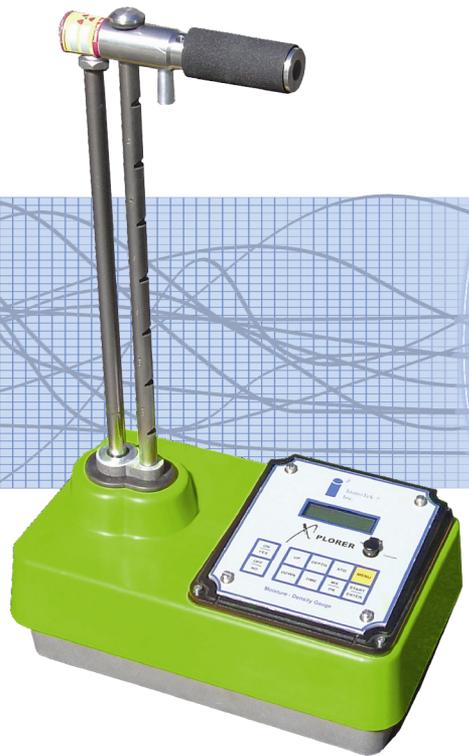


# Manuel de fonctionnement

## Xplorer 3500

Jauge nucléaire de  
densité/humidité



Xplorer™  
MODEL 3500



FAST ACCURATE INNOVATIVE

# Table des matières

CHAPITRE 1: INTRODUCTION ET COMPOSANTS DE LA JAUGE.....	1
CHAPITRE 2: POUR COMMENCER .....	1
CHAPITRE 3: FONCTIONS DU MENU.....	1
CHAPITRE 4: THÉORIE DE LA RADIATION .....	1
CHAPITRE 5: RADIOPROTECTION ET PHYSIQUE DE LA SANTÉ .....	1
CHAPITRE 6: TRANSPORT .....	1
CHAPITRE 7: THÉORIE DE FONCTIONNEMENT DES JAUGE .....	1
CHAPITRE 8: MAINTENANCE DE ROUTINE ET DÉPANNAGE .....	1
CHAPITRE 9: SPÉCIFICATIONS ET ANNEXES.....	1
CHAPITRE 10: INDEX.....	1



# Chapitre 1 : Introduction et composants de la jauge

---

## **Introduction**

Nous vous remercions pour votre achat de la jauge InstroTek, modèle 3500 Xplorer. Cette jauge est conçue pour résister à l'environnement difficile du secteur de la construction. Nous avons demandé à nos clients quelles étaient les caractéristiques qu'ils considéraient comme les plus importantes dans la jauge. La fiabilité, la réduction des coûts d'entretien et le prix d'achat apparaissaient en tête de liste. Nous avons analysé toutes les autres jauges du marché et avons déterminé que, pour améliorer la fiabilité et réduire les coûts d'entretien, nous devons développer et tester rigoureusement les modules électroniques afin de garantir qu'ils sont plus robustes que l'équipement existant. C'est la raison pour laquelle nous avons conçu nos circuits avec des composants de montage en surface extrêmement fiables. En outre, avant d'achever cette jauge, nous avons développé séparément le panneau avant et le support de base et les avons commercialisés en tant que mise à niveau des jauges existantes sur le marché. Au cours des deux dernières années, nous avons amélioré des centaines de panneaux avant et de supports de base avec des résultats de performance exceptionnels. Une fois satisfaits de la fonctionnalité de ces supports individuels, nous avons terminé la conception du Xplorer.

Notre objectif suite à ceci était d'offrir aux clients une jauge fiable à un prix raisonnable, avec des fonctionnalités utiles faciles à utiliser. Nous avons mis de côté les caractéristiques qui sont rarement, voire jamais, utilisées et celles qui pouvaient créer une confusion pour l'opérateur ou augmenter les coûts des réparations.

Le développement et la fabrication des jauges ne sont pas nouveaux pour InstroTek. Pendant les 25 dernières années, nous avons développé des jauges pour le secteur de la construction, du papier et de l'aluminium. Notre personnel technique compte des développeurs et des ingénieurs parmi les plus expérimentés au monde en matière de jauges nucléaires de densité/humidité. Nous sommes certains que la jauge Xplorer et ses fonctionnalités vous impressionneront.

Permettez-nous de vous féliciter pour votre achat de la jauge d'humidité/densité Xplorer. Nous sommes impatients de vous offrir une performance, une expertise et un service supérieurs.

## Xplorer modèle 3500 et accessoires standard



Figure 1.1 Jauge nucléaire Xplorer et accessoires

1. Xplorer modèle 3500
2. Bloc standard de référence
3. Plaque de raclage
4. Outil d'extraction
5. Tige de forage
6. Emballage d'expédition de type A
7. Chargeur c.a. et c.c., un de chaque
8. Manuel de fonctionnement et documentation de la jauge



## Chapitre 2 : Pour commencer

---

### **Fonctionnement de votre jauge Xplorer modèle 3500**

Ce chapitre décrit le fonctionnement de base de votre jauge, de la mise en marche de celle-ci jusqu'à la prise de mesure.

Avant d'utiliser cette jauge, nous recommandons aux utilisateurs de lire ce manuel afin de comprendre le fonctionnement de celle-ci.

*Important : Afin de pouvoir utiliser cette jauge, l'opérateur est tenu de respecter et de comprendre les dispositions de la licence relative aux matériaux radioactifs sous laquelle il est autorisé à utiliser cette jauge.*

### **Chargement des piles**

La jauge Xplorer est équipée de deux jeux de trois blocs-piles au nickel-cadmium de taille D, soit six piles au total. La durée de vie des piles rechargeables dépend du nombre de cycles de chargement/déchargement. Pour obtenir de meilleurs résultats, chargez vos piles uniquement lorsque l'icône de pile faible est affichée. Une charge complète dure 16 heures (une nuit). L'icône de pile faible s'affichera si vous appuyez sur une touche (autre que la touche **OFF** [Arrêt]) alors que la puissance de la pile de la jauge est inférieure à 7 volts.

Les piles sont chargées en usine avant l'étalonnage. Lors de la première mise en marche de la jauge, vérifiez si l'icône de pile faible s'affiche en appuyant sur la touche du menu. Si elle ne s'affiche pas, vous ne devez pas charger les piles. Vous pouvez maintenant commencer à utiliser la jauge.

Vous pouvez utiliser le chargeur c.c. fourni pour un chargement d'urgence sur le terrain. Branchez ce chargeur sur l'allume-cigare de votre véhicule, puis chargez la jauge pendant 30 minutes. Cela devrait fournir une charge suffisante à votre jauge pour effectuer les tests de la journée. Chargez la jauge pendant la nuit suivant la journée d'utilisation.

Pendant le chargement, la lettre « C » s'affichera dans le coin supérieur droit de l'écran. Vous ne devez pas éteindre la jauge lorsque le chargeur est branché. La jauge est équipée d'une puce SmartCharge qui empêche de surcharger les piles.

### **Mise en marche de la jauge**

Utilisez la touche **YES/ON** (oui/marche) pour mettre la jauge en marche. Après sa mise en marche, la jauge Xplorer modèle 3500 affichera les écrans suivants :

*Remarque : Afin de préserver la durée d'utilisation des piles de la jauge lors d'opérations de longue durée, la jauge s'éteindra si vous n'appuyez sur aucune touche pendant une heure. Il vous suffit d'appuyer sur la touche **ON** (marche) lorsque vous serez prêt à recommencer. La jauge n'effectuera pas l'autotest si l'arrêt était un arrêt automatique dû à l'activation de la fonction « jauge inactive, arrêt ».*

```
InstroTek 3500  
Version: #.##
```

L'autotest durera 20 secondes environ et vérifiera le bon fonctionnement du clavier, des détecteurs de densité et du détecteur d'humidité. Pour contourner l'autotest, appuyez quelques instants sur la touche **ON/YES** (marche/oui).

```
Keypad Test  
In Progress
```

```
Tube Test  
In Progress
```

La jauge affichera « Ready » (Prêt) après la réussite de l'autotest. Si une défaillance est détectée grâce à l'autotest, un ou la totalité des messages suivants s'affichera sur l'écran.

1. Clavier Échec du test - Cela indique un clavier défectueux ou une touche bloquée. Appuyez sur n'importe quelle touche du clavier lorsque ce test affichera cette erreur. Si vous appuyez accidentellement sur une touche pendant ce test, il vous suffira d'éteindre, puis d'allumer la jauge pour redémarrer le test; cependant, si l'erreur s'affiche à nouveau, contactez votre représentant InstroTek.
2. Tube He-3 Défaillance - Si la jauge est sur le bloc standard de référence pendant l'autotest, il existe alors un éventuel problème avec le circuit électronique ou avec le tube He-3. Si la jauge n'est pas sur le bloc standard de référence, placez-la sur le bloc standard de référence et refaites ce test. Contactez votre représentant InstroTek si l'autotest échoue. Si l'autotest réussit, la jauge passera en mode « Ready » (Prêt). Vous pouvez commencer vos opérations avec la jauge dans cet écran.

3. Tube GM Défaillance - Cela indique qu'un ou deux tubes GM ne sont pas opérationnels. Contactez votre représentant InstroTek.

*Important : Il est toujours utile de mettre la jauge en marche pour que l'autotest se termine avant de partir pour un chantier, afin de vérifier son bon fonctionnement. Placez la jauge sur le bloc standard de référence et vérifiez les résultats de l'autotest afin de garantir l'absence de défaillances. Après l'autotest, appuyez sur **Start/Enter** (Démarrer/Entrée) pour vérifier que le message « AVERTISSEMENT : PILE FAIBLE » n'est pas affiché sur l'écran. Chargez les piles, le cas échéant, au moyen du chargeur c.a. ou c.c. fourni. Consultez la section « Chargement des piles ».*

### **Configuration des unités de mesure**

La valeur par défaut de la jauge est lb/pi<sup>3</sup> (PCF). Vous pouvez changer les unités en kg/m<sup>3</sup> ou g/cc en passant par les étapes suivantes.

Appuyez sur la touche **MENU**, le premier écran sera :

```
- Recall -  
UP/DOWN or ENTER
```

Faites défiler 5 écrans **VERS LE BAS**

```
- SET UNITS -  
UP/DOWN or ENTER
```

Appuyez sur **ENTER** (ENTRÉE).

```
Units: PCF  
UP/DOWN or ENTER
```

À l'aide des touches **HAUT/BAS**, sélectionnez PCF (livres par pied cube), kg/m<sup>3</sup> ou en g/cc.

Appuyez sur la touche **ENTER** (Entrée) pour retourner sur l'écran « Ready » (Prêt) de la jauge.

```
<Ready> 15 sec.  
Depth: 0 in
```

### **Réglage de l'heure du test**

La jauge fournit quatre durées de test différentes : 15 secondes, 30 secondes, 1 minute et 4 minutes. La précision de la jauge améliore avec l'augmentation de la durée du test. En règle générale, un compte d'une minute se traduira en une précision deux fois meilleure que pour un compte de 15 secondes et, pour un compte de quatre minutes, une précision deux fois meilleure que pour une durée d'une minute. Consultez vos spécifications locales pour la sélection d'une durée de test appropriée.

Appuyez sur la touche **TIME** (Durée) du panneau avant.

```
Cnt Time: 15sec.  
UP/DOWN or ENTER
```

Faites défiler l'écran vers le **HAUT** ou vers le **BAS** pour définir la durée de compte souhaitée  
(15 secondes, 30 secondes, 60 secondes ou 240 secondes)

Appuyez sur **ENTER** (ENTRÉE) lorsque vous aurez choisi la durée. Vous serez renvoyé sur l'écran « Ready » (Prêt) de la jauge.

```
<Ready> 15 sec.  
Depth: 0 in
```

### **Réglage de la profondeur de mesure**

Vous pouvez régler la profondeur de mesure de 0 à 12 pouces (de 0 à 300 mm). La profondeur zéro ou BS (rétrodiffusion) est généralement utilisée pour tester les revêtements en asphalte. Les profondeurs 2 à 12 sont généralement utilisées pour tester les sols, les agrégats et les matériaux granulaires.

Appuyez sur la touche **PROFONDEUR** du panneau avant.

```
DEPTH: ## in.  
UP/DOWN or ENTER
```

Faites défiler l'écran vers le **HAUT** ou vers le **BAS** pour définir la profondeur souhaitée (0 po ou 0 mm est rétrodiffusion)

Appuyez sur **ENTER** (ENTRÉE) lorsque vous aurez choisi la profondeur. Vous serez renvoyé sur l'écran « Ready » (Prêt) de la jauge.

<Ready> 15 sec. Depth: 0 in
--------------------------------

### **Relevé du compte standard quotidien**

Il est très important de relever au moins un compte standard quotidien sur chaque chantier. Le compte d'humidité standard doit être inférieur à 2 % et le compte de densité standard devrait être compris dans 1 % de la moyenne des quatre comptes standard précédents. Si la moyenne des quatre comptes standards précédents date de plus de trois mois par rapport au compte standard actuel, vous devrez relever quatre nouveaux comptes standards et générer une nouvelle moyenne à des fins de comparaison. Vous pouvez aussi vérifier que le compte de densité standard est dans la plage du compte standard indiqué dans la documentation d'étalonnage.

Le compte standard est utilisé pour corriger la décroissance dans la source radioactive, plus particulièrement pour la source de densité Cs-137. La tenue d'un journal des comptes standards quotidiens est un bon indicateur de fonctionnement de la jauge de jour en jour. Pour obtenir le compte standard le plus représentatif sur le terrain, laissez la jauge se stabiliser à l'environnement du terrain pendant au moins 15 minutes. Souvenez-vous des étapes suivantes lorsque vous relevez les comptes standards :

1. Recherchez un emplacement plat à proximité du site du test, puis configurez votre bloc standard de référence en polyéthylène.
2. Placez la jauge sur le dessus du bloc standard sur une surface plane ; l'extrémité du clavier de la jauge doit être calée contre la plaque de butée en métal. *Voir la Fig. 2.1*
3. Vérifiez que le bloc standard de référence est placé sur un matériau dense, comme le sol, l'asphalte ou le béton. Ne relevez pas de comptes standards sur un hayon de camion, une table ou des sols non solides.
4. Si vous placez la tige source dans une encoche de position « SÛRE », tapez-la légèrement vers le bas en veillant à ne pas appuyer sur la gâchette afin de vérifier que le piston de la poignée repose correctement dans l'encoche. Vérifiez que la poignée est raisonnablement parallèle avec la jauge.



Fig. 2.1 Position de compte standard de référence

Appuyez sur la touche **STD** du panneau avant. Le compte standard s'affichera avec votre compte standard précédent.

```
DS= ### MS= ###  
New STD Count?
```

Appuyez sur la touche **ON/YES** (marche/oui) pour relever un nouveau compte, ou appuyez sur la touche **OFF/NO** (arrêt/non) pour annuler et accéder à l'écran « Ready » (Prêt) de la jauge.

```
Standard Count  
Press START
```

Appuyez sur la touche **START/ENTER** (DÉMARRER/ENTRÉE).

Le compte à rebours de la durée temps commencera à partir de 240 secondes (4 minutes).

```
Time = 240 sec.
```

Les résultats de votre compte standard s'afficheront après 240 secondes

```
DS= ### MS= ###  
Use New STD CNT?
```

Enregistrez ces chiffres dans votre journal standard quotidien (bloc-notes), puis appuyez sur la touche **ON/YES (MARCHE/OUI)**.

L'écran « Ready » (Prêt) de la jauge s'affichera, vous êtes maintenant prêt à commencer les tests.

*Remarque : Si la jauge ne comporte aucun compte standard, un message s'affichera indiquant «Std non valide », relevez un nouveau compte standard avant de commencer le test.*

### **Définition des valeurs de densité de la cible/laboratoire**

La jauge peut calculer et afficher le pourcentage de compactage sur la base de valeurs de laboratoire définies par l'utilisateur. Appuyez sur la touche MA/PR pour saisir la valeur de laboratoire. Sélectionnez PR (Proctor) pour les sols/matériaux granulaires et MA (Marshall) pour le pourcentage de compactage sur les matériaux bitumineux. Les pourcentages MA et PR seront calculés et affichés automatiquement après chaque mesure.

Appuyez sur la touche **MA/PR**.

```
ENTER selects PR
DOWN selects MA
```

Si vous définissez la valeur cible « sol » PR (Proctor), appuyez sur la touche **START/ENTRER (DÉMARRER/ENTRÉE)**. Si vous définissez la valeur cible « asphalte » MA (Marshall), appuyez sur la touche **DOWN (BAS)**.

Proctor

```
PR: #####
Change value?
```

Appuyez sur la touche

```
PR: #####
UP/DOWN or ENTER
```

Utilisez la touche **UP (HAUT)** ou **DOWN (BAS)** pour modifier la valeur ; la touche **START/ENTER (DÉMARRER/ENTRÉE)** déplacera d'un chiffre vers la droite. Après avoir saisi votre valeur PR, l'écran « Ready » (Prêt) de la jauge s'affichera.

