

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

# Utilisation des moyens mobiles d'anthroporadiamétrie de l'IRSN en zone contaminée

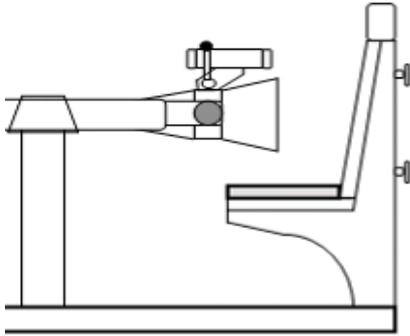
*D. Broggio<sup>1</sup>, É. Navarro<sup>2</sup>, D. Viltard<sup>1</sup>,  
C. Challeton - de Vathaire<sup>1</sup>, R. Bô<sup>1</sup>,  
L. Debrose<sup>1</sup>, X. Moya<sup>1</sup>, D. Franck<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> IRSN/PRP-HOM/SDI/LEDI

<sup>2</sup> IRSN/PRP-CRI/SESUC/BSPA

Journées SFRP, Paris 19-20 Nov. 2013

- Moyens mobiles d'anthroporadiamétrie.
- Performances métrologiques dans la Zone de Protection des Populations.
- Limites de détection et doses pour des contaminations surfaciques.
- Conclusion



- Mesure de la contamination interne de la population en situation post-accidentelle.
- Détecteurs NaI pour la thyroïde et le corps entier.
- Mesure de 10 min.
- Vivier de 30 opérateurs mobilisables.

## 4 véhicules légers

4 postes de mesure/véh.



## 4 shelters

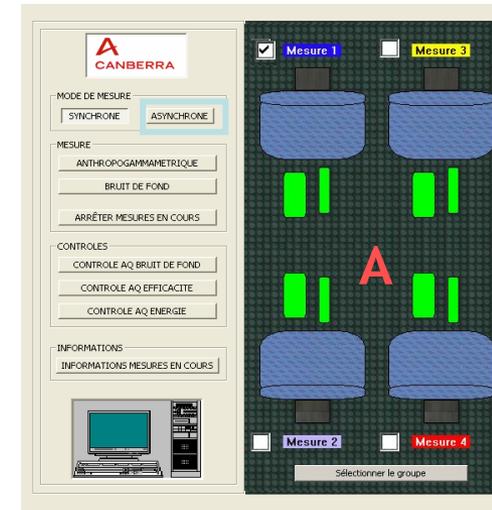
10 postes/véh.

