



# **Le principe d'un contrôle périodique avec un détecteur de contamination surfacique**

**Marc AMMERICH**



# Réaliser un contrôle périodique

## Introduction

Ce document a pour vocation de vous donner les éléments nécessaires afin de réaliser un contrôle périodique en radioprotection. Ce contrôle est exigé par l'arrêté du 26 octobre 2005.

Nous avons donc choisi un appareil assez répandu qui est le MIP 10 et les sondes qui lui sont associées. Ce processus est bien entendu déclinable à tout autre appareil servant à effectuer des mesures de contamination surfacique.

## Quelques éléments préalables

### Gestion des sources

L'utilisation des sources nécessaires à la réalisation des contrôles devra respecter les règles en vigueur relatives à la gestion des sources, notamment en ce qui concerne l'enregistrement des mouvements de sources et le stockage dans un lieu approprié.

Vous devez vérifier que le détenteur a pris toutes mesures pour empêcher les accès non autorisés, les pertes, les vols, les dommages par le feu ou l'eau.



# Réaliser un contrôle périodique

## Gestion des sources

Nous allons vous donner une liste de sources possibles pour effectuer vos contrôles périodiques. Le nombre de sources doit être optimisé. Avant d'acheter des sources radioactives, il faut identifier celles qui peuvent être utilisées.

## Mesure du bruit de fond

La mesure du bruit de fond est réalisée en l'absence de sources radioactives.

## Incertitudes de mesure

La mesure de la source doit être réalisée, soit avec un nombre d'impulsions suffisant, soit avec un taux de comptage qui soit notablement différent du bruit de fond.

Pour la mesure de source à l'aide d'un appareil qui délivre des impulsions, il est recommandé d'atteindre au moins 1000 impulsions, afin de diminuer l'incertitude de mesure. Celle-ci sera fonction du temps de comptage.

Je vous renvoie aux documents sur les incertitudes de mesure.



# Réaliser un contrôle périodique

## Limites d'erreur tolérées

Au regard de la statistique de comptage suffisante, la limite d'erreur tolérée sera, par défaut, fixée à 20%.

## Positionnement de la source :

Le positionnement de la source par rapport à l'appareil doit être réalisée à chaque contrôle de manière identique. Dans le cas du MIP 10 et de ses sondes associées, le positionnement de la source doit être fait de manière à ce que le maximum de rayonnements soient vus par le détecteur.

## Vérifications des signaux sonores et lumineux

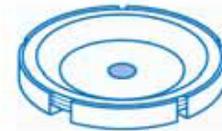
Les systèmes sonores seront testés lors du contrôle des appareils, si ceux-ci en sont équipés. C'est le cas du haut parleur sur le MIP 10. Une demande d'action corrective est conseillée en cas de dysfonctionnement de ces systèmes.

# Réaliser un contrôle périodique

## LES SOURCES

Ses caractéristiques des sources sont fonction des appareils dont vous disposez.

Exemple avec le coffret LEA CERCA





# Réaliser un contrôle périodique

Exemples du catalogue des sources LEA CERCA

## Sources alpha et multi-alpha (activité et flux de particules)

Radionucléide et Période	Énergies des rayonnements (MeV) $\alpha$	Référence	Flux $\alpha$ dans	Activité	Support Diamètre	Type	Incertitude de mesure
			$2 \pi$ sr	Activité approximative			
			$s^{-1} (*)$	kBq (*)	mm		%
<b><math>^{241}\text{Am}</math></b> $4,33 \times 10^2$ ans	5,388	AM241EATC09		3	25	C	2
	5,443	AM241EATD09		3	30	D	2
	5,486	AM241EATC12		$3 \times 10^1$	25	C	3
		AM241EATD12		$3 \times 10^1$	30	D	3

