



Les doses reçues aux organes en Cardiologie Interventionnelle

Carlo Macchia*

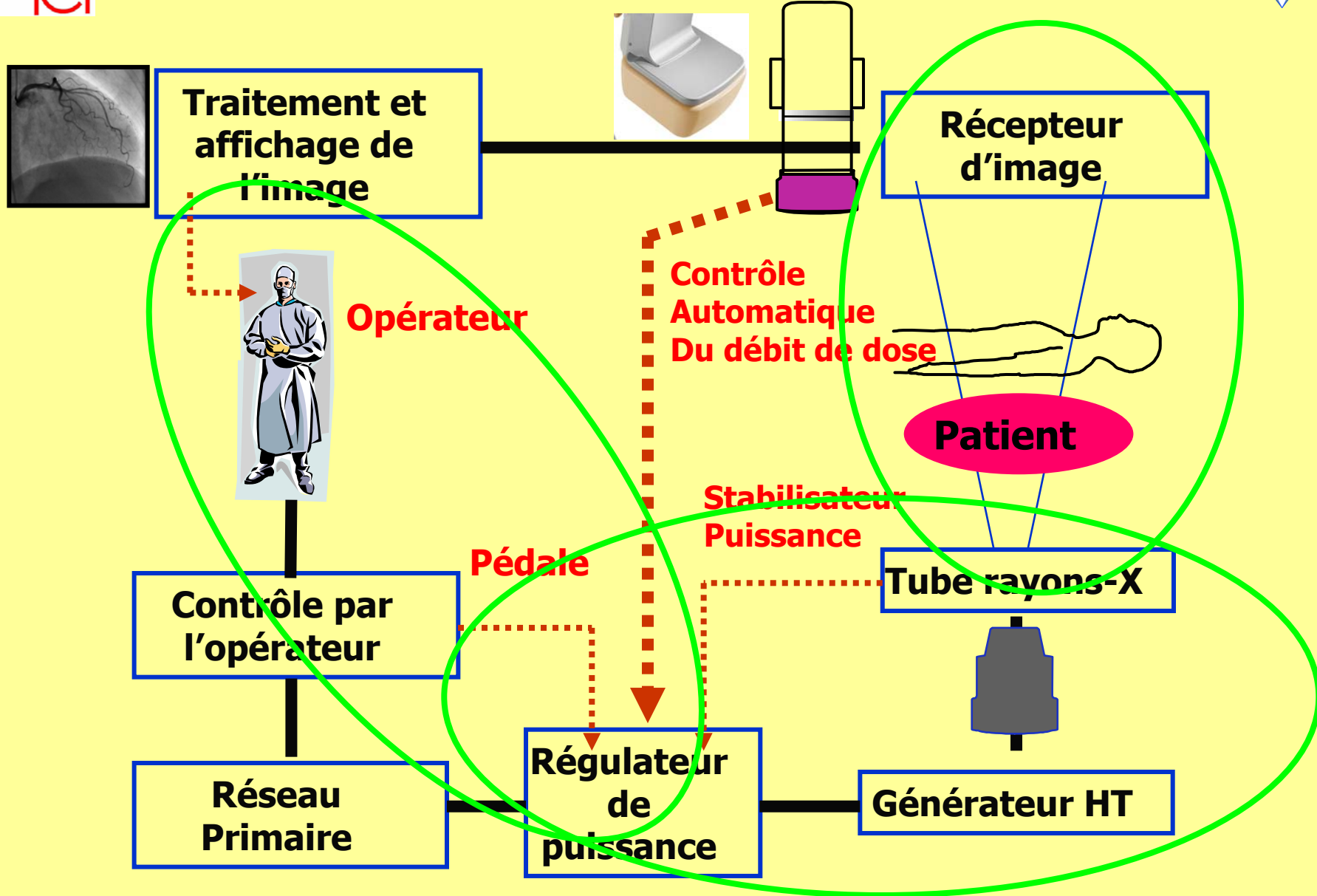
- Centre d'Assurance de qualité des Applications Technologiques dans le domaine de la Santé (CAATS) Bourg-La-Reine – France (e-mail: carlo-maccia@neuf.fr)

Les Techniques interventionnelles en Médecine et Radioprotection
(SFRP - GACI)
Paris - 13 Octobre 2009

La Radioprotection en Cardiologie Interventionnelle

- En Cardiologie Interventionnelle la radioprotection des patients repose sur l'optimisation des procédures techniques qui conduisent à l'exposition des organes situés à la surface d'entrée du patient (**peau**) et/ou en profondeur.
- Selon le cas les risques radioinduits à considérer ne sont pas du même ordre :
 - Effets déterministes (**seuil**)
 - Effets stochastiques (**probabiliste**).

Schéma systémique



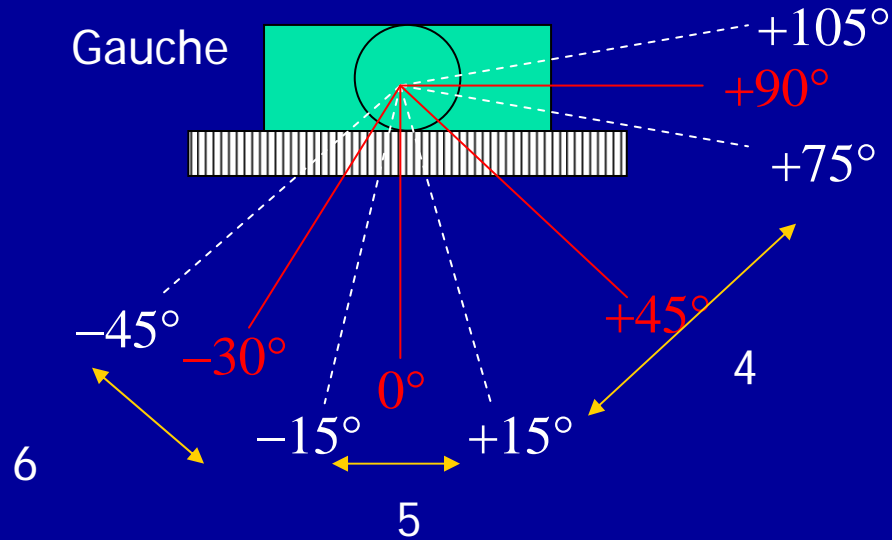
Facteurs qui ont une influence sur la dose reçue par le patient

■ En relation avec l'équipement

- Possibilités de mouvement de l'arceau, du tube et du récepteur d'image
- Taille des champs d'image (agrandissement)
- Collimation
- Filtration du faisceau
- Débit de dose en scopie et cadence d'acquisition (faible, normal, haut)
- Longueur du pulse
- Débit de dose à l'entrée du détecteur en scopie et en graphie
- Système automatique de contrôle de la brillance (modulation de l'énergie du faisceau incident)
- Spectre des photons X
- Filtres électroniques
- Filtres de contours
- Maintenance préventive et étalonnage
- Contrôle de qualité

