



RADIOPROTECTION CIRKUS

Document technique

Radioprotection Cirkus - 8, rue du Valois, 91940 Les Ulis - www.rpcirkus.org - contact@rpcirkus.org
Association loi 1901 créée le 9 mars 2010 - n° W913002355 - enregistrée à la sous-préfecture de Palaiseau

Titre : Le principe d'un contrôle périodique avec un détecteur de contamination surfacique

Auteur : Marc AMMERICH

Nom du document : controleperiodique.pdf

Version et date :

Résumé : 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.

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) α	Référence	Flux α dans 2π sr s ⁻¹ (*)	Activité Activité approximative kBq (*)	Support Diamètre mm	Type	Incertitude de mesure %
²⁴¹ Am 4,33 x 10 ² ans	5,388	AM241EATC09		3	25	C	2
	5,443	AM241EATD09		3	30	D	2
	5,486	AM241EATC12		3 x 10 ¹	25	C	3
		AM241EATD12		3 x 10 ¹	30	D	3

Sources pour étalonnages de détecteurs bêta

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

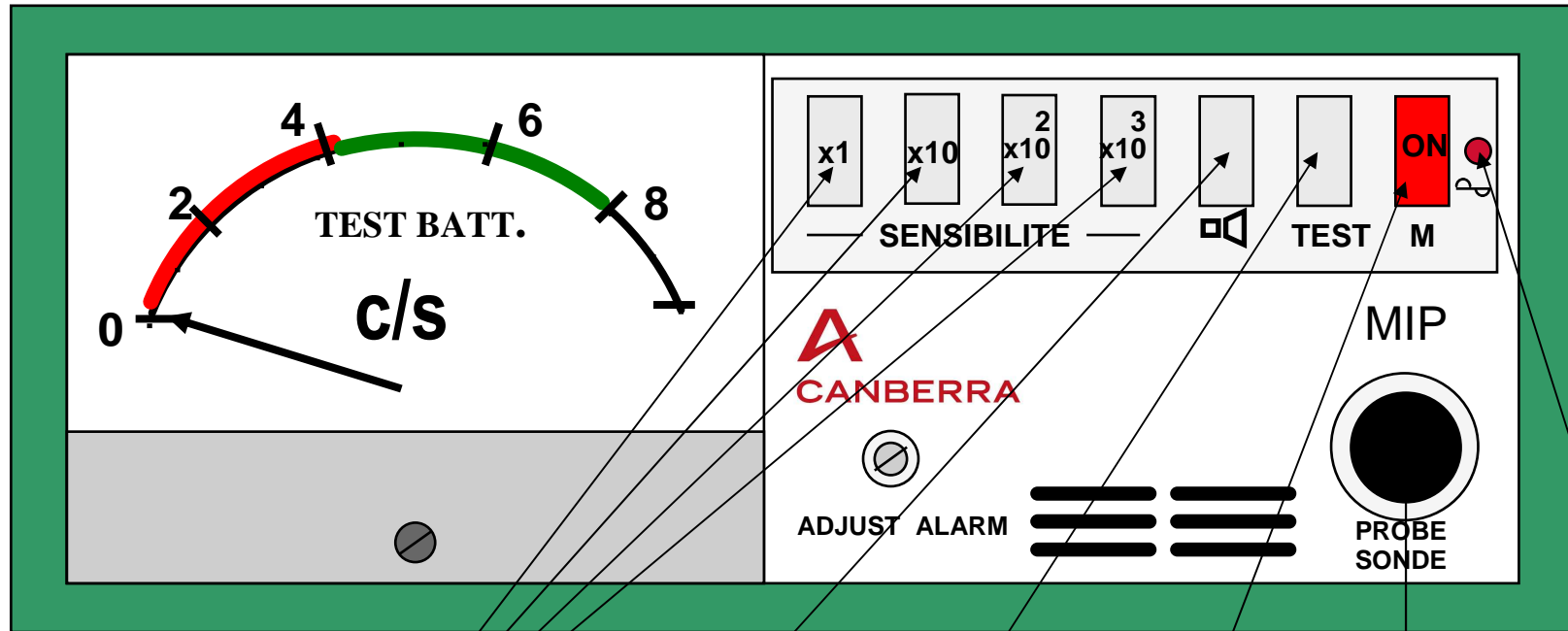
Relier, de préférence, le MIP 10 au réseau. La LED rouge sera alors allumée (3)