## Sources pour étalonnages de détecteurs bêta

Radionucléide et Période	Énergies des rayonnements (MeV) $\beta$ max	Référence	Flux de particules $\beta$	Activité équivalente	Diamètre ext. du support	Type	Incertitude de mesure
			dans $4 \pi$ sr	Bq (*)			
			$s^{-1} (*)$		mm		%
<b><math>^{14}\text{C}</math></b> $5,73 \times 10^3$ ans	0,156	C14EBSA20	$8 \times 10^1$	$8 \times 10^1$	25	A	1
		C14EBSA30	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	25	A	0,7
		C14EBSB20	$8 \times 10^1$	$8 \times 10^1$	38	B	1
		C14EBSB30	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	38	B	0,7
		C14EBSC20	$8 \times 10^1$	$8 \times 10^1$	50	C	1
		C14EBSC30	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	50	C	0,7
<b><math>^{36}\text{Cl}</math></b> $3,01 \times 10^5$ ans	0,709	CL36EBSA20	$8 \times 10^1$	$8 \times 10^1$	25	A	1
		CL36EBSA30	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	25	A	0,7
		CL36EBSB20	$8 \times 10^1$	$8 \times 10^1$	38	B	1
		CL36EBSB30	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	38	B	0,7
		CL36EBSC20	$8 \times 10^1$	$8 \times 10^1$	50	C	1
		CL36EBSC30	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	50	C	0,7
<b><math>^{60}\text{Co}</math></b> $1,93 \times 10^3$ jours	0,318	CO60EBSA20	$8 \times 10^1$	$8 \times 10^1$	25	A	1
		CO60EBSA30	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	25	A	0,7
		CO60EBSB20	$8 \times 10^1$	$8 \times 10^1$	38	B	1
		CO60EBSB30	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	38	B	0,7
		CO60EBSC20	$8 \times 10^1$	$8 \times 10^1$	50	C	1
		CO60EBSC30	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^3$	50	C	0,7

# Réaliser un contrôle périodique

## LE MIP 10

Ses caractéristiques :

Le MIP (mini ictomètre portatif) est un radiamètre à sondes multiples.

Il est utilisable en contaminamètre.

En fonction des sondes on peut mesurer pratiquement tous les rayonnements (sauf les neutrons).

Son domaine de fonctionnement va de 0 à  $10^4$  chocs/s.

Il est distribué par Canberra.





# Réaliser un contrôle périodique

## UTILISATION

Connecter la sonde à l'embase d'entrée (1).

Appuyer sur le bouton Marche / Arrêt (2).

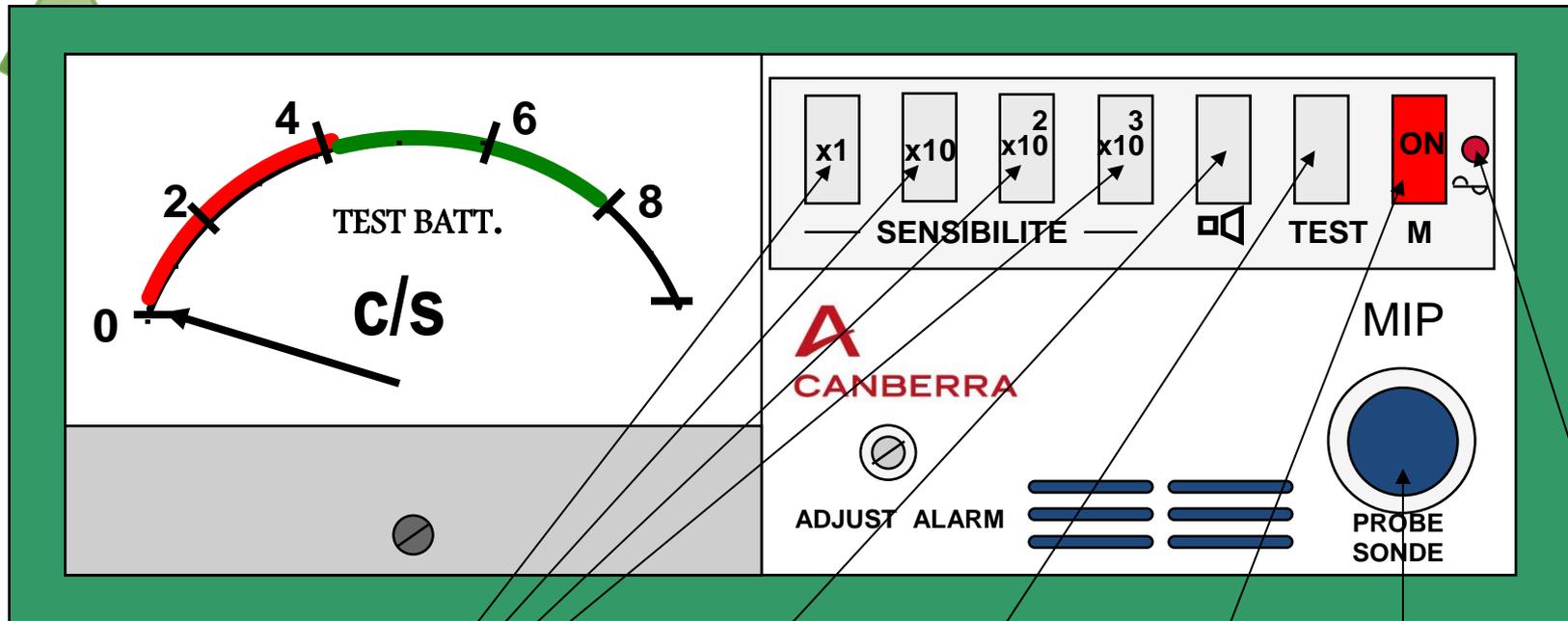
Relier, de préférence, le MIP 10 au réseau. La LED rouge sera alors allumée (3)

