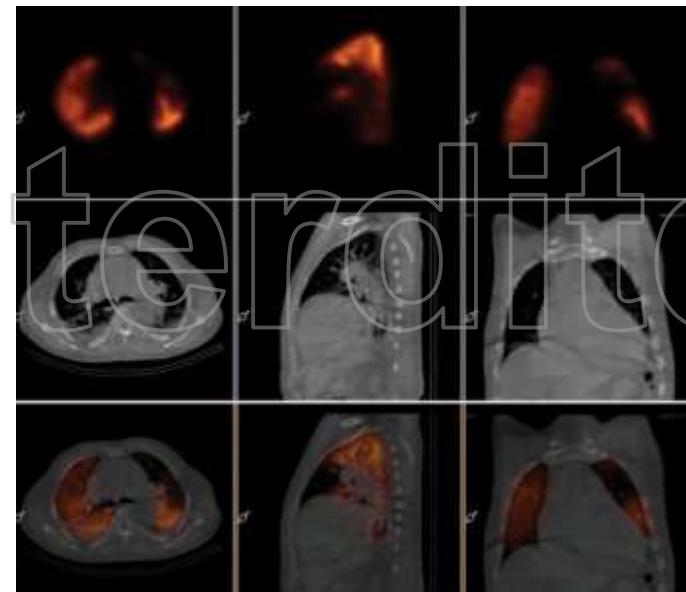


# Le médecin nucléaire et la radioprotection du patient avec les caméras hybrides



**ACOMEN**  
**Groupe Radioprotection**

L'utilisation de la TDM en Médecine Nucléaire permet d'augmenter la précision diagnostique par :

- l'amélioration de l'image fonctionnelle par la correction d'atténuation (RSB ↑)
- un repérage anatomique de qualité

Augmentation de la dose délivrée au patient

## Nécessité de justifier et d'optimiser

*Arrêté relatif aux Niveaux de Référence Diagnostique*

*(dernière version publiée le 22/01/2015)*

*annexe 2 : Médecine Nucléaire*

*annexe 1 ; tableau 5 : TDM diagnostique*

## OBJECTIFS

-  : Travaux depuis 2011 sur les pratiques TDM vis-à-vis de l'exposition patient en TEP et TEMP
  
- **2011-2012 : Enquête TEP-TDM au  $^{18}\text{F}$ -FDG et TEMP-TDM OS**
  - ☞ Enquête sur les paramètres techniques TDM
  
- **2013-2014 : Enquête TEMP-TDM OS**
  - ☞ Enquête en ligne sur le site ACOMEN en deux volets :  
optimisation + justification

## L'enquête

Un questionnaire papier

**GROUPE DE RADIOPROTECTION  
ACOMEN-SPMN**

**LA SCANOGRAPHIE RX ET LA MéDECINE NUCLÉAIRE TEP**

**ETUDE**

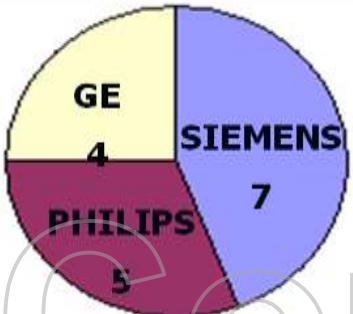
**A RENVOYER PAR MAIL A : Mine Corinne BARRAU (corinne.barrau@ch-nimes.fr)**

**Dates :** \_\_\_\_\_ **Entièrement \_\_\_\_\_**  
**Coordinateur de la personne gérant des données (Nom - Fonction - e-mail) :** \_\_\_\_\_

**Période du recueil des données :** \_\_\_\_\_  
**Région explorée :** \_\_\_\_\_  
**Nombre d'explorations des organes rencontrées : incrément (ex : 2mm/7mm);** \_\_\_\_\_  
**ORL : nombre des organes rencontrées incrément (ex : 2mm/1mm);** \_\_\_\_\_  
**Nombre de TEP en 2010 :** \_\_\_\_\_

| GENERALITES  |           |            |             |      |                        |      |                        |         |                              |             |                         |
|--|-----------|------------|-------------|------|------------------------|------|------------------------|---------|------------------------------|-------------|-------------------------|
| Marque et modèle du TEP-TOSI                                   | ZIM       |            |             |      |                        |      |                        |         |                              |             |                         |
| Nombre de scanners   | 1         | 2          | 3           | 4    | 5                      | 6    | 7                      | 8       | 9                            |             |                         |
| Nombre de corps examinés                                       |           |            |             |      |                        |      |                        |         |                              |             |                         |
| <b>EXPLORATION des organes</b>                                 |           |            |             |      |                        |      |                        |         |                              |             |                         |
| Image utilisée pour la correction d'atténuation de l'image TEP | O         |            |             |      |                        |      |                        |         |                              |             |                         |
| Image utilisée pour régler/guide pendant l'exploration         | O         |            |             |      |                        |      |                        |         |                              |             |                         |
| Image utilisée pour la reconstruction des images               | O         |            |             |      |                        |      |                        |         |                              |             |                         |
| Parallolat n'est pas complémentaire ?                          |           |            |             |      |                        |      |                        |         |                              |             |                         |
| Patient  | Age (ans) | Poids (kg) | Taille (cm) | S.V. | Type de scanner (ex :) | mA.s | Célérité (en 16-128ms) | Feuille | CTDI vol <sub>20</sub> (mGy) | SI (mGy/cm) | Explor. ORL (CE ou ORL) |
|  |           |            |             |      |                        |      |                        |         |                              |             |                         |

**FIGURE : CE et/or ORL x**  
**FIGURE : CE et/or ORL y**



- **TEP : 16 centres : 13 CHU, CH - 1CAC – 2 privés**
- Exploration CE : 327 patients
- Exploration ORL : 53 patients

