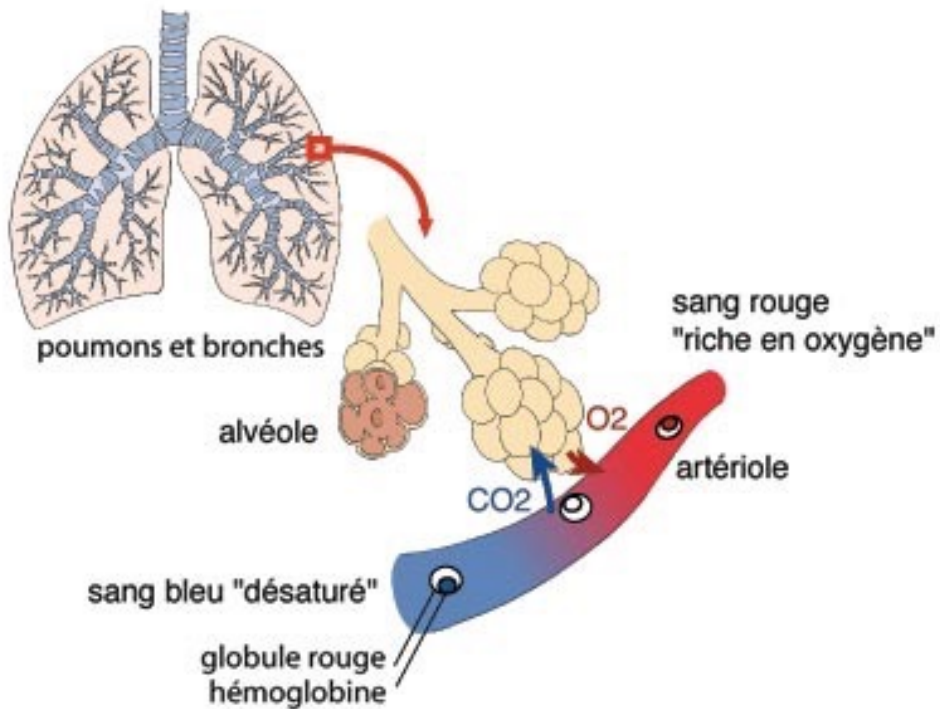


Gamma-Caméra



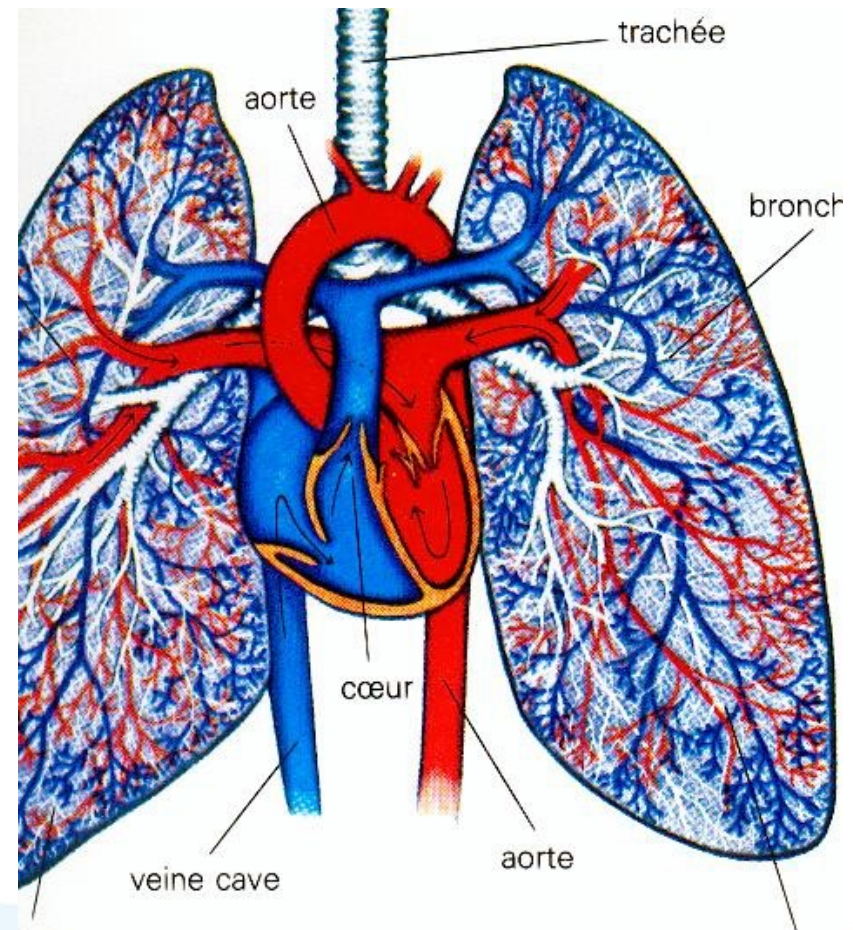
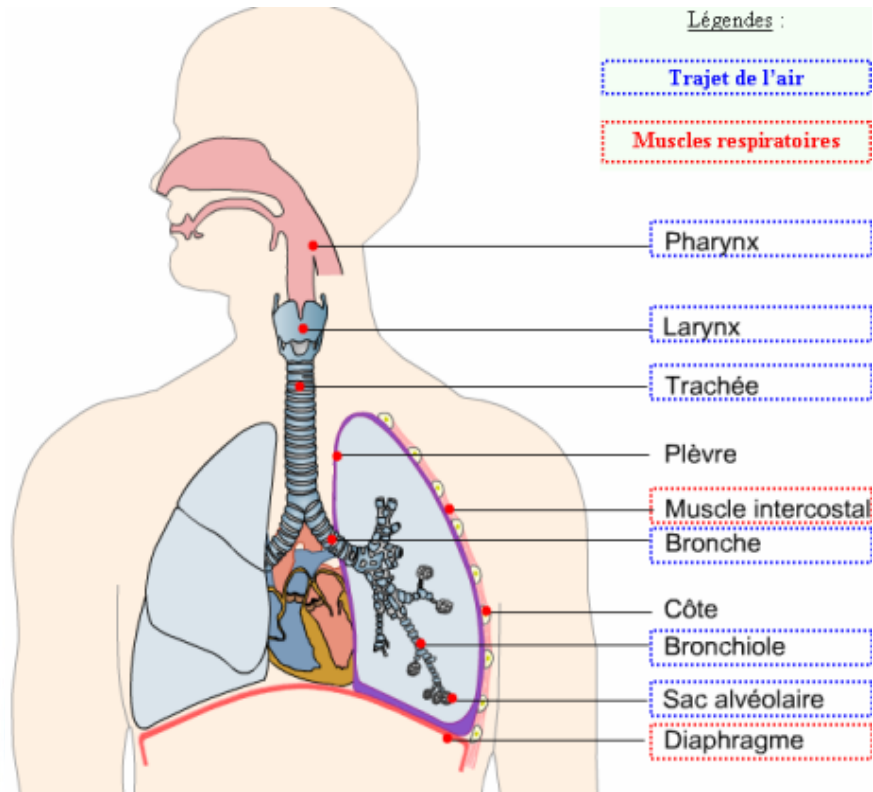
# Poumons

Fonction : Hématose





# Poumons



# Scintigraphie pulmonaire

2 systèmes à explorer



2 modes  
d'administration des traceurs

Ventilation  
pulmonaire



Inhalation

Perfusion  
pulmonaire



Injection

# Scintigraphie de ventilation

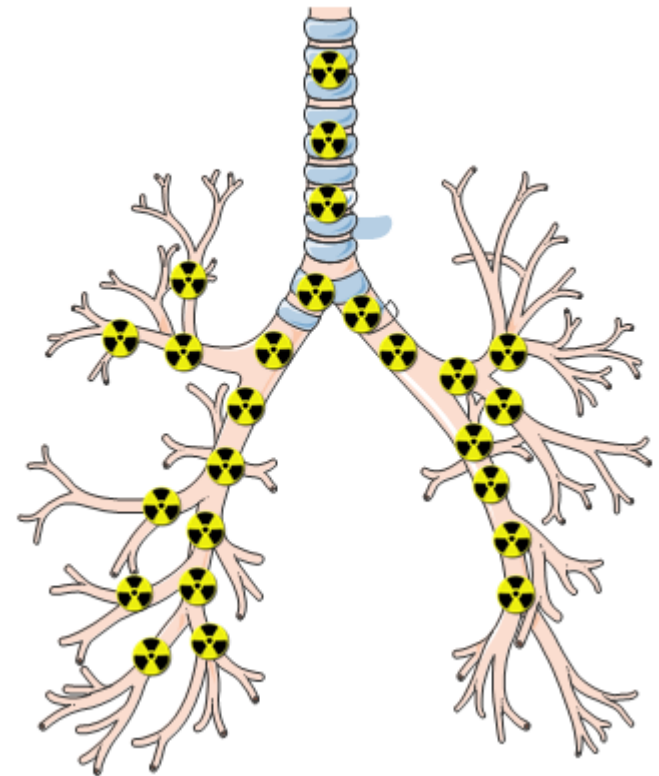
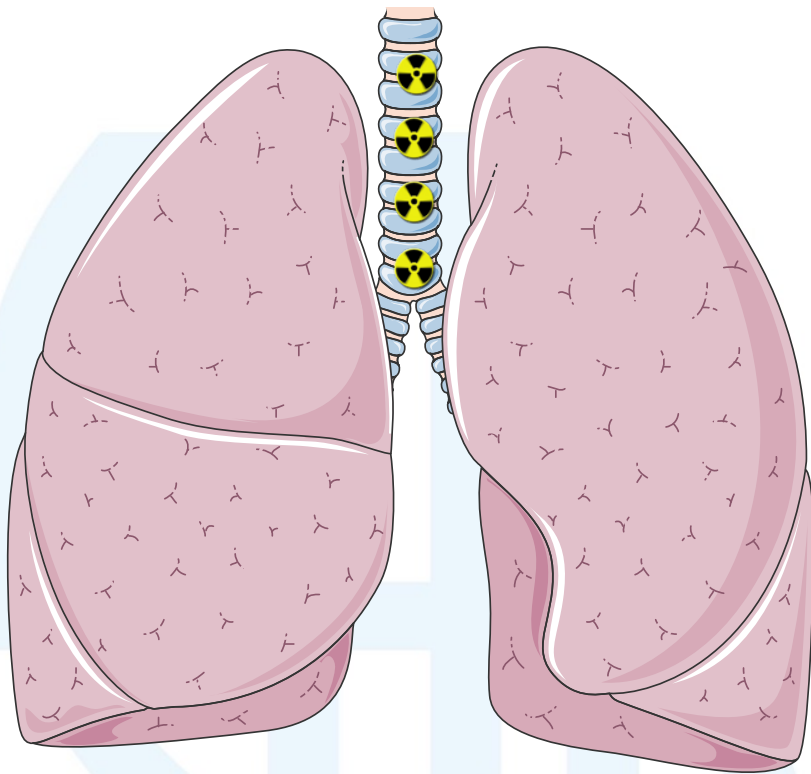
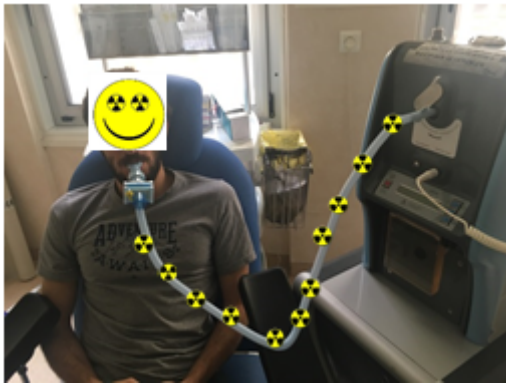
→ Inhalation d'un radiotraceur

