

Réduction de dose en scanographie :
2^{ème} partie - **Influence du kiloVoltage**

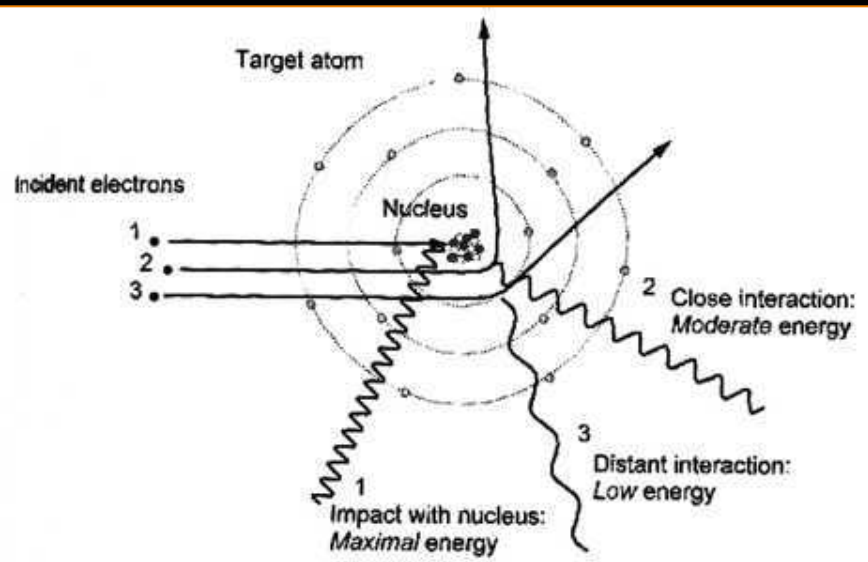
Dr Alban GERVAISE



KiloVoltage : tube voltage or tube potential

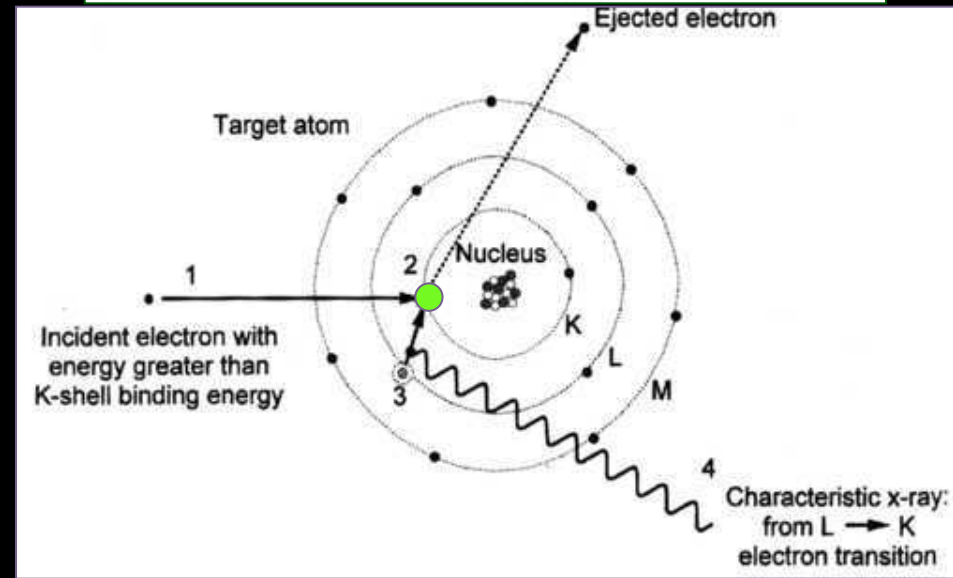
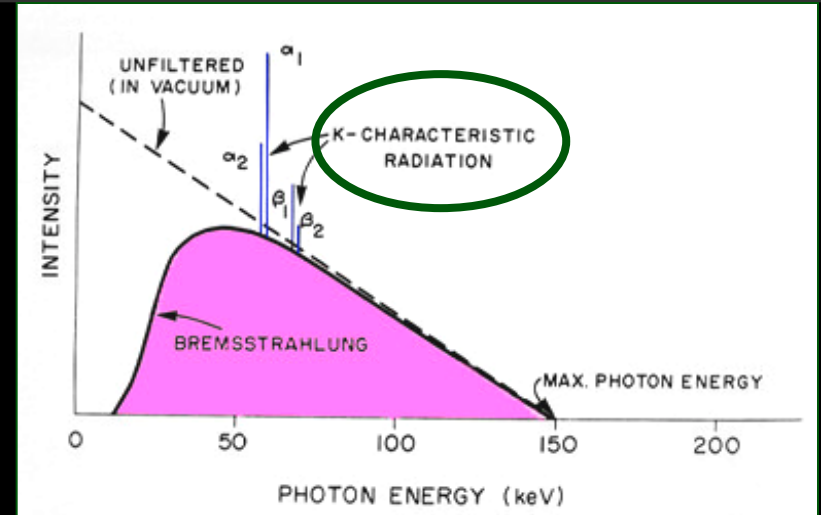
- kiloVoltage (kV) :
 - Énergie ou « durezza » des photons X
 - Correspond à la différence de potentiel entre anode et cathode du tube radiogène
 - kVp : kiloVoltage peak
- Contrairement au mA, la modification du kVp entraîne une modification plus complexe de la qualité de l'image et de la dose.
- Valeurs habituelles : 80 - 100 - 120 - 140 kV

- Le spectre des kV est influencé la **nature des rayons X produits** :
 - Soit par effet **Bremsstrahlung (freinage)**
 - Soit par **collision**



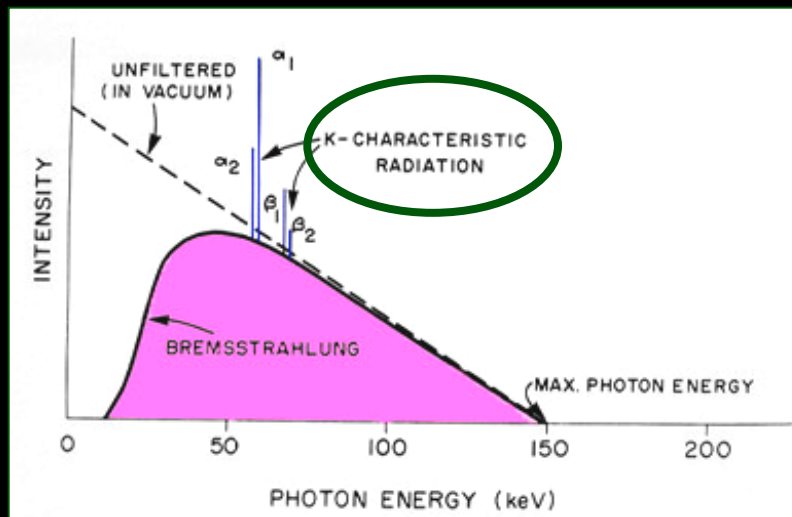
freinage (Bremsstrahlung)

interaction e- incident/noyau du W



collision

interaction e- incident/ e-périph du W



- Classiquement, l'énergie moyenne du faisceau de rayons X correspond généralement au 1/3 du kVp.
- Tous les rayons X ne contribuent pas à l'image : les rayons X de faible énergie sont absorbés par la peau donc ne contribuent pas à la formation de l'image mais augmentent la dose d'irradiation au patient.
- Pour supprimer ces rayons « mous », le faisceau est filtré et « durcit ».



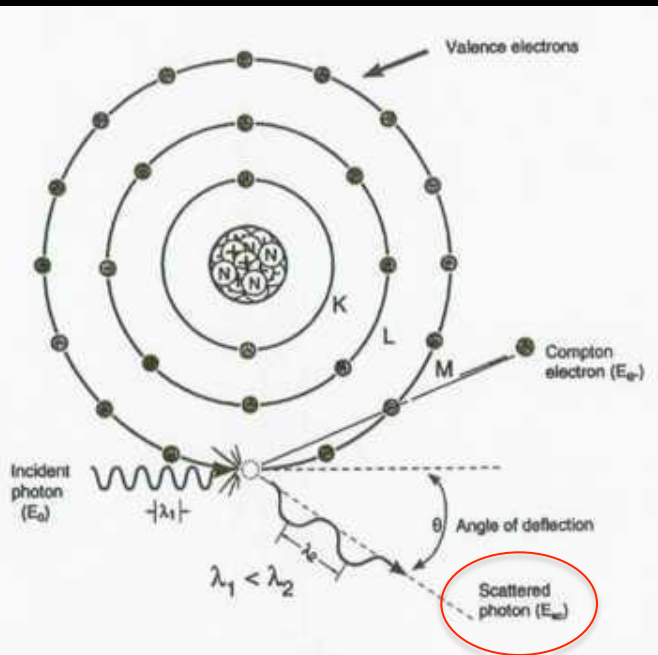
Avant le filtre, l'énergie moyenne du faisceau est généralement d' $1/3$ du kVp, après filtration, la moyenne se proche de la $1/2$ du kVp

NB : la filtration est à l'origine d'une réduction des mAs, avec nécessité de compenser pour maintenir un bon CNR.