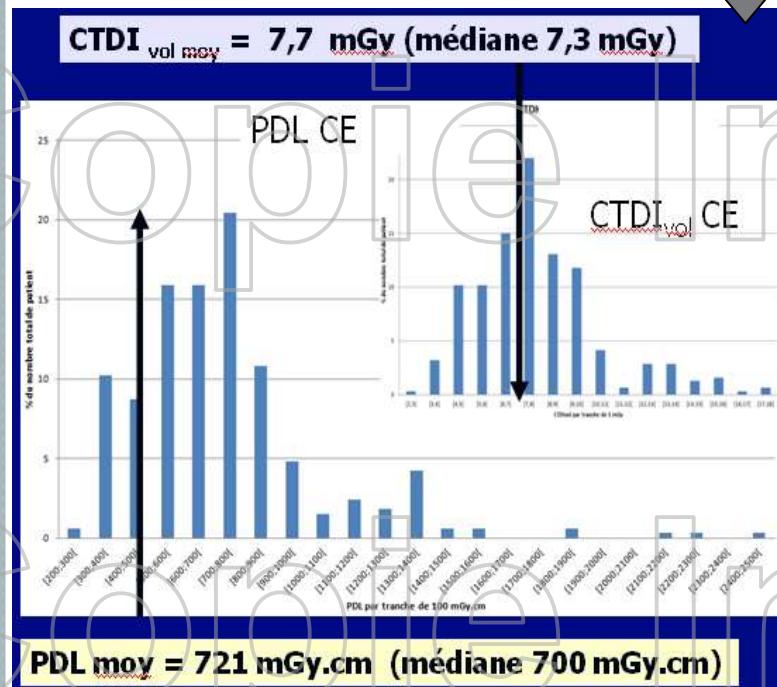
# TEP



Exposition du patient lors d'un examen  
TEP-TDM : enquête nationale en 2011

C. Etard, D. Célier, P. Roch, B. Aubert (IRSN)

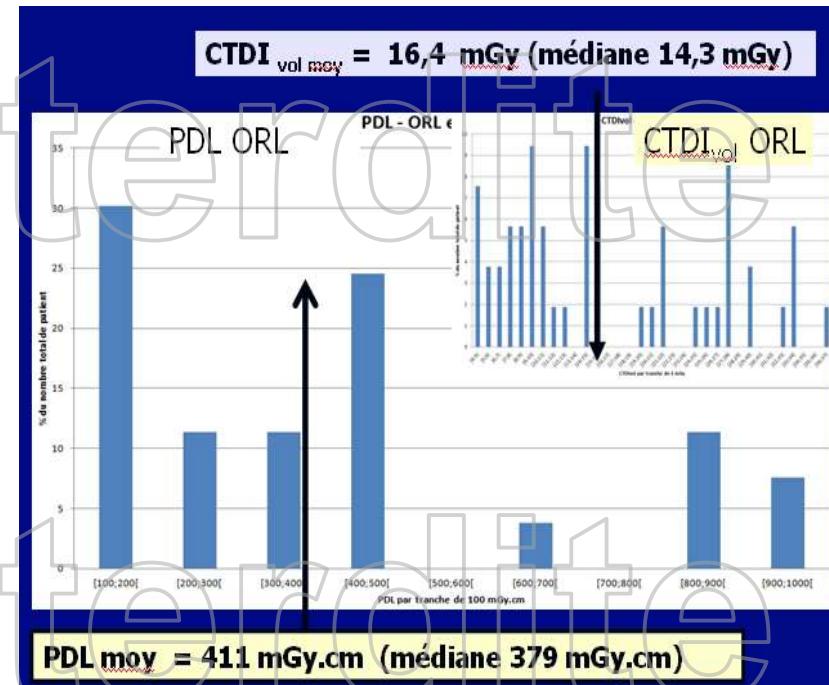
**75ème centile = 7,7 mGy**  
**NRD proposé : 8 mGy**



Un facteur 6 sépare CTDI<sub>vol</sub> min et max

**Résultats cohérents au NRD proposé**

**Mise en évidence de pratiques hétérogènes**



Un facteur 9 sépare CTDI<sub>vol</sub> min et max

# L'enquête



Un questionnaire en ligne sur le site de l' ACOMEN

1<sup>er</sup> volet/PHASE

Recueil des paramètres d'acquisition TDM de 25 patients sur 2012-2013, pour tomographie osseuse

**bassin(B) / dorsale (D) / lombaire(L)**

→ 'Optimisation'



## Volet 'Optimisation'

1

Infos générales

- Marque du TEMP-TDM
- Année d'installation du TEMP - TDM
- Nombre de coupes

2

Pour chaque patient

Patient N°1

Examen retenu Taper L pour LOMBAIRE ou D pour DORSALE ou B pour BASSIN

Age : [redacted] ans

Sexe : [redacted] taper F pour femme ou H pour homme

Poids : [redacted] Kg

Taille : [redacted] cm

kV : [redacted]

Temps par rotation : [redacted] s

mA : [redacted] si le système de régulation des mA est activé, alors taper "AUTO"

Collimation (ex: 6 x 1,5) : [redacted] mm

Pitch : [redacted]

