

## MODE D'EMPLOI MESUREUR ELCOMETER 236

### APPAREIL PORTABLE A COURANT CONTINU POUR DETECTION DES POROSITES

#### AVERTISSEMENT IMPORTANT CONCERNANT LA SECURITE

L'appareil génère une haute tension à l'extrémité de la sonde.

Cette tension peut atteindre 30 kV, c'est-à-dire 30.000 Volts.

L'appareillage doit être utilisé AVEC DE GRANDES PRECAUTIONS et en observant strictement les Instructions de cette Notice.

Le détecteur fonctionne avec une batterie rechargeable et ne doit pas être utilisé quand il est connecté au secteur pour recharger la batterie.

Par sécurité, l'appareil est fourni avec une batterie vide. Voir §8.1.1 pour les consignes de recharge de la batterie.

**Traitement des appareils électriques et électroniques en fin de vie (applicable dans les pays de l'Union Européenne et autres pays européens disposant de systèmes de collecte sélective)**



Ce symbole apposé sur le produit ou sur son emballage indique que ce produit ne doit pas être traité avec les déchets ménagés. Il doit être remis à un point de collecte approprié pour le recyclage des équipements électriques et électroniques. En s'assurant que ce produit est bien remis au rebut de manière appropriée, vous aiderez à prévenir les conséquences négatives potentielles pour l'environnement et la santé humaine. Le recyclage de matériaux aidera à préserver les ressources naturelles. Pour toute information supplémentaire au sujet du recyclage de ce produit, vous pourrez contacter votre municipalité, votre déchetterie ou l'Entreprise où vous avez acheté cet équipement. *(En application du décret N°2005-829 du 20 juillet 2005, paru au Journal Officiel N°169 du 22 juillet 2005)*

Elcometer et Dataputer sont des marques déposées de ELCOMETER Instruments Ltd.

© Elcometer Instruments Ltd. Angleterre 1999

Tous droits réservés. Aucune partie de ce document ne peut être reproduite, transmise, copiée, mémorisée (dans un système de recherche documentaire ou dans un autre système) ou traduite dans une langue quelconque et sur un support quelconque (électronique, mécanique, magnétique, optique, manuel ou autre) sans l'autorisation écrite préalable de Elcometer Instruments Ltd.

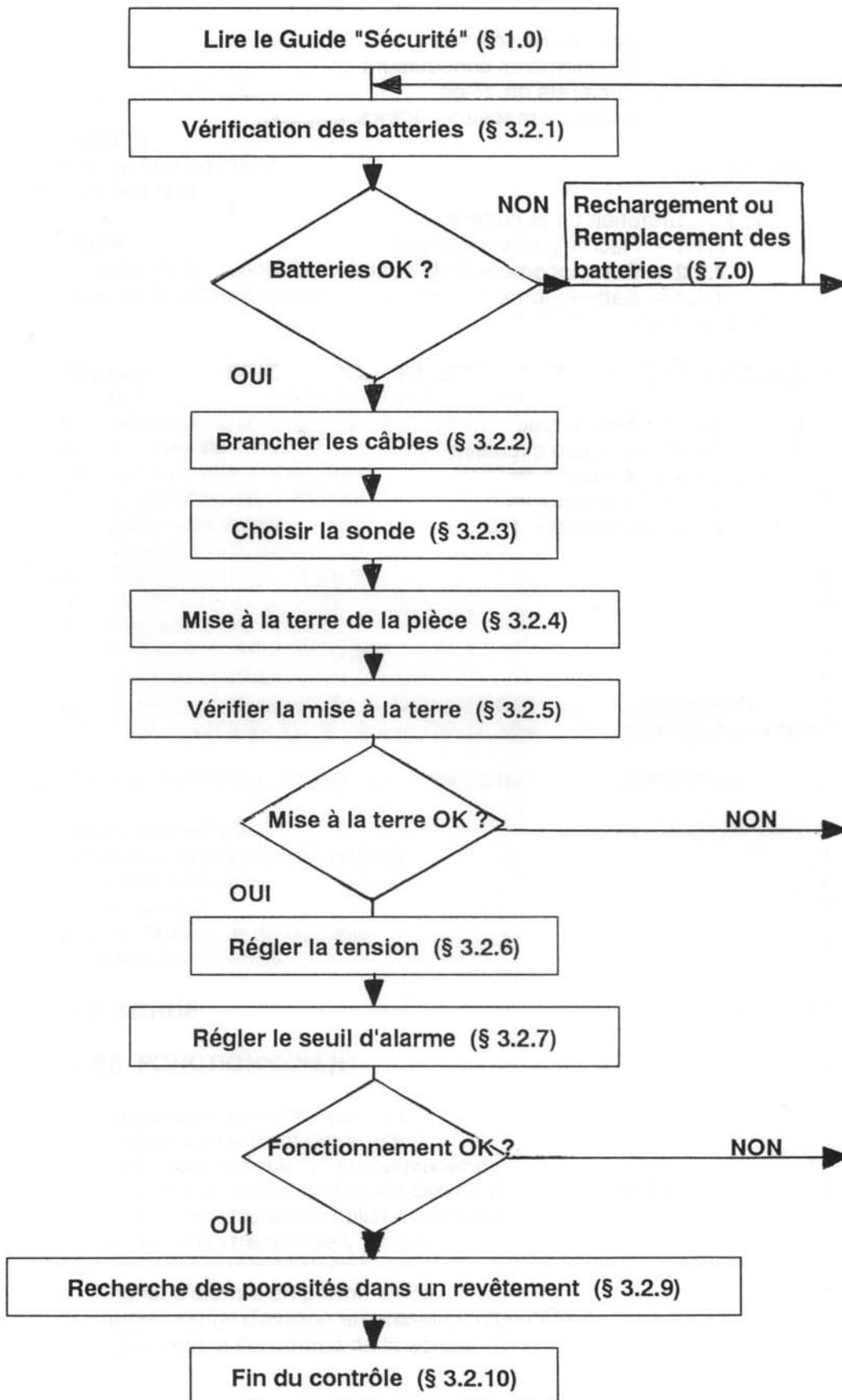
CE ce produit est conforme à la directive emc 89/336/EEC, AMENDE 92/31/EEC & 93/68/EEC

## Table des matières

1 - GUIDE "SECURITE" .....	5
1.1 - Ce qu'il ne faut pas faire.....	5
1.2 - Ce qu'il faut faire.....	5
2 - INTRODUCTION .....	6
2.1 - Importance de la détection des porosités .....	6
2.2 - Principe de la détection des porosités .....	6
3 - UTILISATION .....	7
3.1 - Synoptiques.....	7
3.1.1 - Organes de commande de la face avant.....	7
3.1.2 - Connexions et prises de raccordement.....	7
3.1.3 - Poignée de sonde.....	8
3.1.4 - Etui de protection de transport.....	8
3.2 - Description du mode opératoire.....	8
3.3 - Opérations détaillées .....	8
3.3.1 - Vérification des batteries.....	9
3.3.2 - Câbles de liaison .....	9
3.3.3 - Choix de la sonde.....	9
3.3.4 - Contact masse - substrat.....	9
3.3.5 - Sélection de la gamme de mesure.....	9
3.3.6 - Vérification de la mise à la terre .....	9
3.3.7 - Réglage de la tension .....	10
3.3.8 - Réglage du seuil d'alarme .....	10
3.3.9 - Vérification d'ensemble .....	10
3.3.10 - Détection des porosités et autres défauts dans un revêtement.....	10
3.3.11 - Précautions en fin de contrôle ou en changeant de zone de contrôle.....	11
3.3.12 - Electricité statique.....	11
4 – UTILISATION DE LA FONCTION COURANT.....	11
4.1 – Tension de claquage .....	12
4.1.1 – Réglage de la tension.....	12
4.1.2 – Réglage du seuil d’alarme .....	12
4.1.3 – Sélection de la gamme de contrôle courante.....	12
5 - REGLAGE DE LA TENSION ET DE LA SENSIBILITE DE CONTROLE .....	12
5.1 - Constante diélectrique.....	12
5.2 - Détermination des limites de tension.....	13
5.2.1 - limite inférieure.....	13
5.2.2 - Limite supérieure .....	13
5.3 - Réglage de la tension de contrôle .....	14
5.4 - Réglage du seuil d'alarme .....	14
6 - CHOIX DE LA SONDE .....	15
7 - ANOMALIES DE FONCTIONNEMENT .....	16
7.1 - Problèmes concernant l'afficheur LCD.....	16
7.1.1 - L'afficheur ne fonctionne pas.....	16
7.1.2 - L'afficheur LCD indique "1" en permanence.....	16
7.1.3 - La valeur de tension affichée décroît durant le contrôle.....	16
7.1.4 - La tension affichée est plus élevée que celle qui est à l'extrémité de la sonde.....	16
7.2 - Problèmes concernant l'alarme .....	16
7.2.1 - Signal d'alarme en permanence.....	16
7.2.2 - Aucun signal d'alarme en présence d'un défaut .....	17
7.3 - Pas d'étincelle à l'extrémité de la sonde .....	17

