

# ZONAGE ET ETUDE DE POSTE EN CARDIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

J-P Degrange

RP-CONSULT, Paris - France

[jp.degrange@rp-consult.fr](mailto:jp.degrange@rp-consult.fr)

Les techniques interventionnelles en médecine et radioprotection

SFRP – GACI

Paris, 13 Octobre 2009

# CONTEXTE ET OBJECTIFS

- CONTEXTE

- Les pratiques de **cardiologie interventionnelle (C.I.)** peuvent conduire à des **doses élevées pour les patients et les personnels** [CIPR 85, 2001]
- La délimitation des zones réglementées (**zonage**) et **l'étude** (dosimétrique) **des postes de travail** revêtent donc une **importance particulière dans ce domaine**

- OBJECTIFS

- Présenter – en termes de **méthodes et outils** – les **étapes à parcourir** pour le zonage et l'étude de postes
- Souligner les **problèmes spécifiques** et les **solutions adaptées**

# ZONAGE(1)

## OBJECTIF ET METHODE GENERALE

- OBJECTIF
  - Identification du danger d'exposition dans les lieux de travail
- METHODE GENERALE
  - Critères de débit de dose moyen (1 mois ou 1 heure) ou instantané [Arrêté 15 mai 2006, Circulaire 18 janvier 2008]
  - Prise en compte des Equipements de Protection Collective fixe



# ZONAGE(2)

## OBJECTIF ET METHODE GENERALE

- ETAPES
  - Identification des **emplacements de mesure**
  - Identification des **incidences/réglages** du tube RX
  - **Mesure des débits de dose** (scopie et graphie)
  - Recueil des données **d'activité maximale réaliste** pour chaque incidence/réglage **sur la période de référence** (1 mois/1 heure)

# ZONAGE(3)

## PARTICULARITES DE LA C.I.

- Ensemble important d'incidences radiographiques (procédures diagnostiques / thérapeutiques) 
- Variation très significative du débit de dose avec l'incidence (PA  $\ll$  OAG 90) 
- Variation importante du débit de dose avec la collimation du faisceau et les modalités de réglage
- Rayons X pulsés avec une très forte variation spatiale d'intensité (à proximité du patient : 20 mSv/h, derrière le pupitre : 20  $\mu$ Sv/h)

# ZONAGE(4)

## METHODES ET OUTILS ADAPTES A LA C.I.

- Recueil de données : **modalités de réglage** (kV, mA, cadence, durée de pulse,...) **effectivement utilisées**
- Recueil de données : **incidences utilisées**, le **nombre d'images** et le **temps de scopie par examen**  
**Données d'incidence difficiles d'accès (champs DICOM propriétaires) et limitées à la graphie**
- Utilisation de **radiamètres adaptés** (grandeur  $H^*(10)$ , **champs pulsés, énergie, saturation, sensibilité**, à distance)  
**La réponse en champs pulsés et la courbe de saturation des instruments est rarement documentée**
- **Estimation réaliste : pas de sous-protection ni de banalisation**

# ZONAGE(5)

## METHODES ET OUTILS ADAPTES A LA C.I.

- UNE SALLE DE C. I. COMPORTERA **PLUSIEURS (SOUS-)ZONES**
  - **Zone rouge** (50 cm) : **accès interdit**
  - **Zone orange** (350 cm) : **accès réservé CDI ; traçage des E/S**
  - **Zone contrôlée**
  - **Zone surveillée**
- Un tel zonage (réaliste) permet au personnel de mieux différentier le potentiel d'irradiation des différents emplacements
- **Le découpage en sous-zones doit faire l'objet d'un affichage aux entrées de salles**



# ZONAGE(6)

## METHODES ET OUTILS ADAPTES A LA C.I.

- LE ZONAGE SERA INTERMITTENT
  - Emission des RX : Zonage déterminé ci-dessus
  - Haute-tension allumée sans RX : Zone surveillée
  - Haute-tension éteinte : Zone publique
  - Le zonage intermittent permet de limiter les contraintes d'accès (restrictions, dosimétrie opérationnelle, formation,...) en l'absence d'émission des RX
  - Les entrées de salle doivent être équipées d'un signal lumineux à trois états
  - Les règles d'accès des zones rouges et oranges sont-elles bien adaptées à des zones intermittentes ?



