

ZONAGE DANS LE DOMAINE MEDICAL : TYPOLOGIE DES PROBLEMES RENCONTRES ET EVALUATION DE SOLUTIONS POSSIBLES

J-P Degrange*, C. Maccia**

* RP-CONSULT, Paris – France, jp.degrange@rp-consult.fr

** CAATS, Bourg-la-Reine – France, carlo-maccia@neuf.fr

Septièmes Rencontres des Personnes Compétentes en Radioprotection
SFRP, Paris, 9-10 Décembre 2010

CONTEXTE

- La délimitation des zones réglementées (zonage) a fait l'objet de modifications majeures suite à la transposition de la Directive EURATOM 96/29.
- Cette transposition s'est traduite par de nouvelles prescriptions du Code du Travail (Décret 2003-296), de l'Arrêté du 15 Mai 2006 et de la Circulaire DGT/ASN du 18 Janvier 2008.
- Ces modifications ont notamment introduit pour la délimitation des zones :
 - des limites de débit portant sur diverses périodes de temps (instantané, 1 heure, 1 mois, 1 an)
 - des zones contrôlées intermittentes

OBJECTIFS


- Présenter une **typologie des problèmes rencontrés lors du zonage dans le domaine médical** dus :
 - aux **nouvelles prescriptions** précédemment évoquées,
 - au **caractère discontinu et/ou pulsé des sources de rayonnement.**
- Estimer **l'intérêt et les difficultés d'éventuelles modifications des critères de zonage** pour répondre à ces problèmes

PLAN DE LA PRESENTATION

- Objectifs et méthode du zonage
- Problématique de la mesure des doses et débits de dose
- Problématique de l'imbrication des zones
 - Rétroalvéolaire, panoramique, scanner, salle télécommandée
- Absence de ZS et ZSR intermittentes
- Conclusion

ZONAGE(1)

OBJECTIF et METHODE GENERALE

- OBJECTIF
 - Identification du danger d'exposition dans les lieux de travail (danger croissant en s'approchant de la source) 
- METHODE GENERALE
 - Détermination des débits de dose avec prise en compte des seuls Equipements de Protection Collective fixe
 - Détermination de l'activité maximale réaliste sur la période de référence
 - Détermination des débits de dose moyens (1 an, 1 mois ou 1 heure) ou instantanés
 - Confrontation aux critères de zonage

ZONAGE(2)

Critères de zonage réglementaires

Critère de dose ambiante		Zone publique	Zone surveillée	Zone contrôlée	Zone spécialement réglementée		Zone interdite
		Blanche	Gris-Bleue	Verte	Jaune	Orange	Rouge ¹
Corps entier H*(10)	en 1 an	< 1 mSv	≥ 1 mSv < 6 mSv	≥ 6 mSv			
	en 1 mois	< 80 µSv	≥ 80 µSv				
	en 1 h	-	< 7,5 µSv	≥ 7,5 µSv < 25 µSv	≥ 25 µSv < 2 mSv/h	≥ 2 mSv < 100 mSv	≥ 100 mSv
	Débit instantané	-	-	-	-	≥ 2 mSv/h < 100 mSv/h	≥ 100 mSv/h

Problématique de la mesure des doses et débits de dose

- **Débits instantanés**
 - **Mesure directe impossible** (ou boîtes noires)
 - A estimer à partir de mesures plus longues et de paramètres additionnels (durée de cliché, fréquence et durée des pulses,...)
- **Débits moyens sur 1 s / 1 min**
 - *Mesure directe possible en scopie (difficile pour 1 min), mais saturation possible des appareils en débit discontinu*
 - *Ou à estimer par la méthode ci-dessus (sauf si débits variables en cours d'examen)*
- **Débits moyens sur 1 h / 1 mois / 1 an**
 - **Mesure directe impossible**
 - A estimer à partir des débits précédents et de l'activité réaliste maximale sur la période



Problématique de l'imbrication des zones (1)

- L'utilisation de durées différentes (instantané, 1 h, 1 mois, 1 an) pour les critères dosimétriques des zones ne garantit pas la « bonne » imbrication des zones
- Débits 1 an / 1 mois
 - Bon accord entre les deux limites de $80 \mu\text{Sv}/\text{mois}$ et $1 \text{ mSv}/\text{an}$ pour la zone publique
- Débits 1 an / 1 h
 - Caractère conservatif pour la zone contrôlée de la limite de $7,5 \mu\text{Sv}$ en 1 h comparée à $6 \text{ mSv}/\text{an}$