Marshall

```
MA: #####
Change value?
```

Appuyez sur la touche **ON/YES (MARCHE/OUI)**

```
MA: #####
UP/DOWN or ENTER
```

Utilisez la touche **UP** (HAUT) ou **DOWN** (BAS) pour modifier la valeur ; la touche **ENTER** (ENTRÉE) déplacera d'un chiffre vers la droite. Après avoir saisi votre valeur MA, l'écran « Ready » (Prêt) de la jauge s'affichera.

Équations utilisées par la jauge

$$\%MA = \frac{WD}{MA} \times 100$$

Où : WD (densité humide) est mesurée par la jauge.

$$\%PR = \frac{DD}{PR} \times 100$$

Où : DD (densité à sec) est calculée par la jauge. Le contenu M (humidité) est exprimé en PCF.

$$DD = WD - M$$

Le pourcentage PR peut également être utilisé pour déterminer le pourcentage de solides, si la « densité sans vide » du matériau peut être déterminée.

### **Préparation du site (sol, agrégats et matériaux granulaires)**

1. Localisez un site de test à l'écart des autres jauges et objets volumineux qui pourraient influencer les résultats de jauge. Ces articles comprennent votre camion, de grandes barrières en béton ou des murs. Si votre site de test doit être à proximité des murs, consultez les sections des fonctions spéciales traitant de l'utilisation d'un décalage.
2. Utilisez le bord de la plaque de raclage fournie avec votre jauge pour aplanir la surface de test en supprimant les zones surélevées et les vides. S'il existe des petits vides qui ne sont pas remplis, utilisez un peu de terre ou de matériaux de l'environnement local pour les mettre à niveau.
3. Placez l'outil d'extraction fourni avec votre jauge sur l'un des guides de la plaque de raclage.
4. Placez la tige de forage fournie avec votre jauge dans le même guide que celui de l'outil d'extraction.
5. Prenez un marteau d'environ 8,8 à 17,6 kg (4 à 8 lb) pour enfoncer la tige de forage dans la surface du sol.

***Attention : Portez des lunettes de protection, ainsi que des gants et des protections pour vos tibias lorsque vous percez un trou dans la surface.***

La tige de forage comporte six encoches espacées de 5 cm (2 po), numérotées pour la profondeur de lecture. Ces chiffres indiquent la profondeur nécessaire pour amener la tige à une lecture de profondeur particulière de la jauge. Les indicateurs de profondeur de tige ajoutent automatiquement 5 cm (2 po) de profondeur supplémentaire au trou, nécessaires pour des relevés précis.

6. L'extraction de la tige de forage doit être effectuée d'une manière qui n'endommagera pas le trou. Le meilleur moyen d'extraire la tige du matériau consiste à exercer un mouvement de torsion tout en tirant la tige vers le haut. Vous devez veiller à préserver l'intégrité du trou. Les trous écroulés ou plus grands que nécessaire peuvent influencer négativement vos relevés.

### **Préparation du site (asphalte)**

1. Localisez un site de test à l'écart des autres jauges et d'objets volumineux qui pourraient influencer les résultats de jauge. Ces articles comprennent votre camion, de grandes barrières en béton ou des murs.
2. Pour les assises de frottement à granulométrie ouverte et grossière, vous pouvez utiliser un matériau de remplissage fin comme du ciment Portland ou du sable fin pour remplir les vides, mais en prenant soin de ne pas recouvrir complètement la surface de l'asphalte. La base de la jauge doit reposer sur l'asphalte, pas sur le matériau de remplissage.
3. Après avoir placé la jauge sur le site du test, faites-la basculer d'avant en arrière en appuyant sur les coins opposés de la jauge. La réduction du volume de roche permettra d'obtenir les résultats les plus précis possible sur le terrain.

## Prise de mesures

Vérifiez que la profondeur indiquée sur la jauge est identique à la profondeur de mesure sur la tige d'index et que le compte standard quotidien est exact et à jour. Vous obtiendrez des lectures erronées si la profondeur de la jauge ne correspond pas à la profondeur indiquée sur l'écran. La profondeur de la tige source de la jauge exprimée en pouces est indiquée par la lecture du chiffre, juste au-dessus de la poignée de la tige d'index (encoche). Deux des positions n'ont pas de chiffres : la position « Sûre », jusqu'au maximum, et la position « Rétrodiffusion » qui est le premier cran sous l'encoche de la position « Sûre ». Pour abaisser la tige source, tirez la gâchette de la poignée, puis enfoncez la poignée. Dans les positions de mesure, « verrouillez » toujours en position en permettant à la gâchette de se loger dans l'encoche, puis en poussant doucement la poignée vers le bas, jusqu'à ce qu'elle repose sur l'encoche.

*Attention : n'enfoncez jamais la tige source dans le sol en martelant la poignée de la jauge.*

Pour commencer la mesure, appuyez sur la touche **START/ENTER (DÉMARRER/ENTRÉE)**

```
Time = ## sec.  
Depth: ## in.
```

Lorsque la durée de compte sera terminée, la jauge affichera :

Si vous quittez l'écran d'information des résultats, vous pourrez utiliser la fonction « Recall » (rappel) du Menu pour récupérer vos résultats.

```
Use UP/DOWN Keys  
To view data
```

```
WD: #.# PCF  
%MA: #.#
```

```
DD: #.# PCF  
%PR: #.#
```

Pour faciliter l'enregistrement de ces informations, vous pouvez configurer la fonction « Auto Scroll » (défilement automatique) du Menu.

```
Moist: #.# PCF  
%Moist: #.#
```

```
CR Moist: #.###  
Dens CR: #.###
```

```
M Count: ###  
D Count: ####
```

*Remarque : Si vous êtes uniquement intéressé par les résultats de l'un des écrans ci-dessus, faites défiler l'écran jusqu'à cet affichage et commencez votre prochaine lecture. L'écran sélectionné sera l'affichage initial après chaque test ; vous devrez toutefois désactiver le défilement automatique pour rester sur un seul écran.*

## Chapitre 3 : Fonctions du menu

---

Ce chapitre contient des fonctions qui peuvent ne pas être utilisées tous les jours. Les caractéristiques des fonctions du menu sont importantes et seront régulièrement utilisées pour tester dans des circonstances particulières et des matériaux spéciaux, exerçant des fonctions de diagnostic, de test et d'étalonnage.

Appuyez sur le bouton **MENU** sur le panneau pour accéder aux fonctions de menu. Certaines fonctions du menu exigent un code d'accès ; contactez votre officier de radioprotection (RSO) ou votre superviseur pour obtenir ce code.

La liste suivante des fonctions est disponible dans le MENU :

**Recall (Rappel)** - Permet à l'utilisateur de récupérer les résultats les plus récents des tests de jauge.

**Offset (Décalage)** - Ce mode permet trois différentes fonctions de décalage : correction de l'humidité, correction de la densité et correction de la tranchée. Utilisez cette fonction pour décaler des lectures d'étalonnage d'usine ou pour corriger l'influence de la paroi de la tranchée sur le terrain.

**Stat test** - Teste la stabilité électronique de la jauge.

**Drift Test (test de dérive)** - Test de dérive électronique.

**Auto Scroll (défilement automatique)** - Aide les utilisateurs pendant l'enregistrement des données sur le terrain. Les écrans de test défilent automatiquement toutes les cinq secondes.

**Set Units (configuration des unités)** - Permet à l'utilisateur de modifier les unités entre lb/pi<sup>3</sup>, kg/m<sup>3</sup> et g/cc.

**LCD Backlight (Rétroéclairage ACL)** - Permet de visualiser facilement les données pendant le travail de nuit.

**Calibration Constants (constantes d'étalonnage)** - Accepte la saisie et enregistre les constantes d'étalonnage utilisées pour la détermination de la densité et de l'humidité du matériau. Cette fonction est réservée aux utilisateurs autorisés seulement.

**Memory Clear (effacement de la mémoire)** - Efface toutes les données de la jauge. Cette fonction est réservée aux techniciens qualifiés autorisés.

**Special Calibration (étalonnage spécial)** - Permet l'ajustement des constantes d'étalonnage pour les matériaux locaux et spéciaux.

**Thinlayer Mode (mode couche fine)** - Permet d'utiliser la jauge sur des superpositions de fines couches d'asphalte.

**Serial Number (numéro de série)** - Permet de saisir le numéro de série de la jauge.

**Bat Volt (Tension des piles)** - Indique l'état de tension des piles

**AVG STD Mode (mode moyenne STD)** - Activer/Désactiver le mode moyenne standard.

**Auto-Depth (Profondeur auto)** - Activer/Désactiver la fonction Profondeur auto.

**Auto-Depth Cal (profondeur auto)** - Fonction d'étalonnage de la profondeur automatique.

### **Caractéristiques de la jauge Xplorer modèle 3500 d'InstroTek**

#### **Recall (Rappel)**

Cette fonction vous permet de récupérer et de consulter les données de test les plus récentes.

1. Appuyez sur la touche **MENU**.
2. Appuyez sur la touche **ENTER** (Entrée).
3. Vous pouvez maintenant faire défiler les informations de test.

#### **Offset (Décalage)**

La jauge comporte trois options de décalage : Densité, Humidité et Tranchée.

1. **Density (densité)** - vous permet d'ajouter ou de soustraire une quantité donnée de relevés de la densité humide (WD) mesurée par la jauge. Cette fonction peut être utilisée pour la correction des relevés de la jauge pour d'autres méthodes de test, comme les noyaux d'asphalte testés par la méthode de déplacement de l'eau.
2. **Moisture (humidité)** - corrige les relevés d'humidité de la jauge pour l'humidité de séchage au four ou séchage rapide.
3. **Trench (tranchée)** - corrige l'effet des parois de la tranchée pour évaluer les relevés d'humidité de la jauge.

Pour utiliser le mode de décalage :

1. Appuyez sur la touche **MENU**.
2. Sélectionnez la fonction Décalage.

3. Faites défiler l'écran vers le **HAUT** ou vers le **BAS** jusqu'au décalage que vous souhaitez activer.

**Density Offset (décalage densité)** - utilisez cette fonction pour décaler la densité vers le haut ou vers le bas d'une quantité connue. Par exemple, si la densité humide de votre jauge (WD) est de 142,0 PCF et la densité réelle du terrain est de 145,0 PCF, vous pouvez utiliser un décalage de densité d'une valeur de 3,0 pour corriger les relevés de la jauge. La valeur de décalage peut être positive ou négative. Suivez les invites de la jauge pour saisir cette valeur.

```
D Off=00.0 PCF
UP/DOWN or ENTER
```

*Remarque : Si le décalage de la densité est activé, la lettre « D » s'affichera sur la ligne du bas de l'écran.*

**Moisture Offset (décalage humidité)** - cette fonction fournit un moyen de correction des résultats d'humidité de la jauge pour les résultats obtenus par des méthodes de séchage au four, de séchage rapide ou d'autres méthodes de séchage en laboratoire. Utilisez l'équation suivante pour calculer la correction, puis saisissez cette valeur lorsque le logiciel vous y invitera.

$$K = \left( \frac{\%M(True) - \%M(Gauge)}{\%M(Gauge) + 100} \right) \times 1000$$

Où %M (jauge) est la valeur du pourcentage d'humidité dérivée de la jauge (% M) avec K = 0 (pas de décalage d'humidité, étalonnage en usine) et % M (Vrai) est le pourcentage d'humidité déterminé par séchage au four sec, séchage rapide sec ou autres méthodes de laboratoire.

```
K=00.0
UP/DOWN or ENTER
```

Après avoir saisi la valeur K dans la jauge, tous les résultats de tests ultérieurs pour l'humidité seront corrigés par ce décalage.

*Remarque : si le décalage de l'humidité est activé, la lettre « M » s'affichera sur la ligne du bas de l'écran.*

**Trench Offset (Décalage de la tranchée)** - cette fonction fournit un moyen permettant de corriger l'influence de la paroi sur les relevés d'humidité de la jauge. Utilisez ces fonctions de décalage lorsque vous prenez des mesures dans une tranchée avec des parois à une distance de 1 m (3 pieds) ou moins de la jauge.

Pour utiliser cette fonction, relevez un compte standard sur le bloc standard de référence en dehors de la tranchée, puis enregistrez le compte standard de l'humidité, MS. Placez la jauge à l'intérieur de la tranchée, sur le bloc standard de référence, réglez la durée sur quatre minutes, puis appuyez sur la touche **START** (Démarrer). Enregistrez le MC (compte de l'humidité). Calculez le décalage de la tranchée par

$$\text{Décalage tranchée} = \text{MC} - \text{MS}$$

Saisissez le décalage de la tranchée comme indiqué sur l'écran.

*Remarque : si MC est inférieur à MS, il ne sera pas nécessaire d'utiliser la fonction de décalage de la tranchée. Si le compte MC est inférieur au compte MS, il n'existe alors pas d'influence sur les parois de la tranchée et le décalage de la tranchée n'est pas nécessaire.*

*Remarque : si le décalage de la tranchée est activé, la lettre « T » s'affichera sur la ligne du bas de l'écran.*

### **Stat test (Test stat)**

L'opérateur peut effectuer un Test stat pour valider le fonctionnement normal du circuit électronique de la jauge. Si deux des trois tests stat ne sont pas dans les limites définies dans la jauge, contactez votre représentant InstroTek. Les limites de réussite pour les résultats des tests stat sont  $R = 0,18$  à  $R = 0,35$ .

Pour effectuer un test stat :

1. Appuyez sur **MENU**.
2. Faites défiler l'écran vers le **BAS** jusqu'à Test stat.
3. Appuyez sur **ENTER** (ENTRÉE).
4. Placez la jauge sur un bloc standard, sur une surface dense plane, comme le sol, l'asphalte ou le béton. Veillez à être à une distance de 10 m (30 pi) des autres jauges.
5. Placez la tige source en position « SÛRE ».
6. Lorsque l'écran affiche Stat Test (Test stat), appuyez sur la touche **START** (Démarrer).
7. Après 20 minutes, l'écran affichera les résultats du test, vous pourrez faire défiler l'écran pour consulter chaque compte.
8. Si le test échoue, refaites-le. Si deux des trois tests échouent, contactez votre représentant InstroTek.

### **Drift Test (Test de dérive)**

Si vous constatez une dérive cohérente vers le bas ou dans vos comptes standard de compte à compte ou de jour en jour. Le circuit électronique peut avoir un problème de dérive. Ce test surveille la dérive à long terme de la jauge. La durée de ce test est d'environ 3 à 4 heures. Vérifiez que les piles de la jauge sont chargées et que la jauge ne s'éteint pas pendant ce temps. Le test de dérive consiste à effectuer un Test stat et, 3 à 4 heures plus tard, relever cinq comptes de 240 secondes. La limite de réussite pour l'humidité est inférieure ou égale à 1,0 % et inférieure ou égale à 0,5 % pour la densité.

1. Effectuez un Test stat sur la jauge le matin.
2. Sans arrêter la jauge, attendez 3 à 4 heures avant de commencer les prochaines étapes. Vous pouvez utiliser la jauge pendant ce temps, mais si vous pensez que la jauge ne fonctionne pas correctement, il serait alors préférable de ne pas l'utiliser pour obtenir des mesures de densité.
3. Après 3 à 4 heures, remettez la jauge sur le bloc standard, comme vous l'avez fait pour le Test stat, vérifiez que la poignée source est en position « SÛRE ».

4. Appuyez sur la touche **MENU**. Faites défiler l'écran vers le **BAS** jusqu'au test de dérive.
5. Appuyez sur **ENTER** (Entrée).
6. Appuyez sur **START** (Démarrer), comme indiqué sur l'écran.
7. Après 20 minutes, les résultats s'afficheront.
8. Si la jauge indique un pourcentage d'échecs, contactez votre technicien InstroTek.

### **Auto Scroll (Défilement automatique)**

La fonction Auto Scroll (défilement automatique) permet un fonctionnement de la jauge en mains libres après l'obtention d'une mesure. Si cette fonction est activée, les résultats des tests défileront d'un écran à un autre sans devoir appuyer sur les touches haut ou bas.

Pour activer cette fonction :

1. Appuyez sur **MENU**.
2. Faites défiler l'écran vers le **BAS** jusqu'à Défilement Automatique.
3. Appuyez sur **OUI** pour activer la fonction.
4. L'écran « Ready » (Prêt) de la jauge s'affichera.

Après une mesure, l'écran vous rappellera que la fonction Défilement automatique est activée et, après environ 5 secondes, il affichera les résultats. Après cela, l'écran affichera la prochaine série de résultats toutes les cinq secondes. Appuyez sur la touche **ON/YES** (marche/oui) pour revenir à l'écran « Ready » (Prêt) de la jauge et commencer une nouvelle mesure.

