



**CANBERRA**



# **Etalonnage & Vérification des appareils de mesures nucléaires**

Jean-Yves BRANTHONNE

Responsable Agence de BEAUMONT HAGUE

SFRP ANC La Hague le 17 Novembre 2009

- ▶ **Présentation de CANBERRA France**
- ▶ **Vérification appareils de mesures nucléaires**
- ▶ **Pratiques appliquées pour le site ANC La Hague**
  - ◆ Appareils concernés et volumes
  - ◆ Raccordement aux chaînes nationales
  - ◆ Périodicité d'étalonnage et contrôles intermédiaires
  - ◆ Exemple de calcul d'incertitudes pour l'étalonnage d'une source
  - ◆ Recensement des causes d'incertitude (5M)
  - ◆ Estimation des incertitudes
- ▶ **Bilans et projets**

# Présentation de CANBERRA

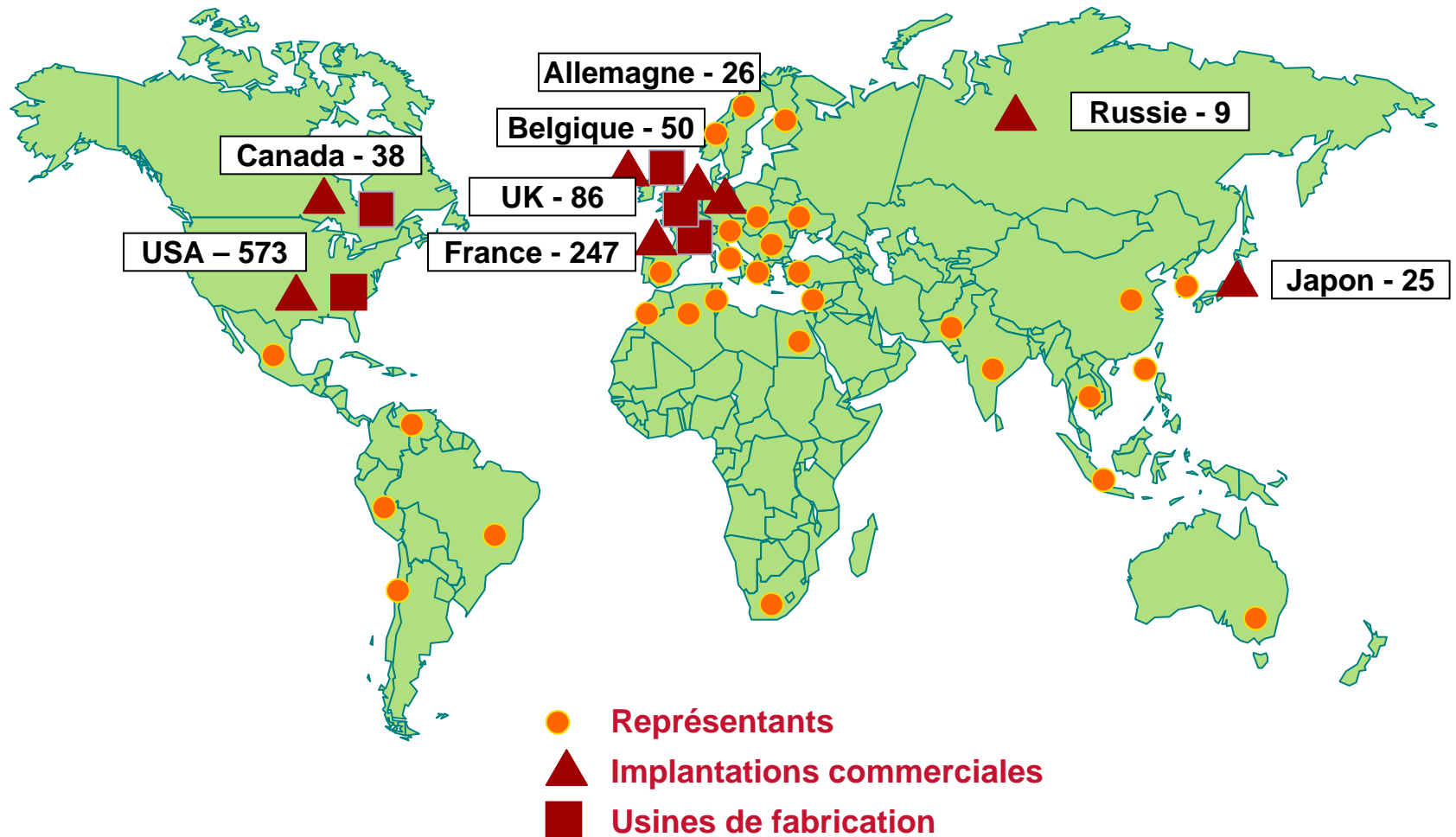
- ▶ **CANBERRA constitue la branche mesures nucléaires du Groupe AREVA**
- ▶ **Activités de CANBERRA**
  - ◆ **Conception, fabrication et distribution d'une gamme complète d'appareils de mesures nucléaires en radioprotection et spectrométrie comptage**
  - ◆ **Solutions globales en service à partir de 4 agences en France pour un effectif de 120 ingénieurs et techniciens dont les fonctions sont :**
    - L'installation et la mise en service des appareils
    - La métrologie étalonnage et vérification (Accréditation COFRAC site de Loches)
    - Le maintien en conditions opérationnelles des appareils (préventif et correctif)
    - La formation à l'utilisation et à la maintenance des appareils
    - L'assistance technique aux applications clients
    - L'expertise en mesures nucléaires