7.4 - Considérations spéciales .....	17
7.4.1 - Revêtements conducteurs.....	17
7.4.2 - Substrats en béton .....	18
7.4.3 - Câble de masse de grande longueur.....	18
8 - ENTRETIEN.....	19
8.1 - Entretien de la batterie .....	19
8.1.1 - Recharge de la batterie.....	19
8.1.2 - Remplacement de la batterie.....	19
8.1.3 - Batterie fortement déchargée .....	19
8.2 - Tests de routine .....	19
9 - SONDES, PIÈCES DÉTACHÉES ET ACCESSOIRES (Voir également Chapitre 6).....	20
9.1 - Sondes type râteau .....	20
9.1.1 - Electrodes pour sondes type râteau.....	20
9.2 - Sondes pinceau circulaires .....	21
9.3 - Sondes à ressort roulant .....	22
9.4 - Tiges prolongatrices.....	22
9.5 - Pièces de rechange .....	23
10 – SPECIFICATIONS .....	23

## PROGRAMME DE TRAVAIL



## 1 - GUIDE "SECURITE"

Du fait de la méthode mise en oeuvre pour la recherche des défauts dans des revêtements, l'ELCOMETER 236 génère une très haute tension qui peut atteindre 30 kV (c'est-à-dire 30.000 Volts) dans les sondes haute tension. L'utilisateur qui la toucherait peut donc recevoir une décharge électrique, laquelle n'est, en principe, pas dangereuse étant donnée la faible intensité de courant.

Par ailleurs, la présence d'un défaut dans le revêtement est signalée par une étincelle électrique, ce qui empêche d'utiliser cette technique dans certaines ambiances, par exemple s'il y a risque d'explosion.

▲ (fond jaune et trait noir) **ATTENTION** : risque de décharge électrique

▲ (fond jaune et trait noir) **ATTENTION** : SVP suivre le GUIDE SECURITE en détail §1.1 & §1.2

C'est pourquoi les prescriptions suivantes doivent être observées pour réduire tout risque de dommages corporels ou matériels.

### 1.1 - Ce qu'il ne faut pas faire

**Ne pas** utiliser l'appareil dans une atmosphère inflammable car un arc électrique ou une étincelle peut produire une explosion.

**Ne pas** effectuer de contrôles au voisinage de machines se déplaçant.

**Ne pas** travailler en position précaire, instable ou élevée car toute chute risque d'entraîner des blessures sauf si l'on utilise un harnais de sécurité.

**Ne pas** utiliser l'appareil sous la pluie ni en atmosphère humide.

**Ne pas** confier cet appareil à un opérateur ayant des problèmes cardiaques ou portant un pacemaker.

**Ne pas** nettoyer l'appareil ou les câbles avec un produit à base d'eau ou de solvant.

**Ne pas** utiliser l'appareil pendant qu'il est connecté au chargeur de batterie lui même connecté au secteur.

### 1.2 - Ce qu'il faut faire

**Lire** tout d'abord soigneusement ces instructions avant de commencer à utiliser l'appareil.

**Charger** la batterie avant d'utiliser l'appareil pour la première fois.

**Consulter** le responsable de la sécurité ou la Direction avant de commencer les contrôles.

**Porter** des gants en caoutchouc.

**Pratiquer** les contrôles à l'écart d'autres personnes.

**Se faire assister** par une personne chargée de garder la zone de travail libre de tout objet ou de toute personne, et susceptible d'aider à la mise en place de la procédure de contrôle.

**S'assurer** qu'il n'y a pas dans le lieu de travail des solvants ou autres produits inflammables restant après les opérations de protection de surface, surtout dans des zones confinées comme les réservoirs.

**Débrancher** l'appareil et les câbles lorsque les mesures sont terminées ou avant de partir.

**Vérifier** que le câble de mise à la terre est relié au substrat conducteur avant de mettre l'appareil sous tension.

**Ne travailler que** sur des revêtements secs, dont l'épaisseur a été mesurée et qui ont été contrôlés visuellement et acceptés.

**Ne contrôler** avec l'ELCOMETER 236 que des revêtements dont l'épaisseur est supérieure ou égale à 200  $\mu\text{m}$  (0,008"). Pour des épaisseurs plus faibles, utiliser la méthode dite "de l'éponge humide" et les appareils ELCOMETER 204 ou 269. Il faudra néanmoins procéder avec prudence dans le cas des épaisseurs comprises entre 200 et 500  $\mu\text{m}$  (0,008 à 0,020").

**Etre conscient** de la possibilité de décharges électrostatiques sur la surface contrôlée.

Pour réduire ce risque, porter des gants en caoutchouc et faire particulièrement attention en quittant des zones confinées comme les conduites et les réservoirs.

## 2 - INTRODUCTION

### 2.1 - Importance de la détection des porosités

Tout défaut dans un revêtement de protection peut être à l'origine de corrosion ou de toute autre détérioration du matériau support (ou substrat). Parmi les conséquences possibles, citons la formation de corrosion ou de piqûres, ou la pénétration de produits chimiques agressifs. Il peut en résulter des détériorations souvent très coûteuses à réparer et pouvant conduire à des interruptions des outils de production.

La cause la plus fréquente de ce genre de détérioration est la présence dans le revêtement de défauts tels que : piqûres (trous très étroits partant de la surface du revêtement pour aller jusqu'au substrat), lacunes (petites surfaces non recouvertes), inclusions (éléments pris dans le revêtement, comme par exemple des grains de sable), bulles d'air, fissures et zones de faible épaisseur. C'est pourquoi il est important de contrôler les revêtements afin d'y déceler les éventuels défauts, suivant des prescriptions ou procédures bien définies.

Le détecteur de porosité ELCOMETER 236 peut être utilisé en conformité avec les normes et méthodes de contrôle :

ISO 2746 (Emaux vitrifiés – Articles émaillés pour usage dans des conditions hautement corrosives – Essais sous haute tension – 1994), ASTM D 4787, ASTM F 423, ASTM G 6, ASTM G 62-B, NACE RPO 188, NACE RPO 274, NACE REO 490, BS 1344-11, ANSI/AWWA C213-91, ANSI/AWWA C214-89, AS 3894.1, JIS G-3491, JIS G-3492.