Test batterie : appuyer sur le bouton Test (4). L'aiguille ne doit pas se positionner dans la plage rouge.

Mesure : sélectionner une échelle de mesure (facteur multiplicatif) au moyen de l'un des boutons : X 1, X 10, X 10 2, ou X 10 3 (5)

Signal sonore : le bouton (6) active le haut parleur qui délivre une information sonore à chaque impulsion reçue par la sonde.

# Réaliser un contrôle périodique



## Les fonctions

- Gammes de mesures(5)
- Bouton Haut parleur(6)
- Test(4)
- Marche arrêt (2)
- Embase sonde (1)
- LED (3)



# Réaliser un contrôle périodique

## Les sondes

Sonde	Appellation	Type de compteur	Rayonnements détectés	Sensibilité aux autres rayonnements	Mouvement propre
alpha	SA SMIA	SZn	$\alpha$	-	1 à 2 imp/min
bêta faible énergie	SBM SMIBM	Compteur Geiger-Müller	$\beta$ $E_{\beta\max} > 50 \text{ keV}$	Tous les autres	1 à 2 imp/s
bêta	SB SMIB	Scintillateur plastique 3 mm	$\beta$ $E_{\beta\max} > 200 \text{ keV}$	X et $\gamma$	1 à 2 imp/s
X	SX SMIX	NaI mince (2mm)	X et $\gamma$	$\beta$ (électrons)	10 à 20 imp/s
gamma	SG SMIG	NaI épais (2 cm)	$E_{\gamma} > 100 \text{ keV}$	-	20 à 40 imp/s

# Réaliser un contrôle périodique



**sonde alpha**



**Sonde bêta scintillation**



**Sonde bêta Geiger-Müller**



**Sonde bêta Geiger-Müller 2D**



**Sonde X**



**Sonde gamma**



# Caractéristique sonde alpha

Mouvement Propre : 0,05 c.s-1

Rendements de détection (sous  $2\pi$ )

$^{239}\text{Pu}$

36 %

$^{241}\text{Am}$

30 %

(sous  $4\pi$  ou global)

18 %

15 %

sources ponctuelles

Limites de détection équivalent  $^{239}\text{Pu}$

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm <sup>-2</sup>	Bq.cm <sup>-2</sup>
MIP 10 - Gamme x1 (t = 15 s)	12	0,4	0,4

t = Temps de mesure = 2 fois la constante de temps

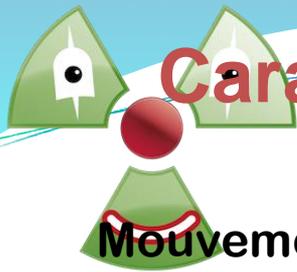
Sensibilité aux rayonnements Parasites :  $\beta$  : non

X : non

$\gamma$  : non

Surface sensible : 30 cm<sup>2</sup>.