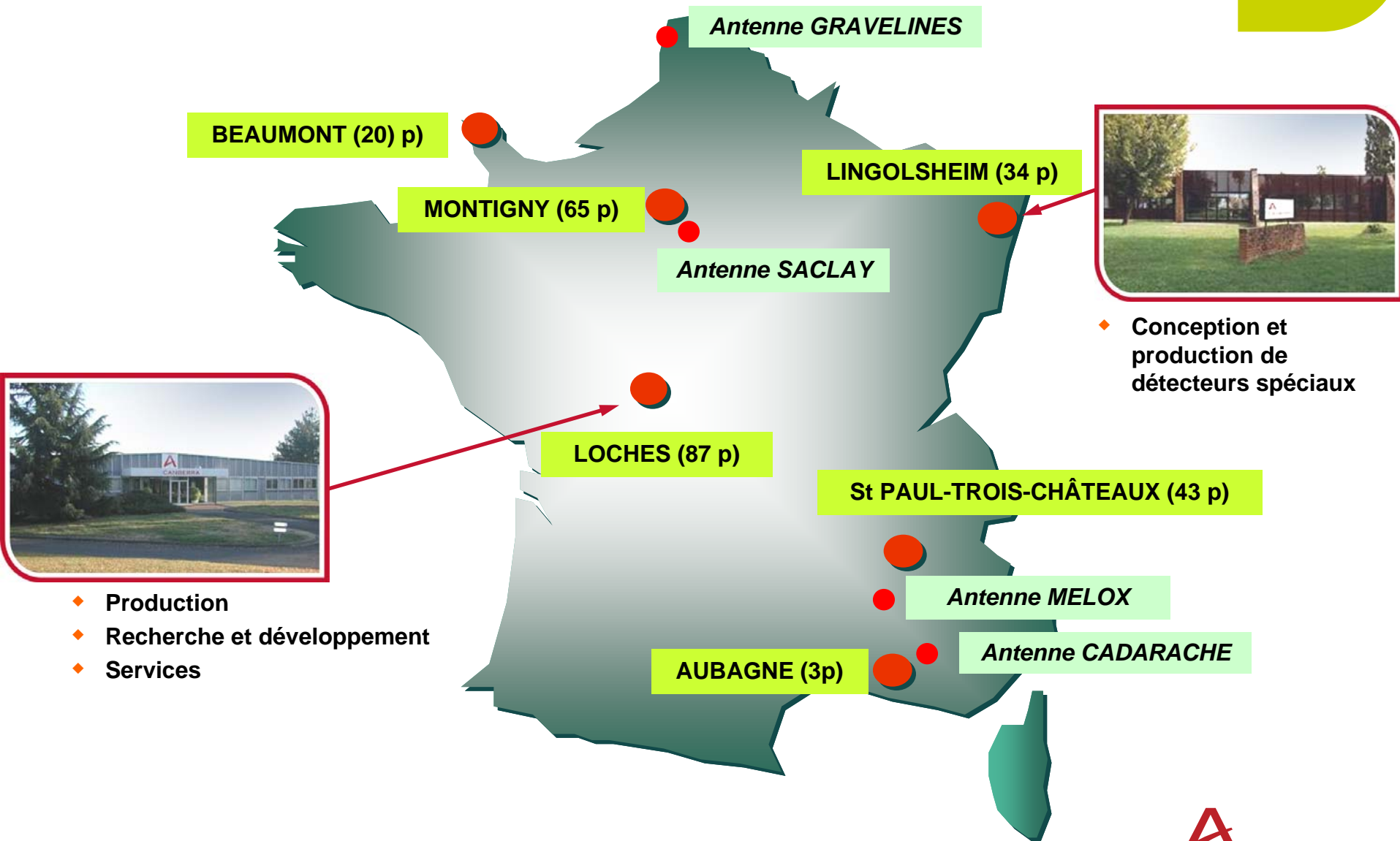
Irradiateur Gamma  
site de Loches



# Une présence technique et commerciale mondiale



# CANBERRA France



# Vérification appareils de mesures nucléaires



## ► Vérification

- ◆ Conformément aux procédures CANBERRA en vigueur
- ◆ En laboratoire CANBERRA ou sur site clients
- ◆ Par comparaison à des sources étalons
- ◆ Fourniture d'un constat de vérification

## ► Moyens utilisés

- ◆ Sources étalons CANBERRA pour les vérifications en laboratoire Canberra
- ◆ Sources étalons clients pour les vérifications sur site clients (autorisations ASN associées) sauf cas particuliers déplacements sources CANBERRA

## ► Référentiels

- ◆ Qualité : ISO9001V2008 ; ISO/CEI 17025 et arrêté du 26 octobre 2005
- ◆ Méthode : normes concernant appareils de radioprotection
- ◆ Métrologie : normes en vigueur ISO 10012, FDX 07011 (... ) et guide du COFRAC Lab Ref 02

# Pratiques appliquées sur le site d'ANC La Hague



- ▶ **Appareils concernés et quantité**
- ▶ **Description de la chaîne de raccordement aux étalons**
  - ◆ **Étalonnage : étalons et fréquence**
  - ◆ **Contrôles intermédiaires : étalons et fréquence**
  
- ▶ **Approche du calcul d'incertitudes appliqué aux sources**
  - ◆ **Détermination du taux d'émission**
  - ◆ **Recherche des causes d'incertitudes**