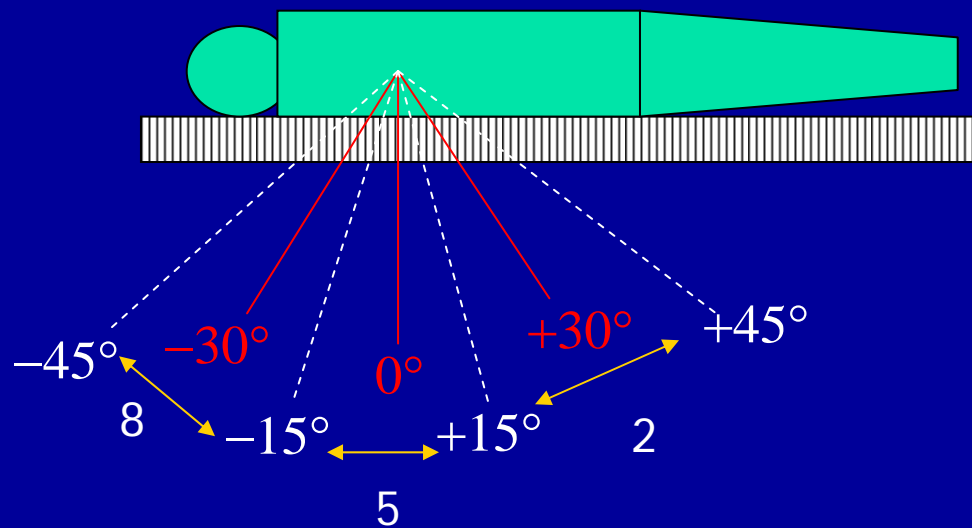
Répartition des incidences

Incidence PA



9	8	7
6	5	4
3	2	1

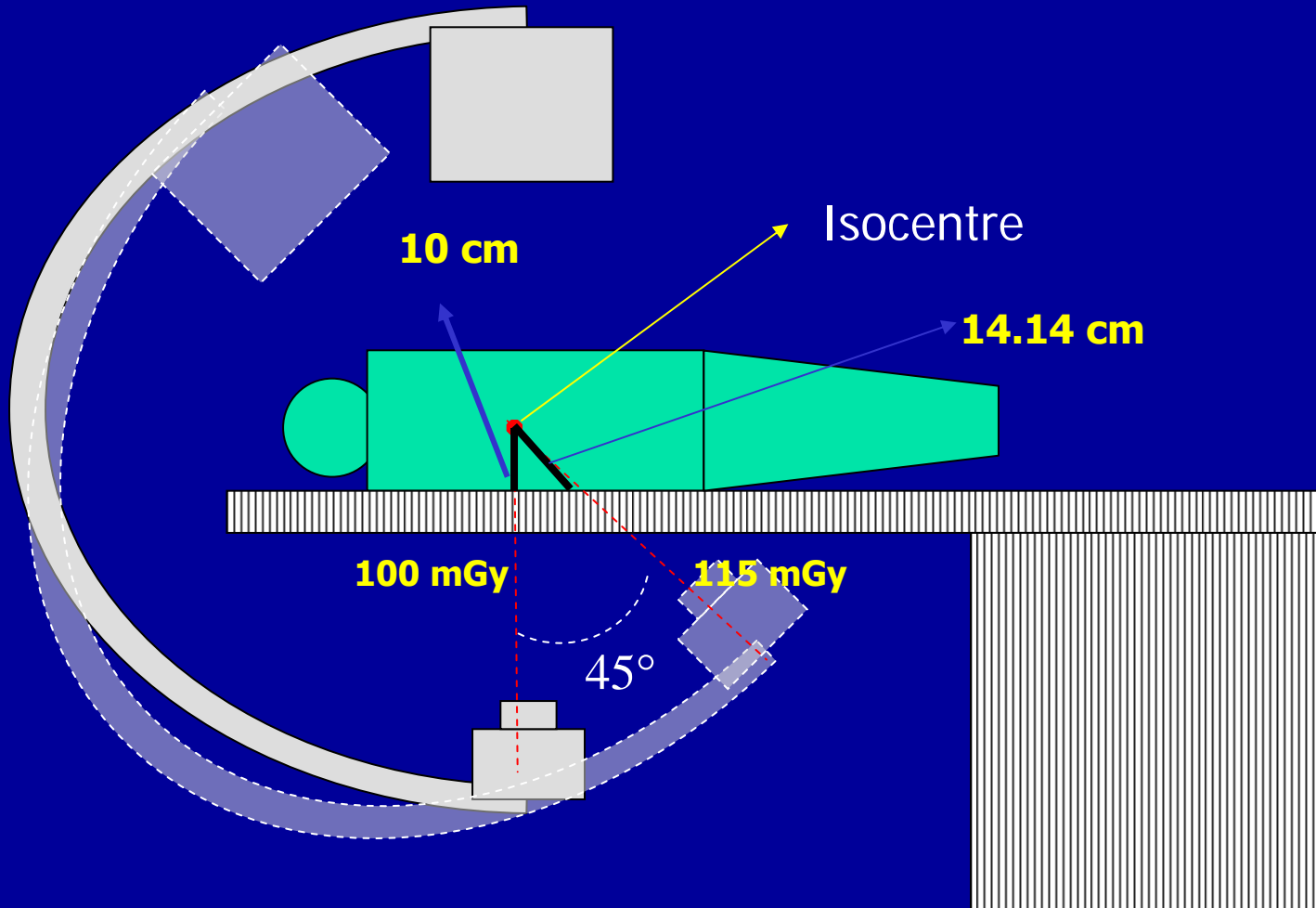
Incidence CC



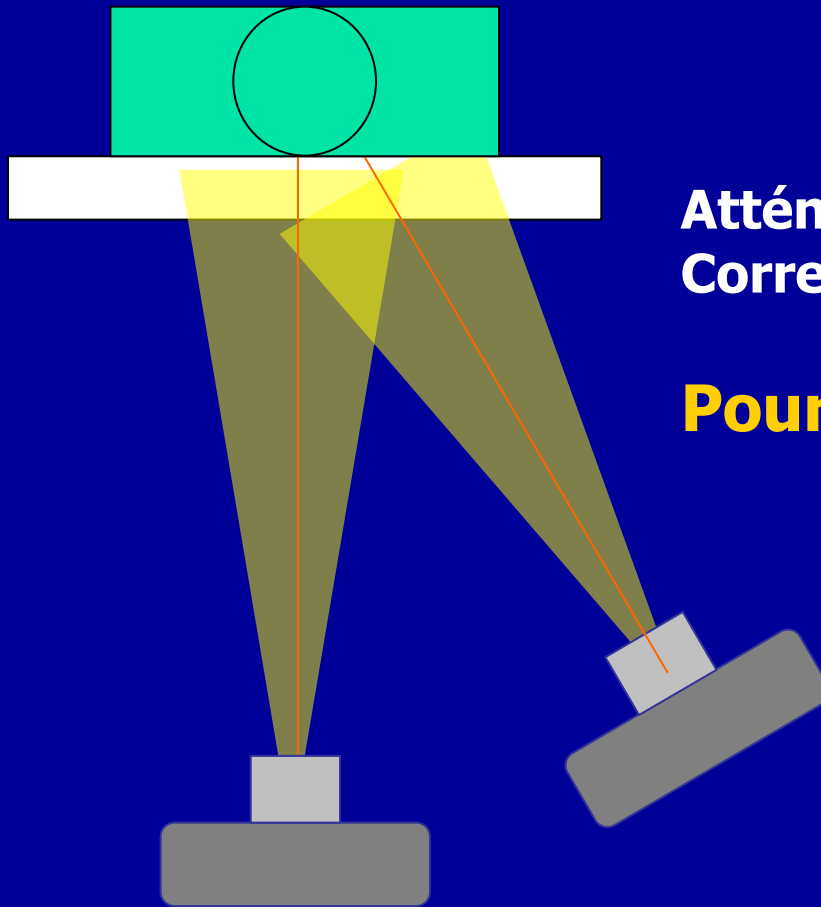
Facteurs qui ont une influence sur la dose reçue par le patient

- **En relation avec la procédure de CI**
 - **Positionnement relatif du tube et du détecteur d'image par rapport au patient**
 - **Orientation du faisceau et déplacement**
 - **Collimation**
 - **Cadence d'acquisition des images**
 - **Nombre de séries d'images**
 - **Nombre d'images par série**
 - **Type de scopie (pulsée) – faible, moyenne, forte...**
 - **Durée totale de la scopie**
 - **Durée totale du temps d'acquisition (graphie)**

Variation de la dose à l'entrée du patient selon la distance de la table (incidences obliques)



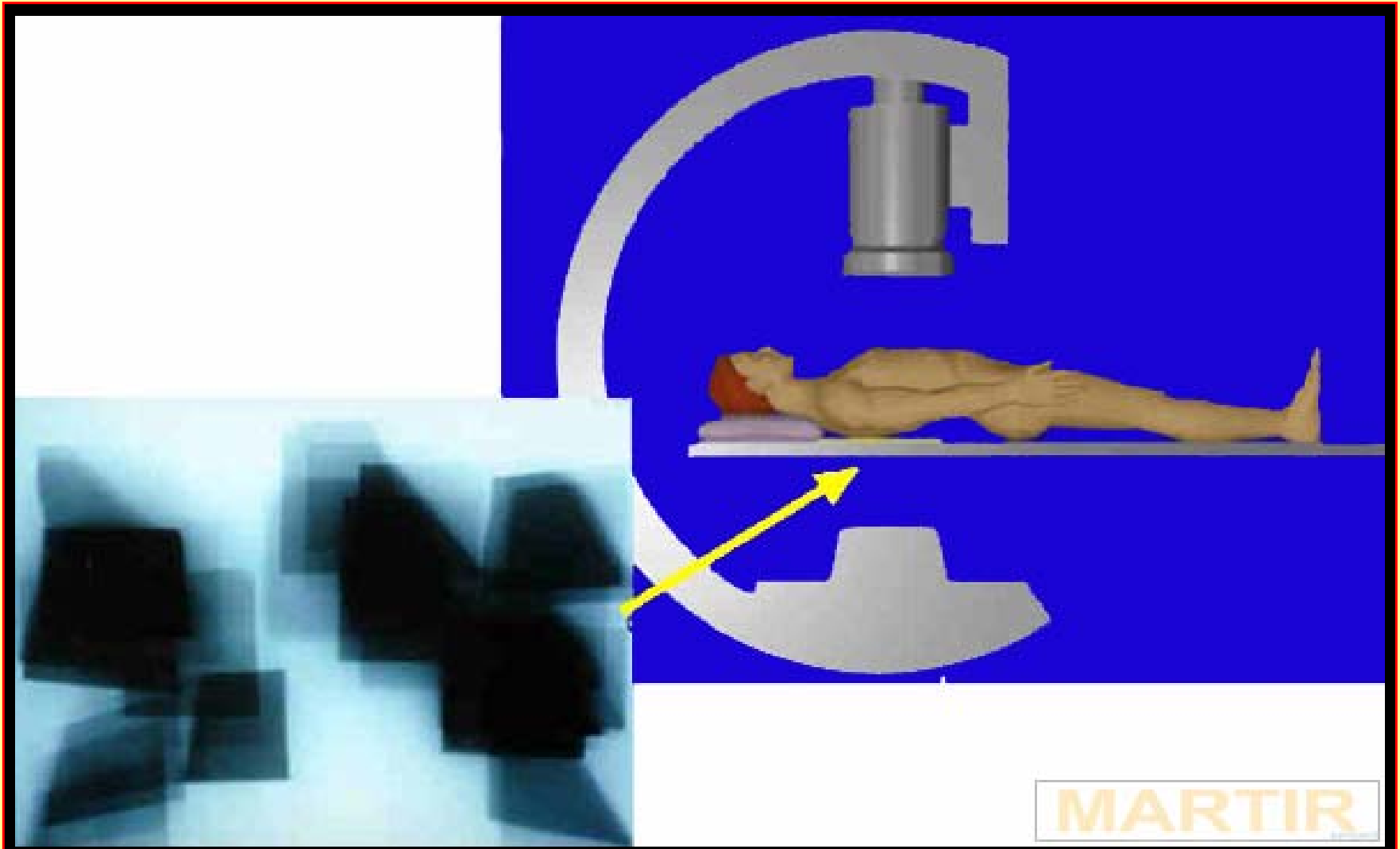
Effet combiné « Atténuation de la table, distance et superposition des faisceaux »