Limite inférieure d'énergie  $\alpha$  : 1 MeV.



# Caractéristique sonde bêta scintillation

Mouvement Propre : 1 c.s-1

Rendements de détection (sous $2\pi$ )		(sous $4\pi$ ou global)
$^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ (2.3 MeV)	52 %	26 %
$^{36}\text{Cl}$ (710 keV)	45 %	23 %
$^{60}\text{Co}$ (317 keV)	37 %	18 %

sources ponctuelles

Limites de détection équivalent  $^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm <sup>-2</sup>	Bq.cm <sup>-2</sup>
MIP 10 - Gamme x1 (t = 15 s)	5	0,15	0,3

t = Temps de mesure = 2 fois la constante de temps

Sensibilité aux rayonnements Parasites :  $\alpha$  : oui  
X : non  
 $\gamma$  : oui

Surface sensible : 30 cm<sup>2</sup>.

Limite inférieure d'énergie  $\beta$  : 200 keV.



# Caractéristique sonde bêta Geiger-Müller

Mouvement Propre : 1 c.s-1

Rendements de détection (sous  $2\pi$ )

(sous  $4\pi$  ou global)

$^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ (2.3 MeV)	25 %	13 %
$^{36}\text{Cl}$ (710 keV)	22 %	11 %
$^{60}\text{Co}$ (317 keV)	28 %	14 %
$^{14}\text{C}$ (156 keV)	12 %	6 %
$^{239}\text{Pu}$ (alpha 5,1 MeV)	16 %	8 %

sources ponctuelles

Limites de détection équivalent  $^{60}\text{Co}$  (bêta)

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm <sup>-2</sup>	Bq.cm <sup>-2</sup>
MIP 10 - Gamme x1 (t = 15 s)	14	2,5	1

t = Temps de mesure = 2 fois la constante de temps

Sensibilité aux rayonnements Parasites :  $\alpha$  : oui

X : oui

$\gamma$  : oui

Surface sensible : 6 cm<sup>2</sup>.

Limite inférieure d'énergie  $\beta$  : 30 keV.



# Caractéristique sonde bêta Geiger-Müller 2D

Mouvement Propre : 1 c.s-1

Rendements de détection (sous $2\pi$ )		(sous $4\pi$ ou global)
$^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ (2.3 MeV)	30 %	15 %
$^{36}\text{Cl}$ (710 keV)	30 %	15 %
$^{60}\text{Co}$ (317 keV)	33 %	17 %
$^{14}\text{C}$ (156 keV)	10 %	5 %

sources ponctuelles

Limites de détection équivalent  $^{60}\text{Co}$  (bêta)

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm <sup>-2</sup>	Bq.cm <sup>-2</sup>
MIP 10 - Gamme x1 (t = 15 s)	20	0,6	1,3

t = Temps de mesure = 2 fois la constante de temps

Sensibilité aux rayonnements Parasites :  $\alpha$  : oui

X : oui

$\gamma$  : oui

Surface sensible : 2 x 15 cm<sup>2</sup>.

Limite inférieure d'énergie  $\beta$  : 30 keV.