*Remarque : la mise hors tension de la jauge désactivera la fonction Défilement automatique.*

### **Set Units (Configuration des unités)**

Cette fonction de menu vous permet de configurer : livres par pied cube (PCF ou lb/pi<sup>3</sup>), kilogrammes par mètre cube (kg/m<sup>3</sup>) ou grammes par centimètre cube (g/cc). Celle que vous choisirez sera l'unité par défaut dans tous les menus. Vous devrez saisir les valeurs MA/PR dans les mêmes unités que celles que vous avez sélectionnées. La profondeur sera basée sur les unités sélectionnées ; pouces pour lb/pi<sup>3</sup>, millimètres pour kg/m<sup>3</sup> ou pour g/cc.

Pour configurer cette option :

1. Appuyez sur **MENU**.
2. Faites défiler l'écran jusqu'à Configuration des unités.
3. Appuyez sur **ENTER** (Entrée).
4. Sélectionnez PCF, kg/m<sup>3</sup>, ou g/cc.
5. Appuyez sur **ENTER** (Entrée).

### **LCD Backlight (Rétroéclairage ACL)**

Cette fonctionnalité permet d'utiliser la jauge pendant les travaux de nuit. Le rétroéclairage reste allumé pendant environ 20 secondes après une pression sur une touche.

Pour activer cette fonctionnalité :

1. Appuyez sur **MENU**.
2. Faites défiler l'écran jusqu'à Rétroéclairage ACL.
3. Appuyez sur **ENTER** (Entrée).
4. Appuyez sur **YES** (Oui) pour activer.

5. Pour désactiver la fonctionnalité, répétez les étapes 1 à 4. La jauge vous invitera à désactiver le rétroéclairage s'il est activé, appuyez sur **YES** (OUI) pour désactiver le rétroéclairage.

*Remarque : la mise hors tension de la jauge désactivera la fonction Rétroéclairage.*

### **Calibration constants (Constantes d'étalonnage)**

Cette partie du menu exige un code d'accès, contactez votre officier de radioprotection (RSO) ou InstroTek si vous n'avez pas accès à ce code.

*Remarque : vous pouvez utiliser le logiciel EZload d'InstroTek pour ce faire, disponible auprès d'InstroTek. Seule une personne compétente en matière de configuration et d'étalonnage de jauge nucléaire doit effectuer ces étapes. La modification de ces informations se traduira par des lectures erronées.*

Pour saisir les constantes d'étalonnage :

1. Appuyez sur **MENU**.
2. Faites défiler l'écran jusqu'à Cons. étal.
3. Appuyez sur **ENTER** (Entrée).
4. Saisissez le code d'accès à l'aide des touches **HAUT/BAS**.
5. La constante E s'affichera. Pour la modifier : appuyez sur **YES** (OUI) ; pour l'ignorer : appuyez sur **NO** (non).
6. La constante F s'affichera. Pour la modifier : appuyez sur **YES** (OUI) ; pour l'ignorer : appuyez sur **NO** (non).
7. Les profondeurs s'afficheront. Faites défiler jusqu'à la profondeur souhaitée, puis appuyez sur **ENTER** (ENTRÉE). Vous pouvez configurer les constantes A, B et C pour chaque profondeur. Après avoir saisi toutes les profondeurs et être revenu sur l'écran de sélection de la profondeur, vous pouvez appuyer sur la touche **ON/YES** (marche/oui) pour revenir sur l'écran « Ready » (Prêt) de la jauge.

*Remarque : si la jauge ne comporte aucune constante d'étalonnage, elle affichera « Cons. Étal. non valide ». Consultez votre rapport d'étalonnage pour saisir ces constantes dans la jauge.*

### **Memory Clear (Effacement de la mémoire)**

Seul un technicien qualifié peut effectuer cette opération ; celle-ci rendra la jauge inutile. Cette fonction est utilisée en cas de blocage de la jauge en raison d'un problème imprévu. L'effacement de la mémoire efface toutes les informations stockées et réinitialise la jauge au pré-étalonnage d'usine par défaut.

### **Special Calibration (Étalonnage spécial)**

La fonction Étalonnage spécial vous permet d'ajuster l'étalonnage d'usine sur le terrain. La constante d'étalonnage spécial,  $b$ , peut être obtenue par la jauge ; vous pouvez également saisir cette constante en utilisant l'équation donnée dans cette section pour le calcul de  $b$ .

La jauge est étalonnée en usine sur « moyenne du sol », qui est définie comme un matériau qui est à mi-chemin entre le pur granite et le pur calcaire. Pour la majorité des sols et des matériaux granulaires, la moyenne du sol approche les résultats des mesures précises de densité. Il existe cependant des cas où la composition du matériau testé est très différente de la gamme de matériaux couverts par l'étalonnage en usine. L'étalonnage spécial fournit à l'utilisateur la possibilité d'étalonner la jauge pour les matériaux locaux et les matériaux non couverts par l'étalonnage en usine.

En mode d'étalonnage spécial, une nouvelle constante  $b$  est calculée en utilisant un échantillon de terrain réel et en obtenant la « densité réelle » de l'échantillon par une méthode de laboratoire. La valeur  $B$  est la seule constante dans la jauge qui est influencée par la composition du matériau. Par conséquent, la modification de cette constante est le moyen le plus efficace pour tenir compte de la composition des modifications sur le terrain.

Pour effectuer un étalonnage spécial pour un matériau local qui ne peut être couvert par l'étalonnage en usine, relevez un minimum de quatre et un maximum de 10 comptes de

densité sur le terrain du matériau sur lequel la jauge va être utilisée. Pour les matériaux granulaires, utilisez des relevés de transmission directe ; pour l'asphalte, utilisez des relevés BS. Moyenne des comptes. Prélevez des échantillons sur les sites où les relevés de la jauge sont effectués. Analysez les échantillons dans le laboratoire et déterminez la densité du matériau (« densité véritable ») en kg/m<sup>3</sup>. Utilisez l'équation suivante pour recalculer la valeur B qui sera saisie dans la jauge.

$$B_{Special} = \frac{1000}{True\ Density} \ln \left[ \frac{A}{(CR + C)} \right]$$

Où CR est le rapport de compte (compte moyen/compte standard) déterminé par la jauge sur le terrain, A et C sont les constantes d'étalonnage pour la profondeur de mesure utilisée sur le terrain, et « densité véritable » est la densité déterminée par une méthode classique en laboratoire.

*Remarque : la jauge peut effectuer les calculs, si les valeurs des comptes et de la densité véritable sont déterminées et saisies dans le logiciel de la jauge. En outre, le logiciel de jauge est écrit de façon à ce que tout le processus de la fonction Étalonnage spécial, notamment la collecte et le stockage des comptes, soit exécuté par le logiciel. Suivez les instructions de la jauge pour effectuer un étalonnage spécial.*

Pour utiliser la fonction Étalonnage spécial :

Appuyez sur **MENU**, puis sur les touches **HAUT** ou **BAS** jusqu'à ce que les éléments suivants s'affichent :

```
- SPEC CALIB -  
UP/DOWN OR ENTER
```

Appuyez sur **ENTER** (Entrée)

```
Enable Special  
Calib? YES / NO
```

Appuyez sur **YES** (oui) pour activer l'étalonnage spécial et sur **NO** (non) pour revenir à l'écran « Ready » (Prêt) de la jauge.

```
Gauge Derived?  
Yes / No
```

*Remarque : si la fonction Étalonnage spécial a été précédemment utilisée, la jauge demandera si le même étalonnage ou les données précédemment stockées doivent être activés. À ce stade, vous pouvez activer l'étalonnage spécial précédemment utilisé ou sélectionner pour commencer un tout nouvel étalonnage spécial.*

À ce stade, vous avez la possibilité d'utiliser la jauge pour dériver la constante B de l'étalonnage spécial ou de saisir la constante que vous ou la jauge aviez utilisée auparavant. Si vous sélectionnez « Oui », la jauge vous invitera à sélectionner le nombre de comptes que vous souhaitez effectuer sur le matériau. Il est recommandé de sélectionner un minimum de quatre et un maximum de dix relevés pour ce test.

```
# of Counts=1  
UP/DOWN OR ENTER
```

(Sélectionner 1 à 10 relevés)

```
Press Start for  
Count#1
```

Placez la jauge sur le matériau à l'emplacement souhaité, puis appuyez sur « Start » (Démarrer) pour accumuler le premier compte. La jauge vous invitera à relever des comptes jusqu'à ce que le nombre de comptes sélectionnés soit terminé. Enregistrez chaque compte relevé. Même si ces comptes ne sont pas nécessaires pour les calculs dérivés de la jauge, ils vous fourniront un enregistrement de ces données. Il est recommandé de déplacer la jauge vers un nouvel emplacement de test pour chacun des comptes. Suivez les instructions à l'écran pour effectuer les comptes.

Après l'accumulation de tous les comptes, la jauge calculera la moyenne de tous les comptes et vous demandera la densité « véritable » du matériau. La densité

« véritable » est obtenue par prélèvement d'un échantillon du matériau représentatif de la zone et par l'analyse de ce matériau en laboratoire au moyen d'un test de densité classique. Vous pouvez également envisager d'utiliser d'autres méthodes de test comme le cône de sable et les méthodes de ballons sur le terrain pour la détermination de la densité « véritable ».

Si vous avez la densité « véritable » du matériau, vous pourrez la saisir à ce moment-là. Vous pourrez autrement saisir cette valeur ultérieurement. La jauge enregistrera les comptes pour une utilisation ultérieure. Si vous sélectionnez « Oui », la jauge vous invitera à saisir la densité.

```
Enter Density  
Value? Yes/No
```

```
Density=00000  
UP/DOWN OR ENTER
```

Après avoir saisi la densité, la jauge calculera une valeur B et passera en mode Étalonnage spécial. Enregistrez la valeur B. Pendant les mesures, SC s'affichera sur l'écran pour indiquer que la jauge est en mode d'étalonnage spécial. Si l'opérateur éteint la jauge, l'étalonnage spécial sera automatiquement désactivé et l'étalonnage d'usine « normal » sera activé. La jauge conservera la valeur B précédente jusqu'à ce qu'elle soit écrasée par un nouveau test d'étalonnage spécial.

*Remarque : si vous êtes en mode g/cc, vous serez invité à saisir la densité en kg/m<sup>3</sup> (g/cc x 1 000).*

*Important : enregistrez et sauvegardez la valeur B pour une utilisation future. Disposer de la valeur B élimine la nécessité d'effectuer le processus dérivé de la jauge.*

Il peut être plus pratique pour vous de saisir la densité ultérieurement. Si vous n'avez pas saisi une valeur de densité après le relevé des comptes sur le matériau, la prochaine fois que vous activerez l'étalonnage spécial, la jauge vous demandera si vous souhaitez utiliser les données stockées. Ces données contiennent les comptes relevés sur l'usage le plus récent de la fonction Étalonnage spécial.

Si vous avez déjà la valeur B, soit dérivée de la jauge ou d'un calcul manuel, vous pourrez saisir la valeur B directement dans la fonction Étalonnage spécial de la jauge.

Pour saisir la valeur B, accédez à la fonction Étalonnage spécial du **MENU**, puis activez Étalonnage spécial. Lorsque l'invite dérivée de la jauge s'affichera, appuyez sur la touche **NO** (non).

```
Gauge Derived?  
Yes / No
```

```
Enter B Value?  
Yes / No
```

Pour saisir la valeur B, sélectionnez **YES** (oui), puis sélectionnez la profondeur de mesure dans l'écran suivant. La valeur B précédente s'affichera sur l'écran.

```
B=#.####  
Change Value?
```

Appuyez sur **YES** (oui) pour modifier la valeur, puis utilisez les touches **HAUT** ou **BAS** pour saisir une nouvelle valeur.

### **Thinlayer mode (Mode couche fine)**

La fonction Couche fine permet des mesures de densité de superpositions de fines couches sur l'asphalte ou le béton. Cette fonction est uniquement valable si elle est utilisée en profondeur de rétrodiffusion. Pour utiliser cette fonction, vous devrez obtenir l'épaisseur du matériau supérieur et la densité du matériau immédiatement sous la superposition de fines couches. L'équation utilisée pour le calcul de la densité de superposition de fines couches est :

$$DT = \frac{WD - DB \times K}{1 - K}$$

Où DT est la densité de superposition, WD est la densité humide mesurée par la jauge et K est l'effet de la couche supérieure sur la mesure de densité. K dépend de l'épaisseur du matériau de la couche supérieure et est défini par

$$K = a_{11} \exp(-a_{12} X) - a_{13}$$

X est l'épaisseur du matériau supérieur et  $a_{11}$ ,  $a_{12}$ ,  $a_{13}$  sont des constantes dérivées en usine.

Le logiciel de la jauge effectue automatiquement les calculs de couches fines. Pour utiliser cette fonction, sélectionnez l'élément de menu et passez en mode « Couche fine ».

```
- Thin Layer -  
UP/DOWN or ENTER
```

Sélectionnez **ENTER** (Entrée) pour accéder à la fonction Couche fine. Suivez les instructions à l'écran pour activer le mode Couche fine.

Saisissez l'épaisseur du matériau de la couche fine en pouces ou en mm, selon l'unité déjà sélectionnée dans la jauge. La plage des épaisseurs qui peuvent être utilisées avec cette fonction est de 25 à 90 mm (1 à 3,5 po). N'utilisez pas cette fonction pour une épaisseur hors de cette plage, car les résultats ne seront pas précis.

```
Mat Thick=000  
UP/DOWN or ENTER
```

Saisissez la densité du matériau immédiatement sous le matériau supérieur. Pour obtenir cette densité, utilisez la jauge pour mesurer la densité du matériau avant la construction de la superposition.

```
Bot Dens=00000  
UP/DOWN or ENTER
```

Après avoir saisi la densité du matériau de fond, vous pourrez activer le mode Couche fine. Pendant les mesures, TL est affiché sur l'écran pour indiquer que le mode Couche fine est actif. Si la jauge est éteinte, le mode Couche fine est désactivé. Réactivez cette fonction au moyen du menu, en suivant les invites de la jauge et réactivant les données enregistrées les plus récentes.

Les entrées de la fonction Couche fine les plus récentes seront conservées dans la jauge jusqu'à ce qu'un nouveau jeu de données d'épaisseur et de densité de fond soit saisi pour une nouvelle tâche.

### **Serial Number (Numéro de série)**

Cela permet à l'utilisateur de saisir le numéro de série de la jauge dans la balance. Il est configuré en usine. Seuls des techniciens agréés peuvent utiliser cette fonction.

### **Bat Volt (Tension des piles)**

Cette fonction mesure et affiche la tension totale sur les deux ensembles de batteries au nickel-cadmium DDD (6 piles au total). La tension maximale mesurable sur les blocs de piles est d'environ 8,3 volts. L'indicateur de basse tension s'affiche sur 7,0 volts et la jauge s'éteindra à 6,8 volts. Selon l'état des batteries et l'utilisation des piles, vous pourrez vous attendre à une durée d'utilisation d'une journée entre l'affichage indicateur de pile faible et l'indication d'extinction. Utilisez l'adaptateur de l'allume-cigare (chargeur c.c.) pour recharger les piles sur le terrain.

### **Average Standard Mode (Mode moyenne standard)**

Si ce mode est activé, le changement de pourcentage entre le compte standard actuel et la moyenne des quatre derniers comptes standards relevés par la jauge est affiché. Le compte standard actuel est utilisé pour calculer les résultats de la densité et du contenu d'humidité. Si cette fonction est désactivée, la jauge n'effectuera aucun contrôle, elle utilisera toutefois le compte standard actuel pour calculer la densité et le contenu d'humidité de chaque mesure.

### **Auto-Depth (Profondeur auto)**

Si la jauge est équipée du système Auto-Depth (Profondeur auto), le technicien pourra activer la jauge afin de déterminer automatiquement le réglage de la profondeur. Si cette fonction est désactivée, le technicien devra sélectionner manuellement la profondeur correcte à l'aide de la touche DEPTH (profondeur) sur le panneau avant. Cette fonction, si installée, est activée par défaut en usine.

### **Auto-Depth Calibration (Étalonnage profondeur auto)**

Si la jauge est équipée de la fonction optionnelle Auto-Depth (Profondeur auto), le technicien pourra étalonner la bande de profondeur si une erreur dans la détermination

de la profondeur est identifiée. L'utilisateur doit simplement suivre les instructions à l'écran et la jauge s'étalonnera automatiquement. La jauge est expédiée de l'usine avec la fonction Auto-Depth (Profondeur auto) étalonnée.