CTDI vol : [redacted] mGy

PDL : [redacted] mGy.cm<sup>-1</sup>

**Age , Poids, taille**

**Acquisition TDM : kV, collimation , régulateur de mA, pitch**

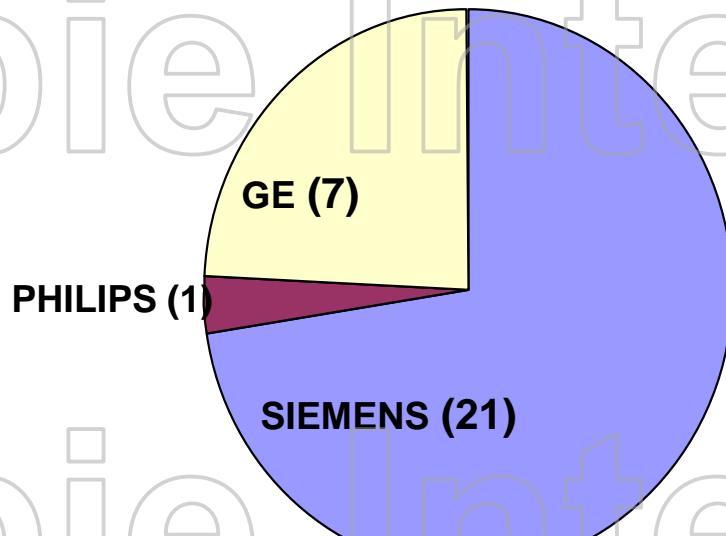
**Dosimétrie : PDL , CTDIvol**



## Volet Optimisation :

28 centres – 7 CHU – 8 CHR – 10 cliniques – 3 CAC

635 patients

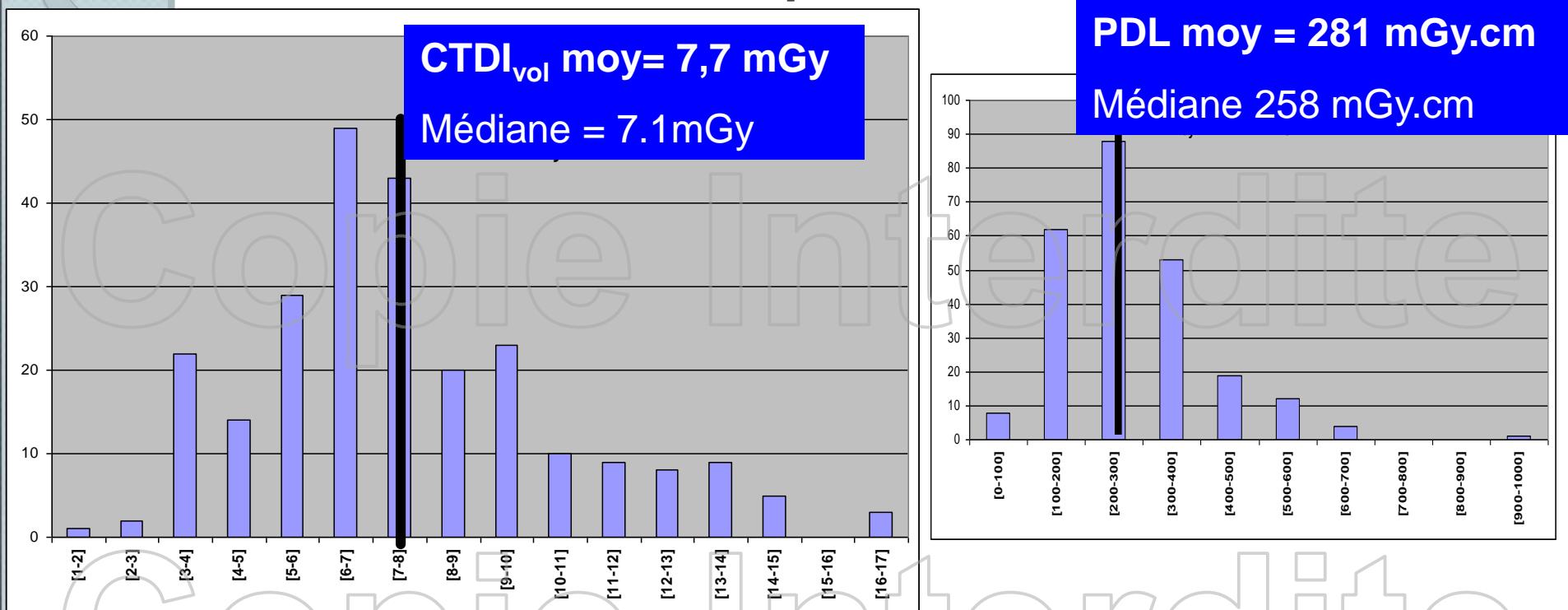




## 1) Dosimétrie patient - a



**BASSIN** 247 patients



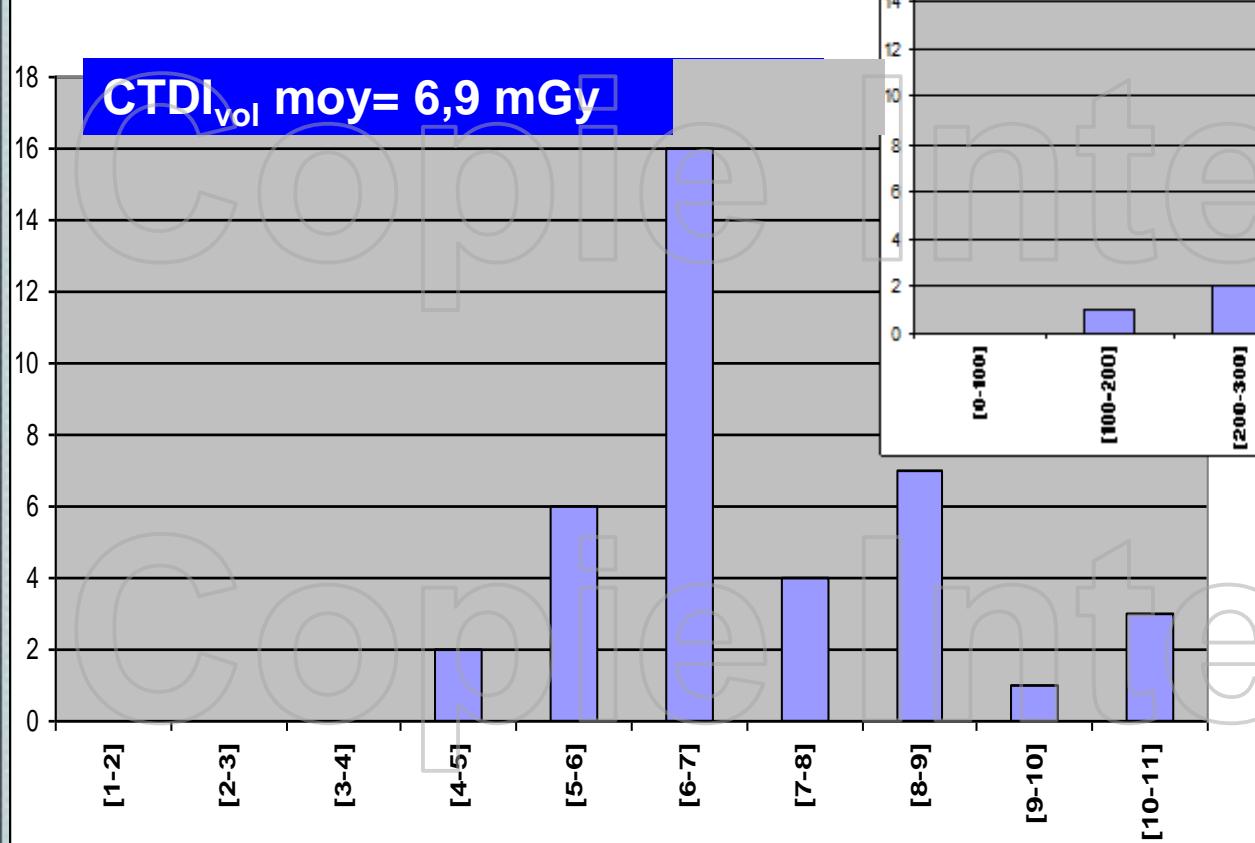
Un facteur 5 sépare CTDI<sub>vol</sub> min et max pour les patients d'IMC STD