Atténuation de la table : $0.81 - 0.72$
Correction due à la distance : $1,44$

Pour les incidences obliques

La superposition des faisceaux



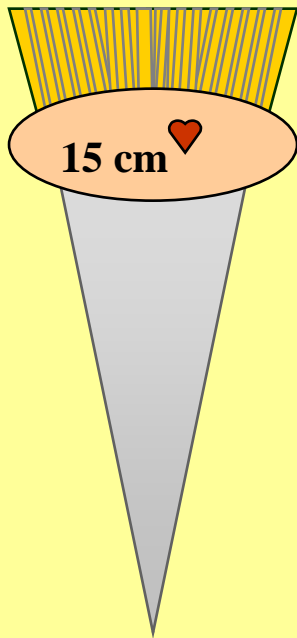
Facteurs qui ont une influence sur la dose reçue par le patient

- **En relation avec le patient**
 - **Morphologie**
 - **Pathologie**
 - **Antécédents**
 - **Cumul des examens**

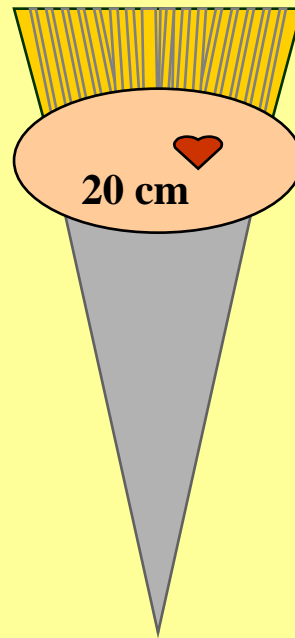
Poids et densité du patient

Les tissus plus épais absorbent plus de rayonnement. L'intensité du faisceau est augmentée (automatisme) pour compenser cet effet.

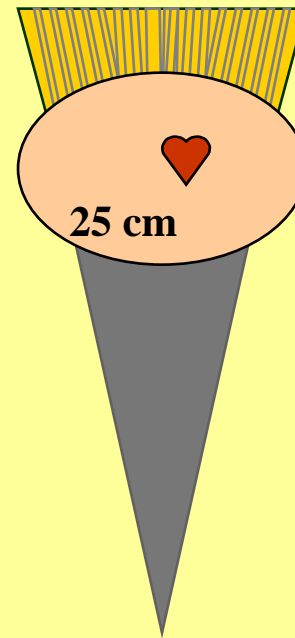
Le risque à la peau est accru chez les patients volumineux
[DE = Dose à l'Entrée du patient]



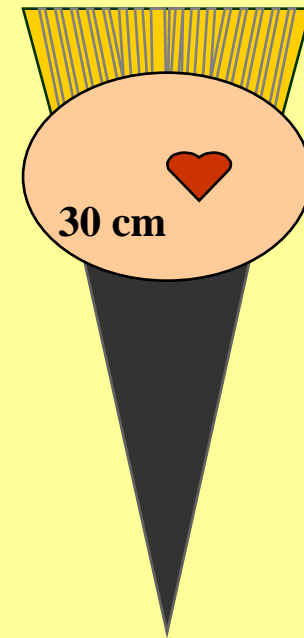
DE = 1 unité
Exemple: 2 Gy



DE = 2-3 unités
Exemple: 4-6 Gy



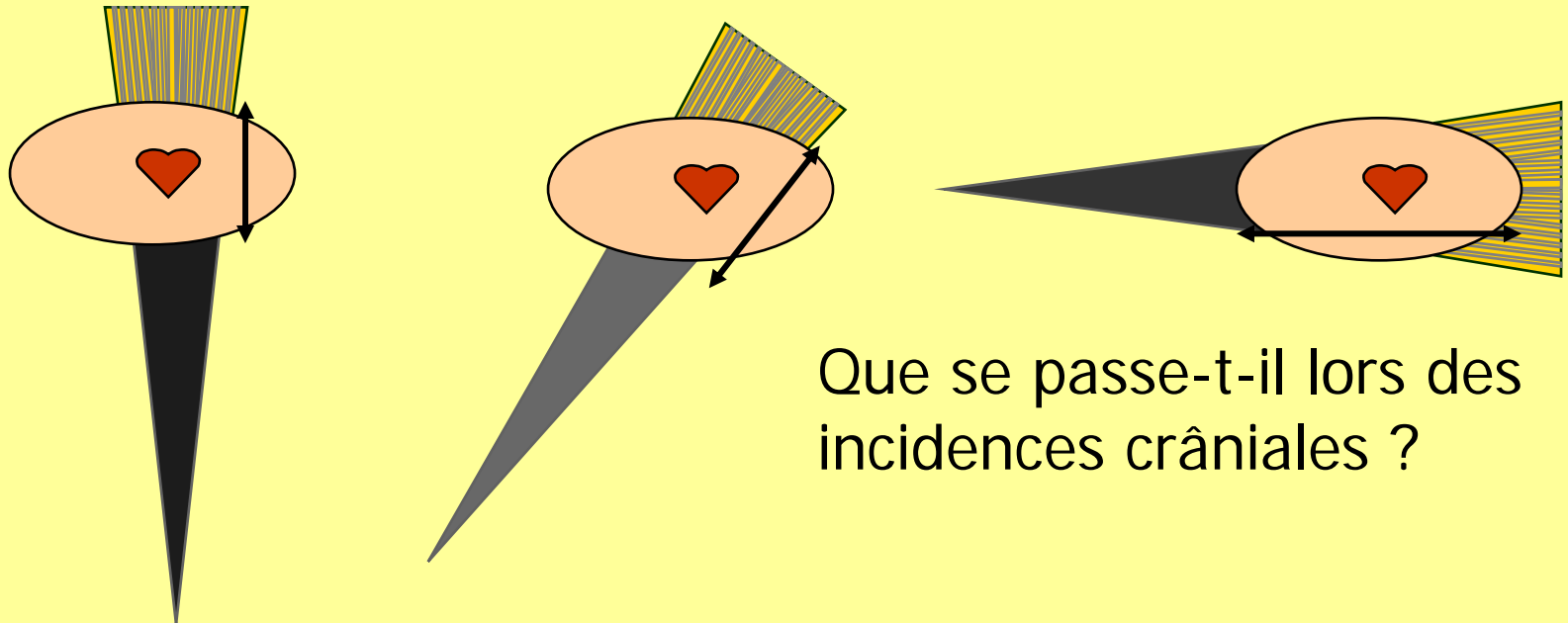
DE = 4-6 unités
Exemple: 8-12 Gy



DE = 8-12 unités
Exemple: 16-24 Gy

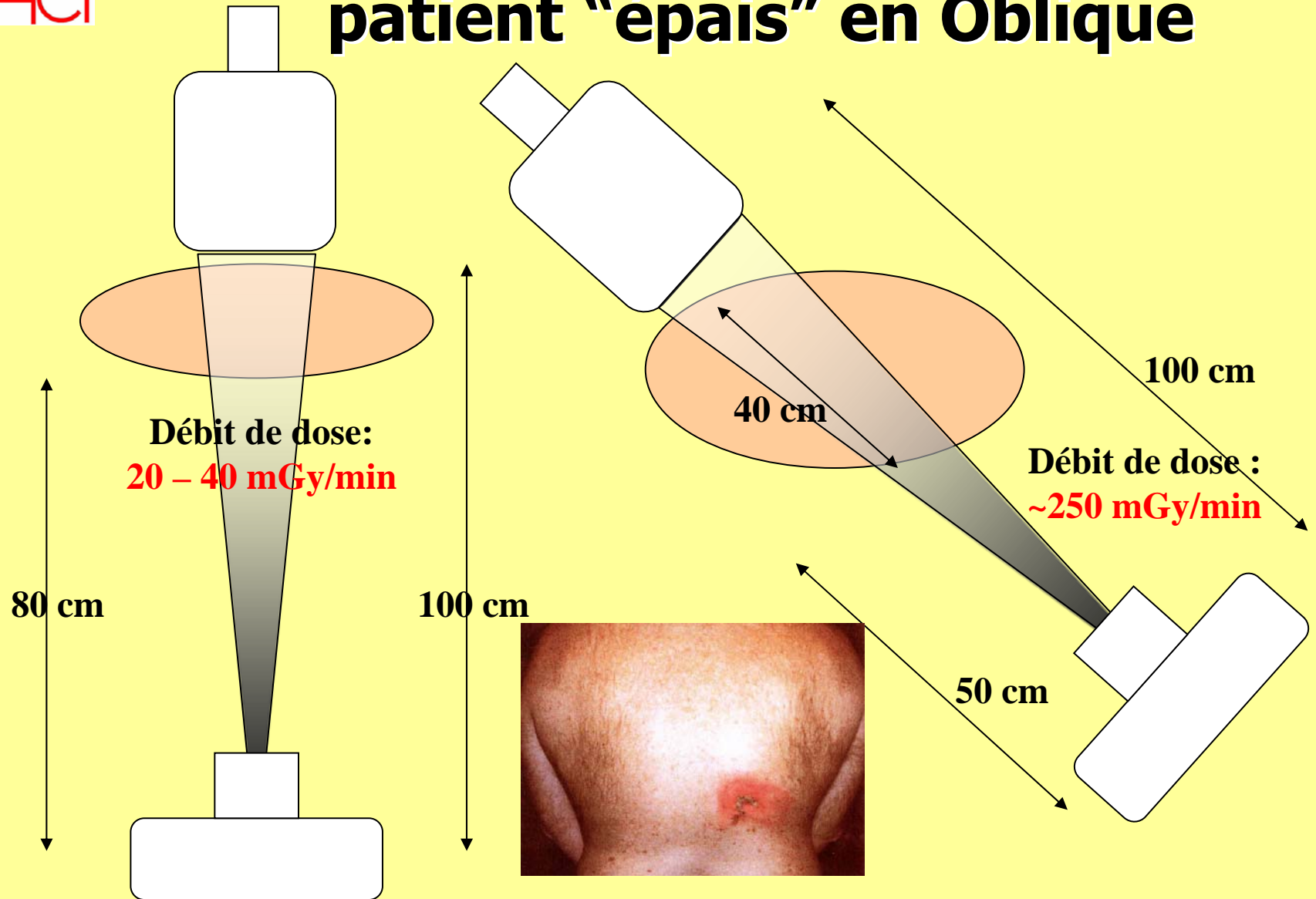
Densité des tissus et incidence du faisceau

Les tissus plus épais absorbent plus de rayonnement. Lors des incidences obliques, l'intensité du faisceau est d'autant plus augmentée. Le risque à la peau est davantage accru chez les patients volumineux !



