

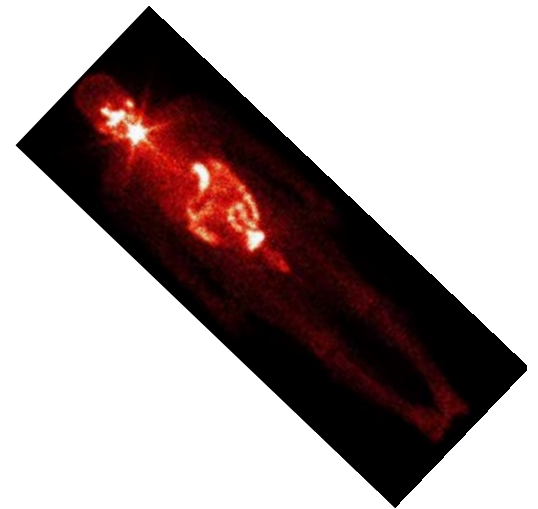
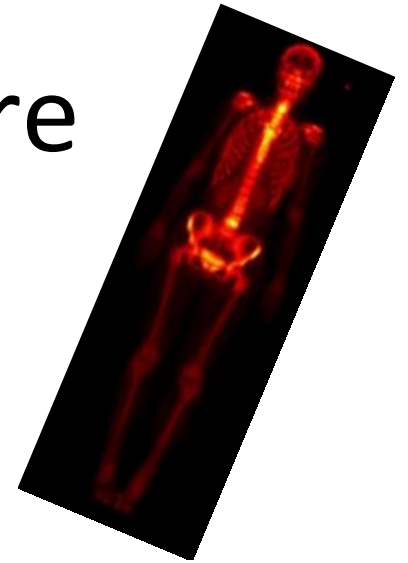
François Bochud, Jean-Pascal Laedermann,
Sébastien Baechler, Marek Kosinski,
Claude Wastiel et Claude Bailat
UNIL / CHUV / Lausanne / Suisse

Facteurs d'étalonnage
spécifiques à la géométrie
pour les activimètres de
médecine nucléaire



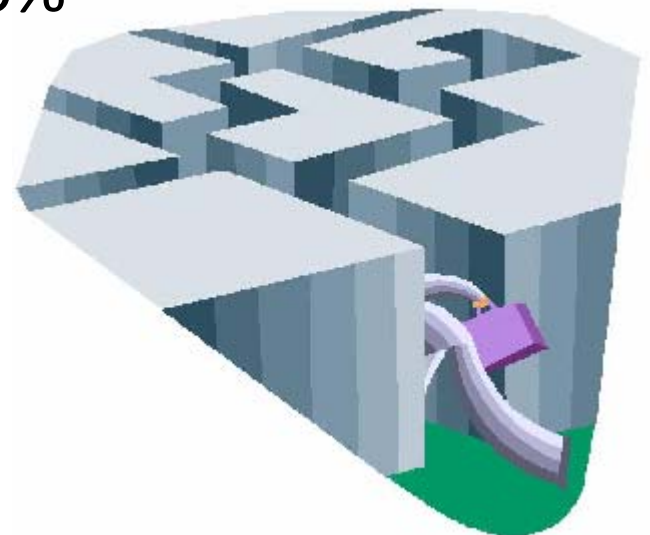
ALARA & médecine nucléaire

- Diagnostic
 - dose suffisante pour poser le diagnostic
- Thérapie
 - dose suffisamment haute pour détruire le foyer tumoral
 - dose suffisamment basse pour préserver les tissus sains
- La dose est définie par l'activité injectée
- Important de mesurer l'activité avec une faible incertitude