Lombaire (analyse sur 160 patients)- Dorsal (analyse sur 136 patients)  
 ↳ mêmes valeurs dosimétriques – même disparité

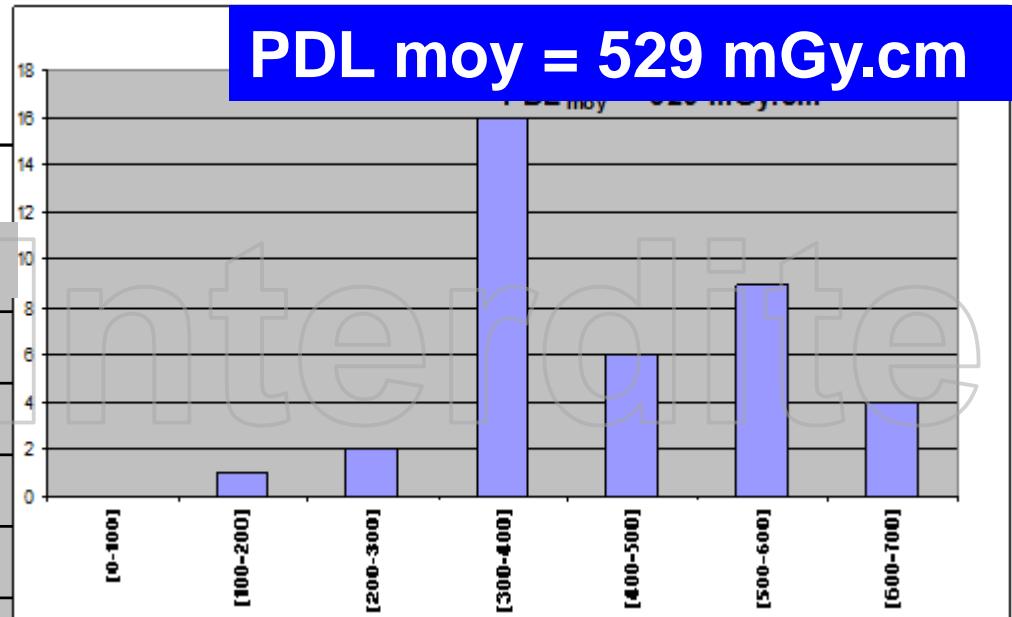


## 1) Dosimétrie patient - b

**DLB**



**PDL moy = 529 mGy.cm**



**39 patients  
6% des patients**

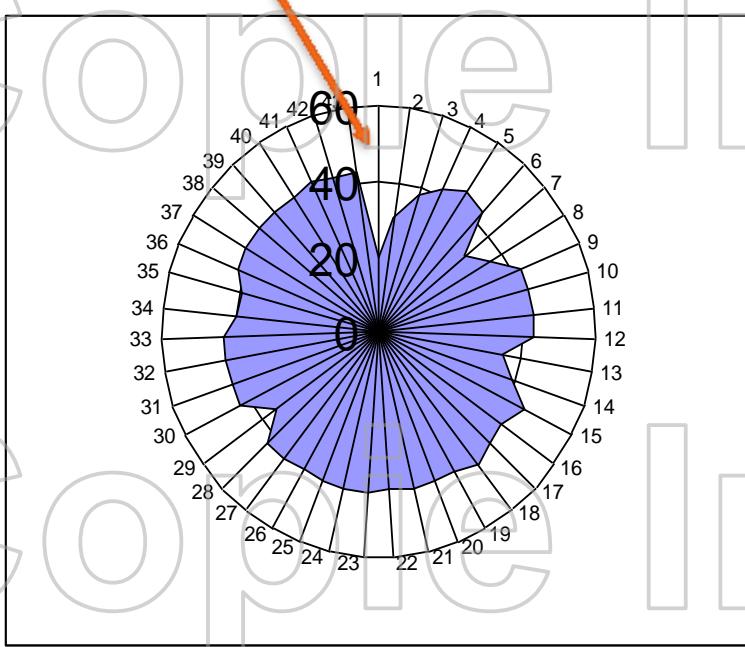


## 2) Couverture anatomique L : à limiter ?

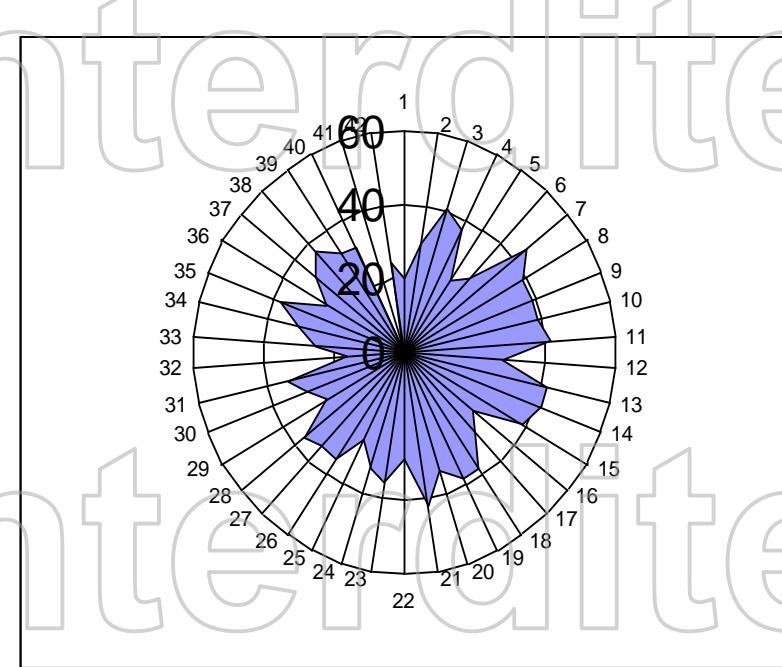
☞ Homogénéité des pratiques ?

**L ~ 40cm**

**Exemple : enquête 2014 - BASSIN**



**L pour TDM 16coupes - 5 centres**



**L pour TDM 2coupes - 16 centres**



### 3) Adaptation des kV à l'IMC du patient

A mAs fixe :  $\downarrow$  kV  $\uparrow$  contraste