Que se passe-t-il lors des incidences crâniales ?

Patient "fin" en PA versus patient "épais" en Oblique



La dosimétrie du patient (1)

- Plusieurs auteurs ont prioritairement mis l'accent sur les indicateurs de dose directement reliés aux effets cutanées (**Dose à l'entrée ou Dose Maximum à la peau**)
- D'autres ont étudiés des indicateurs plus globaux tels que le Produit Dose Surface (**PDS**) et mis en évidence :
 - l'influence de facteurs thérapeutiques et techniques sur le temps de scopie,
 - le nombre d'images de graphie ou le débit de dose en scopie.

La dosimétrie du patient (2)

- **La Dose Efficace** attribuable à une procédure de CI et sa **proportionnalité** avec le **PDS** a été fréquemment étudiée par des auteurs spécialisés dans la simulation mathématique (modèle Monte Carlo)
- En revanche, dans un contexte d'évaluation du risque stochastique, peu d'auteurs ont décrit l'ampleur et la variation des doses reçues par certains organes retenus dans le calcul de la Dose Efficace au cours des examens de CI.

Etude dosimétrique CAATS

- Travail dosimétrique original réalisé par le CAATS en marge d'une étude effectuée en collaboration avec l'INVS (2005) dans le service d'hémodynamique de la Clinique Saint Gatien à Tours.
- Simulation et calcul des doses reçues aux organes pour 177 patients soumis à des coronarographies et/ou angioplasties

Le cadre méthodologique de l'étude

- Clinique Saint Gatien - Tours (3000 procédures/an)
- 3 Cardiologues (1 jeune, 2 seniors)
- 1 arceau (Philips Integris Allura 9C)
- Dispositif de mesure du PDS étalonné (graphie et scopie)
- Enregistrement détaillé des données techniques par incidence (graphie et scopie)

Les données (1)

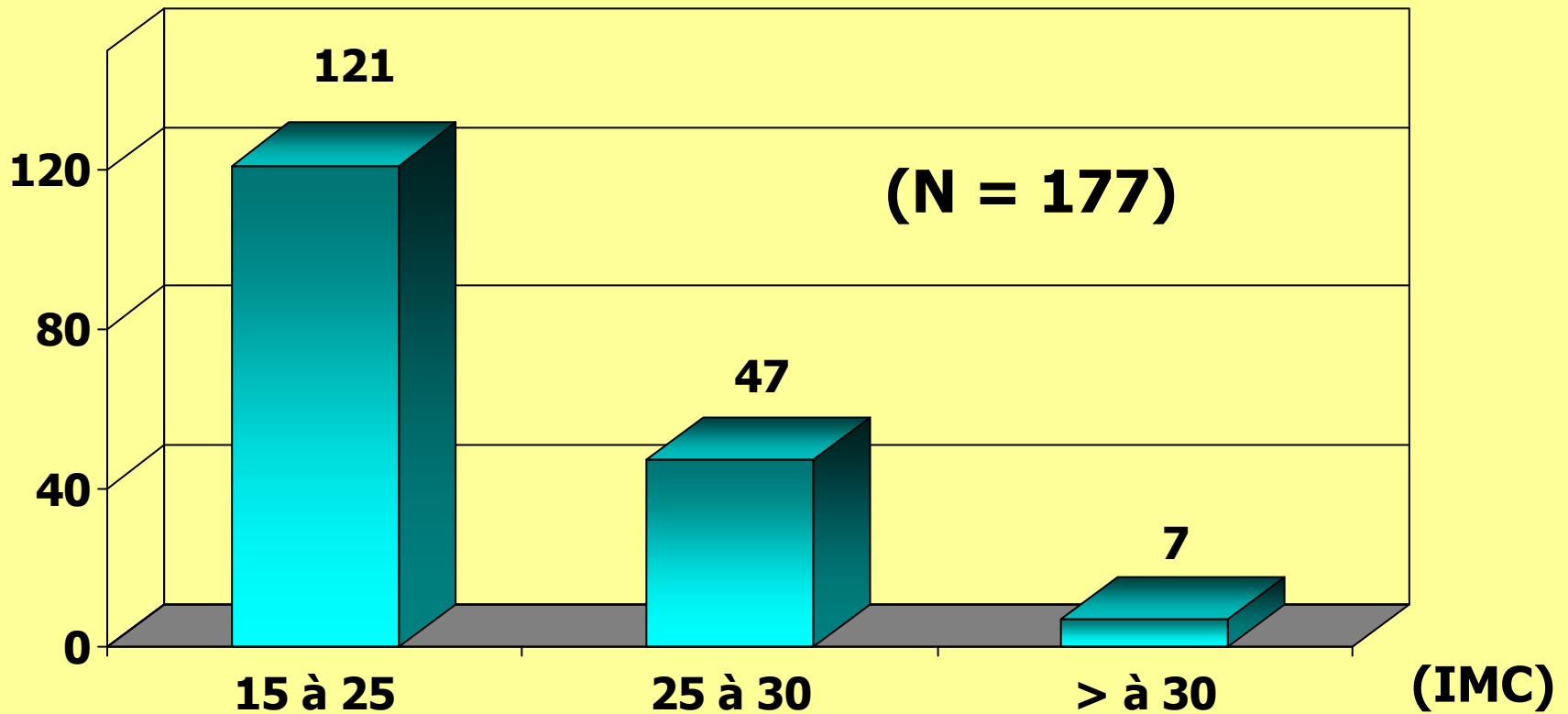
- 177 patients (20% femmes and 80% hommes)
- 50 Coro - 120 PCTA et < 10% "ad hoc" PTCA
- Au moins 50 patients par cardiologue
- 2,614 valeurs de PDS
- kV, collimation du faisceau, DFI, taille de l'ampli, nombre d'images, cadence d'acquisition, temps de scopie, géométrie etc..

Les données (2)

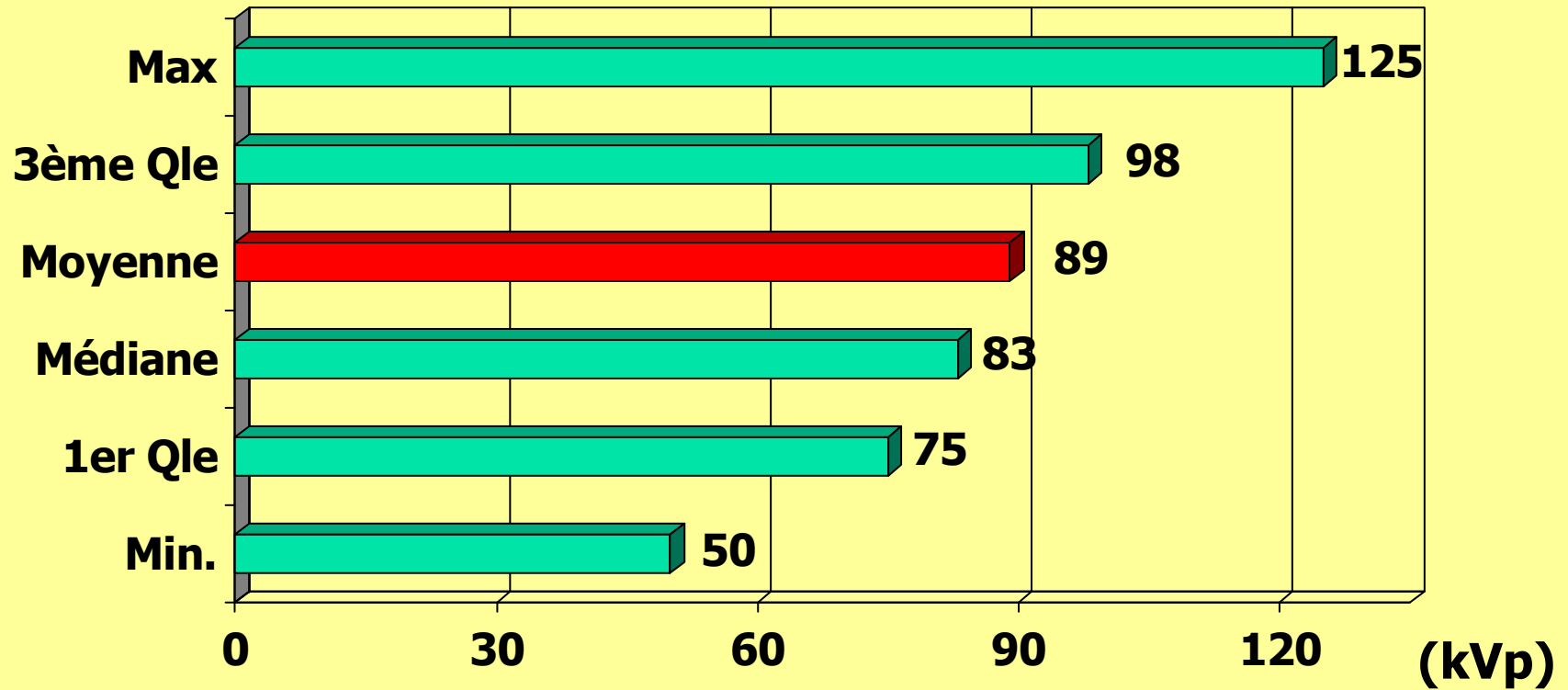
- Morphologie du patient
- Antécédents
 - Pathologie
 - Procédures effectuées
 - Nombre de rétrécissement et/ou occlusions
- Images enregistrées sur CD rom
 - Analyse de l'information (Dicom header)