- Gaz radioactif : Krypton 81m

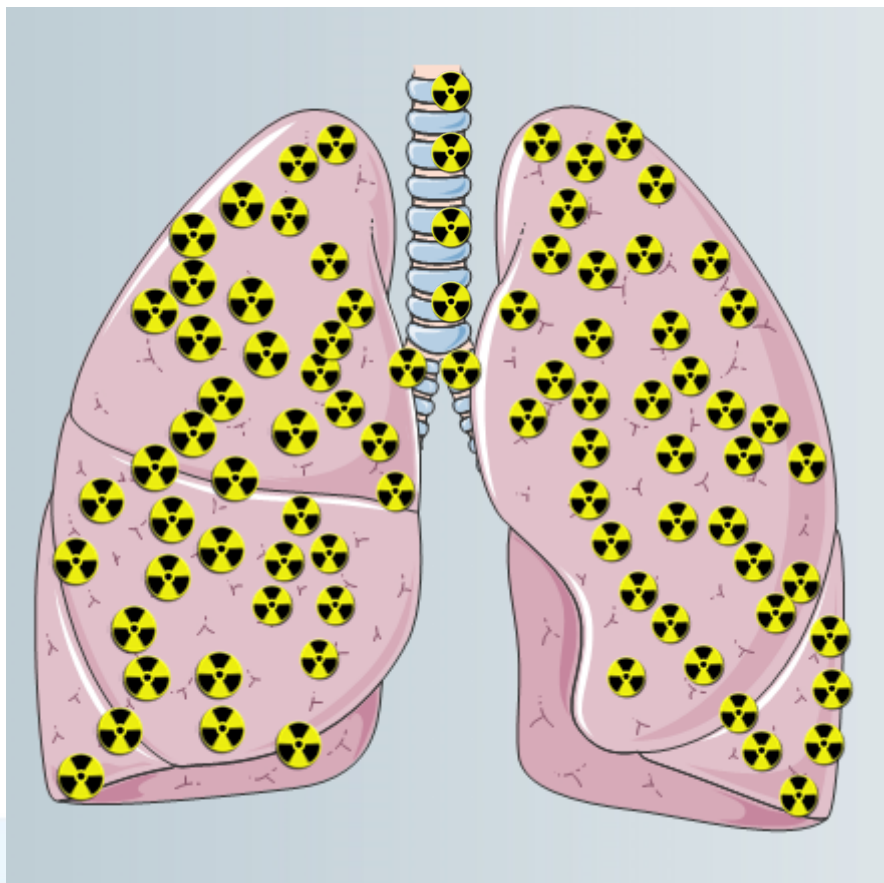
OU

- Aérosols marqués au Tc99m

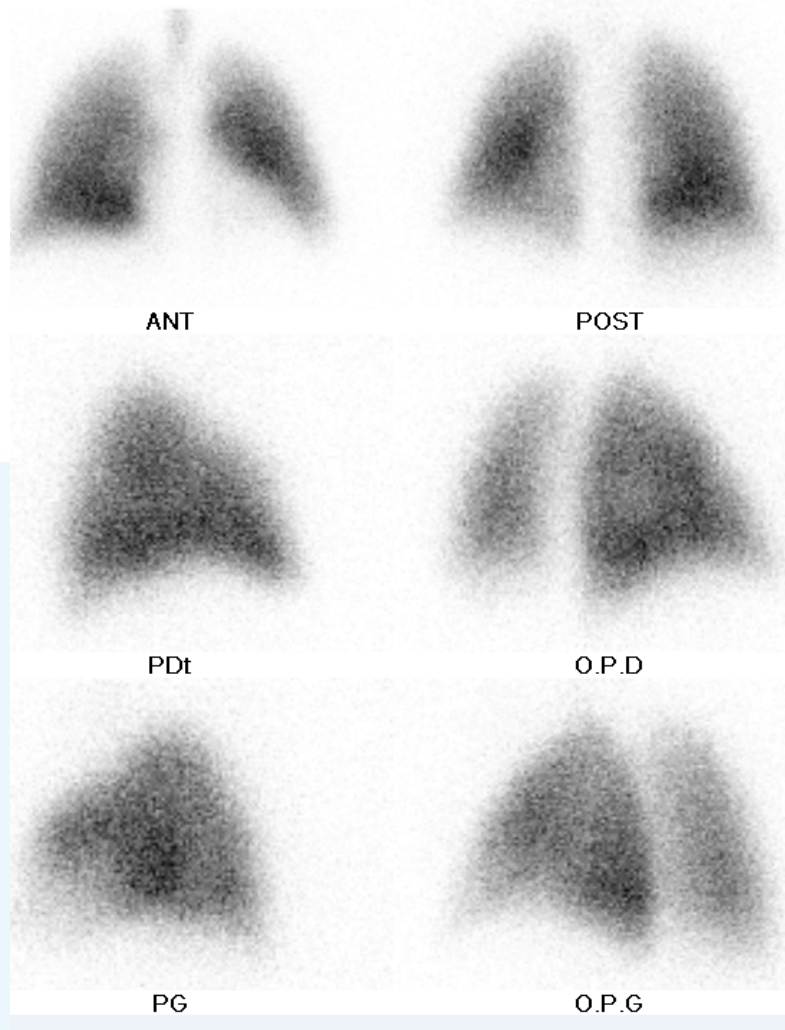
Le radiotraceur inhalé suit les voies aériennes perméables, de la bouche jusqu'aux alvéoles