  - ◆ **Estimation finale de l'incertitude**



# Appareils concernés et quantité vérifiée par an

## ◆ Bancs de comptage bas bruit de fond

- Comptage alpha et bêta (mode simultané ou séquentiel)
- De 1 à 16 voies de mesures simultanées
- Détecteur à circulation de gaz
- Paramétrable par séquences

Environ 80 vérifications par an (uniquement site ANC La Hague)



## ◆ Appareils portables et mobiles

- Alpha et/ou bêta
- Sondes ou chaînes de mesure (sondes + ictomètres)

Environ 22 000 vérifications par an (dont 2000 site ANC La Hague)



## ◆ Sources radioactives

- Alpha ou bêta
- Étalons de travail

Environ 200 vérifications par an (uniquement site ANC La Hague)

# Chaîne de raccordement des étalons

Étalons de référence

Sources étalons

- Certificat d'étalonnage COFRAC ou équivalent (ARM)
- Application unique
- Différentes géométries
- Différents radioéléments
- Différentes activités

Étalons de transfert



- Banc de comptage (mini 20) :  
Détermination d'un rendement par :
- radioélément
  - géométrie
  - activité
  - détecteur

Étalons de travail

Sources de travail

Sources de constance

Appareils de mesure

Contaminamètres, bancs de comptage

# Périodicité d'étalonnage et contrôles intermédiaires

Les contrôles intermédiaires contribuent à la maîtrise des dérives.