Histogramme de l'Indice de Masse Corporelle

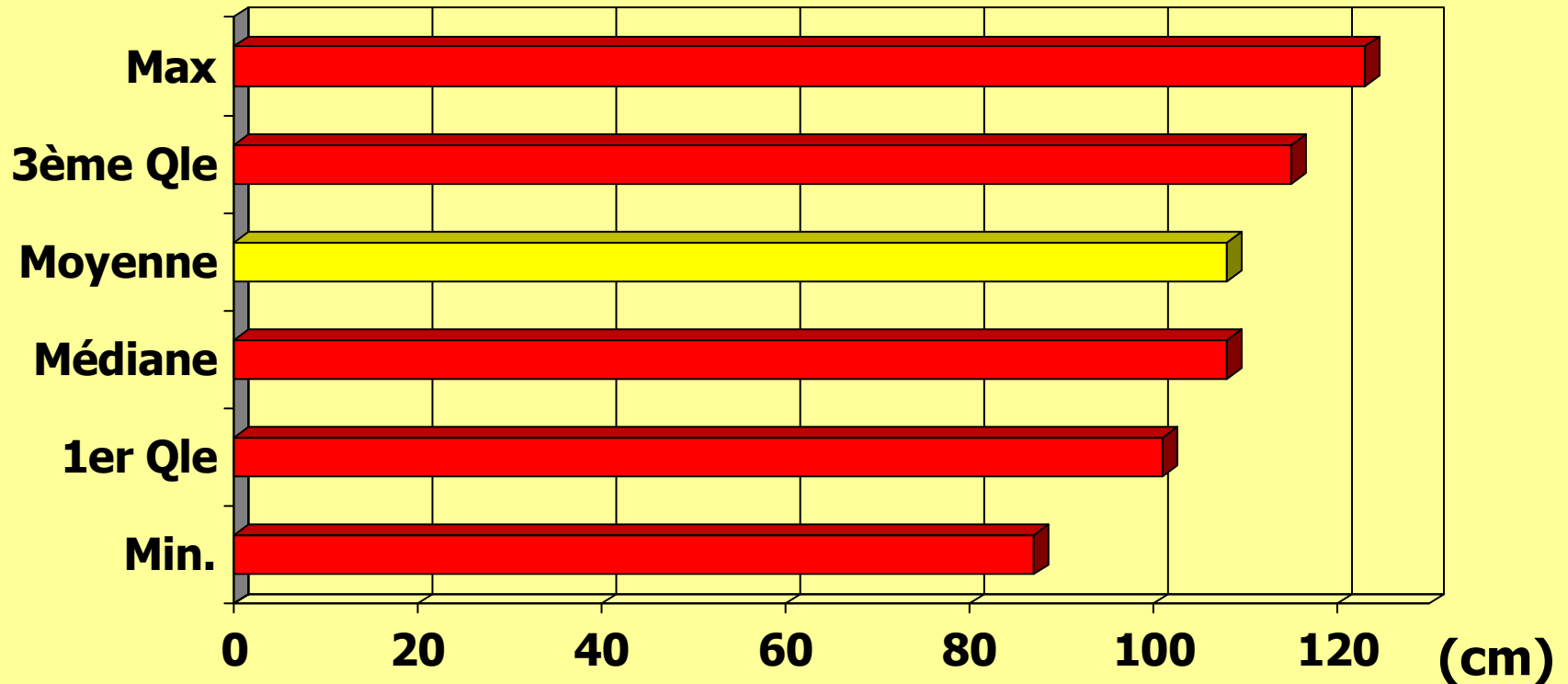
Nombre de patients



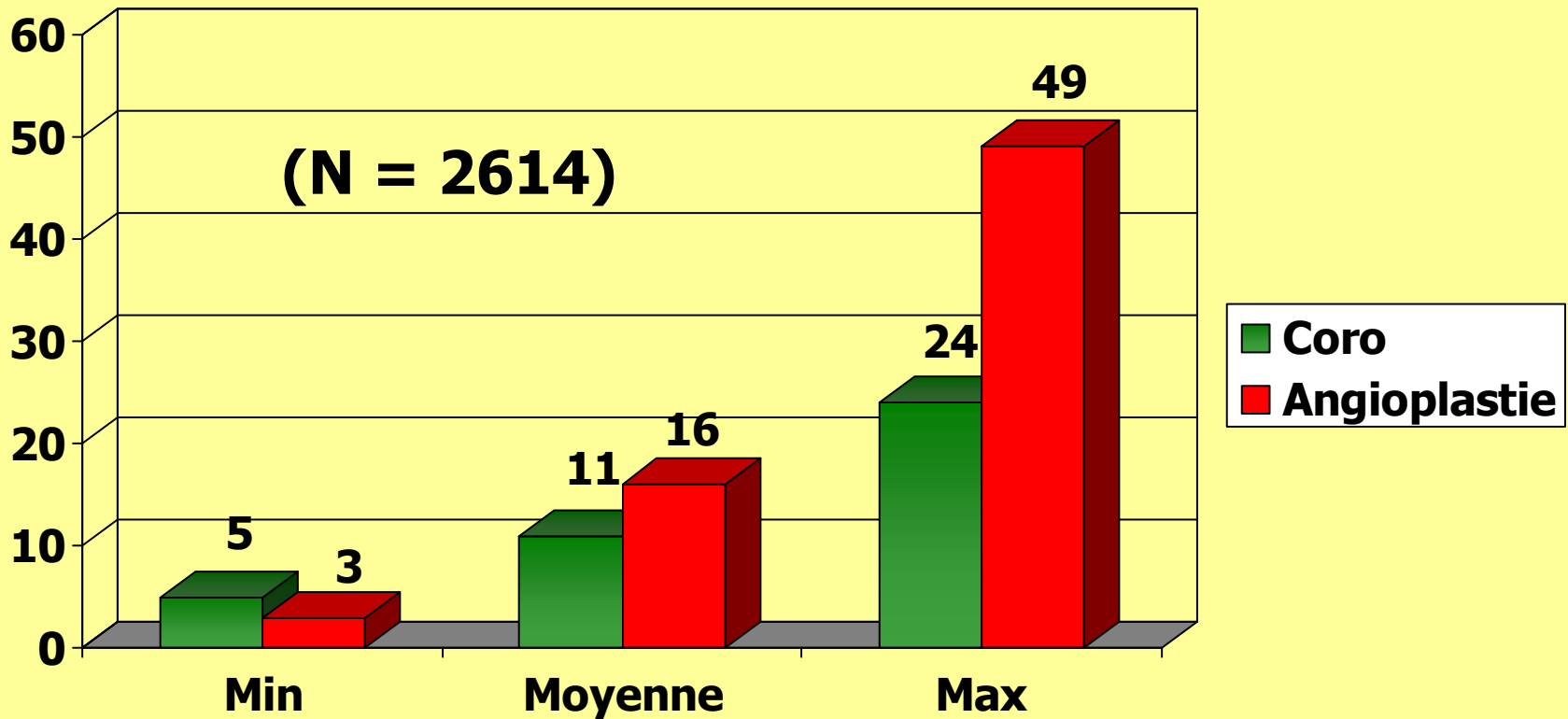
Statistique des kVp (N = 2614)



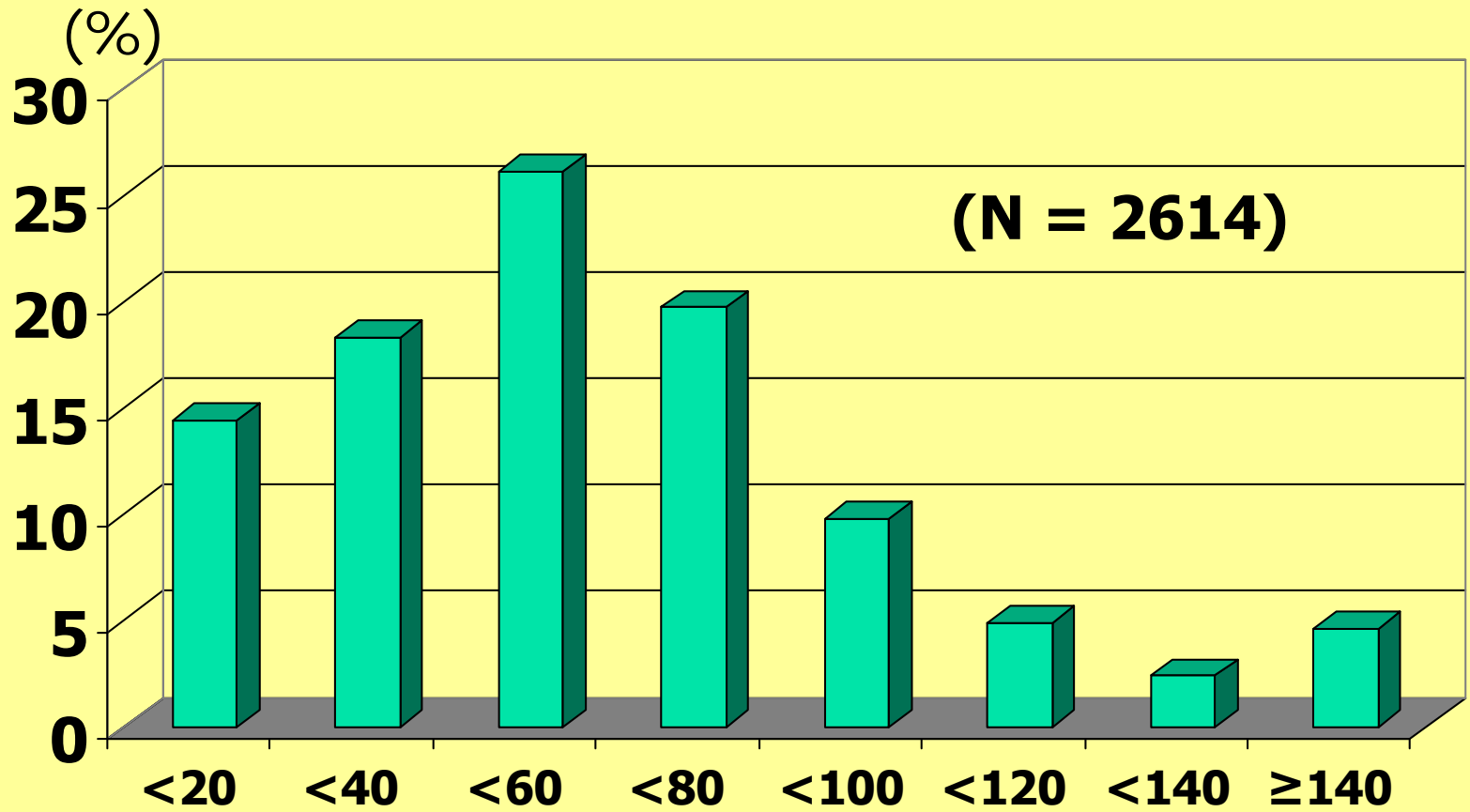
Statistique des Distances Source-Détecteur (N = 2614)