Ventilation

# Scintigraphie de perfusion

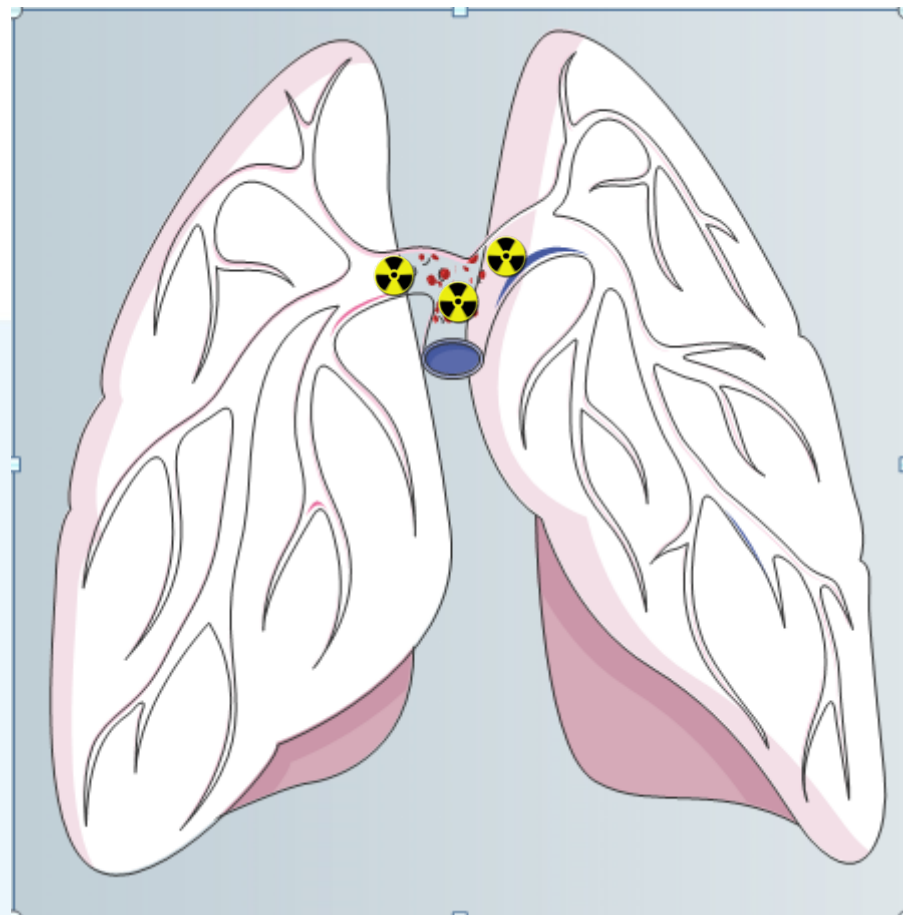
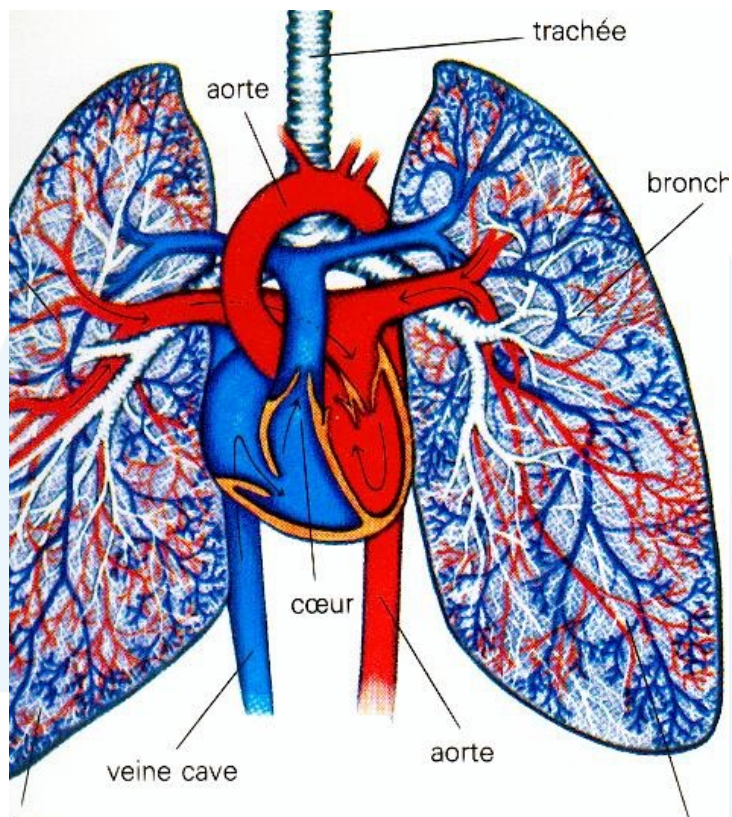
2<sup>ème</sup> étape: injection IV d'un radiotraceur:

**taille particules > diamètre capillaire**

**= macro agrégats (10 à 100 $\mu$ ) de sérum albumine humaine marqués au Tc<sup>99m</sup>**

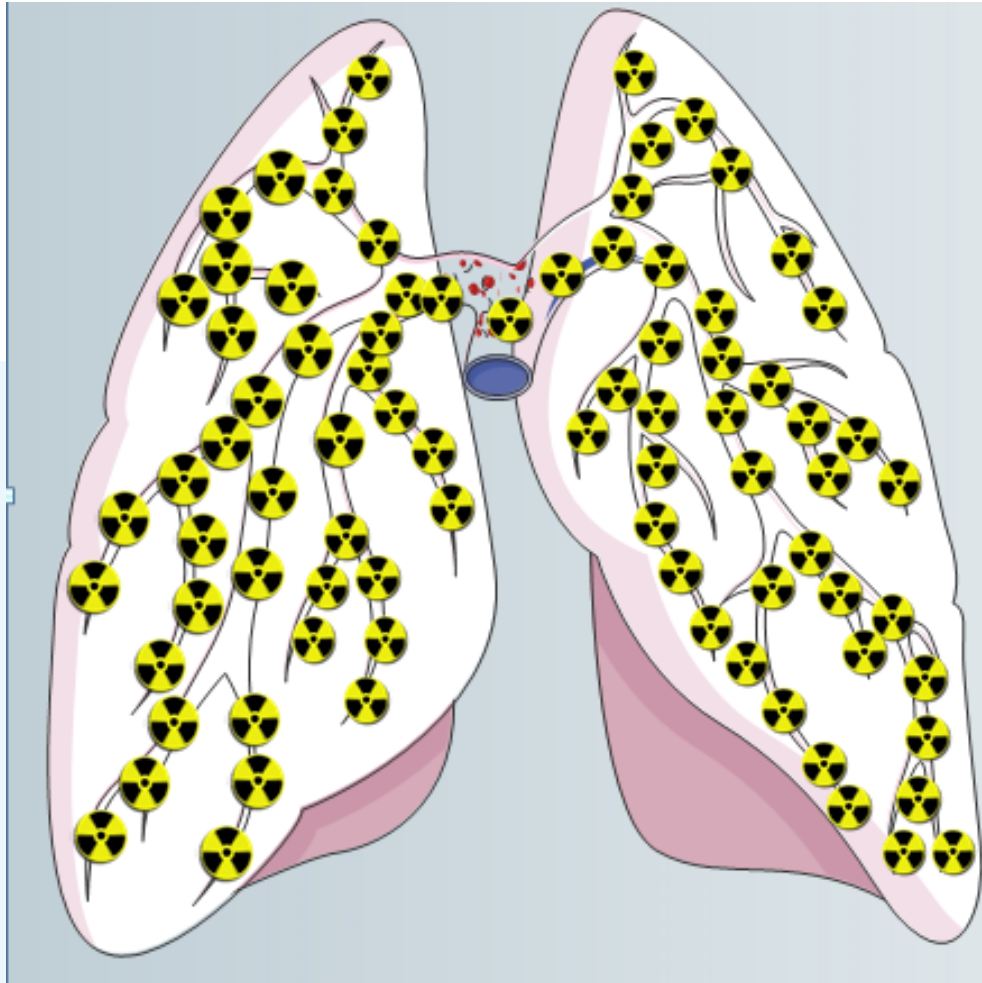
**Sérum albumine + Technétium 99m = radio-traceur**

Une fois injecté, le radio-traceur passe dans la circulation,  
puis dans le cœur droit,  
puis blocage pré-capillaire pulmonaire  
(réalisation d'une microembolie par blocage transitoire d'1 capillaire sur  
10000)



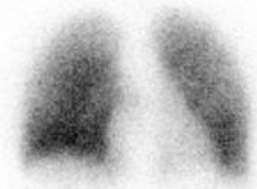


Taille particules > diamètre capillaire : Blocage pré-capillaire

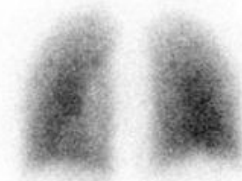




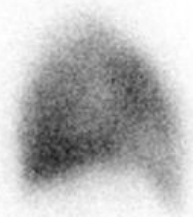




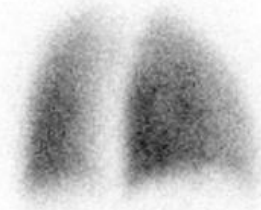
ANT



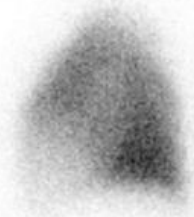
POST



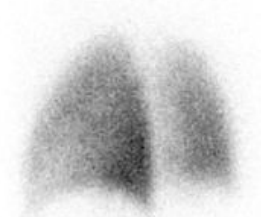
PDt



O.P.D



PG



O.P.G

Perfusion

# Radiotracteur ou médicament radiopharmaceutique (MRP)?

## La petite histoire...

En 1989, la directive du conseil n°89/343/CEE élargit le champ d'application des directives européennes relatives aux spécialités pharmaceutiques



Définition de:

« médicament radiopharmaceutique », ...  
AMM obligatoire pour produits radiopharmaceutiques



En France, transposition par la loi n°92-1279 du 08/12/1992.

Double appartenance



médicament

radionucléide

## Législation du médicament:

AMM

prescription obligatoire (médecin nucléaire)

Gestion par un pharmacien (radiopharmacien)

## Autorités dont il dépend:

ANSM

ARS



## Législation des rayonnements ionisants:

radioprotection des travailleurs

radioprotection des patients

radioprotection de l'environnement

détention soumise à autorisation

## Autorités dont il dépend:

ASN

IRSN



# La manipulation des MRP

## Préparations injectables majoritairement

Préparées et contrôlées à la radiopharmacie pour certaines

Toutes conditionnées en seringues pour l'administration à la radiopharmacie

## Règles principales:

BPP

Chapitres 6 (préparation de médicaments stériles)

Chapitre 9 (préparation de médicaments radiopharmaceutiques)

radioprotection

Temps

Distance

Ecran





## Radioactif...oui...mais

Principe actif : toujours administré en quantité très faible

= doses traceuses

Pour  
exemple

Pour une scintigraphie de perfusion pulmonaire:  
injection IV d'environ 200µg de MAA marqués au  $^{99m}\text{Tc}$



Risque d'EI très modéré

Médicaments radiopharmaceutiques = radiotraceurs

# Les médicaments de la perfusion pulmonaire: $^{99m}\text{Tc}$ -MAA

= Reflet de la circulation pulmonaire

## Préparation radiopharmaceutique

≈ 3700 MBq



$^{99m}\text{TcO}_4^-$ ,  $\text{Na}^+$



ou



Trousse contenant des  
MAA

Préparation  
multidose

Contrôles:

pH

Taille:  $\text{MAA} < 3\mu\text{m} < 10\%$

PRC: 95%



Seringues patients:

140 à 300 MBq

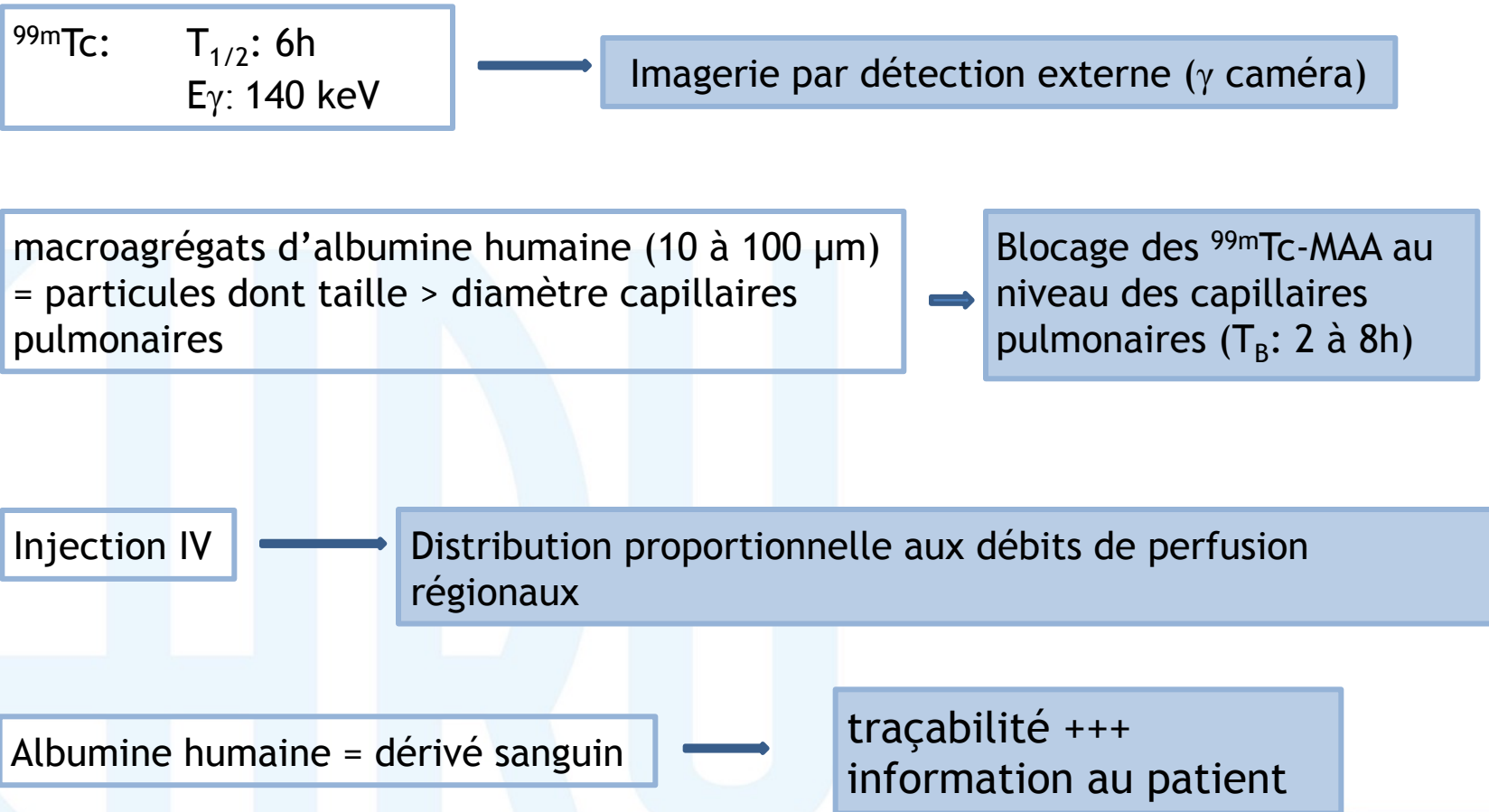
$6 \cdot 10^4$  à  $7 \cdot 10^5$  MAA

200µg de MAA



## Les médicaments de la perfusion pulmonaire: $^{99m}\text{Tc}$ -MAA

Ce qu'il faut savoir des  $^{99m}\text{Tc}$ -MAA:



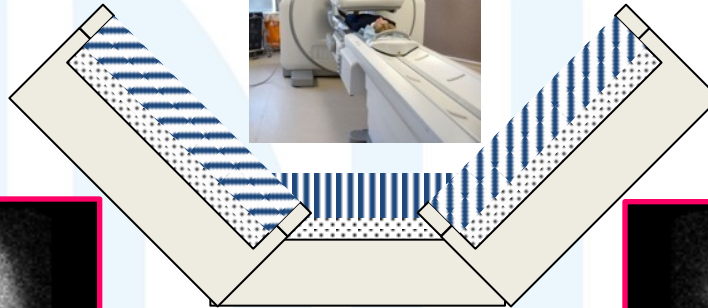
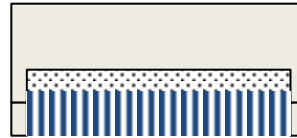
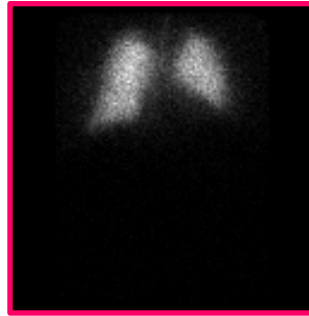
# Les médicaments de la ventilation pulmonaire

|                                                                 | kryptoscan®                                                                                                                               | Venticis®                                                                                          | Technegas®                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| principe                                                        | Générateur d'un gaz radioactif (Krypton 81m)                                                                                              | Aérosoliseur d'une préparation radiopharmaceutique ( $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA)                      | Nébuliseur de microparticules de carbone marquées au $^{99m}\text{Tc}$                                                   |
| radionucléide                                                   | $^{81m}\text{Kr}$ (Tp: 13s; $E_\gamma$ : 190 keV)                                                                                         | $^{99m}\text{Tc}$ (Tp: 6h; $E_\gamma$ : 140 keV)                                                   | $^{99m}\text{Tc}$ (Tp: 6h; $E_\gamma$ : 140 keV)                                                                         |
| pharmacocinétique                                               | Inhalation<br>Diffusion au niveau alvéolaire proportionnelle à la ventilation régionale, uniquement dans zones ventilées<br>$T_E$ : 13s   | Inhalation<br>Diffusion, sédimentation, impaction au niveau alvéolaire<br>$T_B$ : 60 min (poumons) | Inhalation<br>Diffusion rapide au niveau alvéolaire<br>Adsorption sur les parois alvéolaires<br>$T_B$ : qq h à qq j      |
| posologies                                                      | 18 MBq/kg...QSP 300 000 cps/ image                                                                                                        | 50 à 100 MBq dans les poumons                                                                      | 40 MBq dans les poumons                                                                                                  |
| Dosimétrie (Dose abs par poumons en $\mu\text{Gy}/\text{MBq}$ ) | 0,21                                                                                                                                      | 17                                                                                                 | 110                                                                                                                      |
| avantages                                                       | Dosimétrie très favorable<br>Utilisation très simple<br>Etude de perf et de vent en même temps possibles<br>Très bonne qualité des images | Très facilement disponible                                                                         | Facilement disponible<br>Bonne qualité des images<br>Coût plus faible                                                    |
| inconvénients                                                   | Coût élevé                                                                                                                                | Etude de ventilation avant la perfusion<br>Augmentation de l'activité injectée pour la perfusion   | Etude de ventilation avant la perfusion<br>Augmentation de l'activité injectée pour la perfusion<br>Utilisation complexe |

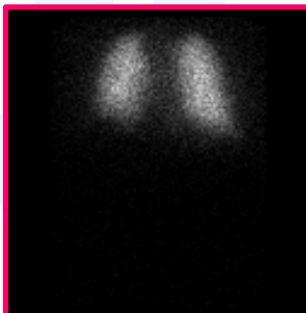
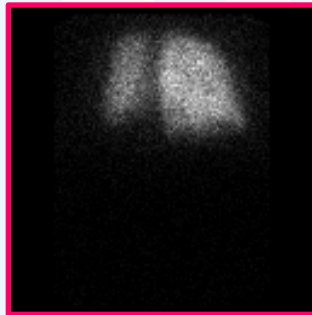
# Technique

## Acquisition PLANAIRE

antérieur (ANT)

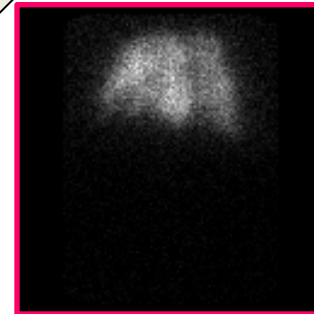


oblique  
postérieur droit  
(OPD)