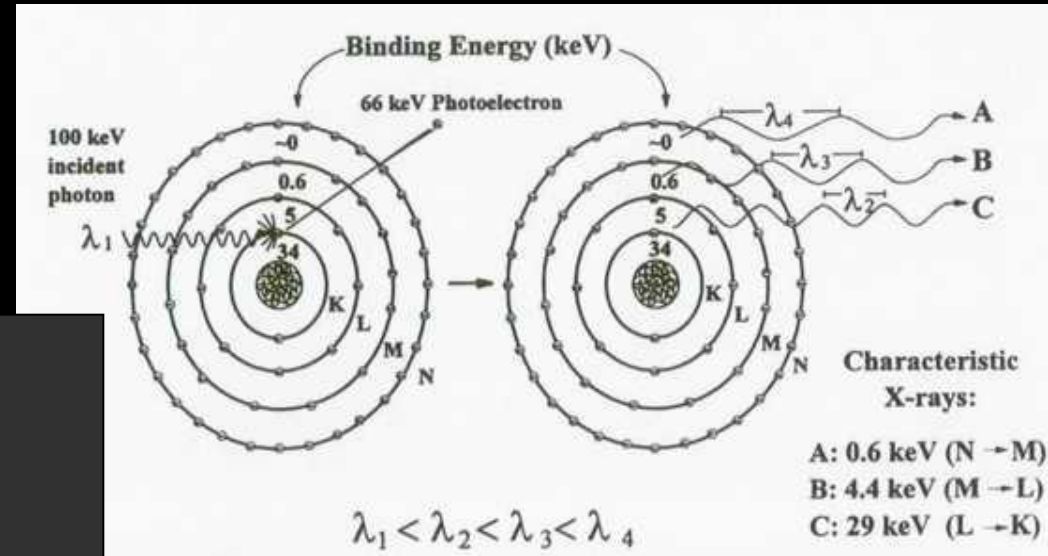
- En fonction du spectre des kV, les mécanismes d'interaction des photons X se font préférentiellement :
 - Soit par effet **Compton**
 - Soit par effet photo-électrique

Effet Compton

- Interaction avec un électron d'une couche périphérique
- Effet augmente avec la densité électronique de l'atome
- **Absorbeur de Z faible : C, H, O, N**
- Effet plus important avec un kV important
- À l'origine d'un rayonnement diffusé



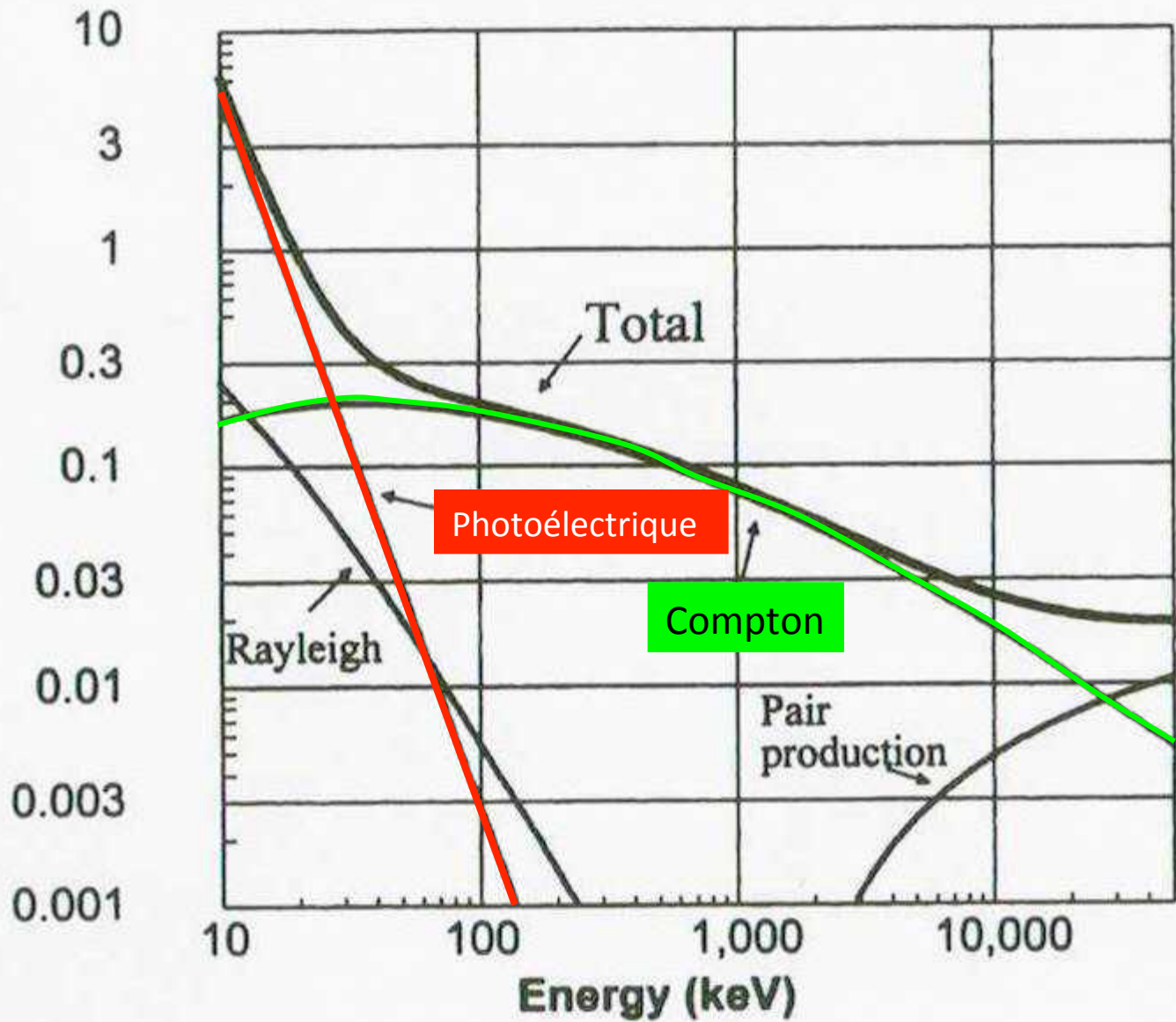
- En fonction du spectre des kV, les mécanismes d'interaction des photons X se font :
 - Soit par effet **Compton**
 - Soit par effet photo-électrique



Effet Photo-électrique

- Interaction avec un électron d'une couche profonde
- Engendre une ré-organisation du nuage e- avec raies
- **Absorbeur de Z élevé : I, Ca, Ba**
- Effet plus important avec un faible kV
- Pas de rayonnement diffusé

Mass Attenuation Coefficient (cm^2/g)



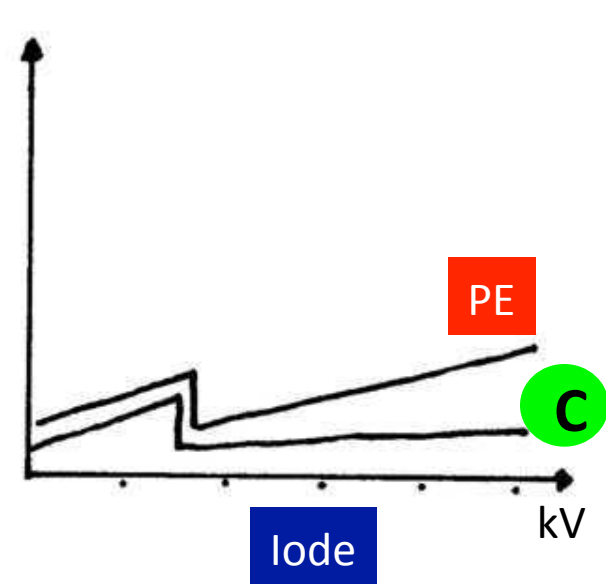
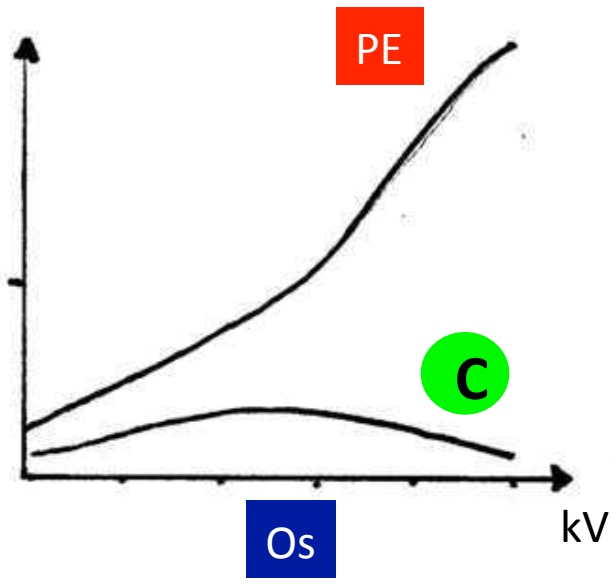
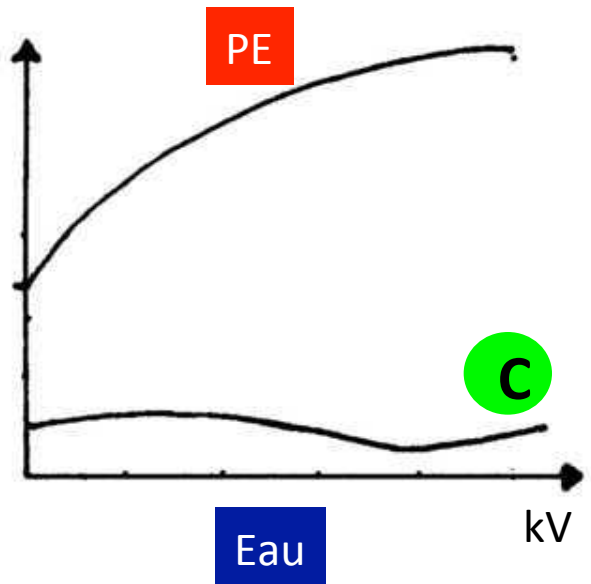
Total

