



GROUPE DE TRAVAIL RÉVISION NORME NF C15-160 DE MARS 2011

**Evolution de la norme NF C15-160 de mars 2011 : coefficient k
Pour le calcul des équivalents de dose secondaires d'un générateur X**

Nicolas PERON

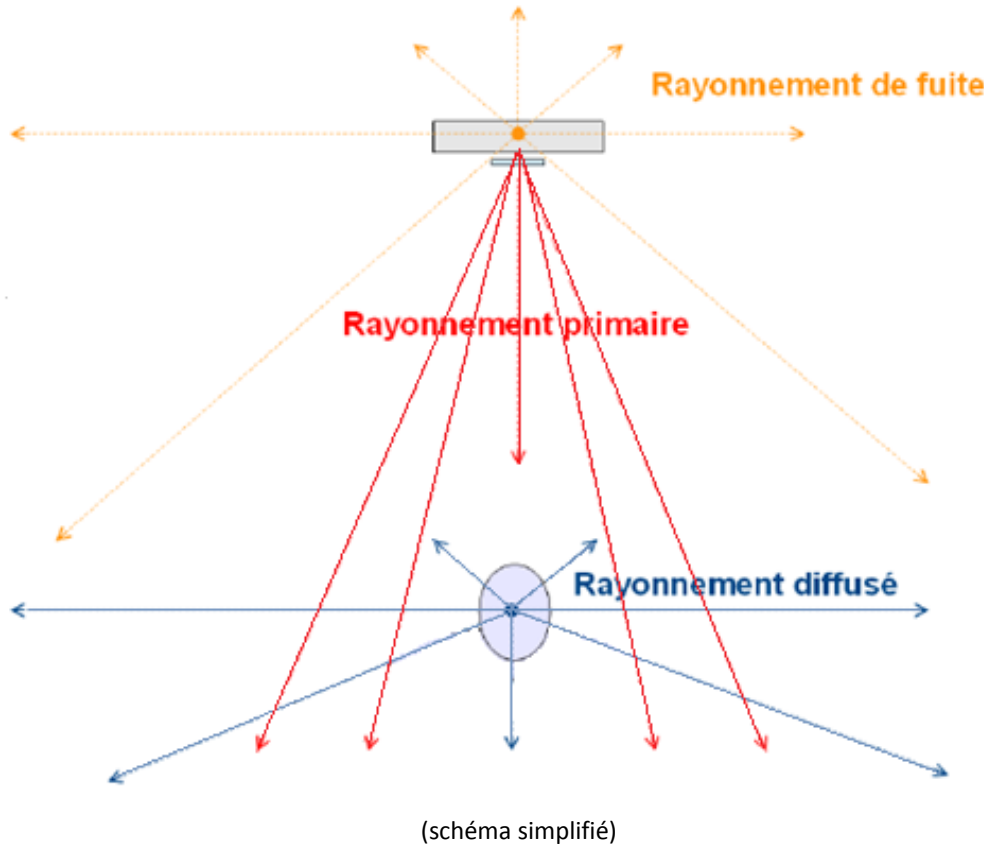


Laurent BOURGOIS



Congrès SFRP 2017

- ❖ Générateurs X : 3 types de rayonnements à considérer



$$F_g = \frac{C_g \cdot W \cdot f \cdot T}{\dot{H}_{max} \cdot c^2 \cdot Q}$$

$$F_p = \frac{\Gamma_R \cdot W \cdot R \cdot T}{\dot{H}_{max} \cdot a^2}$$

$$F_s = \frac{\Gamma_R \cdot W \cdot k \cdot T}{\dot{H}_{max} \cdot b^2 \cdot d^2}$$

- ❖ L'application de la norme NF C15-160 de mars 2011 peut imposer des protections radiologiques inadaptées surtout pour les domaines industriels et de la recherche

- ❖ Les valeurs de la norme pour le coefficient k sont limitées :
 - Diffuseur seulement en eau
 - Surface d'exposition fixe
 - Angle de diffusion fixe
 - Filtration fixe