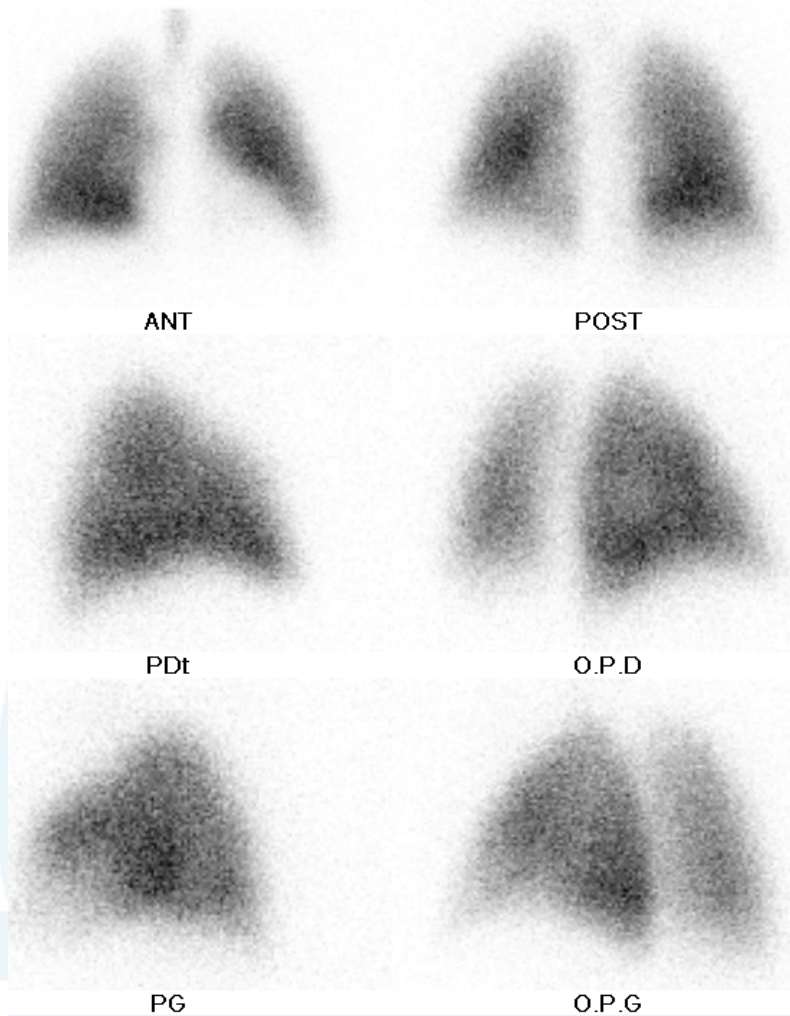


postérieur (POST)

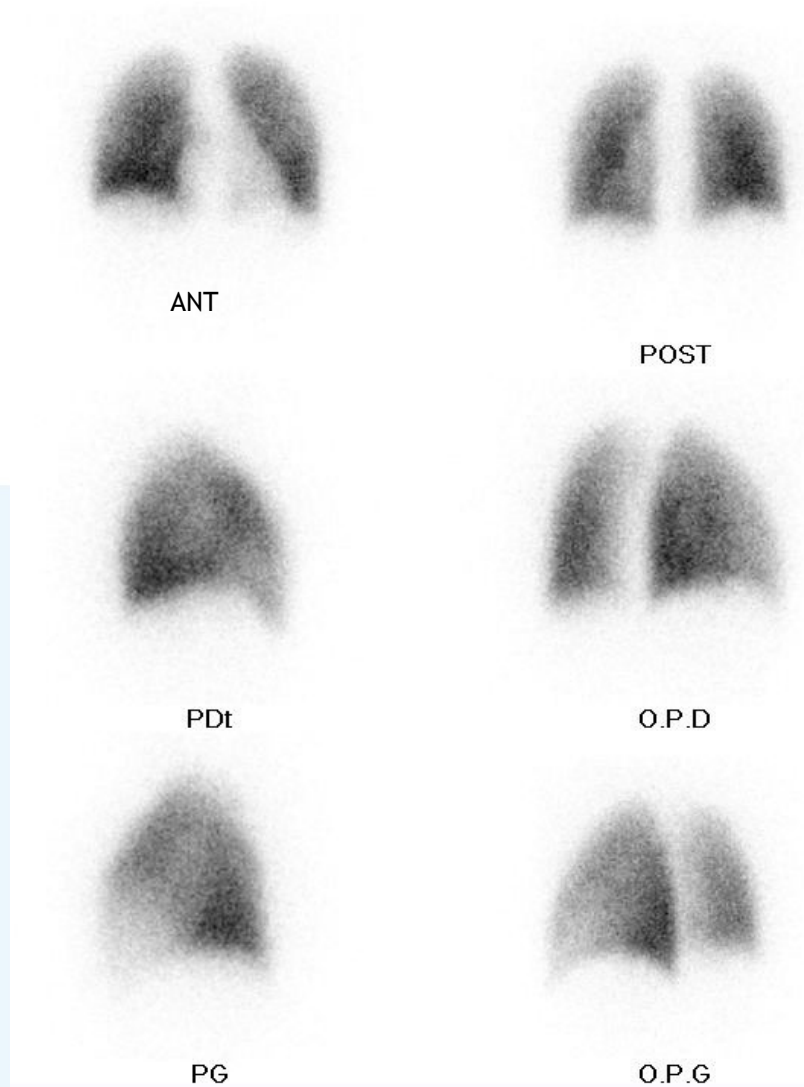
oblique  
postérieur gauche  
(OPG)