Aérotransportable



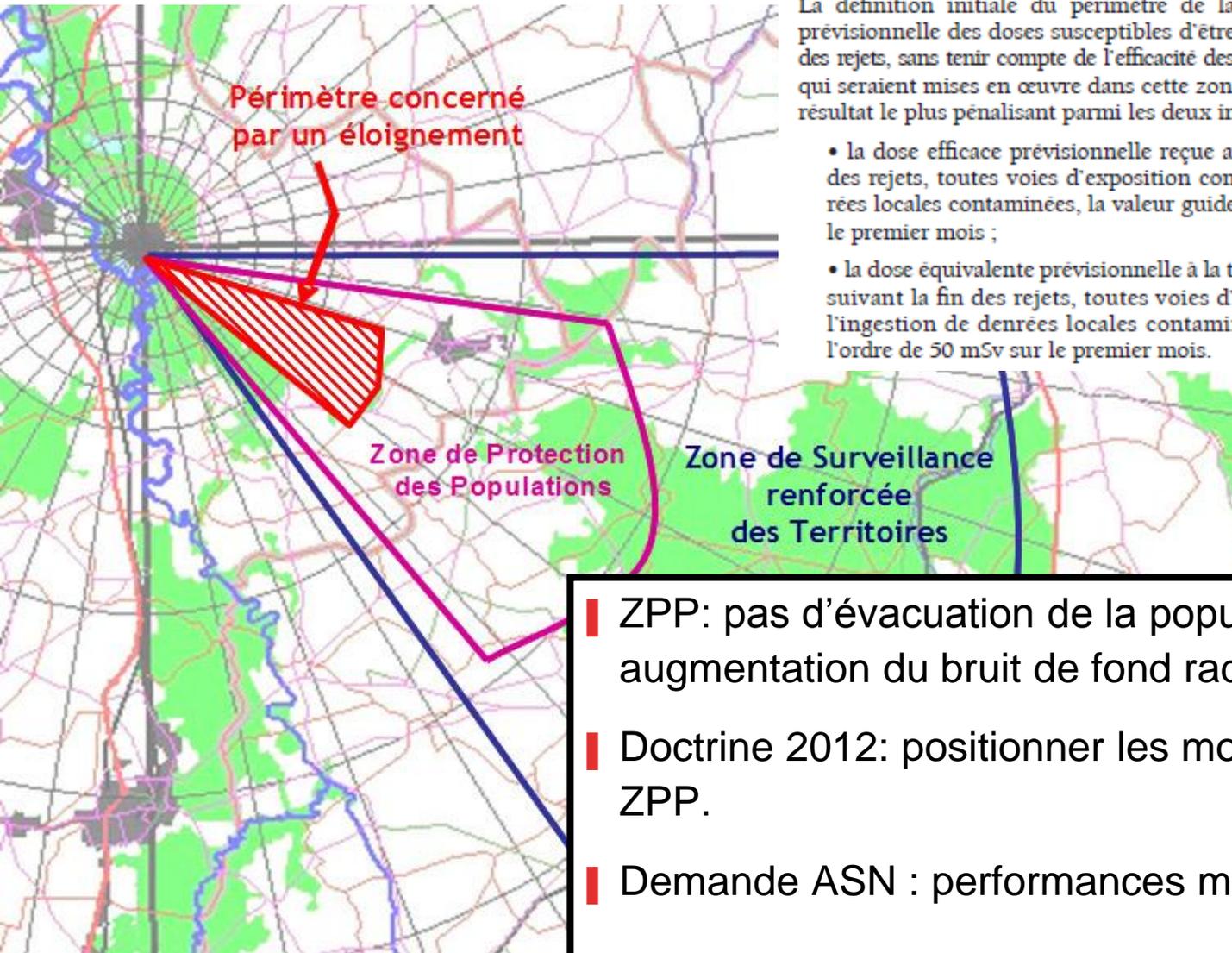
# Moyens mobiles d'anthroporadiamétrie

- Communication par satellite, GSM, fax, vidéoconférence.
- Groupe électrogène.
- Logiciel dédié pour l'acquisition et le traitement des spectres.
- Capacité optimale : ~ 3000 personnes/jours



# Performances météorologiques en ZPP

Éléments de doctrine pour la gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire. Version finale du 5 octobre 2012. ASN.



■ La zone de protection des populations (ZPP) correspond au périmètre au sein duquel il est justifié de mener des actions visant à réduire aussi bas que raisonnablement possible, l'exposition à la radioactivité ambiante des personnes y résidant. Cette zone est définie dans un objectif de radioprotection de la population vivant dans les territoires les plus contaminés à partir de valeurs guides dosimétriques.

La définition initiale du périmètre de la ZPP se fait à partir de l'évaluation prévisionnelle des doses susceptibles d'être reçues au cours du mois suivant la fin des rejets, sans tenir compte de l'efficacité des actions de réduction de la contamination qui seraient mises en œuvre dans cette zone. La ZPP est ainsi délimitée à partir du résultat le plus pénalisant parmi les deux indicateurs d'exposition suivants :

- la dose efficace prévisionnelle reçue au cours du premier mois suivant la fin des rejets, toutes voies d'exposition confondues, y compris l'ingestion de denrées locales contaminées, la valeur guide retenue étant de l'ordre de 10 mSv sur le premier mois ;
- la dose équivalente prévisionnelle à la thyroïde reçue au cours du premier mois suivant la fin des rejets, toutes voies d'exposition confondues, en particulier l'ingestion de denrées locales contaminées, la valeur guide retenue étant de l'ordre de 50 mSv sur le premier mois.