## Sources étalons

Certificat d'étalonnage COFRAC d'origine ou équivalent (ARM)  
Remplacement périodique

## Étalons de transfert

Raccordement annuel avec sources étalons  
Contrôles intermédiaires hebdomadaires ou journaliers (\*) avec sources de constance ( $^{90}\text{SrY}$  ;  $^{239}\text{Pu}$ )

(\*) journaliers pendant les campagnes d'étalonnage de sources

## Sources de travail

Raccordement annuel avec étalon de transfert  
Contrôles intermédiaires mensuels avec étalon de transfert

# Exemple de calculs d'incertitudes pour l'étalonnage d'une source

## ► Détermination du taux d'émission de la source par la relation

$$q_m(t) = \frac{\bar{N}_{Brut} - \bar{N}_{Bdf}}{\varepsilon}$$

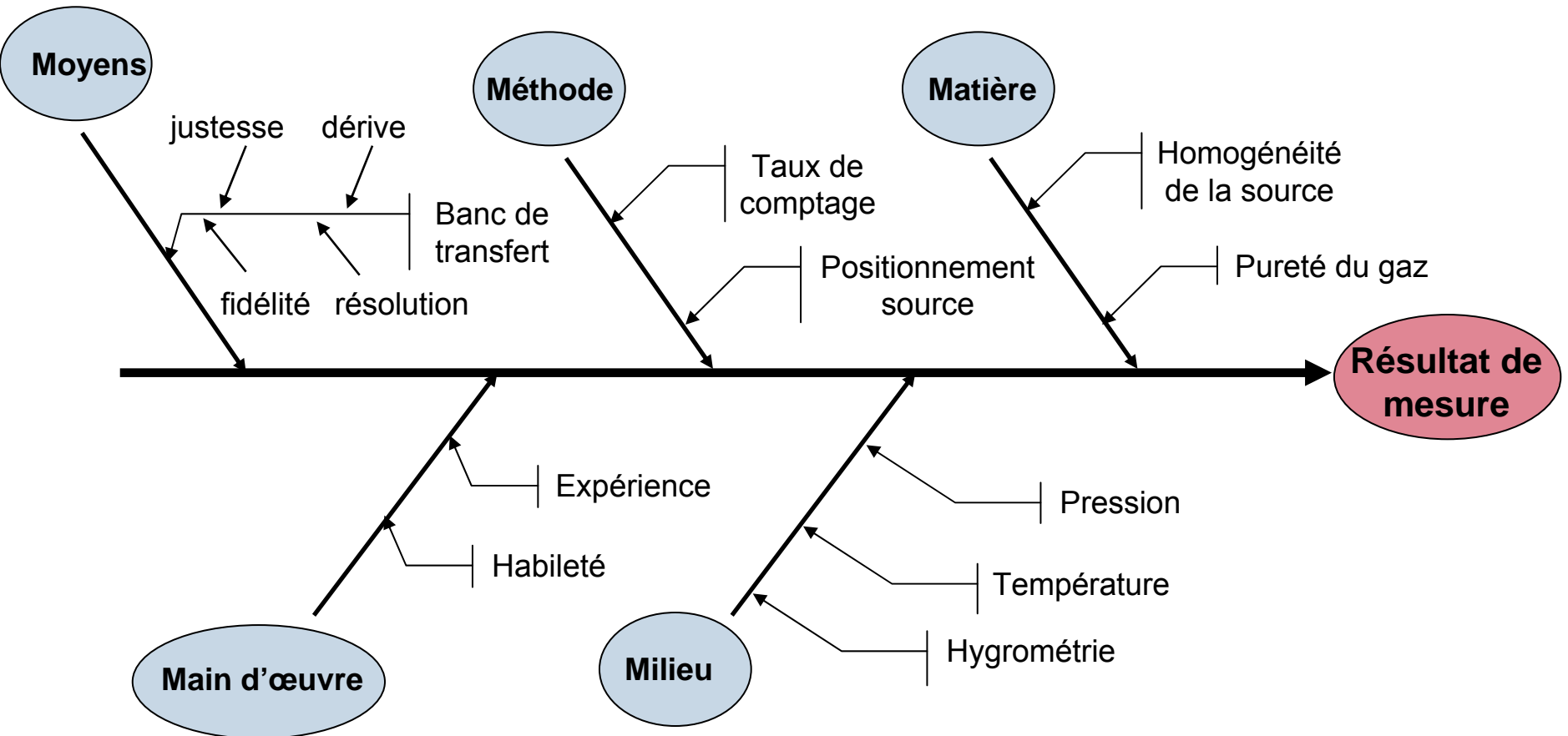
$\varepsilon$  le rendement de détection mesuré par type de source, pour un radioélément donné, pour un taux d'émission donné et pour un détecteur