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 10², ou X 10³ (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	α	-	1 à 2 imp/min
bêta faible énergie	SBM SMIBM	Compteur Geiger-Müller	β $E_{\beta\max} > 50 \text{ keV}$	Tous les autres	1 à 2 imp/s
bêta	SB SMIB	Scintillateur plastique 3 mm	β $E_{\beta\max} > 200 \text{ keV}$	X et γ	1 à 2 imp/s
X	SX SMIX	NaI mince (2mm)	X et γ	β (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 2π)		(sous 4π ou global)
^{239}Pu	36 %	18 %
^{241}Am	30 %	15 %

sources ponctuelles

Limites de détection équivalent ^{239}Pu

	Sonde Bq	Sonde Bq.cm ⁻²	Frottis Bq.cm ⁻²
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 :
 β : non
X : non
 γ : non

Surface sensible : 30 cm².

Limite inférieure d'énergie α : 1 MeV.

Caractéristique sonde bêta scintillation

Mouvement Propre : 1 c.s-1

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

sources ponctuelles

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

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm ⁻²	Bq.cm ⁻²
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 :
 α : oui
X : non
 γ : oui

Surface sensible : 30 cm².

Limite inférieure d'énergie β : 200 keV.

Caractéristique sonde bêta Geiger-Müller

Mouvement Propre : 1 c.s-1

Rendements de détection (sous 2π)		(sous 4π ou global)
$^{90}\text{Sr} - ^{90}\text{Y}$ (2.3 MeV)	25 %	13 %
^{36}Cl (710 keV)	22 %	11 %
^{60}Co (317 keV)	28 %	14 %
^{14}C (156 keV)	12 %	6 %
^{239}Pu (alpha 5,1 MeV)	16 %	8 %

sources ponctuelles

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

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm ⁻²	Bq.cm ⁻²
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 :
 α : oui
X : oui
 γ : oui

Surface sensible : 6 cm².

Limite inférieure d'énergie β : 30 keV.

Caractéristique sonde bêta Geiger-Müller 2D

Mouvement Propre : 1 c.s-1

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

sources ponctuelles

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

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm ⁻²	Bq.cm ⁻²
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 : α : oui

X : oui

γ : oui

Surface sensible : 2 x 15 cm².

Limite inférieure d'énergie β : 30 keV.

Caractéristique sonde X

Mouvement Propre : 20 c.s-1

Rendements de détection	(sous 4 π) sources ponctuelles
^{55}Fe (5 keV)	10 %
^{137}Cs (662 keV)	15 %
^{60}Co (1,17 MeV – 1,33 MeV)	10 %

Limites de détection équivalent ^{55}Fe

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm ⁻²	Bq.cm ⁻²
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 γ proches de la surface contrôlée

Sensibilité aux rayonnements Parasites :
 α : non
 β : oui
 γ : oui

Surface sensible : 8 cm².

Limite inférieure d'énergie β : 30 keV.

Caractéristique sonde gamma

Mouvement Propre : 40 c.s-1

Rendements de détection	(sous 4π) sources ponctuelles
^{241}Am (60 keV)	18 %
^{137}Cs (662 keV)	9 %
^{60}Co (1,17 MeV – 1,33 MeV)	7 %

Limites de détection équivalent ^{137}Cs

	Sonde		Frottis
	Bq	Bq.cm ⁻²	Bq.cm ⁻²
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 γ proches de la surface contrôlée

