A close-up photograph of a microscope objective lens, illuminated with a blue light. The lens is metallic and has the text 'UPlanApo 40x/0.85 JAPAN' engraved on it. The background is dark and out of focus, showing some blurred light sources.

F.O. Bochud, A. Aroua, E. Samara (IRA),
P. Trueb (OFSP) et F.R. Verdun (IRA)

NRD : stratégie suisse et limites du concept

5^{èmes} Journées SFRP sur l'optimisation de la
radioprotection dans les domaines nucléaire,
industriel et médical

29-30 septembre 2010



Les NRD



... ne sont pas

- des **limites** de dose
- une distinction entre **bonne** et **mauvaise** pratique

... doivent être un moyen simple

- de mettre en évidence une situation d'exposition **anormalement élevée**
- de promouvoir le contrôle de la dose
 - De mettre en place une démarche **d'optimisation**
- de réduire les expositions **inutiles**



Grandeurs dosimétriques

Modalité	Quantité	Abbr.	Unit
Radiographie	Kerma à la peau/cliché	ESK	mGy
	Produit kerma·surface/examen	KAP	Gy·cm ²
Mammographie	Kerma dans l'air/view	K	mGy
	Produit kerma·surface/examen	KAP	Gy·cm ²
Radioscopie	Nombre d'images/examen	N	-
	Durée de fluoroscopie/examen	T	min
	CTDI volumique/coupe	CTDI _{vol}	mGy
CT	Produit dose·longueur/examen	DLP	mGy·cm
	Kerma à la peau/cliché	ESK	mGy
Dentaire	Produit kerma·surface/examen	KAP	Gy·cm ²

Base légale en Suisse

- Ordonnance sur la radioprotection (version 2008)

Art. 37a³⁹

Niveaux de référence diagnostique

¹ L'OFSP publie des recommandations concernant la dose de rayonnement lors des examens diagnostiques formulées sous la forme de niveaux de référence diagnostiques. Ce faisant, il prend en compte des données obtenues lors de recensements nationaux et des recommandations internationales.

Préhistoire des NRD suisses

- 1998 : enquête nationale
 - Détermination des **fréquences** d'examen dans tout le pays
 - Détermination des **doses moyennes** par examen
 - sur la base de la pratique du CHUV
 - confirmation des 5 CHU suisse
 - **NRD** provisoires = **doses moyennes**



Préhistoire des NRD suisses

- 1998 : enquête nationale
 - Détermination des **fréquences** d'examen dans tout le pays
 - Détermination des **doses moyennes** par examen
 - sur la base de la pratique du CHUV
 - confirmation des 5 CHU suisse
 - **NRD** provisoires = **doses moyennes**
- Estimation des distributions
 - Evaluation de quelques examens représentatifs
 - **Log normale** pas si mal
 - 75^{ème} percentile = 1.2-1.3 dose moyenne
 - **NRD = 1.5 dose moyenne**
- Comparaison CEC radiographie
 - valeurs **compatibles**
 - **kV un peu bas** en Suisse
 - surtout en pédiatrie !

Evaluation des examens à dose intensive

- 2002 : CT non-hélicoïdaux
- 2003 : Radioscopie « grand centres »
- 2004 : Cardiologie
- 2005 – 2006 : Radioscopie « petits centres »
- 2007 : CT pédiatrique
- 2010 : Mise à jour données CT
- 2011 : Radioscopie « grand centres »