# Caractéristique sonde X

Mouvement Propre : 20 c.s-1

Rendements de détection

(sous  $4\pi$ ) sources ponctuelles

$^{55}\text{Fe}$ (5 keV)	10 %
$^{137}\text{Cs}$ (662 keV)	15 %
$^{60}\text{Co}$ (1,17 MeV – 1,33 MeV)	10 %

Limites de détection équivalent  $^{55}\text{Fe}$

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm <sup>-2</sup>	Bq.cm <sup>-2</sup>
MIP 10 - Gamme x1 (t = 5 s)	230	25	10

**t = Temps de mesure = 2 fois la constante de temps**

\* Attention, lors d'une mesure directe à la sonde l'activité annoncée peut être surestimée par l'influence des contaminations X  $\gamma$  proches de la surface contrôlée

Sensibilité aux rayonnements Parasites :  $\alpha$  : non  
 $\beta$  : oui  
 $\gamma$  : oui

Surface sensible : 8 cm<sup>2</sup>.

Limite inférieure d'énergie X : 5 keV.

# Caractéristique sonde gamma

Mouvement Propre : 40 c.s-1

Rendements de détection  
ponctuelles

(sous  $4\pi$ ) sources

$^{241}\text{Am}$ (60 keV)	18 %
$^{137}\text{Cs}$ (662 keV)	9 %
$^{60}\text{Co}$ (1,17 MeV – 1,33 MeV)	7 %

Limites de détection équivalent  $^{137}\text{Cs}$

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm <sup>-2</sup>	Bq.cm <sup>-2</sup>
MIP 10 - Gamme x1 (t = 5 s)	200	25	8

t = Temps de mesure = 2 fois la constante de temps

\* Attention, lors d'une mesure directe à la sonde l'activité annoncée peut être surestimée par l'influence des contaminations X  $\gamma$  proches de la surface contrôlée