❖ Valeurs actuelles

- Soit une valeur en fonction du **type d'application**

Application	k (m ²)
dentaire endobuccal	0,0005
dentaire panoramique	0,0001
ostéodensitométrie	0,0005
scanographie	0,002* (l(cm)/25 cm) ⁽¹⁾
mammographie	0,001
autres applications	voir tableau ci-dessous

- Soit une valeur en fonction de la **haute tension**

50 kV ≤ k ≤ 300 kV

Haute tension (kV)	k (m ²)
50	0,001
70	0,0013
85	0,0017
100	0,0022
125	0,0025
150	0,0026
200	0,0028
250	0,0028
300	0,0028

Diffuseur :
eau
S = 400 cm²

$$\dot{H}_{\text{sec}} = \frac{\Gamma_R}{d_1^2} \frac{k}{d_2^2}$$

Γ_R : débit d'équivalent de dose dû au faisceau primaire à 1 m de la source (sans diffuseur)

d_1 : distance entre la source et le diffuseur (m)

k : contribution du rayonnement diffusé à 1 m du milieu de diffusion par rapport au rayonnement primaire

d_2 : distance entre le centre du diffuseur et l'observateur (m)

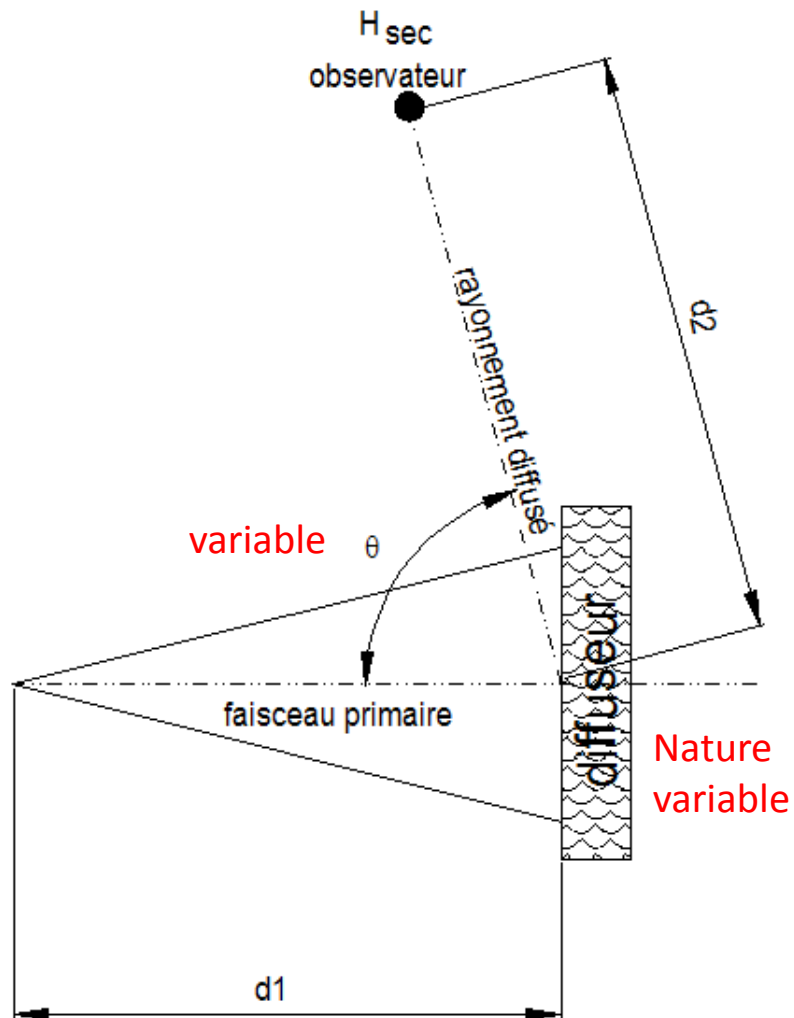
$$\dot{H}_{\text{sec}} = \frac{\Gamma_R}{d_1^2} \frac{\alpha S}{d_2^2}$$