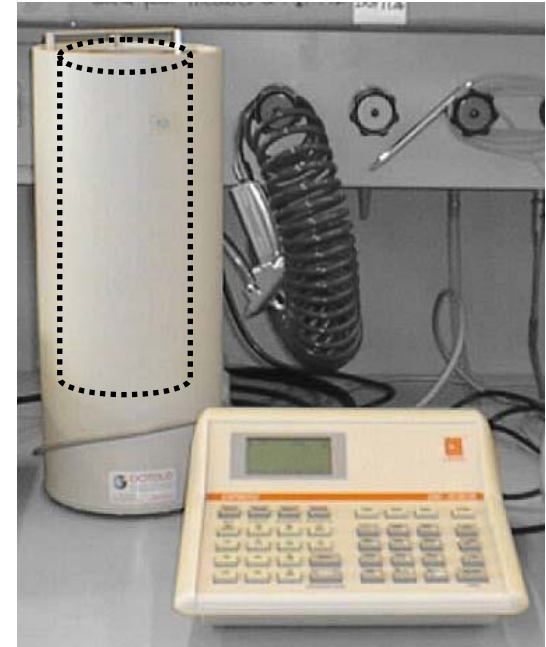
"Faible" incertitude

- Labos primaires
 - typiquement <1%
- Clinique
 - diagnostic : typiquement <10%
 - thérapie : idéalement <3%



Mesure de l'activité

- Une mesure doit être effectuée avant chaque injection
 - généralement avec un activimètre
- Paramètres pris en compte
 - **nucléide**
 - type de récipient
 - volume de remplissage



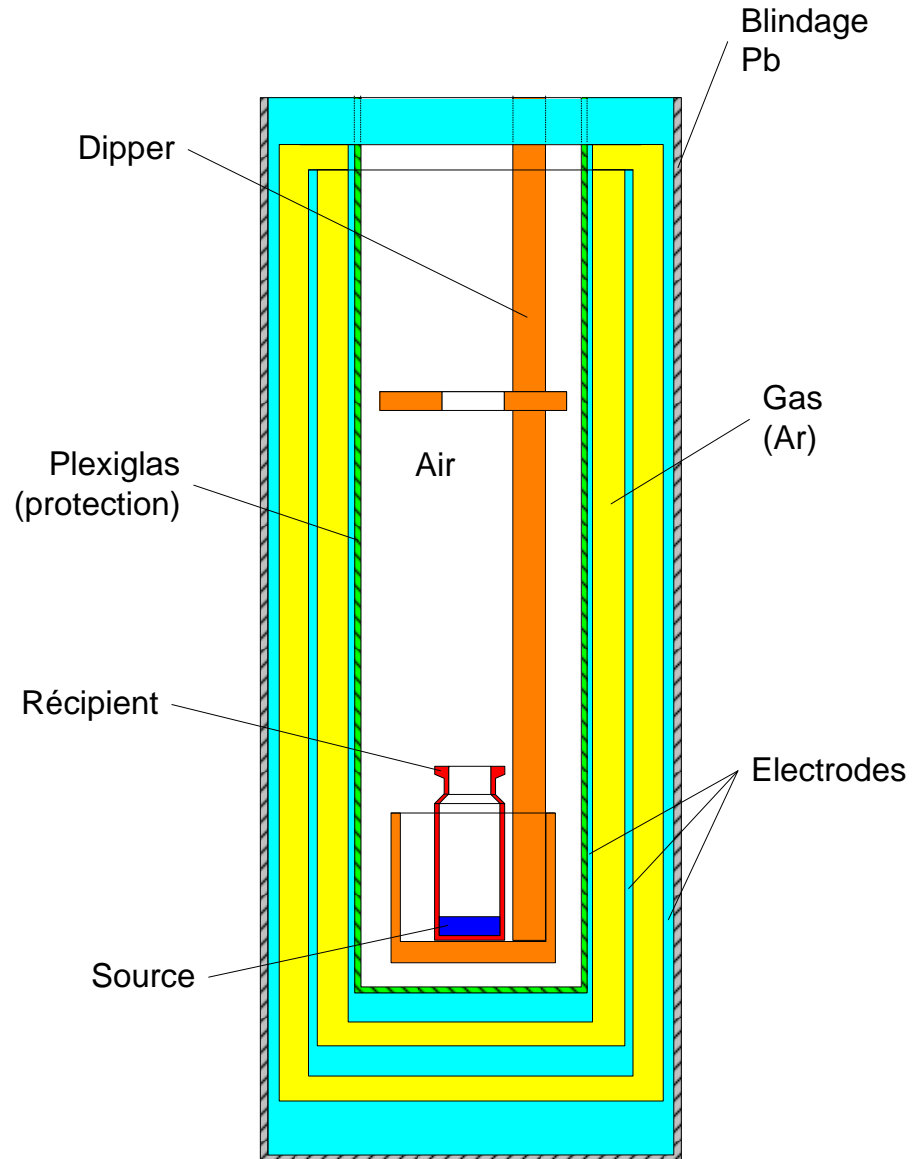
Pas défini sur tous
les instruments du
marché