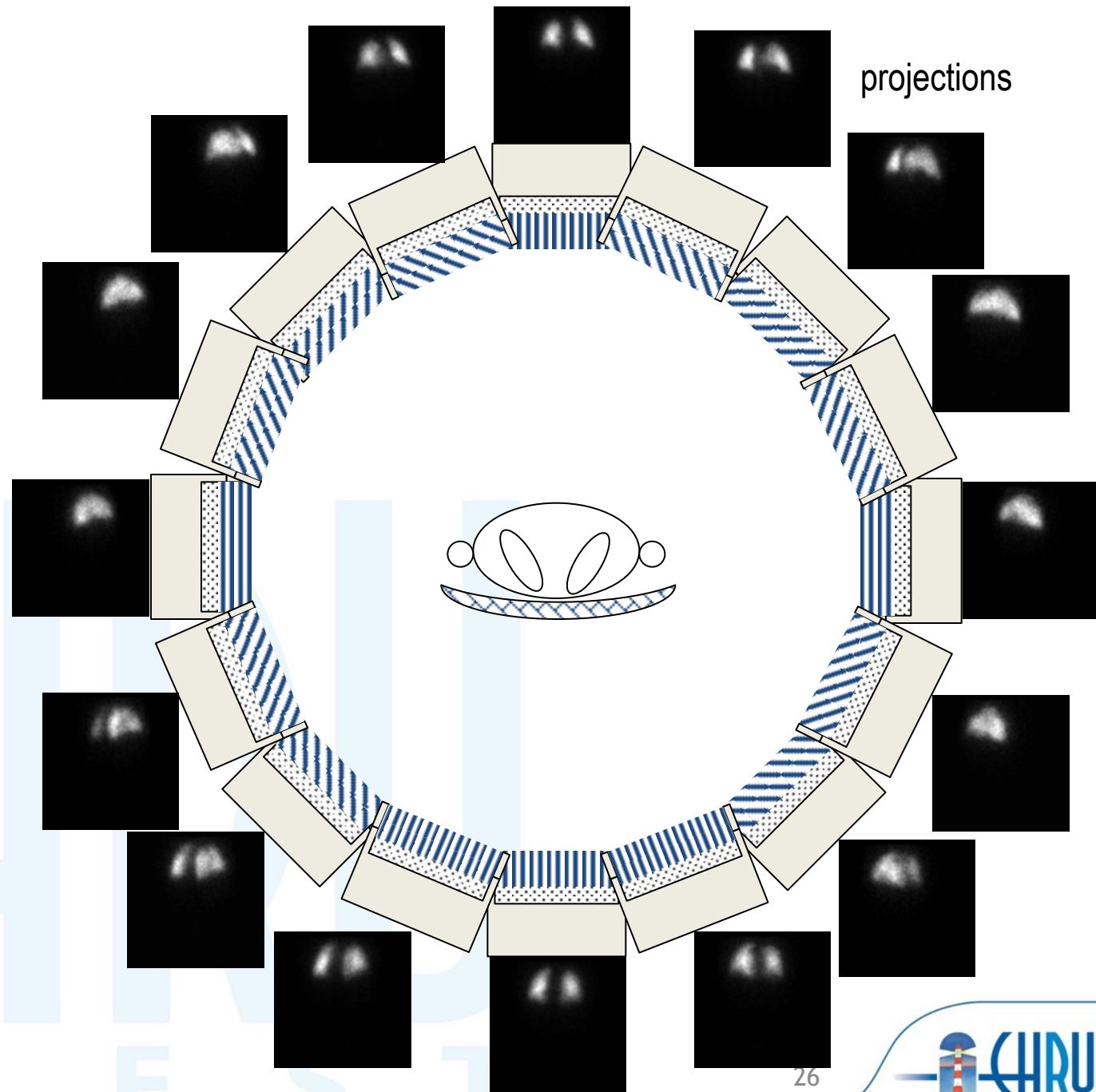
Ventilation



Perfusion

# Technique

## Acquisition TOMOGRAPHIQUE

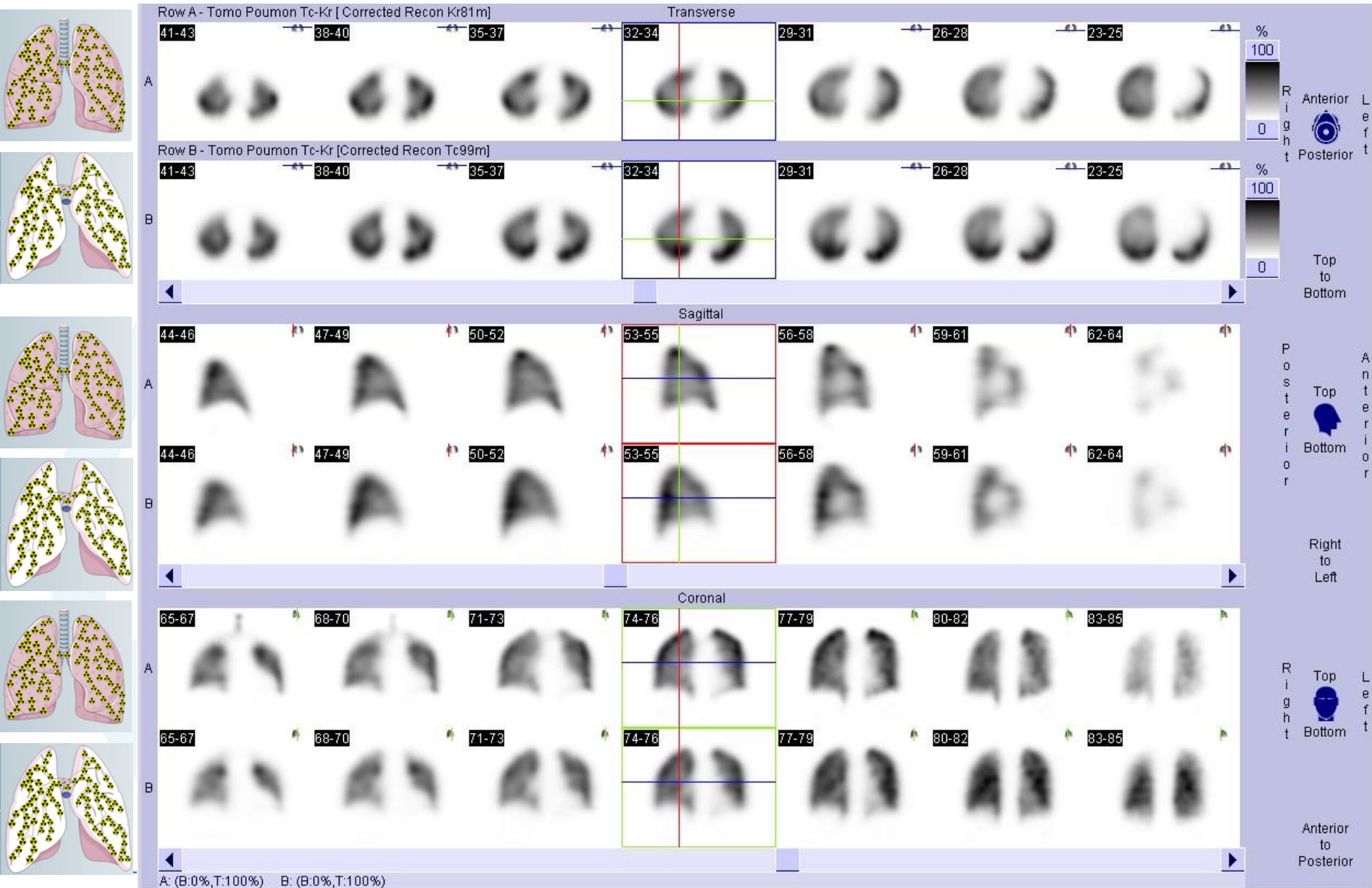


# Technique

## Acquisition TOMOGRAPHIQUE

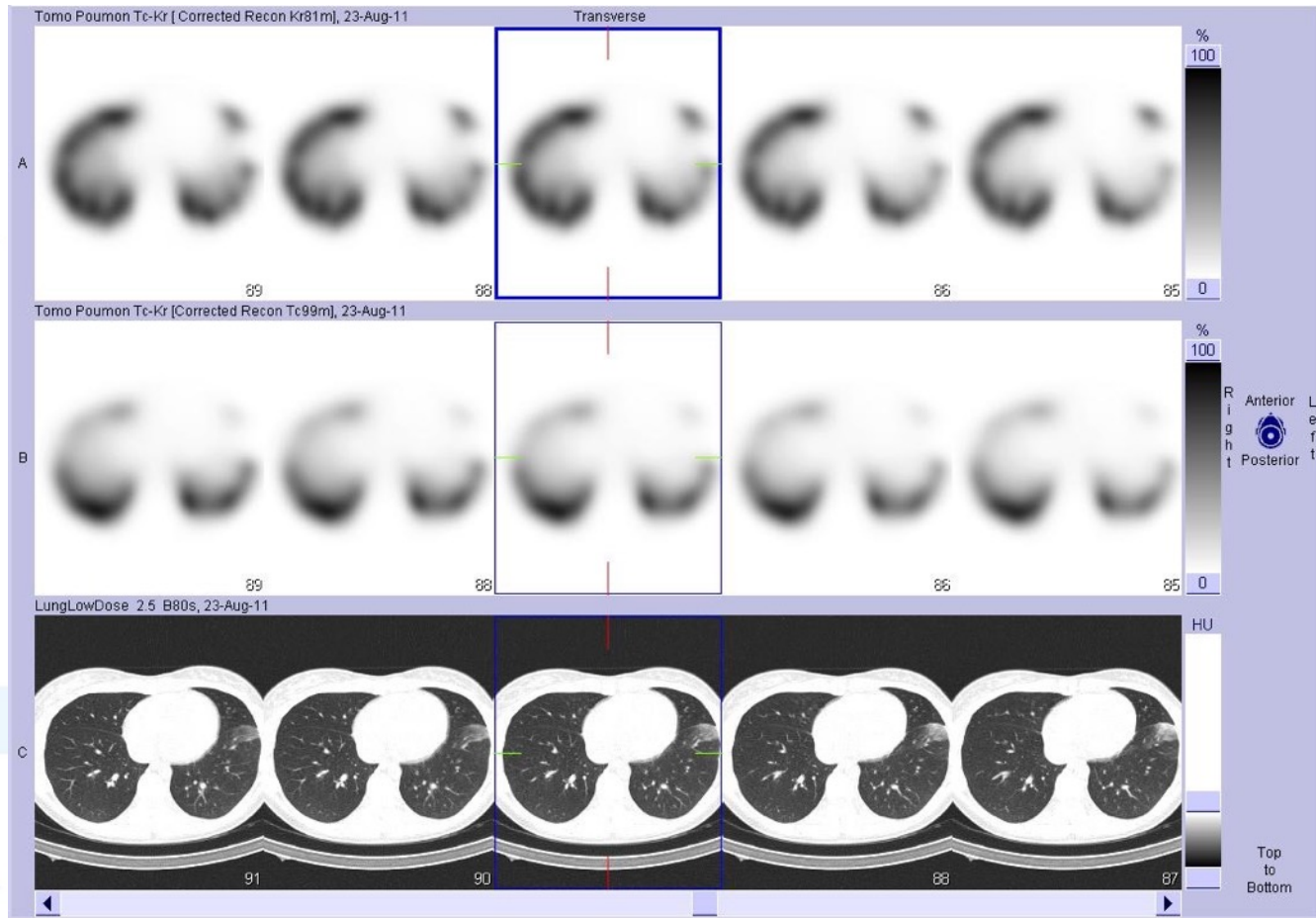
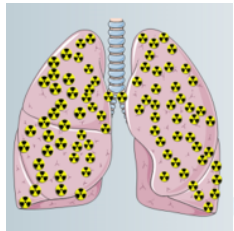


# Tomoscintigraphie pulmonaire normale



# Technique

## Couplage au scanner (TEMP-TDM/ SPECT-CT)





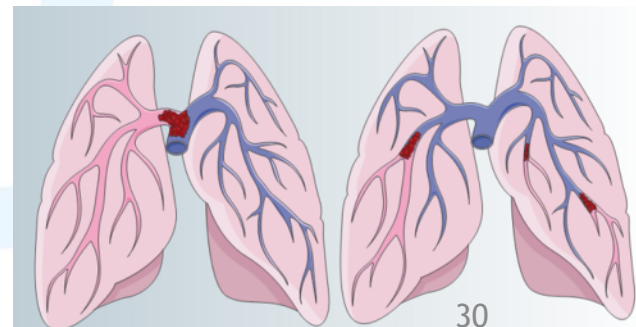
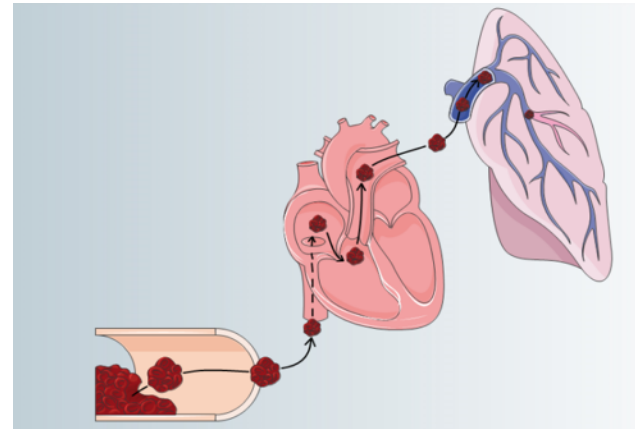
# Embolie pulmonaire

Obstruction d'une ou plusieurs artères pulmonaires ou de leurs branches par un embole provenant généralement d'une thrombose veineuse des membres inférieurs.