### 2.2 - Principe de la détection des porosités

L'appareil portable ELCOMETER 236 DC est l'instrument idéal de détection des défauts dans un revêtement, à condition que celui-ci :

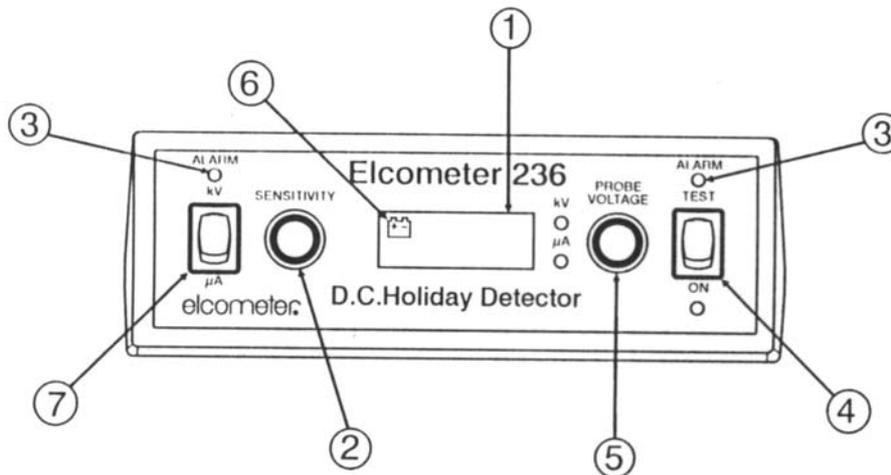
- soit non conducteur
- recouvre un substrat conducteur
- ait une épaisseur d'au moins 200  $\mu\text{m}$  (0,008"), et de préférence de plus de 500  $\mu\text{m}$  (0,020")

Le détecteur de porosités génère une haute tension continue transmise par une sonde à la surface du revêtement. De plus, l'appareil est relié à la terre par le substrat. Lorsque la sonde se trouve au-dessus d'un défaut dans le revêtement, le circuit électrique est fermé, produisant le passage du courant entre la sonde et le substrat. Les alarmes sonores et visuelles sont alors déclenchées et une étincelle peut apparaître au droit du défaut.

### 3 - UTILISATION

#### 3.1 - Synoptiques

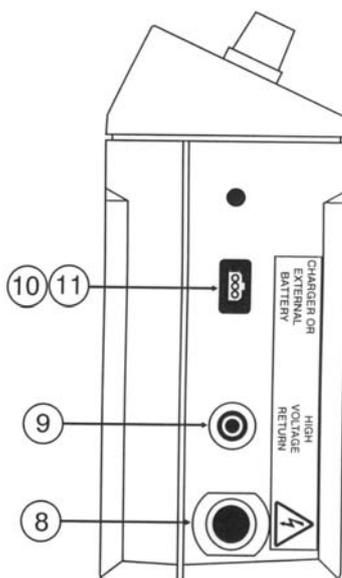
##### 3.1.1 - Organes de commande de la face avant



**FIGURE 3. 1 - Face avant**

- 1 Afficheur à cristaux liquides de la tension de sortie
- 2 Réglage du seuil d'alarme
- 3 Alarme visuelle s'allumant lorsqu'un défaut est détecté
- 4 ON : Position basse  
OFF : Position médiane  
TEST : Position haute (maintenir l'interrupteur vers le haut pour effectuer le test de batteries)
- 5 Réglage de la tension (potentiomètre à 10 tours)
- 6 Indicateur de l'état de charge de la batterie
- 7 Interrupteur Volt/Intensité

##### 3.1.2 - Connexions et prises de raccordement



8. Prise pour la sonde à haute tension
9. Prise pour câble de mise à la terre
10. Prise pour le chargeur
11. Connexion du pack batterie externe

**FIGURE 3. 2 - Prises latérales et prises de raccordement**

### 3.1.3 - Poignée de sonde

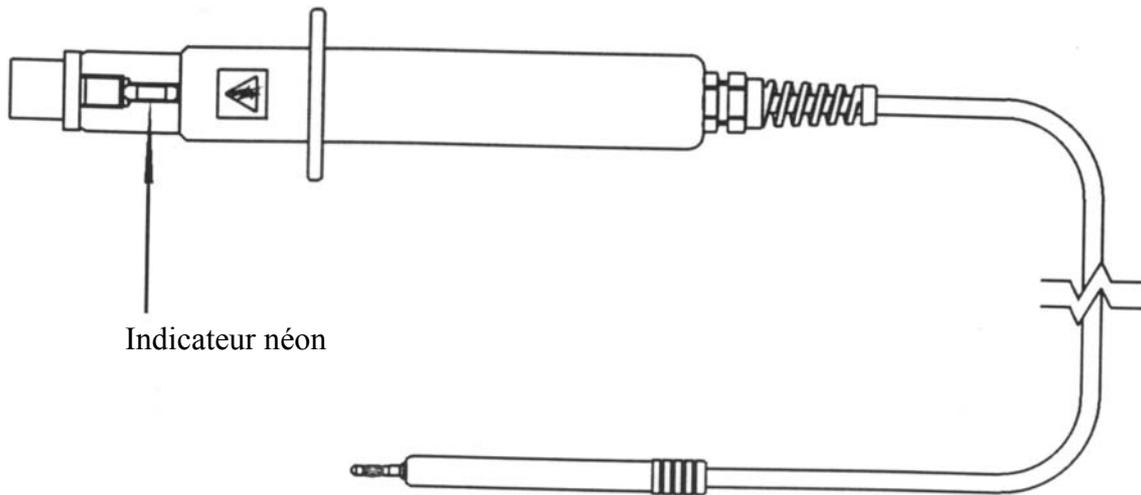
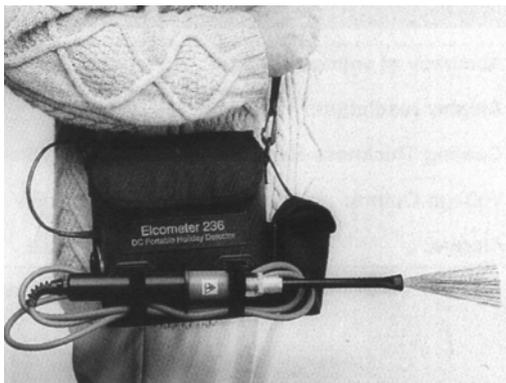


FIGURE 3. 3 - Poignée de sonde

### 3.1.4 - Etui de protection de transport



Système de transport pratique.

Le détecteur peut être utilisé dans son étui de protection.

L'étui peut alors être utilisé pour transporter et protéger le détecteur.

L'étui dispose de sangles "velcro™" permettant d'attacher la sonde ou autres accessoires sur le devant de la sacoche.

## 3. 2 - Description du mode opératoire

**NE JAMAIS OMETTRE de consulter le GUIDE "SECURITE" (schématisé page 1) avant de commencer à travailler.**

Après les vérifications préliminaires, relier le câble de mise à la terre de l'appareil au substrat. Régler la tension de contrôle appliquée à la surface du revêtement par la sonde.

Lorsqu'elle se trouve au-dessus d'un défaut, le courant passe puisque le circuit électrique est fermé. Ceci déclenche des alarmes optiques et sonores, tandis qu'une étincelle peut se produire entre la sonde et le substrat.

### 3.3 - Opérations détaillées

**NE JAMAIS OMETTRE de consulter le GUIDE "SECURITE" (schématisé page 1) avant de commencer à travailler.**

### 3.3.1 - Vérification des batteries

Tourner à fond le bouton < VOLT > dans le sens inverse des aiguilles d'une montre afin de régler la tension de sortie sur "0".

Presser et maintenir enfoncé l'interrupteur < ON / TEST > pour mettre l'appareil en position de contrôle ("TEST").

Observer l'indicateur d'état de charge de la batterie. Si l'aiguille est dans le secteur rouge, les batteries doivent être remplacées ou rechargées ( cf. Chapitre 8). Si l'aiguille se trouve dans le secteur vert, l'appareil est prêt à fonctionner.