Problématique de l'imbrication des zones (2)

- Débits 1 mois / 1 h
 - Critère de bonne imbrication entre Zone Publique (1 mois) et Zone Réglementée (1 h) (1 type d'examen / salle) :
$$(N_{\text{examens/mois}} / N_{\text{examens/h}}) \geq (LD_{1\text{mois}} / LD_{1\text{h}})$$
 - Il n'y aura pas de bonne imbrication si l'activité de la salle est trop faible et les zones réglementées pourront être plus grandes que la zone publique.
 - Dans un tel cas, la définition d'un critère dosimétrique horaire de zone publique garantirait la bonne imbrication des zones.

Problématique de l'imbrication des zones (3)








- Débits 1 h/ instantané
 - Critère de bonne imbrication entre Zone Réglementée (1 h) et Zone Spécialement Réglementée (instantané) (1 type d'examen / salle) :
$$(T_{RX/h}) \geq (LD_{1h} / LDD_{instantané})$$
 - Il n'y aura pas de bonne imbrication si la durée d'irradiation horaire est trop faible et les ZSR pourront être plus grandes que les ZR.
 - Dans un tel cas, la définition d'un critère dosimétrique horaire de ZSR garantirait la bonne imbrication des zones.

Test d'imbrication des zones(1)








- Installations testées
 - Rétroalvéolaire numérique
 - Panoramique dentaire
 - Scanner
 - Salle télécommandée

Test d'imbrication des zones(2)

• Rétroalvéolaire numérique : Réglementation

Limites débits		Limites de zones		rayon (cm)
100	(mSv/h)	rouge instantané	12	
2	(mSv/h)	orange instantané	84	
25	(microSv/h)	jaune 1h	10	
7,5	(microSv/h)	verte 1h	18	
6	(mSv/an)	verte 1 an	4,9	
80	(microSv/mois)	bleue 1 mois	12	
1	(mSv/an)	bleue 1 an	12	

• Modifications possibles

Limites débits		Limites de zones		rayon (cm)
100	(mSv/h)	rouge 1 minute	0	
100	(mSv/h)	rouge 1 h	0	
2	(mSv/h)	orange 1 minute	3	
2	(mSv/h)	orange 1 h	1	
25	(microSv/h)	jaune 1h	10	
7,5	(microSv/h)	verte 1h	18	
0,40	(microSv/h)	bleue 1h	79	

(faible temps d'irradiation/h ; faible activité annuelle)

Test d'imbrication des zones(3)

● Panoramique dentaire : Réglementation

Limites débits		Limites de zones		rayon (cm)
100	(mSv/h)	rouge instantané	2	
2	(mSv/h)	orange instantané	15	
25	(microSv/h)	jaune 1h	20	
7,5	(microSv/h)	verte 1h	36	
6	(mSv/an)	verte 1 an	11	
80	(microSv/mois)	bleue 1 mois	27	
1	(mSv/an)	bleue 1 an	27	








● Modifications possibles

Limites débits		Limites de zones		rayon (cm)
100	(mSv/h)	rouge instantané	2	
100	(mSv/h)	rouge 1 s	2	
100	(mSv/h)	rouge 1 minute	1	
100	(mSv/h)	rouge 1 h	0	
2	(mSv/h)	orange instantané	15	
2	(mSv/h)	orange 1 s	15	
2	(mSv/h)	orange 1 minute	7	
2	(mSv/h)	orange 1 h	2	
25	(microSv/h)	jaune 1h	20	
7,5	(microSv/h)	verte 1h	36	
0,40	(microSv/h)	bleue 1h	155	











(fort temps d'irradiation/h ; faible activité annuelle)

Test d'imbrication des zones(5)

● Scanner : Réglementation

Limites débits		Limites de zones		rayon (cm)
100	(mSv/h)	rouge instantané	149	
2	(mSv/h)	orange instantané	1 051	
25	(microSv/h)	jaune 1h	1 891	
7,5	(microSv/h)	verte 1h	3 453	
6	(mSv/an)	verte 1 an	2 779	
80	(microSv/mois)	bleue 1 mois	6 948	
1	(mSv/an)	bleue 1 an	6 808	