**Sensibilité ambiance  $\gamma$  : • 750 c.s-1 / 1  $\mu\text{Sv.h-1}$  pour SG2 et SMIG**

**Sensibilité aux rayonnements Parasites :  $\alpha$  : non**

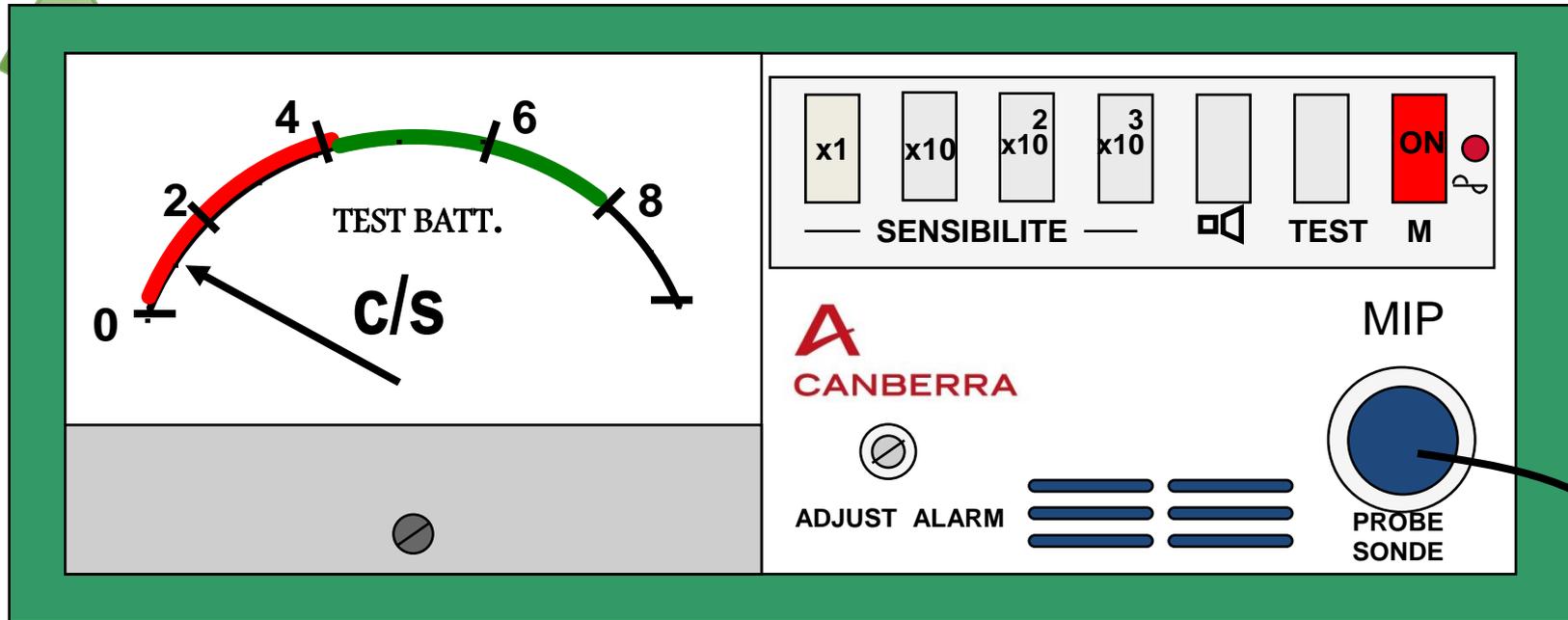
**$\beta$  : non**

**X : non**

**Surface sensible : 8 cm<sup>2</sup>.**

**Limite inférieure d'énergie gamma : 30 keV.**

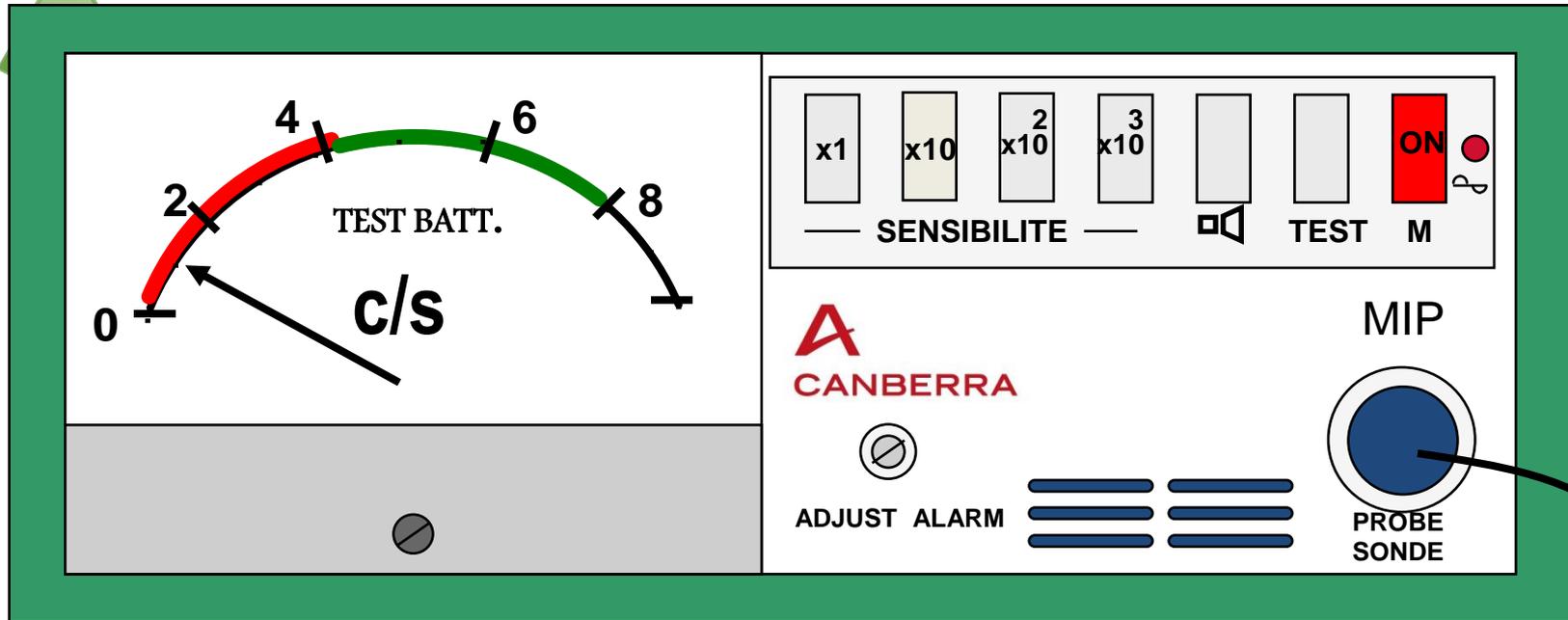
# Réaliser un contrôle périodique



1) Relever le bruit de fond  $n_{BDF}$