Si le symbole  de faible charge batterie n'est pas sur l'écran, l'appareil est prêt à fonctionner.

Sinon il faut recharger la batterie. Voir le § 8.1.1 pour les instructions de charge.

### 3.3.2 - Câbles de liaison

**Remarque :** Si le détecteur est utilisé sans le sortir de la sacoche de transport, faire passer le câble de masse dans la bride placée sur le coté de la sacoche, ce qui réduit les risques d'un détachement accidentel du câble.

Placer le bouton < ON / TEST > à sa position centrale et tourner le bouton < VOLT > dans le sens anti-horaire jusqu'à la butée, pour être certain de ne pas avoir de décharge électrique accidentelle.

Raccorder la poignée rouge de la sonde haute tension et son câble dans la prise de sonde haute tension, et le câble de masse (prise verte, fils vert et jaune) dans la prise de terre.

### 3.3.3 - Choix de la sonde

Se reporter au Chapitre 6 pour déterminer la sonde la mieux appropriée au contrôle à effectuer, et la brancher dans la prise haute tension.

### 3.3.4 - Contact masse - substrat

Fixer au moyen d'un clip le câble de masse au substrat métallique.

### 3.3.5 - Sélection de la gamme de mesure

L'appareil dispose de deux gammes de mesure : tension ou courant. Pour cette méthode de contrôle, seule la tension est intéressante.

Pour sélectionner la tension, le bouton (7) doit être sur la position kV

### 3.3.6 - Vérification de la mise à la terre

Tenir la sonde par sa poignée et en la tenant en l'air, amener l'interrupteur < ON / TEST > en position haute, ce qui a pour effet de mettre le détecteur en marche.

Tourner le bouton < VOLT > dans le sens horaire jusqu'à ce que l'afficheur à cristaux liquides (LCD) indique 1 kV, puis tourner le bouton < SENS > dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à la butée.

Abaisser la sonde sur le substrat non revêtu ou sur la connexion de masse. Le signal sonore doit retentir, le témoin lumineux doit s'allumer, et l'indicateur néon dans la poignée de la sonde doit briller, ce qui montre que la mise à la terre est réalisée.

Placer l'interrupteur < ON / TEST > sur sa position centrale. Tourner les boutons < VOLT > et < SENS > dans le sens inverse des aiguilles d'une montre jusqu'à la butée afin de remettre l'appareil en position de sécurité.

Si l'appareil n'a pas réagi comme ci-dessus, cela signifie que la mise à la terre n'est pas correcte. Il faut alors recommencer toutes les manipulations précédentes et essayer de nouveau. Si la mise à la terre n'est toujours pas satisfaisante, opérer comme décrit au Chapitre 7. Vérifier également si le substrat est bon conducteur et si le revêtement est non conducteur. Si ce n'est pas le cas, l'appareil est dans l'incapacité de fonctionner correctement.

### **3.3.7 - Réglage de la tension**

En tenant la sonde en l'air, placer l'interrupteur < ON / TEST > en position haute, ce qui met l'appareil en marche.

Tourner le bouton < VOLT > dans le sens horaire jusqu'à ce que la tension désirée (cf. Chapitre 5) apparaisse sur l'afficheur LCD.

### **3.3.8 - Réglage du seuil d'alarme**

Tourner le bouton < SENS > dans le sens des aiguilles d'une montre pour régler la sensibilité à un niveau approprié (cf. Chapitre 5).

### **3.3.9 - Vérification d'ensemble**

Trouver un défaut sur le revêtement, et s'il n'y en a pas, en créer un artificiellement. Vérifier que ce défaut est correctement détecté et localisé, en procédant comme décrit ci-dessous (§ 3.3.9).

Au cas où le défaut n'est pas décelé, vérifier que toutes les opérations décrites ci-dessus ont été correctement effectuées. Si c'est le cas, rechercher l'origine de ces anomalies de fonctionnement (Chapitre 7).

### **3.3.10 - Détection des porosités et autres défauts dans un revêtement**

Mettre la sonde en contact avec la surface du revêtement et la déplacer sur la zone à tester à la vitesse d'environ 1 mètre toutes les 4 secondes, soit 0,25 m/s.

Il suffit que l'un des signaux d'alarme suivants soit déclenché pour que l'on soit certain de la présence d'un défaut dans le revêtement :

- Etincelle entre la sonde et la surface
- Alarme visuelle sur l'appareil
- Alarme sonore
- La tension de sortie affichée sur l'écran LCD s'abaisse notablement
- L'indicateur néon (dans la poignée de la sonde) s'allume

La sonde doit rester en contact permanent avec la surface, car toute interruption pourrait faire manquer des défauts .

### 3.3.11 - Précautions en fin de contrôle ou en changeant de zone de contrôle

Avant de positionner à nouveau le câble de masse, couper l'appareil et ramener la tension de sortie à 0.

Une fois le câble de masse remis à sa nouvelle position, vérifier les raccordements comme indiqué au § 3.3.5.

Débrancher toujours le détecteur et régler la tension à 0 avant de déconnecter les câbles chaque fois que l'opérateur a fini son travail ou lorsqu'il doit l'interrompre.

### 3.3.12 - Electricité statique

Quand la sonde est déplacée sur la surface du revêtement, une charge électrostatique se forme. Celle-ci peut :

- créer sur les objets en contact avec le revêtement une charge de même polarité.

et - induire une charge opposée sur les objets proches électriquement isolés de la surface.

Les quelques exemples suivants montrent les effets possibles sur l'opérateur s'il contrôle à l'intérieur d'un tuyau isolé depuis le sol.

Opérateur ne portant pas de gants ou chaussures en caoutchouc :	Opérateur portant des gants et chaussures en caoutchouc :
L'opérateur touche le revêtement	Les gants et chaussures l'isolent du revêtement
Le corps se charge de la même polarité que le revêtement	Le corps se charge avec une polarité opposée à celle du revêtement
Aucun "choc" si le revêtement est touché.	Si une partie non isolée de l'opérateur touche le revêtement, une décharge peu causer un "choc".

### Eviter un choc électrique (coup de courant)

Une bande conductrice entre l'opérateur et le sol empêchera le corps de se charger.

Des gants et chaussures en caoutchouc devraient être portés. Il devrait y avoir un choc à l'intérieur du tuyau si une partie non isolée du corps touche le revêtement chargé.

En plus de la méthode ci-dessus, il est recommandé de relier la pièce de travail à la masse pour prévenir toute formation de charges électriques qui peuvent rester sur la pièce quelques minutes après le contrôle.

## 4 – UTILISATION DE LA FONCTION COURANT

En plus d'être capable de contrôler la tension disponible à l'extrémité de la sonde, l'appareil est aussi capable de contrôler l'intensité du courant qui circule de la sonde à travers la pièce et revient par le câble de masse.

Cela permet la technique de mesure utilisée sur des revêtements particulièrement conducteurs, ou la méthode de test de la tension de claquage des matériaux isolants ; par exemple tester la tension de claquage du matériau isolant utilisé dans les couvertures chauffantes.

#### **4.1 – Tension de claquage**

**NE JAMAIS OMETTRE de consulter le GUIDE "SECURITE" (schématisé page 1) avant de commencer à travailler.**

Après vérifications préalables de l'équipement, connecter le câble de masse au substrat ou au matériaux conducteur sur lequel est déposé l'isolant.

Sélectionner le test en tension et appliquer la sonde sur la surface revêtue. Si la sonde traverse une fissure du revêtement, le circuit électrique se ferme, l'alarme sonore et visuelle est alors activée et une étincelle peu se produire entre la sonde et le substrat.

##### **4.1.1 – Réglage de la tension**

Le but de cette méthode de test est de déterminer la résistance diélectrique du revêtement non conducteur. Ainsi la tension peut être réglée jusqu'au point de claquage (endommagement du revêtement) ou tension maximale de travail du matériau isolant.