# ETUDE DE POSTE(1)

## OBJECTIF ET METHODE GENERALE

- OBJECTIFS
  - Evaluation prévisionnelle de la dosimétrie annuelle pouvant être reçue par les personnels
- METHODE GENERALE
  - Prise en compte de toutes les protections : Collective (EPC) fixe et mobile, et Individuelle (EPI)

# ETUDE DE POSTE(2)

## OBJECTIF ET METHODE GENERALE

- ETAPES
  - Identification des **points de mesure (lieux de présence)**
  - Identification des **incidences/réglages** du tube RX
  - **Mesure des débits de dose** (scopie et graphie) avec EPC et EPI
  - Recueil des données **d'activité annuelle réaliste** pour chaque incidence /réglage
  - Recueil du **nombre** et du **temps de présence des personnels**

# ETUDE DE POSTE(3)

## PARTICULARITES DE LA C.I.

- La cardiologie interventionnelle peut être associée à de forts enjeux dosimétriques annuels  
*L'étude de poste doit donc constituer la première étape de l'optimisation de la radioprotection des personnels*
- Utilisation variable (d'une étape à l'autre de la procédure, d'une personne à l'autre) des EPI, EPC mobiles et de l'éloignement.  
*L'étude de poste doit donc faire l'objet d'une analyse de sensibilité*

# ETUDE DE POSTE(4)

## METHODES ET OUTILS ADAPTES A LA C.I.

- Prise en compte des incidences, des modalités de réglage et des niveaux de débit de dose : **idem zonage**
- Pour constituer la **première étape de l'optimisation** de la radioprotection, **l'étude de poste doit être réaliste**
- **Elle doit être aussi analytique**, pour permettre :
  - d'identifier les **personnels les plus exposés**
  - d'établir la **contribution à l'exposition des diverses situations** (graphie, scopie, position,...)
  - de quantifier le **gain dosimétrique** apporté par les **bonnes pratiques : protection** par les EPI (tablier, cache-thyroïde, lunettes) et les EPC mobiles (écran suspendu, paravent mobile), **éloignement** du **personnel**

# Facteur d'atténuation cumulé apporté par les protections

Protection	Epaisseur de plomb (mm)	Facteur d'atténuation (80 kV)	Facteur d'atténuation (125 kV)
Sans protection		1	1
+ Tablier plombé	0,5	17	8,1
+ Ecran suspendu	0,5	53	29
+ Paravent mobile	2	2 300	1 400

# ETUDE DE POSTE(5)

## METHODES ET OUTILS ADAPTES A LA C.I.

- Effectuer une **évaluation prévisionnelle réaliste** pour le comportement le plus probable du personnel
  - Une évaluation simplifiée **en incidence PA sous-estimerait largement** les expositions
  - Une évaluation simplifiée **en incidence OAG90 surestimerait** les expositions **d'un facteur 2** en coronarographie **et 3** en angioplastie

# ETUDE DE POSTE(6)

## METHODES ET OUTILS ADAPTES A LA C.I.

- Effectuer une **analyse de sensibilité** pour quantifier l'importance de la véracité des hypothèses retenues
  - Un anesthésiste porteur d'EPI (mais sans EPC) présent 5mn/h de procédure, sans s'éloigner en scopie et graphie reçoit 70/50% de la dose du cardiologue (protégé au maximum) en coronarographie /angioplastie
  - Cet anesthésiste recevrait une dose bien supérieure à celle du cardiologue s'il ne portait pas de tablier
- Effectuer une **analyse des principales contributions** pour identifier d'éventuelles actions de radioprotection