Buts de l'étude

- Par simulation Monte Carlo, estimer les effets de certains paramètres géométriques sur la mesure par activimètre
- 7 nucléides typique de médecine nucléaire
 - et des mono-gamma et mono-bêta
- 16 types de récipients utilisés en clinique
- 3 niveaux de remplissage
- 2 épaisseurs de récipients

Activimètre

- Veenstra VDC-405
- Ar 12 bars
- Chambre
2.5 mm Al
- Code de
simulation MC
– GEANT 4.8

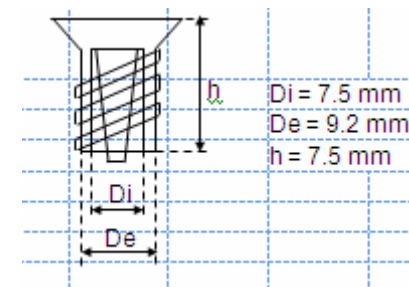
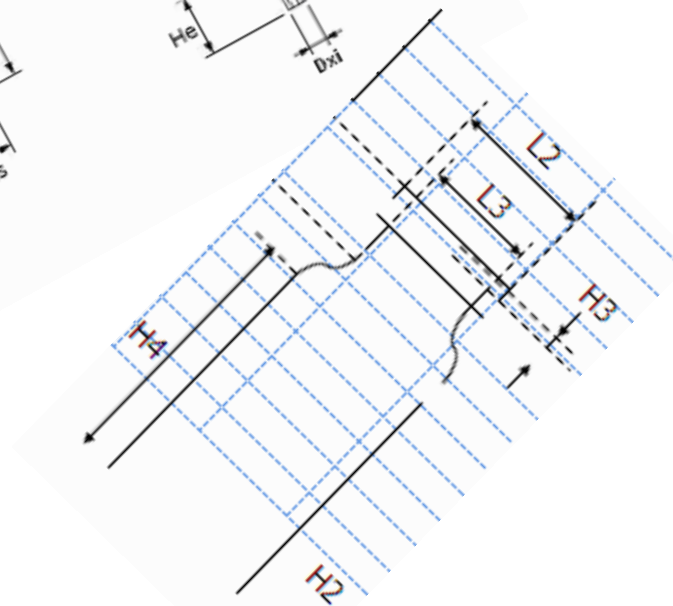
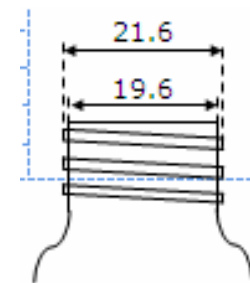
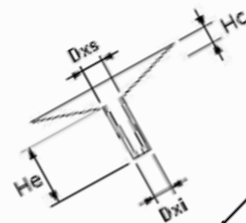
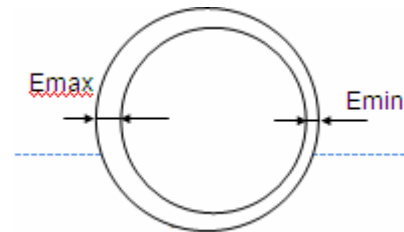
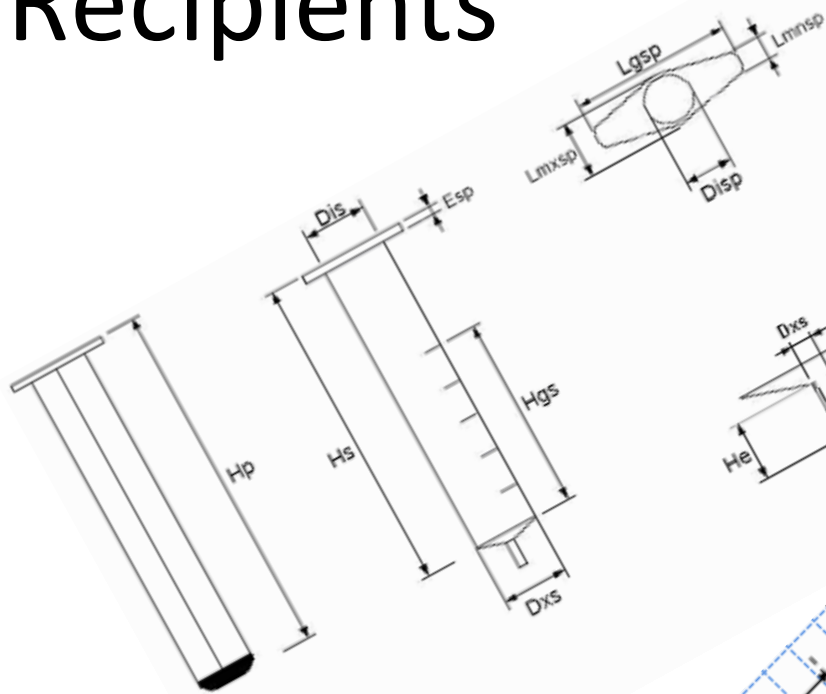