● Modifications possibles

Limites débits		Limites de zones		rayon (cm)
100	(mSv/h)	rouge instantané	149	
100	(mSv/h)	rouge 1 s	149	
100	(mSv/h)	rouge 1 minute	60	
100	(mSv/h)	rouge 1 h	30	
2	(mSv/h)	orange instantané	1 051	
2	(mSv/h)	orange 1 minute	425	
2	(mSv/h)	orange 1 h	211	
25	(microSv/h)	jaune 1h	1 891	
7,5	(microSv/h)	verte 1h	3 453	
0,40	(microSv/h)	bleue 1h	9 457	

(fort temps d'irradiation/h ; forte activité annuelle)

Test d'imbrication des zones(6)

● Salle télécommandée : Réglementation

Limites débits	Limites de zones	rayon (cm)
100 (mSv/h)	rouge instantané	106
2 (mSv/h)	orange instantané	753
25 (microSv/h)	jaune 1h	40
7,5 (microSv/h)	verte 1h	73
6 (mSv/an)	verte 1 an	37
80 (microSv/mois)	bleue 1 mois	92
1 (mSv/an)	bleue 1 an	90

● Modifications possibles

Limites débits	Limites de zones	rayon (cm)
100 (mSv/h)	rouge 1 minute	3
100 (mSv/h)	rouge 1 h	1
2 (mSv/h)	orange 1 minute	20
2 (mSv/h)	orange 1 h	4
25 (microSv/h)	jaune 1h	40
7,5 (microSv/h)	verte 1h	73
0,40 (microSv/h)	bleue 1h	201
80 (microSv/mois)	bleue 1 mois	92
1 (mSv/an)	bleue 1 an	90

(faible temps d'irradiation/h ; forte activité annuelle)

Absence de ZS et ZSR intermittentes

- **L'absence de définition** explicite de Zones Surveillées et Spécialement Réglementées intermittentes ne permet pas d'obtenir :
 - Le zonage classique pendant l'émission des RX,
 - Une zone entièrement surveillée à l'intérieur de la ZC dès mise sous tension du générateur,
 - Une zone entièrement publique après extinction du générateur.
- **La définition de telles zones permettrait de résoudre ce problème**



CONCLUSION (1)