En contrôlant le courant pendant le test, il est possible de déterminer la résistance diélectrique approximative du matériau conducteur.

##### **4.1.2 – Réglage du seuil d'alarme**

la fonction alarme pour ce type d'essai ne fournit pas d'information utile. Pour cette raison, l'alarme est réglée avec une sensibilité minimum.

##### **4.1.3 – Sélection de la gamme de contrôle courante**

Afin de contrôler le courant, la gamme de mesure de l'appareil doit être modifiée : positionner le commutateur sur la position  $\mu\text{A}$ .

## **5 - REGLAGE DE LA TENSION ET DE LA SENSIBILITE DE CONTROLE**

Pour un contrôle efficace, la tension de sortie doit se situer dans la fourchette proposée.

La limite supérieure est celle pour laquelle le revêtement lui-même serait endommagé. Par conséquent, la tension de contrôle doit rester au-dessous de cette limite. La limite inférieure est la tension nécessaire pour provoquer un court-circuit sur une épaisseur d'air égale à l'épaisseur du revêtement. Si la tension de sortie ne dépasse pas cette valeur, aucun défaut ne sera détecté. Le chapitre suivant décrit comment cette zone de sécurité, et néanmoins efficace, peut être déterminée.

### **5.1 - Constante diélectrique**

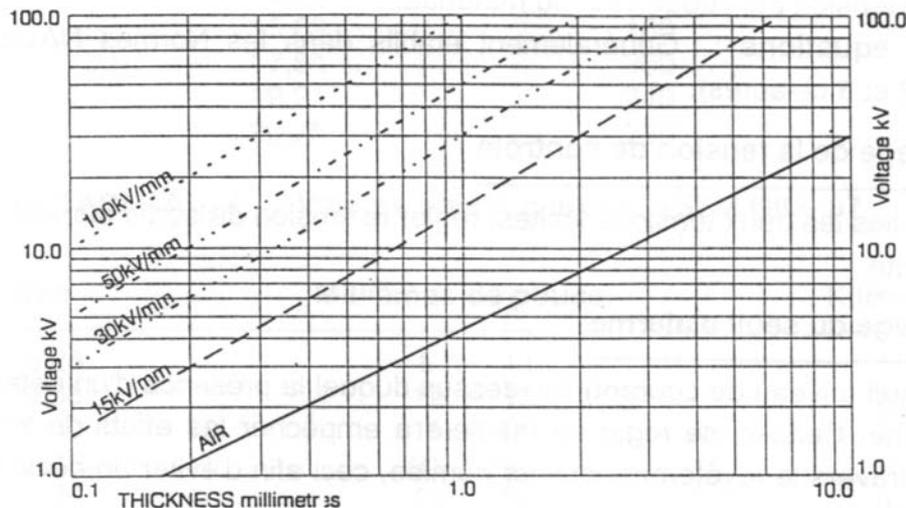
Une tension suffisante appliquée à un matériau quelconque en fait un conducteur électrique.

Cependant, dans le cas des isolateurs diélectriques, la tension nécessaire pour générer un courant électrique risque d'endommager irrémédiablement le revêtement.

La tension nécessaire pour provoquer un court-circuit dans une épaisseur particulière de matériau est appelée "constante diélectrique", et elle est généralement exprimée en unités de tension par unité de distance, c'est-à-dire kV/mm. Sa valeur est fonction du type de tension appliquée (alternative, continue ou pulsée), de la température et de l'épaisseur. La figure 4.1 montre les relations entre la tension de court-circuit et l'épaisseur, pour des matériaux ayant des constantes diélectriques différentes.

Ainsi, la tension maximale applicable est donc la constante diélectrique du matériau multipliée par l'épaisseur du revêtement, et la tension minimale applicable est la constante diélectrique de l'air multipliée par l'épaisseur du revêtement.

La constante diélectrique des matériaux utilisés pour les revêtements est généralement comprise entre 10 et 30 kV/mm, celle de l'air variant entre 1,3 et 4 kV/mm.



**FIGURE 4. 1 - Tension de court-circuit en fonction de l'épaisseur, pour des matériaux présentant différentes constantes diélectriques**

## 5.2 - Détermination des limites de tension

### 5.2.1 - limite inférieure

La limite inférieure à laquelle les contrôles sont efficaces est la valeur requise pour provoquer un court-circuit dans une épaisseur d'air égale à l'épaisseur du revêtement. La tension de claquage d'une épaisseur donnée d'air varie avec l'humidité, la pression et la température mais est  $\approx 4$  kV/mm (0.1kV/thou-mil)

Si l'épaisseur du revêtement est connue (ou si elle peut être mesurée), la valeur de la limite inférieure se lit sur la figure 4.1, sur la droite marquée "AIR". Par exemple, pour une épaisseur de revêtement de 1,0 mm, la limite inférieure se situe à  $\approx 4,5$  kV.

Pour une épaisseur de revêtement inconnue, la valeur minimale devra être déterminée expérimentalement. Pour cela, ramener à zéro la tension de sortie et placer la sonde au-dessus d'une zone de substrat sans revêtement, à la hauteur où il devrait se trouver normalement. Augmenter lentement la tension jusqu'à obtention d'une étincelle, et noter sa valeur : c'est cette tension qui représente la limite inférieure.

### 5.2.2 - Limite supérieure

Il y a plusieurs méthodes permettant de déterminer la limite supérieure de tension :

**La Spécification**, dans la mesure où il y en a une et où la tension de contrôle y est indiquée.

**La constante diélectrique**, si elle est spécifiée pour le revêtement à contrôler. Mesurer l'épaisseur du revêtement et calculer la tension à l'aide de la figure 4.1. D'autre part, calculer la tension maximum applicable en fonction des variations d'épaisseur admises sur le revêtement. Noter que 1 kV/mm est égal à 25,4 V par millièbre de pouce.

**Remarque :** Cette méthode n'est applicable que si les valeurs de la constante diélectrique ont été déterminées avec une tension continue.

**Expérimentalement :** Mettre la sonde en contact avec une zone sans importance de la pièce à contrôler. Augmenter lentement la tension jusqu'à ce qu'une étincelle traverse le revêtement; noter la valeur de la tension. La constante diélectrique peut se calculer en divisant cette tension par l'épaisseur du matériau.

**Tableaux et équations :** Généralement établis dans les Normes NAGE et ASTM (cf. tableaux 1, 2 et 3 ci-après).

### 5.3 - Réglage de la tension de contrôle

Une fois établies les deux tensions limites, régler la tension de sortie sur une valeur médiane de la fourchette.

### 5.4 - Réglage du seuil d'alarme

Il s'agit du seuil (niveau de courant) au-dessus duquel la présence d'un défaut déclenche un signal d'alarme. Celui-ci se règle de manière à empêcher les effets de toute fuite du flux électrique à travers le revêtement ou l'air humide, ceci afin d'éviter un déclenchement inutile du signal d'alarme.

Le bouton < SENS > sert à régler le seuil d'alarme. En tournant ce bouton dans le sens des aiguilles d'une montre, on abaisse le seuil, ce qui conduit à augmenter la sensibilité de l'appareil.

C'est pourquoi :

En tournant ce bouton dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à la butée, on obtient la sensibilité maximale et le seuil en intensité le plus bas.

En le tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre jusqu'à la butée, on obtient la sensibilité minimale et le seuil en intensité le plus élevé.

Si la sensibilité est trop élevée, le signal d'alarme se déclenche lorsqu'il y a une fuite de courant, même s'il n'y a pas de défaut, généralement parce que la surface est humide ou que le revêtement est légèrement conducteur.