Migration d'un thrombus veineux dans l'arbre artériel pulmonaire



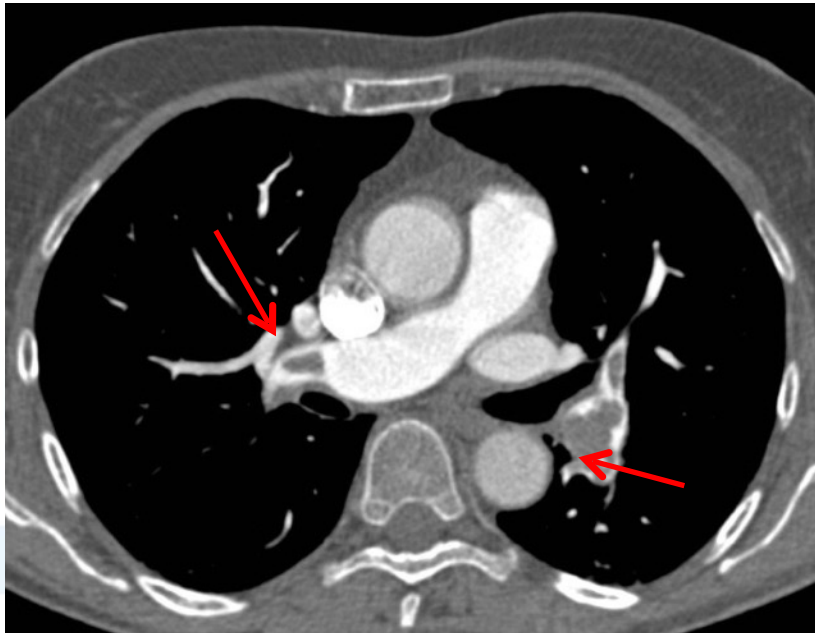
Occlusion(s) vasculaire(s) artérielle(s) pulmonaire(s) brutale(s)



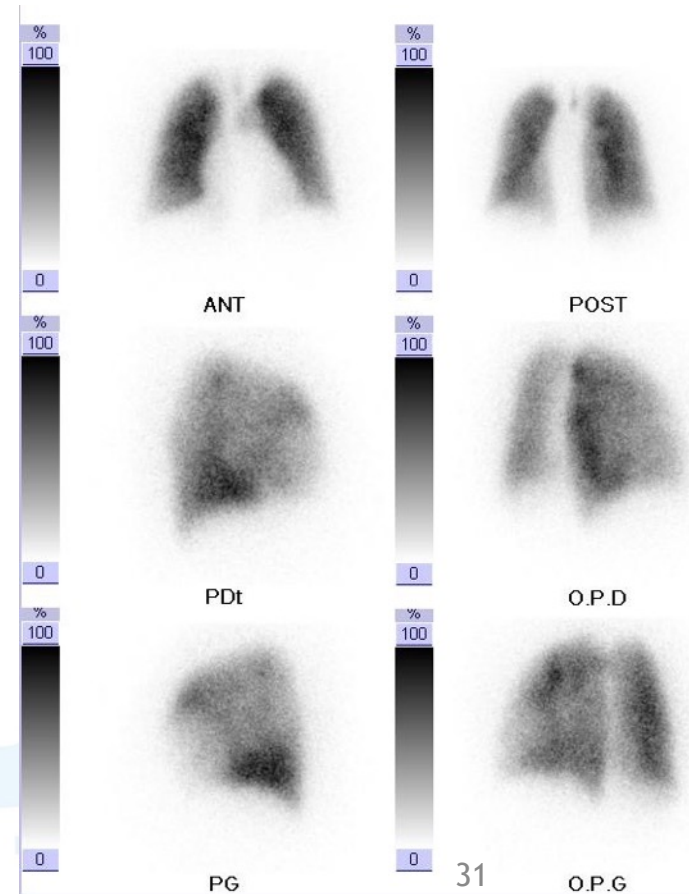


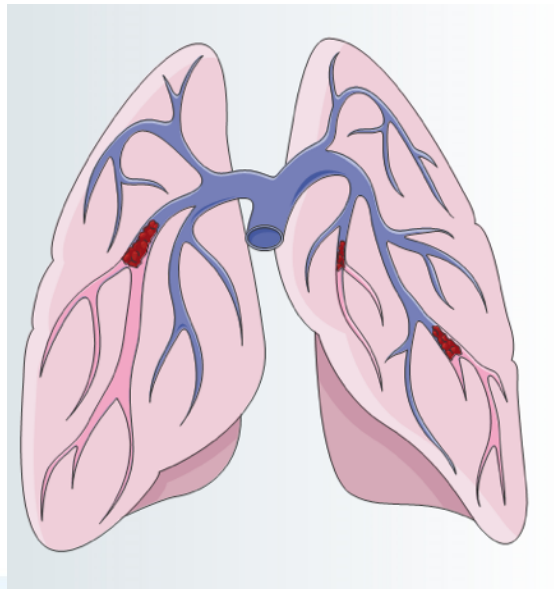
## 2 examens socles pour la recherche d'EP

Imagerie anatomique:  
***Angioscanner thoracique***



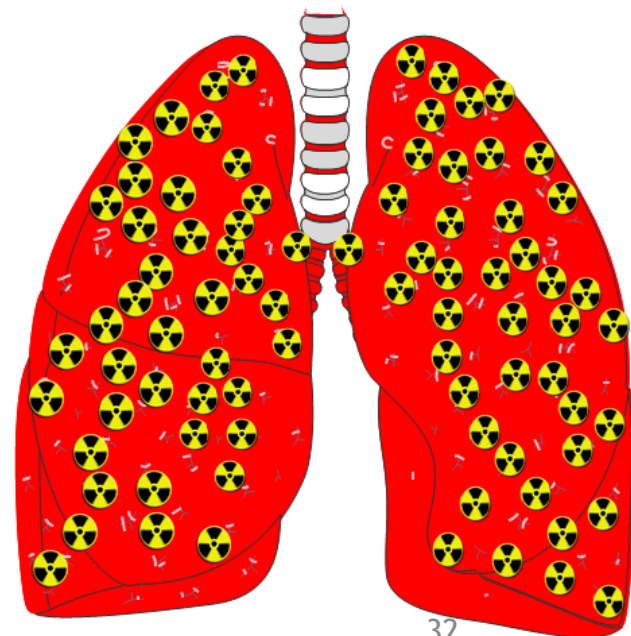
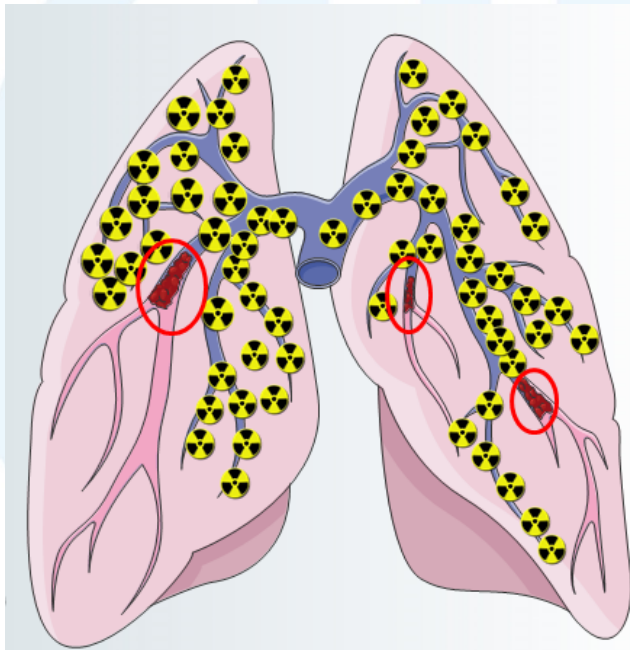
Imagerie fonctionnelle:  
***Scintigraphie pulmonaire***





Perfusion

Ventilation

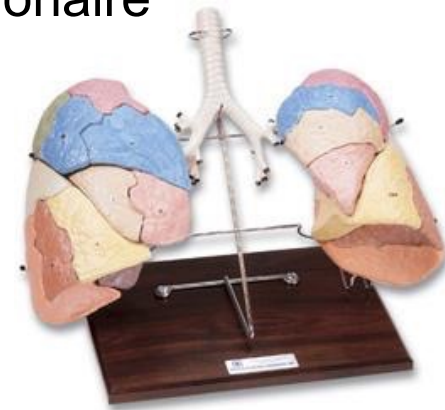


# Comment fait-on le diagnostic d'EP sur une scintigraphie?

- Repose essentiellement sur la **PERFUSION**
- Typiquement, un défaut lié à une EP récente est un **défect perfusionnel** dans un territoire normoventilé (**mismatché**)
- Un défaut lié à une EP respecte la **segmentation** pulmonaire

**Systematisation:** défaut triangulaire à base pleurale correspondant à un territoire vasculaire pulmonaire

- Défaut unique ou multiple (plusieurs segments), unilatéral ou bilatéral.