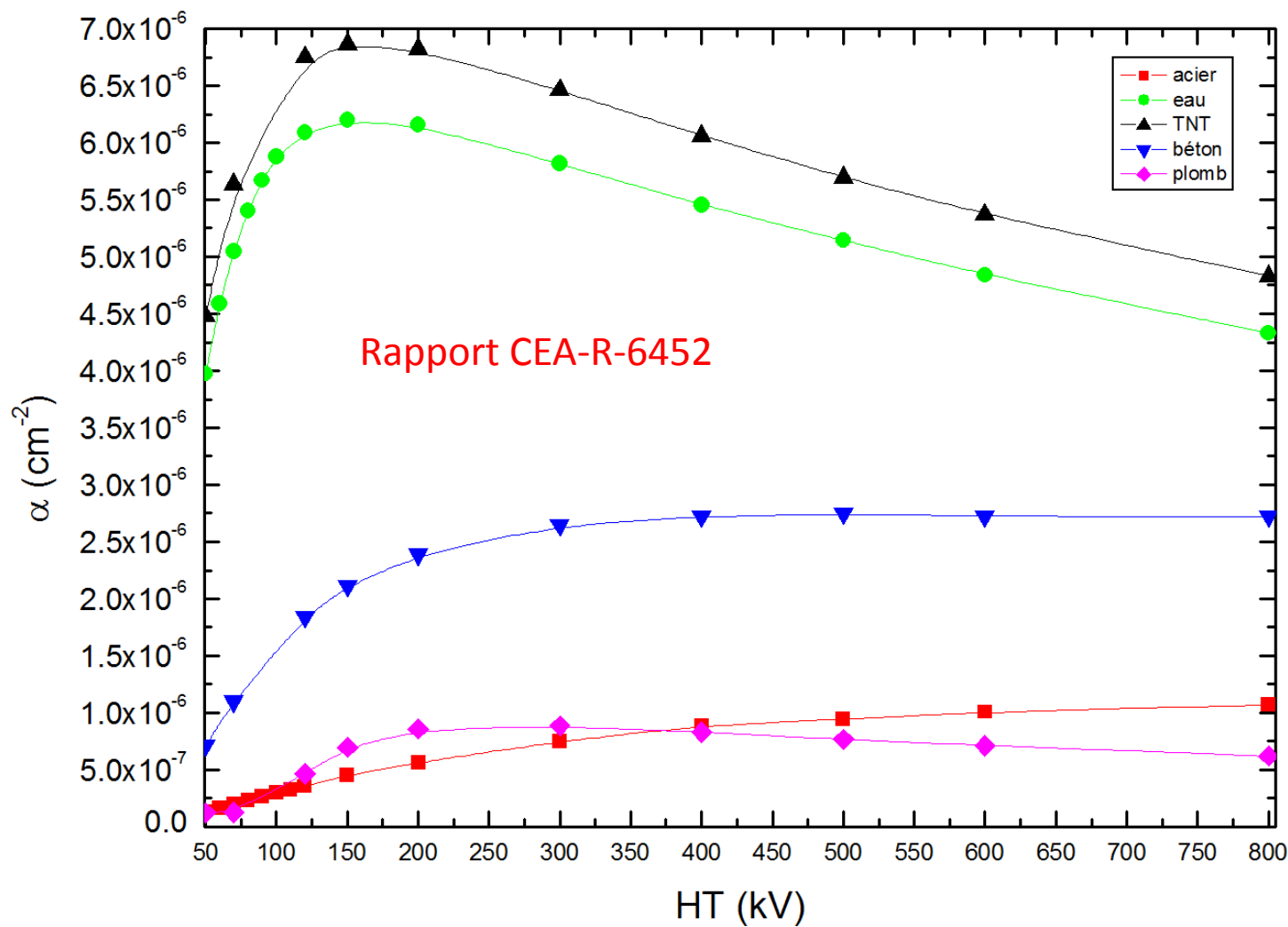
α : coefficient de diffusion (cm⁻²)