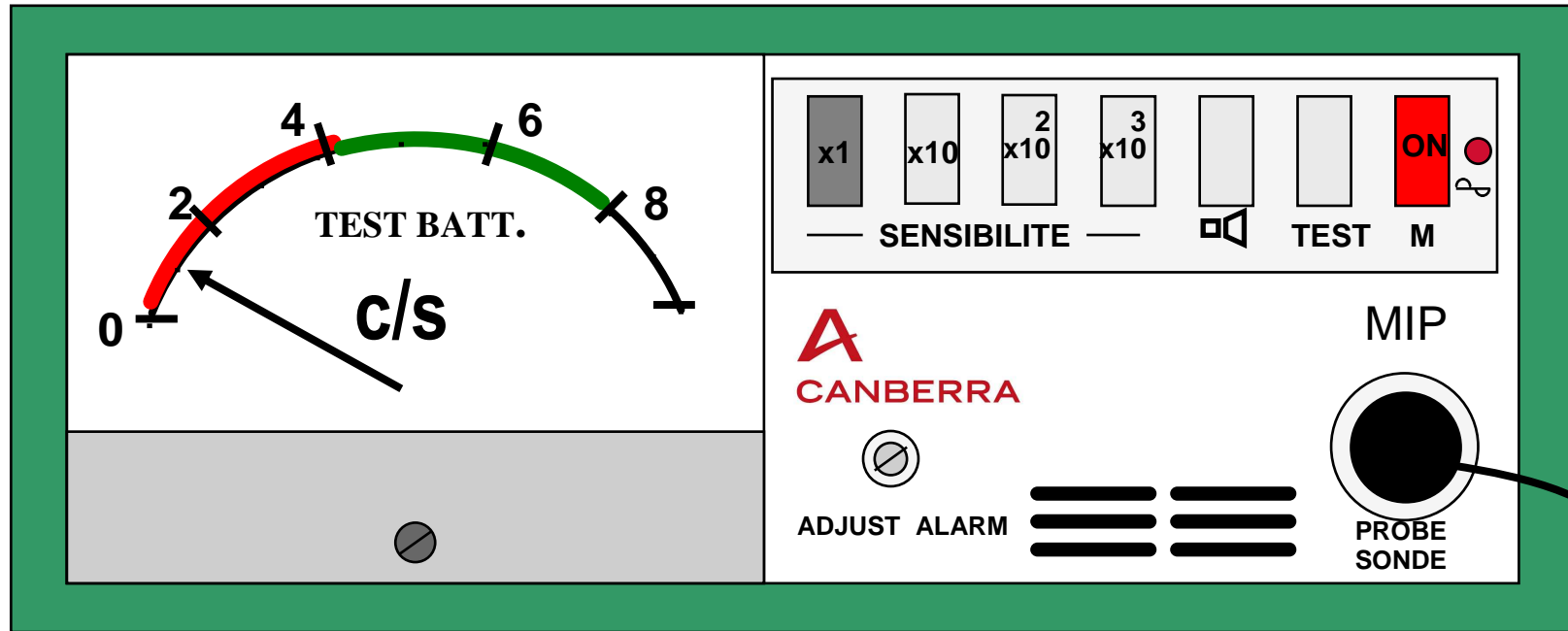
Sensibilité ambiance γ : • 750 c.s-1 / 1 $\mu\text{Sv.h}^{-1}$ pour SG2 et SMIG

Sensibilité aux rayonnements Parasites :
 α : non
 β : non
X : non

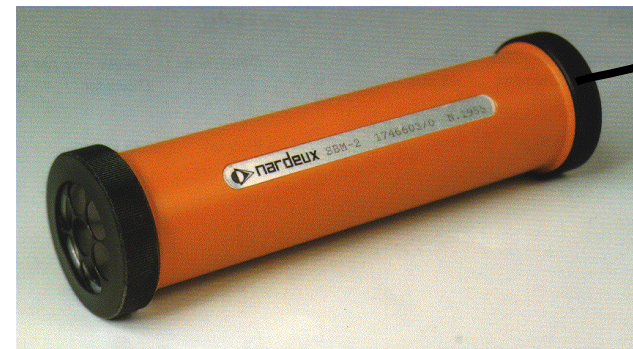
Surface sensible : 8 cm².

Limite inférieure d'énergie gamma : 30 keV.