Sources simulées

- Photons monoénergétiques
 - 20 keV - 4 MeV
- Electrons monoénergétiques
 - 50 keV - 4 MeV
- Radionucléides
 - Tc-99m, In-111, I-123, I-131, Cs-137
 - F-18
 - Y-90



Réipients

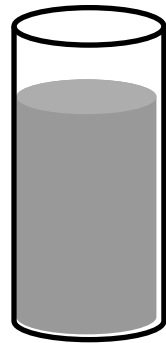


Réipients

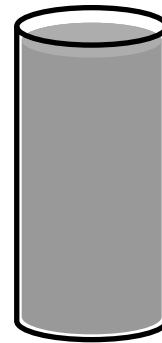
ID	Long name	Material	Internal diameter [mm]	Height [mm]	Volume [ml]	Standard filling [ml]
V01	Penicillin	glass	25.3	53.2	10.0	5.0
V02	Elution	glass	22.0	47.0	11.0	5.0
V03	Cis-Bio glass	glass	14.3	32.0	2.0	1.0
V04	Bayer glass	glass	25.0	44.6	13.0	10.0
V05	Cis-Metas glass	glass	25.5	53.5	15.0	3.0
V06	Metas glass	glass	27.0	57.0	20.0	20.0
V07	Zinsser scintillation	plastic	26.5	59.0	20.0	20.0
S01	Omnifix - F 1ml	plastic	6.6	88.0	1.0	1.0
S02	Omnifix 2ml	plastic	10.8	64.7	3.0	2.0
S03	Omnifix 5ml	plastic	13.7	75.7	5.0	5.0
S04	Omnifix 10 ml	plastic	17.3	99.0	10.0	10.0
S05	BD Plastipak 1ml	plastic	6.5	88.0	1.0	1.0
S06	BD Plastipak 10ml	plastic	16.2	97.0	12.0	10.0
S07	Terumo 2ml	plastic	10.2	63.2	2.5	2.0
S08	Terumo 5ml	plastic	14.6	70.5	5.0	5.0
S09	Terumo 10ml	plastic	17.4	91.0	10.0	10.0