## **Autres caractéristiques de la jauge Xplorer modèle 3500**

*Remarque : seuls des techniciens formés doivent exécuter ces fonctions.*

**Touche Réinitialiser** - cette touche vous permet de réinitialiser le programme d'exploitation, si le programme gèle ou cesse de répondre. En appuyant une fois sur cette touche pour redémarrer le système, vous ne perdrez pas les constantes d'étalonnage, les comptes standard, ni les dernières mesures. Mais si les fonctions Rétroéclairage ACL ou Défilement automatique sont activées, vous devrez réactiver celles-ci. Vous devrez retirer la balance de la jauge avant d'utiliser le bouton Réinitialiser. Il suffit de dévisser les quatre vis sur la face avant du panneau, soulever la balance du boîtier et la faire pivoter. Le bouton Réinitialiser est situé sur le haut du circuit imprimé de la balance. *Voir la Fig. 3.1*

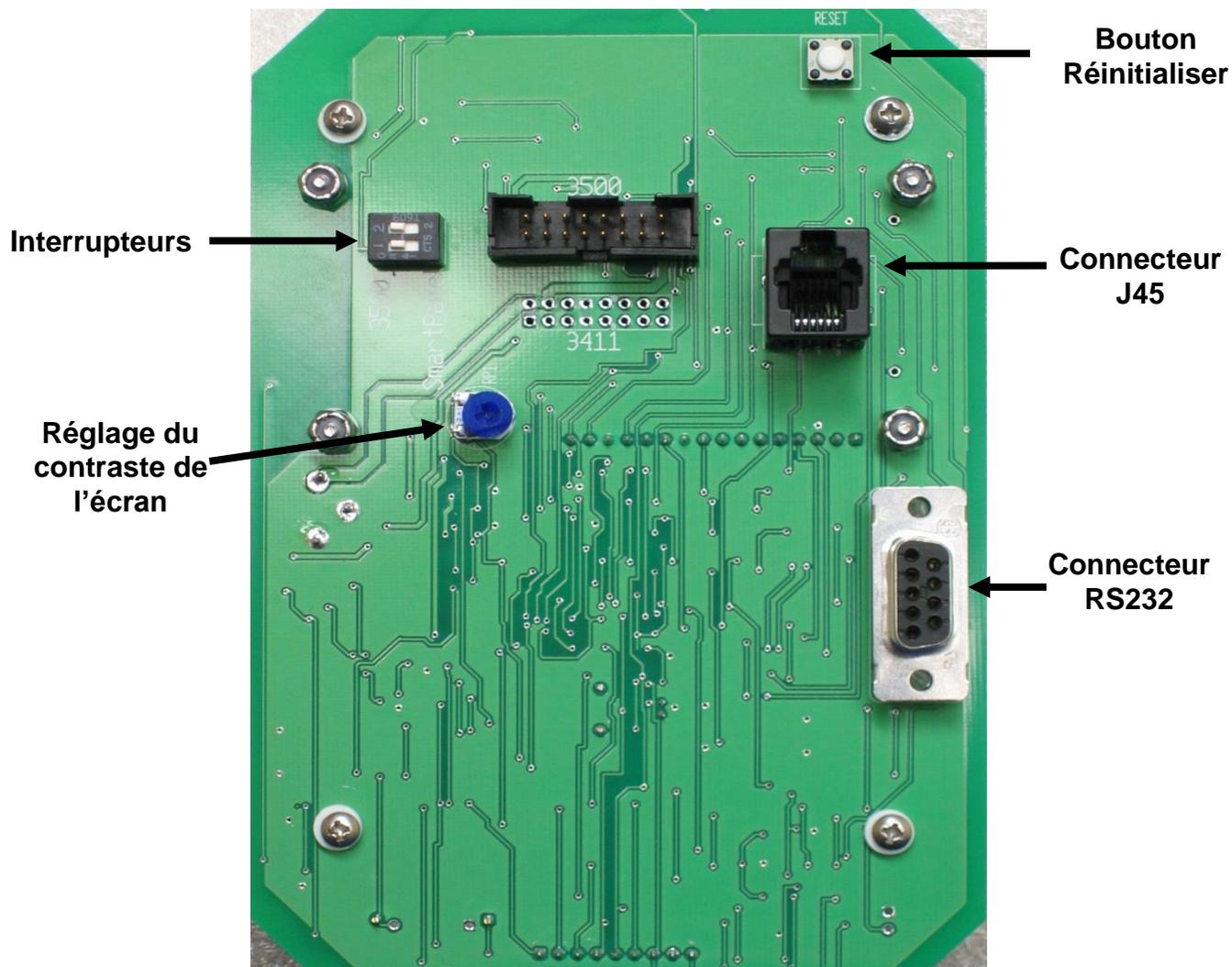
**RS-232** - cette connexion vous permet de télécharger les constantes dans la jauge à l'aide du logiciel de l'ordinateur. Contactez InstroTek pour obtenir des informations supplémentaires.

**J-45** - cette connexion est seulement utilisée en usine pour installer le logiciel du système utilisé sur la jauge Xplorer modèle 3500. Vous **ne devez pas** brancher de câbles sur cette connexion, car cela pourrait endommager la balance et se traduire par la nécessité de devoir acheter une nouvelle balance.

**Interrupteurs** - les interrupteurs sont réglés en usine et **ne doivent pas** être modifiés, car cela pourrait endommager la balance et se traduire par la nécessité de devoir acheter une nouvelle balance. La modification de ces éléments annulera également toute garantie en vigueur.

***ATTENTION : les paramètres d'usine des interrupteurs spécifiques à la jauge ne doivent en aucun cas être modifiés sur la balance ou sur le support de base.***

**Contraste de l'affichage** - Ce cadran permet de régler le contraste de l'écran ACL ; cela peut être modifié selon les préférences de l'utilisateur. Utilisez un petit tournevis pour régler le niveau de contraste.



*Figure 3.1 Face arrière du circuit imprimé du panneau avant*

## Chapitre 4 : Théorie de la radiation

---

Ce chapitre comporte des informations sur la physique atomique de base. Il est important que les utilisateurs comprennent cette section afin de pouvoir maîtriser les problèmes associés aux applications et à la sécurité.

### Éléments/Atomes

**Les éléments** sont des combinaisons de trois particules subatomiques : les protons, les électrons et les neutrons. Chaque élément a une propriété unique. Les éléments typiques sont le silicium, l'oxygène, l'or, le cuivre et le fer. 103 éléments primaires ont actuellement été identifiés, 90 sont naturels, les autres sont fabriqués par l'être humain. Quelques autres éléments ont été créés en laboratoire, mais ils se dégradent très rapidement.

**Atome** est un mot grec signifiant « indivisible ». Le plus simple élément/atome est l'hydrogène. Il est composé d'un proton et d'un électron, mais pas de neutron. Un élément plus complexe est l'oxygène qui comporte 8 protons et 8 neutrons dans le noyau, et 8 électrons en orbite.

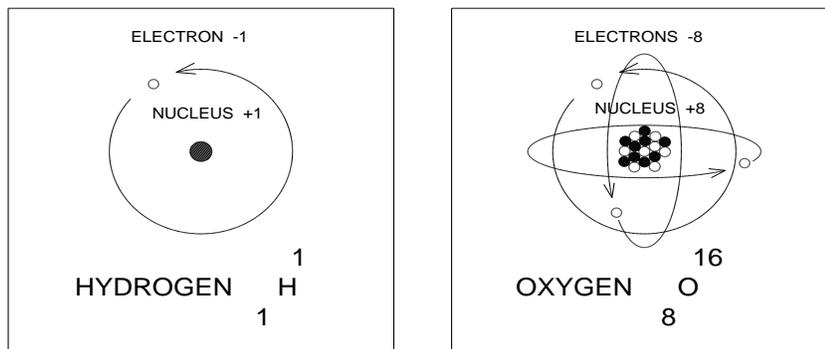


Fig 4.1 Exemples d'atomes

L'atome n'est pas un solide, il est la plupart du temps de l'espace. Si le noyau d'hydrogène était de la taille d'une bille et placé sur la ligne de 50 verges d'un stade de football, l'électron serait de la taille d'une tête d'épingle dans les tribunes.

Chaque élément/atome a été attribué à un symbole d'une ou deux lettres qui est une abréviation de son nom (généralement en latin).

<u>Symbole</u>	<u>Latin</u>	<u>Français</u>
Au	Aurum	Or
Cu	Cuprum	Cuivre
Fe	Ferrum	Fer

Le numéro atomique (Z) est le nombre de protons contenus dans le noyau  
 Le nombre de masse (A) est la somme des protons et des neutrons contenus dans le noyau.

### Isotopes

Les éléments qui ont le même nombre de protons (même numéro atomique), mais un nombre différent de neutrons (différents nombres de masse atomique) sont appelés isotopes. L'hydrogène a trois isotopes. L'isotope d'hydrogène le plus abondant a un proton et aucun neutron. L'isotope de l'hydrogène avec deux neutrons est appelé Tritium et est instable. Le tritium est produit dans l'atmosphère par bombardement neutronique d'azote.

### Croûte terrestre

Notre tâche consiste à mesurer la densité des sols. Les éléments du tableau périodique qui nous intéressent sont ceux présents dans la croûte terrestre.

----- ATOMIQUE -----					% CROÛTE TERRESTRE
ÉLÉMENT	SYMBOLE	N° (Z)	MASSE (A)	Z/A	
Oxygène	O	8	16,00	0,5000	49,9 %
Silice	Si	14	28,09	0,4984	26,0
Aluminium	Al	13	26,98	0,4818	7,3
Fer	Fe	26	55,85	0,4655	4,1
Calcium	Ca	20	40,08	0,4990	3,2
Sodium	Na	11	22,99	0,4785	2,3
Potassium	K	19	39,10	0,4895	2,3
Magnésium	Mg	12	24,31	0,4936	2,1
Autres					2,8
Hydrogène	H	1	1,008	0,9921	
Eau	H <sub>2</sub> O	10	18,016	0,5551	

La densité d'un matériau dépend de sa masse atomique (A). Mais le taux de compte dans la jauge de densité nucléaire dépend du nombre d'électrons (numéro atomique (Z)). Pour la majorité des matériaux de la croûte terrestre, cela ne pose aucun problème puisque le rapport entre le nombre atomique pour la masse atomique (Z/A) est d'environ 0,5.

### Radioactivité

Les isotopes ne sont pas tous stables. Les isotopes avec des numéros atomiques supérieurs à 92 sont instables. L'américium utilisé pour la mesure de l'humidité dans la jauge nucléaire a un numéro atomique de 95. Il est un sous-produit de bombardement neutronique de plutonium pour produire des matériaux d'armement. Les 13 isotopes de l'américium ont tous été identifiés comme radioactifs.

Certains isotopes d'un nombre atomique plus faible sont également instables ; le césium 137 utilisé dans la jauge nucléaire pour la mesure de densité a un numéro atomique de 55. Sur les 22 isotopes identifiés, le césium-133 que l'on trouve dans la nature est stable, tandis que le césium 137, sous-produit utilisé pour la fabrication des matériaux des armes atomiques ne l'est pas. Au moyen de réactions nucléaires, les humains ont produit de nombreux isotopes instables que l'on ne trouve pas dans la nature.

Tout isotope instable qui dégage de l'énergie, tout en se décomposant en un isotope stable, est défini comme radioactif. Comme pour toutes les autres formes d'énergie, la radiation peut être utile ou nuisible selon son utilisation.

### Rayons alpha, bêta, neutrons et gamma

Les sources utilisées dans la jauge nucléaire sont composées de quatre types de radiation : les particules alpha, les particules bêta, les photons (rayons gamma) et les neutrons.

**Les particules ALPHA** se déplacent seulement d'environ un pouce dans l'air et sont arrêtées par une feuille de papier ou le tissu de la peau. Dans la jauge nucléaire, les particules alpha sont utilisées pour produire des neutrons.

**Les particules bêta** se déplacent de quelques pieds dans l'air et sont arrêtées par un pouce de bois ou une feuille mince d'aluminium ou de plastique. Dans la jauge nucléaire, les particules bêta sont arrêtées par le confinement de la source.

**Les rayons gamma** se déplacent à des centaines de pieds dans l'air et peuvent être protégés par le plomb ou un béton épais.

**Les particules neutroniques** se déplacent à des centaines de pieds dans l'air et peuvent être protégées par l'eau, le plastique ou un béton spécial.

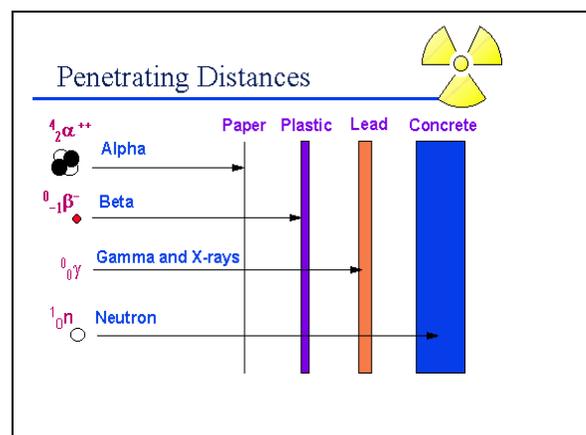


Figure 4.2 Distances de pénétration

Le césium-137 et l'américium-241/Be sont utilisés dans la jauge d'humidité/densité portable 3500 et produisent les quatre types de radiations ionisantes. Les rayons alpha et bêta seront arrêtés par le confinement de la source en acier inoxydable. Seuls les neutrons et les rayons gamma contribuent à l'exposition professionnelle aux radiations.

### **Radiation neutronique**

La radiation neutronique dans la jauge 3500 est produite par des particules alpha à partir de l'américium 241 bombardant le béryllium. La radiation neutronique n'a pas de charge et est très pénétrante. Pour se protéger contre les neutrons, la première étape consiste à ralentir le neutron, ce processus est appelé « thermalisation ». La thermalisation est obtenue par l'interaction des neutrons avec des particules de même masse que les neutrons, comme l'hydrogène dans l'eau ou le polyéthylène. À mesure que les neutrons entrent en collision avec ces particules, l'énergie des neutrons est réduite pour permettre une absorption efficace par le matériau de blindage.

### **Rayons gamma**

Les rayons gamma sont des rayons électromagnétiques libérés par des réactions nucléaires. Les rayons X, les ondes radio et la lumière sont d'autres exemples de rayons électromagnétiques. Les rayons gamma et la lumière visible n'ont pas de charge ou de masse électrique et se déplacent à la vitesse de la lumière. Contrairement à la lumière visible, les rayons gamma sont très énergétiques et peuvent pénétrer plusieurs pouces d'un matériau solide. La source de rayons gamma dans la jauge 3500 pour le processus de décomposition du Ba-137 libère des particules bêta qui seront arrêtées par la paroi de la capsule. Le Cs-137 libère une énergie de rayons gamma de 0,662 Mev. Cette énergie gamma est utilisée pour déterminer la densité du matériau.

### **Demi-vie**

Une caractéristique importante des matériaux radioactifs est que leur activité décroît au fil du temps. La demi-vie ( $T_{1/2}$ ) d'un matériau radioactif est le temps nécessaire pour réduire de moitié les atomes dans toute masse donnée du matériau à décomposer. Les demi-vies varient de quelques fractions de seconde à des millions d'années. Après dix demi-vies, seulement  $1/1\ 000^e$  de la radioactivité reste.

Les deux sources du modèle 3500 sont le césium 137 pour les mesures de densité et l'américium-241/Be pour les mesures d'humidité. Cs-137 a une demi-vie de 30 ans, tandis que Am-241/Be a une demi-vie de 458 ans.

Pour corriger la décomposition, un compte standard est relevé chaque jour d'utilisation et le rapport entre le compte mesuré et le compte standard, rapport de compte, est obtenu. Le rapport de compte corrige automatiquement toute décomposition dans la source.



## Chapitre 5 : Radioprotection et physique de la santé

---

Ce chapitre couvre les informations sur les concepts de radioprotection.

### Termes

#### **Roentgen**

Le Roentgen est équivalent à une unité électrostatique de charge provenant de l'interaction des rayons gamma dans 0,001293 gramme d'air à la pression d'une atmosphère.

#### **RAD**

Le Roentgen a une utilisation limitée, car il ne tient pas compte de la relation dose-effet de la radiation. Initialement, il a été remplacé par la dose de radiation absorbée.

#### **Rem**

Le RAD était seulement appliqué à l'air, il a donc été rapidement remplacé par le Rem (Roentgen dose equivalent man). Le Rem comprend l'efficacité biologique de la dose. Il est associé au Roentgen par son efficacité biologique relative (EBR) ou facteur de qualité.

#### **Facteur de qualité (QF)**

Le facteur de qualité tient compte des différences dans l'effet biologique de différentes radiations. Par exemple, le QF pour les rayons X et gamma est de 1, de 20 pour les particules alpha et de 10 pour les neutrons à haute énergie.

## Radiation naturelle

La meilleure façon pour nous d'apprécier le Rem est de savoir comment il est associé à notre vie quotidienne. L'homme est exposé chaque année de sa vie à 100 à 300 mRem (milliRem) par an. Cela provient de plusieurs sources naturelles.