$\downarrow$  dose délivrée au patient D

$$D = a (kV)^{2.5}$$

tension du TDM

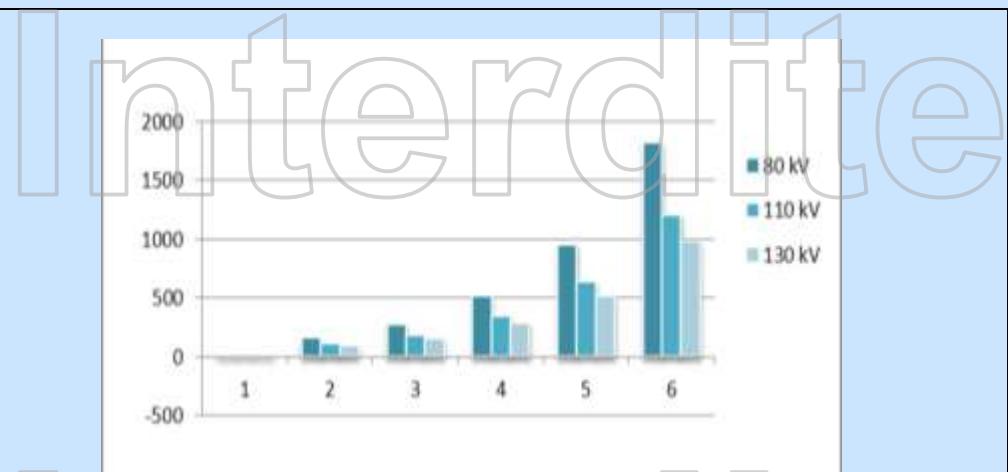
**Sous réserve de valider la correction d'atténuation sur certains systèmes**



**contrôler que le changement des kV n'influe pas la quantification de l'image fonctionnelle**

*Les algorithmes de correction d'atténuation utilisés sur les modalités hybrides sont différents d'un constructeur à l'autre.*

Objet test:

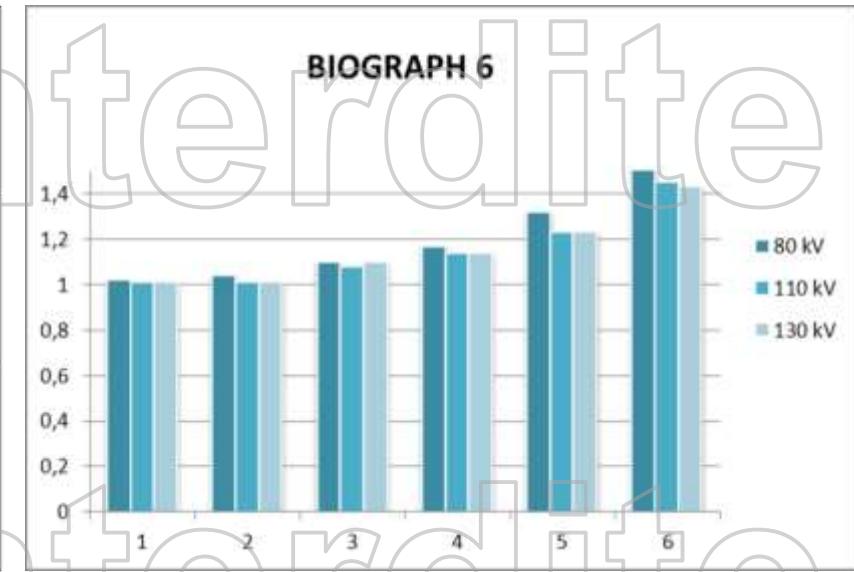
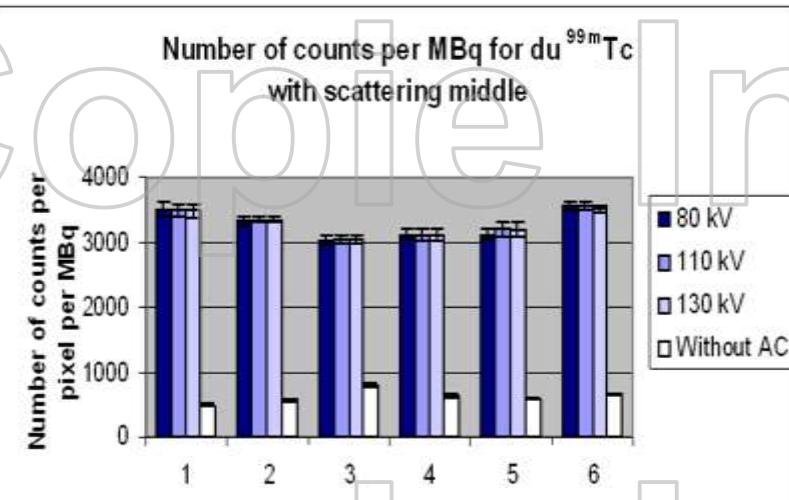