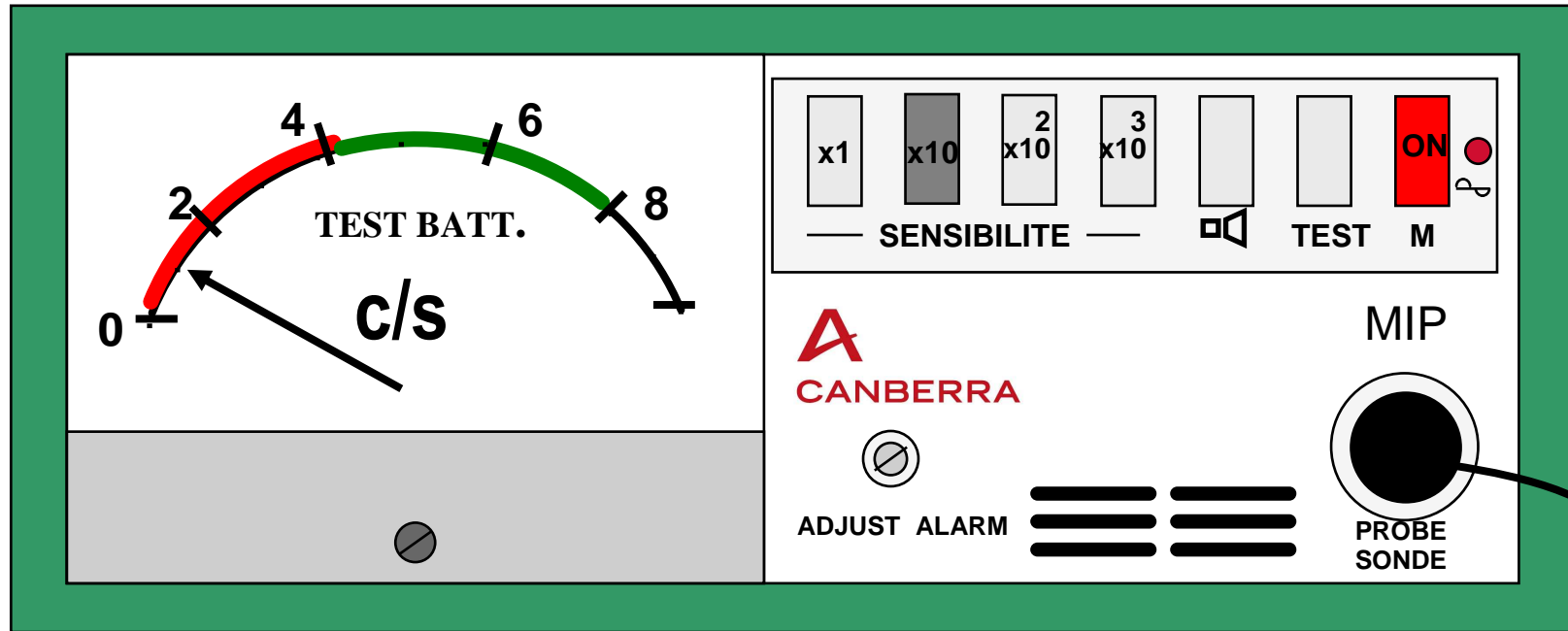
Réaliser un contrôle périodique



1) Relever le bruit de fond n_{BDF}



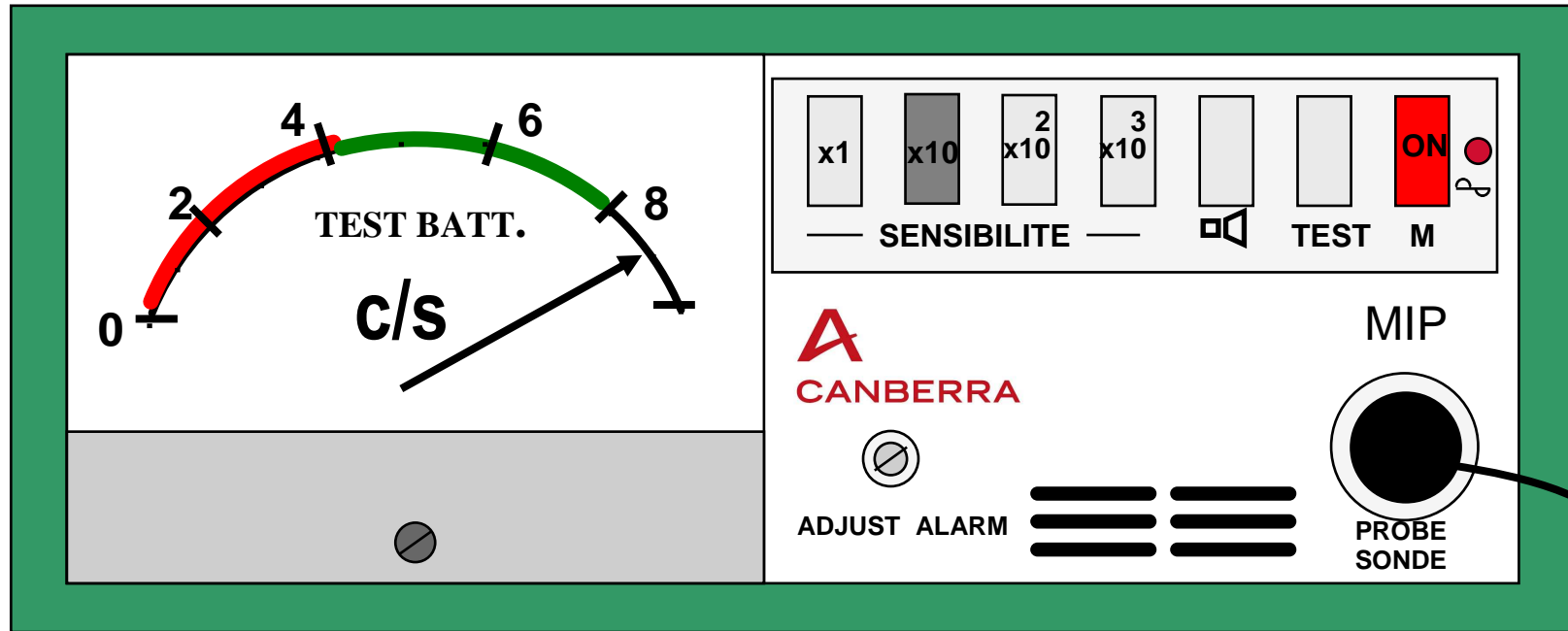
Réaliser un contrôle périodique



2) Appuyer sur le bouton de la gamme adaptée