Source	Description	Dose annuelle
Cosmique	Du soleil et autres sources de l'espace et leurs réactions avec l'atmosphère de la Terre. Elle augmente de 1 mRem pour chaque 100 pieds d'altitude au-dessus du niveau de la mer. San Francisco (niveau de la mer) Denver (5 280 pieds)	44 mRem 97 mRem
Terre	Des matériaux radioactifs naturels dans le sol	15 mRem
Habitations	Des matériaux que nous utilisons pour construire nos maisons et nos lieux de travail. -Maison en pierre -Maison en briques ou en béton -Maison en bois	50 mRem 45 mRem 35 mRem
Vie	Manger/ Boire/Respirer Corps Télévision (2 heures par jour) Voyage en avion (vol de 3 000 miles)	25 mRem 15 à 20 mRem 0,3 mRem 2 mRem
Homme	Retombées des essais d'armes Rayons X médicaux Jauge nucléaire d'humidité/densité	4 mRem 9 à 210 mRem par test 25 mRem/an

*Figure 5.1 Radiation naturelle et dose annuelle*

Les totaux annuels typiques sont de 123 mRem pour une personne vivant seule dans une maison en bois à San Francisco et qui ne voyage pas en avion, ne tombe pas malade ou ne regarde pas la télévision, et de 272 mRem pour une personne vivant seule dans une maison en pierre à Denver, qui voyage en avion d'une côte à l'autre 10 fois par an, regarde la télévision 4 heures par jour et subit une radiographie dentaire (20 mRem).

Il n'existe aucune preuve permettant de suggérer que les personnes qui vivent dans des régions dont la radiation naturelle est plus élevée ont une moins bonne santé en conséquence. Certaines des personnes ayant la plus grande longévité habitent dans des régions montagnardes en haute altitude. (Dans les régions de l'Inde et du Brésil, la radiation naturelle est dix fois supérieure à la moyenne des autres régions du monde.)

La limite d'exposition fixée par les autorités de radioprotection des États-Unis est de 5 000 mRem par an pour les travailleurs exposés aux radiations.

## **ALARA**

**As Low As is Reasonably Achievable** (aussi faible que raisonnablement faisable) selon les conditions économiques et sociales.

Peu importe ce que sont les limites légales permises, l'opérateur et sa société doivent réviser leurs procédures pour déterminer s'il serait possible de réduire la dose en prenant des mesures raisonnables. Cela doit être effectué en tenant compte de tous les aspects. L'on pourrait par exemple concevoir une jauge de densité/humidité avec un blindage suffisant pour que peu ou pas de rayons ne s'échappent, mais cela serait si lourd qu'il ne pourrait pas s'agir d'une jauge portable.

Les trois façons dont l'opérateur dispose pour réduire la dose :

<b>Durée</b>	Minimiser la durée de l'exposition
<b>Distance</b>	Ne pas se rapprocher plus que nécessaire
<b>Blindage</b>	Installer un écran entre la source et l'opérateur. Ce blindage est intégré dans la jauge.

**ALARA** est une autre façon de dire : faites preuve de bon sens.

## **Durée**

Lorsque l'opérateur utilise une source radioactive, il est dans un champ de radiation qui émane de cette source. La réduction du temps passé avec la jauge réduit considérablement la dose de radiation reçue par l'opérateur. La force ou le débit de dose de ce champ sont mesurés en mRem par heure. Pour un débit de dose et une durée donnés sur le terrain, l'opérateur recevra une dose.

$$\text{Dose} = \text{Débit de dose} \times \text{Durée}$$

**MOINS DE TEMPS = MOINS DE  
DOSE**

## Distance

La distance est l'un des moyens les plus efficaces pour réduire l'exposition aux radiations. Une radiation provient d'une source ponctuelle et, à mesure que la distance augmente, elle se répand sur une surface sphérique. Son intensité à toute distance de la source dépend du carré de la distance depuis la source.

$$I_1 \times (D_1)^2 = I_2 \times (D_2)^2$$

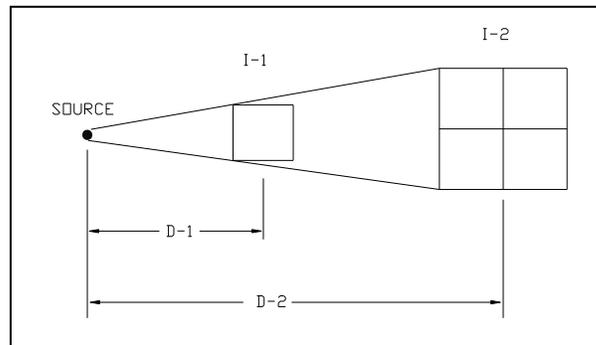


Figure 5.2 Distance

Doubler la distance permettra de réduire d'un quart le débit de dose. Réduire la distance de moitié augmentera le débit de dose de quatre fois.

## Blindage

Le blindage est un moyen efficace de réduire l'exposition aux radiations. Les particules alpha peuvent être arrêtées par une simple feuille de papier. Toutefois, les rayons gamma et neutroniques ne peuvent être complètement arrêtés par le blindage et peuvent seulement être réduits. Le polyéthylène, qui contient une concentration très élevée d'hydrogène, est généralement utilisé pour protéger contre les neutrons. Le plomb ou le tungstène est utilisé pour protéger contre les rayons gamma.

**PLUS DE BLINDAGE = MOINS  
DE DOSE**

## **Réglementation**

Étant donné que les matériaux radioactifs peuvent être dangereux pour le public s'ils ne sont pas utilisés correctement, leur possession et usage sont contrôlés par les organismes de réglementation.

### **Licence**

Pour posséder et utiliser des matériaux radioactifs, l'organisation, la corporation, la société ou l'utilisateur doivent obtenir une licence spécifique aux matériaux radioactifs. Lorsque l'organisation demande une licence, elle doit préciser le type, la forme, la quantité et l'utilisation des matériaux radioactifs.

<u>Matériaux radioactifs</u>	<u>Formulaire</u>	<u>Quantité</u>
Césium 137	Source scellée	Ne pas excéder 11 mCi par source
Américium 241/Be	Source scellée	Ne pas excéder 44 mCi par source

Usage Pour utilisation dans la jauge d'humidité/densité Xplorer 3500 d'InstroTek

La quantité spécifiée sous « quantité » est l'activité MAXIMALE qui ne doit pas être excédée pour une seule source. En outre, vous devez vous assurer que le stockage est suffisant pour le nombre de jauges que vous avez demandées dans votre licence.

L'utilisation demandée devrait être aussi générale que possible, puisque l'utilisation réelle sera limitée aux applications spécifiques stipulées dans la licence. Sauf indication contraire, vous ne pouvez pas utiliser la jauge pour faire des choses comme aider votre enfant à réaliser un projet scientifique.

### **Test de fuite**

Les jauges de densité/humidité portables utilisent des matériaux radioactifs doublement encapsulés d'acier inoxydable. La probabilité de fuite d'une telle source scellée est fortement improbable. Pour vérifier que la source scellée ne fuit pas, la jauge doit être régulièrement testée.

La jauge doit être contrôlée à la livraison afin de valider le test de fuite et ne peut être utilisée si le test de fuite n'est pas validé. Un nouveau test devra être effectué dans un délai de douze (12) mois. Un kit de test d'étanchéité comporte un tampon humidifié enveloppant la zone source, déposé dans un sac en plastique, puis envoyé à un laboratoire pour analyse. Une source est considérée comme fuyante si elle révèle plus de 0,005 microcurie de contamination non fixée. Un exemplaire du certificat de test

d'étanchéité doit être conservé avec la jauge et un deuxième exemplaire dans les dossiers du RSO disponibles pour inspection par l'organisme de réglementation. Si l'utilisateur possède plusieurs jauges, il est plus pratique qu'elles soient toutes testées en même temps, par exemple, le premier jour ouvrable des mois de janvier et juillet.

### **Surveillance du personnel**

La dosimétrie (mesure de la dose sur une personne) est obligatoire si la dose prévue représente 10 % ou plus de la dose de 5 000 mRem permise dans une année. La majorité des agences d'octroi de licences exigent une surveillance personnelle pour leurs opérateurs. L'utilisation correcte d'une jauge de densité/humidité se traduira par une dose inférieure à 1 % de la dose permise, mais la majorité des organismes de réglementation ont adopté la position que cette dose pourrait être dépassée si la jauge est mal utilisée et exigent donc la dosimétrie. La dosimétrie est également utilisée pour la protection juridique à long terme du titulaire de la licence.

### **Formation**

Les personnes qui utilisent des dispositifs contenant des matériaux radioactifs doivent être formées à l'utilisation sécuritaire de la jauge en suivant une formation agréée proposée par une organisation autorisée à proposer des formations. Dans certaines grandes entreprises, le responsable de la radioprotection est formé et autorisé à mener les formations.

### ***Sur le terrain, l'utilisateur doit pouvoir présenter les documents suivants en cas d'inspection :***

- Exemplaire de la licence de matériaux radioactifs,
- Exemplaire de l'autorisation de la personne signé par le RSO,
- Exemplaire du Manuel de l'opérateur de la jauge,
- Exemplaire du plan de radioprotection et
- Exemplaire du test de fuite valide.

Vous devez informer l'organisme de réglementation de tout incident ou condition qui pourrait être dangereux pour l'utilisateur ou le public. Pour les utilisateurs des jauges, cela signifie :

**Immédiatement :** Accident impliquant la dispersion possible de matières radioactives, ainsi que tout vol ou perte. Dose efficace totale équivalente à plus de 5 Rem, une perte égale ou supérieure à une semaine d'opérations, dommages à la propriété de plus de 200 000 \$

**24 heures :** Exposition d'une personne à 5 Rem ou plus,  
Accident entraînant la perte d'exploitation d'un ou plusieurs jours, ou

Dommages à la propriété de plus de 2 000 \$.

**30 jours :** Exposition d'une personne au-delà de la dose admissible : l'exposition professionnelle de 5 Rem, dose à l'embryon/fœtus pendant toute la grossesse des femmes enceintes déclarées 0,5 Rem, dose d'un membre individuel du public 0,1 Rem par an.

### **Plan de sécurité**

Chaque entreprise doit avoir un plan de radioprotection qui décrit les procédures à suivre et les mesures à prendre en cas d'incendie, de vol et/ou d'accident.

### **Responsable de la radioprotection (RSO)**

Le titulaire de la licence doit désigner une personne dans l'entreprise comme responsable de la radioprotection (RSO). Le RSO est le point de contact pour l'organisme de réglementation afin de constater que les règlements sont respectés. Le RSO est la personne dans l'entreprise responsable de vérifier que les pratiques de sécurité sont respectées et que les registres adéquats sont tenus. La désignation d'un RSO ne dispense pas les propriétaires/dirigeants de la responsabilité ultime.

### **Avis aux employés**

Un « Avis aux employés » est un document délivré par l'organisme de réglementation. Normalement, les problèmes de sécurité doivent être signalés au responsable de la radioprotection ou à un cadre de l'entreprise. Ce document contient les adresses et/ou numéros de téléphone que les employés peuvent utiliser s'ils ne sont pas satisfaits de la réponse de l'entreprise.

### **Transfert**

Il est interdit de transférer la jauge à une autre partie pour entretien, mise au rebut, vente ou utilisation à *moins que l'autre* partie ne soit autorisée à recevoir le matériel radioactif approprié. N'oubliez jamais que le « cédant » (titulaire de la licence) a la responsabilité d'obtenir un exemplaire de la licence du « cessionnaire » ou d'obtenir une attestation officielle stipulant qu'ils peuvent recevoir ce type particulier, cette forme et cette quantité de matières radioactives. La meilleure façon d'établir l'autorisation est d'obtenir un exemplaire de la licence de matières radioactives des autres parties. Consultez les paragraphes 6, 7, 8 et 9, en ce qui concerne le type, la forme, la quantité et l'utilisation, et vérifiez que la licence n'a pas expiré. Le règlement prévoit que si l'utilisateur demande le renouvellement dans les 30 jours de la date de renouvellement, la licence est considérée comme « renouvellement en temps opportun » jusqu'à ce que l'organisme de réglementation délivre une nouvelle licence. Si tel est le cas, outre l'exemplaire de la licence, vous devez obtenir un exemplaire de la Lettre de

renouvellement en temps opportun de l'organisme de réglementation ou une déclaration de l'autre partie.

### **Stockage temporaire**

L'utilisation de la jauge impliquera le retrait de son emplacement de stockage décrit dans la licence et de l'amener sur des sites de travaux et autres lieux pour tester les matériaux. L'utilisateur final est responsable de vérifier les exigences auprès de l'organisme de réglementation des Canada approprié avant d'établir un emplacement temporaire de stockage. Normalement, la jauge devra être retournée chaque soir à son emplacement de stockage permanent inscrit sur la licence. Elle sera parfois stockée sur des emplacements temporaires, par exemple dans une remorque sur un site de travaux. Ce lieu de stockage doit suivre les mêmes règles en matière de sécurité, affichage, sûreté et chargement que pour l'emplacement permanent. Si la jauge doit être stockée sur l'emplacement temporaire pendant plus de 30 jours, vous devrez en informer l'organisme de réglementation par courrier/télécopie. Si le stockage temporaire est pour une durée supérieure à 180 jours, la licence devrait être modifiée. La jauge ne doit pas être laissée dans un lieu de stockage inapproprié sur le site des travaux ou dans votre maison.

### **Réciprocité**

Un matériel radioactif peut être utilisé dans une autre juridiction d'octroi de licence sur une base temporaire. L'autre juridiction d'octroi de licence devra être notifiée par écrit au moins trois (3) jours à l'avance. Ce peut être une lettre décrivant le dispositif, la quantité et le type de matières radioactives qu'il contient, les lieux où la jauge sera utilisée, et la durée de l'intrusion. Joignez un exemplaire de votre licence.

Si ce doit être pour plus de 180 jours de toute année civile, vous devrez alors obtenir une licence dans l'autre juridiction.

### **Service/Maintenance**

Avant chaque utilisation, l'intégrité de l'obturateur doit être vérifiée.

La jauge nécessitera un nettoyage de la zone du bloc d'obturation, selon le type de sol et le nombre de tests. Pour minimiser l'exposition, éloignez la base de la jauge de vous, permettant au corps de la jauge d'agir comme un bouclier lorsque vous retirez l'obturateur. Utilisez de l'air comprimé ou une brosse à long manche pour nettoyer la zone de l'obturateur. Bien que la probabilité d'existence d'une contamination non fixée soit très faible, il n'existe aucune justification autorisant d'essuyer la tige à mains nues.

*Remarque : l'exposition à 0,6 cm (¼ po) de la tige source est d'environ 800 mRem/heure.*

### **Mise au rebut**

Les matériaux radioactifs sont définis comme des substances dangereuses. Ils ne doivent pas être mis au rebut sans tenir compte des autres. Si la jauge n'est plus nécessaire ou utile pour l'entreprise, il est préférable de transférer la propriété hors de l'entreprise. Un courtier spécialisé pour les mises au rebut, comme un fabricant par exemple, peut reprendre la jauge à un coût minimal. Dans tous les cas, le bénéficiaire doit avoir une licence valide.

## Chapitre 6 : Transport

---

Ce chapitre couvre les exigences nécessaires pour le transport de la jauge vers les sites de travaux et d'un établissement à un autre.

### **Sensibilisation générale**

Le transport de matières dangereuses est réglementé par l'Canada Department of Transportation. Cela comprend la valeur des matériaux radioactifs contenus dans les jauges de densité/humidité portables dans des véhicules privés sur les voies publiques. Les règlements sont publiés dans le Règlements sur le transport des marchandises dangereuses et le Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires (2015). Des exemplaires de cette publication sont disponibles sur les sites Web de Transports Canada et de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

*Remarque : les règlements définissent tout employé qui est impliqué dans le transport de matières dangereuses, être formé ou supervisé par quelqu'un qui est suffisamment formé adéquatement. Cette formation doit avoir lieu avant que l'employé gère un matériau pour le transport et il doit être renouvelé tous les trois ans. L'employeur est responsable de maintenir des registres de formation et de test.*

### **Fonctions spécifiques**

#### **Nom d'expédition**

L'annexe 1 du Règlement sur le TMD contient la liste des matières dangereuses. La jauge contient des matériaux radioactifs doublement encapsulés dans des capsules en acier inoxydable. Le nom d'expédition sélectionné dans cette liste est :

[RQ] Matériaux radioactifs, emballage de type A, formulaire spécial, 7, UN 3332

Un formulaire spécial décrit une source scellée avec une possibilité minimale de répandre une contamination en cas d'accident. Ce doit être certifié par un document qui est conservé au dossier pendant au moins un an après la dernière livraison (par exemple, la dernière fois que la jauge a été transportée dans le véhicule de l'entreprise sur la voie publique). Normalement, il sera fourni par le fabricant de la jauge. Si vous avez des jauges de plusieurs fabricants, vous devez avoir un certificat de chacun d'eux. Un exemplaire du certificat AIEA de l'autorité compétente, comme décrit pour les envois internationaux par avion, peut être utilisé pour satisfaire à cette exigence. La classe 7 s'applique aux matériaux radioactifs. UN3332 est un numéro attribué qui permet la sélection rapide dans les manuels de référence.