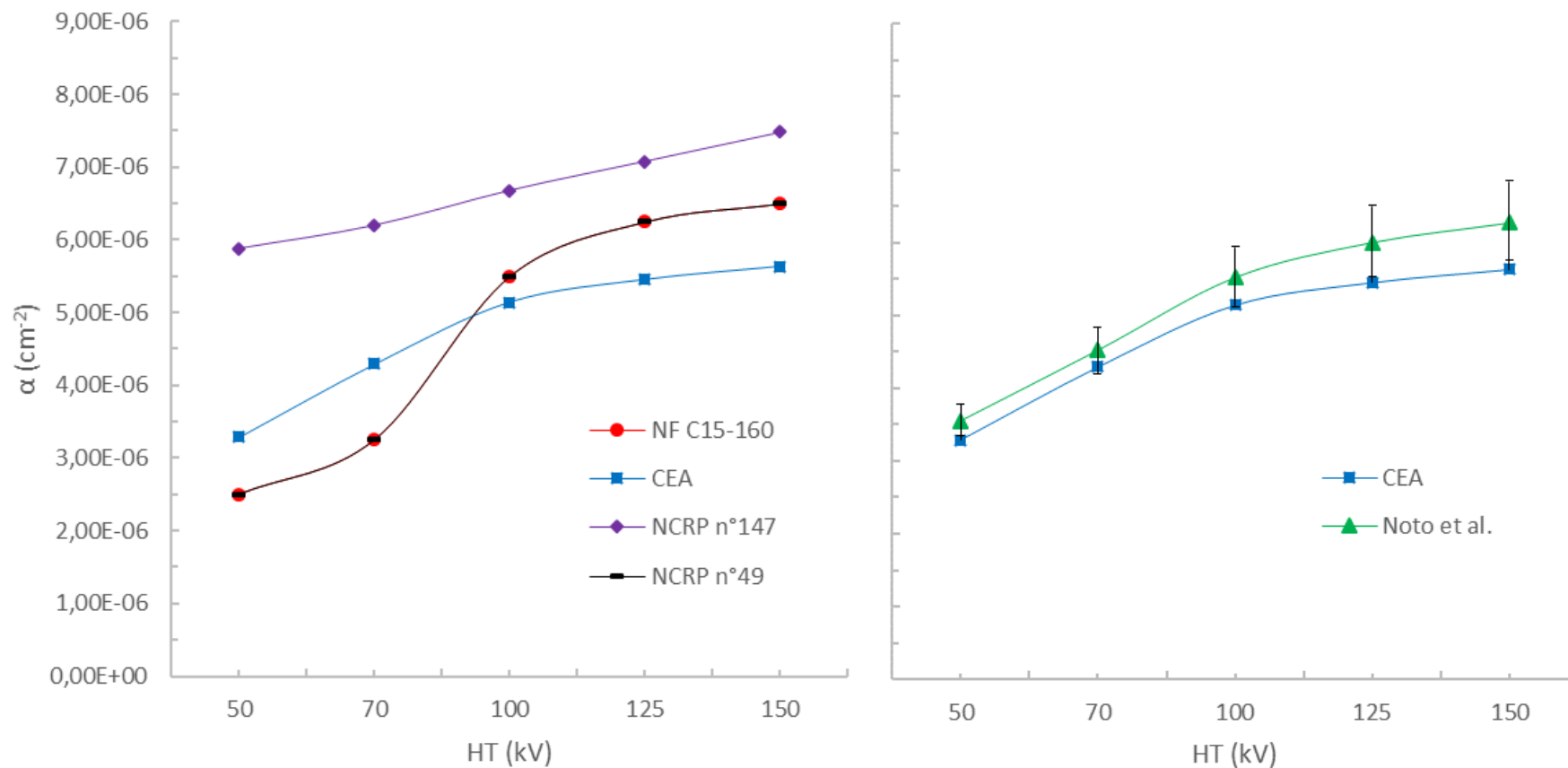
θ : angle de diffusion

S : surface d'exposition (cm²)