Dans chaque échantillon une concentration différente de produit de contraste + une activité identique d'isotope radioactif est insérée ( $^{18}\text{F}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{111}\text{In}$  ou  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )

- Utilisation du protocole d'acquisition clinique habituel

- Résultats

## Exemples : enquête 2011



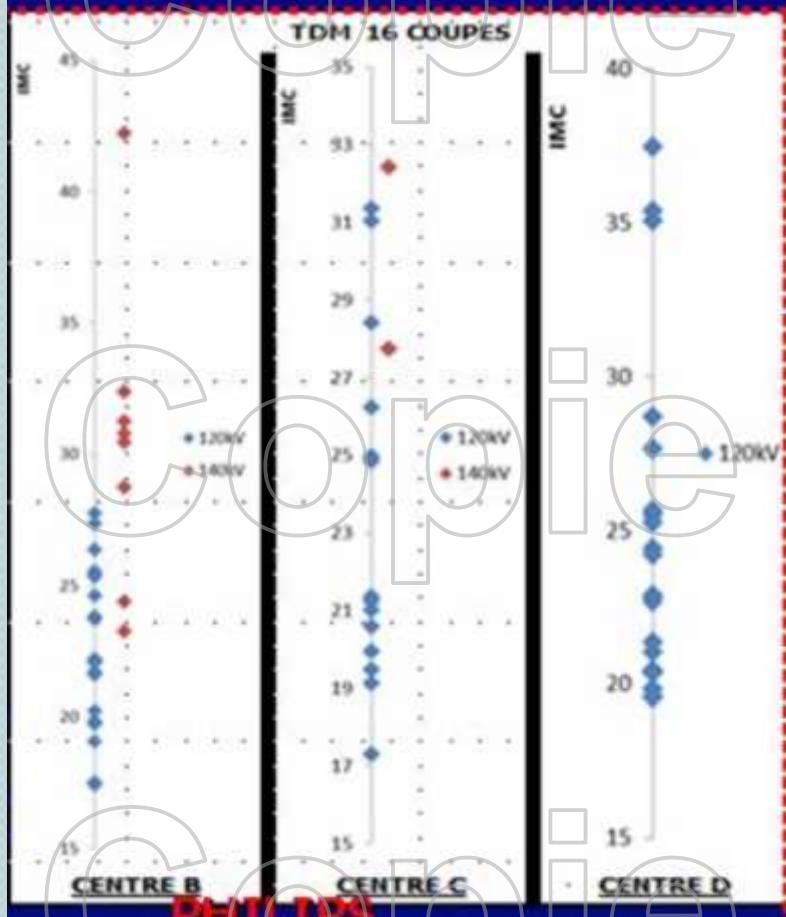
Valeur de SUV : biais de 7% pour 80 kV

### ⌚ 3) Adaptation des kV à l'IMC du patient

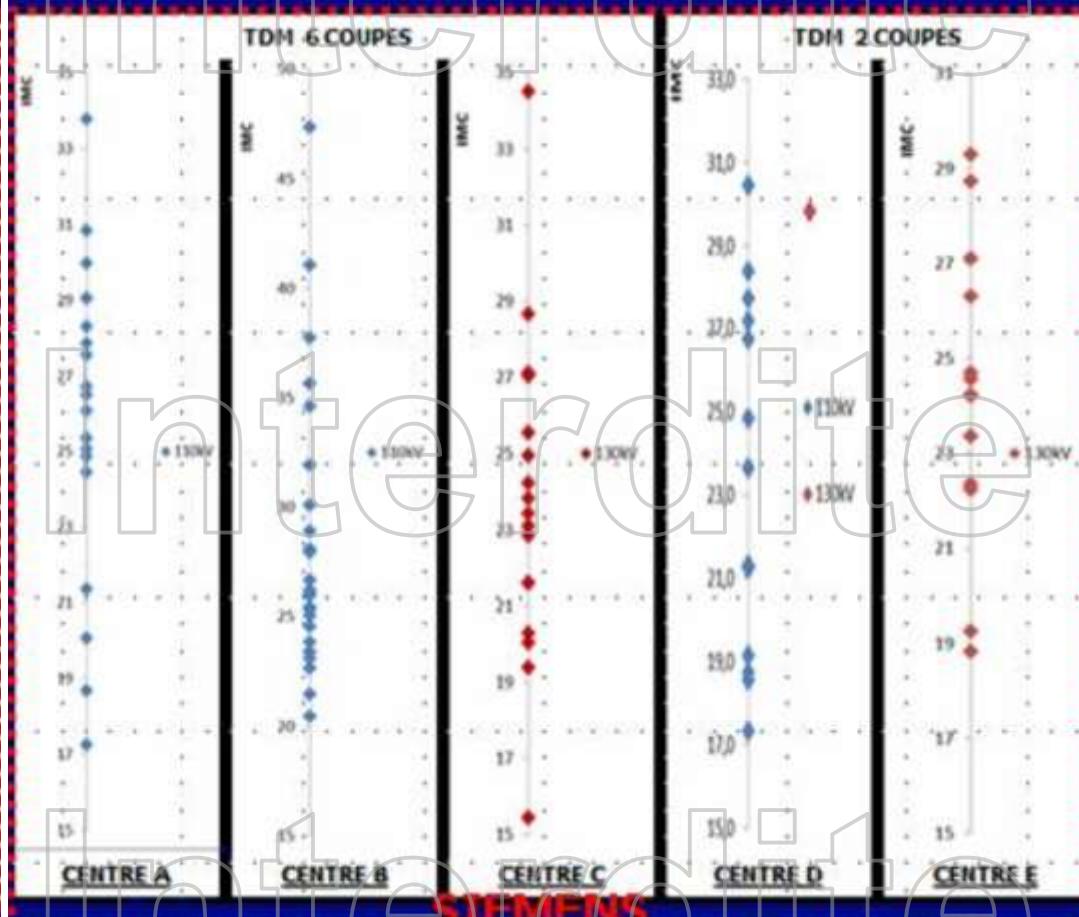


## Hétérogénéité des pratiques

## TEP



## Exemples : enquête 2012



Pour un même type et même marque de TDM:

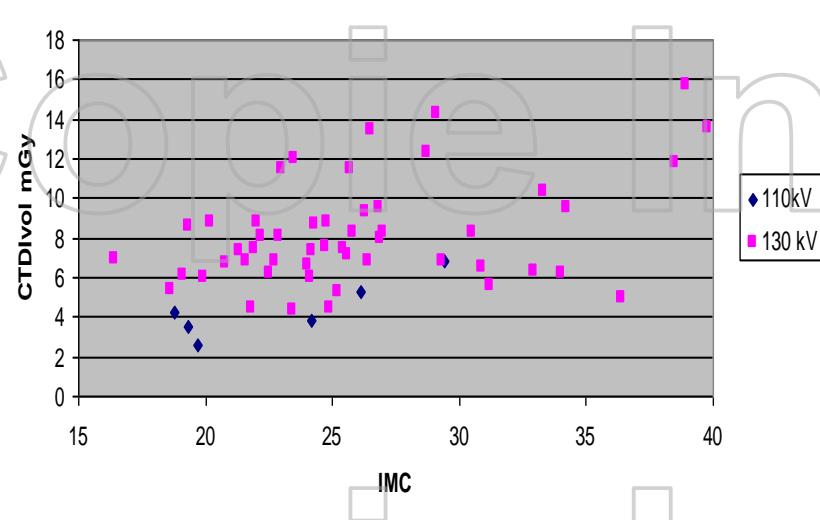
- ☞ Choix kV variable
- ☞ Adaption kV à l'IMC n'est pas toujours appliquée

**copie interdite**

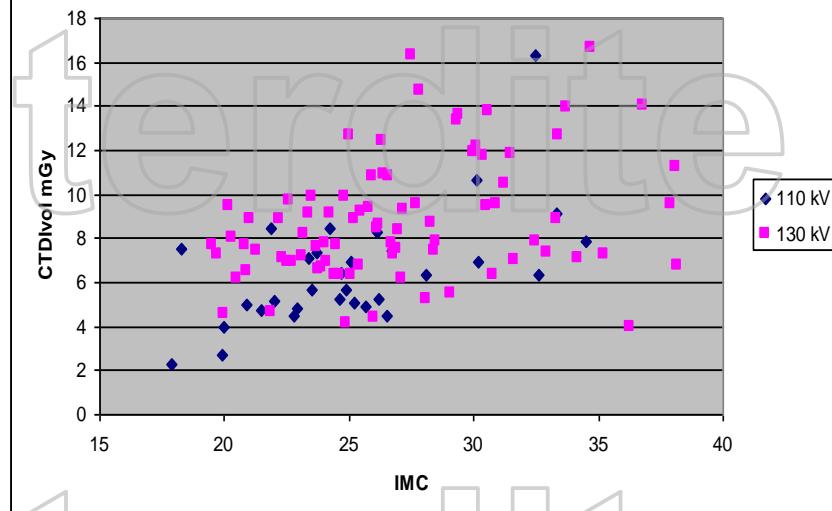
TEMP

## Exemples : enquête 2014 impact des kV

DORSAL- 69 examens - IMPACT des kV sur le CTDIvol SIEMENS



BASSIN impact des kV sur le CTDI vol SIEMENS



→ ↓ kV

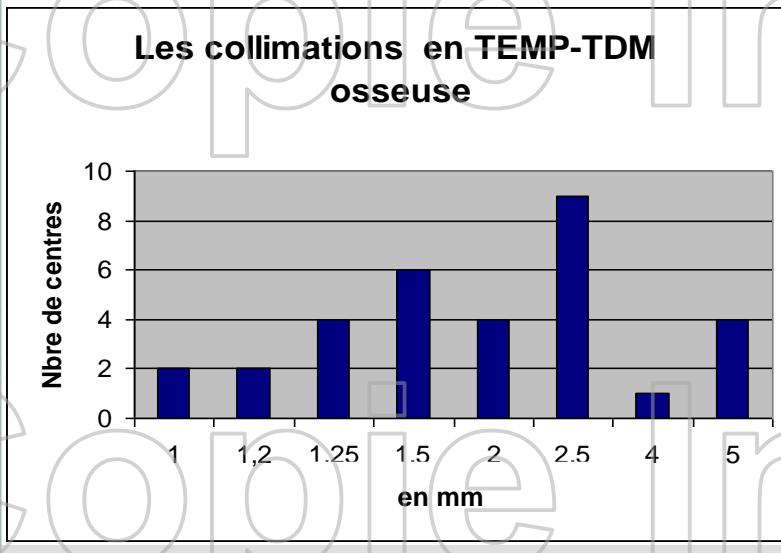
→ ↓ entre 25% - 40% du CTDIvol



## Optimisation : actuelle et future

### 4) Utilisation d' autres paramètres techniques

- **Le régulateur de mA :** si disponible, si activé, même bruit dans les images TDM + ↓ dose patient le cas échéant
- **La collimation TDM :** ↑ ~ 20% ctdi<sub>vol</sub> si échantillonnage TDM x2



Quelles épaisseurs de coupes pour un TDM de repérage osseux ?