### **Quantité à déclarer**

Le document 49CFR exige que les expéditions de quantités de matières dangereuses au-dessus de certains niveaux soient signalées à l'EPA en cas d'accident. Pour les matériaux radioactifs contenus dans la jauge, conformément à 172.101 App Table 2, les quantités à déclarer sont :

- Cs-137      1 000 mCi
- Am-241      10 mCi

8 à 10 mCi de Cs-137 n'est pas une quantité à déclarer, mais 40 à 50 d'Am-241/Be est une quantité à déclarer. Pour une quantité à déclarer, le RQ doit être inclus avant ou après la description. L'étiquette du nom de l'expédition sur l'emballage doit inclure le RQ.

### **Emballage**

L'emballage dans lequel la jauge est expédiée doit satisfaire à certaines exigences. Pour les matières radioactives sous forme spéciale, un emballage de type A est approprié. L'emballage ou un prototype doivent être testés et un exemplaire des tests et de la certification doit être conservé dans le dossier pendant au moins un an après la dernière expédition. Ce document sera normalement fourni par le fabricant de la jauge. Les tests comprennent : pulvérisation d'eau, chute libre, chute sur un coin, compression et test de pénétration.

### **Étiquetage**

Un marqueur radioactif doit être sélectionné parmi les options suivantes :

<b>RADIOACTIF</b>	<b>Débit de dose à la surface de l'emballage</b>	<b>Indice de transport</b>
BLANC-I	= ou <0,5 mRem/h	S.O.
JAUNE-II	> 0,5 mRem/h à = ou <50,0 mRem/h	= ou <1,0
JAUNE-III	> 50,0 mRem/h	= ou <10,0

*Fig 6.1 Divers étiquetages de débits de dose et indices de transport*

Le manuel d'instruction de la jauge devra comprendre un schéma du profil de radiation montrant les mesures de débit de dose sur la surface et à un mètre. La jauge Xplorer Modèle 3500 correspond à la catégorie RADIOACTIF JAUNE-II.

Les étiquettes RADIOACTIF JAUNE-II doivent être apposées sur deux surfaces opposées. Le type de source, l'activité de la source et l'indice de transport saisis doivent correspondre aux données publiées par le fabricant.



Figure 6.2 Étiquette Jaune II

L'indice de transport indique à l'opérateur du véhicule le niveau de contrôle exigé. C'est en fait le débit de dose en mRem/h à un mètre de l'emballage. Étant donné qu'il est destiné à être utilisé par un personnel non technique, il est exprimé en un nombre sans dimension arrondi au dixième le plus proche. Pour de multiples expéditions de colis, le chauffeur limite l'indice de transport total du véhicule à 50. Les emballages ayant un indice de transport égal ou inférieur à 1,0 doivent être éloignés des passagers à une distance d'au moins un pied. L'indice de transport de la jauge Xplorer est de 0,5.

### **Marquage**

L'emballage doit comporter les indications suivantes :

Nom d'expédition

RQ, matériau radioactif, formulaire spécial, emballage de type A,  
UN3332

Type d'emballage

**7A TYPE A** (en caractères d'un demi-pouce)

Pays d'origine  
(Envois internationaux)

**USA**

InstroTek combine les informations ci-dessus sur une seule étiquette.

## **Documents d'expédition**

L'envoi doit être accompagné des documents d'expédition suivants :

***Nom de l'expéditeur***

***Description, RQ***

***Contenus et activité*** (entre parenthèses)

***Catégorie d'étiquette***

***Indice de transport***

***Type d'emballage***

***Certification/Signature*** : Celles-ci ne sont pas exigées pour un transporteur privé, si l'expédition ne doit pas être transférée à une autre partie. Il est plus facile de les joindre, juste au cas où.

***Personne à contacter en cas d'urgence*** : un numéro de téléphone qui doit être accessible en permanence lorsque l'envoi est en transit et qui permettra de joindre une personne informée de l'expédition des matières dangereuses et ayant des informations complètes en cas d'intervention d'urgence, ou ayant un accès immédiat à une personne qui a ces connaissances. Pendant les heures de travail normales, ce numéro peut être le numéro de téléphone de l'entreprise avec des instructions pour aviser le RSO. Dans le cas d'expédition de la jauge pour réparation, les centres de service fourniront normalement un numéro accessible en tout temps.

## **Intervention d'urgence**

Outre la notification d'intervention d'urgence à l'Agence de santé publique locale en cas d'accident impliquant des matières radioactives, le numéro national d'intervention doit être informé dans un délai de 24 heures en cas d'accident de transport impliquant le déversement de matières radioactives, la mort ou l'hospitalisation du personnel, ou des dommages matériels de plus de 50 000 \$.

**Numéro national en cas d'urgence : 800-424-8802**

## Numéro d'urgence en cas d'accident d'InstroTek : 800-535-5053

### Préparation pour le transport

1. **Inspection** - La jauge et l'emballage doivent être contrôlés avant chaque expédition. Cela doit inclure :
  - La poignée de la jauge est dans la position protégée et la gâchette est correctement verrouillée.
  - Une confirmation que le bloc d'obturation est complètement fermé, soit par une inspection visuelle ou une enquête de radiation.
  - La jauge est placée correctement dans l'emballage et l'emballage contient uniquement les éléments qui doivent être présents.
  - L'intégrité de l'emballage, la caisse, les charnières et les fermoirs sont en conformité avec le certificat de l'emballage.
  - Toutes les étiquettes et marquages de danger exigés sont en place, lisibles et approuvés.
  - L'emballage est verrouillé ou scellé de manière à ce que, s'il est intact, cela prouve qu'il n'a pas été ouvert.
2. **Calage** - L'emballage doit être calé dans le véhicule pour éviter tout mouvement pendant le transport ou accident raisonnable. Cela peut être accompli au moyen de crochets, chaînes, câbles ou cordons.
3. **Sécurité** - L'emballage ne doit pas être dans l'habitacle. Les emplacements préférés sont l'arrière d'une camionnette ou le coffre d'une berline.
4. **Sécurisé** - L'emballage doit être enchaîné ou attaché avec du fil de fer et verrouillé sur le plancher d'une camionnette, enfermé dans la zone de fret d'une camionnette, ou enfermé dans le coffre d'une berline pour empêcher le vol. Deux niveaux distincts de sécurité doivent être utilisés pour sécuriser la jauge pendant le transport.
5. **Conduite** - Le technicien doit conduire raisonnablement ; par exemple, un minimum de changements de voie. Et garer le véhicule dans la zone extérieure d'un stationnement public.
6. **Documents d'expédition** - Le conducteur doit avoir à portée de vue et à portée de main (normalement sur le siège à côté du conducteur) le document d'expédition et la feuille d'information d'intervention d'urgence. Pour satisfaire aux exigences HAZMAT et autres exigences réglementaires, il est recommandé que chaque jauge ait un dossier de documentation comme suit :
  - Connaissance

- Feuille d'intervention d'urgence
- Certificat du test de fuite
- Manuel de fonctionnement

7. **Divers** - JAUNE-II **ne nécessite pas de** placardage du véhicule. Le transport du modèle Xplorer 3500 ne nécessite pas de placardage du véhicule.

### **Expéditions commerciales**

Les exigences préalablement définies pour le transport privé s'appliquent avec les changements/ajouts suivants :

1. Étiquette

Expéditeur/Destinataire : une étiquette avec les adresses doit être apposée sur l'emballage.

2. Verrouiller ou sceller

L'emballage doit être scellé afin de pouvoir prouver tout accès incorrect.

Des exigences supplémentaires dépendent du mode de transport commercial ; camion, vols intérieurs et vols internationaux.

### **Transport par camion**

#### **Documents d'expédition :**

Les documents d'expédition seront un connaissement fourni par le transporteur et correctement rempli par l'expéditeur, et le formulaire d'intervention d'urgence. Si des articles autres que la jauge sont livrés, les matières dangereuses doivent être répertoriées en premier. Le connaissement préimprimé comprend la certification. Vous trouverez un échantillon de connaissement et d'intervention d'urgence dans *l'annexe*.

#### **Conducteur :**

Le conducteur peut garder les documents d'expédition dans une poche sur la porte du conducteur.

### **Transport aérien, domestique**

Aux États-Unis, l'expédition des matériaux radioactifs contenus dans la jauge n'est pas autorisée sur un vol de passagers. Ce n'est pas un problème, car Federal Express, compagnie aérienne de fret uniquement, peut transporter la jauge n'importe où aux États-Unis le jour suivant, si nécessaire. Bien que ce soit un envoi national, Federal

Express a choisi de suivre les exigences de l'Association du transport aérien international (IATA) plutôt que celles du document 49CFR. Cela exige quelques modifications et informations supplémentaires.

## **Documents d'expédition :**

Federal Express a un document spécial combinant à la fois un bordereau d'expédition par avion et une déclaration de transport de marchandises dangereuses. Le document DG a des endroits spécifiques pour les informations d'expédition. Il comprend la certification.

Les mots « Avion-cargo seulement » doivent apparaître sur le bordereau d'expédition par avion.

L'activité de la source doit être indiquée en unités de Bq, au lieu ou en plus des unités de MCI sur le document DG.

10 mCi 370 MBq  
40 mCi 1,48 GBq

La taille de l'emballage en mm ou en mètres doit être indiquée sur le document DG.

## **Étiquette :**

L'activité de la source doit être indiquée en unités de Bq, au lieu ou en plus des unités de MCI sur les étiquettes RADIOACTIF JAUNE-II.

Une étiquette AVION-CARGO SEULEMENT doit être apposée à moins de 15 cm (6 po) de chacune des deux étiquettes RADIOACTIF JAUNE-II.

*Remarque : portez attention aux détails lorsque vous remplissez le formulaire. Toute erreur mineure, comme ne pas indiquer le titre du signataire sera un motif de rejet de l'expédition. Le transporteur n'a pas le droit de faire des corrections.*

## **Transport aérien, international**

Le transport aérien international de matières radioactives est sous les exigences de l'IATA. La majorité des pays hors des États-Unis autoriseront le transport des jauges de densité/humidité portables dans les avions de passagers. Cependant, tous les envois aériens internationaux en provenance ou à destination des États-Unis doivent entrer ou sortir des États-Unis à bord d'un avion-cargo seulement.

## **Documents d'expédition :**

Les documents d'expédition seront un bordereau d'expédition par avion fourni par le transporteur et correctement rempli par l'expéditeur. Le bordereau d'expédition par

avion préimprimé comprend la certification. Une pratique normale est que l'expéditeur fournisse une lettre d'instruction, qui comprend la déclaration d'exportation exigée, à un Porteur, qui remplit à son tour le bordereau d'expédition par avion.

Les mots « Avion-cargo seulement » doivent apparaître sur le bordereau d'expédition par avion.

Outre le bordereau d'expédition par avion, la déclaration de transport de marchandises dangereuses de l'expéditeur doit accompagner l'envoi. Ce formulaire est disponible auprès du transporteur aérien. Il est bordé de rayures rouges et blanches. Deux exemplaires sont nécessaires. Il est préférable de fournir des exemplaires supplémentaires si plusieurs transporteurs doivent assurer l'expédition. Vous trouverez un échantillon dans l'annexe.

L'activité de la source doit être indiquée en unités de Bq sur le document DG.

La taille de l'emballage en mm ou en mètres doit être indiquée sur le document DG. Le document DG doit indiquer le numéro et le certificat de l'autorité compétente qui a été obtenu auprès de l'agence gouvernementale appropriée avant la première expédition d'exportation du type de sources dans la jauge. Aux États-Unis, il est obtenu auprès du DOT. Ce document sera généralement fourni par le fabricant de la jauge, qui les obtient auprès du fabricant de la source. Ces documents expirent. Vous devez obtenir des exemplaires valides, le cas échéant. Certains transporteurs exigent que des exemplaires du certificat cité soient joints au document DG. Les certificats de l'autorité compétente du dossier peuvent être utilisés pour satisfaire à la certification du formulaire spécial qui doit être joint au dossier pendant au moins un an après la dernière expédition.

**Étiquette :**

L'activité de la source doit être indiquée en unités de Bq sur les étiquettes RADIOACTIF JAUNE-II.

Une étiquette AVION-CARGO SEULEMENT doit être apposée à moins de 15 cm (6 po) de chacune des deux étiquettes RADIOACTIF JAUNE-II.



## Chapitre 7 : Théorie de fonctionnement des jauge

---

Ce chapitre couvre la théorie de fonctionnement des jauges nucléaires de densité/humidité.

Les rayons gamma et neutroniques et leur interaction avec la matière est un sujet complexe et difficile à couvrir dans des détails suffisants dans ce manuel. La discussion ci-dessous sera limitée à l'application de l'ingénierie de ces sources de radio-isotopes et de leurs opérations sur le terrain.

### **Mesure de la densité**

La mesure de la densité dans la jauge est réalisée en utilisant un isotope radioactif césium 137 (Cs-137) et deux détecteurs Geiger Mueller (GM). Les mesures de densité sont habituellement accomplies dans deux modes différents, rétrodiffusion (BS) et transmission directe. En mode de rétrodiffusion, la source et le détecteur sont dans un même plan. En transmission directe, un trou est formé dans le matériau et la tige source est insérée à une profondeur souhaitée, entre 50 à 300 mm (2 à 12 po).

Le Cs-137 a une énergie maximale de 0,662 Mev. Les photons de la source pénètrent dans la matière d'essai et sont dispersés vers le détecteur GM ou absorbés par la matière par diffusion Compton et absorption photoélectrique. Dans la plage de densité d'intérêt, le nombre de photons détectés par les tubes GM est inversement proportionnel à la densité du matériau. Par exemple, une jauge donnée à une densité de 110 PCF (1 760 kg/m<sup>3</sup>) indiquera 1 500 comptes tandis que, la même jauge indiquera un compte de 700 à une densité de 160 PCF (2 560 kg/ m<sup>3</sup>). Par conséquent, plus les comptes sont élevés, plus la densité est faible.

L'étape finale du processus de fabrication de la jauge est l'étalonnage. La méthode d'étalonnage de densité utilisée par la majorité des fabricants utilise une équation exponentielle qui modélise la relation entre les densités connues et les comptes. InstroTek utilise l'équation suivante.

$$CR = A \exp(-B \times WD) - C$$

Où A, B et C sont des paramètres de jauge, CR est le rapport de compte et D est la densité du matériau. Les valeurs A, B et C sont généralement connues comme des constantes d'étalonnage. Sur le terrain, si un compte est collecté sur le matériau d'essai, la densité humide résultante (DEO) affichée sur l'écran est calculée par :

$$WD = \frac{1}{B} \ln\left(\frac{A}{CR + C}\right)$$

Le rapport de compte (CR) dans l'équation ci-dessus est calculé par le rapport entre les comptes et les comptes standards de référence. Le compte de test (TC) est divisé par le compte standard (SC).

$$CR = \frac{TC}{SC}$$

Le Cs-137 a une demi-vie de 30 ans, une réduction de 2,2 % de l'intensité par an. Le rapport de compte est utilisé dans ce cas pour corriger la décomposition naturelle de la source. Pour cette raison, il est très important que les utilisateurs obtiennent chaque jour un compte standard de référence précis. Cela permettra d'assurer que toute décomposition dans les comptes est annulée par la décomposition dans le compte standard de référence. Par exemple, six mois après l'étalonnage, la source de Cs-137 se décomposera de 1,1 % (réduction de 1,1 % dans les comptes). Le changement de 1,1 % sera reflété dans les comptes de test et dans le compte standard de référence. Le rapport de ces deux comptes annulera l'effet de 1,1 % sur les comptes et aura pour effet de normaliser les comptes, indépendamment de la date du test après l'étalonnage. Ne pas utiliser un rapport de compte se traduira par des relevés erronés, si la source de décomposition n'est pas prise en compte.

Le logiciel de jauge utilise le compte gamma relevé sur le site de test et le compte standard pour calculer automatiquement et afficher la densité humide (DEO) du matériau.

## **Mesure de l'humidité**

La mesure de l'humidité dans la jauge est effectuée en utilisant américium-241 : Béryllium (Am-241:Be) source, qui émet des neutrons rapides, et un seul tube hélium 3 (He-3). Les mesures neutroniques sont toujours effectuées en mode de rétrodiffusion. Le tube Am-241:Be et le tube He-3 sont tous deux fixés à l'intérieur de la base de la jauge.

L'énergie moyenne libérée par la source Am-241:Be est de 4,5 Mev, avec un spectre d'énergie compris entre 0 et 10 Mev. Dans le processus de mesure de l'humidité, des neutrons rapides provenant de la source interagissent avec le noyau d'hydrogène présent dans l'eau et thermalisent (ralentissent). Les neutrons thermiques ou lents sont ensuite comptés par le tube He-3. L'augmentation des résultats de la teneur en eau dans une augmentation proportionnelle de comptes neutroniques thermiques est détectée par le tube He-3.