- ZPP: pas d'évacuation de la population mais augmentation du bruit de fond radiologique.
- Doctrine 2012: positionner les moyens mobiles dans la ZPP.
- Demande ASN : performances météorologiques en ZPP?

## ■ Établir les limites de détection et les doses correspondantes en fonction du niveau de contamination.

- Établir les limites de détection pour  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{131}\text{I}$  pour des contaminations surfaciques mono-élémentaires.
- Passer des contaminations mono-élémentaires à des cas plus complexes.
- Application à deux scénarios d'accident. Varier les niveaux de contaminations.

Établir les limites de détection pour  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{131}\text{I}$  pour des contaminations surfaciques mono-élémentaires.

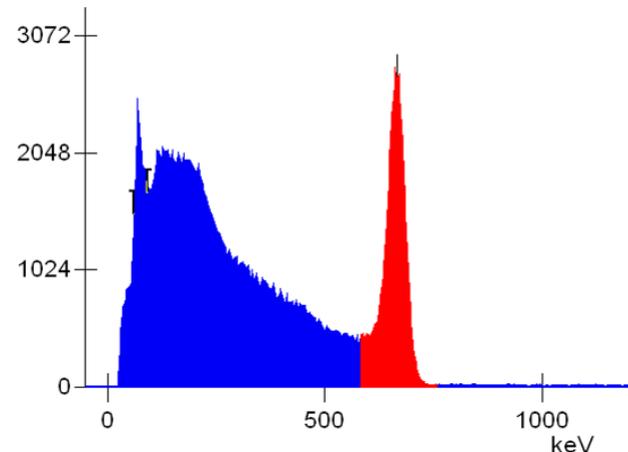
$$LD = 8.8 \frac{\sqrt{R \times B}}{\varepsilon \times t}$$

- *En cas de contamination seul le bruit (B) augmente.*

- *Le bruit (nombre de coups dans le détecteur) est proportionnel à l'activité surfacique.*

- *Si on connaît le bruit pour une contamination mono-élémentaire donnée c'est donc gagné.*

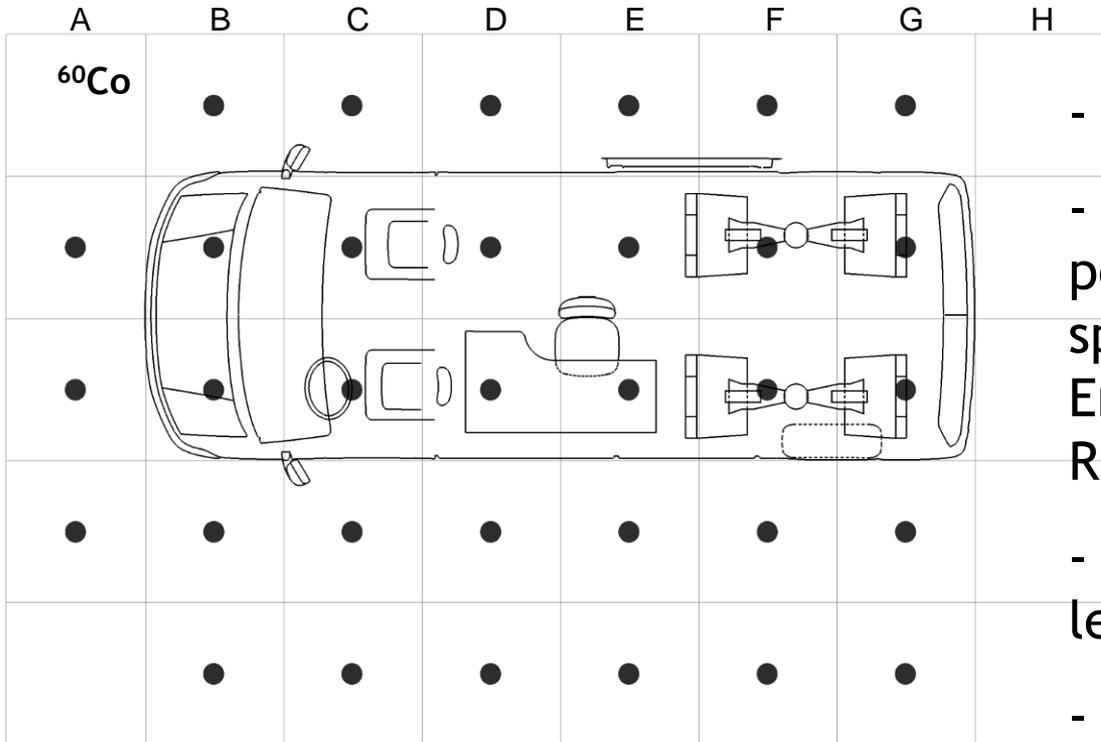
- *Mesure du bruit dans les RIs de  $^{131}\text{I}$  et  $^{137}\text{Cs}$*