Photoélectrique

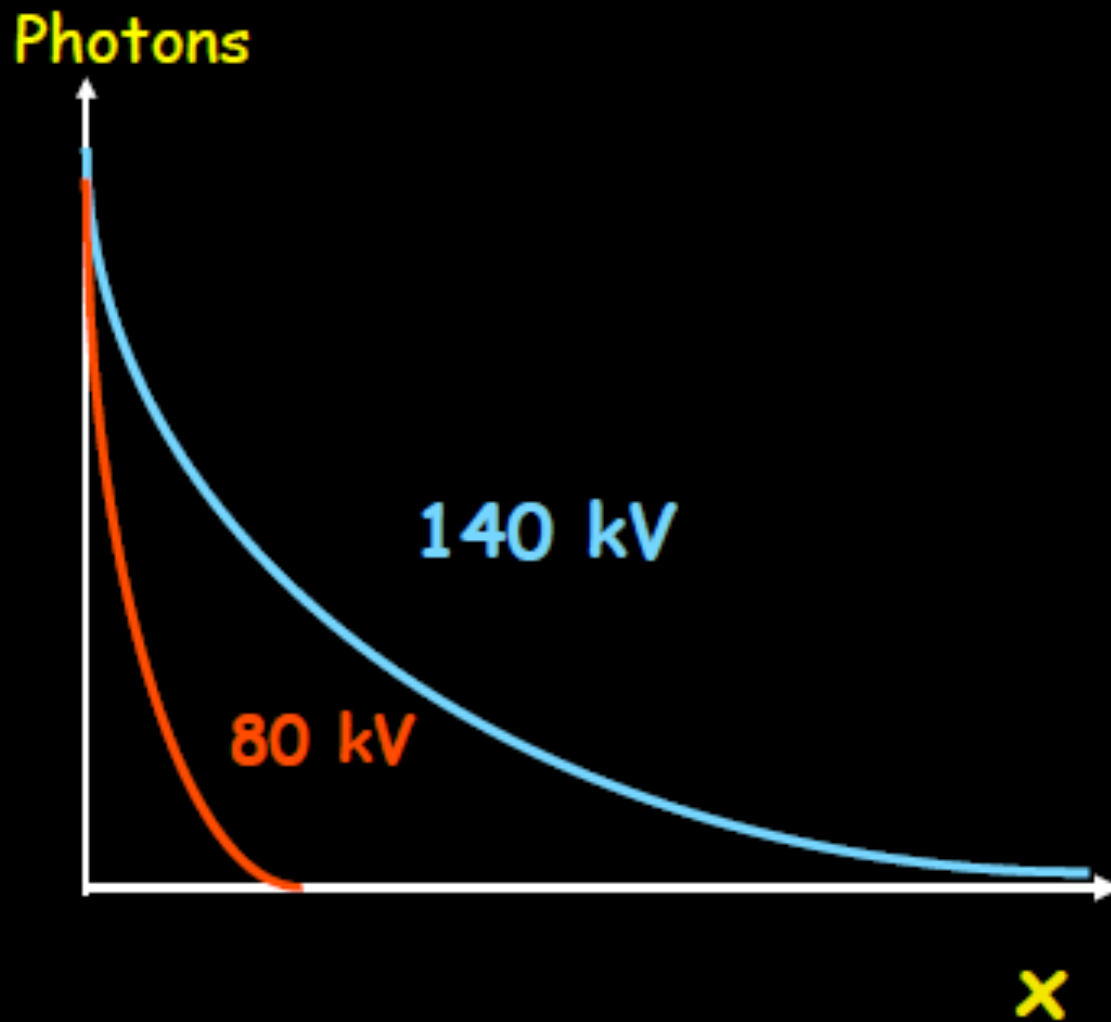
Compton

Rayleigh

Pair production



Epaisseur



- La modification du kVp influe sur :
 - La dose
 - le bruit
 - La densité et le contraste +++

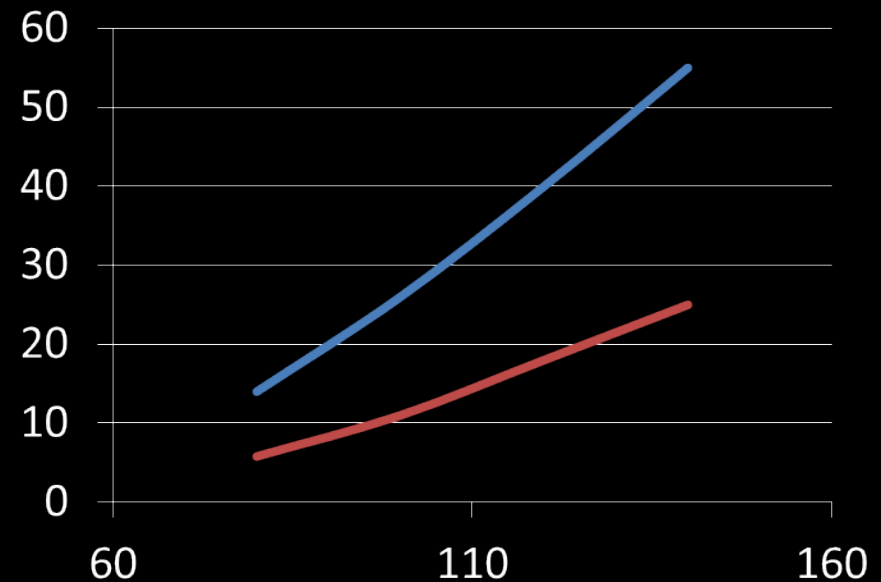
kVp et dose :

- Passage de 120 à 100 kV : réduction de la dose de 35 %
- Passage de 120 à 80 kV : réduction de la dose de 65 %

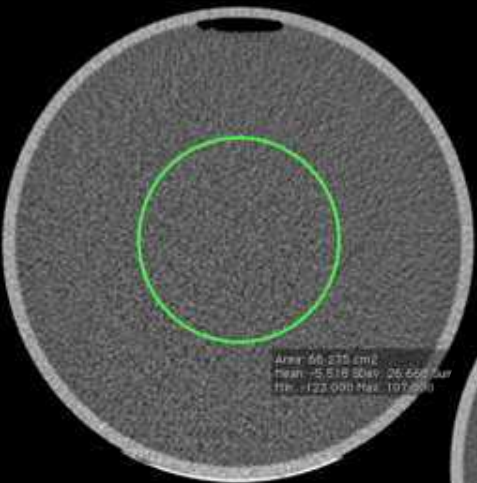
Table 1
Changes in CTDI_w in Head and Body
Phantoms as a Function of Kilovolt Peak

Beam Energy (kVp)	CTDI _w in Head Phantom (mGy)	CTDI _w in Body Phantom (mGy)
80	14	5.8
100	26	11
120	40	18
140	55	25

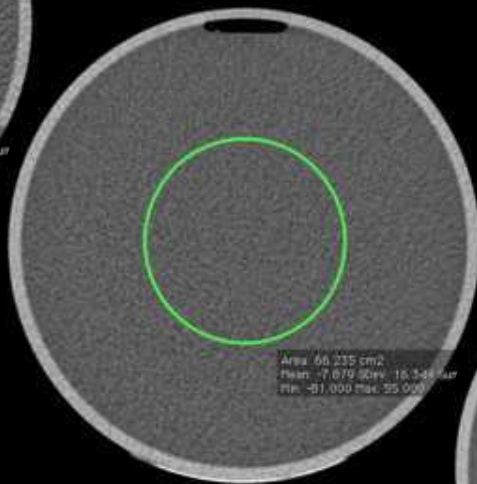
Note.—All other factors were held constant at 300 mA, 1 sec, and 10 mm. Results are from a single-detector CT scanner.