Il existe deux hypothèses faites lors de la mesure de l'humidité par la méthode de neutrons. La première est que toute interaction entre la source et la matière est due à l'interaction avec l'hydrogène sous forme d'eau. En examinant la composition des sols normaux dans la littérature, la probabilité est très forte que toute thermalisation dans les sols soit due à l'interaction avec l'hydrogène contenu dans l'eau. D'autre part, il n'existe aucun élément qui absorbe les neutrons. Cependant, dans les sols de type de construction, le bore dans certains sols, le chlore dans les sols côtiers, et l'oxyde de fer dans les dépôts peuvent être retrouvés en concentration suffisante pour affecter les relevés.

Le logiciel de jauge comporte des fonctions de décalage afin que les relevés de la jauge puissent être corrigés pour ces influences sur le terrain.

### **Profondeur de mesure**

En mode de rétrodiffusion de densité, la profondeur de mesure est indépendante de la densité du matériau. En mode de rétrodiffusion, 85 % du relevé de densité sont depuis les premiers 64 mm (2,5 po) du matériau et les 15 % restants sont depuis les premiers 64 à 100 mm (2,5 à 4 po) du matériau.

La profondeur de mesure de l'humidité dépend de la géométrie de la jauge et de la teneur en humidité du matériau. La mesure de l'humidité est fortement pondérée par le matériau le plus proche de la jauge. En général, une jauge a une plage de mesure de l'humidité de 0 à 40 PCF (0 à 640 kg/m<sup>3</sup>) ; la profondeur de mesure est d'environ 230 mm (9 po) pour les sols contenant 10 PCF (160 kg/m<sup>3</sup>) d'humidité.

### **Étalonnage**

**Densité** Étalonnage - L'étalonnage de la densité dans la jauge est obtenu en utilisant le bloc de densité connue. L'objectif de l'étalonnage consiste à calculer les constantes A, B et C qui sont utilisées dans l'équation de densité. Après avoir déterminé ces constantes, la jauge peut être utilisée sur le terrain pour calculer la densité humide.

$$CR = A \exp(-B \times WD) - C$$

Étant donné que l'équation de densité ci-dessus utilisée dans la jauge contient trois constantes, il est nécessaire d'utiliser trois blocs de densité connue en usine pour fournir un étalonnage initial. Il existe de nombreuses méthodes différentes permettant d'étalonner la jauge en supposant certains critères ou en utilisant des données historiques. Toutefois, les bases de toutes ces méthodes dépendent de la présence d'un minimum de trois comptes différents pour les trois blocs de densité connue différente.

**Étalonnage de l'humidité** - l'étalonnage de l'humidité de la jauge est effectué en utilisant au moins deux blocs de densité d'hydrogène connue couvrant une plage d'humidité dans les matériaux de construction. Les deux blocs couramment utilisés pour l'étalonnage de l'humidité sont le magnésium ( $0 \text{ lb/pi}^3$ ,  $0 \text{ kg/m}^3$ ) et un bloc combinant le magnésium et le polyéthylène ( $\sim 35 \text{ lb/pi}^3$ ,  $\sim 560 \text{ kg/m}^3$ ). Le compte standard de la jauge et les comptes sur ces blocs sont utilisés dans une équation linéaire comme celle ci-dessous pour calculer les paramètres E (interception) et F (pente).

$$\text{MCR} = E + FM$$

MCR est le rapport de compte de l'humidité, qui est le rapport entre le compte d'humidité mesuré et le compte standard de référence quotidien pour l'humidité. Le compte standard de référence quotidien est effectué sur un bloc de polyéthylène haute densité fourni avec chaque jauge. M est la teneur en humidité du matériau en PCF ou  $\text{kg/m}^3$ . Les paramètres E et F sont placés dans la mémoire de la jauge et utilisés sur le terrain avec un rapport de compte obtenu sur le matériau de test pour calculer la teneur en humidité à partir de l'équation.

## **Erreurs de jauge**

**Densité** - Il existe trois paramètres d'erreurs inhérentes à toutes les jauges fabriquées : Précision nucléaire (P), rugosité de la surface (SR), et erreur de composition (CE).

**La précision** ou la répétabilité de la jauge est définie comme la variation du relevé répétitif de densité sur le même point de test pour un temps de compte donné. La précision est calculée sur la base de l'équation ( $P = \sqrt{\text{compte}/\text{Pente}}$ ) qui dépend du nombre de comptes recueillis pendant une période donnée et du volume du matériau de test mesuré par une jauge spécifique à une profondeur donnée. La précision pour d'une jauge typique pour un relevé d'une minute au moment de la fabrication est d'environ  $\pm 0,5 \text{ PCF}$  ( $8 \text{ kg/m}^3$ ) en rétrodiffusion et  $\pm 0,25 \text{ PCF}$  ( $4 \text{ kg/m}^3$ ) à 15 cm (6 po) de profondeur en transmission directe. La réduction de la précision pendant la durée de la jauge (environ 30 ans) est négligeable.

**L'erreur de rugosité de la surface** est causée par un flux de photons depuis la source vers les détecteurs dans l'espace d'air immédiatement sous la jauge. Une erreur de rugosité de la surface en profondeur BS est beaucoup plus élevée qu'en transmission directe. Une erreur de surface est généralement calculée en prenant un relevé avec la jauge directement sur le bloc de calcaire et en répétant le relevé sur le même bloc avec 1,3 mm (0,05 po) d'écart sous la jauge (100 % de vides d'air). La différence entre le relevé à égalité et élevé est une mesure de l'erreur attendue de la jauge sur des

surfaces rugueuses, comme la granulométrie ouverte ou une base d'asphalte grossière. Remplir la surface avec du ciment Portland ou une fine poudre de ciment permet de réduire cette erreur, si les mesures sont prises sur des matériaux bruts.

**L'erreur de composition** est provoquée par l'effet des caractéristiques des matériaux sur la densité mesurée de la jauge. Étant donné que l'atténuation de photons est effectuée par la composition chimique de la matière, des mesures de densité peuvent être effectuées de manière significative par les sols avec des compositions très différentes des références avec lesquelles la jauge est étalonnée. Cette erreur indique la quantité d'erreurs que vous aurez dans vos mesures lors du passage d'un extrême de la composition du sol à l'autre. Une erreur de composition est déterminée par la mesure du niveau de calcaire et de granit avec des densités connues. Les normes de calcaire et de granit qui sont homogènes sont disponibles avec des compositions qui encadrent la composition de la majorité des sols. Une erreur de composition pour les jauges nucléaires est calculée par l'équation suivante.

$$CE = \frac{[(Lime (Gauge) - Lime (Actual)) - (Granite (Actual) - Granite (gauge))]}{2}$$

Le calcaire (jauge) et le granit (jauge) sont des valeurs de la densité des normes de calcaire et de granit mesurées par la jauge après l'étalonnage. Le calcaire (réel) et le granit (réel) sont des valeurs de densité réelle de calcaire et de granit. Cette erreur indique la quantité d'erreurs que vous aurez dans vos mesures lors du passage d'un extrême de la composition du sol à l'autre.

Une erreur de composition dans la majorité des jauges peut être minimisée par un filtrage approprié du système de détection et/ou un ajustement de la distance entre la source et le détecteur. Même si cette erreur peut être réduite au minimum, tout ajustement pour réduire cette erreur peut entraîner une augmentation de l'erreur de surface et une réduction dans la répétabilité de la jauge. Pendant la conception, il est extrêmement important que la géométrie de la jauge soit optimisée afin de réduire les erreurs ci-dessus à une limite acceptable.

**Humidité** - La source d'humidité a une demi-vie de 430 ans et la réduction de la précision de l'humidité est négligeable par rapport à la durée de vie de la jauge.

Comme mentionné dans les sections précédentes de ce manuel, il existe deux hypothèses formulées dans la mesure de l'humidité par la méthode des neutrons. La première est que toute interaction entre la source et la matière est due à l'interaction avec l'hydrogène sous forme d'eau. D'autre part, il n'existe aucun élément qui absorbe les neutrons. Cependant, dans les sols de type de construction, le bore dans certains sols, le chlore dans les sols côtiers, et l'oxyde de fer dans les dépôts peuvent être retrouvés en concentration suffisante pour affecter les relevés. En outre, la variation de

l'hydrogène lié dans les sols argileux peut provoquer des erreurs significatives dans des relevés d'humidité des jauges et elle doit être corrigée sous les fonctions de décalage dans le MENU.

Le logiciel de la jauge contient des fonctionnalités de décalage pour tenir compte de certaines de ces erreurs dans le relevé. Consultez les fonctions du menu pour plus de détails sur la façon de corriger vos relevés de jauge à l'aide des fonctions de décalage.

## Chapitre 8 : Maintenance de routine et dépannage

---

Ce chapitre couvre les articles de maintenance de routine telles que la procédure du test de fuite, la maintenance de routine des composants de la jauge, et des conseils de dépannage.

### **Procédure du test de fuite**

Le test de fuite est exigé pour votre licence et doit être effectué une fois tous les douze mois (1 an), sauf indication contraire de votre licence. Pour effectuer un test de fuite sur la jauge Xplorer, suivez la procédure ci-dessous :

1. Placez la jauge en position « sûre ».
2. Retirez les quatre vis du panneau avant et soulevez le panneau.
3. Localisez l'étiquette de radiation dans la partie inférieure de la jauge.
4. En utilisant le kit de test de fuite d'InstroTek (numéro de pièce I100100), humidifiez un tampon
5. Essuyez l'étiquette de radiation avec le tampon.
6. Remplacez le panneau avant et inclinez la jauge sur le côté.
7. Utilisez le tampon et essuyez autour de l'ouverture de la tige source sous la jauge.
8. Mettez le tampon dans le sac en plastique fourni avec votre kit.
9. Notez les informations de la jauge et de la source sur le formulaire fourni avec votre kit.
10. Emballez le tampon et le formulaire d'information, puis envoyez-les à InstroTek pour analyse.
11. Serrez les quatre vis sur le panneau avant et rangez la jauge.

### **Maintenance de routine**

#### **Sources de radiation**

La jauge Xplorer 3500 contient deux sources radioactives. Les sources ne nécessitent aucun entretien. La petite source d'américium 241:Béryllium est située au centre de la base de la jauge, dans une cavité entourée d'un blindage en plomb. **N'essayez pas**

**d'extraire cette source.** Le césium-137 est à l'intérieur de l'extrémité de la tige source qui est fixée à la poignée. La source est fixée à l'intérieur de la pointe de la tige source. En position « sûre » (poignée de la tige source en haut de la tige d'index), la source Cs-137 est entourée d'un blindage en tungstène. **N'essayez pas d'extraire cette source depuis la tige source.**

### **Plaque du fond**

La maintenance dans la zone de la plaque de fond de la jauge peut être nécessaire si vous rencontrez les problèmes suivants en utilisant la jauge : difficulté à abaisser ou relever la tige source lorsque vous appuyez ou tirez, et/ou comptes de densité inhabituels. Ce sont généralement des indications que le sol ou un autre matériau a migré dans la partie inférieure de la jauge et que celle-ci doit être nettoyée et graissée.

*Important : InstroTek utilise et recommande uniquement la graisse MagnaLube G pour cette jauge. La graisse MagnaLube contient du téflon qui offre des performances durables et plus longues dans l'environnement où ces jauges sont généralement utilisées.*

*MagnaLube G est une marque de commerce de Saunders Enterprises, Inc.  
Teflon est une marque de commerce de DuPont Company.*

### **Procédure**

1. Avec la tige source en position « SÛRE », placez la jauge sur le côté avec la plaque de fond à votre droite ou à votre gauche. (Ce positionnement permet d'éviter l'exposition inutile de l'opérateur aux radiations.)
2. Examinez la plaque de fond. Nettoyez les têtes de vis si nécessaire pour faciliter leur retrait et empêcher celles-ci de glisser.
3. Utilisez un tournevis Phillips pour retirer la plaque de fond. Il est normal de voir des traces d'usure. Toutefois, si de profondes rainures sont présentes où le bloc coulissant se déplace, cela peut indiquer que la plaque doit être remplacée. Il devrait y avoir une bague de raclage dans le trou de la plaque de fond où la tige source s'étend. Si la bague est usée ou manquante, appelez InstroTek pour un remplacement.
4. Si une grande quantité de saleté est accumulée dans la cavité au-dessus de la plaque de fond, la bague de raclage sera usée et devra être remplacée. Remplacez la bague de raclage en retirant la bague de retenue avec un petit

tournevis. Il est recommandé de changer la bague de raclage au moins une fois par an ou plus souvent en fonction de l'utilisation. Vous pouvez extraire la bague de raclage depuis le bas. Nettoyez la plaque entière de tout débris et installez une nouvelle bague de raclage et une nouvelle bague de retenue. Ajoutez une couche de graisse où le bloc coulissant se déplace.

5. Pour supprimer le blindage en tungstène coulissant, utilisez un tournevis pour extraire le blindage du ressort. Rappelez-vous de vous tenir sur le côté de la tige de source dans la position de sécurité. Utilisez un tournevis et un chiffon pour éliminer les débris de la cavité du bloc coulissant.

***Attention : ne nettoyez pas cette zone avec vos mains.***

Nettoyez le bloc coulissant et le ressort, ajoutez de la graisse sur les côtés, en haut, en bas, et dans l'angle du bloc, puis réinstallez-les. Vérifiez que le ressort est centré dans la cavité afin que les déplacements du bloc coulissant soient droits.

### **Roulements de la tige source**

1. Les roulements de la tige source devront être régulièrement lubrifiés avec MagnaLube. Une difficulté à déplacer la tige de haut en bas ou la liaison de la tige sont des signes de lubrification déficiente.
2. Pour ajouter de la graisse aux roulements, retirez la coque supérieure en enlevant les quatre vis situées sous la lèvre de la coque supérieure. Tirez le couvercle vers la poignée. Vous ne pourrez pas retirer le couvercle. Si nécessaire, attachez-le à la poignée pour le tenir à l'écart.
3. Remarquez le raccord graissé à l'arrière de la tour. Ajoutez ici de la graisse MagnaLube avec un pistolet à graisser manuel. Deux à trois pompages du pistolet à graisser seront suffisants. Ne forcez pas la graisse dans le raccord si vous sentez une résistance.
4. Retirez toute la graisse excédante. Retirez le couvercle supérieur. Ne serrez pas trop les vis.

### **Nettoyage**

La majorité du nettoyage de la jauge doit être effectué avec un nettoyant comme le 409 ou avec un nettoyant à base d'agrumes comme le GooGone. Nous ne recommandons pas l'utilisation de carburants (essence ou diesel) ou d'huiles pour nettoyer la jauge, car ces produits chimiques peuvent endommager les matières plastiques, le caoutchouc et

les matières synthétiques. Si le fond de la jauge en aluminium est recouvert d'asphalte, WD-40 ou GooGone élimineront l'asphalte. Maintenez l'asphalte liquéfié à l'écart des surfaces et joints en plastique. Veillez à essuyer les résidus avant de remettre la jauge en fonctionnement.