# CONCLUSION (1)

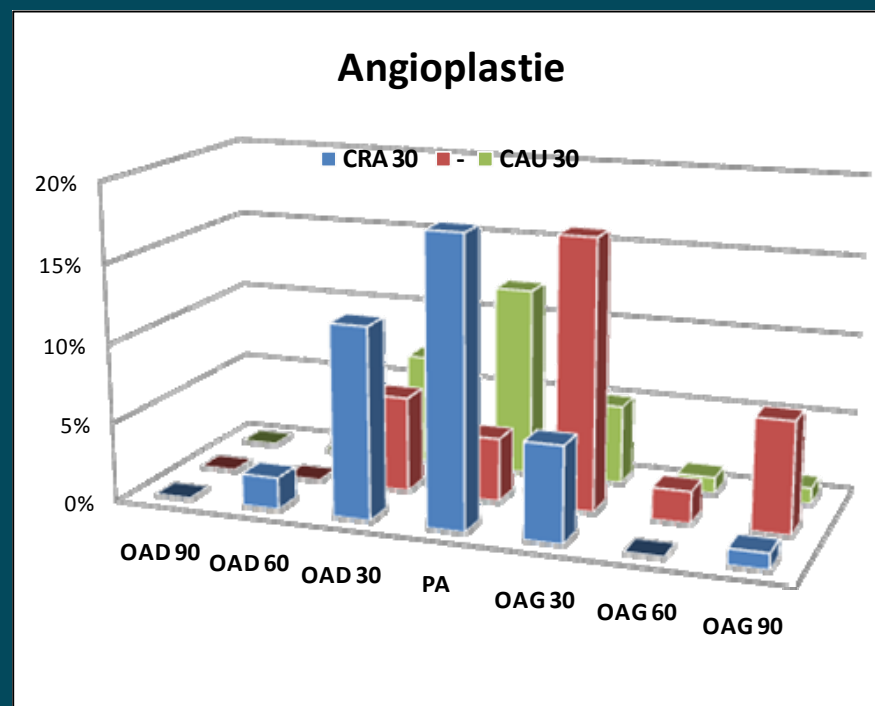
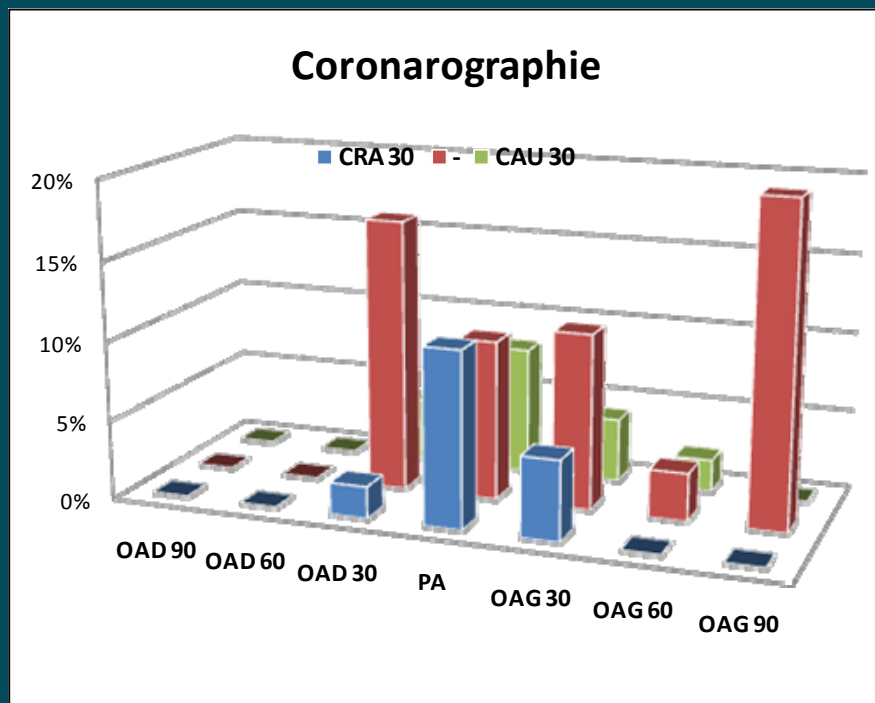
- Les pratiques de **cardiologie interventionnelle (C.I.)** peuvent conduire à des **doses élevées pour les personnels**
- Elles nécessitent donc une **approche aussi réaliste que possible** dans le **zonage** et l'**étude des postes de travail**