2002 : CT non-hélicoïdaux

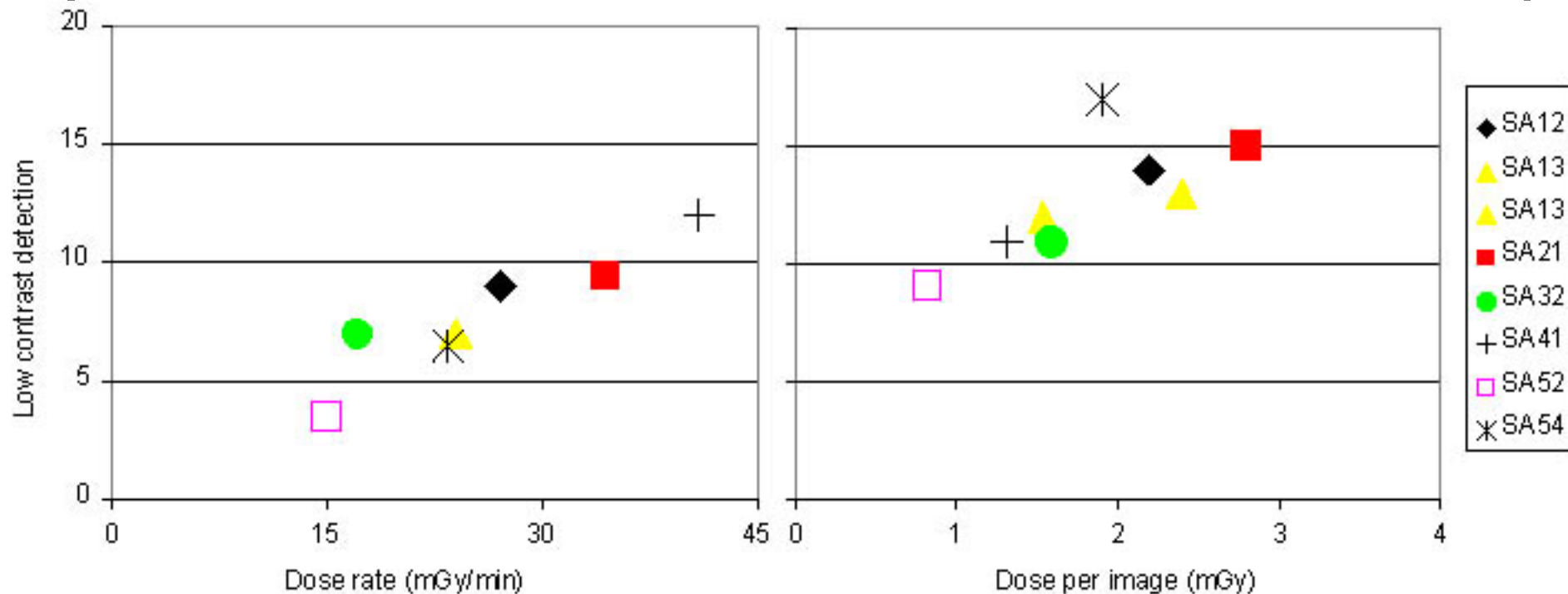
- 15 protocoles
 - sur le modèle de l'enquête européenne
- 11 hôpitaux suisses impliqués
- NRD EU adoptés
 - malgré leur obsolescence du fait de l'introduction des acquisitions hélicoïdales

2003 : Radioscopie « grand centres »

- 5 hôpitaux universitaires impliqués
- 20 patients suivis dans chaque centre (pour chaque procédure)
- Procédures
 - 4 à visée diagnostique
 - 4 à visée thérapeutique
- Mesure du KAP
 - Installation d'un système de mesure sur les installations n'en disposant pas
 - Caractérisation des installations
- Rétribution de CHF 10.- par formulaire rempli