Si la sensibilité est trop basse, l'alarme n'est pas déclenchée car l'intensité du courant n'atteint jamais le niveau du seuil. Néanmoins, l'indicateur néon dans la poignée de la sonde reste allumé et une étincelle peut se produire en présence d'un défaut.

Microns	Kilovolts	Millièmes de pouce	Kilovolts
100	1.04	5	1.17
200	1.47	10	1.66
300	1.80	15	2.03
400	2.08	20	2.34
500	2.33	25	2.63
600	2.55	30	2.88
700	2.76	35	3.11
800	2.95	40	3.32
900	3.12		
1000	3.29		

**TABLEAU 1 - Valeurs en kV, d'après ASTM G62-87 (jusqu'à 1mm)**

Millimètres	Kilovolts	Millièmes de pouce	Kilovolts
1	7.84	40	7.91
2	11.09	80	11.18
3	13.58	120	13.69
4	15.69	160	15.81
5	17.54	200	17.68
6	19.21	240	19.36
7	20.75	280	20.92

**TABLEAU 2 - Valeurs en kV, d'après ASTM G62-87 (au dessus de 1mm)**

Millimètres	Millièmes de pouce	Kilovolts
0.20 – 0.28	8 – 11	1.5
0.30 – 0.38	12 – 15	2.0
0.40 – 0.50	16 – 20	2.5
0.53 – 1.00	21 – 40	3.0
1.01 – 1.39	41 – 55	4.0
1.42 – 2.00	56 – 80	6.0
2.06 – 3.18	81 – 125	10.0
3.20 – 3.43	126 – 135	15.0

**TABLEAU 3 - Valeurs en kV, d'après NACE RPO188-88**

## 6 - CHOIX DE LA SONDE

Le tableau 4 présente les sondes les plus appropriées suivant les caractéristiques de la surface à contrôler : faces internes ou externes de conduites, surfaces de grandes dimensions et pièces de formes complexes. De plus, des contrôles à grande distance sont également possibles grâce à des tiges prolongatrices de 250 mm, 500 mm et 1000 mm, utilisables avec tous les types de sondes. Les portées de ces tiges peuvent encore être prolongées en les assemblant au moyen d'un raccord.

Les sondes, tiges prolongatrices et raccords mentionnés ci-dessous sont disponibles, et le détecteur ELCOMETER 236 ne peut travailler qu'avec ces éléments de notre fabrication.

D'autres détails concernant les sondes et les accessoires sont donnés (avec les références) au Chapitre 9.

Type de surface	Sonde conseillée	Observations
Surface de petites dimension, surfaces de formes complexe, applications générales	Sonde pinceau droite	Permet une pression de contact réduite
Surfaces de grandes dimensions	Sonde pinceau type râteau	Existe en différentes largeurs, soit avec ruban de caoutchouc conducteur pour une pression réduite, soit avec une extrémité en fils de bronze phosphoré pour une pression moyenne
Intérieur de conduites de Ø 40 à 300 mm	Sonde pinceau circulaire	Fournie avec tige prolongatrice de 250 mm
Extérieur de conduites de Ø 50 à 1000 mm	Sonde à ressort roulant	Fournie avec un ressort en bronze phosphoré et une tige prolongatrice de 250mm

**Tableau 4 - Choix de la sonde en fonction des surfaces à contrôler**

## 7 - ANOMALIES DE FONCTIONNEMENT

### 7.1 - Problèmes concernant l'afficheur LCD

#### 7.1.1 - L'afficheur ne fonctionne pas

Origine possible	Solution proposée
L'appareil n'est pas en fonctionnement	Placer l'interrupteur <ON/OFF> en position haute
La batterie n'est pas chargée, comme le montre l'indicateur d'état de charge	Recharger ou remplacer la batterie (comme indiqué au Chapitre 8)
Les contacts entre l'appareil et la batterie sont déformés	Retirer la batterie (cf. Chapitre 8), soulever doucement les contacts à l'aide d'une pince ou d'un tournevis
Le fusible n'est pas monté (cf. fig. 3.2) ou bien il est fondu	Monter ou remplacer le fusible (1.6A, type T)

#### 7.1.2 - L'afficheur LCD indique "1" en permanence

Origine possible	Solution proposée
La tension est supérieure à la capacité de l'afficheur	Abaisser la tension de sortie ou utiliser un appareil de plus grande capacité

#### 7.1.3 - La valeur de tension affichée décroît durant le contrôle

Origine possible	Solution proposée
La surface est conductrice	Se reporter au § 6.4.1
La surface de la sonde est trop grande	Prendre une sonde plus petite (cf. Chapitre 6) ou augmenter la tension de sortie

#### 7.1.4 - La tension affichée est plus élevée que celle qui est à l'extrémité de la sonde

Origine possible	Solution proposée
Le câble haute tension est abîmé	Remplacer le câble
L'indicateur néon est cassé ou absent	Remplacer l'indicateur néon
La mise à la terre est mauvaise	Vérifier toutes les connexions (cf. Chapitre 3)

### 7.2 - Problèmes concernant l'alarme

#### 7.2.1 - Signal d'alarme en permanence

Origine possible	Solution proposée
Le revêtement est conducteur	Se reporter au § 6.4.1
Le seuil de sensibilité est trop élevé	Diminuer la sensibilité en tournant le bouton < SENS > dans le sens inverse des aiguilles d'une montre
La sonde est déplacée trop rapidement	Ne la déplacer qu'à la vitesse de 0,25m/s
La surface de contact de la sonde est trop grande	Utiliser une sonde plus petite (cf. Chapitre 6)

### 7.2.2 - Aucun signal d'alarme en présence d'un défaut

Origine possible	Solution proposée
Le seuil de sensibilité est trop bas	Augmenter la sensibilité en tournant le bouton < SENS > dans le sens des aiguilles d'une montre
La tension est trop faible	Augmenter la tension en tournant le bouton < VOLT > dans le sens des aiguilles d'une montre. Voir également le Chapitre 4

### 7.3 - Pas d'étincelle à l'extrémité de la sonde

Origine possible	Solution proposée
L'indicateur néon dans la poignée est abîmé	Remplacer l'indicateur néon
Les câbles sont endommagés	Réparer ou remplacer les câbles
Les connexions sont mauvaises	Nettoyer les prises et rebrancher les câbles (cf. Chapitre 3)
La batterie est déchargée	Recharger la batterie (cf. Chapitre 8)

### 7.4 - Considérations spéciales

#### 7.4.1 - Revêtements conducteurs

Comme indiqué plus haut, une diminution brutale de la tension indiquée sur l'afficheur lorsque la sonde est appliquée sur le revêtement ou une alarme sonore permanente peut être due à la conductivité du revêtement. Les cas les plus courants sont décrits ci-dessous.

#### **Présence de particules conductrices** (métal, carbone, ou autre) dans le revêtement

Les particules de ce type ne sont normalement pas en contact les unes avec les autres. Mais quand le revêtement est soumis à des tensions élevées, on peut obtenir des micro-courts-circuits entre les différentes particules. Le revêtement devient alors conducteur et l'appareil indique la présence d'un défaut.

Pour supprimer ce phénomène, il faut abaisser la tension de manière à ce qu'elle reste encore assez élevée pour détecter les défauts mais qu'elle soit assez basse pour éviter les courts-circuits internes au revêtement. Dans certains cas toutefois, le revêtement sera encore conducteur à des tensions trop basses pour détecter un défaut. Dans ce cas, la méthode de détection de porosités par courant continu ne peut plus être utilisée pour le contrôle de ce type de revêtement.

#### **Humidité ou contamination superficielles**

Il peut en résulter un courant de fuite qui n'est pas dû à un défaut dans le revêtement, c'est-à-dire que l'appareil signale un défaut inexistant. Dans des cas de ce genre, il faut essuyer la surface avec un chiffon sec ou la nettoyer avec un produit non conducteur ou un solvant qui n'endommage pas le revêtement.