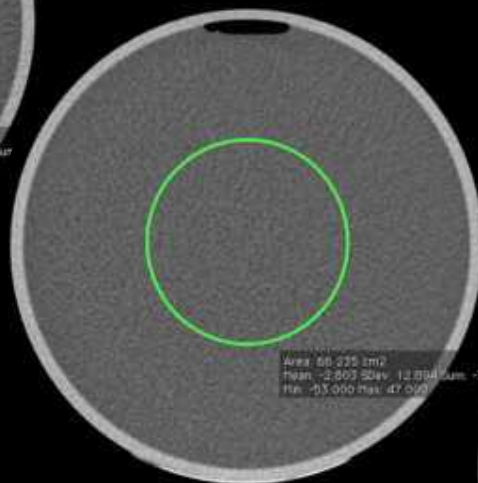
Fantôme d'eau
200 mAs



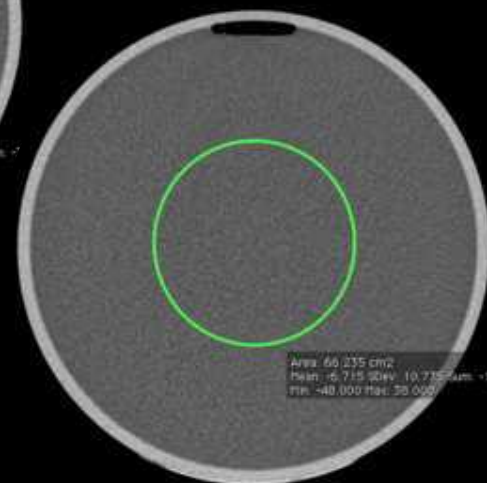
80 kV



100 kV

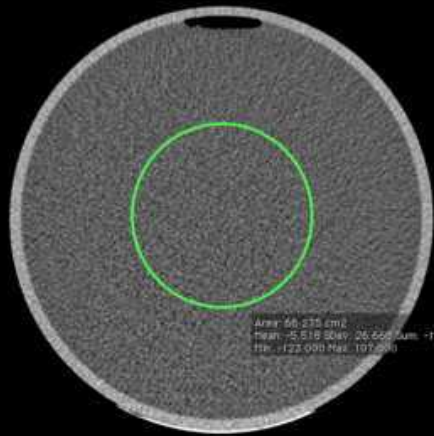


120 kV

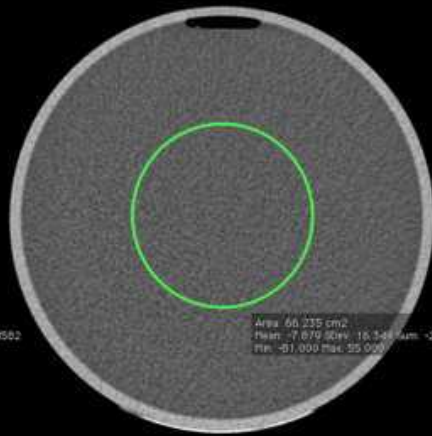


140 kV

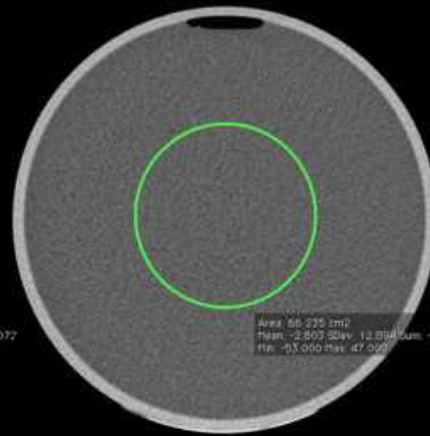
Fantôme d'eau - 200 mAs



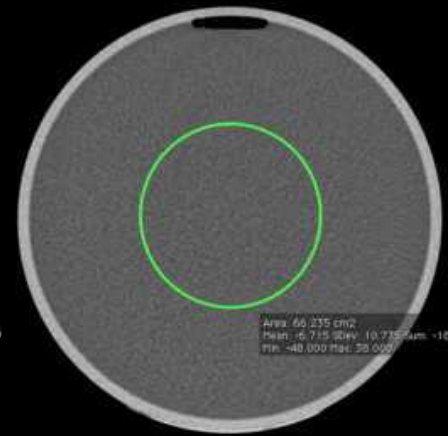
80 kV



100 kV

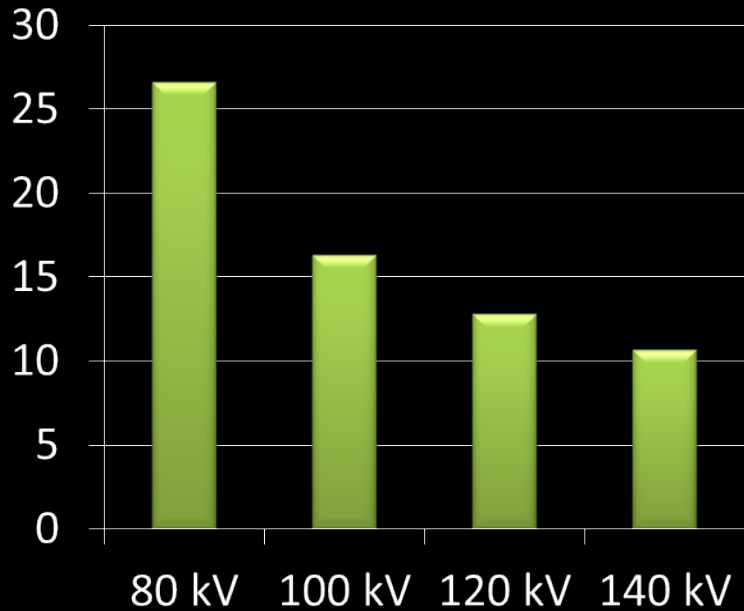


120 kV

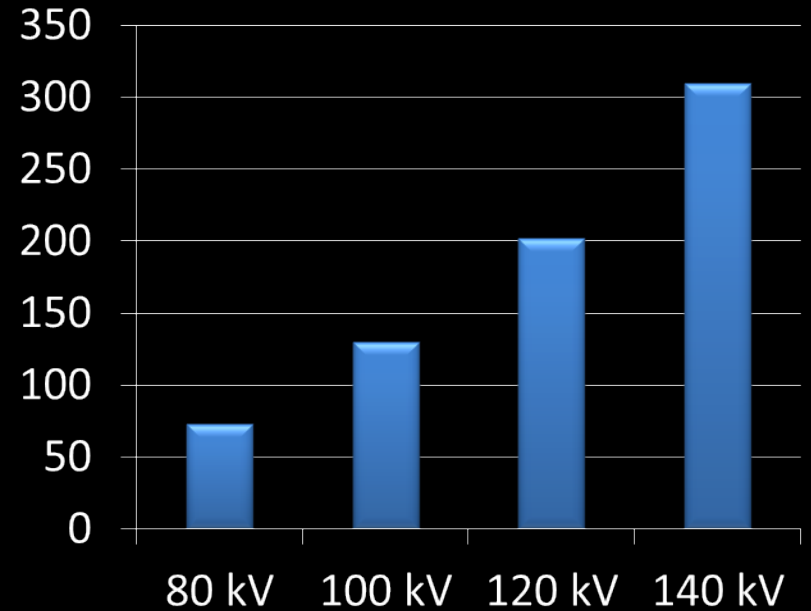


140 kV

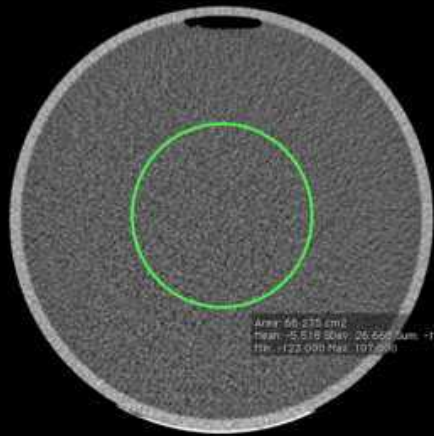
Bruit



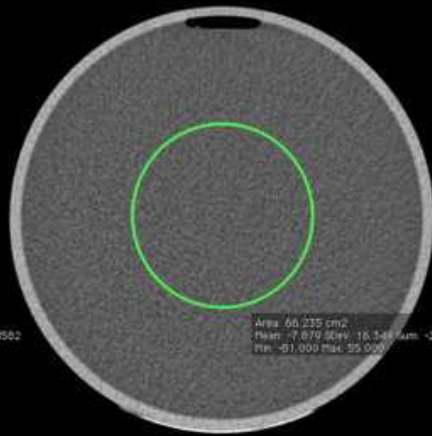
Dose



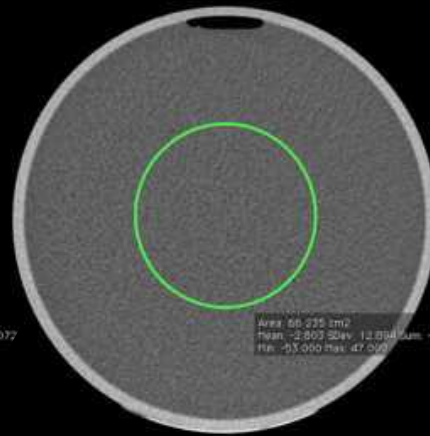
Fantôme d'eau - 200 mAs



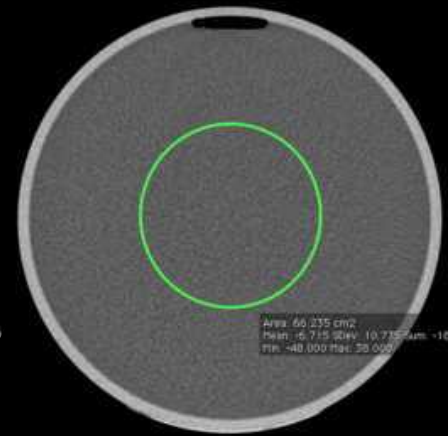
80 kV



100 kV



120 kV



140 kV



kVp	80	100	120	140
Bruit	26,6	16,3	12,8	10,7
% variation bruit	+ 107 %	+ 27 %		- 16,4 %
Dose	73	130	202	301
% variation dose	- 63 %	- 35 %		+ 49 %

100 cc Eau + IOMERON 400 dilué à 5% - 300 mA



80 kV



100 kV

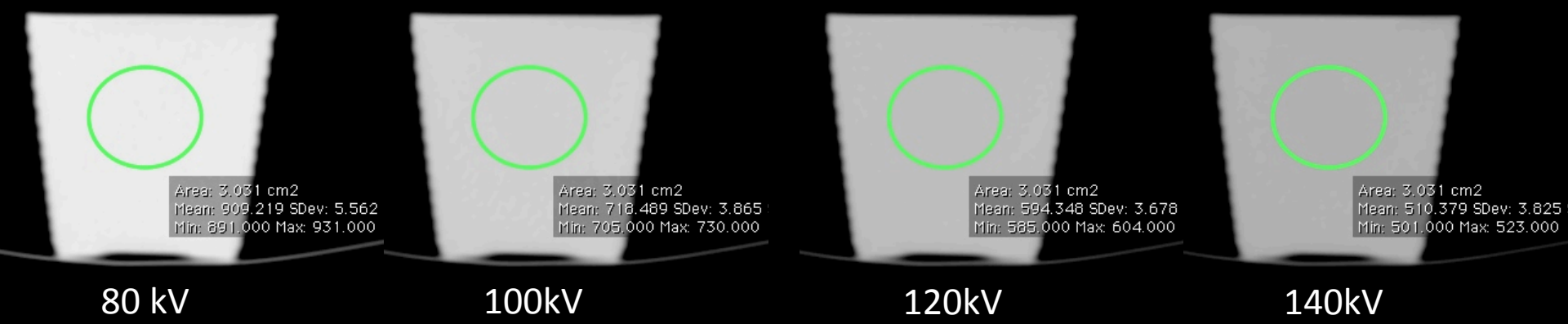


120 kV

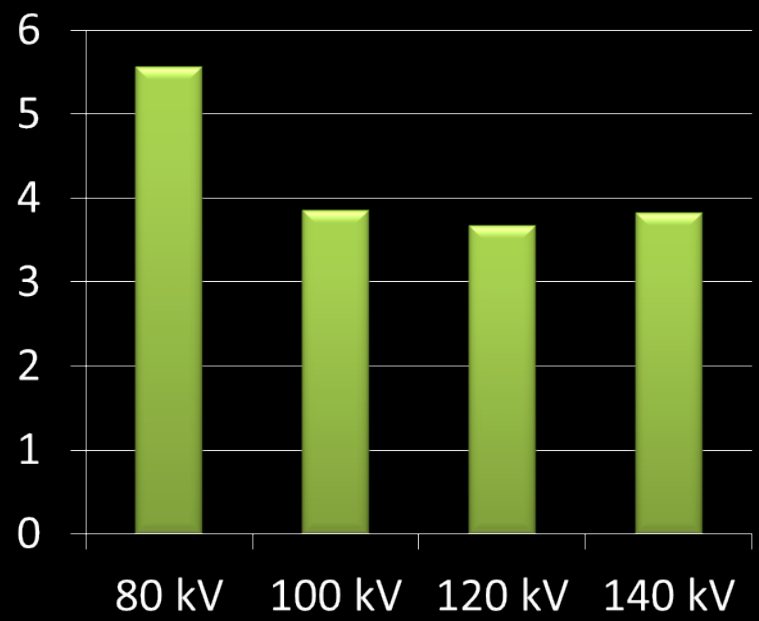


140 kV

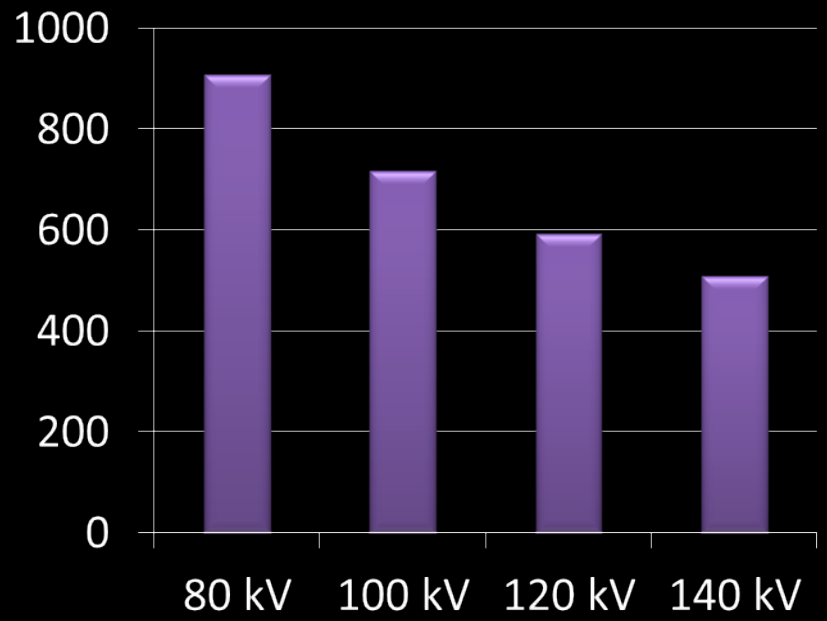
100 cc Eau + IOMERON 400 dilué à 5% - 300 mA