- Établir les limites de détection pour  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{131}\text{I}$  pour des contaminations superficielles mono-élémentaires.



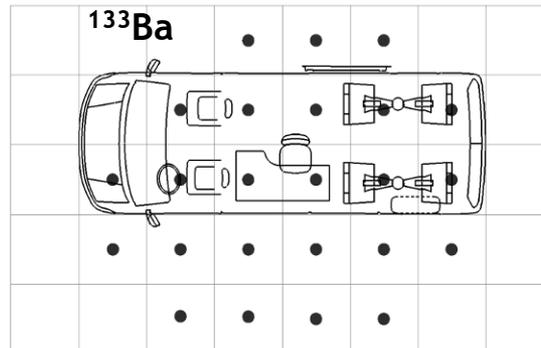
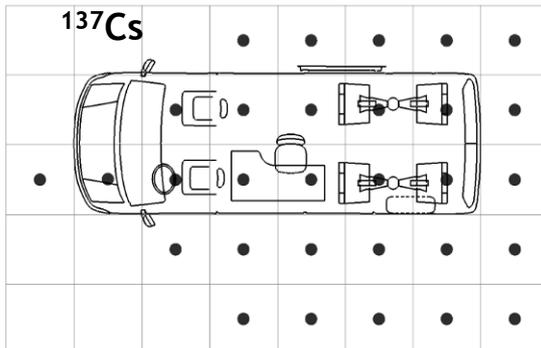
# Établir les limites de détection pour $^{137}\text{Cs}$ et $^{131}\text{I}$ pour des contaminations surfaciques mono-élémentaires.