**Remarque :** Vérifier qu'aucun bidon de détergent ou de solvant n'est resté sur le lieu des contrôles avant de recommencer à travailler.

#### **Pénétration ou absorption d'humidité**

Certains sels hydrosolubles attirent l'humidité de l'atmosphère. Cela ainsi que les autres formes de contamination de surface, peut permettre à la haute tension de traverser la surface contaminée sans que se soit due à un défaut du revêtement.

Ceci concerne plus particulièrement les pièces composites renforcées par des fibres de verre, dont la surface a été usée par abrasion, et qui sont ensuite immergées dans l'eau. On sait en effet que l'humidité s'infiltrer le long des fibres de verre.

Dans tout les cas, la surface doit être convenablement séchée avant de commencer le contrôle.

### **Garnitures en caoutchouc**

Ces types de revêtements peuvent être légèrement conducteurs en raison de la présence de carbone dans leur composition. Comme pour d'autres revêtements conducteurs, abaisser le seuil d'alarme jusqu'à ce que l'appareil ne réagisse qu'à un défaut connu, et non quand la sonde est placée sur le revêtement légèrement conducteur. Il peut aussi être nécessaire d'augmenter la tension de contrôle pour compenser le flux électrique qui traverse le revêtement.

### **Revêtements mal séchés ou mal polymérisés**

Dans ce cas, le revêtement contient encore des solvants qui produisent des courants de fuite même en l'absence de défaut. Cet inconvénient sera évité en attendant que le revêtement soit complètement séché ou polymérisé avant d'entreprendre le contrôle.

## **7.4.2 - Substrats en béton**

Si des substrats en béton ou en ciment contiennent suffisamment d'humidité, ceux-ci sont alors conducteurs et la méthode décrite ici peut être utilisée pour contrôler des revêtements sur ces substrats.

La procédure de contrôle est la même que celle décrite au Chapitre 3, mais en observant toutefois certaines précautions : un clou de maçonnerie introduit dans le béton assure généralement un contact suffisant pour le câble de mise à la masse.

On vérifiera la possibilité de contrôler les bétons avec l'ELCOMETER 236 en établissant le contact au moyen de ce clou, auquel sera relié le câble de masse. Régler la tension du contrôle en fonction de l'épaisseur du revêtement, ou entre 3 et 6 kV si elle n'est pas connue.

Appliquer ensuite la sonde sur le béton nu, à environ 4 m du clou. Le déclenchement de l'alarme indique que le béton a une conductivité suffisante.

Si le béton est trop sec, il est possible que cette méthode de détection des porosités ne soit pas utilisable.

## **7.4.3 - Câble de masse de grande longueur**

Lorsque la prise de mise à la terre se trouve loin de l'endroit où se fait le contrôle, il faut utiliser un câble de masse plus long.

On est certain de la sorte que l'appareil - et par conséquent les alarmes - seront plus proches de l'opérateur et que la chute de tension dans le câble de la sonde ne sera pas trop importante.

## 8 - ENTRETIEN

### 8.1 - *Entretien de la batterie*

La batterie de l'ELCOMETER 236 est constituée par des plaques d'anode et de cathode séparées par un gel d'électrolyte acide et logées dans un boîtier étanche ABS ventilé et très résistant. La batterie peut travailler même lorsqu'elle est sous charge, et elle DOIT être stockée chargée. Grâce au gel et à son boîtier étanche, il n'est pas nécessaire de la remplir d'eau.

La batterie dispose en principe d'une autonomie de 8 heures avant de nécessiter une recharge. Celle-ci demande 10 heures. L'appareil 236 ne peut pas être alimenté directement ou indirectement par le secteur. Dans le cas d'un fonctionnement en continu de plus de 8 heures par jour, il faut donc prévoir des batteries de rechange (cf. Chapitre 8).

#### 8.1.1 - Recharge de la batterie

Si nécessaire, sortir l'appareil de sa sacoche. Retirer la batterie en desserrant les écrous de chaque côté de l'appareil.

Placer la batterie avec les bornes de raccordement vers le haut et la relier au chargeur via la prise sur le côté.

Brancher le chargeur sur le secteur et le mettre en marche.

Laisser la batterie en charge pendant 10 heures environ.

**Remarque :** Il peut y avoir production de gaz dans la batterie pendant sa recharge. C'est pourquoi elle est munie de soupapes de sécurité qui la mettent à l'abri d'une pression excessive, et qui se referment automatiquement. C'est pourquoi il est vivement recommandé de sortir la batterie de l'appareil avant de la recharger.

#### 8.1.2 - Remplacement de la batterie

Vérifier que les prises pour la batterie, à l'intérieur de l'appareil, ne sont pas aplaties. Si c'est le cas, les relever doucement à l'aide d'un tournevis.

Vérifier que l'appareil est débranché et que la tension de sortie a été ramenée à zéro, c'est-à-dire que le bouton < VOLT > a été tourné dans le sens anti-horaire jusqu'à la butée.

Insérer la batterie dans l'appareil, en veillant que les bornes de la batterie soient en contact avec les connecteurs de l'appareil.

Resserrer les écrous latéraux de l'appareil pour que la batterie soit solidement fixée.

#### 8.1.3 - Batterie fortement déchargée

Si, par suite d'un court-circuit de la batterie p.ex., la tension aux bornes tombe au-dessous de  $\approx 1,5$  V, elle est dite "fortement déchargée" et doit absolument être rechargée dans un délai de 4 semaines. Cette recharge peut durer jusqu'à 72 heures. Si le délai de 4 semaines n'a pas été observé, il est très probable que la batterie sera endommagée.

### 8.2 - *Tests de routine*

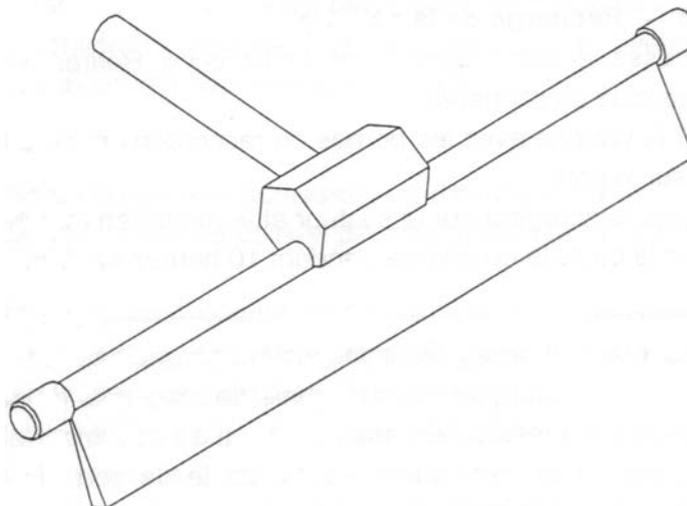
Inspecter à intervalles réguliers l'appareil lui-même, ainsi que les câbles de sonde et de mise à la terre, avec leurs prises. Remplacer toute pièce suspecte.

Si le détecteur de porosités ne fonctionne pas très souvent, vérifier que les indicateurs et moniteurs sont en état de marche (cf. § 3.2.1 à 3.2.6) et recharger la batterie si nécessaire.

Si nécessaire, nous retourner votre appareil pour révision ou ré-étalonnage.

## 9 - SONDES, PIÈCES DÉTACHÉES ET ACCESSOIRES (Voir également Chapitre 6)

### 9.1 - Sondes type râteau



Ce type de sonde est particulièrement approprié pour le contrôle de grandes surfaces, relativement planes.