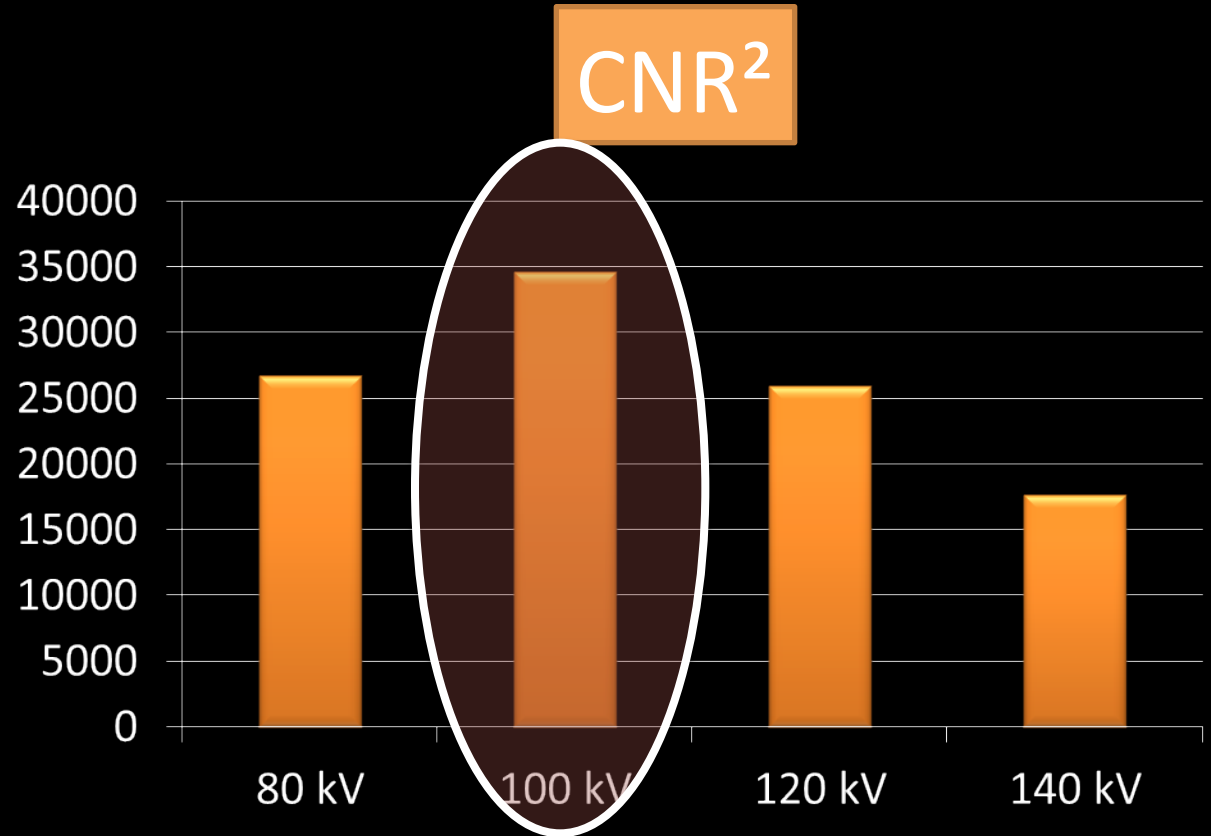
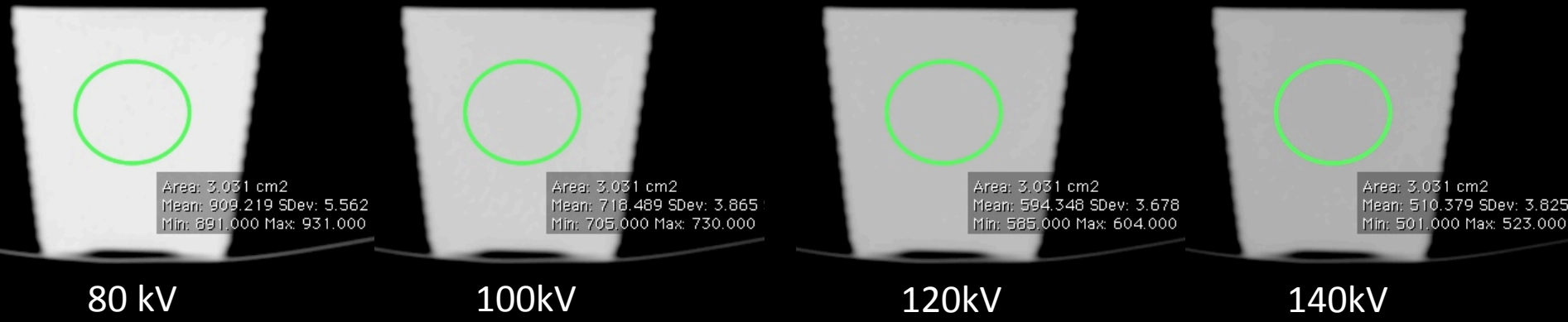
Bruit



Densité (UH)

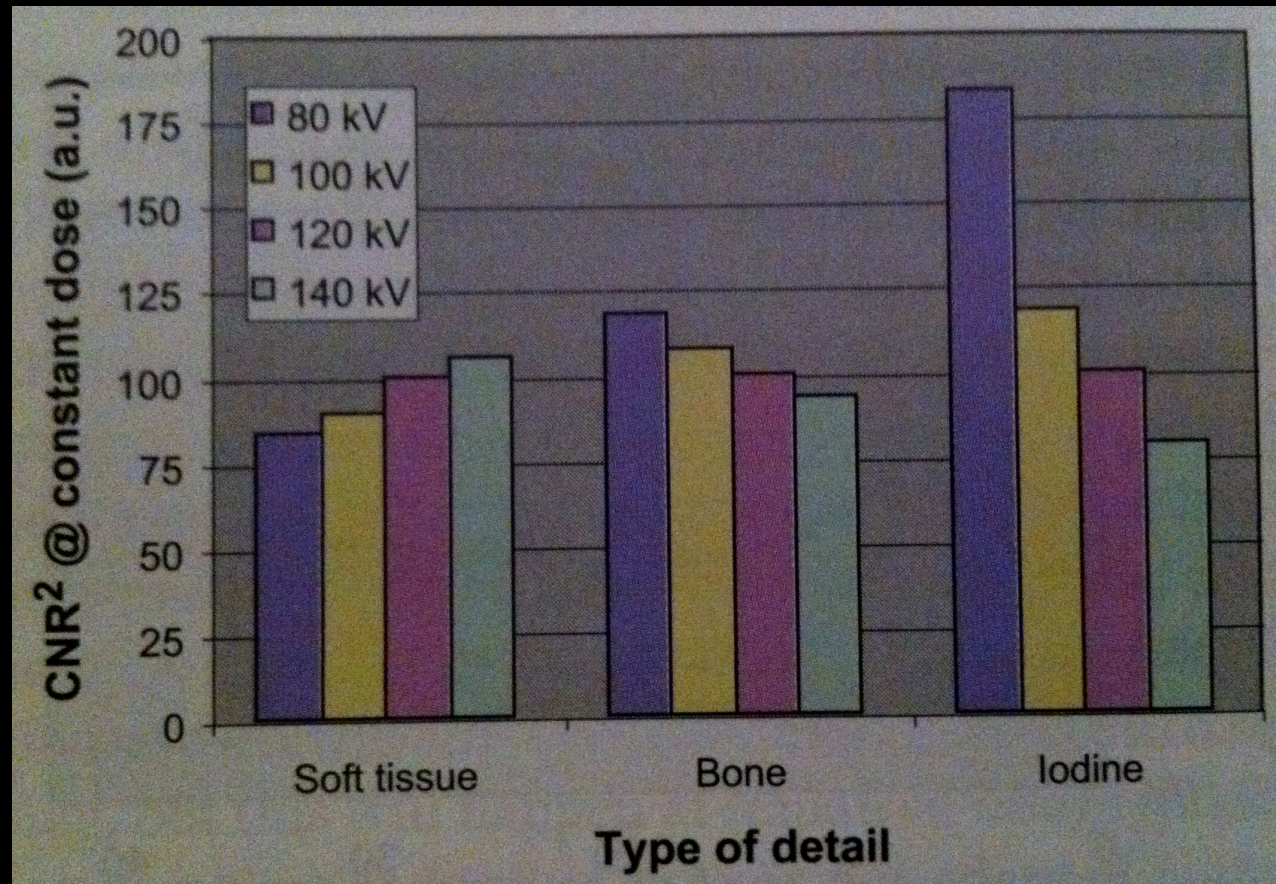


IOMERON 400 dilué à 5%, 300 mA



kVp et CNR

- En cas d'augmentation du kVp, le CNR est :
 - Améliorer pour les examens sans injection
 - Diminuer pour les examens avec injection de PDCI



kVp et CNR

- Le choix du kVp doit aussi dépendre du morphotype du patient +++



En pratique, le choix du kVp va dépendre :