Réaliser un contrôle périodique



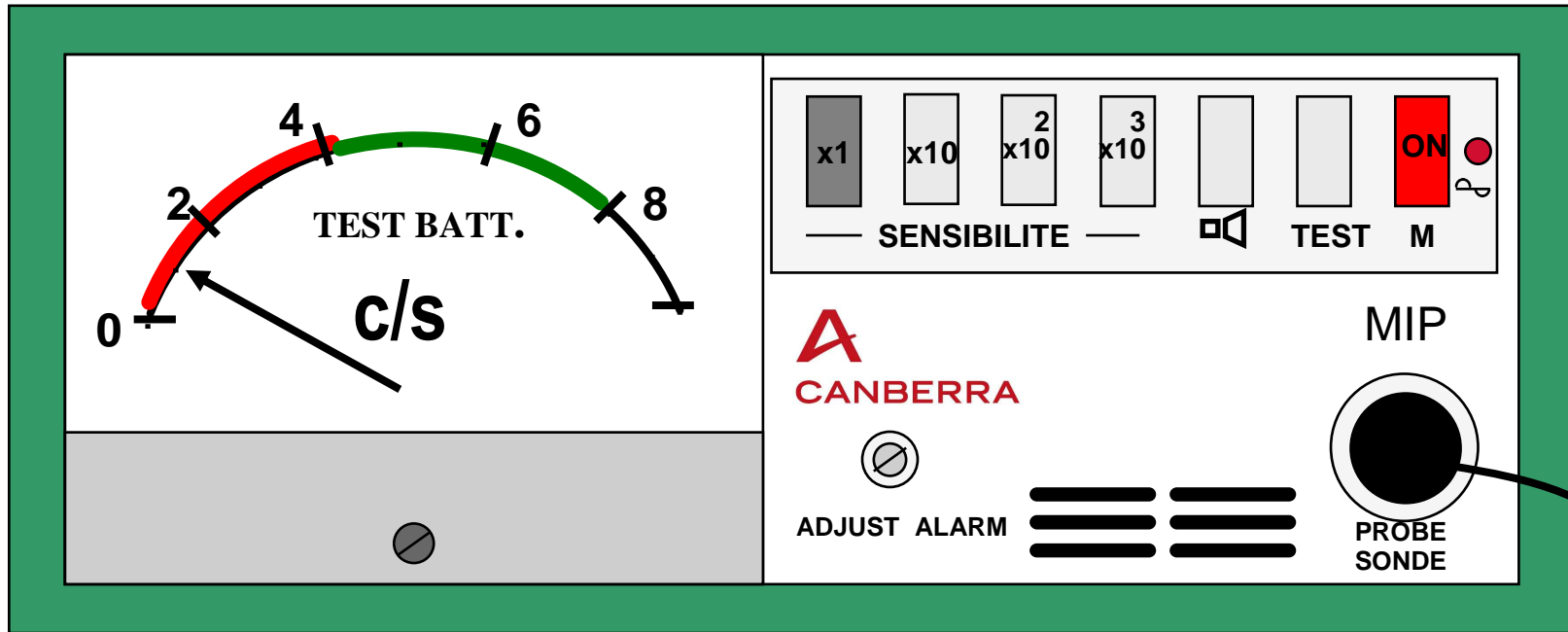
3) Placer la source

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 n_{REF}

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

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