## Dépannage

<b>Symptôme</b>	<b>Cause probable</b>
<i>La jauge ne se met pas sous tension</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Piles à plat, rechargez ou changez les piles</li><li>2. L'intérieur de la jauge est humide, séchez l'intérieur de la jauge</li><li>3. Le câble plat à l'intérieur de la jauge est défectueux ou non connecté</li><li>4. Le clavier est défectueux</li></ol>
<i>Les relevés de densité sont incorrects</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Vérifiez les constantes d'étalonnage</li><li>2. Vérifiez le compte standard</li></ol>
<i>Les comptes sont erratiques</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Problème de circuit, contactez InstroTek</li></ol>



## Chapitre 9 : Spécifications et Annexes

### Spécifications :

<b>Normes nationales et internationales</b>	<i>ASTM D2922, D2950, D3017; AASHTO T310</i>
<b>Plage de mesure de la densité</b>	<i>1 120 à 2 720 kg/m<sup>3</sup> (70 à 170 lbs/pi<sup>3</sup>)</i>
<b>Plage de mesure de l'humidité</b>	<i>0 à 640 kg/m<sup>3</sup> (0 à 40 lb/pi<sup>3</sup>)</i>
<b>Source de densité</b>	<i>Césium 137</i>
<b>Source d'humidité</b>	<i>Américium 241: Béryllium</i>
<b>Activité de la source de densité</b>	<i>370 MBq, 10 mCi</i>
<b>Activité de la source de l'humidité</b>	<i>1,48 GBq, 40 mCi</i>
<b>Indice de transport (TI)</b>	<i>0,5 mRem</i>
<b>Précision BS à 2 000 kg/m<sup>3</sup></b>	<i>7,8 kg/m<sup>3</sup> (0,49 lb/pi<sup>3</sup>)</i>
<b>Précision de transmission directe à 2 000 kg/m<sup>3</sup></b>	<i>3,5 kg/m<sup>3</sup> (0,22 lb/pi<sup>3</sup>)</i>
<b>Humidité de précision à 240 kg/m<sup>3</sup></b>	<i>4,42 kg/m<sup>3</sup> (0,28 lb/pi<sup>3</sup>)</i>
<b>Erreur de composition BS</b>	<i>16 kg/m<sup>3</sup> (1,0 lb/pi<sup>3</sup>)</i>
<b>Erreur de composition Transmission directe</b>	<i>13 kg/m<sup>3</sup> (0,8 lb/pi<sup>3</sup>)</i>
<b>Erreur de surface BS</b>	<i>48 kg/m<sup>3</sup> 3,0 lb/pi<sup>3</sup>)</i>
<b>Erreur de profondeur de surface de 150 mm (6 po)</b>	<i>16 kg/m<sup>3</sup> (1 lb/pi<sup>3</sup>)</i>
<b>Rétroéclairage Affichage</b>	<i>Oui</i>
<b>Surveillance de la température interne</b>	<i>Oui</i>
<b>Matériaux de blindage</b>	<i>Plomb, tungstène, et cadmium</i>
<b>Coque supérieure</b>	<i>Plastique stabilisé aux UV</i>
<b>Piles</b>	<i>Deux jeux de trois piles au nickel-cadmium de taille D</i>
<b>Base et tour</b>	<i>Aluminium</i>
<b>Tige et poignée source</b>	<i>Acier inoxydable</i>
<b>Tige d'index</b>	<i>Acier inoxydable</i>
<b>Température de fonctionnement (ambiante)</b>	<i>-10 à 70 °C (14 à 158 °F)</i>
<b>Température ambiante maximale</b>	<i>170 °C (338 °F)</i>
<b>Taille de la jauge</b>	<i>58,4 x 36,8 x 22,2 cm (23 x 14,5 x 8,75 po)</i>
<b>Poids</b>	<i>14 kg (31 lb)</i>
<b>Poids d'expédition</b>	<i>42 kg (94 lb)</i>



*Annexe 1 : Exemple de connaissance*

**Connaissance**Error! Bookmark not defined.

**Expéditeur :**  
**ABC Company, Inc.**  
**1234 John Smith Rd**  
**Raleigh, NC 27617**

**UN 3332, RQ, matières radioactives, formulaire spécial, NON FISSILES OU  
FISSILES  
EXCEPTÉ, 7**

**Emballage de type « A », contenant :**

**Cs-137, 370 MBq (10 mCi)**  
**Am-241:Be, 1.48 GBq (40 mCi)**

**Étiquette RADIOACTIF JAUNE-II, TI = 0,5**

**\*\*\*\*\*NUMÉRO À CONTACTER EN CAS D'URGENCE\*\*\*\*\***

**1-800-535-5053**

**Expéditeur** \_\_\_\_\_  
**(Signature)**

## Annexe 2 : Intervention d'urgence Informations

### Jauge nucléaire, informations en cas d'intervention d'urgence pendant le transport Référence DOT p5800.5 ERG93, et 49CFR

#### **Danger potentiel**

#### **1) Nom d'expédition correct**

- UN3332 matériau radioactif, emballage de type A, formulaire spécial, non fissiles ou fissiles exceptées, 7, RQ

#### **2) Risques pour la santé**

- La radioactivité présente un risque minime pour la vie des personnes en cas d'accident pendant le transport.
- Les emballages non endommagés sont sûrs; les emballages ou matériaux endommagés provenant des emballages peuvent causer des dangers de radiation externe. La contamination n'est pas suspectée.
- Les emballages (cartons, boîtes, bidons, articles, etc.) identifiés comme étant de « Type A » par le marquage des emballages ou des documents d'expédition contiennent des quantités qui ne mettent pas la vie en danger. Des sources radioactives peuvent s'échapper si les emballages sont endommagés en cas d'accident modérément grave.
- Les emballages (grand et petits, généralement en métal) identifiés comme étant de « Type B » par le marquage des emballages ou des documents d'expédition contiennent des quantités potentiellement dangereuses pour la vie. En raison de la conception, l'évaluation et le test des emballages, il n'est pas attendu que la vie soit en danger en cas d'accident, sauf pour un accident de la plus haute gravité.
- Les instruments couramment disponibles peuvent détecter la majorité de ces matériaux.
- Il n'est pas attendu que l'eau de contrôle d'incendie des charges provoque une pollution.

#### **3) Incendie ou explosion**

- L'emballage peut être consommé sans perte du contenu de la capsule source scellée.
- Les capsules sources radioactives et les emballages de type B sont conçus pour résister à des températures de 1 475 °F (800 °C)

#### **Mesures d'urgence**

#### **4) Précautions immédiates**

- Les mesures d'intervention prioritaire peuvent être effectuées avant de prendre des mesures de radiation.
- Les priorités sont le sauvetage, le contrôle des incendies et autres dangers, et les premiers secours.
- Isolez la zone dangereuse et interdisez l'accès. Avertissez l'autorité des radiations des conditions de l'accident.
- Retardez le nettoyage final jusqu'à l'instruction ou l'avis de l'autorité des radiations.
- Un appareil respiratoire autonome à pression positive (ARA) et des vêtements de protection de pompier structurels fourniront une protection adéquate contre l'exposition aux radiations internes, mais pas contre l'exposition aux radiations externes.
- Appelez les numéros suivants selon le modèle de la jauge :
  - **InstroTek, Inc. 1-800-535-5053**

#### **5) Incendie**

- Ne déplacez pas les emballages endommagés ; déplacez les emballages non endommagés hors de la zone d'incendie.
- Petits incendies : produit chimique sec, pulvérisation d'eau CO<sub>2</sub> ou mousse ordinaire.
- Incendies importants : pulvérisation d'eau, brouillard (inonder d'eau)

#### **6) Déversement ou fuite**

- Ne touchez pas les emballages endommagés ou les matériaux déversés.
- Des surfaces légèrement endommagées ou extérieures humides indiquent rarement l'échec du récipient interne.

- Si la source est identifiée comme étant hors de l'emballage, restez à l'écart et attendez les conseils de l'autorité responsable de la gestion des radiations.

#### **7) Premiers secours**

- Utilisez le traitement de premiers secours selon la nature de la blessure.
- Les personnes exposées à des sources décrites dans le formulaire spécial ne sont pas susceptibles d'être contaminées par les matériaux émettant des radiations.

## Annexe 3 : Profil de radiation de la jauge Xplorer modèle 3500



Fig A3.1 Profil de radiation de la caisse fermée

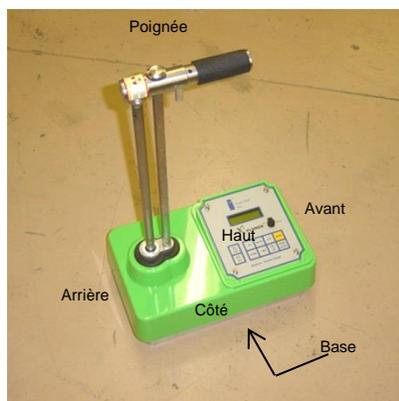


Figure A3.2 Profil de radiation de la jauge



Fig A3.3 Profil de radiation de la caisse ouverte

		Jauge						Caisse de transport					
		Avant	Arrière	Côtés	Haut	Bas	Poignée	Extrémité de la poignée	Extrémité de la base	Haut	Bas	Côté charnière	Côté loquet
<b>Surface</b>	Gamma	7,0	12,0	12,0	6,0	12,0	0,1	0,1	8,0	7,0	8,0	5,0	6,0
	Neutron	0,5	0,5	0,6	2,0	7,0	0,1	0,1	3,0	1,0	0,6	0,8	1,0
	Total	7,5	12,5	12,6	8,0	19,0	0,2	0,2	11,0	8,0	8,6	5,8	7,0
<b>10 cm</b>	Gamma	5,0	4,0	6,0	2,5	2,5	0,1	0,05	6,0	4,0	5,0	3,0	4,0
	Neutron	0,3	0,2	1,0	1,0	3,0	0,1	0,05	2,0	0,5	0,5	0,3	0,8
	Total	5,3	4,2	7,0	3,5	5,5	0,15	0,1	8,0	4,5	5,5	3,3	4,8
<b>30 cm</b>	Gamma	3,0	1,5	2,0	0,8	1,2	0,1	0,05	0,6	1,6	3,0	1,6	2,0
	Neutron	0,1	0,1	0,4	0,8	1,0	0,1	0,05	0,8	0,2	0,3	0,1	0,4
	Total	3,1	1,6	2,4	1,6	2,2	0,15	0,1	1,4	1,8	3,3	1,7	2,4
<b>100 cm</b>	Gamma	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,05	0,05	0,3	0,2	0,4	0,4	0,05
	Neutron	0,05	0,05	0,2	0,1	,01	0,1	0,0	0,1	0,05	0,0	0,1	0,1
	Total	0,35	0,25	0,4	0,2	0,3	0,15	0,05	0,4	0,25	0,4	0,5	0,15

### Remarques :

- 1- Les mesures gamma ont été réalisées avec une chambre d'ionisation Victoreen modèle 492, S/N 3695, étalonnée le 22 janvier 2010.
- 2- Les mesures neutroniques ont été réalisées avec un compteur de neutrons Ludlum modèle 12-4, S/N 237866, étalonné le 7 avril 2012.
- 3- Les débits de dose sont de 10 (+/- 10%) mCi Cs-137 pour une source de rayons gamma et de 40 (+/- 10%) mCi Am241:Be pour une source de neutrons.
- 4- Les tests ont été réalisés par Adam C. O'Neill et Ali Regimand le 14 juillet 2010.



## **Maintenance de routine**

Nettoyage.....	8-3
Plaqué du fond.....	8-2
Roulements de la tige source.....	8-3
sources de radiation.....	8-1
Test de fuite.....	8-1
Marshall.....	2-8
<b>Matériaux de blindage</b> .....	<b>9-1</b>
Mise au rebut de la jauge.....	5-10
<b>Mode couche fine</b> .....	<b>3-2, 3-13</b>
<b>Mode moyenne standard</b> .....	<b>3-2, 3-15</b>
mRem.....	5-2

## **N**

Nettoyage.....	8-3
<b>Normes de test</b> .....	<b>9-1</b>
<b>Numéro de série</b> .....	<b>3-2, 3-15</b>
Numéro d'urgence.....	6-4
<b>Numéro d'urgence en cas d'accident d'InstroTek 6-5</b>	<b>6-4</b>

## **O**

Offset (Décalage).....	3-1
Outil d'extraction.....	1-3

## **P**

<b>Particules ALPHA</b> .....	<b>4-3</b>
<b>Particules bêta</b> .....	<b>4-3</b>
<b>Particules neutroniques</b> .....	<b>4-3</b>
Pile faible.....	2-1, 2-4, 3-15
Piles.....	2-1, 2-4, 8-5, <b>9-1</b>
<b>Plage de mesure de la densité</b> .....	<b>9-1</b>
<b>Plage de mesure de l'humidité</b> .....	<b>9-1</b>
Plan de sécurité.....	5-8
Plaqué de raclage.....	1-3
Plaqué du fond.....	8-2
<b>Poids d'expédition de la jauge</b> .....	<b>9-1</b>
<b>Poids de la jauge</b> .....	<b>9-1</b>
<b>Précision</b> .....	<b>7-4, 9-1</b>
Préparation du site asphalte.....	2-11
<b>Préparation du site (sol, agrégats et matériaux granulaires)</b> .....	<b>2-10</b>
<b>Procédure du test de fuite</b> .....	<b>8-1</b>
Proctor.....	2-8
<i>Profil de radiation</i> .....	<b>9-6</b>
<b>Profondeur auto</b> .....	<b>3-2, 3-15</b>
<b>Profondeur de mesure</b> .....	<b>7-3</b>

## **Q**

<b>QF</b> .....	<b>5-1</b>
-----------------	------------

## **R**

<b>RAD</b> .....	<b>5-1</b>
Radiation naturelle.....	5-2

Radiation neutronique.....	4-4
<b>Radioactif</b> .....	<b>5-6, 5-7, 5-9, 6-1, 9-4</b>
Radioactivité.....	4-2
Radioprotection.....	5-1
<b>Rappel</b> .....	<b>3-2</b>
Rapport de compte.....	4-5, 7-2
Rapport de compte de l'humidité.....	7-4
<b>Rayons gamma</b> .....	<b>4-3, 4-4</b>
<b>Recall (Rappel)</b> .....	<b>3-1</b>
Réciprocité.....	5-9
Réglage de l'heure du test.....	2-5
Réglage de la profondeur.....	2-5
Réglementation.....	5-6
<b>Rem</b> .....	<b>5-1, 5-7</b>
Responsable de la radioprotection.....	<i>Voir</i> RSO
<b>Rétroéclairage</b> .....	<b>3-1, 3-7, 9-1</b>
<b>Rétroéclairage ACL</b> .....	<b>3-1, 3-7</b>
<b>Roentgen</b> .....	<b>5-1</b>
Roulements de la tige source.....	8-3
<b>RS-232</b> .....	<b>3-17</b>
RSO.....	3-1, <b>3-8, 5-7, 5-8, 6-4</b>

## **S**

Service/Maintenance.....	5-9
SmartCharge.....	2-2
<b>Source d'humidité</b> .....	<b>9-1</b>
<b>Source de densité</b> .....	<b>9-1</b>
<i>Spécifications</i> .....	<b>9-1</b>
<b>Stat test</b> .....	<b>3-1</b>
Stockage temporaire.....	5-9
<b>Surveillance de la température interne</b> .....	<b>9-1</b>
Surveillance du personnel.....	5-7

## **T**

<b>Taille de la jauge</b> .....	<b>9-1</b>
<b>Température ambiante maximale</b> .....	<b>9-1</b>
<b>Température de fonctionnement</b> .....	<b>9-1</b>
<b>Tension des piles</b> .....	<b>3-2, 3-15</b>
<b>Test de dérive</b> .....	<b>3-1, 3-5</b>
Test de fuite.....	5-6
<b>Test stat</b> .....	<b>3-4, 3-5</b>
Théorie de jauge.....	7-1
Théorie de la radiation.....	4-1
<b>Tige d'index</b> .....	<b>9-1</b>
Tige de forage.....	1-3
<b>Tige et poignée source</b> .....	<b>9-1</b>
Transfert de la jauge.....	5-8
Transport.....	6-1
Transport sensibilisation générale.....	6-1
Transport Fonctions spécifiques.....	6-1
Transport Nom d'expédition.....	6-1
Transport Quantité à déclarer.....	6-2
Transport Emballage.....	6-2
Transport Étiquetage.....	6-2

<b>Transport</b>	
Indice de transport .....	6-2
Transport	
RADIOACTIF JAUNE-II .....	6-2
Transport	
Marquage .....	6-3
Transport	
Documents d'expédition.....	6-4
Transport	
Intervention d'urgence .....	6-4
<b>Transport</b>	
Préparation pour le transport .....	6-5
Transport	
expéditions commerciales .....	6-6

Transport	
Transport par camion.....	6-6
Transport	
Transport aérien, domestique .....	6-6
Transport	
Transport aérien, international.....	6-8
Tube GM.....	2-4
Tube He-3.....	2-3, 7-2

**U**

<b>Unités.....</b>	<b>3-1, 3-7</b>
--------------------	-----------------

**Garantie**

InstroTek, Inc. offre une garantie limitée de deux ans pour la jauge Xplorer™ modèle 3500 à l'acheteur initial de cet équipement. Cette garantie couvre les défauts de matériau, de fabrication et d'exploitation dans les conditions normales d'utilisation et de maintenance correcte. Cette garantie inclut tous les composants à l'exception des pièces d'usure normales, y compris tous les accessoires, la caisse d'expédition, les joints, les piles, la bague de raclage, et le bloc standard de référence.

InstroTek remplacera gratuitement toute pièce jugée défectueuse pendant la période de garantie.

Cette garantie est nulle si l'inspection montre des signes de négligence, d'usage abusif ou de réparation non autorisée.

Cette garantie couvre le remplacement de tout défaut de fabrication et de main-d'œuvre seulement. Elle ne couvre pas les frais, droits ou taxes d'expédition pour le transport vers et depuis l'usine ou un centre de service autorisé.

La responsabilité d'InstroTek est dans tous les cas limitée au prix de remplacement de ses produits. InstroTek ne sera pas responsable de tout autre dommage, consécutif, indirect, accessoire ou découlant de l'utilisation de son produit.

Si le retour du produit est nécessaire, veuillez inclure les instructions d'expédition pour le retour, nom du contact, numéro de téléphone et de télécopie, ainsi qu'une description de l'action nécessaire.

Appelez InstroTek, Inc. pour les détails de l'expédition au (919) 875-8371