- Du morphotype du patient :

kV et poids pour les acquisitions TAP :

Poids < 50 kg → 100 kV

50 kg > poids > 90 kg → 120 kV

Poids > 90 kg → 140 kV

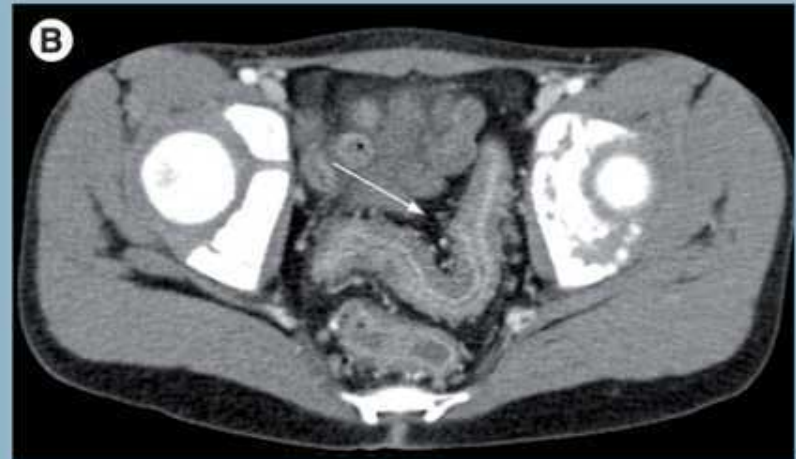
- Du type d'application (vasculaire / abdo / Thorax) :

- Région à fort contraste (thorax & sinus) : 80-120 kV
- Région à faible contraste (abdomen et pelvis) : 120 kV
- Pathologie vasculaire (EP / aorteMI) : 100 voire 80 kV

Exemple :



120 kV, $CTDI_{vol} = 5.18$ mGy

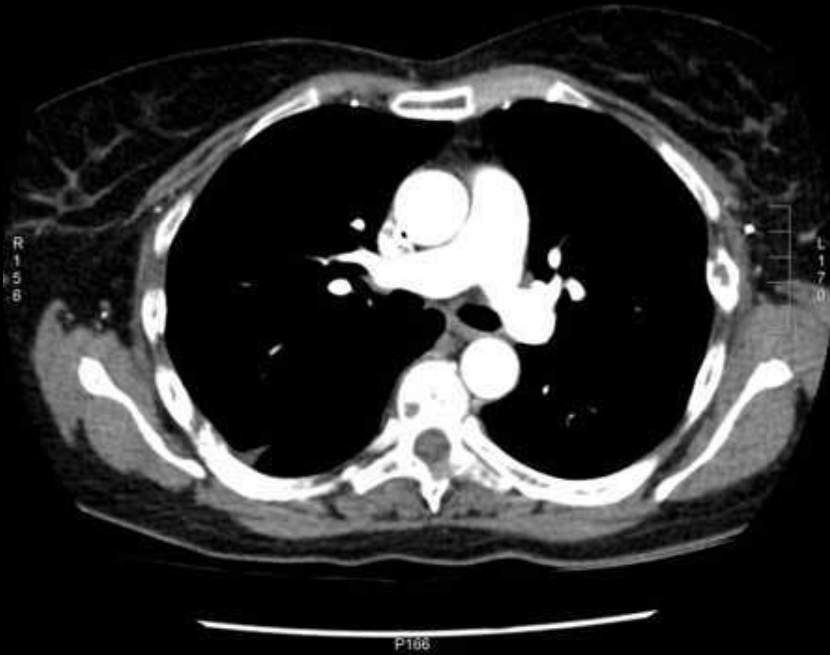


100 kV, $CTDI_{vol} = 3.98$ mGy

Figure 2. Patient scanned with a protocol at 120 kV (A) and 100 kV (B). Note the improved contrast-to-noise ratio and visualization of mural stratification of the 100 kV image, despite a 23% radiation dose reduction.

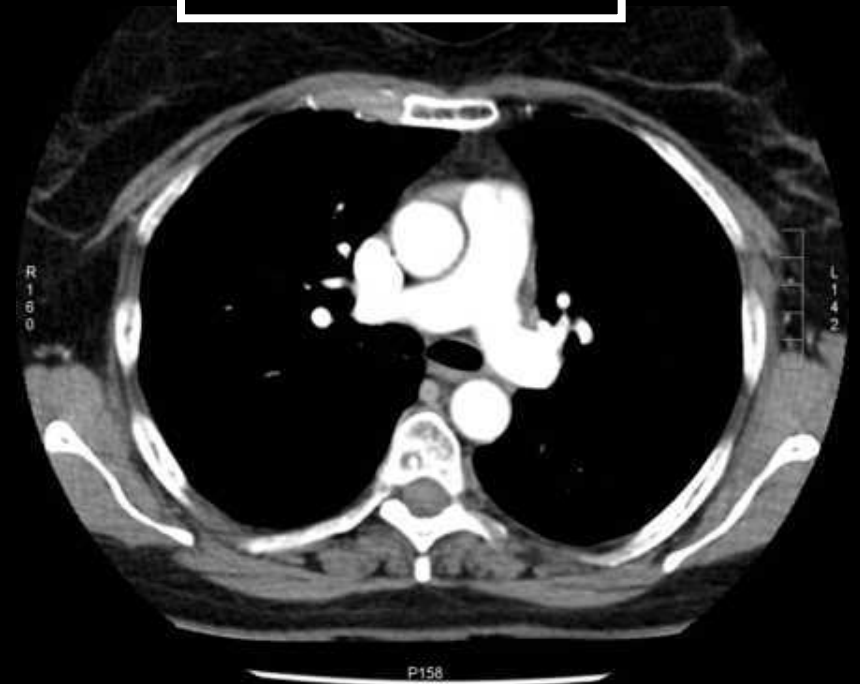
$CTDI_{vol}$: Volume computed tomography dose index.