Paramètres testés

- Différents remplissages



standard

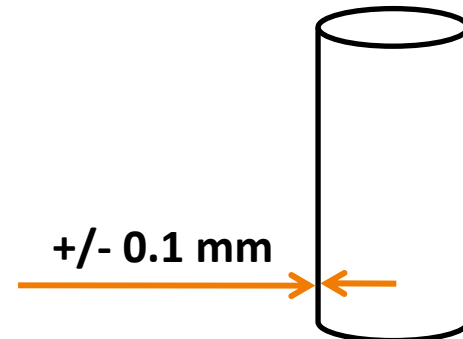


plein



fond

- Épaisseurs des paroi



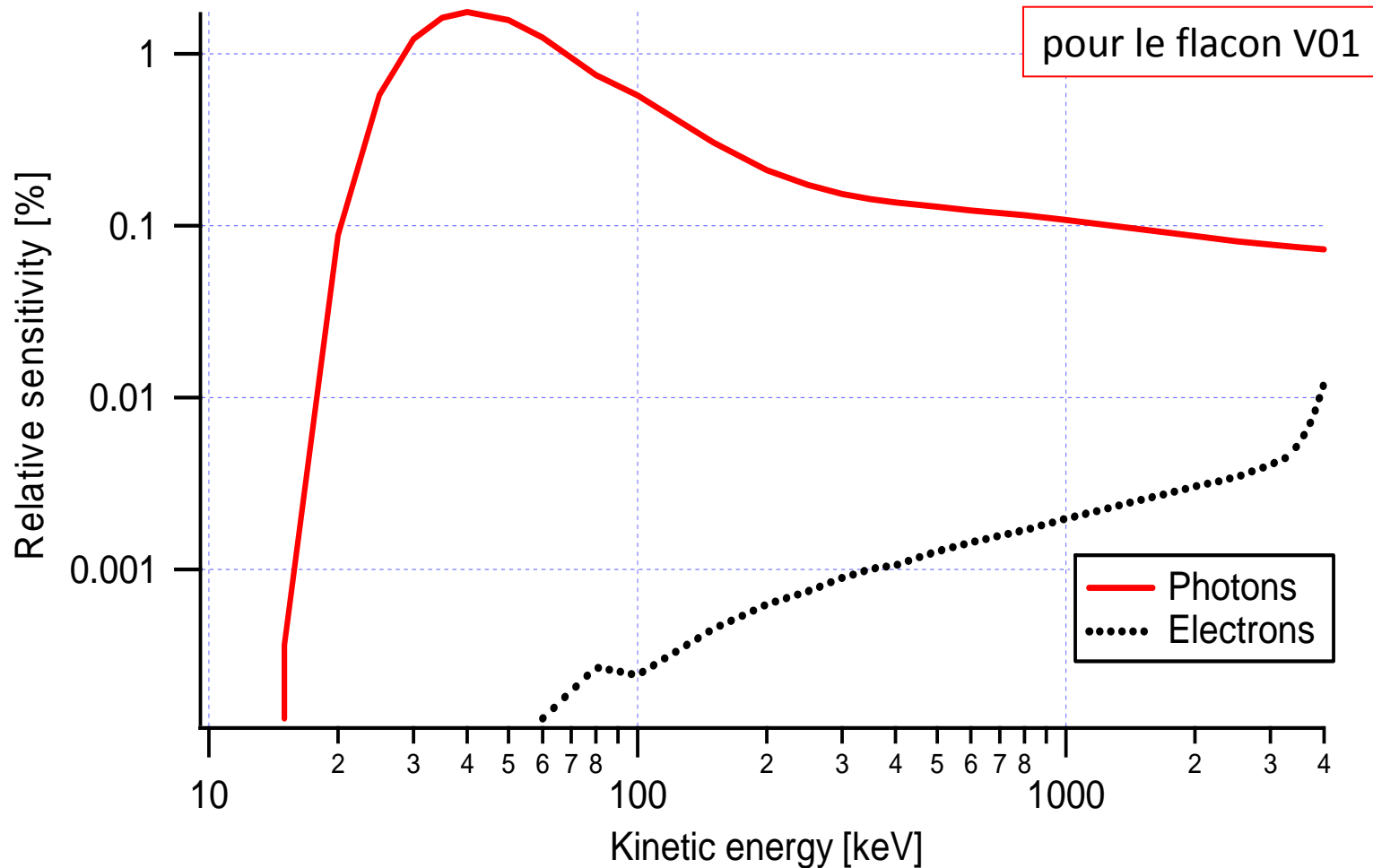
Validation des simulation

Condition	Cs-137	Co-57	Co-60	Tc-99m	I-131	F-18	Y-90	Sr-90/Y-90
mesure	1.00	0.669	3.65	0.586	0.822	1.79	0.0394	0.0443
incertit.-type [%]	0.30	0.45	0.35	3.2	3.5	2.1	2.0	0.60
simulation	1.00	0.687	3.55	0.592	0.789	1.79	0.0322	0.0362
incertit.-type [%]	0.03	0.29	0.19	0.58	0.34	0.47	1.4	1.7
sim/mesure	1.00	1.03	0.97	1.01	0.96	1.00	0.82	0.82
incertit.-type [%]	1.7	1.8	1.8	3.7	3.9	2.7	3.0	2.8
z-score		1.5	-1.6	0.30	-1.0	0.14	-6.1	-7.5