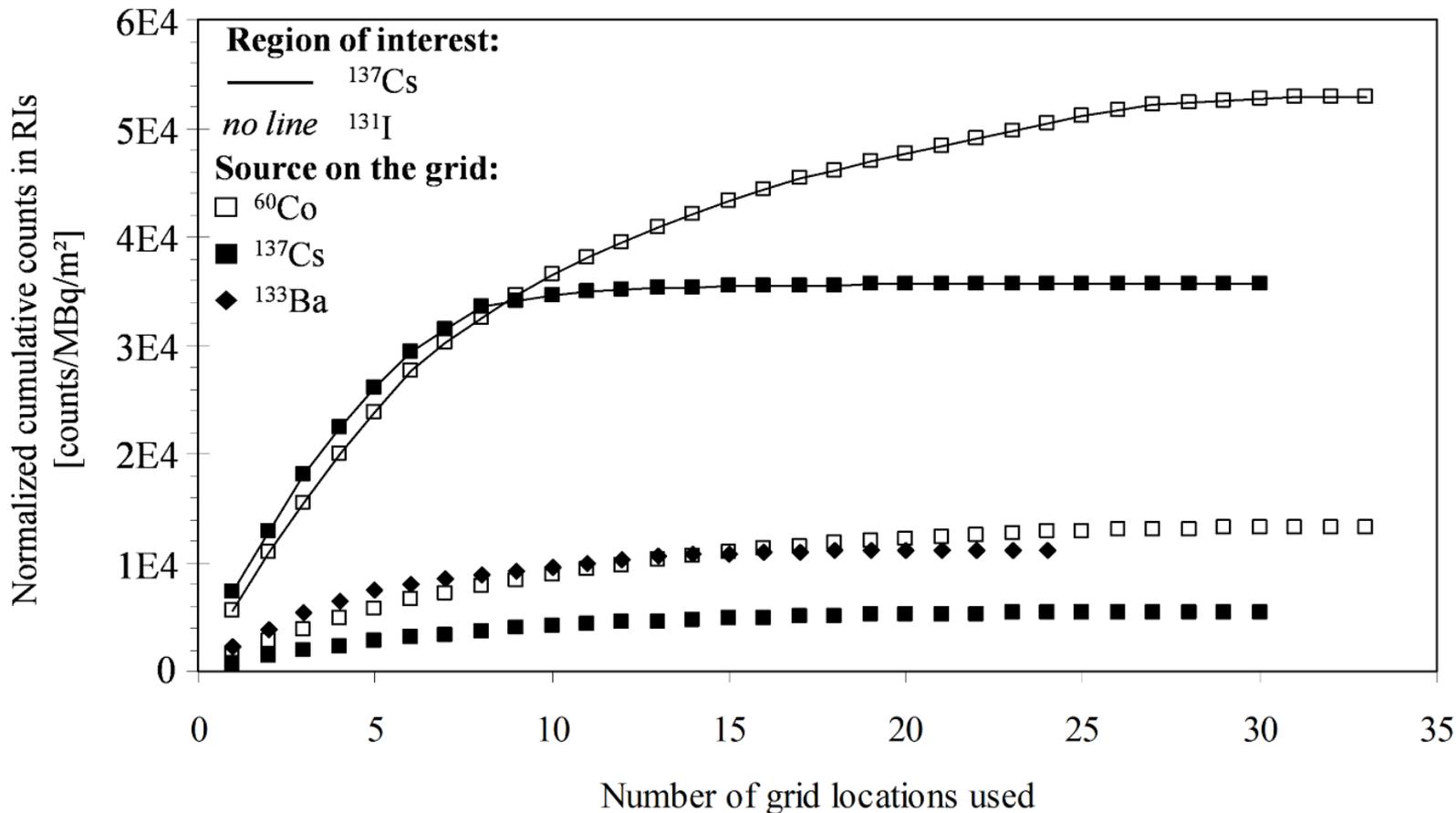
- Maillage de 1 m<sup>2</sup>.
- Une source est déplacée de position en position. Deux spectres acquis par position. Enregistrement du bruit dans les ROI.

- Sommation du bruit pour toutes les positions.