variable







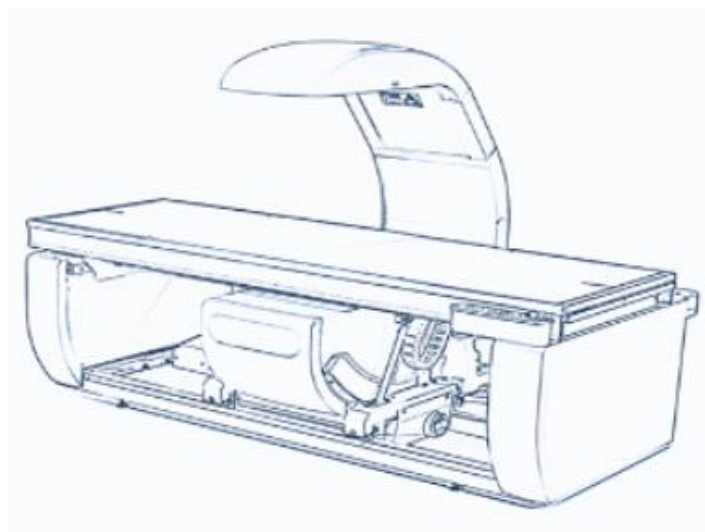
COMPARAISON AVEC DES MESURES

Données							Mesure	Calcul			Ecart calcul / mesure (%)
tension (kV)	intensité (mA)	diffuseur	filtration (mm Al)	d ₁ (m)	d ₂ (m)	S (m ²)	H _s (mSv/h)	Γ _R (mSv/min/mA)	α (cm ⁻²)	H _s (mSv/h)	
50	50	eau	3	1	1	5.76E-02	8.64E+00	1.59E+00	3.29E-06	9.04E+00	4.59E+00
50	0.44	eau	6	0.81	1	2.54E-02	3.30E-02	6.55E-01	3.97E-06	2.66E-02	-1.94E+01
60	1.24	eau	6	0.81	1	2.54E-02	1.81E-01	1.33E+00	4.59E-06	1.76E-01	-2.64E+00
60	10										-4.75E+00
70	7										7.72E+00
70	2.74	eau	6	0.81	1	1.45E-03	3.80E-02	1.99E+00	5.05E-06	3.67E-02	-3.54E+00
70	2.74	eau	6	0.81	1	6.65E-03	1.61E-01	1.99E+00	5.05E-06	1.68E-01	4.22E+00
70	2.74	eau	6	0.81	1	2.54E-02	6.30E-01	1.99E+00	5.05E-06	6.42E-01	1.95E+00
70	100	eau	3	1	1	4.00E-02	4.37E+01	3.88E+00	4.29E-06	3.99E+01	-8.78E+00
80	2.81	eau	6	0.81	1	2.54E-02	1.05E+00	3.30E+00	5.41E-06	1.17E+00	1.11E+01
80	100	eau	3	1	1	4.00E-02	6.45E+01	5.80E+00	4.65E-06	6.48E+01	3.80E-01
85	50	eau	3	1	1	5.76E-02	5.27E+01	6.60E+00	4.00E-06	4.56E+01	-1.34E+01
90	2.87	eau	6	0.81	1	2.54E-02	1.60E+00	4.50E+00	5.67E-06	1.71E+00	6.57E+00
90	100	eau	3	1	1	4.00E-02	9.18E+01	7.40E+00	4.93E-06	8.75E+01	-4.68E+00
100	2.94	eau	6	0.81	1	2.54E-02	2.37E+00	5.70E+00	5.88E-06	2.29E+00	-3.32E+00
100	50	eau	3	1	1	5.76E-02	7.92E+01	9.30E+00	5.14E-06	8.25E+01	4.21E+00
100	100	eau	3	1	1	4.00E-02	1.19E+02	9.30E+00	5.14E-06	1.15E+02	-3.43E+00
110	3	eau	6	0.81	1	2.54E-02	3.20E+00	5.70E+00	6.00E-06	2.39E+00	-2.54E+01
125	50	eau	3	1	1	5.76E-02	1.17E+02	1.40E+01	4.70E-06	1.14E+02	-2.82E+00