- **Les algorithmes itératifs TDM :**

↓ 50 à 60% de la dose à qualité d' image TDM identique

## Volet 'Justification':

### 1 Indications du TEMP-TDM

- Scintigraphie osseuse – pulmonaire – myocardique - à l'octréotide - des parathyroïdes
- Autres : *ganglions sentinelles/Infections/Cerveau/MIBG/Thyroïde*

### 2 Modalités d'utilisation de TEMP-TDM

- Fonction du sexe ? - de l'âge ?
- Paramètres d'acquisition : *Fonction du poids, IMC, de la région explorée*  
Utilisation des TDM réalisés antérieurement

### 3 Cahier des charges caméra TEMP-TDM

- Qualité du détecteur TEMP, Qualité du TDM
- Nombre de coupes maximum du TDM
- Qualité des logiciels
- Coût
- Qualité du SAV
- Dosimétrie



## Difficultés rencontrées

- Mobilisation des équipes : 25 centres
- Cohérence des paramètres techniques opérateur dépendant
- Erreur conceptuelle dans l'enquête en ligne → certaines incohérences et des parties non remplies



## Questions complémentaires début 2015

Renvoi de questionnaire aux expéditeurs « anonymes »

## Volet justification :

### Comment se décide le passage à l'imagerie couplée TEMP-TDM pour la scintigraphie osseuse ?

- Dans 84% des services, c'est le MN qui décide de la réalisation du couplage TEMP-TDM (localisé) au cas par cas
- Dans 20% des services, la réalisation du couplage TEMP-TDM peut être systématique selon la topographie ou la demande du médecin demandeur
- Dans 40% des services, le MN peut opter pour le TEMP-TDM TAP selon aspect du CE.
- Dans 3 services (12%), réalisation systématique de TEMP-TDM TAP sans balayage CE pour certaines indications

Pas de différence entre CHU/R, CRLCC et secteur libéral !

# Volet justification :

## Comment les MN des 25 centres adaptent-ils la réalisation des TEMP-TDM en fonction du patient ?

### Adaptation du protocole TDM (I) : 2 critères

#### Corpulence

- 20% indiquent ne pas tenir compte du poids ou de l'IMC
- 20% ne répondent pas
- 20% adaptent uniquement selon le poids
- 60% ne tiennent pas compte de l'IMC dans le protocole TDM !
- 32% adaptent ~ poids/IMC selon l'examen (os-cœur)
- A 2 reprises, réponses discordantes de 2 praticiens exerçant dans un même centre/association

#### Région explorée

- 75% adaptent le protocole : cou/thorax ≠ abdomen/bassin ≠ membres)
- 25% n'adaptent pas le protocole TDM à la région explorée !

# Volet justification :

## Comment les MN des 25 centres adaptent-ils la réalisation des TEMP-TDM en fonction du patient ?

### Adaptation du protocole TDM (II) : Comment ?

92% des centres n'utilisent pas de produits de contraste radiologique,  
2 centres (CHU) le font (8%)

#### Paramètres à la console

- Modulation des kV (52%)
- Modification de la largeur de champ (52%)
- Adaptation de la charge (24%), du pitch (12%)

#### ⇒ réponses aléatoires

- 40% utilisent des protocoles 'constructeurs' ???
- 40% indiquent l'existence d'un tableau de modulation des kV à la console
- Utilisation des coupes non corrigées de l'atténuation ?  
24% oui – 32% non - 44% ne répondent pas

## Volet optimisation

- . Photographie de la ***dosimétrie patient délivrée par la TDM en Médecine Nucléaire***
- . L'exploitation détaillée d'une base de données significative a permis une analyse des paramètres TDM utilisés et leur influence sur l'exposition des patients
  - ⇒ **A envisager**
- *Inciter les services à l'optimisation en agissant sur les kV et la taille du champ d'exploration, et en modulant les paramètres en fonction de l'IMC*
- *D'autres paramètres à surveiller sur un appareillage en évolution permanente (épaisseur des coupes, mAs, reconstruction itérative)*
- *Faut-il anticiper la détermination des valeurs de NRD en TDM des examens TEMP-TDM ?*

## Volet justification

### Exploitation anonyme des données par l'équipe médicale

⇒ photographie de *l'utilisation de la TDM* par les Médecins Nucléaires

- Parc des caméras hybrides en pleine expansion
- Contraintes d'utilisation spécifiques du constructeur

⇒ base de réflexions sur *l'élaboration des bonnes pratiques*

- Pas d'évaluation des protocoles en fonction du recrutement (cancéro, rhumato, orthopédie...) dans chaque service
- Connaissance « **insuffisante** » des paramètres TDM qui modifient la dosimétrie : les réponses, confrontées au volet optimisation, traduisent ce qu'il faudrait faire et non pas ce qui est réellement fait

## Volet justification

⇒ ***Responsabilité du médecin nucléaire***

- Sur le plan juridique, le médecin nucléaire exécutant l'acte d'imagerie médicale sous les rayonnements ionisants reste *in fine responsable*, indépendamment des choix ou souhaits du demandeur (article R. 1333-57 du CSP)
- La justification des actes médicaux sous-entend
  - Une évaluation du rapport bénéfice/risque : systématique...
  - Option récente : respect de règles de bonnes pratiques encore à élaborer...
- Les acquisitions TEMP-TDM TAP ont tendance à se généraliser en oncologie (Administration PDC ?)

## **En résumé**

- ⇒ **Besoin d'une formation 'Dosimétrie TDM au patient' pour les médecins nucléaires (optimisation)**
  - ↳ à prévoir dans les programmes de renouvellement de Formation RPP imminent pour les médecins nucléaires (depuis 2005)
- ⇒ **Nécessité de dialogue avec les constructeurs**
  - ↳ concernant les logiciels d'acquisition/reconstruction 'boîtes noires'
- ⇒ **Nécessité d'études comparatives des différents protocoles TEMP versus TEMP-TDM (justification)**
  - ↳ accompagner les évolutions dans les pratiques...