Iomeron 400, 130 cc
100 kV

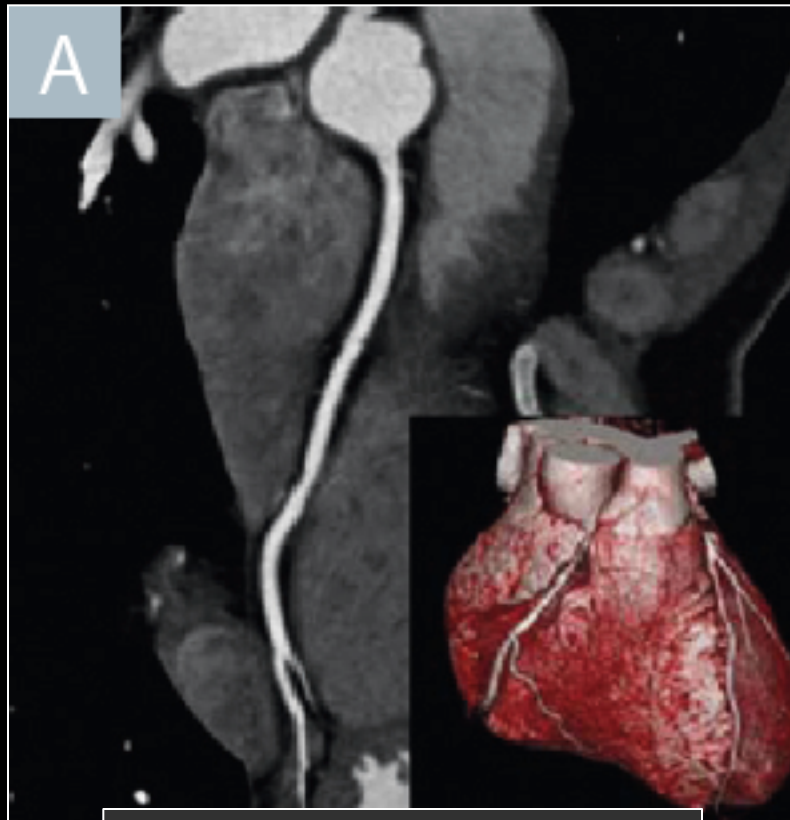


100kV
151mAs
Pos :122
Ep :5 mm
ALG :FC08
TILT:0
500msec

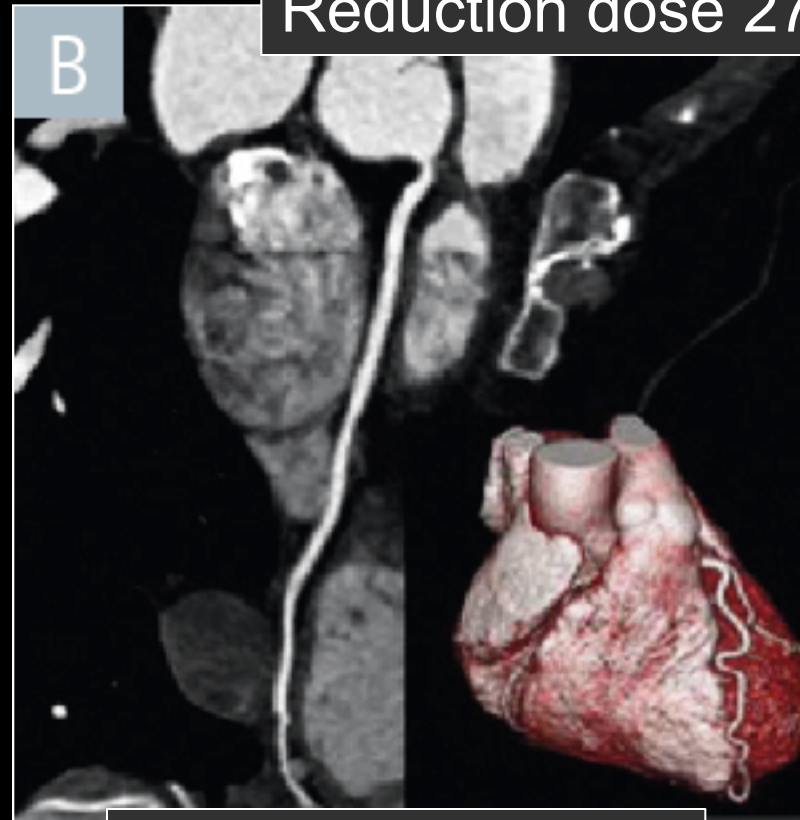
Iomeron 400, 130 cc
120 kV



120kV
226mAs
Pos :105
Ep :5 mm
ALG :FC18
TILT:0
600msec



120 kV – 330 mAs
 $CTDI_{vol} = 43.1 \text{ mGy}$
 $C_{aorte} = 322 \text{ UH}$



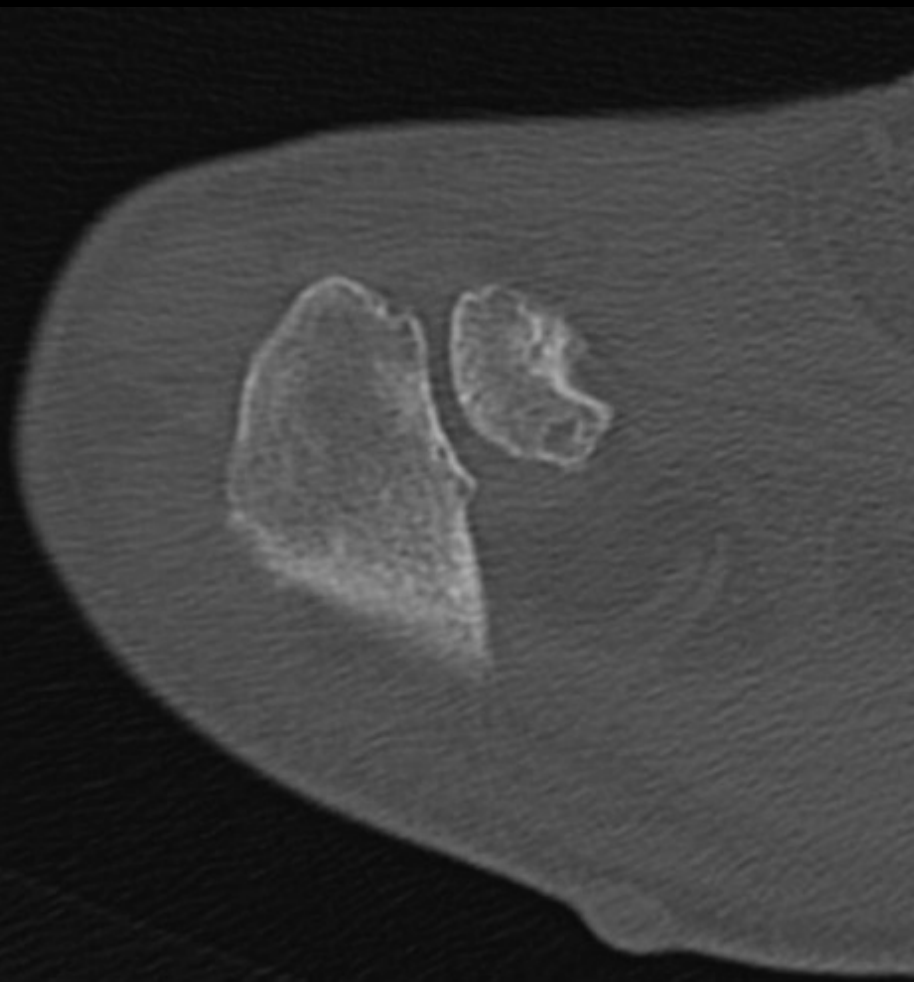
100 kV – 330 mAs
 $CTDI_{vol} = 31.8 \text{ mGy}$
 $C_{aorte} = 561 \text{ UH}$



100 kV, 80 mAs
122 mGy.cm

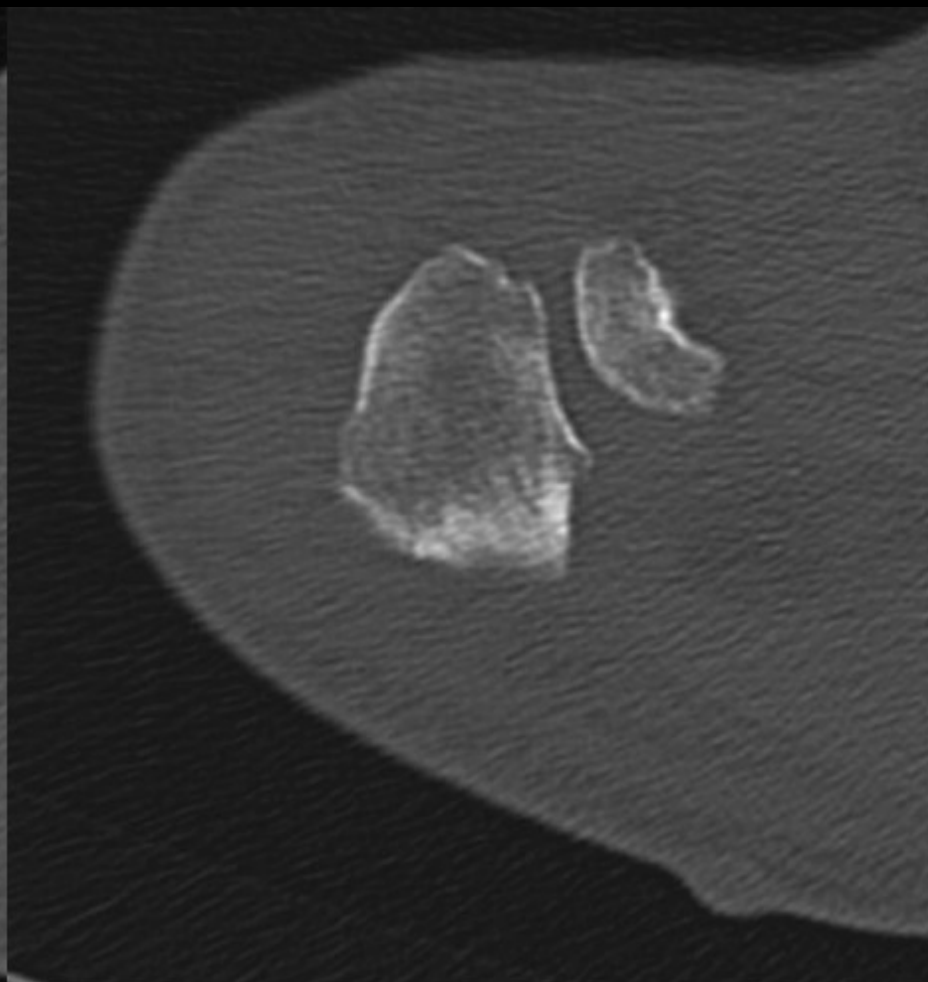


120 kV, 100mAs
253 mGy.cm



120 kV, 350 mAs

Tissus Mous +++



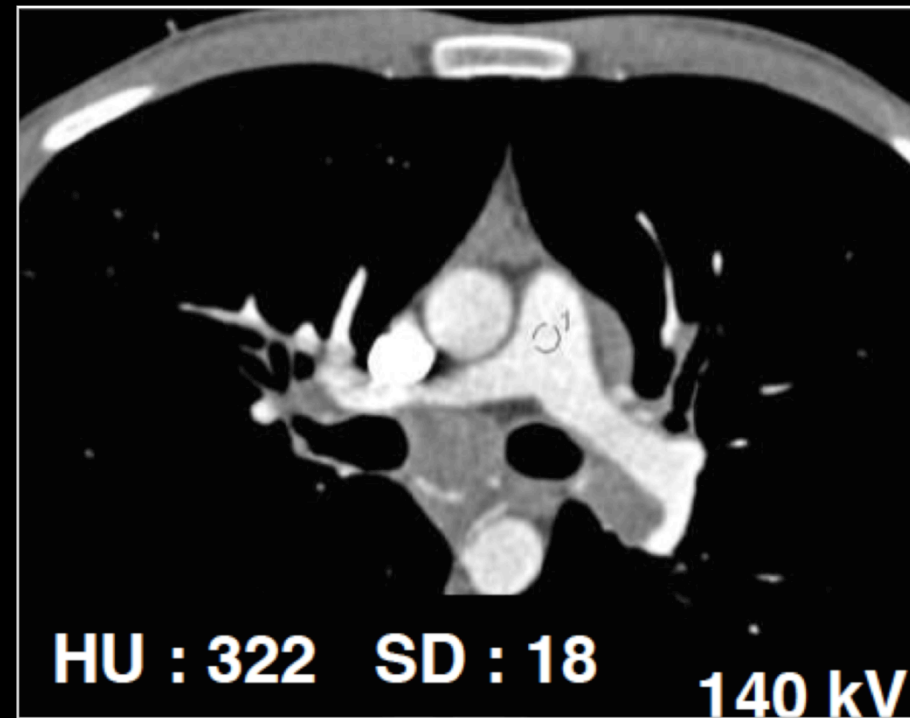
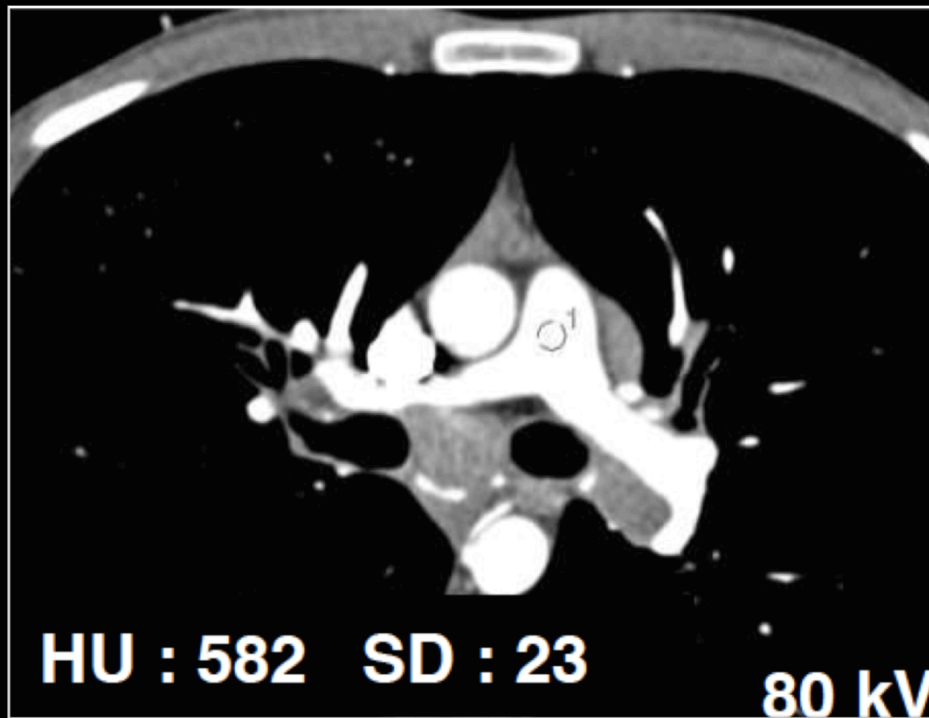
80 kV, 700 mAs

Os +++

kVp : pièges

- 140 kV n'apporte pas toujours une meilleure qualité d'image que 120 kV !!!!
- Le kV doit être adapté à la taille du patient !!!
- Si modification du kV avec AEC, pas de modification de la dose car adaptation des mAs +++++
- Dose paradoxalement réduite à 140 kV car moins d'interaction des photons X avec la matière ?