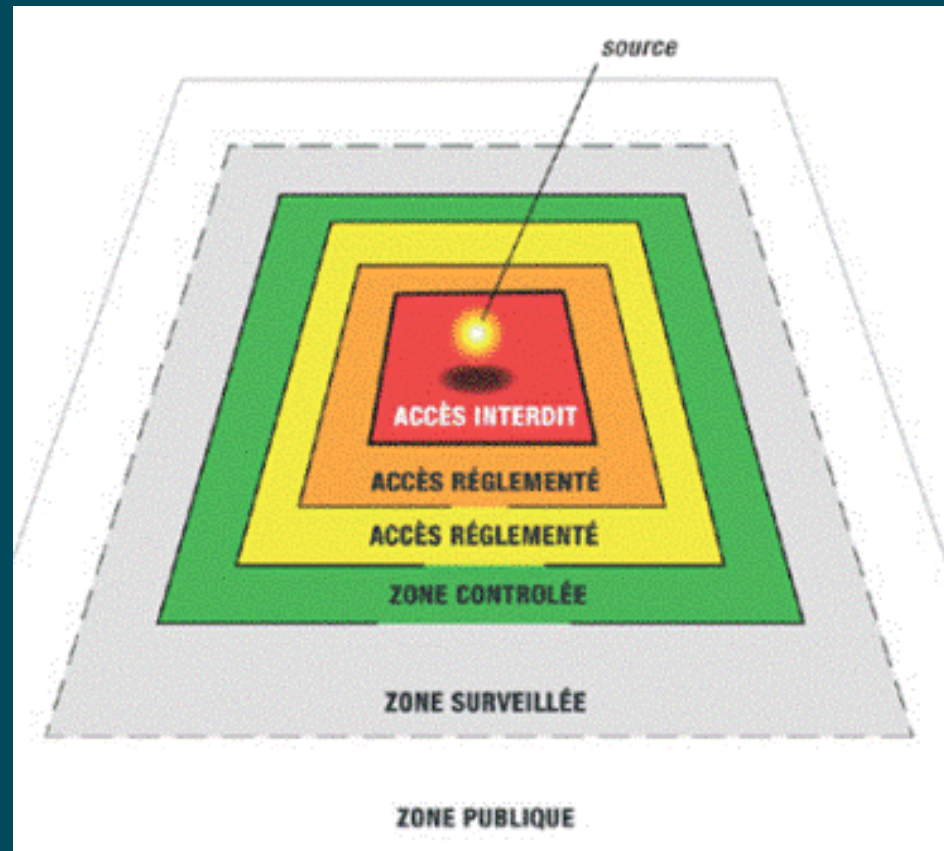
• CRITERES DOSIMETRIQUES DE ZONAGE

- La mesure/détermination des débits instantanés est impossible/difficile en cas de débit variable ou pulsé.
- L'utilisation de débits instantanés pour le zonage ne correspond pas à une notion de risque appréhendable par les travailleurs, au contraire d'une dose reçue sur une durée.
- L'utilisation de durées différentes (instantané, 1 h, 1 mois, 1 an) pour les critères dosimétriques de zonage ne garantit pas la « bonne » imbrication des zones et peut donc nuire à la radioprotection des travailleurs.
- L'utilisation de critères dosimétriques horaires pourrait résoudre l'ensemble de ces problèmes

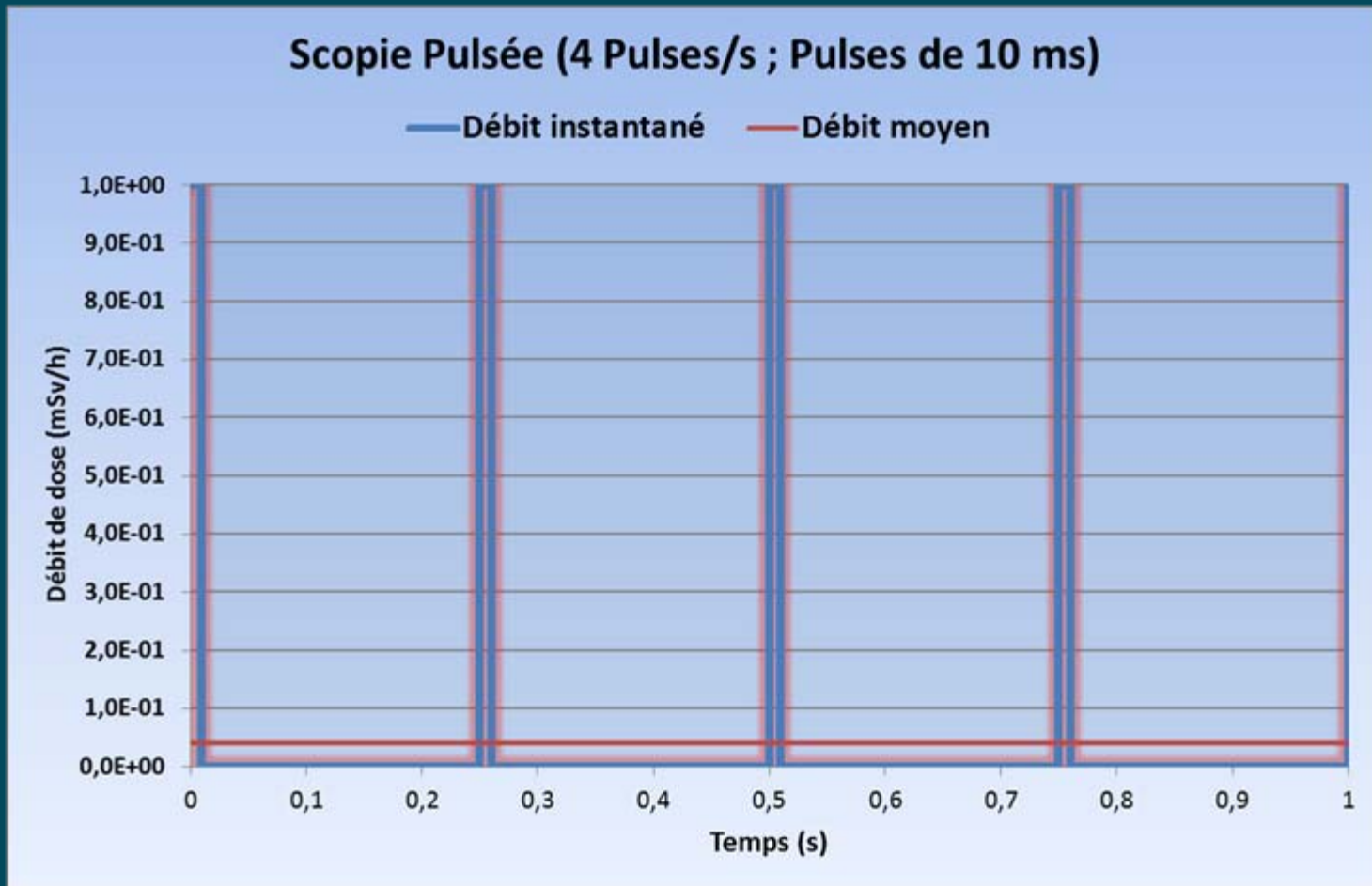
CONCLUSION (2)