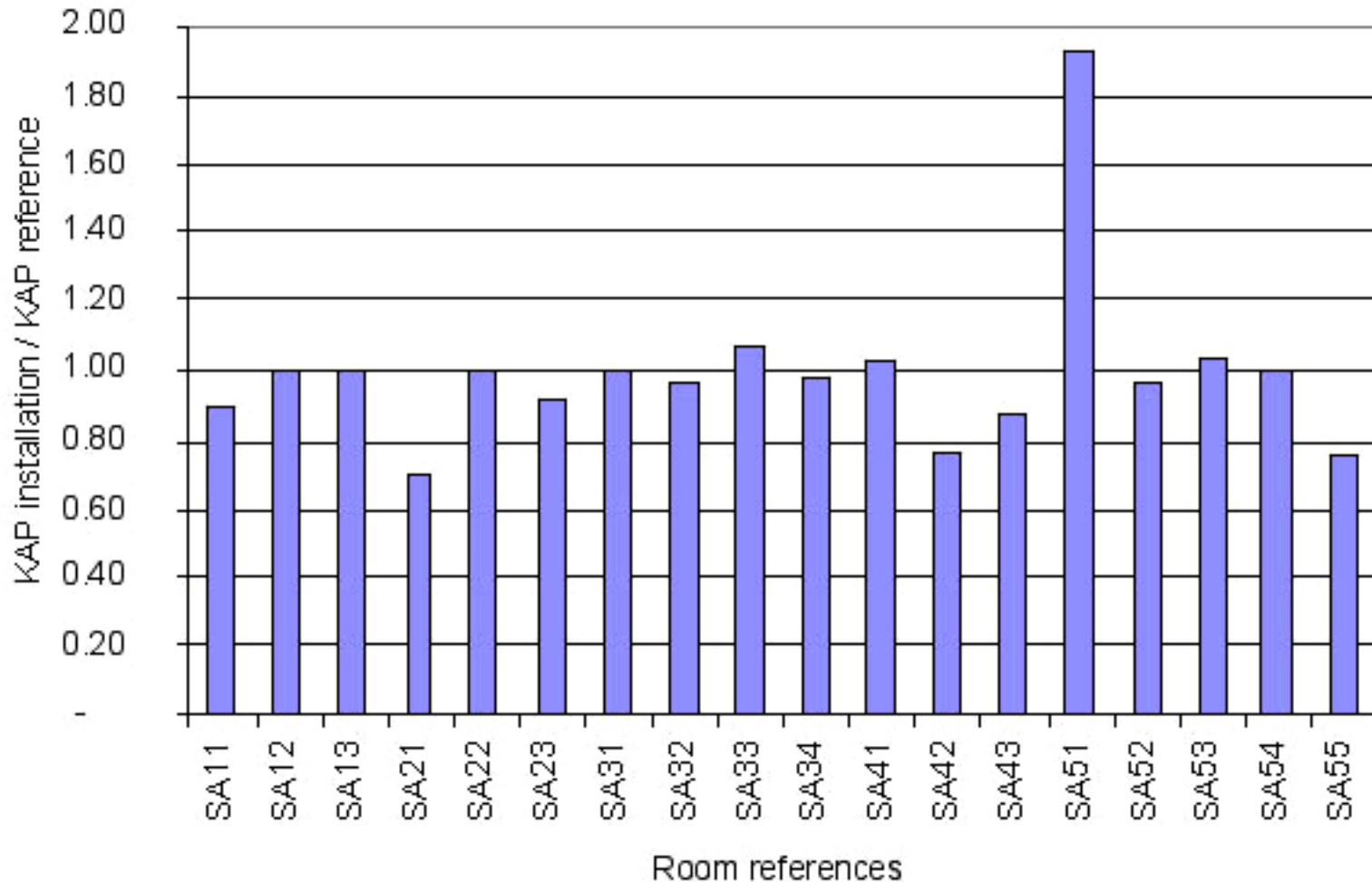


2003 : Radioscopie « grand centres »