# EP en scintigraphie « planaire »



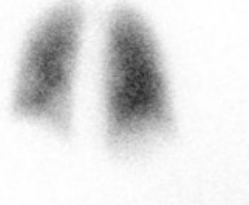
**VENTILATION**



**PERFUSION**



ANTERIEUR



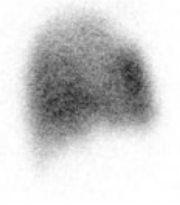
POSTERIEUR



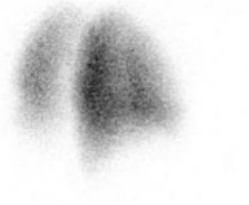
ANTERIEUR



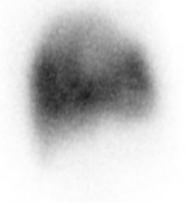
POSTERIEUR



PROFIL DROIT



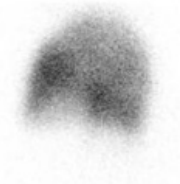
OBLIQUE POST DROIT



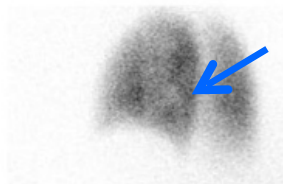
PROFIL DROIT



OBLIQUE POST DROIT



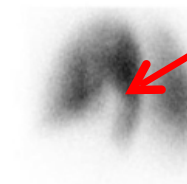
PROFIL GAUCHE



OBLIQUE POST GAUCHE

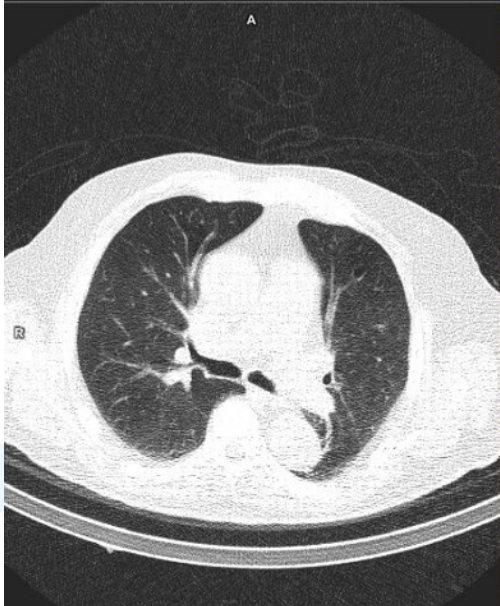
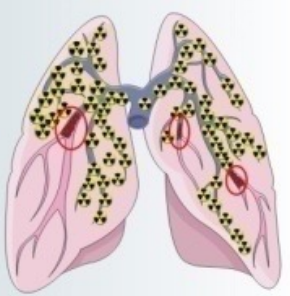
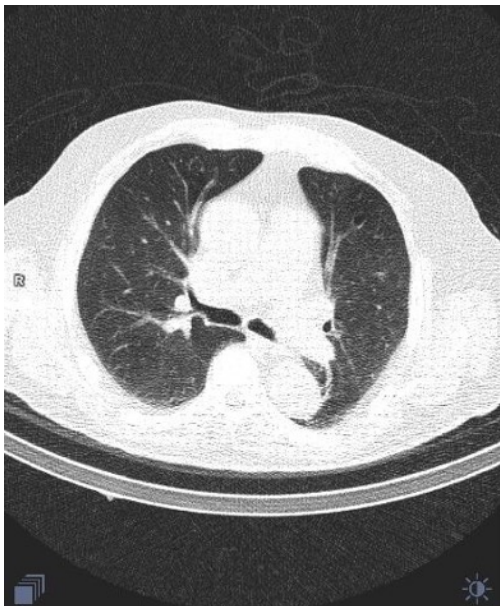


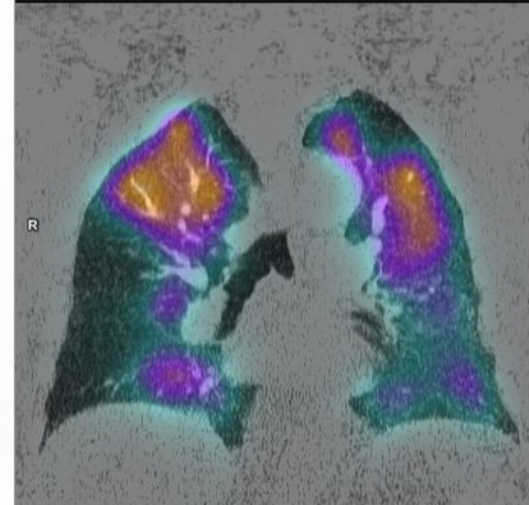
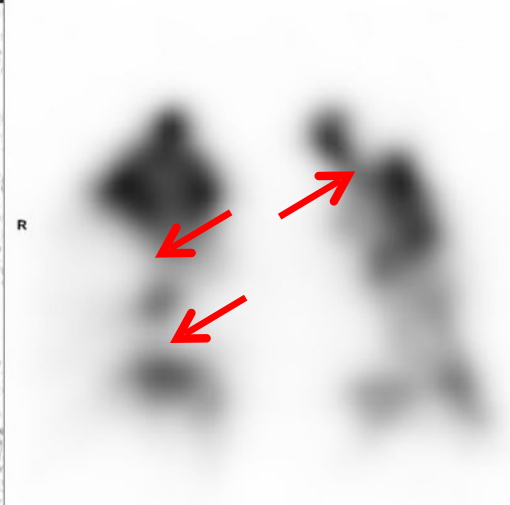
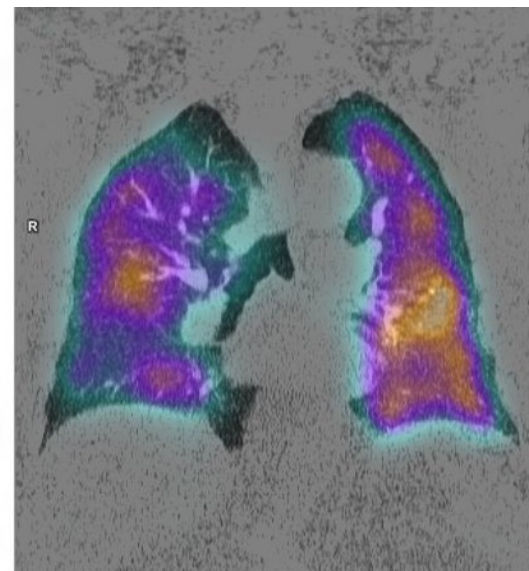
PROFIL GAUCHE



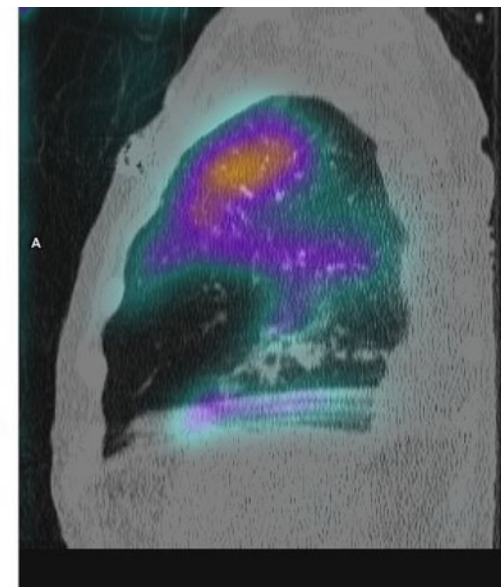
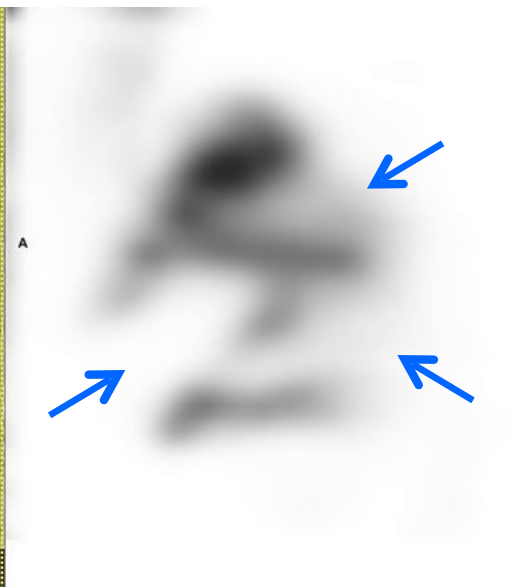
OBLIQUE POST GAUCHE







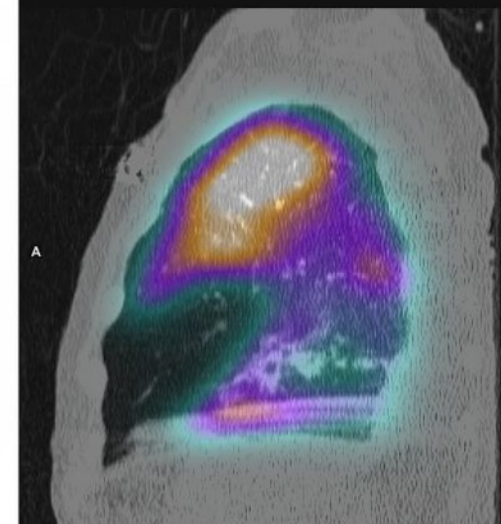




H

H

H



A

A

# Perspectives

## V/Q TEP/TDM au Gallium<sup>68</sup>

Mêmes vecteurs (MAA / Aérosols)

=

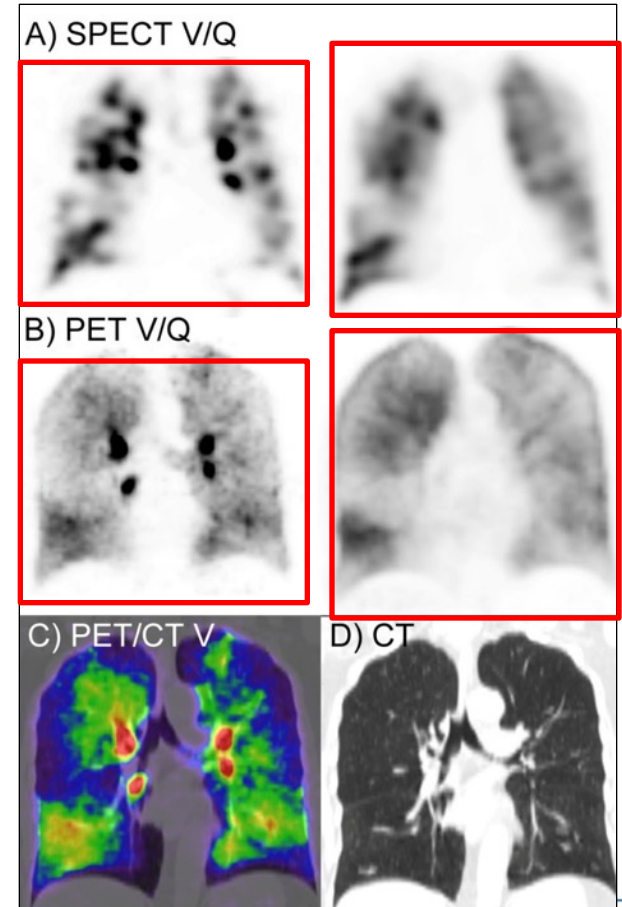
Mêmes processus physiologiques (Perfusion / ventilation)

<sup>68</sup>Ga à la place du <sup>99m</sup>Tc

Imagerie de la ventilation et de la perfusion pulmonaire par  
la

Technologie TEP

V/Q PET/CT = V/Q haute résolution



Merci pour votre attention !!

CHRU  
B R E S T