- **ZONES INTERMITTENTES**
 - L'absence de définition explicite de Zones Surveillée et Spécialement Réglementées intermittentes peut conduire à des situations confuses
 - La définition de ZS et ZSR intermittentes, selon les mêmes critères que les ZC intermittentes, apparaît donc souhaitable

Imbrication des zones : on s'attend classiquement à ceci....

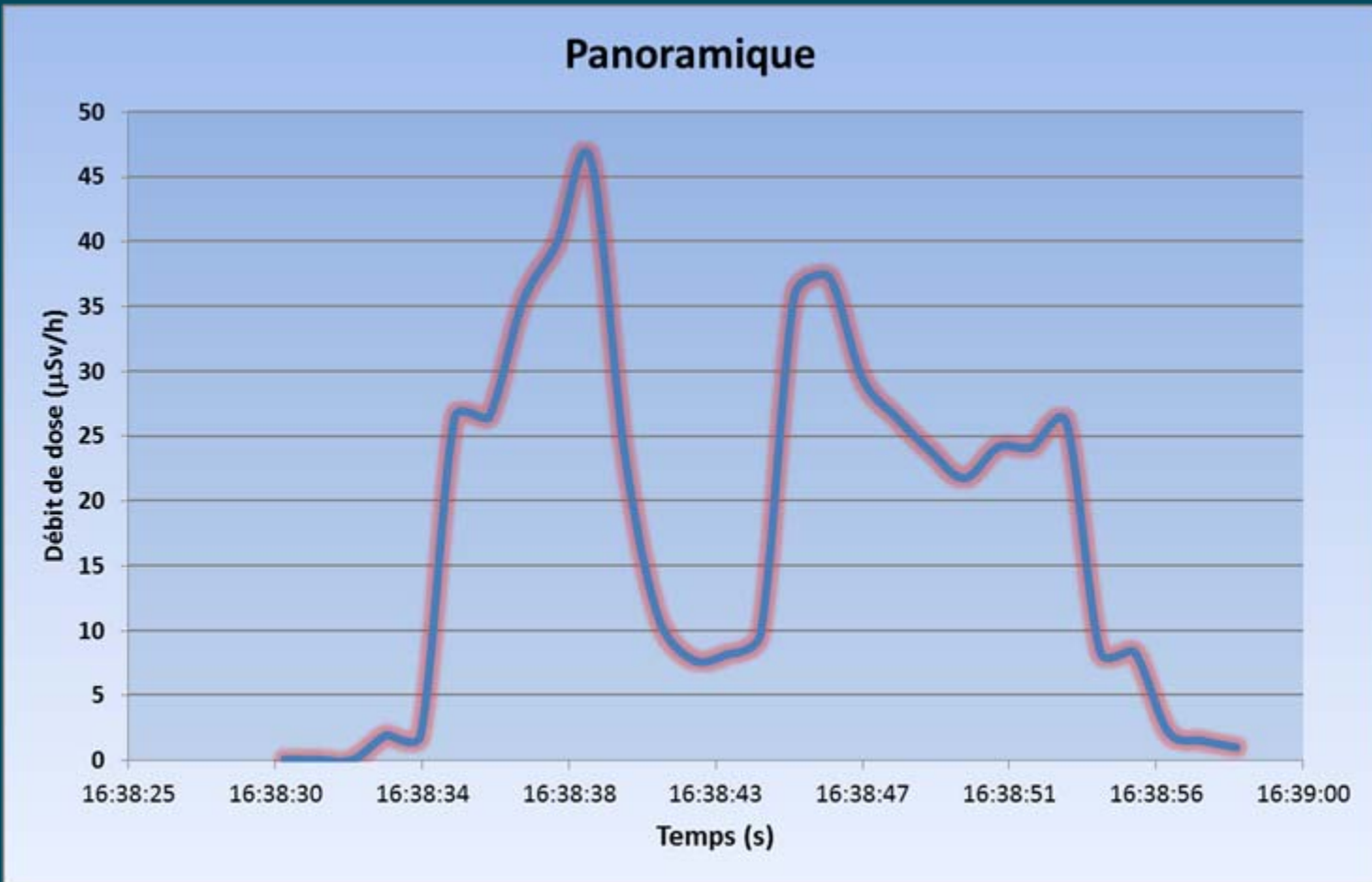


Profil du débit de dose instantané (Scopie pulsée)

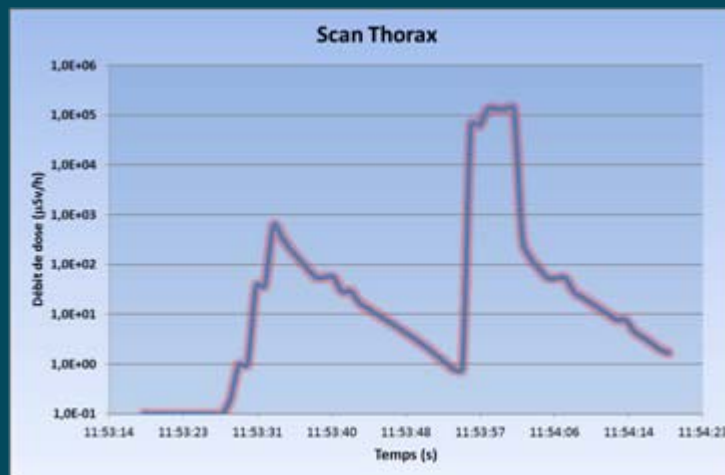
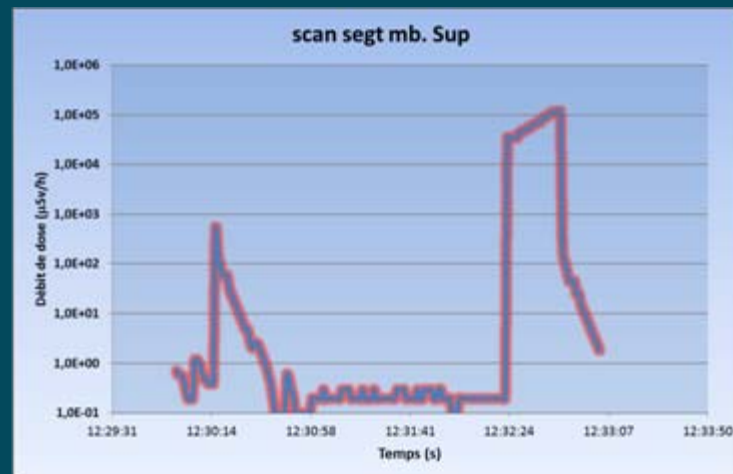
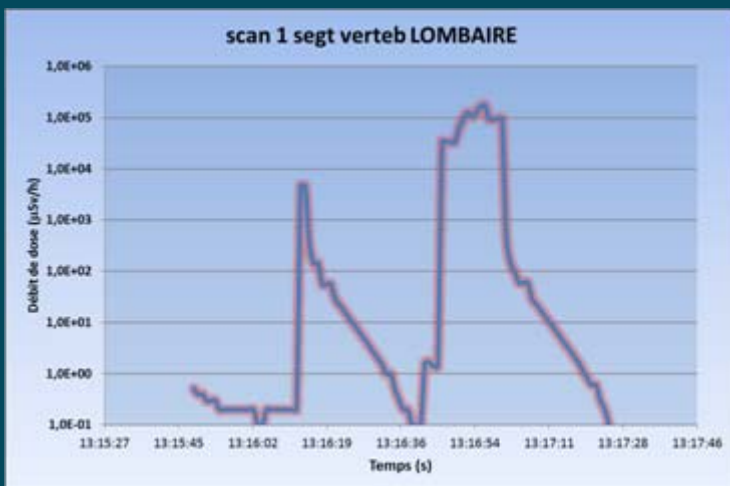