#### Références

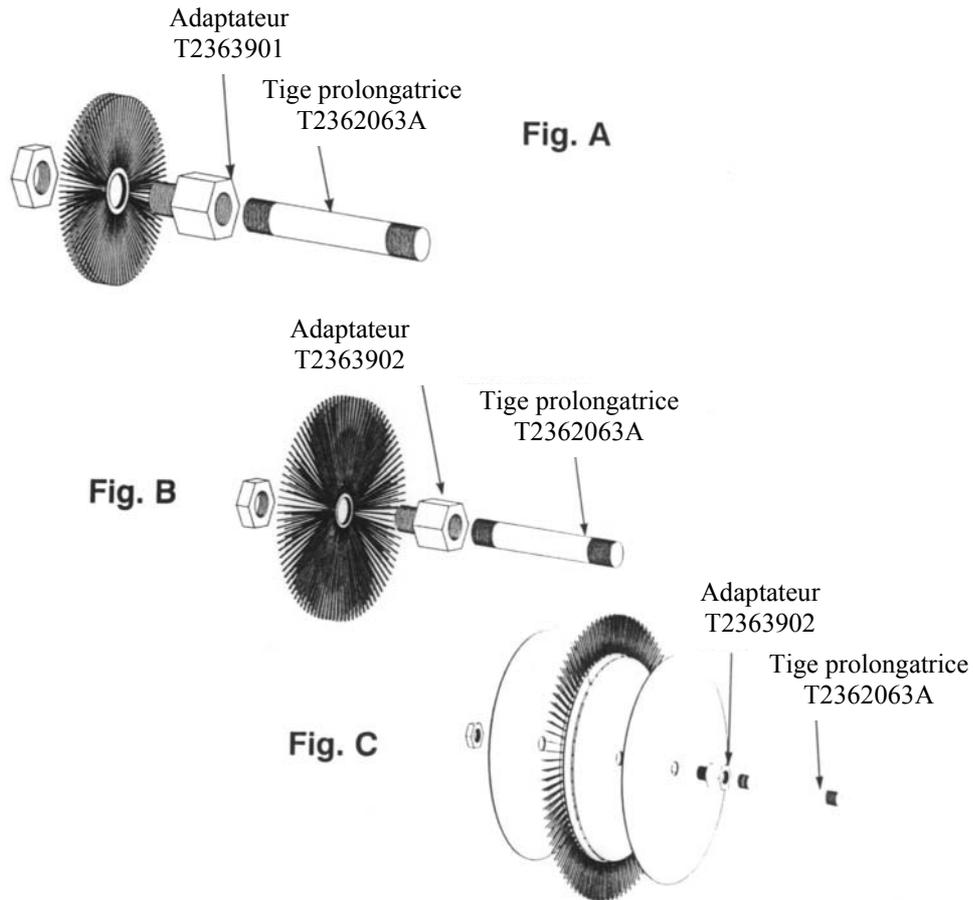
Largeur	Pinceau	Ruban caoutchouc
250 mm	T23638071	T23638081
500 mm	T23638072	T23638082
1000 mm	T23638073	T23638083
1400mm		T23638084

#### 9.1.1 - Electrodes pour sondes type râteau

##### Références

Largeur	Pinceau	Ruban caoutchouc
250 mm	T23626621	T23626731
500 mm	T23626622	T23626732
1000 mm	T23626623	T23626733
1400 mm		T23626734

## 9.2 - Sondes pinceau circulaires

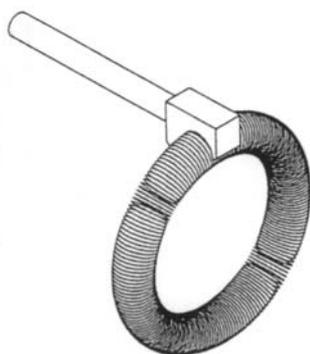


Utilisé pour le contrôle des surfaces intérieures de conduites, ce type de sonde est constitué d'un support, d'une tige prolongatrice de 250 mm et de la sonde pinceau.

Diamètre (en mm), de la conduite	Référence de l'ensemble	Fig.
38	T2363907A	A
51	T2363907B	A
64	T2363907C	B
76	T2363907D	B
89	T2363907E	B
102	T2363907F	B
114	T2363907G	B
127	T2363907H	B
152	T2363907I	B
203	T2363907J	C
254	T2363907K	C
305	T2363907L	C

**Remarque :** Pour des diamètres supérieurs, on utilisera une sonde pinceau type râteau

### 9.3 - Sondes à ressort roulant



Utilisé pour le contrôle de la surface extérieure des conduites, ce type de sonde comprend une poignée, une tige prolongatrice de 250 mm et un ressort.

#### Références

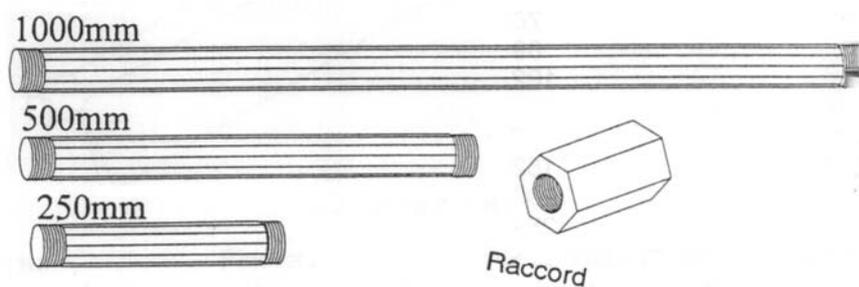
Diamètre (en mm) de la conduite	Ensemble	Ressort seul
50	T2362649A	T2366197A
75	T2362649B	T2366197B
100	T2362649C	T2366197C
150	T2362649D	T2366197D
200	T2362649E	T2366197E
250	T2362649F	T2366197F
300	T2362649G	T2366197G
350	T2362649H	T2366197H
400	T2362649I	T2366197I
450	T2362649J	T2366197J
500	T2362649K	T2366197K
600	T2362649L	T2366197L
750	T2362649M	T2366197M
1000	T2362649N	T2366197N

Support de ressort seul

T2362645-

Pour des diamètres supérieurs, on utilisera une sonde pinceau type rateau

### 9.4 - Tiges prolongatrices



Elles permettent d'augmenter la portée de tous les types de sondes

Longueur	Référence
250 mm	T2362663A
500 mm	T2362663B
1000 mm	T2362663C
Raccord	T2362666-

**9.5 - Pièces de rechange**

Pièce	Référence
Sonde pinceau droite	T2362669-
Bloc batterie	T23612114
Chargeur de batterie (UK)	T23612085
Chargeur de batterie (Européenne)	T23612086
Chargeur de batterie (110 V alternatif)	T23612087
Sacoche de transport	T23612073
Câble de mise à la masse	T23612091
Poignée et câble de sonde	T23612083

**10 – SPECIFICATIONS**

Tension de sortie :	0.5 – 15 kV réglable 0.5 – 30 kV réglable
Précision du réglage de tension	+/- 5% +/- 0.2 kV
Résolution d'affichage ;	15 kV : 0.01 kV 30 kV : 0.1 kV
Intensité de sortie :	0.5 mA maxi
Alimentation :	batterie interne rechargeable (nickel métal hybride) Batterie externe rechargeable disponible en option
Chargeur :	12 V – 400 mA Temps de charge complet : 12 heures
Autonomie :	15 kV > 20 heures 30 kV > 10 heures
Dimensions	L 200 mm X l 170 mm X h 70 mm
Longueur câble de sonde :	2 m
Longueur câble de mise à la terre :	10 m
Poids :	2.8 kg saccoche incluse
Indicateur d'alarme:	
Visuel:	- néon dans la poignée de la sonde - lumineux sur la face avant du détecteur
Audible	
Affichage digital :	écran LCD, hauteur : 12.5mm

**SOFRANEL**

59, rue PARMENTIER 78500 SARTROUVILLE  
tel 01 39 13 82 36 fax 01 39 13 19 42 www.sofranel.com