Ecart varie entre 0,5% et 25% ce qui est acceptable

❖ Ostéodensitométrie

- Mesure de la densité osseuse en évaluant l'atténuation des rayons X à travers les tissus
- Appareil réputé comme peu exposant, opérateur non protégé
- Dose mesurée à 1 m du patient < à 0,1 μ Sv



Ces informations ne sont pas évidentes avec la norme NF C15-160 de mars 2011 !

- ❖ Salle avec une activité élevée
 - Taille du champ d'exposition < 8 cm²

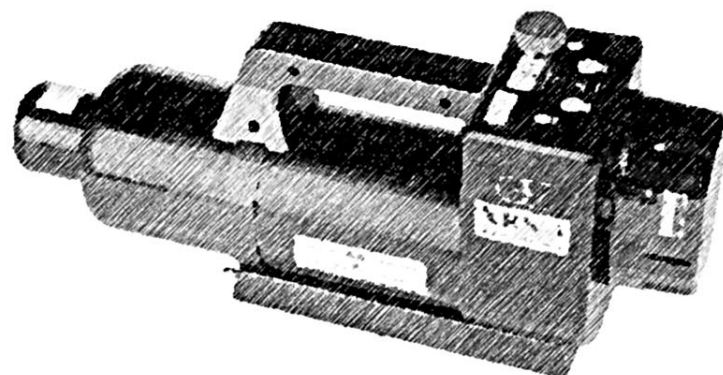
Rayonnement diffusé				
$F_s = \frac{\Gamma_R \cdot W \cdot k \cdot T}{\dot{H}_{max} \cdot b^2 \cdot d^2}$				
k	b	d	F_s	P_b mm
5,0E-04	0,4	2	70	0,8

Ep. de Pb
divisée
par 4

Rayonnement diffusé				
$F_s = \frac{\Gamma_R \cdot W \cdot \alpha \cdot S \cdot T}{\dot{H}_{max} \cdot b^2 \cdot d^2}$				
αS	b	d	F_s	P_b mm
3,8E-05	0,4	2	5	0,2

❖ Générateur X industriel pulsé

- Utilisé dans la sécurité et pour des applications industrielles légères
- Utilisation mobile ou en casemate



❖ Dimensionnement d'une casemate

- HT : 270 kV
- Diffuseur en acier
- Taille du champ d'exposition : $530 \text{ cm}^2 > 400 \text{ cm}^2$

Rayonnement diffusé

$$F_s = \frac{\Gamma_R \cdot W \cdot k \cdot T}{\dot{H}_{max} \cdot b^2 \cdot d^2}$$

k	b	d	F_s	P_b mm
2,8E-03	1	0,8	16	2,5

Ep. de Pb
divisée
par 5

Rayonnement diffusé

$$F_s = \frac{\Gamma_R \cdot W \cdot \alpha \cdot S \cdot T}{\dot{H}_{max} \cdot b^2 \cdot d^2}$$

αS	b	d	F_s	P_b mm
3,9E-04	1	0,8	2	0,5

- ❖ Les coefficients α sont validées pour un diffuseur de type eau entre 50 et 150 kV
- ❖ Les mesures restent à compléter
- ❖ On trouvera pour la 1^{ère} fois des données pour différents diffuseurs et pour des HT > 300 kV
- ❖ Nouvelle formule et nouvelles données permettront un calcul plus adapté à la réalité

Merci de votre attention