**Débit moyen / Débit max-instantané
= fraction de temps dans les pulses**

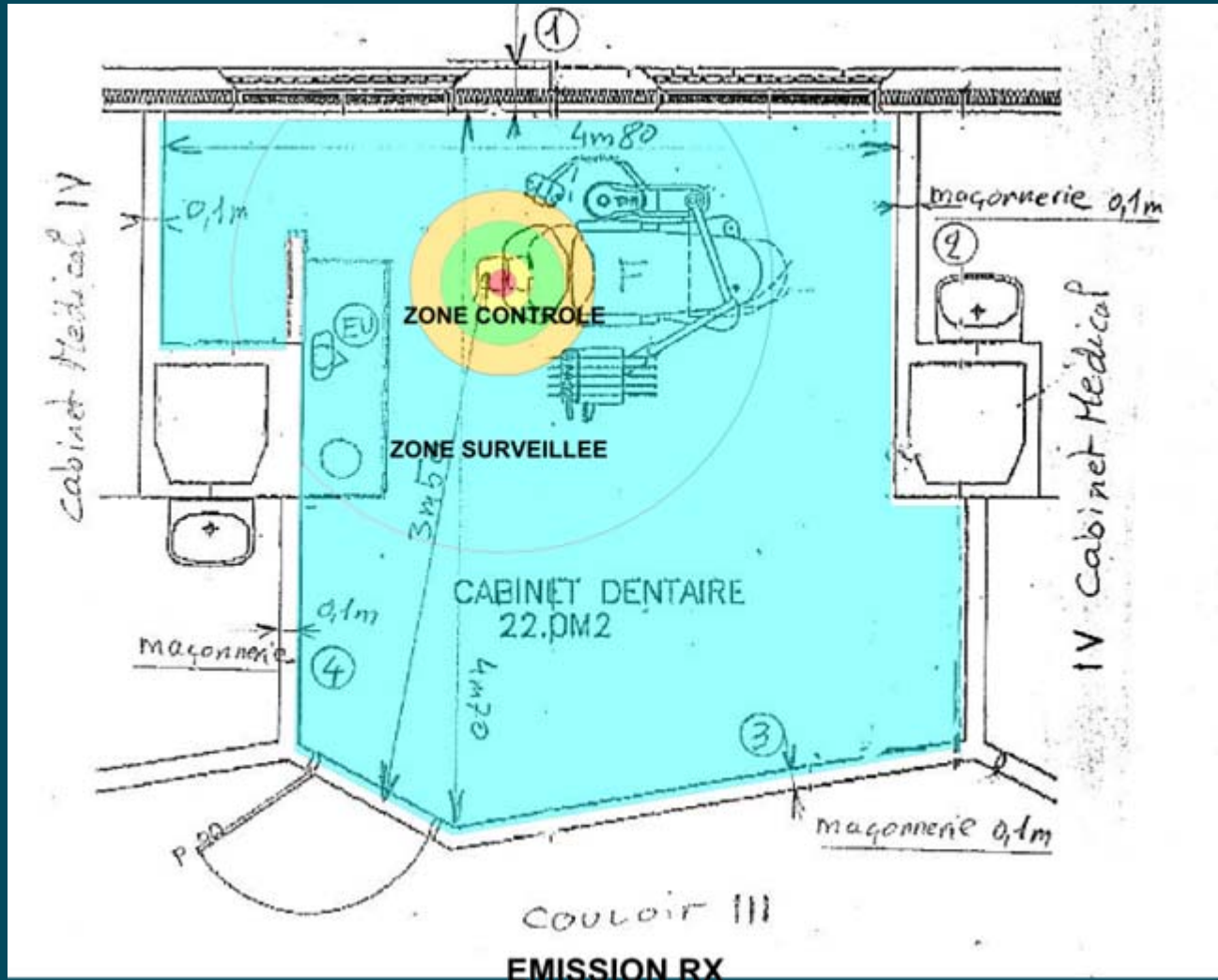
Profil du débit de dose moyen sur 1 s (Panoramique dentaire)