$\bar{N}_{Brut}$  : taux de comptage moyen de la source

$\bar{N}_{Bdf}$  : taux de comptage moyen du bruit de fond

Le taux de comptage net est égal à :  $\bar{N}_x = \bar{N}_{Brut} - \bar{N}_{Bdf}$

# Recensement des causes d'incertitudes



# Classification des causes d'incertitudes



## ► Principales causes d'incertitudes (méthode des 5 M)

- **TYPE A : analyse statistique**
  - Taux de comptage net
  
- **TYPE B : autres que type A**
  - Rendement de détection
  - Dérive du banc de comptage entre 2 étalonnages
  - Lecture de la grandeur
  - Positionnement de la source
  - Conditions d'ambiance
  - Habileté, expérience
  - Pureté du gaz

# Analyse des facteurs d'influence



## ► Une première analyse permet de négliger certaines causes d'incertitudes

- ◆ Habileté, expérience et position de mesure considérées comme négligeables du fait de la reproductibilité mécanique de positionnement et très peu d'impact lié à l'opérateur
- ◆ Influence des conditions d'ambiance sera négligée du fait des conditions de laboratoire et du respect des critères définis pour effectuer les mesures
- ◆ Pureté du gaz négligé du fait de la prise en compte de la dérive du banc de comptage entre 2 étalonnages
- ◆ Résolution de l'appareil est négligeable devant les comptages effectués (> 10 000 cps)

# Estimation de l'incertitude

Détermination de l'incertitude élargie pour : <b>la détermination du taux d'émission d'une source</b>				
Catégorie de l'incertitude et facteurs concernés		Si type B Incertitude max relative en % Soit lmax (à diviser par)	Valeur de l'incertitude relative élémentaire en %	
			Si	Uj
<b>Type A : Incertitudes systématiques Si</b> Taux de comptage				
$r_{\sigma_{Mk}} = \frac{N_{Bout}}{Nk} \sqrt{r_{\sigma_{Bout}}^2 + \left(\frac{N_{Mk}}{N_{Bout}}\right)^2 r_{\sigma_{Mk}}^2}$			1	
<b>Type B : Incertitudes définitionnelles Uj</b>				
Rendement de détection donné à K=2	4	2		2,00%
Dérive du banc de comptage entre 2 étalonnages	2	$\sqrt{3}$		1,70%
Lecture de la grandeur (résolution 1/10000)	-	$2\sqrt{3}$		Négligeable
Positionnement de la source	-			Négligeable
Conditions d'ambiance	-			Négligeable
Habilité expérience : manipulation	-			Négligeable
pureté gaz, homogénéité de la source	-			Négligeable
Incertitude-type relative composée en % $s^2 = [ \Sigma(Si)^2 + \Sigma(Uj)^2 ]$			S = 2,8 %	
Incertitude relative élargie en % l = k x S (avec k = 2)			l = 5,6 %	



# Bilans et projets

## ► Bilans

- ◆ Incertitude élargie ( $k=2$ ) de l'ordre de 6 %
- ◆ Etalonnage de sources uniquement pour le site ANC La Hague dans un périmètre déterminé

## ► Projets

- ◆ Prise en compte de la norme ISO/DIS 8769 : « Sources de référence – Étalonnage des contrôleurs de contamination de surface – Émetteurs alpha, bêta et photon » dans sa future version définitive
- ◆ Extension des prestations aux sources des différents clients sur le site de Loches



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**