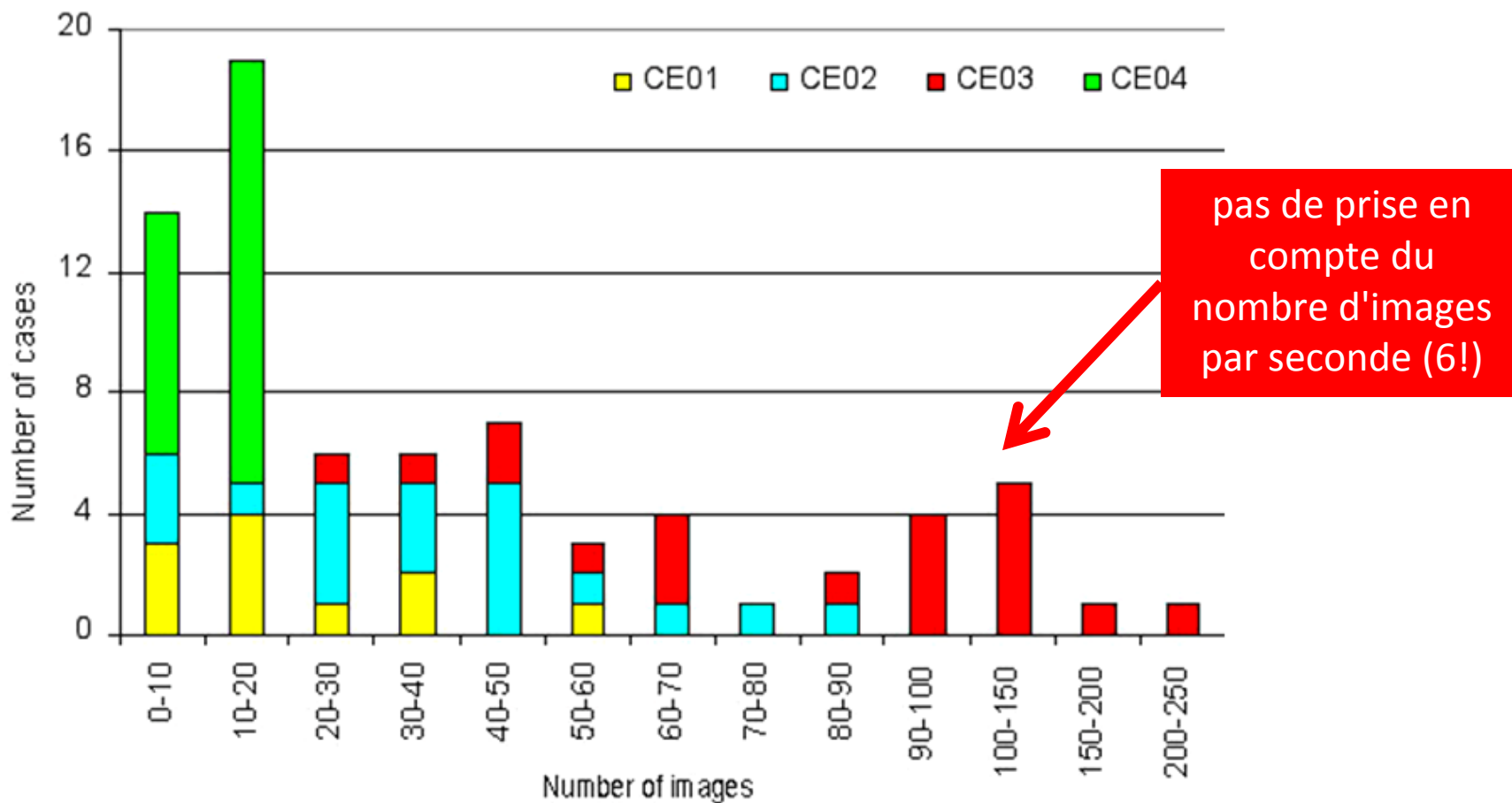
- Grande variation de dose pour une condition d'imagerie donnée
- 20 cm de PMMA pour tout le monde