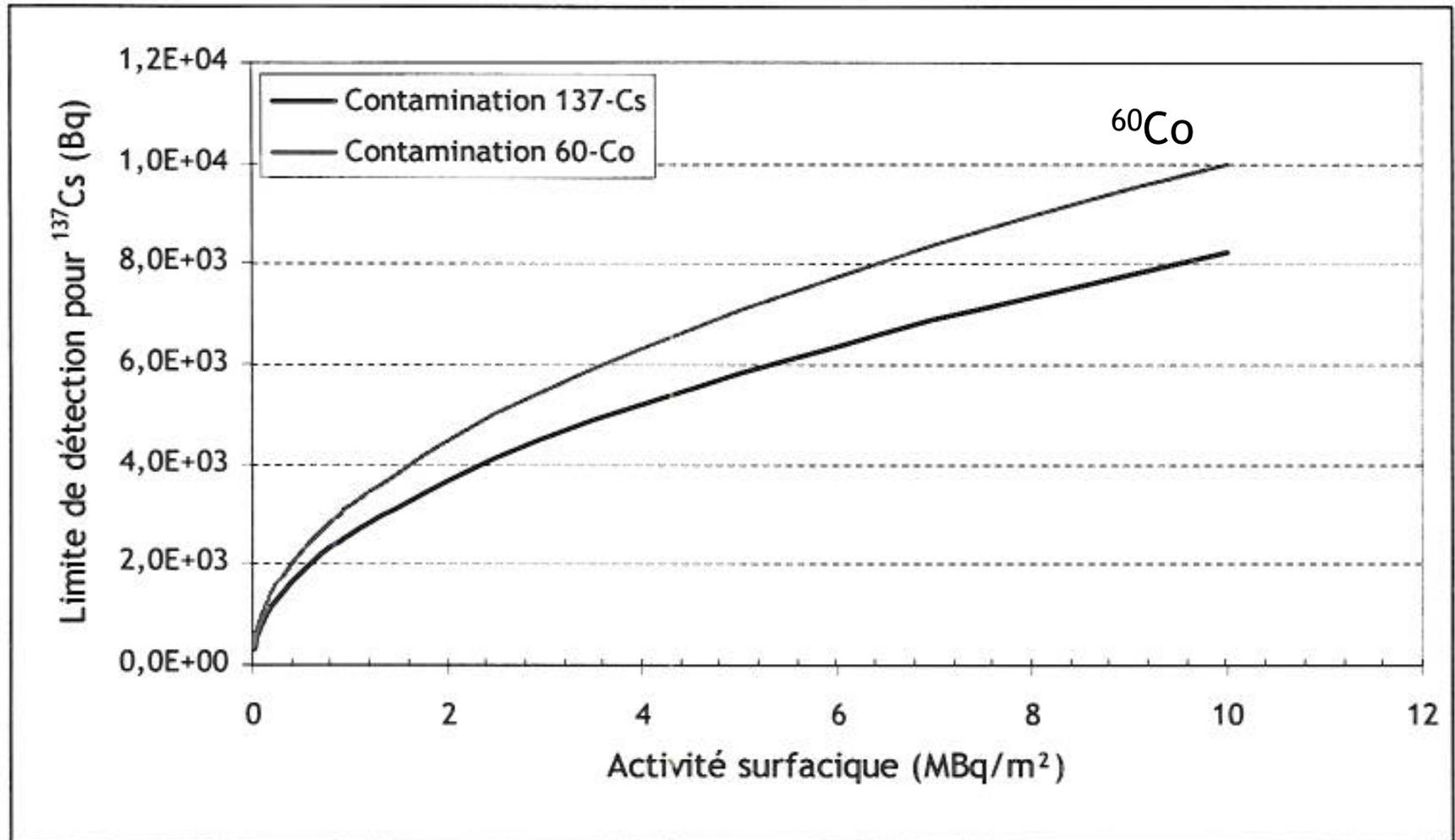
- Mesures avec  $^{60}\text{Co}$  (1.4 MBq),  $^{133}\text{Ba}$  (6 MBq),  $^{137}\text{Cs}$  (6.6 MBq)



Établir les limites de détection pour  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{131}\text{I}$  pour des contaminations surfaciques mono-élémentaires.



Établir les limites de détection pour  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{131}\text{I}$  pour des contaminations surfaciques mono-élémentaires.