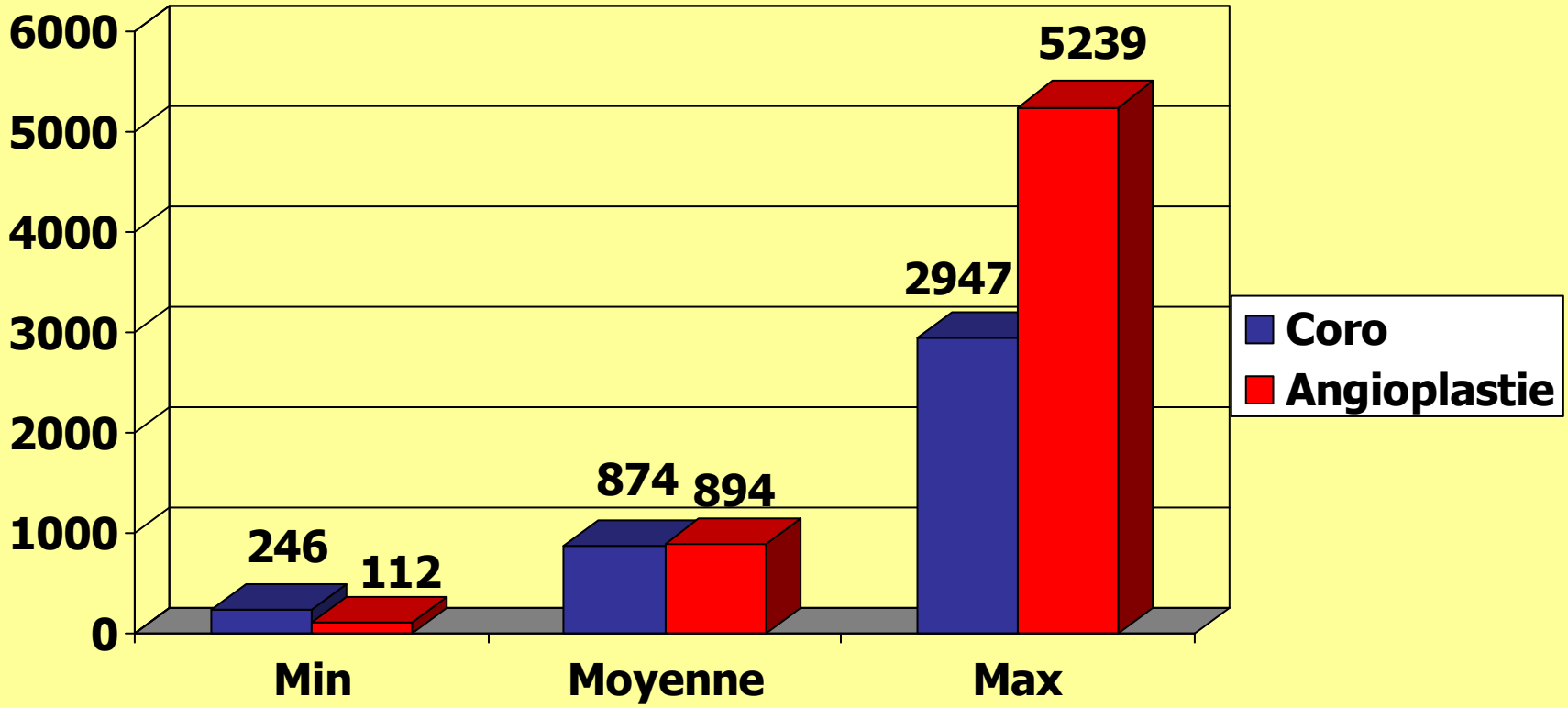
Nombre de séries d'images par type de procédure



Nombre d'images par série d'acquisition

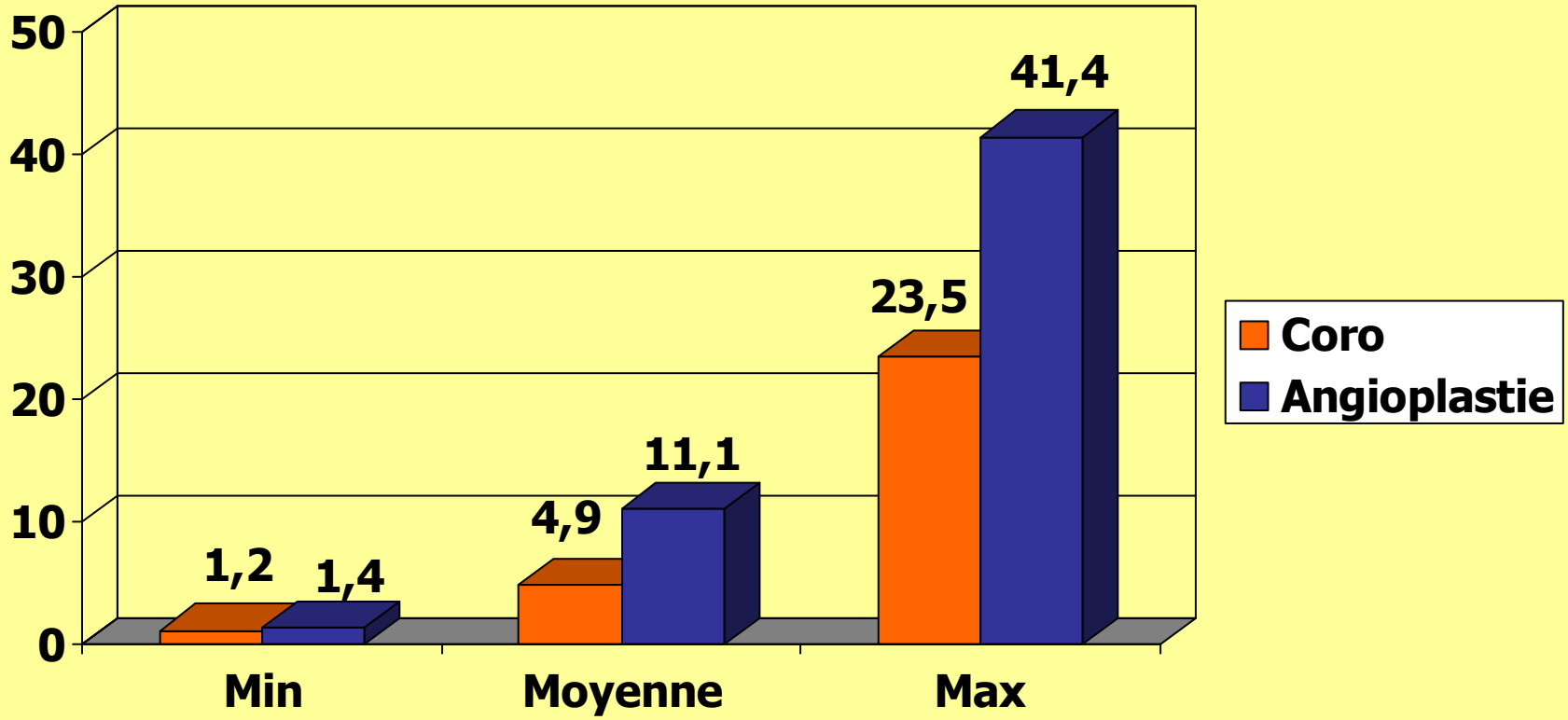


Nombre d'images par type de procédure (N = 2614)



Temps de scopie par type de procédure (N = 2614)

Temps (mn)



Exemple de simulation

Header text:

Phantom data

Age: 0 1 5 10 15 Adult

Phantom height: Standard: 178.6

Phantom mass: Standard: 73.2

Arms in phantom

Geometry data for the x-ray beam

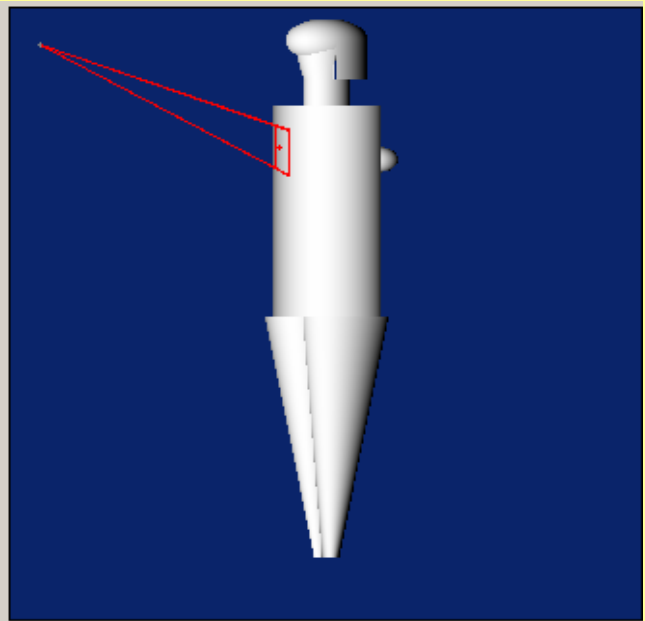
SD	Beam width	Beam height	Xref	Yref	Zref
<input type="text" value="70.67"/>	<input type="text" value="11.12"/>	<input type="text" value="11.12"/>	<input type="text" value="0.0000"/>	<input type="text" value="0.0000"/>	<input type="text" value="41.0000"/>

Projection angle:

Cranio-caudal angle:

LATR=180 AP=270 (pos) Cranial X-ray tube
LATL=0 PA=90 (neg) Caudal X-ray tube

Draw x-ray field



Rotation increment View angle

MonteCarlo simulation parameters

Max energy (keV):

Number of photons:

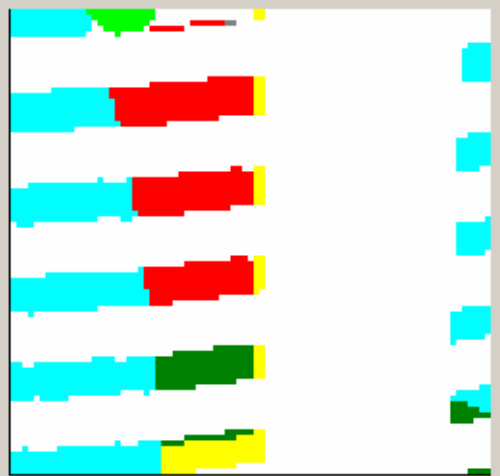
Field size calculator

FID: Image width: Image height:

Phantom exit- image distance:

FSD: Beam width: Beam height:

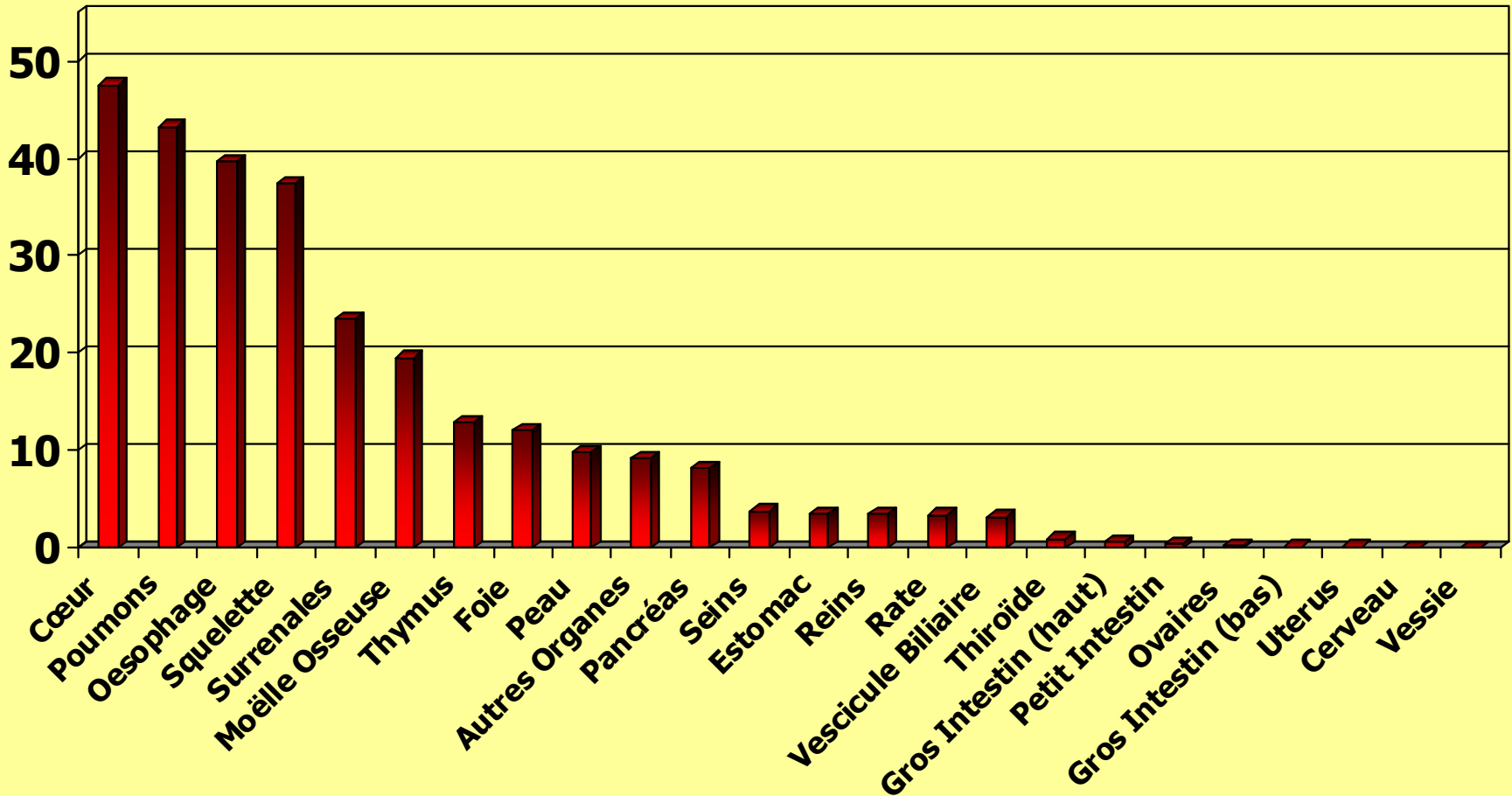
- Skeleton
- Brain
- Heart
- Testes
- Spleen
- Lungs
- Ovaries
- Kidneys
- Thymus
- Stomach
- Salivary glands
- Oral mucosa
- Pancreas
- Uterus
- Liver
- Upper large intestine
- Lower large intestine
- Small intestine
- Thyroid
- Urinary bladder
- Gall bladder
- Oesophagus
- Prostate
- Pharynx/trachea/sinus



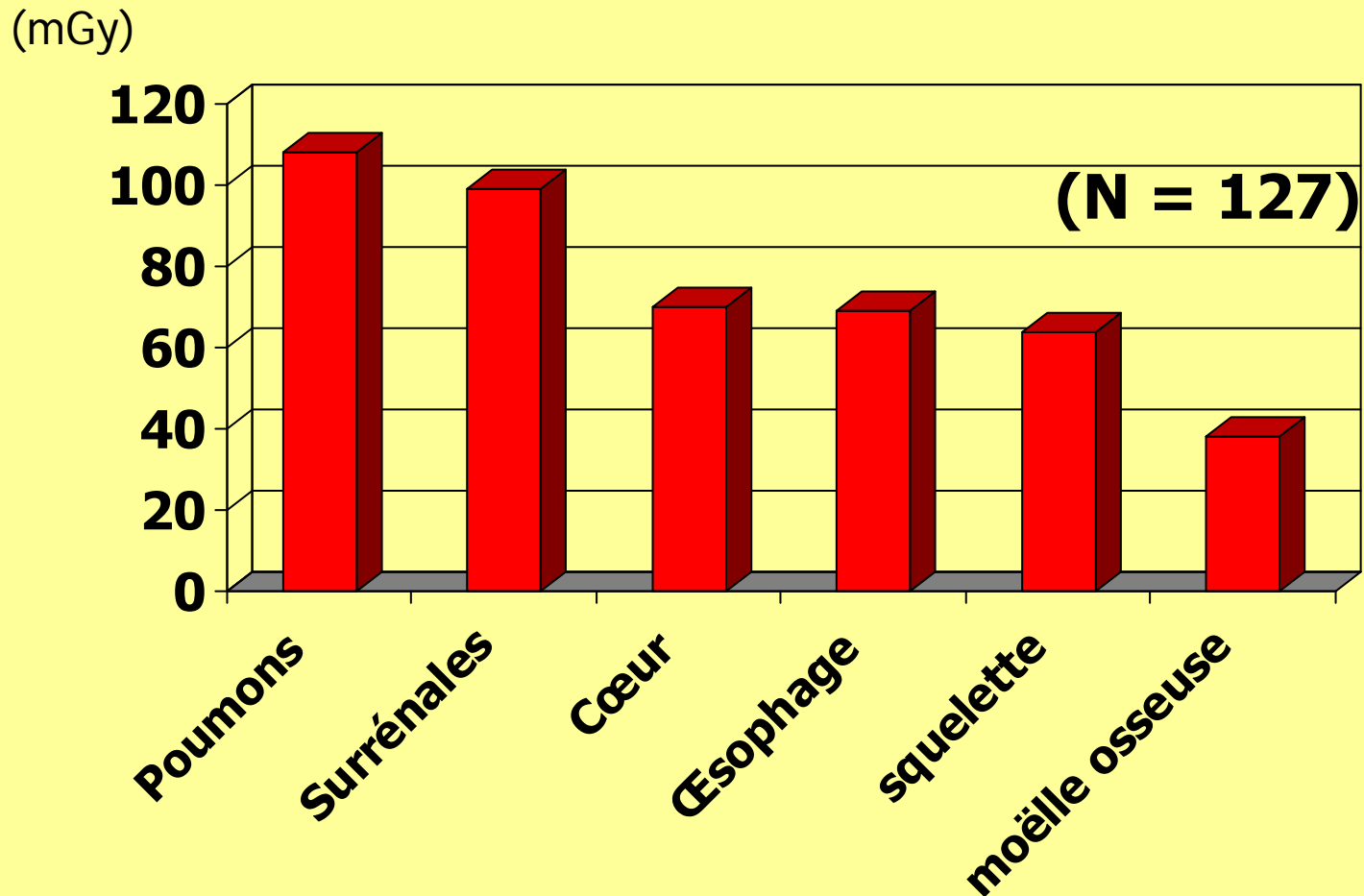
Quick Sharp

Doses aux organes : femme (64 ans) angioplastie de l'interventriculaire antérieure (3 stent), 28 séries d'images, 1301 expositions, 20 mn de scopie