Même si les KAP-mètres sont vérifiés par les firmes, il est bon de les contrôler



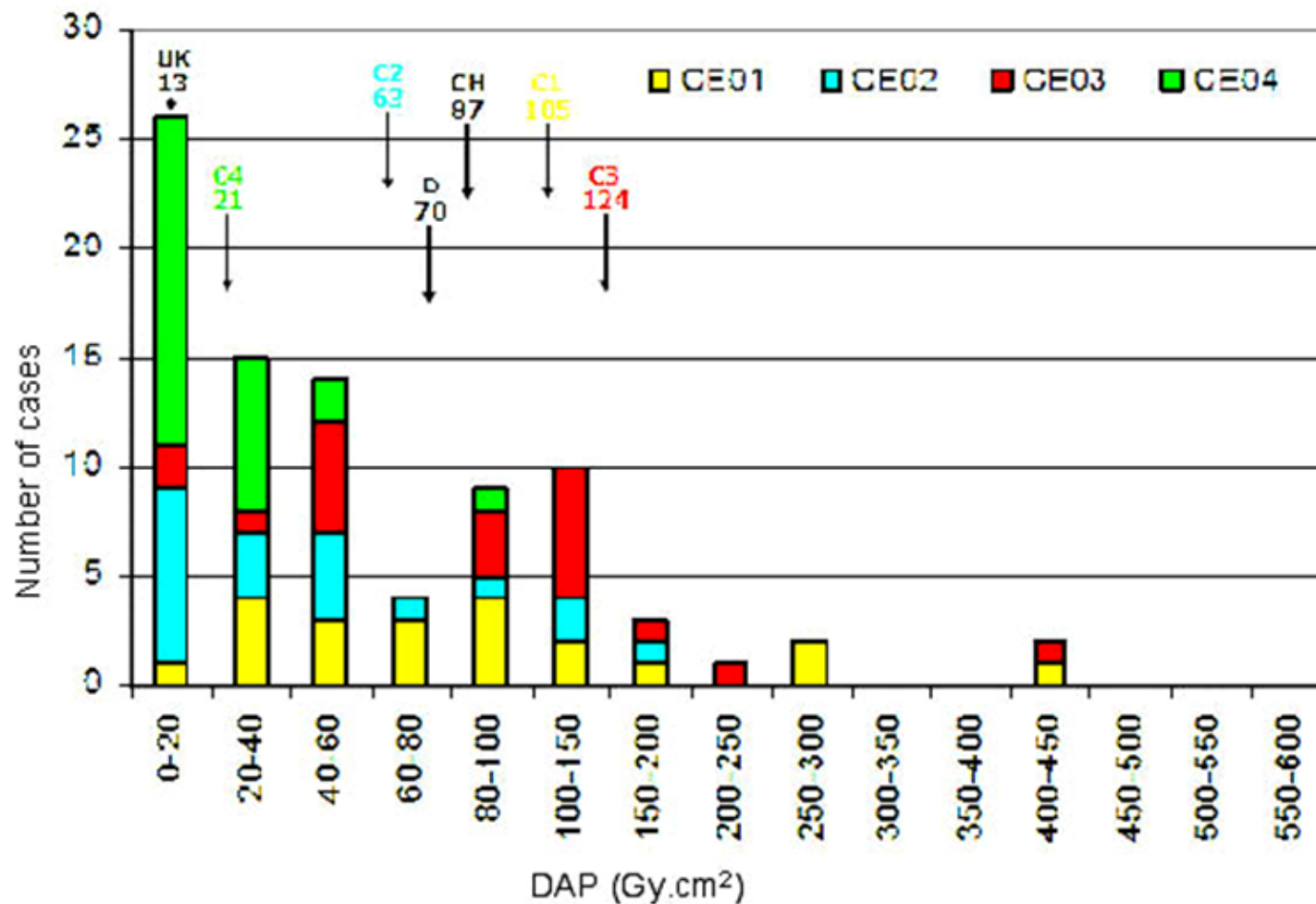
2003 : Radioscopie « grand centres »

Exemple pour le TOGD (Transit-oeso-gastro-duodénal)



2003 : Radioscopie « grand centres »

Exemple de NRD TOGD (Transit-oeso-gastro-duodéal)



2003 : Radioscopie « grand centres »

Comparaison

Type d'examen	Durée de scopie(min)			KAP (Gy.cm ²)		
	CH	D	UK	CH	D	UK
Repas baryté	7	-	2.3	100	70	13
Lavement	11.3	-	2.7	150	70	31
Angio membre inférieur	7.2	-	5	200	85	33
Drainage biliaire	27.3	-	17	300	-	54

2003 : Radioscopie « grand centres »

Conclusion de l'étude

- **Relevé des doses peu performant**
- Grande **dispersion de dose**
 - Bien plus importante que prévue
- Installations restent des boîtes noires
- **NDR >>** qu'à l'étranger
- La fluoroscopie délivre des doses très importantes

2003 : Radioscopie « grand centres »

Epilogue ?

- Enquête similaire aux USA
 - 7 centres universitaires
 - 3 ans
 - 2142 cas – 21 indications

Clinical Studies

Radiation Doses in Interventional Radiology Procedures: The RAD-IR Study Part I: Overall Measures of Dose

Donald L. Miller, MD, Stephen Balter, PhD, Patricia E. Cole, PhD, MD, Hollington T. Lu, MS, MA, Beth A. Schueler, PhD, Michael Geisinger, MD, Alejandro Berenstein, MD, Robin Albert, MD, Jeffrey D. Georgia, MD, Patrick T. Noonan, MD, John F. Cardella, MD, James St. George, MD,¹ Eric J. Russell, MD, Tim W. Malisch, MD,² Robert L. Vogelzang, MD, George L. Miller III, MD,³ and Jon Anderson, PhD