## Passer des contaminations mono-élémentaires à des cas plus complexes.

Bruit dans la ROI de  $^{137}\text{Cs}$

$$B(^{137}\text{Cs}) = A_s(^{137}\text{Cs})B_s(^{137}\text{Cs}) + \sum_{E_{i,j} > 662}^{E_{i,j} < 1173 \text{ keV}} \frac{\sum_j y_{i,j}}{y_{\text{tot}}(^{137}\text{Cs})} A_s(^i\text{X})B_s(^{137}\text{Cs}) + \sum_{E_{i,j} \geq 1173} \frac{\sum_j y_{i,j}}{y_{\text{tot}}(^{60}\text{Co})} A_s(^i\text{X})B_s(^{60}\text{Co})$$

Bruit induit par  $^{137}\text{Cs}$

Bruit induit par les raies entre 662 et 1173 keV.

Calculé en prenant comme substitut le bruit de  $^{137}\text{Cs}$ , après **correction des rendements**.

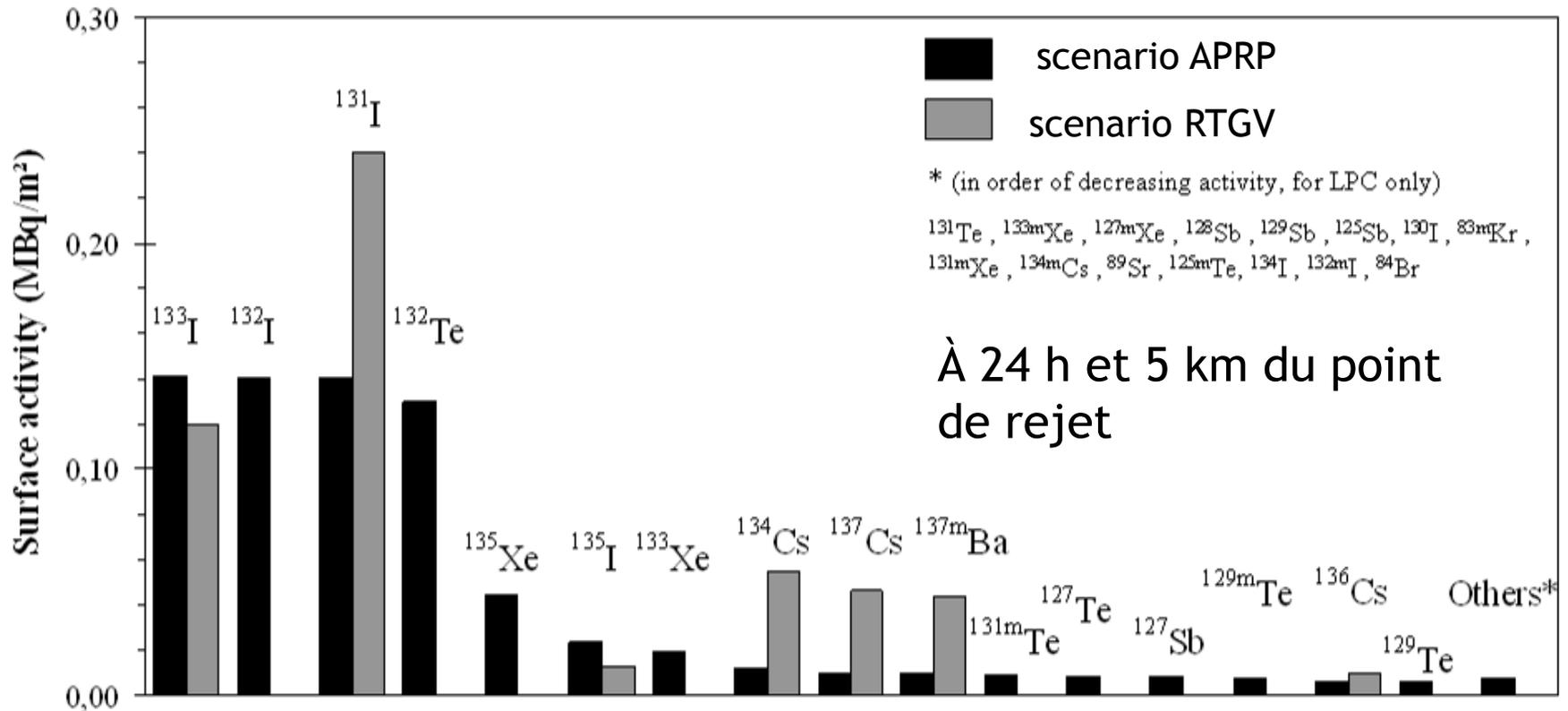
Bruit induit par les raies d'énergie supérieure à 1173 keV.