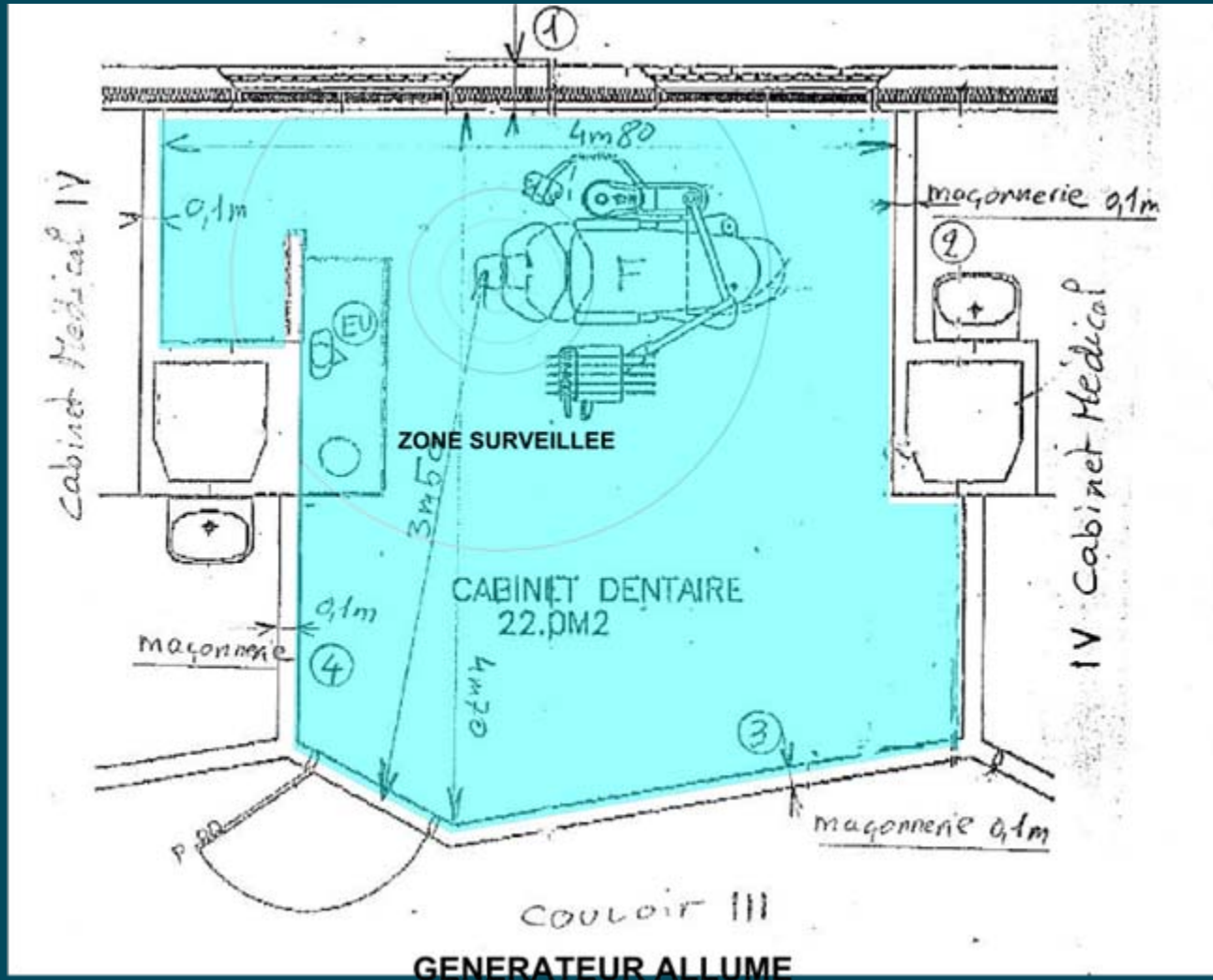
Profil du débit de dose moyen sur 1 s (Scanner)



Zonage intermittent : Emission des RX



Zonage intermittent : Générateur allumé



Zonage intermittent : Générateur éteint