(mGy)



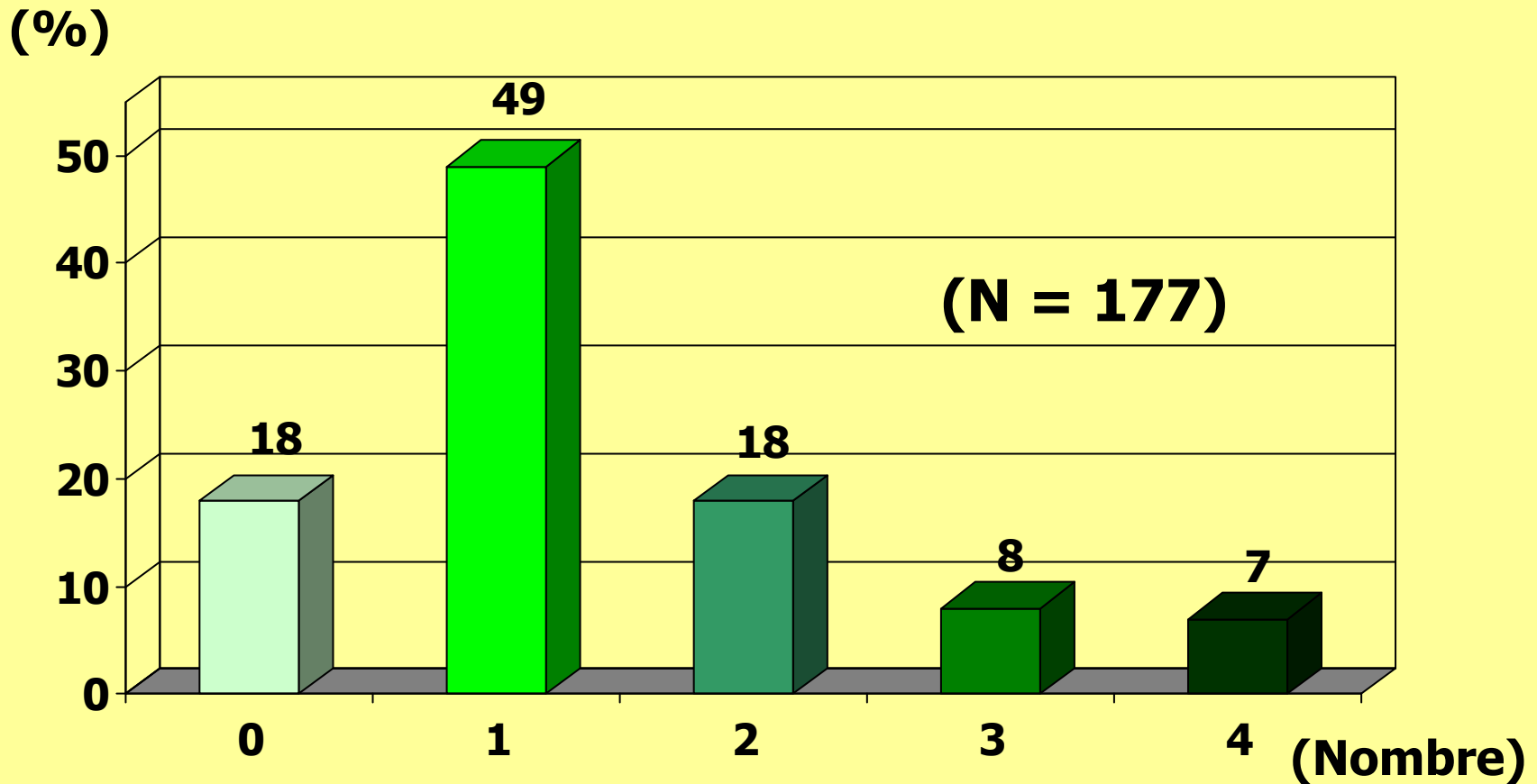
Dose moyennes des organes les plus irradiés (angioplasties)



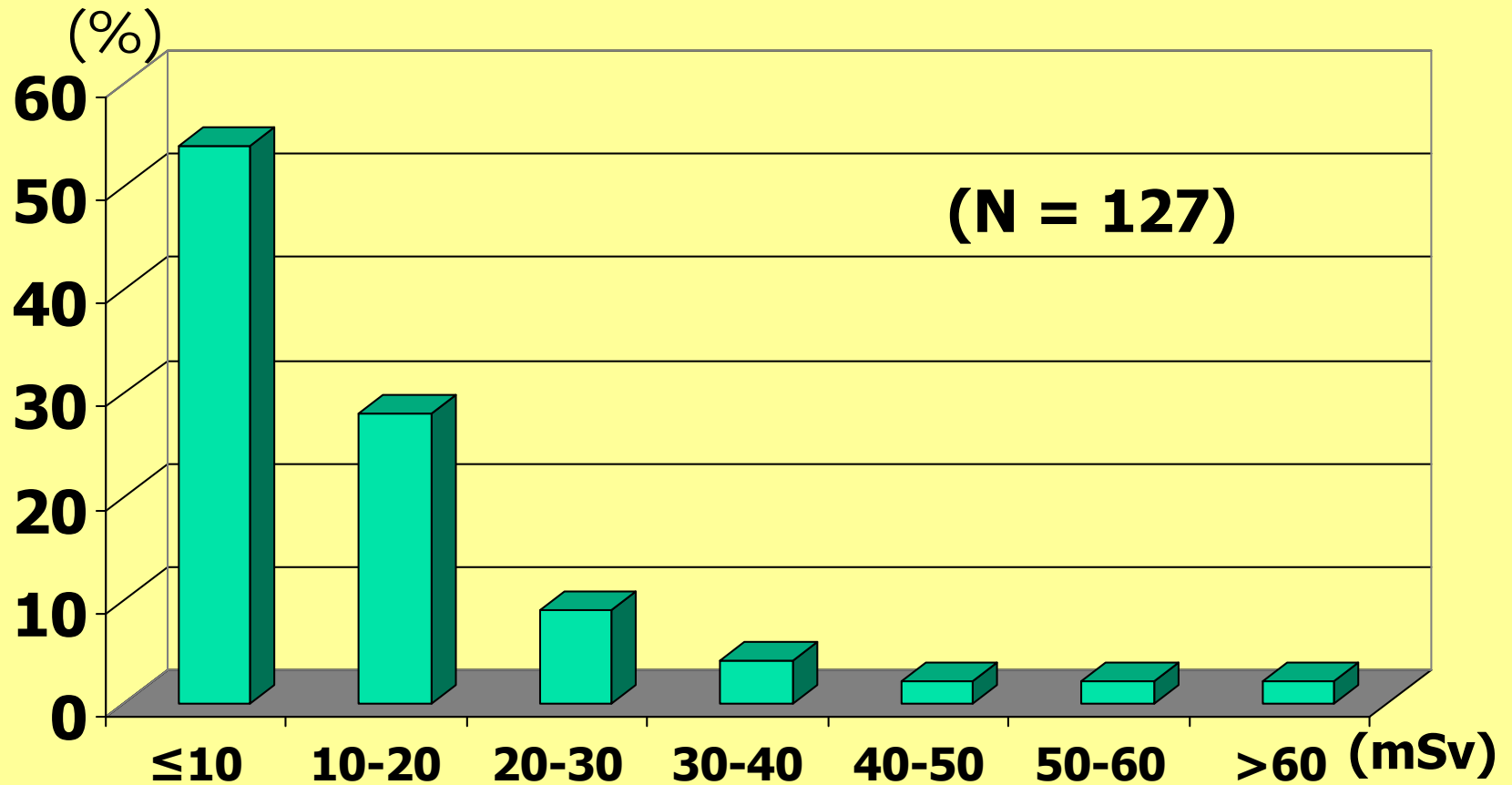
Doses aux organes et dose efficace

- Dose efficace moyenne : **28 mSv** et troisième quartile : **40 mSv**
- **1** examen (cardiologie interventionnelle) : dose efficace > **1000** examens de radiodiagnostic courants
- Organes les plus irradiés :
 - Poumons : 110 mSv (max : **234 mGy**)
 - Surrénales : 98 mSv (max : **346 mGy**)
 - Cœur : 70 mSv (max : **212 mGy**)
 - Œsophage : 69 mSv (max : **209 mGy**)
 - Squelette : 64 mSv (max : **136 mGy**)

Les examens de CI pratiqués auparavant chez les mêmes patients



Histogramme des doses efficaces (angioplasties)



Conclusions

- Il y a un besoin évident d'optimisation de la radioprotection du patient en Cardiologie Interventionnelle (limitation des effets stochastiques)
- L'accès aux informations techniques et aux paramètres d'exposition doit être rendu aisé (reconstruction dosimétrique)
- L'évaluation des Niveaux de Référence doit être favorisée et encouragée
- La formation des praticiens constitue la clé du succès pour l'obtention des ces objectifs



**Merci
de votre attention !!**