Calculé en prenant comme substitut le bruit de  $^{60}\text{Co}$ , après **correction des rendements**.



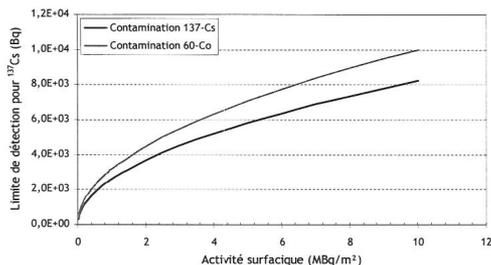
## Application à deux scénarios d'accident.

1. Rupture de Tubes de Générateur de Vapeur (RTGV)
2. Accident de Perte de Réfrigérant Primaire (APRP)



## Application à deux scénarios d'accident.

### Données expérimentales



### Scénario

*Dépôt à différentes dates*



$$B(^{137}\text{Cs}) = A_s(^{137}\text{Cs})B_s(^{137}\text{Cs}) + \sum_{E_{i,j} < 662} \sum_j \frac{y_{i,j}}{y_{\text{tot}}(^{137}\text{Cs})} A_s(^i\text{X})B_s(^{137}\text{Cs}) + \sum_{E_{i,j} \geq 1173} \sum_j \frac{y_{i,j}}{y_{\text{tot}}(^{60}\text{Co})} A_s(^i\text{X})B_s(^{60}\text{Co})$$

Limites de détection <sup>137</sup>Cs et <sup>131</sup>I

*À différentes dates*

Biocinétique (fonction de rétention)

Doses minimales correspondant à la LD

*- adulte et enfant -*

## Application à deux scénarios d'accident.

	Scénario (24 h, 5 km)	
	APRP	RTGV
<b>ADULTE DU PUBLIC</b>		
Dose équivalente à la thyroïde (mSv) (*)	2,7	2,6
Dose efficace engagée due au $^{137}\text{Cs}$ (mSv) (*)	0,02	0,01
<b>ENFANT DE 1 AN</b>		
Dose équivalente à la thyroïde (mSv) (*)	22,5	21,3
Dose efficace engagée due au $^{137}\text{Cs}$ (mSv) (*)	<0,02	<0,01

- Calcul également fait à 48h, 72h, 7 jours : ordre de grandeur similaires
- Pas de problème pour le  $^{137}\text{Cs}$  : 20  $\mu\text{Sv}$ .
- Seule la thyroïde de l'enfant pourrait poser problème.
  - *Variation sur les données des scenario :*

*Si  $^{131}\text{I} + ^{132}\text{I} + ^{133}\text{I} < 1.6 \text{ MBq/m}^2$  on peut détecter 50 mSv*

- Les limites de détection et les doses ont été établies en se basant sur des données expérimentales et deux scénarios typiques.
- Un facteur de sûreté de 1.3 a été appliqué au bruit induit dans les détecteurs.
- Pour les contaminations attendues en ZPP de faibles doses sont mesurables.
- Par contre il n'a pas été tenu compte :
  - De l'influence de la contamination de l'air ambiant
  - De la dose induite par l'ensemble des radionucléides du spectre.
- En cas de positionnement des moyens mobiles en ZPP des précautions s'imposent:
  - **Mise à l'abris** (gymnase, caserne) pour éviter des contrôles trop fréquents du bruit et ne pas ralentir l'accueil du public
  - **Décontamination externe stricte** pour éviter la contamination du véhicule et les faux positifs.