J Vasc Interv Radiol 2003; 14:711-727

- **Bonne nouvelle**
 - Nos doses ont les mêmes ordres de grandeur
 - Seule la mesure est pertinente

- **Mauvaise nouvelle**
 - Les doses sont très élevées
 - Effets déterministes attendus
 - Irradiation du personnel

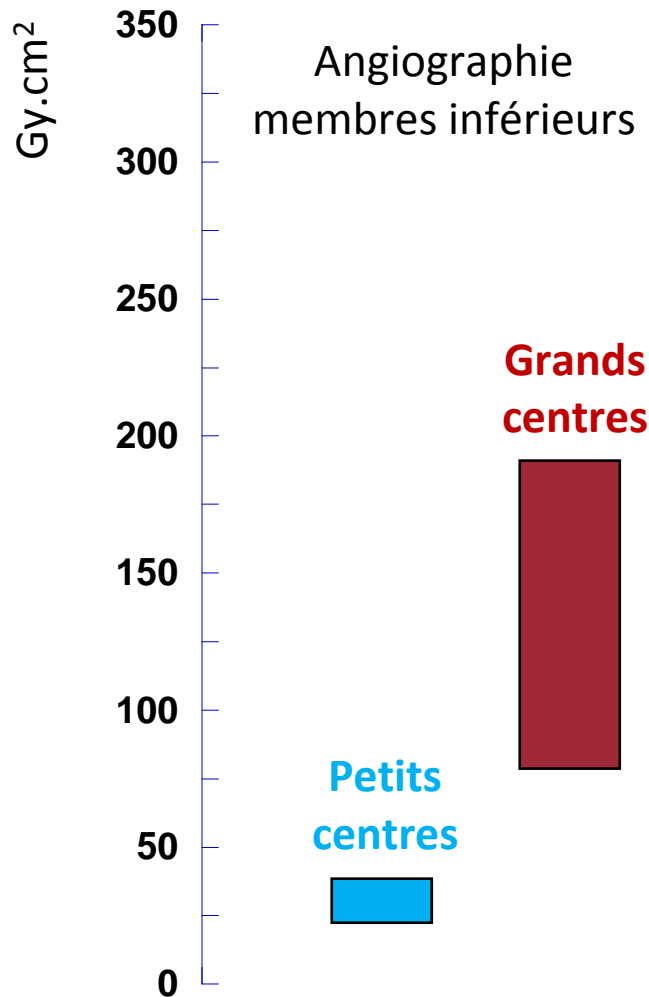
2004 : Cardiologie : NRD

- Approche similaire à la Radioscopie « grand centres » 2003
 - 30 centres
 - Clinique et hôpitaux universitaires

Table 4 Reference levels (RL) for the 14 types of examinations considered

Examination code	Type of examination	T(min)	Number of frames	DAP (Gy cm ²)
<i>Diagnostic</i>				
EX01	Barium meal	7	40	60
EX02	Lower limb and iliac angiography	8	150	210
EX03	Cerebral angiography	15	480	125
EX04	Barium enema	10	25	150
EX05	Coronary angiography	7	1,400	80
EX06	Electrophysiology	1	480	10
<i>Interventional</i>				
EX07	Hepatic embolisation	30	160	620
EX08	Biliary drainage and stent insertion	25	30	240
EX09	Cerebral embolisation	50	800	440
EX10	Iliac dilatation and stent insertion	25	200	460
EX11	Percutaneous coronary intervention	20	1,500	110
EX12	Cardiac thermo-ablation	20	800	140
<i>Combined</i>				
EX13	Coronary angiography + percutaneous coronary intervention	20	2,800	260
EX14	Electrophysiology + cardiac thermo-ablation	30	–	280

2005/6 : Radioscopie « petits centres »



- **peu d'examens se recourent** entre les deux types de centre
- Même si c'est le cas, les **patients ne sont pas les mêmes**
- **Aucun sens d'avoir des NRD** dans cette situation
 - Risque de tirer les petits centres vers le haut