## CONCLUSION (2)

- Les points-clés de ces études sont :
  - La détermination d'une distribution réaliste des incidences utilisées lors des procédures
  - L'identification des modalités de réglage du faisceau
  - L'utilisation d'instruments de mesure adaptés
  - L'identification des moyens de protection utilisés par les personnels (EPI, EPC, éloignement)
  - Une analyse de sensibilité / hypothèses retenues
  - Une analyse des principales contributions pour identifier d'éventuelles actions de radioprotection

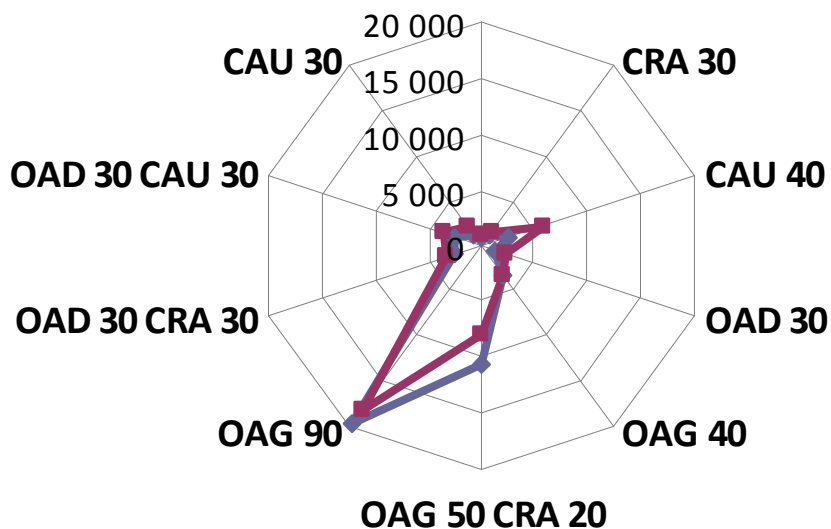
# Contribution des incidences au nombre d'images de Graphie (%)



# Variation du débit de dose avec l'incidence ( $\mu\text{Sv/h}$ )

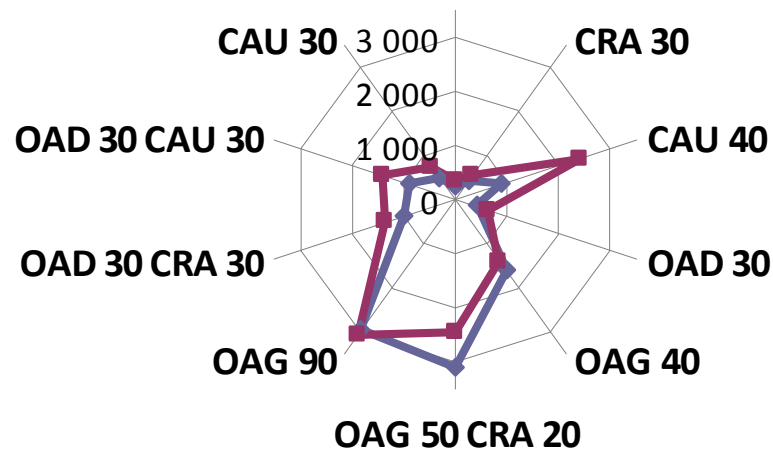
**Graphie Faible**

—●— Cardiologue —■— Anesthésiste  
PA



**Scopie Faible**

—●— Cardiologue —■— Anesthésiste  
PA



# Exemple de zonage d'une salle