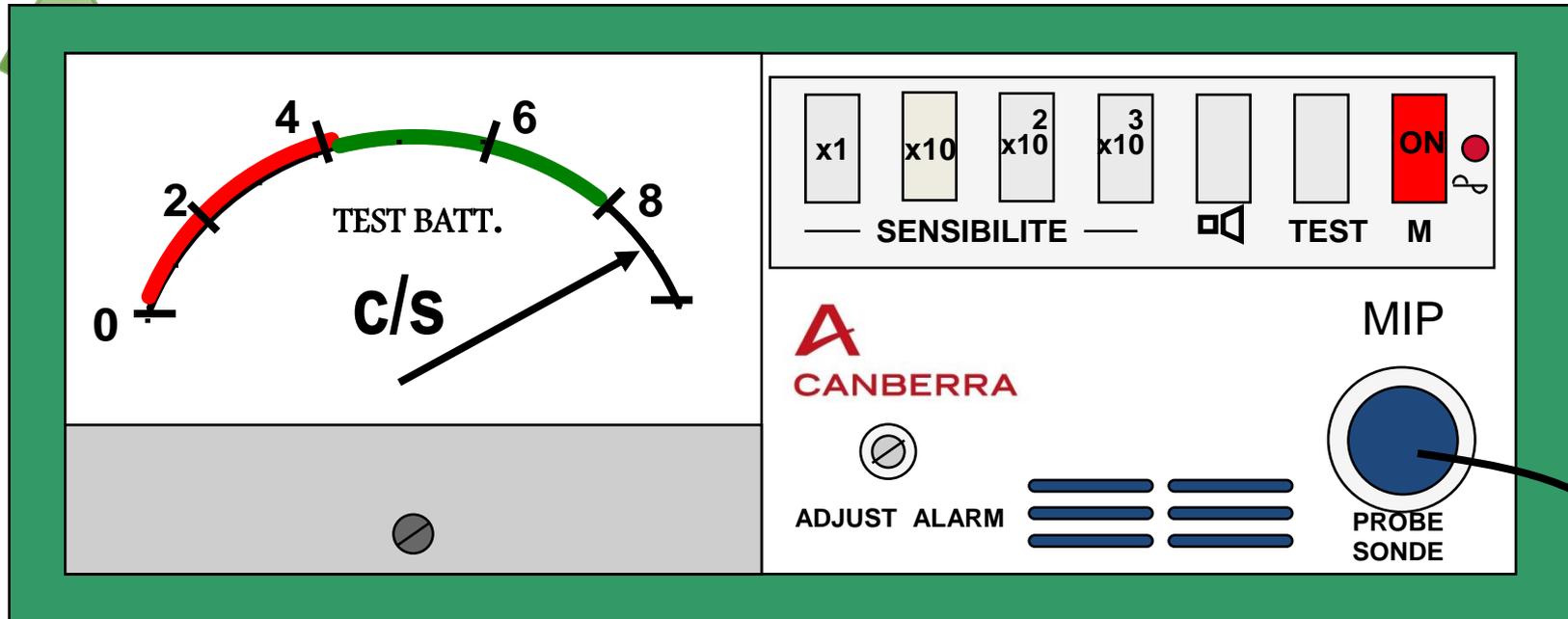
# Réaliser un contrôle périodique



2) Appuyer sur le bouton de la gamme adaptée



# Réaliser un contrôle périodique



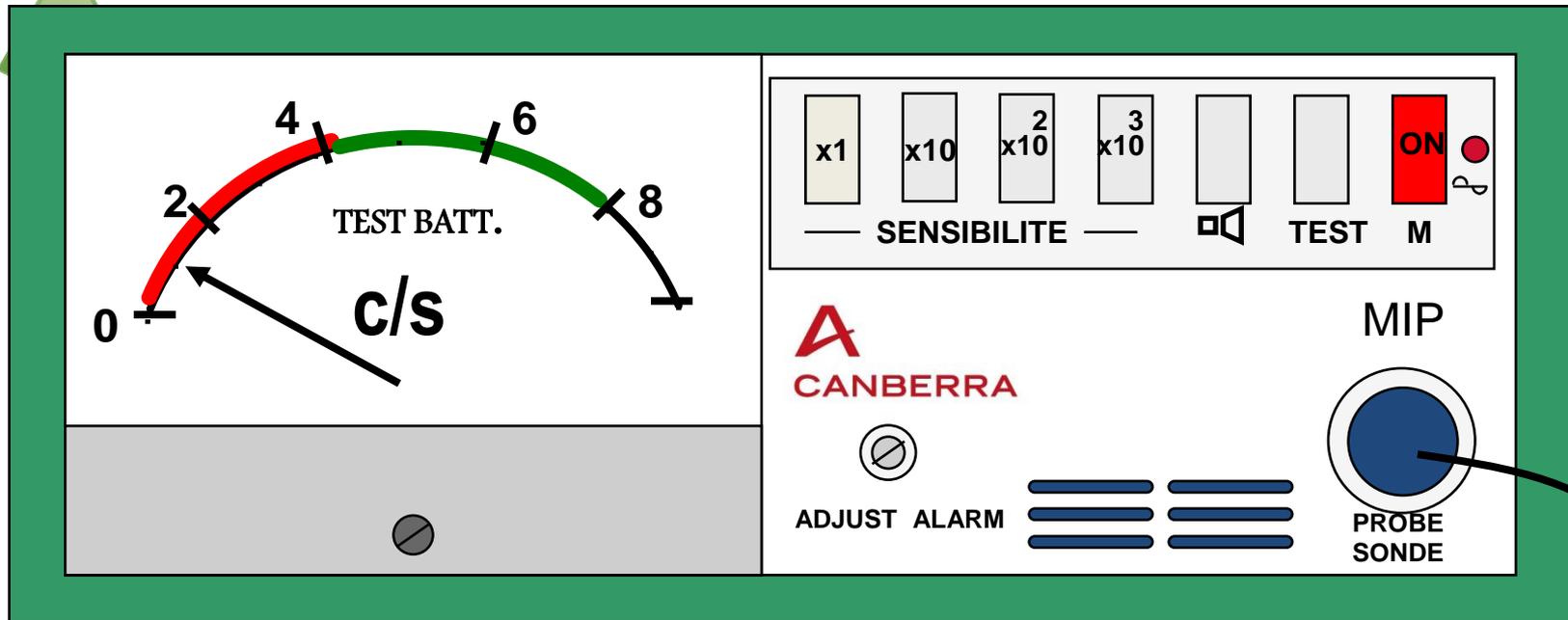
3) Placer la source

4) Attendre la stabilisation de l'aiguille  
puis la relever mesure n.

La reporter sur le rapport de contrôle

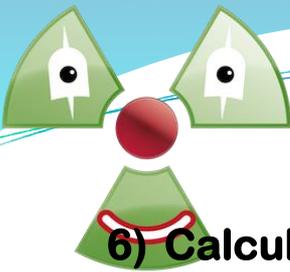


# Réaliser un contrôle périodique



5) Enlever la source et replacer le bouton de la gamme sur celle du bruit de fond





# Réaliser un contrôle périodique

6) Calculer l'erreur tolérée entre la mesure réalisée et la mesure de référence

$$E (\%) = \frac{(n - n_{BDF}) - n_{REF}}{n_{REF}} \times 100$$

La valeur limite de l'erreur tolérée pour le contrôle périodique de cet appareil est de +/-20% de la mesure de référence