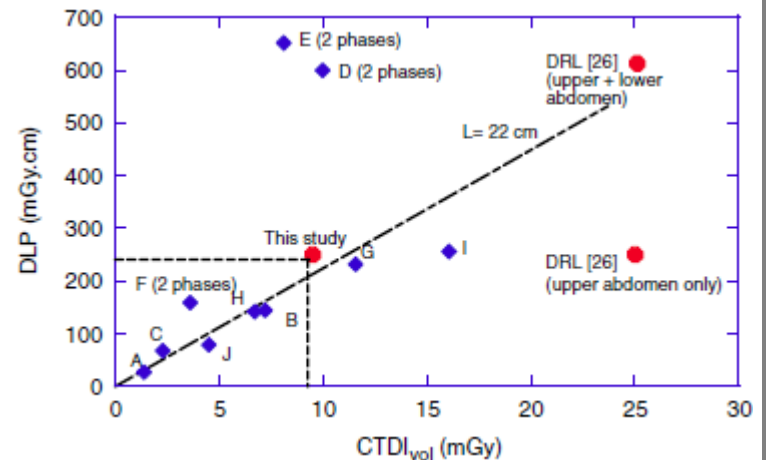
2007 : CT pédiatrique

- 11 centres en Suisse où on fait du CT pédiatrique
- Au début blocage des intervenants
 - Auspices de la société suisse de radiopédiatrie
 - Enquête anonyme
 - Mise en confiance et communication



2007 : CT pédiatrique

- **Grandes dispersions**
inter-centres



exemple : **Abdomen**

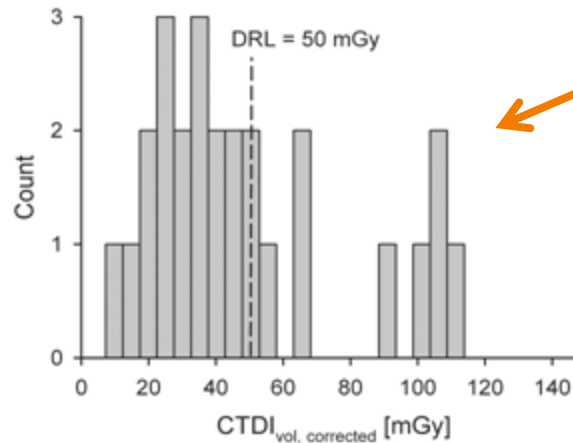
- A la fin, nous avons pris les **NRD allemands**
 - compatible et mieux étayées du point de vue statistique

2010 : Audit des pratiques CT

- 85 % des 220 CT en Suisse ont été **audités sur site** par des inspecteurs de l'OFSP
 - Analyse des protocoles sur la base des **indications**
 - 21 protocoles adultes
 - 5 protocoles pédiatriques
- NRD basés sur une enquête de 2004 et des recommandations de la CE

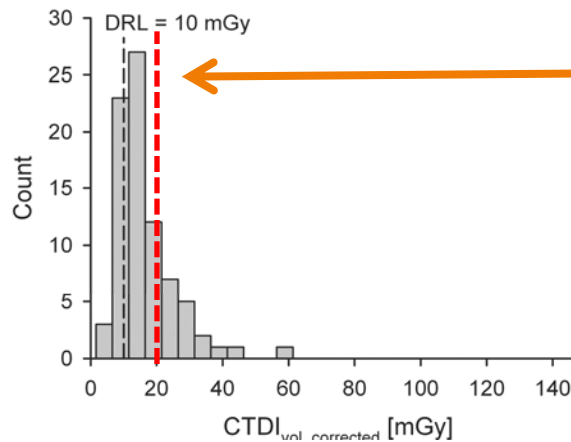
2010 : Audit des pratiques CT

Angio cardiaque



Optimisation possible

Examen osseux du pelvis



NRD augmenté

2010 : Mise à jour NRD CT

Attention à la situation individuelle des patients

Examen / problématique		NRD (75 ^e percentile)		Valeur cible (25 ^e perc.)	
		CTDI _{vol} [mGy]	PDL [mGy-cm]	CTDI _{vol} [mGy]	PDL [mGy-cm]
1	Crâne / cerveau Examens standards, recherche de métastases, abcès cérébral, ...	65	1000	45	600