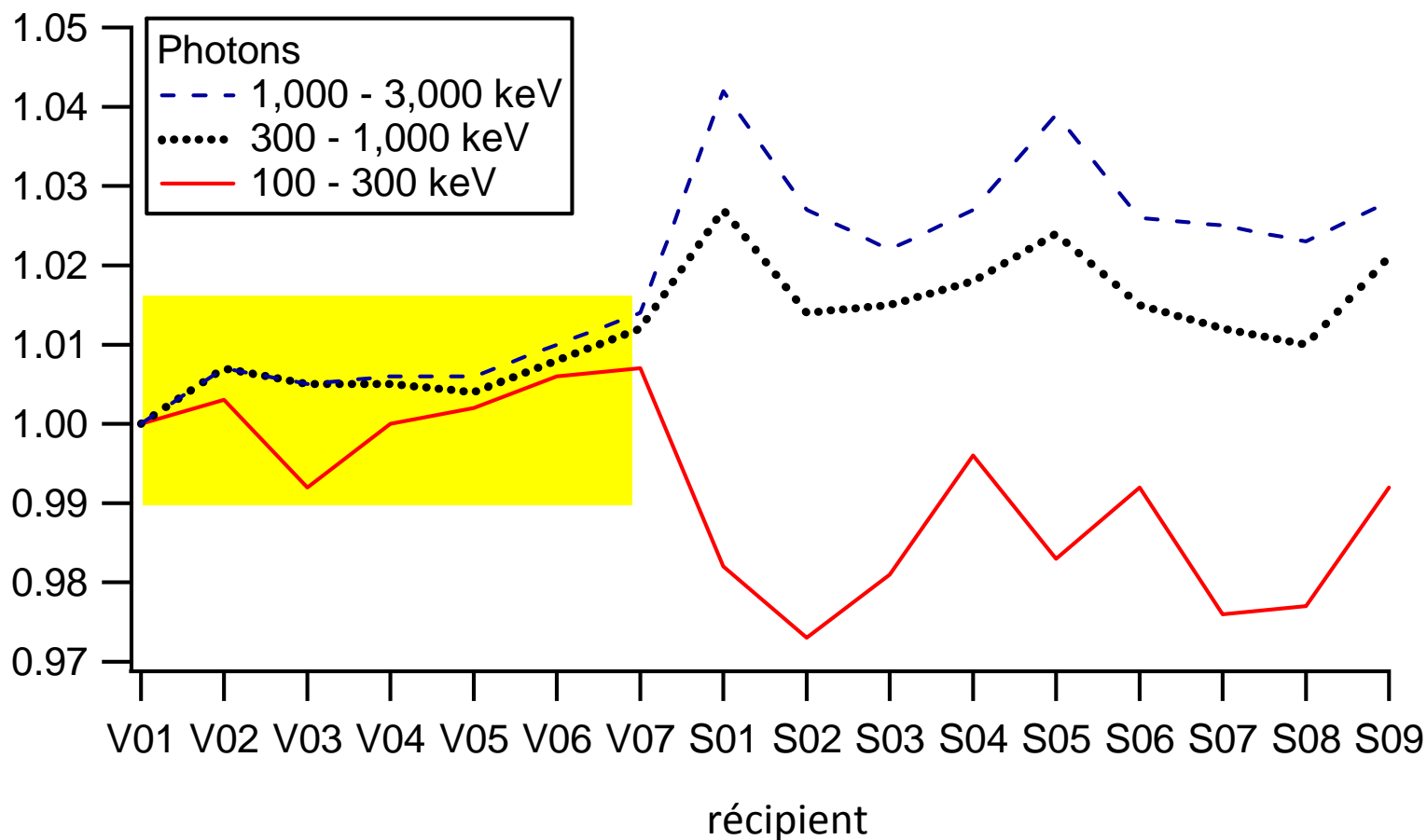
Bon accord simulation vs mesure
pour les émetteurs **gamma**