- 140 kV n'apporte pas toujours une meilleure qualité d'image que 120 kV !!!!



- Si modification du kV avec AEC, pas de modification de la dose car adaptation des mAs +++++

Orientation Patient: Pieds Prem.
Position Patient: Dos

Installation: Repro Auto
Camera: DRYSCAN

Archiv Auto
Transf. auto AWCT
Transf. auto DR

Montrer Image Localis.

Descript. de Série: SANS INJECTION

DLP / Séries projetées: 223.27 Gy·cm
DLP accumulé / examen: 0.00

Images	Type Acq.	Posit. Début	Posit. Fin	Nombre Images	Epais. (mm)	Interv. (mm)	Inclin. Statif	SFOV	kV	mA	Temps Total Acq.	Prép Grpe (sec)	ISD (sec)	Apnée (sec)	Temps Resp (sec)	Voix Lampes (sec.)	Durée Ciné (sec)
1-87	Hélical Entier 0.8 sec.	1224.250	1654.250	87	5.0 27.50 1.375:1	5.000	30.0	Large	120	380 18.00"	13.5	5.6	1.3	N	N	4 T	2.0

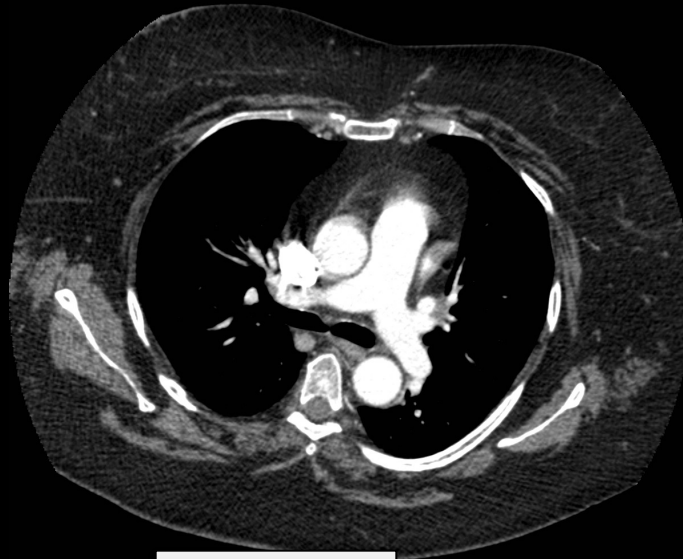
Descript. de Série: SANS INJECTION

Montrer Image Localis.

DLP / Séries projetées: 209.14 Gy·cm
DLP accumulé / examen: 0.00

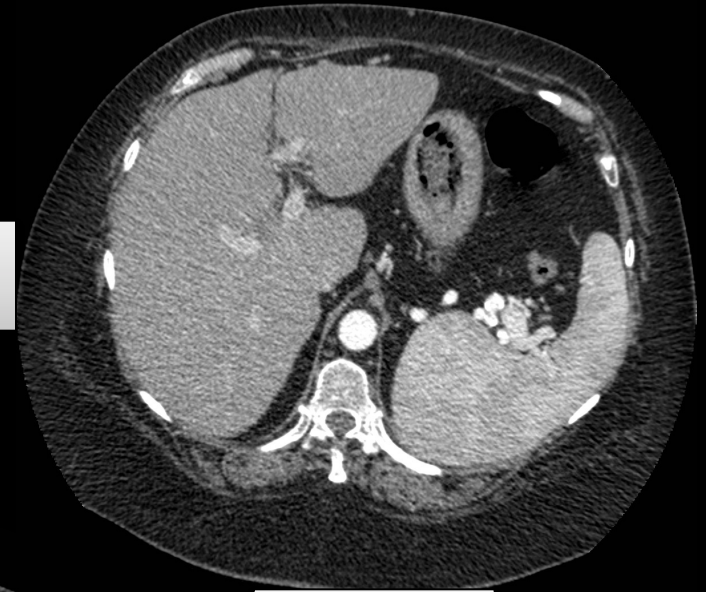
Images	Type Acq.	Posit. Début	Posit. Fin	Nombre Images	Epais. (mm)	Interv. (mm)	Inclin. Statif	SFOV	kV	mA	Temps Total Acq.	Prép Grpe (sec)	ISD (sec)	Apnée (sec)	Temps Resp (sec)	Voix Lampes (sec.)	Durée Ciné (sec)
1-87	Hélical Entier 0.8 sec.	1224.250	1654.250	87	5.0 27.50 1.375:1	5.000	30.0	Large	100	380 18.00"	13.5	5.6	1.3	N	N	4 T	2.0

- Le kV doit être adapté à la taille du patient !!!

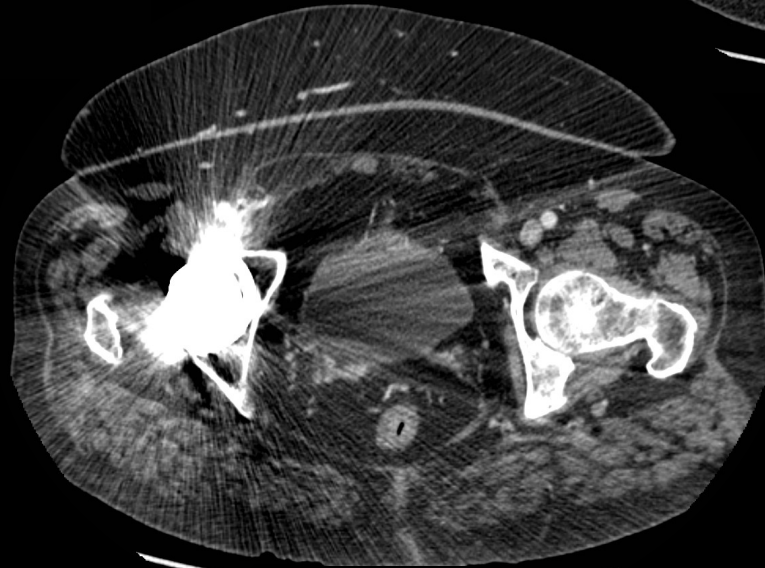


653 mA

120 kV, AEC



653 mA



653 mA

Modulation automatique du kilovoltage

- Care kV de Siemens
- Modulation du mAs dans les 3 plans
- + Modulation simultanée du kV
- But = trouver le meilleur compromis entre dose et CNR en fonction du morphotype du patient et du type d'examen

CARE kV

SIEMENS

Automated Dose-Optimized Selection of X-ray Tube Voltage


CARE Dose4D Auto kV

Eff. mAs kV

CTDIvol:

Quality ref. mAs Ref. kV

Dose saving optimized for:




CARE Dose4D Auto kV

Eff. mAs kV

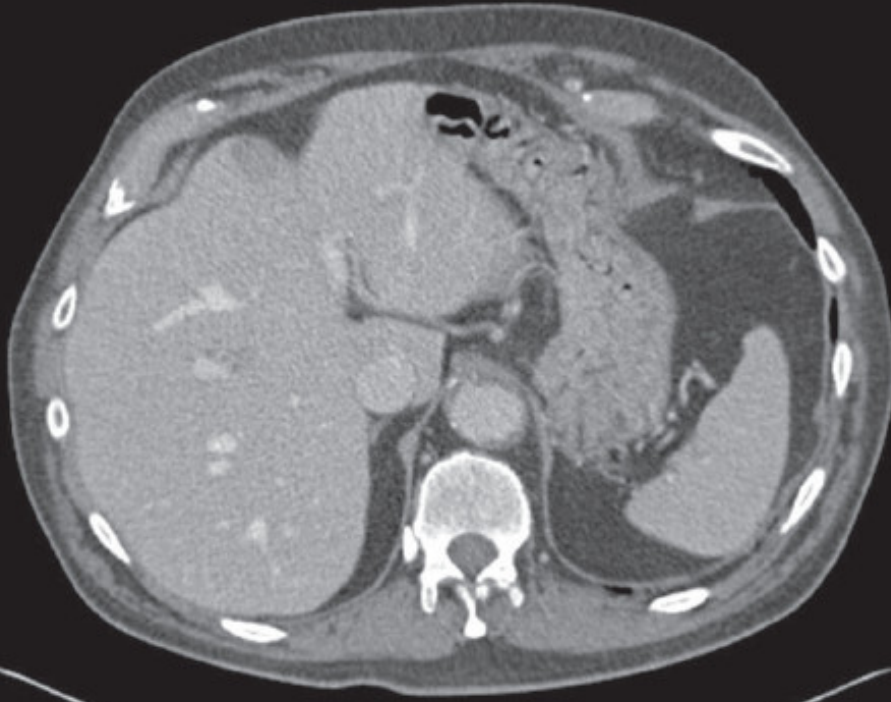
CTDIvol:

Quality ref. mAs Ref. kV

Dose saving optimized for:



Réduction dose 14 %



120 kV - Eff. mAs = 199
CTDI = 15.31 mGy



100 kV - Eff. mAs = 324
CTDI = 13.33 mGy

Take Home Message

- La modification des kV influe de manière complexe sur le bruit, la dose et le contraste.
- Par défaut, mettre à 120 kV sauf :
 - Chez les patients obèses → 140 kV
 - Chez les patients minces et les enfants → 80/100 kV
 - Pour les examens vasculaires → 80/100 kV



Merci de votre
attention