Adultes

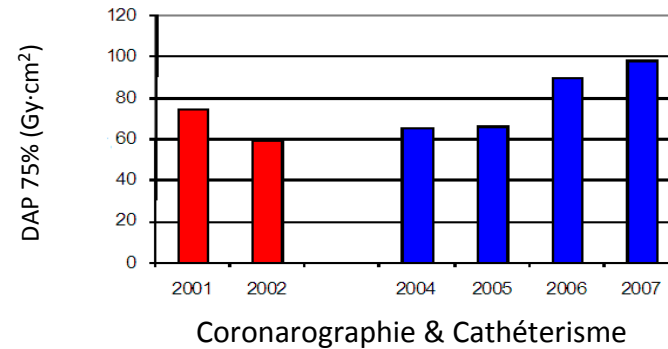
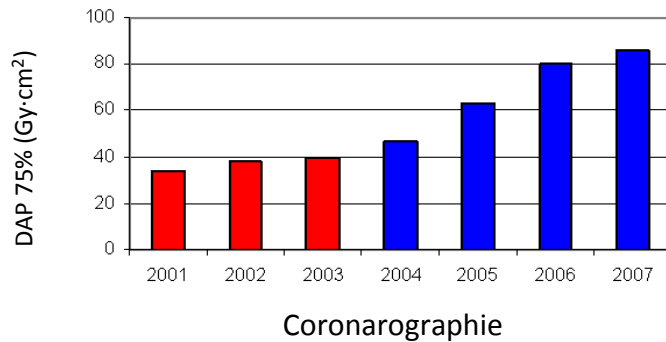
Examen / problématique			NRD (75 ^e percentile)				
			CTDI _{vol} [mGy]		PDL [mGy-cm]		
			H	B	H	B	
1	Crâne / cerveau	Age (ans)	nouveau-né	27	-	290	-
		0-1	33	-	390	-	
		1-5	40	-	520	-	
		6-10	50	-	710	-	
		11-15	50	-	920	-	

Enfants

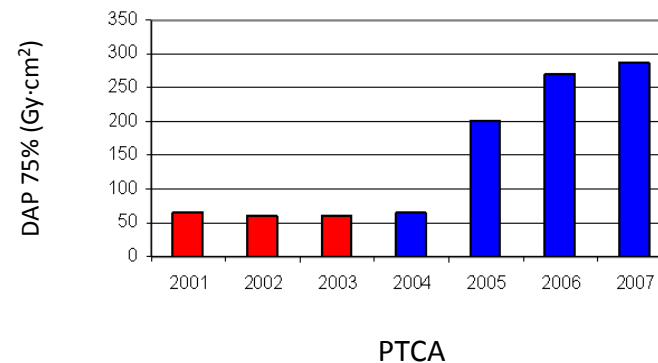
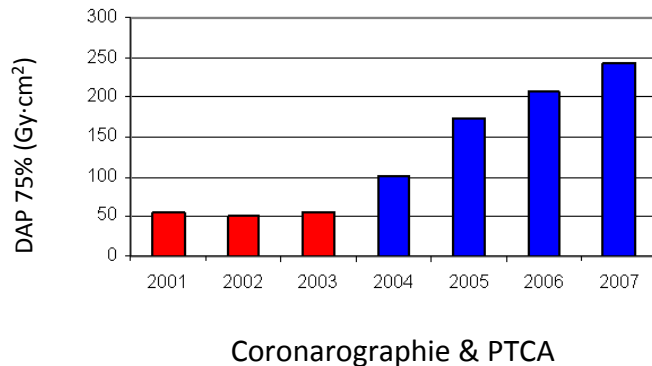
valeurs allemandes

A l'avenir, le poids serait plus pertinent

Qu'en est-il de la pratique en scopie ?



ampli
de
brillance



défect
plan

- Statistique d'une clinique pratiquant environ 1'000 examens/an (fichiers DICOM)
- Les réglages d'usine veulent **faire plaisir**
- **Laxisme** au niveau du diaphragme

Conclusion

- **NRD établis** en radiographie, CT et radioscopie
 - En scopie, il faut un indicateur objectif de difficulté
- **Physicien médical** utile (indispensable?) pour le commissionnement et le suivi des NRD
- Les **détecteurs numériques** peuvent conduire à **augmenter les doses**
- **Réduire les doses** ne doit **pas** être **un but en soi**
 - Les NRD sont un indicateur de gestion du risque parmi d'autres