Problématique
pour les émetteurs
bêta

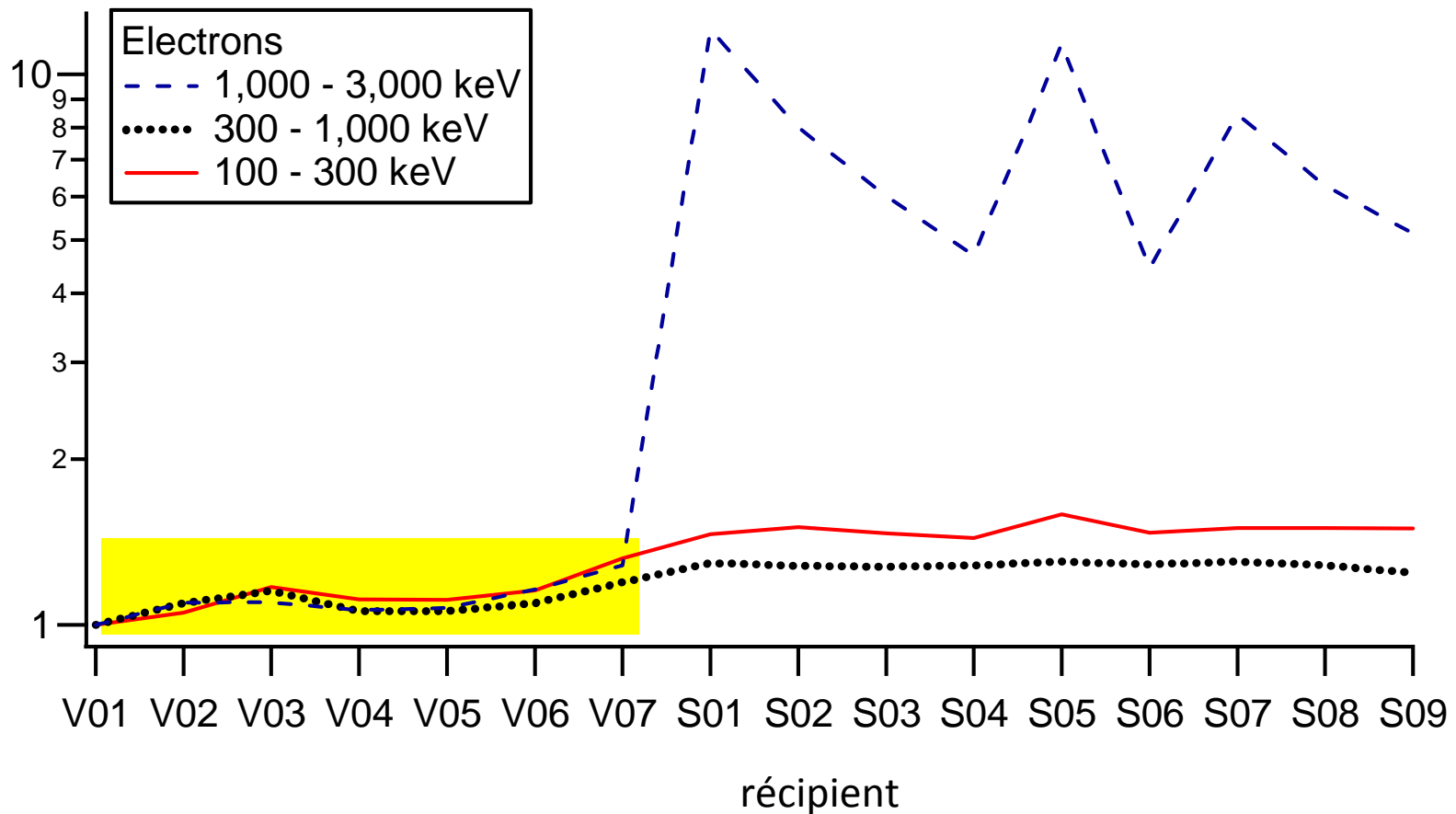
Réponse mono-énergétique



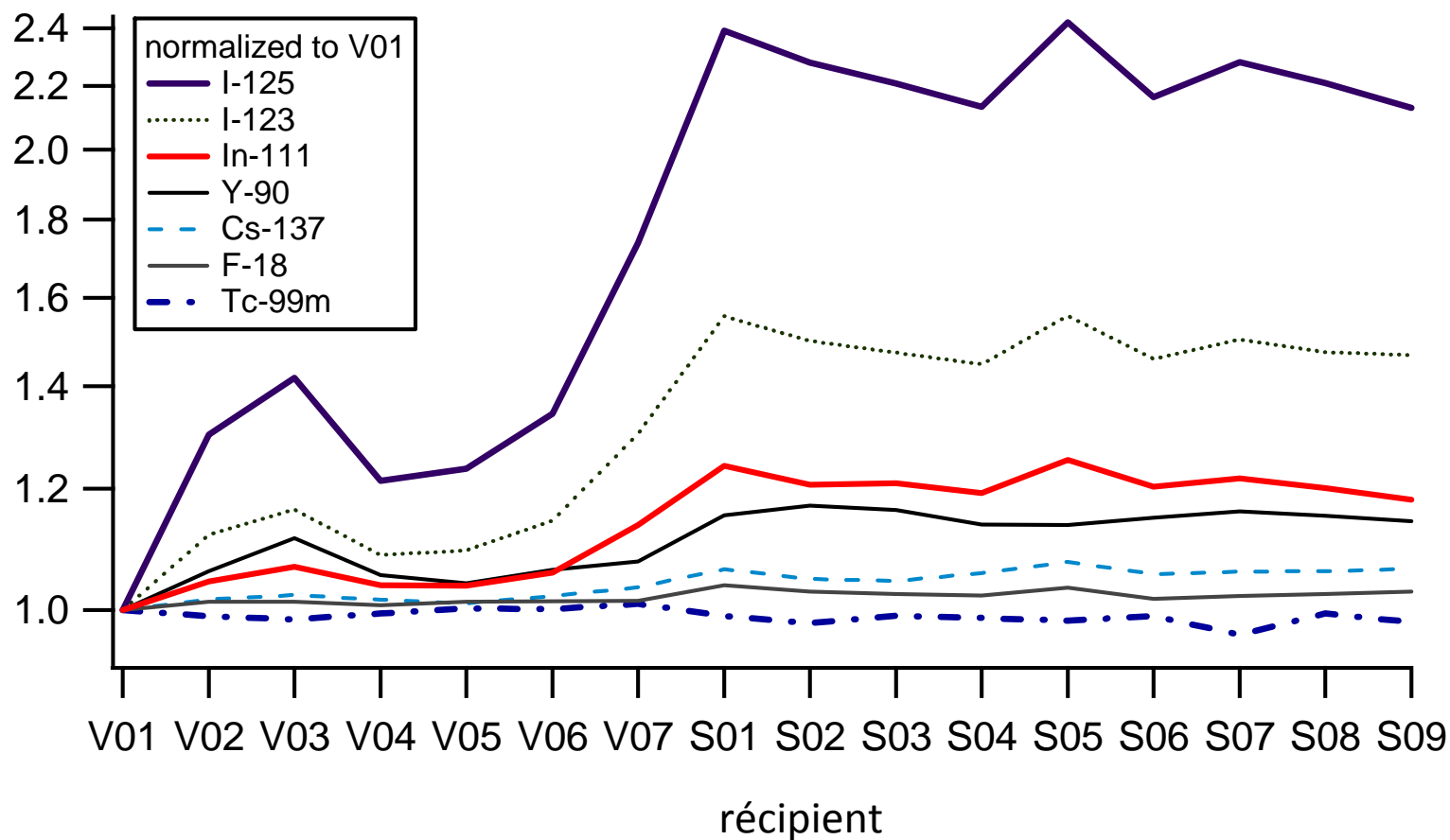
Niveaux standard : réponse aux photons



Niveaux standard : réponse aux électrons



Niveaux standard : réponse aux nucléides



Effet du remplissage

- Remplissage **complet**
par rapport au remplissage standard
 - typiquement $< 3\%$
- **Demi-remplissage**
 - typiquement $< 4\%$
 - exception : un cas à 12% (Y-90)
- **Faible fraction** restante
 - typiquement $< 5\%$
 - exception : un cas à 25% (Y-90)

Epaisseur des parois

- Effet d'une variation de 0.1 mm
 - tous $< 1\%$
 - exception : 1 cas à 4% (I-125)

Conclusions

- Modèle MC **validé pour des émetteurs gamma** (< 4%)
 - moins bon pour Y-90 (18%)
- Effet du **type de récipient**
 - négligeable pour Tc-99m ou F-18 (< 2%)
 - significatif pour I-125 (facteur 2)
- Effet du **remplissage**
 - typiquement 5% pour les émetteurs gamma
 - typiquement 10% pour les émetteurs bêta
- Mesure d'un "**petit reste**"
 - typiquement 5% pour les émetteurs gamma
 - jusqu'à 25% pour les émetteurs bêta
- Variation épaisseur de la **paroi** (0.1 mm)
 - négligeable pour les émetteurs gamma
 - jusqu'à 5% un émetteur gamma de faible énergie (I-125)

Conclusion

- Pour une incertitude
 - de 3% (thérapie)
 - 10% (diagnostic)
- Des étalonnages spécifiques
 - au nucléide
 - au type de récipient
 - au remplissage

... sont indispensables